

Dato: 23.10.2026

Innsendte kommentarer til kommentarutkast





Innsendte kommentarer

Innsender	Kapittel	Kommentar
Christian H. R. Thordarson (privat)	Sammendrag (s. 0)	PS! Det er blitt benyttet KI for gjennomlesing av rapporten og støtte til kommentarene under. Men poengene er basert på erfaring og kompetanse om hva som skal til for energieffektivisering. Energi2050-rapporten gir en god og helhetlig beskrivelse av utfordringene knyttet til energisikkerhet, utslippskutt, digitalisering og fremtidig energibehov. Strategien har imidlertid større fokus på produksjon av ny energi enn å se på hvordan eksisterende energiresurser kan utnyttes flere ganger gjennom energilagring, fjernvarme, fjernkjøling og sirkulære energisystemer. Norge bør ha som ambisjon å bli «Europas batteri». Dette kan oppnås ved en kombinasjon av grønn energi, pumpekraft, termisk lagring, fjernvarme og fleksible energisystemer. Kommentar til kapitlene: Kap. 3.2 Energisikkerhet Fjernvarme og termiske energilagre må anerkjennes tydeligere som en del av Norges energiberedskap. I motsetning til elektrisitet kan varme lagres over lengre tid og bidra til å opprettholde energiforsyningen selv ved strømbryt og andre beredskapssituasjoner. Termiske lagre har også store fordeler for å stabilisere nettet. Kap. 3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer Kapittelet beskriver godt behovet for sektorintegrasjon, men mangler tydelige krav til sirkulær energiutnyttelse. Datasentre og andre store energiforbrukere må inngå i energisystemer der overskuddsenergien utnyttes som fjernvarme og fjernkjøling. Dette kan gjennomføres ved krav til energilagring. Dette reduserer behovet for ny kraftproduksjon og nettutbygging, samtidig som det skaper lokale arbeidsplasser og verdiskaping. Kap. 3.5 Karbonfangst, transport og lagring av CO₂ Det er positivt at strategien adresserer CO₂-håndtering, men den bør i større grad vektlegge helhetlige verdikjeder. CO₂-utslipp fra avfallsforbrenning må håndteres lokalt gjennom løsninger som gir størst mulig samlet global klima- og energiutnyttelse. Eksport av avfall grunnet lokale CO₂-avgifter bør vurderes opp mot mulighetene for lokal energiutnyttelse, varmegjenvinning og verdiskaping. Strategien må prioritere løsninger som kombinerer avfallshåndtering, varmeproduksjon, energi og CO₂-lagring, slik at lokal verdiskaping og energiutnyttelse maksimeres. Overskuddsvarme fra avfallsforbrenning må utnyttes lokalt eller lagres for senere bruk. Kap. 3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet Kapittelet beskriver energieffektivisering godt, men bør styrkes på to konkrete tiltak:



Fjernvarme må gi en tydelig økonomisk fordel.

For å avlaste nettet raskt nok, må sluttbrukere ha sterke incentiver til å velge fjernvarme fremfor strøm. Dette da fjernvarmeteknologien ofte har praktiske ulemper for sluttbrukeren sammenlignet med strøm til oppvarming. Timesprisen på fjernvarme bør ligge minimum 30 % lavere enn direkte elektrisk oppvarming. Dette gjør at flere velger fjernvarme, men samtidig ikke urettferdiggjør muligheten for dem som ikke kan velge fjernvarme. En moderne varmepumpe kan fortsatt gi ca. 3 ganger mer varme i kWh enn den bruker i strøm.

Krav til energieffektive elektromotorer.

Over halvparten av verdens strømforbruk går til roterende utstyr. Strategien bør løfte frem krav om minimum IE5-standard og smart turtallsstyring for nye installasjoner, samt støtteordninger for utskifting av eldre elektromotorer. Selv små effektivitetsforbedringer her kan gi enorme nasjonale energibesparelser.

Kap. 3.11 Energilagring

Det er positivt at energilagring vektlegges. Strategien må samtidig gi tydelig støtte til pumpekraftverk og andre lagringsløsninger som kan ta opp overskuddskraft i perioder med høy produksjon og levere energi tilbake når behovet er størst.

Avslutning

Avslutningsvis anbefales det at Energi2050 legger større vekt på at energi skal utnyttes flere ganger før ny produksjon bygges ut. Fjernvarme, fjernkjøling, termiske energilagre, pumpekraftverk, energieffektive motorer og industrielle energisymbioser representerer et betydelig og delvis uutnyttet potensial. Dette vil styrke energisikkerheten, redusere behovet

Kristin Guldbrandsen Frøysa
(Fakultet for naturvitenskap
og teknologi, UiB)

Sammendrag (s. 2)

Næringslivets FoUI prioriteringer vil i større grad bli styrt av markedsmuligheter nasjonalt og internasjonalt enn av Energi2050, men strategien vil legge til rette for en brei kompetanseoppbygging som næringslivet kan høste av.

Forskningsbehovet i offentlig sektor er i liten grad tematisert i Energi2050. En del av problemstillingene er omtalt, blant annet i de tre tverrgående satsingsområdene, men det er ikke kommentert at offentlig sektor kan kreve andre virkemiddel enn forskning for privat næringsliv.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kristin Guldbrandsen Frøysa (Fakultet for naturvitenskap og teknologi, Universitetet i Bergen)	Sammendrag (s. 2)	Det er uklart hva som ligger i «retningsgivende for myndighetenes og næringslivets samlede FoU-I-innsats». Det er derfor viktig at det skapes en felles forståelse av hvordan Energi2050-strategien skal brukes av offentlige myndigheter og virkemiddelapparatet. Strategien skal angi langsiktig retning, ambisjoner og prioriterte samfunnsutfordringer fram mot 2050. I omtalen av de ulike satsingsområdene er Energi2050-strategien ganske detaljert i beskrivelsen av sentrale forsknings- og innovasjonsbehov. Det er derfor viktig å avklare følgende problemstillinger: • I hvor stor grad vil listene over forsknings- og innovasjonsbehov være styrende for finansiering av forsknings- og innovasjonsprosjekter? • Listene speiler i stor grad identifiserte FoUI utfordringer i dag. Hvordan vil man ta opp nye utfordringer som blir identifisert før neste revisjon? • Hvordan vil man sikre tilstrekkelig med midler til grunnforskning og kompetansebygging utfordringer på lengre sikt? • Hvor ofte vil strategien revideres?
Anita Sandnes Andresen (Tekna - Teknisk- naturvitenskapelige forening)	Sammendrag (s. 2)	Tekna er fagforeningen for over 120 000 naturvitere, teknologer og studenter. Våre medlemmer har høyere utdanning og representerer viktige kunnskapsmiljøer i Norge. Våre medlemmer bidrar med kunnskap, forskning og teknologi til en mer bærekraftig verden. Tekna mener det er positivt at Energi 2050 anbefaler en tydelig opptopping av innsats og ressurser til FoUI innenfor energiområdet, og er overordnet positiv Norges nye forskningsstrategi for energi. Fornybar energi er nøkkelen til den grønne omstillingen og har stor betydning for samfunnssikkerhet og beredskap, næringsutvikling og verdiskapning. Norge står overfor omfattende endringer i energisystemet fram mot 2050 gjennom teknologiutvikling, markedsendringer, geopolitikk og økende krav til omstilling. Tekna mener derfor at Norges nye forskningsstrategi for energi i større grad bør bidra til å identifisere og utvikle framtidens energisystem. Tekna vil kommentere tre områder hvor vi mener strategien bør være tydeligere: - Systemperspektivet - Fremtidsperspektivet



Innsender	Kapittel	Kommentar
		- Kompetanse Se egne innspill for hver områdene. Oppsummering Tekna støtter de overordnede målene i Energi2050 og deler ambisjonen om en kunnskapsbasert energiomstilling. Særlig positivt er strategiens vektlegging av energisikkerhet, helhetlige energisystemer og samspillet mellom energi, natur og samfunn. Det er positivt at det legges opp til en dynamisk utvikling av strategien. Samfunnet og verdensbildet er i rask endring og Norge må klare å henge med skal vi fortsette å være konkurransedyktige. Tekna mener at Energi 2050 derfor i større grad bør rette forskningsinnsatsen mot framtidens energisystem. Dette innebærer blant annet forskning på: ny energiteknologi og utvikling av, og omstilling til, nye energinæringer framtidige kompetansebehov og omstilling av eksisterende kompetanse og arbeidskraft systemløsninger som gir robusthet, redundans, og best mulig energiutnyttelse Tekna mener Energi 2050 bør bidra til både å videreutvikle eksisterende teknologier og kompetansemiljøer og til å utvikle kunnskapen og teknologiene som trengs for Norges fremtidige energisystem.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	Sammendrag (s. 3)	BW Offshore takker for muligheten til å kommentere utkastet til Energi2050-strategien. Vår hovedkommentar er at strategien i svært liten grad omtaler gasskraft med CO₂-fangst og -lagring (CCS) som kilde til ny, ren og regulerbar kraftproduksjon. Gasskraft med CCS er bare nevnt ett sted (kap. 3.10.1, s. 78), og da kun som et krevende alternativ for kraftforsyning til sokkelen. Samtidig beskriver strategien selv at kraftbehovet vokser raskere enn utbyggingen av produksjon og nett, at utbyggingen av vindkraft på land har falt kraftig, at havvind er forsinket og at potensialet for ny vannkraft er begrenset (kap. 2.2.4). Gasskraft med CCS kan bidra til å lukke dette gapet. I motsetning til vind- og solkraft er gasskraft regulerbar og kan levere effekt døgnet rundt (24/7) uavhengig av vær. Teknologien bygger på kommersielt modne hovedkomponenter: gassturbiner og kombikraft, aminbasert CO₂-fangst som er



testet i stor skala på røykgass fra gasskraft ved Teknologisenter Mongstad (TCM), og etablert infrastruktur og kompetanse for transport og permanent lagring av CO₂ på norsk sokkel, f.eks i Northern Lights.

Flytende gasskraftverk med CCS, plassert nært land, er et konsept som kombinerer norsk kompetanse fra petroleum, prosessindustrien, CO₂-håndtering og maritim industri. Anleggene kan bygges ferdig på verft, krever lite areal på land, gir enklere tillatelsesprosesser og dekommisjonering, og kan flyttes ved behov. BW Offshores konsept har en kapasitet på 180–500 MW per enhet med opptil 95% CO₂-fangst, og CO₂ eksporteres via rør eller skip til permanent lagring.

Vi mener strategien bør omtale gasskraft med CCS som en mulighet for ny ren og regulerbar kraftproduksjon, og at relevante FoUI-behov tas inn under satsingsområdet CO₂-håndtering. Det gjelder særlig fangst fra røykgass fra gassturbiner, integrasjon og drift av flytende kraftverk med CO₂-fangst, og markeds- og reguleringsmodeller. Våre konkrete forslag til endringer følger under. Endret eller ny tekst er markert med fet skrift.

Kristin Guldbrandsen Frøysa
(Fakultet for naturvitenskap
og teknologi, UiB)

Sammendrag (s. 3)

Her bør strategien være mer konkret. Hvor mye bør forskningsinnsatsen styrkes? Hvor mye bør innovasjonsinnsatsen styrkes? Hva er målene for 2030 og 2035?

Strategien bør i større grad se på hvordan EUs energiomstilling vil endre etterspørselen etter norsk olje og gass fram mot 2050. Strategien drøfter i liten grad målkonfliktene mellom fortsatt høy petroleumsaktivitet og rask energiomstilling i norsk og europeisk sammenheng. Det er en konflikt som bør settes ord på.

Birger Andresen, Styreleder
FFF
(Ferrolegeringsindustriens
ForskningsForening (FFF))

Sammendrag (s. 3)

Kapittel: Sammendrag / Energi2050-strategien 2026
Sidetall: 3-6

Landbasert kraftforedlende prosessindustri må synliggjøres som strategisk verdiskaper og muliggjør av energiomstillingen

Ferrolegeringsindustriens Forskningsforening (FFF) representerer Elkem ASA, Eramet Norway AS, Finnfjord AS og Wacker Chemicals Norway. Foreningen har siden 1989 samarbeidet med NTNU og SINTEF om forskning, innovasjon og kompetanseutvikling innen energi- og ressurseffektiv metallproduksjon, og har bidratt til utdanning av mer enn 80 doktorgradskandidater innen strategisk viktige fagområder.



FFF mener at Energi2050 i større grad bør synliggjøre landbasert kraftforedlende prosessindustri som en strategisk del av energiomstillingen. Prosessindustrien er ikke bare bruker av energi og kilde til utslipp, men en sentral eksportnæring og leverandør av materialer som er nødvendige for energiomstilling, digitalisering, infrastruktur, sikkerhet og forsvar.

Den norske metallbaserte prosessindustrien produserer en betydelig andel av Europas strategisk viktige materialer, blant annet silisium, ferrolegeringer og aluminium. Disse materialene er avgjørende innsatsfaktorer i kraftnett, batterier, elektronikk, solenergi, vindkraft og annen energirelatert infrastruktur.

Energi2050 bør tydelig anerkjenne at forskning og innovasjon i den kraftforedlende prosessindustrien bidrar direkte til energisikkerhet, forsyningssikkerhet, konkurransekraft og verdiskaping. Strategien bør også tydeliggjøre at tilgang til konkurransedyktig kraft, råstoff, infrastruktur, kompetanse og kapital er gjensidig avhengige forutsetninger for industriell omstilling, utslippsreduksjoner og nye investeringer i Norge. Europas utfordring handler ikke bare om tilgang til kritiske råvarer, men også om kapasitet og kompetanse innen prosessering, videreforedling og resirkulering.

Erik Berge (FME Include)

Sammendrag (s. 3)

Vi har lest utkastet til Energi2050-strategien med stor interesse, og vi mener teksten reflekterer at man har kommet et godt stykke på vei i å vektlegge samfunn- og miljø/naturaspekter – ikke kun teknologiske og økonomiske forhold – i beskrivelsen av forskningsbehovene, jfr. innspill fra Include-forskere i september 2025. Der fremhevet vi blant annet at bærekraftig energiomstilling krever mer enn implementering av teknologi – det krever dyptgripende samfunnsendringer. For å fremskaffe kunnskap om hvordan dette kan skje – for å gi grunnlag for politiske prioriteringer – må samfunnsvitenskap og humaniora ha en tydelig plass i energiforskningen. En annen viktig observasjon vi har gjort er at energiomstillingen bør forankres i kunnskap om sosiale strukturer for å sikre sosialt rettferdig fordeling av goder og byrder, gi tiltakene legitimitet i befolkningen og forhindre polarisering. Vi trenger mer forskning på folk, inkludert deres ulike forutsetninger til å ta insentivordninger og teknologier i bruk.

Det er positivt at ett av de ti prioriterte områdene vies det tverrgående satsningsområdet Natur, miljø og samfunn. I beskrivelsen av dette området fremheves behovet for å redusere forbruk (unngå – flytt – forbedre, jfr. Klimautvalget) og det vises til at «rettferdig omstilling er løftet inn som premiss i norsk klima- og energipolitikk» (s. 46). Dette er positivt og viktig, inkludert at samiske interesser skal ivaretas. Men behovet for redusert forbruk og rettferdig omstilling mangler i de øvrige områdene.

Vi sender inn 12 konkrete forslag til hvordan strategien kan justeres for å styrke forskning på miljø/natur og folk/sosiale forhold samt vektlegge rekruttering til samfunnsvitenskap og humaniora.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	Sammendrag (s. 3)	«Uten en kraftig styrket forsknings- og innovasjonsinnsats risikerer Norge å bli for sene med å håndtere sårbarhetene, gjennomføre omstillingen i tilstrekkelig tempo og utnytte nye industrielle muligheter.» Klargjør tydelig hva «styrket forsknings- og innovasjonsinnsats» bør innebære. For eksempel innen havvindenergi: «Det skal bygges ut 50 GW ny effekt innen 2050 og investeringene per GW utgjør i snitt x kr, da bør det avsettes 1 - 2 % av dette beløpet i FoU» (Dette gjelder også Energi250-Strategien 2026 – side 4)
Ronny Gløckner (Morrow Batteries)	Sammendrag (s. 3)	Strategien fremstår orientert mot Norges rolle som leverandør av råmaterialer og innsatsfaktorer til den internasjonale batteriverdikjeden. Det understrekes i mindre grad hvilken betydning nasjonal og europeisk battericelleproduksjon har for innovasjon, teknologiutvikling og verdiskaping. Uten en Europeisk / norsk battericelle-produksjon så øker risikoen for forsyningsikkerhet og strategisk / nasjonale interesser. For å utvikle konkurransedyktige batterimaterialer er det avgjørende å ha tett samhandling mellom materialprodusenter og battericelleprodusenter. Det er først når nye materialer testes og optimaliseres i reelle battericeller at materialenes egenskaper og industrielle potensial kan dokumenteres og justeres / forbedres. Celleproduksjon er derfor ikke bare viktig for forsyningsikkerhet og industriutvikling, men også som en nødvendig innovasjonsplattform for: • utvikling av nye materialer • forbedring av eksisterende batterikjemier • industrialisering av forskningsresultater • utvikling av spesialiserte batterisystemer for europeiske og norske behov En konkurransedyktig europeisk batteriverdikjede forutsetter derfor både tilgang på råmaterialer, materialproduksjon, celleproduksjon og systemintegrasjon. Uten celleproduksjon i Europa svekkes koblingen mellom materialutvikling og kommersialisering, og muligheten til å utvikle nye og differensierte batteriteknologier reduseres betydelig.
Ronny Gløckner (Morrow Batteries)	Sammendrag (s. 3)	Ved å legge større vekt på skaleringsfasen, så vil også risikoen for å kun ende som et «piloteringsland» reduseres. Rammebetingelser fremstår mer tydelige og effektive i andre deler av verden. Norge risikerer å miste potensialet for både fremtidige inntekter, leverandørindustri og arbeidsplasser.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Ingeborg Palm Helland (NINA)	Sammendrag (s. 3)	I fjerde setning i andre avsnitt på s. 3 står det: «Denne utbyggingen kan samtidig belaste naturen og svekke den sosiale legitimiteten.» Dette bør skrives om til «Denne utbyggingen VIL samtidig belaste naturen og KAN svekke den sosiale legitimiteten.»
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	Sammendrag (s. 3)	Strategien trekker frem de innebygde målkonfliktene i Energi2050s strategi på en god måte i sammendraget, men dette er ikke fulgt opp med tilsvarende avveinger i selve strategien. Dette gjelder når det kommer til omtalen av de tre hovedutfordringene som skal svares ut i strategien (1. Energisystemet, bygget for fredstid, møter nå digitale og fysiske trusler, 2. Tempoet for energiomstilling er for lavt i forhold til nasjonale klimaambisjoner og ny næringsutvikling og 3. Reduksjon i norsk verdiskaping etter ventet nedgang i petroleumsvirksomheten.) Det er også en gjennomgående mangel i omtalen av de tre tverrgående og syv teknologiske prioriteringene.
Tone Knudsen (Statkraft)	Sammendrag (s. 3)	1. Etter siste setning i andre avsnitt forslår vi å legge inn: "Et tilstrekkelig tempo i energiomstillingen forutsetter at produksjonen av fornybar kraft øker betydelig. Manglende realisering av ny fornybar kraftproduksjon kan få store konsekvenser for elektrifisering, industriutvikling, konkurransekraft og energisikkerhet. FoUI satsingen må derfor også ha fokus på å bidra til å ta ned barrierene for utbygging av modne teknologier. " 2. Midt i avsnitt 2 bør det presiseres: "På lengre sikt er det ikke sikkert at Europa trenger norsk olje og gass da deres forskning og energipolitikk i stor grad handler om å redusere Europas avhengighet av fossile brensler. Det bør gi noen klare styringssignaler for retning og satsing på forskningsmidlene i Norge." 3. Til siste kulepunkt i siste avsnitt: Vi foreslår å konkretisere dette og erstte det med: "å sikre konkurransedyktig og bærekraftig norsk industri og næringsliv etter nedgang i petroleumsvirksomheten" 4. Til første kulepunkt i siste avsnitt i sammendraget foreslår vi å ta ut "bygget for fredstid" da dette ikke stemmer helt. EMP-sikring av nettstasjoner, kraftverk i fjell og bombekappe på dammer er pga terror, sabotasje og krig, ikke normalsituasjoner. De største og viktigste anleggene er bygget med fysisk sikring og skal tåle krigslaster, terror og sabotasje.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Vestland fylkeskommune (Vestland fylkeskommune)	Sammendrag (s. 3)	Med utgangspunkt i Regional plan for fornybar energi i Vestland, meiner fylkeskommunen at Energi2050-strategien bør: • Anerkjenn termisk energi som eit sjølvstendig og verdifullt verkemiddel for energieffektivisering, som avlastar kraftnettet og reduserer behovet for ny nettkapasitet. • Etablere ei tydeleg nasjonal satsing på bølgekraft og havenergi, med konkrete verkemiddel for forskning, utvikling, pilotering og kommersialisering, slik at Noreg kan utnytte sitt naturgitte og industrielle fortrinn før andre land tek den industrielle posisjonen. • Leggje til grunn at robust energiforsyning krev gjennomtenkt samspel mellom regulerbare og uregulerbare fornybare energikjelder, kombinert med ei storstilt og prioritert utbygging av kraftnettet, slik at flaskehalsar ikkje hindrar realisering av nasjonale klima- og energimål. • All form for energi, både fornybar og fossil, må brukast der eigenskapane til energikjelda har høgast verdi for samfunnet. • At ved lokalisering av ein nasjonal test- og demonstrasjonsarena for energitryggleik blir lagt vekt på strategisk geografisk plassering kombinert med inudstriell kompetanse, maritim næring, energiinfrastruktur og forskings- og testfasilitetar. • Noverande kraftsituasjon innanlands og i landa vi grensar til, kan tyde på at kapasiteten er under press. Å avvise kjernekraft i relativ nær framtid, slik vi tolkar NOU 2026:4 å gjere, vil difor være ukløkt. Vestland fylkeskommune meiner staten allereie no må setja i gong arbeidet med å få på plass eit oppdatert regulatorisk rammeverk for kjernekraft i Norge, samt leggja til rette for FoU og kompetanseoppbygging på feltet. Vi ber difor om at kjernekraft vert inkludert som eit eige åttande teknologisk hovudsatsingsområde i den endelege Energi2050-strategien.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	Sammendrag (s. 4)	Overordnede kommentarer til strategien - knyttet til sammendraget s 4-8 Aker Solutions mener strategiutkastet gir et godt grunnlag for fremtidige prioriteringer innenfor forskning, utvikling og innovasjon (FoUI) på energiområdet. Det er særlig positivt at strategien anerkjenner leverandørindustriens betydning for norsk verdiskaping, utfordringene knyttet til et forventet fall i petroleumsaktiviteten og behovet for bedre sammenheng mellom forskning, demonstrasjon og industriell skalering. Vi mener samtidig at strategien bør styrkes på tre overordnede områder:



For det første bør industriell kapasitet og konkurransekraft gis en tydeligere rolle. Energiomstillingen handler ikke bare om å utvikle nye teknologier og realisere energiprosjekter, men også om å utvikle konkurransedyktige industrielle verdikjeder som kan levere løsningene i stor skala. Norske leverandørbedrifter har kompetanse og produksjonskapasitet som er strategisk viktig for både Norge og Europa. Det er behov for virkemidler som direkte understøtter leverandørdrevet innovasjon, demonstrasjon og industriell oppskalering.

For det andre bør strategien være tydeligere på behovet for et mer samordnet og agilt virkemiddelapparat. De ulike virkemiddelaktørene har forskjellige mandater og mål, som delvis reflekterer ulike sektorpolitiske prioriteringer og departementale styringssignaler. Dette kan redusere evnen til samlet å levere på felles industri-, klima- og energipolitiske mål. Utviklingen i EU viser hvordan regulering, finansiering og innovasjonsvirkemidler i større grad søkes samordnet mot felles mål for industriell kapasitet, konkurransekraft, sikkerhet og omstilling. Norge bør vurdere om vårt virkemiddelapparat er tilstrekkelig tilpasset denne utviklingen.

For det tredje bør strategien tydeligere reflektere nye industrielle muligheter i Europa, også utenfor områdene som er prioritert som egne teknologisatsinger. Dette gjelder særlig små modulære kjernekraftreaktorer (SMR), der norsk leverandørindustri kan ha betydelige muligheter innen modulproduksjon, engineering og systemleveranser til europeiske prosjekter. Disse mulighetene er uavhengige av om eller når Norge eventuelt etablerer egen kjernekraftproduksjon.

Forslag til tillegg i sammendraget, under «Realisering av strategien», s. 7:

«For å realisere strategiens mål må forskning og teknologiutvikling kobles tettere til industriell kapasitet, konkurransekraft og utvikling av nye verdikjeder. Dette krever et mer samordnet og fleksibelt virkemiddelapparat, med felles strategiske mål og bedre koordinering av virkemidler fra forskning til industriell skalering og marked. Innretningen av norske virkemidler bør også vurderes i lys av den raske utviklingen i EUs energi-, klima- og industripolitikk. Innsatsen bør særlig bidra til å videreutvikle norsk leverandørindustriens kompetanse og gjennomføringsevne, og styrke norske bedrifters muligheter i europeiske verdikjeder for strategisk viktige teknologier.»

Friederike Hoffmann
(Geofysisk Institutt og Bergen)

Sammendrag (s. 4)

På dette grunnlaget har Energi2050 identifisert tre hovedutfordringer... Reduksjon i norsk verdiskaping etter ventet nedgang i petroleumsvirksomheten». Erstatt «verdiskaping» med «inntekter». Reduksjon i fossil energibruk er en viktig verdi for klima.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)		
Tor Haakon Bakken (NTNU)	Sammendrag (s. 4)	Kva: Det er ei motsetning mellom «At et område er prioritert, innebærer at innsatsen i form av midler og aktivitet bør styrkes fra dagens nivå og relativt til andre områder innenfor Energi2050s mandat» og «Den totale FoU-innsatsen på områder innenfor Energi2050s mandat bør styrkes kraftig.» Den første seier at samme kake skal delast og får ein meir får ein annan mindre, medan den andre seier kaka skal/bør aukast og i so fall treng ikkje auka innsats på eit område redusere innsats på eit anna. Kvifor kommentert: Jobbar vi for ei større kake eller større del av same kake har kanskje betydning for prioriteringar
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	Sammendrag (s. 4)	Til de identifiserte tre hovedutfordringene; i tillegg til «Reduksjon i norsk verdiskaping fra petroleum» bør følgende hovedutfordring (nummer 4) tilføyes: « Opprettholde høyest mulig verdiskaping på norsk sokkel»
Tone Knudsen (Statkraft)	Sammendrag (s. 4)	Kommentarer til andre avsnitt under overskriften Energi2050-strategien 2026: 1. side 4: ifm. tredje setning i andre avsnitt: Her brukes ordet Energisikkerhet, men det er uklart hva som menes. Det bør forklares både her og andre steder i dokumentet der det ikke kommer frem hva som menes med energisikkerhet. Det må klargjøres om det er sikkerhet i energileveransene (altså sikkerhet og beredskap i anlegg og infrastruktur) og/eller forsyningssikkerheten for energi - for eksempel magasinfylling i vannkraft samt ny fornybar og klimavennlig produksjon. 2. side 4, andre avsnitt, femte setning: tillegg på slutten av setningen: "...energi-FoU, inkludert videreutvikling og fornyelse av forskningsinfrastruktur ved Norges universiteter og forskningsinstitusjoner for økt kapasitet og industrielt samarbeid samt midler til å imøtekomme behovet for teknisk kompetanse og rekruttering innen de ulike fagdisiplinene." 3. Side 4: presisere viktigheten av integrerte energisystemer her gjennom å legge til etter siste setning i andre avsnitt: "Å lykkes med å integrere energisystemene er kanskje der det er størst potensial for å kombinere verdiskaping, energisikkerhet og klimaomstilling. Utviklingen av integrerte energisystemer er samtidig en forutsetning for å realisere verdien av investeringer i ny fornybar kraftproduksjon som



Innsender	Kapittel	Kommentar
		vannkraft, vindkraft, solkraft samt energilagring og fleksible sluttbrukere - og det representerer et område hvor Norge har særlige fortrinn internasjonalt."
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	Sammendrag (s. 5)	I avsnittet om CO ₂ -håndtering endres første setning til: 'CO ₂ -håndtering er avgjørende for å nå nasjonale og internasjonale klimaambisjoner, fordi verdikjeden muliggjør utslippsreduksjoner i sektorer og prosesser som er vanskelige å elektrifisere, og fordi den muliggjør ny ren og regulerbar kraftproduksjon fra naturgass.'
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	Sammendrag (s. 5)	Uklar hva som menes med «strategiske avhengigheter til teknologier, komponenter og råvarer." Menes "avhengighet av strategiske teknologier, komponenter og råvarer."? Legg til i slutten av avsnittet: «omstilling må gå hurtigere, samtidig som alle de nevnte hensyn ivaretas».
Arne Eik (Norsk Industri)	Sammendrag (s. 5)	Norsk Industri støtter hovedretningen i Energi2050-strategien og ambisjonen om å styrke norsk forskning, utvikling og innovasjon innen energi, energisikkerhet og lavutslippsløsninger. Vi mener imidlertid at industrien, herunder utvinnere (onshore) og produsenter av kritiske og strategiske råmaterialer, må gis en tydeligere plass i strategien og i den framtidige FoUI-innsatsen på energiområdet. Dette er viktig både for Norges energiomstilling og industrielle verdiskaping, men også i et bredere perspektiv knyttet til forsyningssikkerhet, strategisk autonomi, beredskap og sikkerhet. Strategiske råmaterialer er særlig viktige for Europas grønne og digitale omstilling og for forsvars- og romfartssektorene. Dette innebærer at norsk produksjons- og prosesskompetanse må vurderes som en del av Europas industrielle robusthet og forsyningssikkerhet. Vi anbefaler derfor at Energi2050 eksplisitt inkluderer forskning og innovasjon som styrker konkurransedyktig og bærekraftig norsk utvinning, produksjon og foredling av kritiske og strategiske råmaterialer, og som reduserer strategiske avhengigheter i nasjonale og europeiske verdikjeder. Dette må følges opp gjennom langsiktige forsknings- og innovasjonsvirkemidler.
tone knudsen (Statkraft)	Sammendrag (s. 5)	1. Side5: I avsnittet om ivaretagelse av natur, miljø og samfunnshensyn må også klimahensyn komme bedre frem da det er selve rasjonalet for energiomstillingen. Derfor foreslås å endre første setning til:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		"Ivaretagelse av klima og natur, miljø og samfunnshensyn er avgjørende for å muliggjøre et tilstrekkelig tempo i energiomstillingen, ikke minst gjennom økt produksjon av fornybar energi, som samtidig begrenser konsekvensene for klima, natur og miljø, sikrer bred tilslutning i befolkningen, og ivaretar minoritetsrettigheter og menneskers sikkerhet på jobb. 2. Side 5: under overskriften teknologiske satsingsområder må det komme frem at bærekraftige modne teknologier som kan levere fornybar energi og systemløsninger på kort og mellomlang sikt må ha en viss prioritet. Derfor foreslås å legge til en setning før første setning i første avsnitt under overskriften "teknologiske satsingsområder": "Ved prioritering av teknologiske satsingsområder bør det vektlegges både forskningshøyde og potensial for systemeffekt. Modne teknologier som vannkraft, landvind, solkraft og energilagring kan gjennom målrettet FoUI gi betydelige bidrag til kraftbalanse, fleksibilitet og energiomstilling fram mot 2040"
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	Sammendrag (s. 6)	Landvind er Norges nest største kraftkilde og den rimeligste formen for ny fornybar kraft, men er ikke et prioritert teknologiområde. At turbinteknologien er moden betyr ikke at FoUI-behovet er lite. Det som i dag hindrer ny utbygging er knyttet til natur, arealbruk, lokal legitimitet, konsesjonsprosesser og samspill med kraftsystemet, og disse barrierene krever forskning og innovasjon på linje med de teknologiske. Landvind bør derfor omtales eksplisitt i de tverrgående satsingene, og det bør pekes ut ett tydelig ansvar for å samordne landvindforskningen på tvers av natur, samfunn, kraftsystem, energisikkerhet og teknologi, slik at kunnskapsbehov ikke faller mellom programmer. Europeisk forskningssamarbeid bør brukes aktivt for å hente erfaringer fra land som har kommet lenger i å integrere stor og variabel vindkraft i kraftsystemet.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	Sammendrag (s. 6)	«Havvind prioriteres fordi Norge har gode naturgitte forhold» erstatt med: «Havvind prioriteres fordi Norge har SPESIELT gode naturgitte forhold»
Lars Petter Maltby (Prosess21)	Sammendrag (s. 6)	Forslag til supplerende perspektiv: Energiomstillingen må samtidig ses i sammenheng med industriell verdiskaping og utviklingen av robuste strategiske verdikjeder. For Norge er tilgang til konkurransedyktig energi et viktig grunnlag for



Innsender	Kapittel	Kommentar
		kraftforedlende industri og for produksjon og foredling av materialer som inngår i energiomstilling, digitalisering, infrastruktur og forsvar. FoUI-innsatsen bør derfor se energisystem, industrielle prosesser, kritiske og strategiske råmaterialer og materialverdikjeder i sammenheng. For å realisere verdiene fra FoUI er det samtidig viktig å sikre sammenhengende løp fra forskning og teknologiutvikling til demonstrasjon, oppskalering og implementering i industriell skala.
Trond Johnsen (SINTEF Ocean AS)	Sammendrag (s. 6)	SINTEF Ocean og partnerskapet i FME Maritime Energy Transition støtter argumentasjonen for valget av Klimavennlig maritim transport som teknologisk satsningsområde.
Kristin Guldbrandsen Frøysa (Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiB)	Sammendrag (s. 7)	Innovasjon og kompetanse til de nye hav- og energinæringene vil også komme fra andre næringer enn petroleum og maritim næring. Petroleumsnæringen har et helt annet sikkerhets- og kostnadsregime enn for eksempel havvind, slik at deler av kunnskapen ikke er direkte overførbare.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	Sammendrag (s. 7)	«Dersom nye verdikjeder ikke industrialiseres raskt nok, kan fallende petroleumsaktivitet svekke kritiske fagmiljøer» Erstatt med: «Fallende petroleumsaktivitet kan stimulere leverandørindustriens interesse for omstilling og fornybar energi, men da må nye verdikjeder industrialiseres raskt nok». Siste avsnitt, «Industrien må ta ansvar...» - legg til i slutten av avsnittet: «og klare, forpliktende nasjonale ambisjoner som står seg over tid».
tone knudsen (Statkraft)	Sammendrag (s. 8)	Her kan det virke som en forglemmelse at ikke fornybar energi er med i oppramsingen av områder for internasjonalt samarbeid. Siste setning i avsnittet om internasjonalt samarbeid må derfor lyde: Nordisk og internasjonalt samarbeid bør brukes strategisk der felles markeder, infrastruktur eller sikkerhetsutfordringer er avgjørende, blant annet Nordsjøen som energiområde, nordisk-baltisk energisikkerhet, grensekryssende CO ₂ -verdikjeder, maritim lavutslippsteknologi, kritiske råvarer, fornybar energi og systemintegrasjon.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 2)	Luftfartstilsynet takker for muligheten til å kommentere utkastet til Energi2050-strategi 2026. Strategien gir en grundig beskrivelse av de overordnede utfordringene knyttet til energiomstilling, energisikkerhet og framtidig verdiskaping, og vi støtter behovet for en betydelig styrking av forsknings-, utviklings- og innovasjonsinnsatsen (FoUI) på energiområdet. Vi vil imidlertid påpeke at luftfarten i liten grad er synliggjort i strategien, til tross for at sektoren står overfor en omfattende energiomstilling og har betydelige FoUI-behov når det gjelder omstillingen til nye energibærere i luftfarten. Null- og lavutslippsluftfart vil kreve utvikling og integrasjon av nye energibærere, ny infrastruktur, nye sikkerhetsløsninger og nye operasjonelle konsepter. Norge har samtidig særlige forutsetninger for å ta en ledende rolle i denne utviklingen gjennom regionale flyplassnett (som muliggjør bosetning i hele landet), og et tett samarbeid mellom myndigheter, forskningsmiljøer, energisektor og industri. Vi håper Energi 2050-strategien i større grad kan ta innover seg luftfartens betydning i Norge og dens behov for omstilling, og dermed prioritere den som et satsningsområde i strategien.
Odne Stokke Burheim (NTNU, TSO ENERGI, TEAM BATTERY)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 2)	Generelt til strategien og til hovedfiguren 2 spesielt: Batterier er i strategien STERKT underrepresentert og undervurdert i utkastet til ENERGI2050, i lys av at strategien peker på at den skal videreutvikle og foredle det allerede gode utgangspunktet som ligger i norsk næringsliv og at vi skal nå et lavkarbon samfunn. I 2015 og i 2025 (ref nrk og SSB) var 33% av klimautslippene fra sektorene veitransport, sjøtransport og annen transport. Her er batterier et av de viktigste og få virkemidlene for avkarbonisering, til en viss grad også støttet av hydrogen og syntetiske hydrokarboner. Batterier til bruk innen veitransport og maritim sektor (særlig ferger, hybridisering og forsterking av svak nettinfrastruktur) har vist seg både kostnadsmessig og praktisk gjennomførbart. Over 98% av nybil salget som helelektriske (95.5%) og hybride (3.3%) personbiler demonstrerer at eksisterende strategi (ENERGI21) har virket. Også det by-nære kollektivtilbudet er i dag sterkt elektrifisert gjennom bruk av batterier. Det er i dag svært mange norske bedrifter som er etablert innen å foredle battericeller til modulsystemer, som Siemens Energi, Corvus, ZEM, ZEN ocean, ABB, Nordic Batteries, og Pixii for å nevne noen eksempler. Dette er sunne selskaper i vekst, men også selskaper som er avhengig av forskningsbaserte innovasjonsorienterte offentlige virkemidler - i Norge.



Verdikjeden omkring batterier inkluderer også håndtering av brukte batterier, en sikker fremtidig kilde til kritiske mineraler. Her er også flere næringslivsaktører sentrale, som Hydrovolt, Vianode, Elkem, Batteriretur, Norsirk, Stena recycling, Lithium 365 for å nevne noen. Også disse er teknologi- og forskningsbaserte selskaper i gryende vekst.

Innen battericellerproduksjon er det mange aktører som har satt i gang initiativer for å produsere celler. Eksempler på selskaper som er forskningsbaserte her er Elinor, Morrow, Beyondr, Tiotech, for å nevne noen. Dette er en sektor der samlet norsk strategi og satsing er avgjørende for grad av suksess.

Nye materialer til batteriproduksjon er viktig som en del av batterisatsning i Norge. Dette knytter seg til fremtidige generasjoner av batteriteknologi, og kanskje spesielt for batterimaterialer fra resirkuleringsdelen som naturlig vil vokse i Norge, ettersom Norge er verdensledende på å ta i bruk batterier og har vært det de siste 10-15 årene, når man ser på grad av bruk i ulike segmenter og mengde installert kapasitet relativt til befolkningsstørrelse. Eksempler på bedrifter etablert i Norge og som vil være avhengig av at norsk energistrategi innen forskning og innovasjon har batterier som et av de sentrale elementene kan være Bergen Carbon Solutions, Cenate, CealTechCerpotech, Borregaard, Shift Materials, for å nevne noen eksempler som ikke allerede er nevnt. Flere aktører er aktive i mange av de ulike leddene i verdikjeden.

Oppsummert:

Hovedbildet av nøkkelsatsingen frem mot et robust og beredskapsklart lavkarbonsamfunn i Norge uten batterier i hovedbildet, feiler i å reflektere fremtidig avansert kunnskapsbasert næringsutvikling basert der vi i dag er svært gode og har gryende og eksisterende industri å videreutvikle. Uten batterier og den tilknyttede verdikjeden i hovedbildet, vil det være svært vanskelig å se at vi selv bidrar til å bygge verdikjede omkring det viktigste elementet i å kutte 33% av klimagassutslippet (transport). Norge kommer også til å ha utfordringer med å selv hente verdier ut av å gjenvinne brukte batterier - og Norge er allerede en verdensener i å ta batterier i bruk.

Charlotte Krafft
(Energiomstilling VEST (HVL,
NHH, NORCE, UIB, UiS))

1.1 Om Energi2050 og formål
med strategien (s. 13)

«Strategiens verdi avhenger derfor av at prioriteringene omsettes i reelle satsinger, tilstrekkelige ressurser og tydelig oppfølging hos både myndigheter og næringsliv.»

Kommentar1: Det vises til behov for «tilstrekkelige ressurser», men strategien gir få indikasjoner på hvilket ressursnivå som kreves for å realisere ambisjonene.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Begrunnelse1: For å kunne vurdere prioriteringene bør strategien i større grad synliggjøre sammenhengen mellom ambisjonsnivå, forventet aktivitet og nødvendig FoUI-innsats. Dette kan gjerne beskrives som størrelsesorden eller prinsipper for innsatsnivå, uten at detaljerte budsjettanslag nødvendigvis må angis. Kommentar2: Strategien skal angi langsiktig retning, ambisjoner og prioriterte samfunnsutfordringer fram mot 2050. Beskrivelser av FoUI-behov og teknologiske utfordringer skal forstås som eksempler og retningsgivende prioriteringer, ikke som uttømmende eller bindende lister over framtidige forskningsoppgaver. Begrunnelse2: Strategien har en høy detaljeringsgrad i flere av kapitlene. Dette kan skape en risiko for at de beskrevne FoUI-behovene oppfattes som konkrete bestillinger eller uttømmende prioriteringslister, snarere enn eksempler på viktige utfordringer og muligheter. Kommentar3 Strategien kunne i større grad synliggjøre hvordan Norges geostrategiske posisjon og ressursgrunnlag påvirker valg av FoUI-prioriteringer. Begrunnelse3: Selv om norske fortrinn og europeiske behov beskrives flere steder, er det mindre tydelig hvordan disse omsettes til prioriteringer mellom ulike satsingsområder. En tydeligere begrunnelse for valg av innsatsområder, sett opp mot Norges rolle i det europeiske energisystemet, havområdene og omstillingen av europeisk industri, ville styrket den strategiske retningen. Blått hydrogen og norsk bidrag til avkarbonisering av europeisk industri fremstår som temaer som kunne vært mer eksplisitt behandlet.		
Kristin Guldbrandsen Frøysa (Fakultet for naturvitenskap og teknologi, UiB)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Strategien er lang, med mye tekst og til dels gjentakende tekst. En gjennomgang av teksten for å korte den ned og gjøre den mer lesbar vil øke verdien på dokumentet. Det bør også vurderes om den er for detaljert med tanke på at det skal være en strategi og ikke et arbeidsprogram.
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Dette er en strategi for Energi2050, men dessverre er det gjennomgående fokus på kraft, og lite på energisystem, varme og samspill mellom termisk og elektrisk energi. Tross et eget innspillsmøte om nær- og fjernvarme er samspillet mellom kraft og varme lite ivarettatt i strategien, og det skrives lite/ingenting om forskning på termisk oppvarming og muligheten for å raskt frigjøre kraft og nett ved overgang til termisk oppvarming og fjernvarme.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Et konkret tekstinnspill til andre avsnitt, andre setning "Kraftsystem, petroleumsvirksomhet, industri..." Enten bør det stå "Energisystem, petroleumsvirksomhet, industri,," eller "Kraftsystem, petroleumsvirksomhet, fjernvarme, bioenergi, industri..."
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	«Den synliggjør hvilke satsingsområder som er særlig viktige for Norge, ...og til å sikre at norsk FoUI-innsats gir høy samfunnsnytte og styrker Norges posisjon som energinasjon.» Klargjør tydelig hvilket innsatsnivå i kr eller %BNP dette innebærer.
John Olav Skogås (Kongsberg Maritime AS)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Strategien beskriver energiomstillingen som et samspill mellom energiproduksjon, energiinfrastruktur og energibruk. Vi anbefaler at maritim sektor omtales tydeligere som en integrert del av energisystemet, både som energiforbruker, energitransportør og teknologiutvikler. Dette vil styrke koblingen mellom energi-, industri- og eksportperspektivene.
Øistein Fosse Mathisen (Lyse Neo)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Gitt strategiens formål mener vi helt overordnet at Fjernvarme bør ha et tydeligere fokus og prioritering i arbeidet. Fjernvarme er viktig for energiberedskap og er energieffektivisering på systemnivå. Det er også en løsning som reduserer behov for ny kraftproduksjon og nettkapasitet gjennom å gjøre inngrep i stort sett «grå arealer», og svarer dermed godt opp på mål om hensyn til klima, miljø og natur.
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Formålet med strategien er «å gi et tydelig grunnlag for beslutninger om forsknings- og innovasjonsinnsats fram mot 2050» og å gi «grunnlag for helhetlige prioriteringer på tvers av sektorer, verdikjeder og aktører». Forskningsrådet oppfatter at strategien slik den foreligger nå er en forskningsstrategi for verdiskaping og næringsutvikling innen energifeltet i Norge med tydelige teknologiske og næringsrelaterte prioriteringer. Dette er i seg verdifullt, men svarer ikke fullt ut på formålet om å være grunnlag for helhetlige prioriteringer. For eksempel er koblingen mellom samfunnsfaglig kunnskap, prioritering av forskningsmidler og konkrete beslutninger på tvers av satsingsområdene ikke ivarettatt på samme måte.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Etter Forskningsrådets syn er dette et naturlig resultat av det næringsrettede fokuset i arbeidet. Det kunne likevel med fordel være presisert i teksten at virkemiddelaktører som Forskningsrådet har et selvstendig ansvar for å ivareta helheten. Dette ville signalisere anerkjennelse av en fornuftig arbeidsdeling i tråd med de enkelte organers kompetanse.
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Forslag til uttalelse: Energi2050 Kraftintensiv industri og tilknyttede næringer er ryggraden i mange lokalsamfunn i hele Norge. Sektoren står for en betydelig del av norsk kraftforbruk, verdiskaping og eksport. Samtidig står industrien for en stor del av klimagassutslippene som skal reduseres kraftig fram mot 2050. Mandatet fra Energidepartementet slår fast at Energi2050 skal omfatte produksjon, overføring og bruk av utslippsfri energi. Vi mener at brukersiden, og særlig den kraftintensive industrien, er undervektet i strategiutkastet. Vi støtter at Energi2050 legger større vekt på systemintegrasjon. Men, om systemperspektivet skal være helhetlig må det også omfatte industrien. Kraft, varme, råvarer, industrielle prosesser, fleksibilitet, hydrogen og CO₂-strømmer virker sammen i industrielle systemer. Utviklingen av energisystemet og omstillingen av industrien må derfor ses i sammenheng. Mandatet slår videre fast at leting, utvinning og transport av petroleum skal omfattes av strategien. Fra å være eget strategiområde (OG21) til å bli en av ti forsknings- og innovasjonsområder i Energi2050 gir etter vårt syn et inntrykk av betydelig undervekt av dette som strategiområde.
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Vi foreslår følgende (ref. foregående kommentar): 1. Koble energi, industri og geopolitikk tydeligere sammen Strategien bør legge større vekt på hele verdikjeder, særlig for kritiske og strategiske råvarer og materialer. Energisikkerhet og strategisk autonomi handler ikke bare om tilgang til energi og råvarer, men også om kapasitet til å prosessere råvarer og produsere materialene, komponentene og teknologiene Norge og Europa trenger. Dette er et område hvor Norge har industrielle og kunnskapsmessige fortrinn. Strategien peker selv på sterke norske miljøer innen prosess- og materialteknologi, blant annet CO₂-separasjon, elektrolyse, hydrogenhåndtering og batterimaterialer. Energiomstilling, industriell kapasitet og konkurransekraft må derfor ses i sammenheng.



2. Gi kraftintensiv industri og muliggjørende teknologier en tydeligere plass i systemperspektivet

Vi støtter prioriteringen av integrerte og digitaliserte energisystemer. Framtidens utfordringer handler i stor grad om samspill mellom sektorer og teknologier, ikke om enkeltteknologier isolert.

Kraftintensiv industri bør derfor synliggjøres som et eget område i figur 6. Dersom dagens struktur opprettholdes, bør integrerte industrielle energi- og produksjonssystemer som minimum bli en tydelig del av satsingen på integrerte og digitaliserte energisystemer.

Samtidig bør prosess- og materialteknologi løftes tydeligere fram som tverrgående muliggjørende teknologier. Omstillingen av kraftintensiv industri handler ikke bare om tilgang til mer fornybar kraft, men også om å utvikle nye og mer energieffektive produksjonsprosesser, materialer og råstoff, øke ressursutnyttelsen og utvikle sirkulære løsninger.

Prosess- og materialteknologi er avgjørende på tvers av blant annet CO₂-håndtering, hydrogen, batterier, kritiske råvarer og energieffektivisering. Strategien identifiserer selv prosess- og materialteknologi som kompetanse som er relevant på tvers av flere prioriterte områder. FoU-innsatsen må bidra både til lavere utslipp og energibruk og til økt produktivitet og konkurransekraft.

3. Tydeliggjør CO₂ som ressurs og industrielt råstoff

Prioriteringen av CO₂-håndtering bør tydeligere omfatte CCUS og sirkulære karbonstrømmer. Strategien omtaler allerede blant annet syntetiske drivstoff, kjemiske produkter og mineralisering.

Dette perspektivet bør komme tydeligere fram i selve prioriteringen, slik at CO₂ også behandles som mulig råstoff i industrielle prosesser der klimaeffekten kan dokumenteres. Koblingen mellom karbonfangst, hydrogen, prosess- og materialteknologi og utviklingen av nye produkter bør styrkes.

4. Styrk samfunnsdimensjonen i energiomstillingen

Legitimitet handler ikke bare om utbygging av kraft og nett, men også om hva energi og nettkapasitet skal brukes til.

Strategien bør derfor gi større plass til kunnskap om sammenhengen mellom energibruk, utslippsreduksjoner, arbeidsplasser, eksport og regionale ringvirkninger. Det vil gi et bedre kunnskapsgrunnlag for de prioriteringene et strammere energisystem vil kreve, og kan styrke legitimiteten til energiomstillingen.

5. Styrk veien fra forskning til industriell bruk

For kraftintensiv industri er teknologiutvikling ofte kapitalintensiv og avhengig av testing i industriell skala. Energi2050 peker selv på gap mellom forskning, pilotering, demonstrasjon og industriell skalering, og anbefaler blant annet å bruke store industriprosjekter som lærings- og demonstrasjonsarenaer.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Dette bør følges opp med sammenhengende virkemidler og langsiktig tilgang til forsknings-, pilot- og testinfrastruktur. Det må være mulig å utvikle nye prosesser og materialteknologier hele veien fra forskning og laboratorier til demonstrasjon og første industrielle anvendelse. Målet må være at forskning og innovasjon ikke bare utvikler ny teknologi, men bidrar til at norsk industri faktisk kan ta den i bruk og bygge nye konkurransefortrinn.
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	siste haleheng til forrige kommentar: 6. Petroleumsrettet FoUI må sikres langsiktige rammer Petroleum er fortsatt et prioritert teknologiområde i Energi2050. Strategien peker også på betydningen av å opprettholde kritisk kompetanse samtidig som kompetanse og teknologi videreutvikles mot blant annet CO₂-lagring og nye hav- og energinæringer. Samordningen av Energi21 og OG21 må derfor ikke føre til mindre forutsigbare eller svekkede rammevilkår for petroleumsrettet FoUI. Det er viktig både for fortsatt sikker og effektiv ressursutnyttelse på norsk sokkel og for å bevare og videreutvikle kompetanse som Norge trenger i nye verdikjeder.
Geir Grasmø (Universitetet i Agder)	1.1 Om Energi2050 og formål med strategien (s. 13)	Formålet med strategien tiltredes av Universitetet i Agder (UiA). UiA har relevante faglige miljøer innen teknologi (fornybar energi, mekatronikk, bygg, informasjons og kommunikasjonsteknologi (herunder AI), informasjonssystemer, realfag og naturvitenskap, samfunnsvitenskap, økonomi og juss som alle er aktive innen energi-områdene.
Anders Nermoen (privat)	1.2 Organisering av Energi2050 og strategiarbeidet (s. 125)	Takk for et grundig strategiutkast. Jeg støtter beskrivelsen av de tre hovedutfordringene (energisikkerhet, tempoet i omstillingen og ny verdiskaping med overført petroleumskompetanse), vektleggingen av energisikkerhet og anbefalingen om en kraftig opptrapping av FoUI-innsatsen. Nedenfor følger seks innspill der strategien etter min vurdering ikke trekker konsekvensen av sin egen analyse. Hvert punkt står på egne ben og bør leses og følges opp hver for seg. Sidehenvisninger gjelder kommentarutkastet av 30.09.2026. 1. Natur, miljø og klima mangler som perspektiv og som stemme



Det er positivt at «Natur, miljø og samfunn» er løftet fram som tverrgående satsingsområde (s. 18). Likevel behandles natur i hovedsak som et middel: området skal «muliggjøre et tilstrekkelig tempo» og gi «prosesser som reduserer konflikt og forsinkelser» (s. 5, 27). Det er bare markert som bidrag til tempoutfordringen (s. 29), og legitimiteten skal bygges «parallelt med utbygging» (s. 50).

Et premiss for strategien burde vært at naturmangfold har verdi i seg selv, jf. konvensjonen om biologisk mangfold og Grunnloven § 112, og ikke bare et hensyn som veies mot fart og kostnader.

Skjevheten speiles i prosessen. Styret (s. 125) har ingen representanter for natur- og miljøorganisasjoner, Miljødirektoratet, Sametinget, fagbevegelsen, kommunesektoren eller forbrukerne. Innspillmøtene var med «industri, akademia, forskningsmiljøer og myndigheter» (s. 14, 129), og ingen natur- eller miljøorganisasjon er nevnt ved navn. Videre er det etablert ekspertgrupper for energisikkerhet og havbunnsmineraler, men ikke for natur, miljø og samfunn. Strategien anbefaler selv «samproduksjon av kunnskap mellom forskere, forvaltning, næring, lokalsamfunn og urfolk» (s. 51), men har ikke fulgt dette selv.

Tonen forsterker inntrykket. Strategien vil redusere «motstand mot nødvendig utbygging» (s. 37) og omtaler «politiske omkamper» som et problem (s. 62). Demokratiske beslutninger og folkelig motstand er ikke støy; de er uttrykk for nettopp den manglende legitimiteten strategien sier den er avhengig av.

Strategien dokumenterer selv hva som skjer når folkelig forankring mangler: Støtten til landbasert vindkraft har falt fra over 70 til om lag 32 prosent, ingen nye ordinære vindkraftkonsesjoner er gitt i 2020–2026 (s. 48), og så kom Fosen-dommen (s. 49). En forsknings- og utviklingsstrategi som overser disse elementene, og som ikke har blitt eksponert for disse stemmene, risikerer å møte motstand. Betydningen av tverrfaglig forskning på sosial forankring, forståelse av og hvilke prosesser som skal til for å få med folk kan ikke undervurderes.

Vi er for øvrig ikke i mål med den nasjonale diskusjonen om hvordan maktfordelingen mellom lovgivende, utøvende og dømmende makt skal foregå når natur-, miljø- og klimahensyn skal bidra inn i beslutninger rundt areal-, industri- og energipolitiske spørsmål. Det påvirker forskningen direkte og indirekte.

Forslag:

- Utvid styret med representanter for natur- og miljøorganisasjoner, Sametinget, fagbevegelsen, KS og sluttbrukere av energi, og gi Miljødirektoratet observatørstatus på linje med Energidepartementet, Enova og Gassnova.



- Opprett en ekspertgruppe for natur, miljø og samfunn med økologer, samfunnsvitere, jurister og urfolkskompetanse.
- Gjennomfør en ny dialogrunde før strategien ferdigstilles, med egne møter for disse gruppene og for sluttbrukersiden (bygg, varme og kjøling) som kan målbære behovet for forskning og utvikling for å lykkes med prinsippet «unngå – flytt – forbedre» fra Klimamelding 2035 (jf. s. 47).
- Gjør naturens egenverdi til et premiss og naturhensyn til en selvstendig vurderingsdimensjon i prioriteringene (kap. 6.4). Marker «Natur, miljø og samfunn» som et bidrag til alle tre hovedutfordringene. Med naturens egenverdi som premiss kan naturhensyn bli en drivkraft i energiomstillingen, ikke et hinder.

Tor Håkon Jackson Inderberg
(Fridtjof Nansens Institutt)

1.3 Samarbeid og grenseflater
med virkemiddelapparatet og
andre FoU-strategier (s. 15)

Fridtjof Nansens Institutt (FNI) er et uavhengig og samfunnsvitenskapelig orientert forskningsinstitutt som i flere tiår har jobbet med internasjonal og nasjonal miljø-, klima- og energipolitikk, biologisk mangfold, havrett og Arktis. Vi har særlig kompetanse på norsk og nordisk energi- og klimapolitikk, offentlig styring, energiomstilling, samt EU, nordområdene, Kina, og Russland.

Fridtjof Nansens Institutt (FNI) takker for muligheten til å gi høringsinnspill til forskningsstrategien Energi2050, og har lest utkastet til denne forskningsstrategien med stor interesse. Arbeidet reflekterer mandatet til Energi2050 på en generelt god måte og er et godt utgangspunkt for formålet som en forskningsstrategi skal fylle.

Sammenslåingen av de tidligere adskilte OG21 og Energi21, med tilleggene om kritiske mineraler kan fungere godt. Imidlertid mener FNI at siden Energi2050 er en forskningsstrategi med mål om både måloppnåelse av lavutslippssamfunnet og forlengelse og økning av verdiskapingen i petroleumssektoren, vil dette i et samfunnsvitenskapelig styringsperspektiv ofte kunne fortone seg som en målkonflikt. Dette er ikke noe Energi2050-dokumentet forholder seg til. Vi mener at dette bør nevnes i innledningen av dokumentet, og foreslår at dette legges til på side 15, i fjerde avsnitt under overskrift 1.3, som omhandler grenseflater mot tidligere og eksisterende strategiarbeid på energiområdet. Her foreslår vi et konkret og kort tillegg, etter følgende setning: «På denne måten kan Energi2050 bidra til å redusere fragmentering og gi en mer samlet retning for innsatsen på tvers av tradisjonelle sektorgrenser»:

- «, samtidig som at oppnåelse av strategiens mål for forskningen i noen tilfeller kan innebære avveininger mellom overordnede målkonflikter.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	1.3 Samarbeid og grenseflater med virkemiddelapparatet og andre FoU-strategier (s. 15)	«Energi2050 skal ikke erstatte disse aktørenes roller, men bidra til å koble dem bedre sammen gjennom felles kunnskapsgrunnlag, tydelige prioriteringer og bedre koordinering av FoU-innsats.» legg til «og bidra med klare retningslinjer som offentlige aktører må forholde seg til».
Beyonder (Hanne)	1.3 Samarbeid og grenseflater med virkemiddelapparatet og andre FoU-strategier (s. 94)	Norway has many analytical research lab and institute. But it is not to easy access. So I would like to ask how to build up and make collaboration with industry and the institute.
Marit Dolmen (Elkem ASA)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 16)	Kraftforedlende prosessindustri bør synliggjøres som en strategisk prioritet. Strategien bør tydeliggjøre industriens betydning for energiomstilling, verdiskaping og norsk og europeisk forsyningssikkerhet. Prosess 21 anbefaler at strategiens hovedbudskap eksplisitt løfter FoU for energieffektive og utslippsreducerende industriprosesser, energigjenvinning, fleksibilitet samt produksjon og foredling av kritiske og strategiske råmaterialer.
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 16)	Norges posisjonering som en attraktiv arena for nye teknologier og drivstoff innen luftfart vil også kunne gi betydelig næringsmuligheter for nasjonale og internasjonale energileveranser. Det er allerede et betydelig behov for biobasert eller syntetisk bærekraftig flydrivstoff (Sustainable Aviation Fuel) til eksisterende flyflåter. Samtidig forventes det at Norge vil være et tidlig marked for elektriske og hybridelektriske fly, i tillegg til fly med hydrogen/hydrogenelektrisk motorisering. Det vil altså både kunne gi næringsmuligheter i å levere bærekraftige/fornybare drivstoff, samtidig som tilgangen til disse drivstoffene gjør Norge attraktivt som marked for flyprodusenter og operatører med null- og lavutslippsløsninger.
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 16)	Koble energi, industri og geopolittikk tydeligere sammen: Strategien bør legge større vekt på hele verdikjeder, særlig for kritiske og strategiske råvarer og materialer. Energisikkerhet og strategisk autonomi handler ikke bare om tilgang til energi og råvarer,



Innsender	Kapittel	Kommentar
		men også om kapasitet til å prosessere råvarer og produsere materialene, komponentene og teknologiene Norge og Europa trenger. Dette er et område hvor Norge har industrielle og kunnskapsmessige fortrinn. Strategien peker selv på sterke norske miljøer innen prosess- og materialteknologi, blant annet CO₂-separasjon, elektrolyse, hydrogenhåndtering og batterimaterialer. Energiomstilling, industriell kapasitet og konkurransekraft må derfor ses i sammenheng.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 17)	Andre avsnitt skrives om til (endret tekst i fet skrift): 'Innen petroleum har norsk industri og forskningsmiljøer opparbeidet seg omfattende kompetanse innen undergrunnsforståelse, kostnadseffektiv boring og brønnteknologi, offshore operasjoner inkl gasskraft og storskala prosjektgjennomføring..... Alle petroleumsinstallasjoner inkluderer selvforsynt elkraft fra gasskraft turbiner som i stor grad er blitt erstattet med 'kraft fra land' kabler, men kunnskapen om bygging og drift av kompakte gasskraft turbiner kan videreføres gjennom en utvikling av kompakte flytende gasskraft anlegg med CCS. Lang erfaring med industrielle operasjoner offshore.....
John Olav Skogås (Kongsberg Maritime AS)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 17)	Strategien fremhever naturressurser og energikompetanse. Vi anbefaler at Norges sterke posisjon innen maritim systemintegrasjon, automasjon, sikkerhetskritiske kontrollsystemer og avansert instrumentering fremheves tydeligere som komparative fortrinn. Dette er områder hvor Norge allerede har betydelig internasjonal markedsposisjon.
Ingeborg Palm Helland (NINA)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 17)	I den siste setningen i kap 2.1 (på side 17) står det: «Samlet gir fortrinnene Norge et solid utgangspunkt for å videreutvikle energisystemet både på land og til havs for sikre og konkurransedyktige leveranser til industri og på lag med natur og samfunn». Denne setningen gir bare mening hvis vi også har fortrinn innen det å jobbe "på lag med natur og samfunn". Har vi det? Det er i alle fall ikke omtalt her. Det kan oppfattes som «grønnvasking» å slenge på "på lag med natur og samfunn" hvis det ikke faktisk er noe vi er gode på i Norge.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Trond Johnsen (SINTEF Ocean AS)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 17)	Beskrivelsen av komparative fortrinn innen maritim sektor er veldig underkommunisert i teksten. Norge er en ledende maritim nasjon med verdens femte største skipsflåte, en stor maritim industri som er vår nest største eksportsektor og verdensledende FoU-miljø og -infrastruktur (inkl Norsk Havteknologisenter under bygging til 11 mrd NOK).
tone knudsen (Statkraft)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 17)	Understreke poenget fra sammendraget om at Norge har særlige fortrinn også når det gjelder integrerte energisystemer: Foreslår derfor å legge inn etter siste setning i andre avsnitt på side 17: "Å lykkes med å integrere energisystemene er kanskje der det er størst potensial for å kombinere verdiskaping, energisikkerhet og klimaomstilling. Utviklingen av integrerte energisystemer er samtidig en forutsetning for å realisere verdien av investeringer i ny fornybar kraftproduksjon som vannkraft, vindkraft, solkraft samt energilagring og fleksible sluttbrukere - og det representerer et område hvor Norge har særlige fortrinn internasjonalt."
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.1 Norges komparative fortrinn som energinasjon (s. 21)	Kva: Avsnittet om nettkapasitet bør inneholde noko som framhevar samspelet mellom forbruk, tilgjengeleg nettkapasitet og produksjonskapasitet. Prismodellar kan gje incentiv til meir optimal utnyttelse av nett og produksjons kapasitet og forbruksfleksibilitet og utvikling av teknologi som understøttar dette både på forbrukersida, nettsida og produsentsida. På side 57 bør samspelet mellom aktørane framhevast. Dette krev løpande dialog mellom for eksempel ein trailer(e) og leverandørar (nett og produsent) i det området denne beveger seg Kvifor: Her er eit stor utforska område som intergrerer forbruker, nett og produsent og relaterte fagområder. Kva: Vedr «energisikkerheit». Leverandørindustrien til vasskraftsektor bør nemnast spesielt. Styrke nasjonal leverandør industri er viktig i forhold til beredskap. Kvifor: Viktig for sikker beredskap og for nasjonal teknologiutvikling for å vere ledande. Viktig for å oppretthalde kompetansemiljø og utdanning. Også relevant i Kap 3.1.2 og side 57



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 17)	Kva: Vedr «komparative fortrinn...» . Strategien bør adresser behovet for å ha balansert rekruttering av norske vs internasjonale personar til FoU og akademia. Dette gjeld innan vasskraft like mykje som på sokkelen (jmf kap2.2.6)
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 17)	Kva: Vedr «Utviklingstrekk»... færre (ingen) norske søkere til akademia er eit utviklingstrekk. Det bør med. På side 88 bør og dette kome tydleg fram og samarbeid med industri kan ha stor betydning for rekruttering til akademia Kvifor: Pga samfunnsikkerheit er klarering viktig og då er det viktig å få inn norske. Andre forhold der eit meir balansert forhold mellom norske og utanlandske i akademia har betydning; Sikring av framtidig kompetanse. Utdanning på norsk. Kommunikasjon med bransje
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 17)	Avsnittet "Innen kraft og nett har Norge ledende kompetansemiljøer innen vannkraft, fra utbygging i fjellanlegg til høytrykksløsninger og kostnadseffektiv prosjektering, samt innen kraftsystemer og nettplanlegging, understøttet av en høy elektrifiseringsgrad i samfunnet for øvrig." bør suppleres med: "... Ledende kompetansemiljøer også innen bærekraftig utbygging og drift av vannkraft, ref miljøhensyn og biomangfold. Vannkraft har høy sosial legitimitet i samfunnet, i kontrast til andre fornybarenergier.
JOSEFINE HELENE SELJ (IFE)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 17)	Kapittel 2.2 bør inkludere et avsnitt om trendene i globale energissystemer og systematisk vurdere hvilke teknologier som vokser raskest internasjonalt, hvor kostnadene faller, hvilke løsninger EU og andre sentrale markeder prioriterer, og hvor Norge har forskning, industri eller systemkompetanse som gir grunnlag for internasjonal konkurransekraft.
Vebjørn Bakken (UiO:Energi og miljø, Universitetet i Oslo)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 17)	Havbunnsmineraler er et av de prioriterte teknologiske områdene, men dette knytter det seg svært mye usikkerhet og risiko til. Både med hensyn på forsyningssikkerhet og realistiske tidslinjer for utvikling, burde man her utvide området til å omfatte både landbaserte mineraler og gjenvinning/sirkulære løsninger.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		På side 62 står det «om havbunnsmineraler kan dokumenteres som et ansvarlig supplement til landbasert utvinning, resirkulering og sirkulære løsninger.». En nasjonal strategi bør ikke bare prioritere et svært usikkert supplement, men omfatte alle disse kildene til råmaterialer. Det er stor forskningshøyde og gode muligheter for verdiskapning både knyttet til mineraler på land og til resirkulering. Konkret forslag til endring: Det prioriterte området reformuleres til «Kritiske råmaterialer».
Vebjørn Bakken (UiO:Energi og miljø, Universitetet i Oslo)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 17)	Vannkraft er trukket frem som et prioritert teknologiområde. Det er ingen tvil om at vannkraften både har vært og kommer til å være en helt sentral del av det norske energisystemet. På kort sikt vil det imidlertid først og fremst være landvind og sol som kan gi ny produksjonskapasitet, mens på noe lengre sikt kommer havvind (som allerede er prioritert). NVE slapp nettopp oppdaterte estimater for kostnader for kraftproduksjon i Norge, og der er det vannkraft, vindkraft på land og bakkemonterte solkraftverk som skiller seg ut som de tre klart rimeligste alternativene. Ser vi utenfor Norges grenser, forventes solenergi å vokse voldsomt: IEA forventer at elektrisitetsproduksjonen fra sol passerer vind i år og vannkraft i 2029. Sol og vind gir dessuten viktige bidrag til energisikkerhet og beredskap. Norge bør ta del i både forskningen og verdiskapningen på disse fornybar-områdene. I stedet for en ensidig prioritering av vannkraft (og gitt at havvind skal være en separat prioritering), foreslås det at det prioriterte området i stedet utvides til «Fornybar energi på land» og som da omfatter vannkraft, landvind og sol. Dette vil også understreke hvor viktig det er at disse tre produksjonsteknologiene virker godt sammen i det norske kraftsystemet. Konkret forslag til endring: Det prioriterte området reformuleres til «Fornybar energi på land»
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 18)	I andre avsnitt tilføyes etter '...mens olje- og gassinfrastrukturen understøtter kraftforsyningen gjennom gasturbiner og reservekraft.': Gasskraft med CCS, for eksempel som flytende anlegg nær land, kan i tillegg gi ny regulerbar kraftproduksjon med lave utslipp. Slik kraft er uavhengig av vær, kan plasseres nær store forbrukere og styrker robustheten og redundansen i kraftforsyningen.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 18)	Kva: Vedr «Utviklingstrekk». Klimaendringane sine konsekvensar bør framhevast tydelegare og sterkare under «trusselbilde...»



Innsender	Kapittel	Kommentar
på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)		Kvifor: Klimaendringar har potensielt store konsekvensar både for sikker drift av vasskraftssystemet og kraftnett og dermed for forsyningssikkerheit og vil vere grunnleggande argument for mange FoUI prosjekt. At denne trusselen bli tydlegare er dermed viktig
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 18)	Tradisjonell norsk kraftkrevende industri er grunnlagt på tilgang til billig vannkraft. Da industrien ble etablert ble lokaliseringen bestemt av manglende tekniske muligheter for og høye kostnader på overføring av elektrisk energi. Vi står nå i en situasjon der nye aktører har høyere betalingsevne for energien og energien lar seg overføre til andre lokasjoner. Dette bør i det minste nevnes som en utfordring for fremtidens distribusjon av elektrisk energi og kostnadsnivået.
Ingeborg Palm Helland (NINA)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 18)	På side 18 står det: «Tidligere ble klima og natur gjerne sett under ett i energipolitikken, som to hensyn som trakk i samme retning. Det stemmer ikke lenger. Utbygging av fornybar kraft, nett og mineralutvinning kommer i økende grad i konflikt med naturhensyn, og det gjør at klima og natur nå må behandles som to selvstendige og til dels motstridende hensyn ved siden av energisikkerhet og kostnader.» Det er riktig at natur må behandles selvstendig og at det ikke er tilstrekkelig å anta at naturgoder blir ivarettatt gjennom fokus på klima. Men dette er likevel en uheldig formulering, fordi det IKKE stemmer at natur og klima er motstridende hensyn; natur er en vesentlig del av klimasystemet og intakt natur er svært viktig for opptak og lagring av karbon. Dermed vil alle tiltak som ivaretar natur også være gode klimatiltak, selv om ikke alle klimatiltak er gode naturtiltak.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	Fornybar energi er generelt mer effektiv enn fossil energi. Vi trenger derfor ikke like mye fornybar energi som fossil energi for å få dekket behovene for varme, lys, transport osv. Vi trenger altså ikke erstatte den fossile energien (primærenergien) med like mye fornybar energi. Formuler avsnittet slik at dette kommer tydelig fram.



Innsender	Kapittel	Kommentar
JOSEFINE HELENE SELJ (IFE)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	• IFE mener kritiske råmaterialer i større grad må behandles i et verdikjedeperspektiv, og ikke primært ut fra hvor ressursene finnes eller hvilket ressursgrunnlag de utvinnes fra. • Kritikalitet oppstår når materialer inngår i strategisk viktige verdikjeder for blant annet energi, digitalisering, forsvar og avansert industri. Tilgang på råstoff er derfor bare én del av utfordringen. Like viktig er kompetanse og kapasitet til utvinning, prosessering, videreforedling, materialteknologi, substitusjon, resirkulering og produksjon av komponenter og produkter. • Et slikt perspektiv tilsier også at landbaserte mineralressurser og havbunnsmineraler ikke bør behandles som adskilte forskningsområder. Mange av FoUI-behovene innen prosessering, materialteknologi, miljøpåvirkning, sirkularitet og industrialisering går på tvers av ressursgrunnlaget. • Geopolitikk og strategiske avhengigheter må samtidig inngå i vurderingen av hvilke verdikjeder Norge bør utvikle kompetanse og posisjoner innenfor. Markedsmessig lønnsomhet alene gir ikke nødvendigvis et tilstrekkelig grunnlag for å vurdere betydningen av teknologi- og materialverdikjeder som er kritiske for energiomstilling og forsyningssikkerhet. • IFE anbefaler derfor at strategien i større grad identifiserer kritiske kunnskaps- og teknologiområder på tvers av hele verdikjeden, fra ressurs og prosessering til materialer, komponenter, anvendelse, ombruk og resirkulering
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	I omtalen av energiomstillingen anbefaler vi at luftfarten inkluderes som eksempel på en sektor der utslippsreduksjoner er særlig krevende, og hvor elektrifisering alene ikke vil være tilstrekkelig. Strategien bør anerkjenne at luftfarten i stor grad vil være avhengig av bærekraftige flydrivstoff (SAF), hydrogen og elektrisitet for å nå langsiktige klimamål. Dette vil synliggjøre behovet for FoUI i hele verdikjeden fra energiproduksjon til operativ anvendelse. Vi vil også trekke frem behovet for å vurdere sammenfallende energibehov med andre transportformer slik at vi i fremtiden blir i stand til å gjøre vurderinger av hvor forskjellige drivstoff bør prioriteres i takt med utviklingen i omverden og samfunnsmessige behov. Det vil også være relevant å vurdere hvor felles behov kan føre til mer effektiv produksjon og distribusjon/infrastruktur til flere transportnoder eller annen industri lokalisert i geografisk nærhet.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	Overgangen til lavutslippssamfunnet vil i stor grad være basert på direkte elektrifisering, men dette vil ikke være teknisk eller økonomisk gjennomførbart for all energibruk. Særlig luftfarten er vanskelig å avkarbonisere gjennom direkte elektrifisering alene på grunn av krav til energitetthet, rekkevidde og vekt. For luftfarten vil derfor bærekraftig flydrivstoff, både avansert biodrivstoff og syntetisk drivstoff, være nødvendig også i et langsiktig 2050-perspektiv.
Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	Kapittel 2.2.2 "Sårbare verdikjeder kan forsinke omstillingen i Norge og Europa – side 19 SINTEF støtter vurderingen av at sårbare forsyningskjeder representerer en økende utfordring for energisikkerheten. Batterier og battericeller bør i denne sammenheng omtales enda tydeligere som en strategisk teknologi for Europa. Tilgang til battericeller og sentrale batterikomponenter er avgjørende for utvikling av kraftsystemer, transport, forsvar og annen kritisk infrastruktur. Utvikling av en robust europeisk batteriverdikjede, inkludert celleproduksjon, bør derfor ses som et bidrag til energi- og forsyningssikkerhet, teknologisk autonomi og industriell konkurransekraft. Europa har muligheter til å sikre tilgang til mange av råvarene gjennom egen produksjon og samarbeid med handelspartnere, men mangler fortsatt tilstrekkelig kapasitet innen foredling, batterimaterialer og celleproduksjon. Dette representerer en strategisk sårbarhet som bør reflekteres tydeligere i strategien. Batterier er samtidig en muliggjørende teknologi for kritisk infrastruktur og forsvarsrelaterte anvendelser, noe som ytterligere forsterker betydningen av robuste europeiske verdikjeder.
Geir Grasmo (privat)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	Kapasitetsbehovene for ny fornybar elektrisk og annen energi produksjon, lagring og transport føles underkommunisert. En samlet oversikt over potensialene for ulike energitiltak bør synliggjøres. 2.2.3-2.2.4 bør få en tydeligere plass i strategidokumentets innholdsfortegnelse som nytt Kapittel 2.2 Omstillings- og kapasitetsbehov før ny 2.3 Utviklingstrekk i omverdenen.
Geir Grasmo (privat)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 19)	I strategien peker en på kritiske mineraler på havbunnen. Jeg savner at en også kan finne kritiske mineraler på land som bør utnyttes strategisk fremover for energisektoren.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 20)	I siste avsnitt tilføyes etter '...og potensialet for ny vannkraft er begrenset.': Gasskraft med CCS er en mulighet for ny, ren og regulerbar kraftproduksjon som foreløpig er lite utredet i Norge. Teknologien bygger på kommersielt tilgjengelige hovedkomponenter og kan levere kraft døgnet rundt uavhengig av vær. Flytende anlegg bygget på verft kan realiseres med kortere ledetid og mindre arealbeslag enn mange andre alternativer. De kan også plasseres nær store forbrukere som datasentre og industri, og dermed redusere behovet for ny nettkapasitet. Anlegget kan også omplasseres om ønskelig/nødvendig.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 20)	Kraftbehovet vokser raskere enn utbygging av produksjon og nett: ... "potensialet for ny vannkraft er begrenset." Her bør det spesifiseres at vi trenger mer effekt i tillegg til mer kraft. Og at potensialet for mer effektproduksjon er stort i Norge. Tilleggskommentar: Vannkraften er er best egnet til dette.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 20)	Nyanser formuleringen «potensialet for ny vannkraft er begrenset». Forslag: «Potensialet for nye vassdragsutbygginger er begrenset, men opprusting og utvidelse av eksisterende kraftverk gir et betydelig effektpotensial (kap. 3.11).»
Jon Erling Fonneløp (Fornybar Norge)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 20)	Avsnittet omhandler at kraftbehovet vokser raskere enn utbygging av produksjon og nett og at nettkapasiteten mange steder er begrensende faktor. Det beskrives at det bygges lite nytt og at det tar tid. Likevel fokuseres det på ny utbygging. Her burde det også skrives om at større bruk av termisk energi til oppvarmingsformål raskt kan frigjøre både kraft og nettkapasitet. Norges høye bruk av direktevirkende elektrisk oppvarming binder store deler av nettkapasiteten til toppplasttimer de kaldeste dagene. I en strammere kraftbalanse med mangel på nettkapasitet bør det forskes på større bruk av fjernvarme, varmepumper og bioenergi i bygningsmassen som gjør at tilgjengelig kraft og nettkapasitet utnyttes bedre.
Jon Iver Bakken (Hafslund Celsio)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 20)	2.2.4 Kraftbehovet vokser raskere enn utbygging av produksjon og nett Det bør her legges til at mer fjernvarme er et sentralt og effektivt grep som kan påvirke denne utviklingen, ofte til lavere kostnad også.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 21)	I siste avsnitt tilføyes; inkludert gasskraft med CCS etter CO2 lagring.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 21)	Kva: Avsnittet om nettkapasitet bør innehalde noko som framhevar samspelet mellom forbruk, tilgjengeleg nettkapasitet og produksjonskapasitet. Prismodellar kan gje incentiv til meir optimal utnyttelse av nett og produksjons kapasitet og forbruksfleksibilitet og utvikling av teknologi som understøttar dette både på forbrukersida, nettsida og produsentsida. På side 57 bør samspelet mellom aktørane framhevast. Dette krev løpande dialog mellom for eksempel ein trailer(e) og leverandørar (nett og produsent) i det området denne beveger seg Kvifor: Her er eit stor utforska område som intergrerer forbruker, nett og produsent og relaterte fagområder. Også relevant i Kap 3.1.2 og side 57
Beate Seibt, Marianne Zeyringer, & Thomas Schubert (Energy for Future, Tematisk forskergruppe UiO:Energi og miljø)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 21)	Tema: Petroleum Nåværende tekst: «Behovet for å dempe den bratte produksjonsnedgangen på sokkelen er viktig av flere grunner.» Forslag til ny tekst: «Produksjonsnedgangen på sokkelen frigjør kompetanse og leverandørkapasitet som trengs i nye energinæringer. FoU-innsatsen bør prioritere at denne overføringen skjer i takt med nedgangen. Dette omfatter forskning på hvordan kompetanse og leverandørkapasitet kan overføres mellom næringer, implementeringsforskning som kan fremskynde omstillingen og redusere regulatoriske barrierer, og forskning på de nye næringene selv.» Andre tekststeder som bør endres med samme begrunnelse: Overskriften til kap. 2.2.5, «En moden sokkel krever innsats for å motvirke produksjonsfall og for å utvikle ny næring» (s. 21), bør endres til «En moden sokkel krever en styrt nedtrapping og utvikling av ny næring». Satsingsområdet «Petroleum» (kap. 3.10) bør endres til «Omstilling og nedtrapping av petroleumsvirksomheten». Formuleringer om å dempe produksjonsfallet (s. 22 og s. 73) og om offentlig finansiering av petroleumsfagmiljøer «uavhengig av næringens egen aktivitet» (s. 77) bør utgå. Strategiens egen basisbane viser en nedgang



på over 60 prosent mot 2050. FoUI-innsatsen bør derfor rettes mot å styre denne nedgangen, med følgende underpunkter:

- overføring av kompetanse og leverandørkapasitet til nye energinæringer, inkludert implementeringsforskning og forskning på regulatoriske barrierer
- sikker nedstenging, plugging og fjerning av brønner og innretninger, og gjenbruk av infrastruktur
- gjenbruk av reservoarer og infrastruktur til CO₂-lagring
- rettferdig omstilling for arbeidstakere, regioner og lokalsamfunn som i dag er avhengige av petroleumsvirksomheten
- kunnskap om styrte nedtrappingsforløp: tempo, økonomi, arbeidsmarked og utdanningsvalg

Begrunnelse: Strategien peker selv på at kompetanse er «en knapphetsfaktor i konkurranse med andre sektorer og land» (s. 31). En rapport fra Oslo Economics på oppdrag fra NHO og LO (2022) viser at petroleumskompetansen er «bundet opp i allerede lønnsomme næringer», og at «høy aktivitet på sokkelen vil bremse utviklingen, mens en nedgang vil kunne øke tilgang på kompetent arbeidskraft som kan bidra i utvikling av nye bransjer». Forskning på norsk havvindindustri viser samme historiske mønster (Karlsen og Steen, CenSES 2019). Å holde oppe petroleumsakтивiteten for å bevare kompetanse binder dermed de fagfolkene som fornybarnæringene trenger. Det rammer særlig unge som skal velge utdanning og yrke nå.

Ingeborg Palm Helland
(NINA)

2.2 Utviklingstrekk i omverden
(s. 21)

I siste avsnittet i kap 2.2.4 står det «Videre er ikke barrierene for utbygging nødvendigvis teknologiske. Erfaringer fra vindkraft på land viser at kraftprosjekter kan miste oppslutning når arealbruk, naturinngrep og fordeling av verdier og ulemper oppleves som urimelige. Uten sosial legitimitet risikerer lønnsomme prosjekter å bli forsinket eller skrinlagt. Kunnskap om naturvirkninger, arealbruk og sameksistens, bedre beslutningsprosesser og rammevilkår som oppleves som rettferdige, er en sentral del av utfordringsbildet.»

Dette er et viktig avsnitt, som kan forsterkes enda mer: Manglende legitimitet er ikke bare en risiko fordi det forsinkes eller forhindrer energiprojekter, det er også risiko for at den grunnleggende tilliten i befolkningen overfor stat og myndigheter svekkes. En slik svekkelse av tillit vil kunne ha store negative konsekvenser for demokratiet og hele samfunnsutviklingen, ikke bare begrenset til energifeltet.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 21)	Petroleumsrettet FoUI må sikres langsiktige rammer: Petroleum er fortsatt et prioritert teknologiområde i Energi2050. Strategien peker også på betydningen av å opprettholde kritisk kompetanse samtidig som kompetanse og teknologi videreutvikles mot blant annet CO₂-lagring og nye hav- og energinæringer. Samordningen av Energi21 og OG21 må derfor ikke føre til mindre forutsigbare eller svekkede rammevilkår for petroleumsrettet FoUI. Det er viktig både for fortsatt sikker og effektiv ressursutnyttelse på norsk sokkel og for å bevare og videreutvikle kompetanse som Norge trenger i nye verdikjeder.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 22)	«Behovet for å dempe den bratte produksjonsnedgangen på sokkelen er viktig av flere grunner Dersom aktivitet, kompetanse og leverandørkapasitet bygges ned for raskt, kan Norge både miste verdier fra gjenværende ressurser og svekke grunnlaget for nye havbaserte energi- og mineralnæringer.» Omformuler til: «Viljen til omstilling i leverandørindustrien er størst når aktiviteten i petroleumsindustrien er lav. Den bratte produksjonsnedgangen på sokkelen er derfor et viktig utgangspunkt for omstilling i energisektoren».
Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 22)	2.2.6 Norge må håndtere et generasjonsskifte i energikompetansen samtidig som KI endrer hvordan vi jobber og systemet driftes – side 22 Norge har et betydelig fortrinn innen digitale batteriverktøy og modellbasert utvikling. Innen batteriområdet gir kombinasjonen av fysikkbaserte modeller, kunstig intelligens og driftsdata store muligheter for forbedret sikkerhet, levetid, ressursutnyttelse og beslutningsstøtte. Strategien bør tydeligere fremheve slike digitale teknologier som et område hvor Norge kan bygge internasjonale posisjoner. Dette forutsetter samtidig tilgang til representative datasett fra reelle anvendelser, noe som fortsatt er en utfordring.
tone knudsen (Statkraft)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 22)	under overskriften 2.2.4 Kraftbehovet vokser raskere enn utbygging av produksjon og nett. Etter andre linje på side 22 (... , slik vi allerede har sett for elektrifisering av sokkelen.) foreslår vi å tydeliggjøre konsekvensene av at man evt ikke bygger ut nok produksjon. legg til setning der: Dersom krafttilgangen ikke øker i takt med etterspørselen kan Norge miste viktige industriell investeringer, redusere



Innsender	Kapittel	Kommentar
		elektrifiseringstempo og svekke konkurransekraften sammenlignet med andre land. Landvind er den fornybare kraftproduksjonskilden som raskest kan levere betydelige volumer ny fornybar kraft.
Harald Linga (privat)	2.2 Utviklingstrekk i omverden (s. 22)	Overordnet: Endring i ressursgrunnlaget gjenspeiles ikke i tilstrekkelig grad i krav til ny teknologi for etablering av og produksjon fra brønner. Bakgrunn: Mens det tidligere har vært etablert brønner som har produsert i lang tid, i størrelsesorden 10-20 år, medfører dagens ressurser med lavt trykk og små funn at brønnene kun kan produsere lønnsomt i kun 2-3 år. Dette betyr at med dagens ambisjoner vil boreaktivitet i lang tid framover opprettholdes eller til og med økes. Tilsvarende gir dette konsekvenser for økende kostnader for brønnplugging, der saten tar 78 % av kostnadene.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	2.3 FoU kan spille en rolle for å håndtere utfordringer og gripe mulighetene i omverden (s. 23)	I første avsnitt linje 5 erstattes ordet fornybar med ordet fornybar/rennllavkarbon ($\leq 28,2$ gram CO ₂ e/MJ)
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	2.3 FoU kan spille en rolle for å håndtere utfordringer og gripe mulighetene i omverden (s. 23)	Kva: Vedr «Vannkraft». Vår styrke som internasjonal leverandør av kompetanse bør være nemnt her. Vår historikk og vårt fokus på bærekraft innen vannkraft utvikling og drift gjev oss store internasjonale fortrinn som vi bør og kan utnytte. Vi må ligge i front teknologisk for å ivareta og styrke dette fortrinnet. Kvifor: Dette har stor betydning for vår satsing på vannkraftutdanning og det har stor betydning for norsk konsulentbransje.
Charlotte Gannefors Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	2.3 FoU kan spille en rolle for å håndtere utfordringer og gripe mulighetene i omverden (s. 23)	Etter avsnittet: "Kunnskap, teknologi og løsninger som skal være klare til bruk i dag eller om ti eller tjue år, kan ha ulike utviklingsløp som krever tiltak nå ..." Kommentar1: Strategien peker på at kunnskap og teknologi som skal tas i bruk om 10–20 år må utvikles nå. Dette resonnementet bør også utvides til kompetanse og utdanning. Erfaringer fra universitets- og



instituttsektoren viser at det ofte tar 10–15 år å bygge robuste fagmiljøer, utdanningsløp og forskningsinfrastruktur. Strategien bør derfor tydeligere beskrive når kompetanseoppbygging må starte for at den skal kunne bidra til energiomstillingen mot 2040 og 2050.

Kommentar2: Strategien legger stor vekt på FoUI-virkemidler, men tar ikke for seg eierrollen og privat næringslivs meget svake innovasjonskraft kommersielt, sammenlignet med våre naboland. CO2 og energipriser, alminnelige skatter og avgifter (kanskje spesielt for unge småbedrifter), må også være en del av strategien for FoUI når E2050 ber om mer utfordrende og spennigere resultater.

JOSEFINE HELENE SELJ
(IFE)

2.3 FoU kan spille en rolle for å
håndtere utfordringer og gripe
mulighetene i omverden (s. 23)

IFE mener derfor at den tredje hovedutfordringen bør omformuleres til «utvikling av konkurransedyktige energiløsninger og nye verdikjeder i lavutslippssamfunnet». En slik formulering åpner for at framtidig verdiskaping kan komme fra andre aktører, teknologier og markeder enn dem som i dag er knyttet til petroleumsvirksomheten.

Kristin Evensen Mathiesen
(NINA)

2.3 FoU kan spille en rolle for å
håndtere utfordringer og gripe
mulighetene i omverden (s. 23)

Nederst på side 23 har Energi 2050 kategorisert 3 hovedutfordringer som skal svares ut i denne strategien. NINA mener at strategien bør inkludere en 4. hovedutfordring:
Utfordring 4: Naturkrisen er en av de største truslene vi står ovenfor, og ivaretagelse av natur må ligge som et grunnprinsipp for fremtidens energistrategi og energipolitikk. Dette er også understreket av Verdens økonomiske forum; Why the world needs to become 'nature positive' by 2030 | World Economic Forum), og kan ikke sees atskilt fra hverken økonomi- eller samfunnsutvikling.

Kristin Evensen Mathiesen
(NINA)

2.3 FoU kan spille en rolle for å
håndtere utfordringer og gripe
mulighetene i omverden (s. 23)

NINA mener at den tredje hovedutfordringen om "reduksjon i norsk verdiskaping etter nedgangen i petroleumsvirksomheten" skal være én av tre overordnede utfordringer som styrer prioriteringen av energi-FoUI bør revurdere. I stedet forslår vi at dette omformuleres til «utvikling av konkurransedyktige energiløsninger og nye verdikjeder i lavutslippssamfunnet». En slik formulering åpner for at framtidig verdiskaping kan komme fra andre aktører, teknologier og markeder enn dem som i dag er knyttet til petroleumsvirksomheten. Energiområdets primære oppgave bør være å utvikle et sikkert, effektivt, konkurransedyktig og bærekraftig energisystem. Verdiskaping er et viktig resultat av dette, men bør ikke avgrenses til å fylle et framtidig verdiskapingsgap etter petroleumsnæringen.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Vebjørn Bakken (UiO:Energi og miljø, Universitetet i Oslo)	2.3 FoU kan spille en rolle for å håndtere utfordringer og gripe mulighetene i omverden (s. 23)	(Er også omtalt mange andre steder i utkastet) Hovedoppgaven for energi-FoU må være å utvikle et sikkert, effektivt, fleksibelt og bærekraftig energisystem. Verdiskaping er et sentralt resultat av denne innsatsen, men bør ikke spisses til et avgrenset oppdrag om å fylle verdiskapingsgapet etter petroleumsnæringen (formulert i U3: Reduksjon i norsk verdiskaping etter ventet nedgang i petroleumsvirksomheten). Som universitet har vi et bredt samfunnsoppdrag knyttet til utdanning av framtidens kompetanse og utøvelse av langsiktig, kritisk forskning for hele energisektoren. Dagens formulering virker konserverende og trekker prioriteringene ensidig mot eksisterende offshorekompetanse. Dette skaper blindsoner for radikal innovasjon og verdiskaping som oppstår utenfor offshore-verdikjedene – for eksempel innen landbasert energiinfrastruktur, digitalisering, distribuerte systemer og sirkulære energiløsninger. Konkret forslag til endring: Hovedutfordring U3 omformuleres til «Verdiskaping og nye verdikjeder for lavutslippssamfunnet».
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 6)	Formuleringen «Ingen andre land i Europa» kan avvises fordi Albania har høyere vannkraftandel. Den strider også mot kapittel 3.11.
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Prioriter hele verdikjeden for bærekraftig flydrivstoff Kommentaren gjelder kapittel 3.1, side 25–29, og kapittel 5.8, side 102–104, med kobling til kapittel 5.3 og 5.5. AFSN anbefaler at SAF og e-SAF får en tydeligere prioritering i strategien. Luftfart er krevende å avkarbonisere. Elektrifisering og andre nye fremdriftssystemer kan på lengre sikt bidra til omstillingen, men innfasingen avhenger av teknologisk modenhet, sertifisering og operativ og kommersiell egnethet. Dagens flyflåte og store, bekreftede flybestillinger bygger fortsatt på turbinmotorer som bruker flytende flydrivstoff. Norwegian utvidet i september 2025 sin samlede bestilling til 80 Boeing 737 MAX 8, med siste levering planlagt i 2031. SAS har bestilt 45 Embraer E195-E2, med kjøpsrettigheter for ytterligere ti, og bestilte i juni 2026 også 18 Airbus A330-900. Disse flyene skal være i drift i mange år. SAF og e-SAF må derfor behandles som langsiktige løsninger for både eksisterende og kommende flyflåte.



Beregninger basert på Eurostats 2024-data viser rundt 2,7 innenrikspassasjerer per innbygger i Norge, mot rundt 1,0 i Hellas og Spania. Norge ligger høyest blant rapporterende land med tilgjengelige data i begge uttrekkene. Tallene gjelder innenriksmarkedet, inkludert utenlandske reisende. AFSN mener at Norges omfattende innenriks luftfart gir et særlig ansvar for å utvikle utslippsreduserende løsninger.

Forslag til tekst i kapittel 3.1 og 5.8:

«Luftfartens begrensede muligheter for rask og omfattende direkte elektrifisering gjør bærekraftig flydrivstoff til et sentralt satsingsområde. Norges omfattende innenriks luftfart gir et særlig ansvar og et relevant hjemmemarked for utvikling og demonstrasjon av løsninger.

Elektriske fly og andre nye fremdriftssystemer bør utvikles som langsiktige muligheter, samtidig som utslippene fra dagens og kommende turbinbaserte flyflåte reduseres. SAF, herunder biobasert SAF og e-SAF basert på fornybar energi, bør prioriteres som en samlet verdikjede fra produksjon og sertifisering til distribusjon og anvendelse. Innsatsen bør omfatte teknologiutvikling, effektiv bruk av kraft og råstoff, infrastruktur, markedsmodeller og dokumentasjon av klimaeffekt. Virkemidlene bør støtte demonstrasjonsløp som kobler produksjon og fysisk levering til langsiktig etterspørsel.»

Kilder:

Norwegian, flybestilling:

<https://media.no.norwegian.com/pressreleases/norwegian-bestiller-30-boeing-737-fly-3406916>

SAS, Embraer-bestilling:

<https://www.sasgroup.net/files/Main/290/4170176/release.pdf>

Airbus, SAS-bestilling:

<https://www.airbus.com/en/newsroom/press-releases/2026-06-sas-orders-18-airbus-a330neo-to-accelerate-growth-and-fleet-modernisation>

Eurostat, innenrikspassasjerer:

https://ec.europa.eu/eurostat/api/dissemination/statistics/1.0/data/avia_paoc?lang=EN&time=2024&freq=A&unit=PAS&tra_meas=PAS_CRD&tra_cov=NAT&schedule=TOTAL

Eurostat, befolkning:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		https://ec.europa.eu/eurostat/api/dissemination/statistics/1.0/data/demo_pjan?lang=EN&time=2024&freq=A&unit=NR&age=TOTAL&sex=T
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	I fig 6 under CO2 håndtering tilføyes CCS ifm gasskraft
Marit Dolmen (Elkem ASA)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Kraftforedlende prosessindustri bør inngå tydeligere i den prioriterte FoUI-innsatsen. Prosessindustrien foredler fornybar kraft og råvarer til materialer som er nødvendige for energiomstilling, digitalisering, infrastruktur og forsvar. Energi2050 bør eksplisitt prioritere energieffektive og utslippsfrie kjerneprosesser, nye råmaterialer og reduksjonsmidler, sirkulære materialstrømmer, energigjenvinning, digital prosessstyring og samspill med kraftsystemet.
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UIB, UiS))	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Energi2050s prioriteringer av forsknings og innovasjonsinnsatsen Kommentar: Energiomstilling VEST støtter hovedretningen i strategiens prioriteringer, men mener følgende forhold bør styrkes som gjennomgående prinsipper for forsknings- og innovasjonsinnsatsen fram mot 2050: • Ambisjonsnivået for forskning, utvikling og innovasjon bør kobles tydeligere til forventet ressursinnsats og finansieringsbehov. • Prioriteringene bør være adaptive og gi rom for nye teknologier, problemstillinger og løsninger som ikke nødvendigvis er identifisert i dag. • Kompetansebygging bør behandles som en langsiktig strategisk investering, med erkjennelse av at utvikling av sterke fagmiljøer og nødvendig kapasitet ofte har en ledetid på 10–15 år. • Strategien bør tydeligere adressere Norges rolle i en nordisk og europeisk arbeidsdeling, herunder hvilke områder Norge bør lede, hvor vi bør opprettholde nasjonal kompetanse og hvor internasjonalt samarbeid vil være mest hensiktsmessig. Samtidig bør samspillet mellom offentlige virkemidler, markeder og private investeringer vektlegges sterkere.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	3.1 Prioritering av innsatsen (gjelder s25-29) Kommentar1: Det bør forklares hvordan strategien skal brukes i praksis. Strategien bør legge til rette for at nye problemstillinger, teknologier og løsninger kan prioriteres selv om de ikke er eksplisitt omtalt i dokumentet. Relevans for strategiens mål og samfunnsutfordringer bør vektlegges sterkere enn samsvar med konkrete formuleringer eller eksempler i strategiteksten. Begrunnelse1: Dette vil redusere risikoen for en bokstavelig tolkning i senere utlysninger av blant annet virkemiddelapparatet (Forskningsrådet, Innovasjon Norge, Enova, Siva, Eksfin, Gassnova og andre relevante aktører), næringsliv og forskningsmiljøer. Kommentar2: Strategien bør tydeligere adressere hvordan Norge skal prioritere sin FoU-innsats i samspill med Norden og Europa. Et land med begrensede menneskelige og økonomiske ressurser kan ikke bygge verdensledende kompetanse- og demonstrasjonsmiljøer på alle områdene som omfattes av strategien. Strategien bør derfor tydeliggjøre hvilke områder Norge skal lede, hvilke områder vi skal opprettholde nasjonal kompetanse innenfor, og hvilke områder som primært bør utvikles gjennom internasjonalt samarbeid. Begrunnelse2: En arbeidsdeling kan bidra til mer effektiv ressursbruk, sterkere internasjonale partnerskap og høyere samlet verdiskaping. Samtidig vil den styrke Norges evne til å få tilgang til kompetanse, teknologi og markeder som er nødvendige for energiomstillingen. Kommentar 3: En betydelig og i E2050 oversett del av prioriteringen skal faktisk overlates til frie initiativ og privat sektor, og det peker i retning av forskning på og implementering av politikk som legger overordnet og generelt press på offentlige prioriteringer (som sikkerhet, energiovergang, verdiskaping, natur, og frister næringsliv med markedsmuligheter for (energiteknologi) løsninger som svarer på dette. Eksempler er høyere og varierte priser på kraft til husholdninger, skatt på utslipp, og EUs ETS og CBAM.
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Vi støttar hovudretninga i Energi2050-strategien og ambisjonen om å styrkja forskning, utvikling og innovasjon på energiområdet. Det er særleg positivt at energitryggleik og integrerte energisystem er prioriterte som tverrgående satsingsområde. Samtidig er bioenergi, fornybar varme, overskotsenergi og fornybare gassar ikkje inkluderte blant dei sju prioriterte teknologiområda. Strategien slår fast at prioriterte område skal få styrkt innsats både frå



Innsender	Kapittel	Kommentar
		dagens nivå og relativt til andre område. Dette kan føra til ei utilsikta nedprioritering av løysingar som alt bidreg til energitryggleik, fleksibilitet og utsleppskutt. Vi ber om at den endelege strategien presiserer at bioenergi, fjernvarme, nærvarme, overskotsenergi, termisk lagring, biogass, andre fornybare gassar, biodrivstoff og biokull skal inngå aktivt i dei prioriterte satsingsområda der dei bidreg til måloppnåinga. Dette må speglast i ressursfordeling, utlysingar, forskings- og innovasjonssenter og demonstrasjonsprosjekt. At teknologien er moden, må ikkje vera ei ulempe når FoUI-behova gjeld systemintegrasjon, skalering, marknadsutvikling og beredskap.
Birger Andresen, Styreleder FFF (Ferrolegeringsindustriens ForskningsForening (FFF))	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Kapittel 3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen Sidetall 25-29 Kraftforedlende prosessindustri bør inngå tydeligere i den prioriterte FoUI-innsatsen Prosessindustrien foredler fornybar kraft og råvarer til materialer som er nødvendige for energiomstilling, digitalisering, forsvar, transport og infrastruktur. Energi2050 bør derfor tydelig inkludere forskning og innovasjon som styrker konkurransekraften og omstillingen i den kraftforedlende industrien. FFF anbefaler at følgende områder løftes tydeligere fram i den prioriterte FoUI-innsatsen: • energi- og ressurseffektiv metallproduksjon • null- og lavutslipps prosessutvikling • nye råmaterialer, reduksjonsmidler og innsatsfaktorer • biobaserte og alternative reduksjonsmidler • sirkulære materialstrømmer og økt verdiskaping fra biprodukter • energigjenvinning og industriell symbiose Dette er områder som både kan redusere utslippene fra industrien og samtidig bidra til økt energiutnyttelse, konkurransekraft og verdiskaping i Norge.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Vi merker oss at «klimavennlig maritim transport» er løftet fram som et prioritert teknologiområde. Norge har sterke maritime fortrinn, men har også unike forutsetninger for å utvikle og demonstrere null- og lavutslippsluftfart, noen den Internasjonale Testarenaen har synliggjort. Vi anbefaler derfor enten: • å utvide satsingsområdet til «Klimavennlig maritim transport og luftfart», eller • å etablere luftfart som et eget FoUI-område i strategien. Relevante temaer vil blant annet være: - bærekraftige flydrivstoff (SAF) - hydrogen for luftfart - elektriske framdriftssystemer - energiinfrastruktur på flyplasser - sikker håndtering av nye energibærere - systemdemonstrasjoner som kobler teknologi, infrastruktur, regulering og operativ drift Norge har gjennom regionale flyplassnettet, innovasjoner innen luftromsstyring og tilgang til grønn elektrisitet en mulighet til å bli en internasjonalt ledende test- og demonstrasjonsarena for null- og lavutslippsluftfart. Etter vår vurdering bør dette reflekteres i strategien.
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Klimavennlig luftfart bør løftes fra kapittel 5 til et prioritert teknologiområde i kapittel 3, på linje med klimavennlig maritim transport. Luftfarten er en sektor hvor utslippene er særlig krevende å redusere. Direkte elektrifisering vil kunne spille en viktig rolle på kortere ruter, men kan ikke alene avkarbonisere luftfarten. For eksisterende fly og for mellomlange og lange ruter vil bærekraftig flydrivstoff, herunder avansert biodrivstoff og syntetisk flydrivstoff, være nødvendig. Dette innebærer betydelige FoUI-behov knyttet til produksjon av bærekraftig flydrivstoff, effektivisering og kostnadsreduksjoner i produksjonsprosessene, tilgang på bærekraftige råstoffer, hydrogen og karbonkilder, drivstoffkvalitet og sertifisering, samt skalering fra pilot- og demonstrasjonsanlegg til industriell produksjon.



Det er derfor vanskelig å begrunne at klimavennlig maritim transport prioriteres som et eget teknologiområde, mens klimavennlig luftfart ikke gis tilsvarende status.

Arild Gustavsen (NTNU
Energi - Team Bygde miljø)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 25)

Dette er en overordnet kommentar til den samlede porteføljen av prioriterte satsingsområder. Strategien svarer godt på behovet for å transformere Norges store, sentraliserte og eksportrettede energinæring. For at strategien også skal svare på utfordringene knyttet til klima, natur, energisikkerhet og kostnader, anbefaler vi at porteføljen i større grad synliggjør og balanseres med det store potensialet som ligger i desentraliserte løsninger og transformasjon av samfunn og det bygde miljø.

Forskning fra store nasjonale og europeiske initiativer (som FME ZEB, FME ZEN, og EU Green Deal-prosjektet ARV og syn.ikia) viser at det bygde miljø ikke bare er en passiv sluttbruker, men en potensiell motor i energiomstillingen. Ved å løfte frem smarte plussenerginabolag, sirkulære samfunn og lokale energisamfunn (Energy Communities) som et strategisk satsingsområde, oppnår man flere av strategiens hovedmål på én gang:

1. Redusert naturinngrep: Energiproduksjon (f.eks. bygningsintegrert sol) og lagring legges til allerede nedbygde arealer.
2. Frigjort nettkapasitet: Energieffektive bygg, lokale energisamfunn og nabolag reduserer behovet for kostbar, sentralisert nettutbygging.
3. Økt energisikkerhet: Desentraliserte energisystemer og robuste bygg øker samfunnets lokale motstandskraft (resiliens) ved kriser, noe som støtter direkte opp under strategiens nye sikkerhetspolitiske dimensjon.

Vi anbefaler at strategien på et overordnet nivå tydeliggjør at Norges fremtidige energisystem hviler på to pilarer: Den storskala, sentraliserte energi- og industriproduksjonen, og den desentraliserte, integrerte energiomstillingen i våre bygde miljø.

Lars Petter Maltby
(Prosess21)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 25)

Prosess21 støtter den foreslåtte porteføljen av prioriterte forsknings- og innovasjonsområder. Ved operasjonaliseringen bør det samtidig tydeliggjøres at energi ikke bare er en innsatsfaktor i omstillingen, men også et produksjonsgrunnlag for kraftforedlende prosessindustri. Denne industrien omsetter fornybar kraft, råvarer, teknologi og kompetanse til materialer som inngår i strategisk viktige norske og europeiske verdikjeder. FoU-prioriteringene bør derfor også ivareta utvikling av konkurransedyktig



Innsender	Kapittel	Kommentar
		industriell produksjons- og prosesseringskapasitet og samspillet mellom energisystemet og industrielle prosesser.
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Gi kraftintensiv industri og muliggjørende teknologier en tydeligere plass i systemperspektivet: Vi støtter prioriteringen av integrerte og digitaliserte energisystemer. Framtidens utfordringer handler i stor grad om samspill mellom sektorer og teknologier, ikke om enkeltteknologier isolert. Kraftintensiv industri bør derfor synliggjøres som et eget område i figur 6. Dersom dagens struktur opprettholdes, bør integrerte industrielle energi- og produksjonssystemer som minimum bli en tydelig del av satsingen på integrerte og digitaliserte energisystemer. Samtidig bør prosess- og materialteknologi løftes tydeligere fram som tverrgående muliggjørende teknologier. Omstillingen av kraftintensiv industri handler ikke bare om tilgang til mer fornybar kraft, men også om å utvikle nye og mer energieffektive produksjonsprosesser, materialer og råstoff, øke ressursutnyttelsen og utvikle sirkulære løsninger. Prosess- og materialteknologi er avgjørende på tvers av blant annet CO₂-håndtering, hydrogen, batterier, kritiske råvarer og energieffektivisering. Strategien identifiserer selv prosess- og materialteknologi som kompetanse som er relevant på tvers av flere prioriterte områder. FoUI-innsatsen må bidra både til lavere utslipp og energibruk og til økt produktivitet og konkurransekraft.
Lars Sørum (SINTEF Industri, Avdeling Anvendt Geovitenskap (tidligere SINTEF Petroleum AS))	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	Bedre balanse i sammenslåingen av Energi21 og OG21 Kapittel: Sammendrag, Kap. 3 – Prioriterte forsknings- og innovasjonsområder og Kap. 5 – Videreutvikling av en solid kunnskaps- og teknologiplattform. Sidetall: 3-6, 25-83, 93-108 Kommentar: Integrasjonen mellom Energi21 og OG21 er ikke godt nok balansert. Dette gjelder også nye tema som har kommet inn i strategien. Om vi ser på de tematiske prioriteringene (hovedprioriteringer) så er Petroleum 1 av 10 prioriteringer. Videre så er alle tema som ligger under Kap. 5 – Videreutvikling av en solid kunnskaps- og teknologiplattform hentet fra Energi21 og ingenting fra OG21. Riktignok så kan det kanskje ligge noe som er relevant for petroleum i Energisikkerhet og Integrerte og digitaliserte energisystemer, men slik disse er beskrevet så er det vanskelig å se at petroleum skal ha noen betydelig rolle her.



I tillegg til dette kommer det overhodet ikke frem at det er en hovedutfordring at en skal produsere olje og gass så lenge som mulig og så mye som mulig og at dette er en enorm utfordring for Norge. Her ligger det også store forskningsbehov knyttet til små funn, tette, depleterte eller svake reservoarer, og behov for kostnadskutt for bore- og brønntechnologi.

Hovedutfordring 3 må endres fra «Reduksjon i norsk verdiskaping fra petroleum» til «Opprettholde høyest mulig verdiskaping på norsk sokkel»

Det kan virke som om man ønsker å fremstille petroleumsnæringen i hovedsak som en kompetanseleverandør til energiomstillingen, snarere enn en næring med egne betydelige forsknings- og innovasjonsutfordringer.

Det finnes gode beskrivelser av behovet for petroleumsforskning, men som du ser ovenfor, så er det også lagt inn at omstilling av kompetanse fra petroleum til nye næringer er like viktig som kompetanse for petroleumsområdet.

Faglig grunnlag: Risiko for at Petroleumsforskning blir ytterligere nedprioritert (de siste 10 år så har petroleumsforskning fått et kutt på 50%!) og at fagmiljøene dermed blir utarmet (som de allerede har blitt) og snart vil forsvinne.

Praktisk bruk: Basert på hovedretningen i OG21-strategien (2021) og Energi21-strategien (2022), samt den pågående overgangen til Energi2050, vil vi foreslå at en ny samlet strategi organiseres rundt et begrenset antall overordnede prioriteringer som favner hele energisystemet, samtidig som petroleumsområdet beholder en tydelig plass som verdiskapende og teknologidrevet næring.

Energi21 legger størst vekt på utvikling av fremtidens energisystem gjennom havvind, hydrogen, sol, batterier, vannkraft, CO₂-håndtering, integrerte energisystemer og energimarkeder.

OG21 prioriterer sikker og effektiv petroleumsproduksjon, forbedret undergrunnsforståelse, kostnadseffektiv boring og drift, elektrifisering, digitalisering, CCS og teknologiutvikling som grunnlag for nye næringer.

Forslag til fem overordnede strategiske prioriteringer

1. Sikre et konkurransedyktig, robust og utslippssvakt energisystem

Norge må utvikle et energisystem som samtidig leverer:

- energisikkerhet
- konkurransedyktige energikostnader
- lave utslipp



- høy forsyningssikkerhet

Prioriterte FoU-områder:

- kraftsystemer og nett
- fleksibilitet og energilagring
- digitaliserte energisystemer
- energimarkeder og regulering
- sektorkobling mellom kraft, varme, hydrogen og industri

Merk: Mer detaljert informasjon om hvilke elementer som ligger inne i de prioriterte forskningsområdene kan hentes fra utkastet til Energi2050 strategien, men ta med eventuelle innspill som kommer lengre ned i mitt innspill til strategien.

2. Utvikle nye eksportnæringer innen energi og klimateknologi

Norsk forskning og industri må bidra til å bygge nye internasjonalt konkurransedyktige verdikjeder.

Prioriterte områder:

- havvind
- hydrogen
- batterier
- solenergi
- havbunnsrelaterte energinæringer
- CO₂-håndtering
- energitjenester og digitale løsninger

Målet bør være å styrke Norges rolle som eksportør av teknologi, kompetanse og energiløsninger, ikke bare energiresurser. Dette samsvarer

Anita Sandnes Andresen
(Tekna - Teknisk-
naturvitenskapelig forening)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 25)

Fremtidsperspektivet

Norge har verdensledende kompetanse innen energi, men fremtidens energisystem vil se annerledes ut. Energi 2050 vektlegger områder hvor Norge allerede har etablerte kompetansemiljøer og næringsinteresser. Det er positivt. Samtidig mener Tekna at det er behov for en større forskningsinnsats rettet mot å identifisere hvilke teknologier, energikilder, energibærere, markedsmodeller, energilagrings-



og systemløsninger som er best egnet for Norge fremover, og mot samspillet mellom disse for å dekke framtidig energibehov.

Strategien viser til at 50% av Norges energiforsyning er fossil og at det forventes et gradvis fall i investeringer i petroleumssektoren fra 2030, samt en reduksjon i produksjonen på over 60% mot 2050. Innen 2050 skal Norge være et lavutslippssamfunn. Tekna mener derfor at forskningsstrategien i større grad bør vektlegge hvilke fornybare energikilder og energiteknologi og energisystemer som vil fungere best for Norge fremover, sett i lys av våre klima- og energimål.

Tekna mener at Energi 2050 fokuserer for lite på en bærekraftig og rettferdig omstilling av petroleumssektoren. Det bør derfor etterstrebes at omstillingsprosessen blir så smidig som mulig. På denne måten kan det planlegges for mindre usikkerhet, og det kan minske negative økonomiske konsekvenser og høy arbeidsledighet. Tekna støtter forskning som bidrar til økt sikkerhet, reduserte utslipp og teknologisk utvikling i petroleumssektoren. Samtidig mener vi at Norge trenger en plan for omstillingen for å minimere eventuelle negative konsekvenser.

Tekna mener at Energi 2050 bør legge større vekt på å fremme kunnskap om i hvilken grad og innen hvilke fagområder kompetanse, teknologi og erfaring fra petroleumsvirksomheten kan brukes til å utvikle framtidens energisystem og nye næringer.

Det er positivt at strategien fokuserer på næringer og kompetanseområder hvor Norge har et fortrinn i dag, og kan ha et fortrinn framover. Samtidig mener Tekna at strategien også bør bidra til forskning og teknologiutvikling innen områder hvor vi i Norge har et potensiale til å skape et fremtidig konkurransefortrinn. Tekna mener at strategien blant annet bør støtte forskning på hvilke lagringsteknologier som er best egnet for det norske systemet, og hvordan disse skal integreres på en god måte slik at vi får en best mulig utnyttelse av den elektriske energien vi har til rådighet, samt økt energisikkerhet og beredskap.

Tekna er bekymret for om strategien er for sterkt knyttet til hvordan dagens energisystem er, og for lite fremtidsrettet. Det er positivt at havvind prioriteres. Samtidig er det lagt lite vekt i strategien på fornybare næringer og teknologiutvikling på land. Det er mange ubesvarte spørsmål i energidebatten knyttet til for eksempel landvind, solenergi og energilagring som Tekna gjerne skulle sett at en fremtidig norsk energiforskningsstrategi bidrar til å besvare.

Tekna savner en tydeligere ambisjon om at strategien må fremme forskning som i større grad tar høyde for utfordringene i dagens energisystem, og i større grad skal framskaffe et kunnskapsgrunnlag som kan bidra til nødvendig omstilling og utvikling.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tekna mener at forskningsstrategien ikke bare bør bidra til å videreutvikle dagens næringsstruktur, men også legge grunnlaget for framtidig teknologi- og kompetanseutvikling, verdiskaping og nye arbeidsplasser.		
Kristina Fröberg (WWF Verdens naturfond)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)	I rapporten har Energi2050 har tatt et viktig steg ved å gjøre natur, miljø og samfunn til et prioritert tverrgående tema, og kapittel 3.4 om natur, miljø og samfunn har en god tilnærming til dette. Men for at natur og miljø faktisk skal kunne bli tverrgående må tiltaksrammeverket for det, som kapittel 3.4 peker på som sentralt, appliseres på hele strategien, fra valget av satsningsområder, til FoU-aktiviteter, og helt ned til program- og prosjektnivå. Rapporten peker på tiltaksrammeverket unngå – flytte – forbedre fra Miljødirektoratet og Klimamelding 2035 (side 48), men henviser samtidig flere steder til tiltakshierarkiet, som innebærer unngå – begrense – istandsette – kompensere (Miljødirektoratet). Det er uklart om rapporten mener at disse verktøyene overlapper hver andre, men det er uansett viktig å dekke alle disse elementene i en tydelig prioriteringsorden, som grunnlag for strategien. I en strategi for å være et lavutslippssamfunn i 2050 som ivaretar natur, innebærer dette at vi først må prioritere energisparing og resirkulering av materialer, og siden den miks av energikilder som gir minst mulig naturfotavtrykk, og samtidig danner et funksjonelt og økonomisk realiserbart kraftsystem, som gir nok kraft til omstilling. I lys av dette er satsningsområdene energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet, samt havvind gode prioriteringer. Dermot er det problematisk at energikilden som gir minst naturfotavtrykk og har lavest konfliktnivå etter energieffektivisering/sparing mangler, nemlig solkraftproduksjon fra bygg/allerede eksisterende infrastruktur, eller tidligere jordbruksarealer/samløkasjon med jordbruk. Dette siden det har et meget stort ubrukt potensial i Norge, (sol på bygg fra 30 TWh ifølge IFE til 65 TWh ifølge Multiconsult, sol på parkeringsplasser og avsluttede deponier 3,2 TWh, og på tidligere jordbruksareal 128 TWh ifølge Multiconsult), og utviklingen i andre land tilsier at det kan være økonomisk realiserbart gitt riktig rammeverk. Det kan dessuten – særlig i kombinasjon med batterier – avlaste kraftnettet, noe som reduserer behovet for nett og slik kan forhindre ytterligere nedbygging av natur til dette.



Solkraftproduksjon på bygg ville også kunne bidra til å løse de tre hovedutfordringene i strategien i avgjørende grad, siden det:

1. Er en av energikildene som går aller raskest å ta i bruk.
2. Solkraftproduksjon på bygninger med batterilagring ville øke beredskapen i Norge betraktelig.
3. Sol er en av energikildene som forventes vokse mest i den globale omstillingen, med store eksportmuligheter for norsk industri.

Til tross for dette går utviklingen av solkraftproduksjon på infrastruktur feil vei i Norge sammenlignet med andre land. Salget av solpaneler gikk ned 90 prosent i årene 2023-2025, og ifølge NVE er vi langt fra å nå målet om 8TWh solkraftproduksjon i 2030. Drivene som har skapt en rask utvikling av solkraft i andre europeiske land (langsiktige og forutsigbare støtteordninger, høye og svingende kraftpriser, forenklet regelverk, og økte krav) mangler i Norge. Med andre ord trengs en kraftig økt innsats og mer kunnskap om hva som må gjøres for å klare å ivareta det store potensialet for rask fornybar kraft til omstilling fra sol på allerede eksisterende infrastruktur i Norge. I en strategi for å bli et lavutslippssamfunn burde dette være et sentralt satsningsområde.

Siden det ikke er mer plass til å kommentere her, vil vi sende inn en kommentar til fra WWF som fortsetter på samme tekst.

Kristina Fröberg (WWF Verdens naturfond)

3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 25)

Dette er en fortsettelse på WWFs første kommentar til samme side. Tekstene bør leses sammen.

To av satsningsområdene i strategien står i direkte motsats til tiltakshierarkiet, og en av dem til strategiens målsetning om å bli et lavutslippssamfunn i 2050. Å prioritere og utvikle en industri for utvinning av havbunnsmineraler før vi har kunnskap om miljøvirkningene fra den er forsvarlige, er å gå direkte mot prinsippet å unngå skade i tiltakshierarkiet. I dag er det heller ikke noe som tilsier at utvinning av havbunnsmineraler er teknologisk eller økonomisk realiserbart. For å følge tiltakshierarkiet bør heller forskning og innovasjon for å øke resirkulering av nødvendige materialer til omstilling prioriteres - noe som ifølge Sintef kan redusere behovet for mineraler i omstillingen med opp mot 60%, og både spare natur og økonomi. (Se mer om dette i WWFs kommentarer til 3.7.)

I en strategi med et mål om å utvikle et lavutslippssamfunn innen 2050, er det ikke plass til å investere i forskning på nye olje eller gassressurser. Nye olje- og gassfelt gir oss ikke olje før frem mot 2050, når vi skal være et lavutslippssamfunn, og olje- og gassproduksjon er en av våre aller største utslippssektorer. Investeringen trengs heller til å lage en utfasingsplan som faser over ressurser og arbeidskraft til nye



næringer, så at vi får en god overgang til tiden da både vi, Europa og resten av omverden skal ha gått over til fornybart. I tillegg gir fossile energikilder langt større totalt naturfotavtrykk enn fornybare, og derfor må de unngås i tiltakshierarkiet (se mer om dette i vår kommentar til 2.2.5).

I tillegg bør innholdet i en energistrategi formes etter hvor mye ny kraft vi trenger for omstilling. Det raskest voksende kraftforbruket fremover tros komme med datasenter. Men til tross for at disse både sluker store mengder kraft, nett og areal behandles disse som annen virksomhet. Vi trenger derfor forskning på hvordan disse kan reguleres for å få størst mulig samfunnsnytte, og ikke hindre at vi når våre klima- og naturmål.

For å oppsummere er vårt overordnede og viktigste innspill at hvis strategien skal være på lag med naturen og samfunnet, så må naturhensyn og tiltakshierarkiet for det brukes som et kriterium for å faktisk si og prioritere. Dette gjelder alt fra satsningsområder helt ned til prosjektnivå.

Det kan realiseres gjennom en forpliktende prioriteringsregel for all offentlig energi-FoUI, hvor prosjekter og programmer skal dokumentere hvordan de følger tiltakshierarkiet og hvordan de bidrar til å dekke energibehovet med lavest mulig samlet klima- og naturbelastning. Det betyr at unngåtte energibehov, bruk av eksisterende infrastruktur, grå arealer og naturvennlig lokalisering skal vurderes før nye naturinngrep. For at dette faktisk skal få en virkning, må regelen inn i tildelingsbrev, programplaner, utlysninger og evalueringskriterier hos Forskningsrådet, Enova, Innovasjon Norge og andre virkemiddelaktører. Energi2050 bør deretter rapportere årlig på hvor mye innsatsen har bidratt til energieffektivisering, frigjort effekt, utslippskutt, unngått arealbruk og redusert samlet naturbelastning. Da vil vi også kunne se om strategien har nådd sin ambisjon om at «natur, miljø og samfunn» skal bli en tverrgående prioritet.

Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)

3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 26)

Kva: Vedr «Integrerte og digitaliserte energi systemer», siste setning bør inkludere «effektiv og bærekraftig utnyttelse av ressursgrunnlag og infrastruktur på tvers av energisystemer. Kvifor kommentert: Dette er fokus i vår FoUI på utvikling av modeller og metoder for grunnlag for og i optimalisering av produksjon der omsyn til bærekraft og miljø er sentrale element



Innsender	Kapittel	Kommentar
Geir Grasmo (Universitetet i Agder)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 26)	Universitetet i Agder slutter seg til ENERGI2050 sine prioriteringer som beskrevet i kapittel 3.1 innrettet mot tre hovedutfordringer energisikkerhet, integrerte og digitaliserte energisystemer, og natur, miljø og samfunn.
Kristine Lunde-Fuglestad (Battery Norway)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 27)	Battery Norway mener batteriteknologi bør vurderes som et eget prioritert teknologiområde. Batterier har betydning for energisikkerhet, fleksibilitet i kraftsystemet, transport, forsvar og beredskap. Teknologien har også potensial for norsk industriell verdiskaping og er viktig for utviklingen av robuste europeiske verdikjeder. En tydeligere prioritering vil bedre gjenspeile batteriteknologiens bidrag til strategiens mål.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 27)	I avsnittet om CO ₂ -håndtering endres første setning til: 'CO ₂ -håndtering er avgjørende for å nå nasjonale og internasjonale klimaambisjoner, fordi verdikjeden muliggjør utslippsreduksjoner i sektorer og prosesser som er vanskelige å elektrifisere, og fordi den muliggjør ny ren og regulerbar kraftproduksjon fra naturgass.'
Frode Longva (CICERO Senter for klimaforskning)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 27)	Klima er nevnt i enkelte kapitler, men gitt mandatet (lavutslipp) bør det adresseres gjennomgående, blant annet med finansiell og fysisk risiko. Klima/natur/miljø kan med fordel bygges inn i alle de tre tverrgående prioriteringene
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 27)	Kva: Vedr «Ivaretagelse av natur miljø og samfunnshensyn». FoU i forhold til kommunikasjon på politisk og folkeleg nivå er eit tema som burde vore nemnt her. Kvifor kommentert: FoU på bruk av ny teknologi (VR, XR etc) kan bidra som middel i kommunikasjon. Korleis lage desse og korleis bruke dei er tema for FoU
Marianne Zeyringer og Beate Seibt (EMPOWER: Sustainable Batteries in	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 27)	Kapittel: 3.1.2 og 3.7 Havbunnsmineraler · Side: 27, 61 og 62 Nåværende tekst:



Mobility - (Em)powering a
Net-zero Energy Transition,
Konvergensmiljø UiO:Energi
og miljø)

1. Overskriften «3.7 Havbunnsmineraler» (s. 61), og tilsvarende navnet på satsingsområdet i kap. 3.1.2
2. «Havbunnsmineraler prioriteres fordi det er behov for å styrke kunnskapsgrunnlaget om mineralressursene og miljøsmåbarhetene på norsk sokkel. Ressursene kan styrke europeisk forsyningssikkerhet for kritiske mineraler [...]» (s. 27)

Forslag til ny tekst:

1. «3.7 Kritiske mineraler: sirkulære verdikjeder og kunnskap om havbunnen»
2. «Kritiske mineraler prioriteres fordi energiomstillingen øker behovet for kobber, kobolt, litium, nikkel, mangan og sjeldne jordarter. Sirkulære verdikjeder, med redusert materialbehov, ombruk og gjenvinning, prioriteres først, fordi de styrker europeisk forsyningssikkerhet med mindre naturrisiko enn ny utvinning. For havbunnsmineraler prioriteres uavhengig kunnskap om dyphavsøkosystemene. Utvinningsrettet FoU bør vente til et uavhengig beslutningspunkt er passert (se kap. 3.7.1–3.7.2).»

Nye FoU-behov i kap. 3.7:

- «Gjenvinning av kritiske mineraler på tvers av produktgrupper: batterier, permanentmagneter i vindturbiner og elmotorer, solcellemoduler, elektronikk, kabler og nettkomponenter.»
- «Prosessteknologi for gjenvinning, med utgangspunkt i kompetansen i norsk prosessindustri.»
- «Design for demontering, ombruk og sporbarhet, og forretningsmodeller og atferd som øker innsamlingen.»
- «Materialeffektiv design og teknologier med mindre behov for kritiske mineraler, som generatorer med redusert behov for sjeldne jordarter.»

Andre tekststeder som bør endres med samme begrunnelse: Gjenvinningsbehovene som i dag står spredt i kap. 5, for batterier (s. 95) og solcellemoduler (s. 106), samles under 3.7.

Begrunnelse: Strategien omtaler selv havbunnsmineraler som et supplement til «landbasert utvinning, resirkulering og sirkulære løsninger» (s. 62). Likevel er bare utvinningen et eget satsingsområde. Gjenvinning står spredt under teknologiområder som ikke er prioritert (s. 95, 105 og 106). Kina sto i 2024 for nær 95 prosent av produksjonen av permanentmagneter, som havvindturbiner er avhengige av (s. 65). Gjenvinning alene dekker ikke behovet i en vekstfase (s. 61), og derfor må satsingen også omfatte redusert materialbehov. En litteraturgjennomgang fra EMPOWER-prosjektet viser at de fleste miljømessige og sosiale konsekvensene i batterienes livsløp oppstår ved utvinning av nye råmaterialer, og at gjenvinning kan gi store mengder kritiske mineraler som litium, kobolt og kobber tilbake (Mahzouni og van der Velden, 2026, The International Journal of Life Cycle Assessment). Gjenvinning reduserer dermed behovet for nye gruver, enten de ligger på land eller på havbunnen.



Strategien begrunner satsingen på havbunnsmineraler med at ressursene «kan styrke europeisk forsyningssikkerhet for kritiske mineraler» (s. 27). EU-kommisjonen går imidlertid inn for forbud mot gruvedrift på havbunnen og godkjenner ikke slike prosjekter som strategiske prosjekter under forordningen om kritiske råmaterialer. Europaparlamentet ba i april 2026 om et moratorium, og en juridisk utredning fra juni 2026 konkluderer med at EU kan stenge sitt indre marked for mineraler fra havbunnen. Det er derfor usikkert om det vil finnes et europeisk marked for norske havbunnsmineraler. I Norge er første konsesjonsrunde stanset i budsjettforhandlingene både i 2024 og 2025. Gjenvinning er derimot i tråd med EUs egen politikk: forordningen om kritiske råmaterialer har som mål at 25 prosent av EUs årlige forbruk av strategiske råmaterialer skal dekkes av gjenvinning innen 2030.

Tor Håkon Jackson Inderberg
(Fridtjof Nansens Institutt)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 27)

FNI mener at teknologifokuset og valg av prioriterte teknologier overordnet sett er fornuftig. Gitt nåværende utbyggingspotensiale og hva som kan adressere lavutslippssamfunnet raskt foreslår vi at landbasert vindkraft og solkraft settes høyere på listen og som en del av prioriterte teknologier.

Velaug Myrseth Oltedal
(Høgskulen på Vestlandet)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 27)

som overordnet kommentar til dette kapittelet foreslår vi følgende:

I det nåværende forslaget er hydrogen ikke lenger et eget prioritert FoUI-satsingsområde, men vi mener dette bør gjøres om på.

Begrunnelse: Hydrogen har fortsatt vesentlige, sammenhengende FoUI-behov som vanskelig ivaretas gjennom en oppdeling mellom andre satsingsområder. Det gjenstår fortsatt vesentlige forskningsutfordringer innen produksjon, materialer, lagring, sikkerhet og industriell bruk. Et eget satsingsområde kan sikre sammenhengende utvikling av hele verdikjeden og redusere risikoen for fragmentering mellom andre satsinger. Norske forskningsmiljøer og industribedrifter gir grunnlag for teknologiutvikling, eksport og deltakelse i europeiske forskningssatsinger, og med den relativt svake markedsutviklingen pr nå er en målrettet og langsiktig FoUI-innsats desto mer viktig.

JOSEFINE HELENE SELJ
(IFE)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 27)

Landbasert energiproduksjon, lagring og nett må løftes inn blant de prioriterte områdene.



- IFE mener strategiens prioritering er for sterkt orientert mot offshore energi- og ressursutnyttelse. Havvind, petroleum, CO₂-håndtering, havbunnsmineraler og maritim transport er alle prioritert, mens solenergi, landvind og batterier henvises til den brede kunnskaps- og teknologiplattformen.
- Dette gir en ubalansert portefølje sett opp mot strategiens egen beskrivelse av at tempoet i energiomstillingen er for lavt, og at mangel på kraft og nettkapasitet begrenser både ny industri og ny kraftproduksjon.
- Landbasert kraftproduksjon, distribuerte energiressurser, batterier, fleksibilitet, energilagring og nettutvikling er ikke støttefunksjoner i energiomstillingen. De er sentrale forutsetninger for raskere krafttilgang, bedre utnyttelse av nettet, lokal forsyningssikkerhet og utvikling av ny industri.
- IFE anbefaler derfor at landbasert energiproduksjon og lagring etableres som et tydelig prioritert teknologiområde. Som et minimum må solenergi, landvind og batterier løftes eksplisitt inn i den prioriterte satsingen på integrerte energisystemer, med konkrete FoUI-behov og en tydelig forventning om styrket innsats.
- Området bør omfatte kombinasjoner av sol, landvind, batterier, fleksibelt forbruk, mikronett og lokal energistyring. Det er nettopp samspillet mellom disse løsningene som kan frigjøre nettkapasitet, redusere effektbelastning og gi raskere tilgang på kraft.

Strategien erkjenner at ny produksjon og nytt forbruk må kobles til raskere, og at lokal produksjon, lagring og sluttbrukere kan styrke energisikkerheten. IFEs vurdering er likevel at disse løsningene ikke er gitt en prioritet som står i forhold til betydningen deres.

Katrine Wyller (Norges
Forskningsråd)

3.1 Energi2050s prioritering av
forsknings- og
innovasjonsinnsatsen (s. 27)

Kap 3.1.1 Tverrgående satsinger for å møte FoUI-behov på tvers av energisystemet

Det er positivt at det er fremhevet tre sentrale tverrgående satsinger for å møte FoUI-behovet på tvers av energisystemet.

I omtalen av «Natur, miljø og samfunn» er FoUI-behovet konkretisert til «miljødesign, rammeverk for konsekvensutredninger og prosesser som reduserer konflikter og forsinkelser». Samfunnsmessige problemstillinger er sett hovedsakelig gjennom utbyggingskonflikter; vi må bygge ut mer energi, hvordan kan vi få befolkningen med på laget?

Energiomstillingen spenner over en lang rekke forskningsfelt som i dag ikke er tilstrekkelig reflektert i strategien. Se ellers kommentarer til kapittel 3.4.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 28)	Vannkraft: I avsnittet står det "Med sine systemtekniske egenskaper er den samtidig en av Norges viktigste beredskapsressurser." Bør også nevne at den er desentralisert og finnes spredt over hele landet, noe som bidrar til Norges beredskap.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 28)	«Havvind prioriteres fordi Norge har gode naturgitte forhold» erstatt med: «Havvind prioriteres fordi Norge har SPESIELT gode naturgitte forhold...»
JOSEFINE HELENE SELJ (IFE)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 29)	IFE mener det mangler tallgrunnlag som støtter vurderingene som ligger til grunn for utvalget av prioriterte områder og at vurderingene som ligger til grunn for figur 3.1.3 bør gjennomgås på nytt. Figuren gir inntrykk av at de landbaserte teknologiområdene i liten grad bidrar til å møte utfordringen knyttet til framtidig verdiskaping, mens enkelte offshore-relaterte områder vurderes å ha et betydelig bidrag. Det fremgår imidlertid ikke hvilket analysegrunnlag, hvilke forutsetninger eller hvilke kriterier som ligger til grunn for disse vurderingene. Særlig fremstår det uklart hvordan bidrag til framtidig verdiskaping er vurdert. Figuren kan tolkes som at verdiskaping primært knyttes til videreutvikling av eksisterende offshore- og petroleumsrelaterte verdikjeder. IFE mener dette er en for snever tilnærming. Framtidig verdiskaping kan oppstå gjennom etablering av nye verdikjeder, nye markeder, nye selskaper og nye teknologiske løsninger, også innen områder som i dag ikke er tett koblet til petroleumssektoren. IFE mener at vurderingen av flere teknologiområder bør revurderes. Etter vår vurdering bidrar både «Integrerte, digitaliserte energisystemer» og «Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet» til å møte alle de tre identifiserte hovedutfordringene i strategien: energisikkerhet, energiomstilling og framtidig verdiskaping. IFE mener også at «Landbasert energiproduksjon, lagring og nett» bør løftes fram som et eget prioritert satsingsområde. Området er sentralt for raskere krafttilgang, bedre utnyttelse av eksisterende nett, utvikling av ny industri, økt energisikkerhet og betydelig framtidig verdiskaping. Etter IFEs vurdering vil også dette området bidra til å møte alle de tre hovedutfordringene som strategien er bygget rundt.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kristin Evensen Mathiesen (NINA)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 29)	I tabellen på s. 29 bør også «Natur, miljø og samfunn» markeres med en prikk under «energisystemet møter digitale og fysiske trusler», ettersom klima- og naturrisiko er alvorlige fysiske trusler, samt at et samfunn med manglende legitimitet vil være utsatt for mer trusler. Se flere innspill om energisikkerhet fra NINA under kap. 3.2
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 29)	Kap 3.1.3 Porteføljen av prioriterte forsknings- og innovasjonsområder Strategien prioriterer etter Forskningsrådets mening FoU mot de næringsmulighetene som er viktigst på kort sikt og på en god måte. De ulike prioriterte forsknings- og innovasjonsområdene bidrar imidlertid i svært ulik grad til de tre definerte hovedutfordringene. De er også i svært ulike grad sentrale for energiomstillingen. Dette er ikke reflektert i strategien. Dette burde vært reflektert i figuren på side 29 og også i omtalen av de ulike prioriterte områdene.
Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	3.1 Energi2050s prioritering av forsknings- og innovasjonsinnsatsen (s. 29)	Kapittel 3.1.3 Porteføljen av prioriterte forsknings- og innovasjonsområder – side 29 Strategien legger betydelig vekt på områder hvor Norge allerede har etablerte industrielle posisjoner. SINTEF vil understreke at FoU også må bidra til å bygge framtidige konkurransefortrinn. Innen batteriområdet har Norge sterke forskningsmiljøer, avansert pilotinfrastruktur og kompetanse gjennom store deler av verdikjeden. Strategien bør derfor også vektlegge områder hvor Norge kan bygge nye industrielle posisjoner fram mot 2050, ikke bare videreutvikle dagens.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Kva: kap3.2.1 Klimaendringar er ikkje nemnt som utfordring for energisikkerhet. Endra avrenningsmønster og volum kan i stor grad påvirke både evna til å levere kapasitet og energi. 2026 er eit eksempel på dette der vi er all time low i magasina og vi går ein usikker vinter i møte. Med auka forbruk vil dette bli ei større utfordring. Kan nemnast under pkt 2. Robust systemdesign Bør framhevast som eit FoU behov.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Kvifor: Klimaendring vil vere eit viktig argument for å forske på energisikkerheit og bør difor nemnast spesifikt under desse overskriftene
Tore Dugstad (Eidsiva Bioenergi AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Fjernvarmebransjen står overfor felles barrierer for styrket energisikkerhet som annen energiforsyning, og er en vesentlig del av energisystemet på land i Norge. Fjernvarme bør nevnes eksplisitt som teknologi/ energibærer i ovennevnte avsnitt, med bakgrunn i følgende argumenter. • Fjernvarme styrker energisikkerheten lokalt ved å avlaste kraftsystemet i perioder med høyt vinterforbruk og ved å kombinere flere energikilder. • I de store norske byene står fjernvarme for mellom 15-40% av leveransen til oppvarming og tappevann. Denne energileveransen er vesentlig i både ordinær drift og i krisesituasjon. En stor andel av offentlige bygg slik som sykehus, sykehjem og andre samfunnskritiske samfunnsbygg er koplet til fjernvarmesystemet i storbyene.
Marit Dolmen (Elkem ASA)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Energisikkerhet bør også omfatte industriell produksjons- og prosesseringskapasitet. Tilgang til energi er ikke tilstrekkelig dersom Norge og Europa samtidig mister kapasitet til å produsere og foredle kritiske og strategiske materialer. Energi2050 bør inkludere FoUI som styrker robuste energiløsninger, råvare- og reservedelstilgang, beredskap og rask gjenoppretting i strategisk viktig prosessindustri.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Kapittel 3.2, to steder: Utdyp formuleringen om at vannkraft er «allerede bygget med krav til beredskap». Forslag til tillegg: «...men aldrende dammer og styringssystemer og et skjerpet trusselbilde gjør fornyelse til et sikkerhetsspørsmål (kap. 3.11).»
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Fjernvarmebransjen står overfor felles barrierer for styrket energisikkerhet som annen energiforsyning, og er en vesentlig del av energisystemet på land i Norge.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Fjernvarme bør nevnes eksplisitt som teknologi/ energibærer i ovennevnte avsnitt, med bakgrunn i følgende argumenter. • Fjernvarme styrker energisikkerheten og energiberedskapen lokalt ved å avlaste kraftsystemet i perioder med høyt vinterforbruk og ved å kombinere flere energikilder. • Fjernvarmeinfrastruktur er gravd ned i bakken og varmesentralene er spredt geografisk, flere er i fjell eller under bakkenivå. De utnytter ulike kilder og dersom en varmesentral går ned kan leveransen kobles fra andre sentraler. • Varmt vann har stor varmelagringsevne, fjernvarmen holder bygningsmassen varm lenger etter et strømbrydd enn bygg med direkte elektrisk oppvarming. • I de store norske byene står fjernvarme for mellom 10-30 % av leveransen til oppvarming og tappevann. Denne energileveransen er vesentlig i både ordinær drift og i krisesituasjon. En stor andel av offentlige bygg slik som sykehus, sykehjem og andre samfunnskritiske bygg er koplet til fjernvarmesystemet i storbyene.
Jon Iver Bakken (Hafslund Celsio)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	3.2.1 Energisikkerhet som en forutsetning for Energi 2050s måloppnåelse Vi savner en mer helhetlig energisystemforståelse og tilnærming til dette. I dag er fjernvarme en betydelig energi- og ikke minst effektleverandør til de store byene, ikke minst i Oslo der fjernvarme dekker en betydelig andel av det totale effektbehovet på kaldeste dag. Med en egen infrastruktur supplerer man kraftsystemet og den samlede beredskapen og energisikkerheten styrkes i stor grad, men det gjenstår mye FoU og tiltak før man kan høste enda større gevinster av dette. Dette gjenspeiles ikke i utkastet som fort kan leses som veldig kraftdominert, og burde vært løftet opp i mer klartekst. Se også vår kommentar på 3.3.2.
JOSEFINE HELENE SELJ (IFE)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	• IFE anbefaler at strategien i større grad identifiserer kritiske kunnskaps- og teknologiområder på tvers av hele verdikjeden, fra ressurs og prosessering til materialer, komponenter, anvendelse, ombruk og resirkulering.
Øistein Fosse Mathisen (Lyse Neo)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Fjernvarme er et energifleksibelt system med robuste infrastrukturer, hvor store deler av anleggene er etablert under bakken og dermed mindre eksponert for vær- og beredskapshendelser



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Potensialet som redundant energisystem til blant annet strøm er stort. Fjernvarme bør behandles grundigere i anbefalingene.
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Forsyningssikkerhet for flydrivstoff bør inngå eksplisitt i satsingen på energisikkerhet. Luftfarten har en kritisk funksjon for samfunnssikkerhet, beredskap, transport og mobilitet, samtidig som sektoren er avhengig av kontinuerlig tilgang på energitette drivstoff. Omstillingen fra fossilt jetdrivstoff til bærekraftig flydrivstoff medfører derfor ikke bare en klima- og teknologiutfordring, men også en forsyningssikkerhetsutfordring. Økt norsk eller nordisk produksjonskapasitet for bærekraftig flydrivstoff kan redusere strategiske avhengigheter, styrke beredskapen og samtidig bidra til å bygge en ny industriell verdikjede.
Kristin Evensen Mathiesen (NINA)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Energistrategien mangler perspektivene naturrisiko og klimarisiko i beskrivelsene om energisikkerhet. Disse begrepene må inkluderes som to ulike risikoelement for å trygge fremtidens energisystem.
Arne Eik (Norsk Industri)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Energi2050 løfter energisikkerhet frem som et nytt og kritisk område. Norsk Industri støtter dette. Utkastet peker på begrenset nasjonal tilgang på kritiske reservedeler og reparasjonskapasitet (s. 33), og anbefaler mer kunnskap om nasjonal eller nordisk produksjonskapasitet (s. 34). Norsk Industri støtter dette. Norske bedrifter produserer blant annet kabler, transformatorer, kraftelektronikk. Satsingen på energisikkerhet bør derfor omfatte utvikling og demonstrasjon i norske produksjonsmiljøer, i tillegg til analyse- og scenariokapasitet. Energisikkerhet må imidlertid også sees i sammenheng med tilgang til strategiske materialer, robuste industrielle verdikjeder og evnen til å opprettholde nasjonal og europeisk produksjonskapasitet. Strategien peker selv på behovet for å redusere strategiske avhengigheter knyttet til teknologier, komponenter og råvarer. For Norge innebærer dette en mulighet til å koble våre fortrinn innen fornybar kraft, bergindustrien, kraftforedlende prosessindustri, materialkompetanse og sterke forskningsmiljøer til Europas økte behov for robuste strategiske verdikjeder. Tilgang til kritiske og strategiske råmaterialer er en forutsetning for robuste industrielle verdikjeder og har økende betydning for europeisk beredskap, sikkerhet og forsvarsevne. Å opprettholde og videreutvikle



Innsender	Kapittel	Kommentar
		europaisk produksjons- og prosesseringskapasitet bør derfor inngå som en del av Energi2050s perspektiv på energisikkerhet.
Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (4 av 8): Kap. 3.2 Energisikkerhet Utkastet sier at energisikkerhet i økende grad handler om evnen til å «opprettholde og gjenopprette energiforsyningen». Kjernekraft er væruavhengig, brenselet kan lagres for flere års drift, og kraftverk kan plasseres nær forbruket. Statnett skriver at kjernekraftverk har «flere systembærende egenskaper som er viktige for driftssikkerheten», og har et hovedscenario med underskudd i den norske energibalansen fra 2035. Enkelte konsepter for små modulære reaktorer (SMR) kan utformes for å starte uten strøm fra nettet og drive et lokalt nett alene om hovednettet faller ut. Utkastet plasserer selv brenselforsyning for kjernekraft under Energisikkerhet (kap. 5.6). Vi støtter dette, og ber om at satsingsområdet også omfatter brenselforsyning og leveransekjeder sammen med allierte, beredskap og regional forsyningsikkerhet, inkludert svart-start og øydrift. Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn
Lars Petter Maltby (Prosess21)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Eksisterende begrep: nasjonal eller nordisk produksjonskapasitet Forslag: nasjonal eller nordisk produksjons- og prosesseringskapasitet for kritiske og strategiske materialer og komponenter Begrunnelse: For flere kritiske og strategiske materialer ligger sårbarheten ikke bare i tilgang til råstoff, men i prosessering, raffinering og videreforedling. Dette er også viktig for europeisk forsyningsikkerhet og robusthet.
Tor Martin Misund (Vestland fylkeskommune)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Vestland fylkeskommune vil understreke at energitryggleik må sjåast som ein del av nasjonal tryggleik. I Energi2050-strategien blir det tilrådd at det blir etablert ein nasjonal test- og demonstrasjonsarena for energitryggleik. Dette er noko Vestland fylkeskommune ser som avgjerande for å lukkast på dette feltet. Vestland og Sunnhordlandsregionen har særskilte føresetnader for å bli ei nasjonal test- og



demonstrasjonsarena for energisikkerheit, totalberedskap og forsyningstryggleik. Sunnhordland ligg i nærleiken av Håkonsvern marinebase, Noregs viktigaste marine installasjon. Området har Sustainable Energy-katapulten og høg kompetanse innan elfag og energi. Regionen har samstundes eit unikt industrielt grunnlag som kan understøtta Forsvaret og den maritime beredskapen i krise- og konfliktsituasjonar. Regionen kombinerer soleis tung industriell kompetanse, maritim næring, energiinfrastruktur, forskings- og testfasilitetar og strategisk geografisk plassering på ein måte få andre område i Noreg kan vise til.

Tor Martin Misund (Vestland fylkeskommune)

3.2 Energisikkerhet (s. 30)

Robust energiforsyning føreset meir enn god kraftbalanse. Kraftnettet må byggjast ut. Vestland produserer i dag meir kraft enn fylket brukar, men mange område manglar likevel kapasitet til å ta ut eller levere meir straum fordi nettet ikkje har kapasitet til å frakte krafta dit ho trengst. Dette hindrar både etablering av ny kraftkrevjande industri og utbygging av nye kraftverk. Gjennom kartlegginga i Grøn region Vestland er det identifisert over 250 grøne innovasjonsprosjekt i fylket, der 83 prosent er definerte som kraftkrevjande, og mangel på nettkapasitet hindrar utviklinga av desse. Energilagring, fleksibelt forbruk og hydrogenproduksjon kan dempe kapasitetsbehovet noko, men desse tiltaka må kome i tillegg til, og ikkje i staden for, ei storstilt utbygging av kraftnettet.

Fylkeskommunen meiner Energi2050-strategien må sikre at nasjonale verkemiddel og prioriteringar for nettutbygging samsvarar med ambisjonsnivået for ny fornybar kraftproduksjon, slik at flaskehalsar i nettet ikkje undergrev måla i strategien.

Energitryggleik

Vestland fylkeskommune vil understreke at energitryggleik må sjåast som ein del av nasjonal tryggleik. I Energi2050-strategien blir det tilrådd at det blir etablert ein nasjonal test- og demonstrasjonsarena for energitryggleik. Dette er noko Vestland fylkeskommune ser som avgjerande for å lukkast på dette feltet. Vestland og Sunnhordlandsregionen har særskilte føresetnader for å bli ei nasjonal test- og demonstrasjonsarena for energisikkerheit, totalberedskap og forsyningstryggleik. Sunnhordland ligg i nærleiken av Håkonsvern marinebase, Noregs viktigaste marine installasjon. Området har Sustainable Energy-katapulten og høg kompetanse innan elfag og energi. Regionen har samstundes eit unikt industrielt grunnlag som kan understøtta Forsvaret og den maritime beredskapen i krise- og konfliktsituasjonar. Regionen kombinerer soleis tung industriell kompetanse, maritim næring, energiinfrastruktur, forskings- og testfasilitetar og strategisk geografisk plassering på ein måte få andre område i Noreg kan vise til.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Marianne Riddervold Kahrs (Østfold Energi)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Hvor i høringsdokumentet: Området strekker seg over hele energiverdikjeden, fra mineraler, råvarer og komponenter til kraftproduksjon, kraftnett og petroleumsvirksomhet og til lagring, hydrogen og andre energibærere..... Fjernvarmebransjen står overfor felles barrierer for styrket energisikkerhet som annen energiforsyning, og er en vesentlig del av energisystemet på land i Norge. Fjernvarme bør nevnes eksplisitt som teknologi/ energibærer i ovennevnte avsnitt, med bakgrunn i følgende argumenter: • Fjernvarme styrker energisikkerheten lokalt ved å avlaste kraftsystemet i perioder med høyt vinterforbruk og ved å kombinere flere energikilder. • I de store norske byene står fjernvarme for mellom 15-40% av leveransen til oppvarming og tappevann. Denne energileveransen er vesentlig i både ordinær drift og i krisesituasjon. En stor andel av offentlige bygg slik som sykehus, sykehjem og andre samfunnskritiske samfunnsbygg er koplet til fjernvarmesystemet i storbyene.
Jan Einar Gravdal (privat)	3.2 Energisikkerhet (s. 30)	Norges rolle i europeisk energiforsyning bør underbygges med kvantifisering av energimengde fra olje & gass fra norsk sokkel. Kapittelet fremhever FoU i Norge med innenlandsk kraftproduksjon, som er viktig for Norge, men i liten grad sikkerhetsaspekter spesifikt for petroleum, som er viktig både for Norge og Europa.
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	3.2 Energisikkerhet (s. 31)	Vi støtter at energisikkerhet er en forutsetning for å lykkes med energimål i et komplekst nåværende og fremtidig trusselbilde. Samtidig vil en bredere tilgang til forskjellige energibærere og teknologier totalt sett kunne øke resiliens innen transport/luftfart, fordi det vil være løsninger basert på hydrogen eller elektrisitet, i tillegg til eksisterende flyflåter som kan flys både på tradisjonelt fossilt drivstoff eller bærekraftig flydrivstoff.
tone knudsen (Statkraft)	3.2 Energisikkerhet (s. 31)	I andre avsnitt står det at det fysiske og digitale energisystemet er bygget for fredstid, men det en generalisering som ikke er helt riktig. EMP-sikring av nettstasjoner, kraftverk i fjell og bombekappe på dammer er pga terror, sabotasje og krig, ikke normalsituasjoner. De digitale truslene kommer pga



Innsender	Kapittel	Kommentar
		digitalisering og gir en vei inn, men skyldes ikke i seg selv en mer urolig verden. vi foreslår at "bygget for fredstid" fjernes. - gjelder alle steder det måtte stå.
Jan Einar Gravdal (privat)	3.2 Energisikkerhet (s. 31)	Strategien oppgir at Norges eksport av naturgass er betydelig, og dekker om lag en tredjedel av Europas og Storbritannias gassforbruk (kap. 3.2). Men den sammenligner ikke energimengden fra petroleum med kraft noe sted. Etter mitt syn bør dette kommenteres i strategien, med tanke på å synliggjøre Norges og norsk industris potensial for å styrke energisikkerheten, både for Norge og Europa. I energimengde, utgjør gass-eksporten 30 prosent av Europas samlede gassimport og rundt 9 prosent av Europas samlede energibehov. Av en samlet norsk energieksport på 2 380 TWh i 2025 var om lag 22 TWh elektrisitet (netto), mens resten i hovedsak var olje og gass. Petroleumseksporten er dermed om lag 100 ganger større enn bruttoeksporten av kraft målt i energimengde. Uten nye feltinvesteringer anslås EUs importandel for gass å øke fra 85 til over 98 prosent innen 2050. Norsk gass er blant de rimeligste, sikreste og mest forutsigbare energikildene til Nordvest-Europa. Jeg anbefaler at dette aspektet inkluderes under 3.2 Energisikkerhet.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.2 Energisikkerhet (s. 32)	“Forskning, utvikling og innovasjon”, pkt nr 4 i lista “Utvikle teknologi for motstandsdyktige energi- og kraftsystemer, herunder løsninger for svartstart, lokal energiresiliens og fleksibilitet mellom lokale og overordnede systemer.”: Ordet “distribuert” må inn i punktet sammen med "lokal energiresiliens".
Christoffer Ripegut (NODES AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 32)	Hvor i strategien: Side 32–34 og 60. Fleksibilitet omtales som del av robust systemdesign og som mulig støtte ved gjenoppretting av nett og systemdrift. NODES anbefaler: Tydeliggjør hvordan fleksibilitetsressurser kan bidra både i ordinær drift og i beredskap, eksempelvis ved øydrift og opprettholdelse av N-1-sikkerhet, og hvilke krav de ulike bruksområdene stiller. Bruk av fleksibilitet i anstrengte situasjoner eller kriser forutsetter at nødvendige systemer, integrasjoner og prosesser allerede er etablert gjennom ordinær drift.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	3.2 Energisikkerhet (s. 32)	Kap 3.2.1 Energisikkerhet Forskingsrådet mener at det er viktig og riktig at energisikkerhet er blitt løftet som en tverrgående prioritering. Det er etter vår mening naturlig at arbeidet med dette temaet videreføres og videreutvikles i den fortsatte strategiprosessen. I lys av utviklingen av KI og hastigheten den tilgjengeliggjøres og implementeres kan det være naturlig å vurdere en forsterket innsats på digital sikkerhet knyttet til KI som trussel i nær fremtid. Det er en svakhet at for eksempel naturfare som flom og skred ikke er tydelig pekt på som en risiko for energisikkerheten. Dette er ett konkret eksempel på at den tverrgående prioriteringen av natur, miljø og samfunn i realiteten ikke er innarbeidet tverrgående.
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	3.2 Energisikkerhet (s. 32)	Utkastet omtaler behovet for å "ivareta energibehovene til militære aktører på land og til havs ved konflikt" (s. 32) og "dobbelbruksteknologi for sivil og militær beredskap" (s. 34), men behandler energisikkerhet nesten utelukkende som nett, infrastruktur og gassleveranser. Ukraina nevnes bare i sammenheng med gass og sabotasje. Krigens viktigste lærdom på energiområdet mangler: forsvarsevne avhenger i økende grad av mobil, høyenergitett energilagring i droner, ubemannede systemer og soldatsystemer. Vi foreslår at kapittel 3.2 får et eget avsnitt om mobil energilagring for forsvar og beredskap, med norsk eller nordisk celleforsyning som eksplisitt mål. Barrieren på s. 31, "overgangen fra prototyp til marked er svak i en umoden verdikjede for sikkerhetsrettede energiløsninger", beskriver nettopp denne verdikjeden.
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	Konkretiser flydrivstoffets rolle i energisikkerhet og beredskap: Kommentaren gjelder kapittel 3.2.2, side 33–35, med kobling til kapittel 5.8, side 103. AFSN anbefaler at flydrivstofforsyning får en tydelig plass i strategiens innsats på energisikkerhet. Dette bør omfatte både dagens forsyning og overgangen til økt SAF-bruk. Mulig norsk produksjon bør vurderes sammen med lagre, transportmuligheter og tilgang på nødvendige innsatsfaktorer. Forslag til nytt punkt i kapittel 3.2.2:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		«Utvikle scenarioanalyser og demonstrasjoner for robust forsyning av flydrivstoff til samfunnskritisk luftfart. Arbeidet bør omfatte alternative forsyningsveier, terminal- og lagerkapasitet, transportavhengigheter og evnen til å opprettholde levering ved bortfall av kraft, kommunikasjon eller transport. Vurdere hvordan norsk og nordisk produksjon av SAF og e-SAF kan bidra til forsyningssikkerhet, herunder i Nord-Norge. Vurderingene bør omfatte avhengigheten av kraft, råstoff, CO₂, utstyr og logistikk, samt samspillet med beredskapslagre og eksisterende drivstoffinfrastruktur.»
Tore Dugstad (Eidsiva Bioenergi AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	FoUI bør omfatte energiberedskap i byer (tettbebygde strøk), herunder bruk av eksisterende energiinfrastruktur, utvikling av termiske fjernvarmesystemer med potensiale for varme- og kjølelagre samt økt forståelse av samspill mellom kraftnett, lokale energikilder, fjernvarme- og fjernkjølesystemene og termiske lagringsmuligheter.
Helge Tvedt (Eviny Termo AS)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	Termiske energisystemers bidrag til energisikkerhet og beredskap bør synliggjøres tydeligere. Energisikkerhet handler også om evnen til å opprettholde kritisk varmforsyning ved knapphet, bortfall av kraft eller andre avbrudd. Fjernvarmesystemer kan kombinere flere energikilder, termisk lagring og reservekapasitet og dermed redusere avhengigheten av én energibærer. Eviny Termo anbefaler FoUI som dokumenterer hvordan termisk lagring, alternative energikilder og reservekapasitet kan opprettholde varmforsyningen over tid ved knapphet og avbrudd. Forskningen bør også identifisere felles sårbarheter og avhengigheter mellom kraft- og varmesystemene. Det er videre behov for metoder som verdsetter reservekapasitet og alternative forsyningsmuligheter, og som belyser finansiering, regulering og fordeling av ansvar og kostnader knyttet til beredskap.
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	Vi støttar at energisikkerheit er løfta fram som eit prioritert tverrgående satsingsområde. For å styrkja den samla motstandskrafta i energisystemet må forskings- og innovasjonsinnsatsen omfatta fleire energiberarar og infrastrukturar.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)		Scenarioanalyser, stresstesting og demonstrasjonsprosjekt bør inkludera fjernvarme, nærvarme, lokale varmesystem, brenslager, bioenergi, overskottsenergi, biogass, andre fornybare gassar og biodrivstoff. Dette er løysingar som kan bidra til redundans, gjenopprettingsevne og energiforsyning til kritiske samfunnsfunksjonar. Analysane bør omfatta heile verdikjeda frå råstoff og innsatsfaktorar til produksjon, lagring, transport, distribusjon og kompatibelt sluttbrukarutstyr. Biogass og biodrivstoff bør òg inngå i vurderingane av sivil og militær drivstoffberedskap. Vi ber om at energiberarar og infrastrukturar som kan fungera uavhengig av kvarandre, får ein tydeleg plass i dei prioriterte forskings- og innovasjonsbehova for energisikkerheit.
Jon Erling Fonnøløp (Fornybar Norge)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	FoUI bør omfatte energiberedskap i byer (tettbebygde strøk), herunder bruk av eksisterende energiinfrastruktur, utvikling av termiske fjernvarmesystemer med potensiale for varme- og kjølelagre samt økt forståelse av samspill mellom kraftnett, lokale energikilder, fjernvarme- og fjernkjølesystemene og termiske lagringsmuligheter.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	Under Forskning, utvikling og innovasjon: Legg til - styrke klimaprediksjon, både for kartlegging av fremtidige energiresurser (vind, nedbør) og skader på energiinfrastruktur (ekstremvær)
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	Under Utdanning og kompetanse: Legg til - styrke tilbud for etter- og videreutdanning innen energiresurser, energisikkerhet og grønn omstilling



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jon Iver Bakken (Hafslund Celsio)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	3.2.2 Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov Fjernvarme og termisk energi bør eksplisitt tas med i denne oversikten. Teksten er for generisk og generell slik den nå står.
JOSEFINE HELENE SELJ (IFE)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	- IFE støtter at energisikkerhet er løftet fram som et eget satsingsområde, men mener den operative behandlingen må legge større vekt på robusthet i landbaserte og lokale energisystemer. - Energisikkerhet handler ikke bare om sikring av stor, sentralisert infrastruktur og Norges rolle som energileverandør til Europa. Den handler også om lokalsamfunn, industriparker, samfunnskritiske virksomheter og forsvarsinstallasjoners evne til å opprettholde grunnleggende energiforsyning når overordnet nett eller andre forsyningslinjer svikter. - IFE anbefaler at strategien tydelig prioriterer FoUI innen øydrift, mikronett, lokal energiproduksjon, batterier, fleksibilitet, svartstart, autonome styringssystemer og samspill mellom lokale og overordnede energisystemer. - Dette bør kobles til utvikling og demonstrasjon av hybride energisystemer der sol, vind, lagring, reservekraft og fleksibelt forbruk inngår i en samlet løsning. Slike løsninger kan samtidig gi beredskap, avlastning av nettet, bedre ressursutnyttelse og nye kommersielle muligheter. - Tilgang på materialer og komponenter er en forutsetning for både energisikkerhet og utbygging av landbasert energiproduksjon. Landbaserte mineraler, prosessering, materialteknologi, substitusjon og sirkulære verdikjeder bør derfor behandles som en integrert del av energisikkerheten og energiomstillingen.
Marianne Riddervold Kahrs (Østfold Energi)	3.2 Energisikkerhet (s. 33)	Hvor i høringsdokumentet: ...avsnitt med overskrift «Forskning, utvikling og innovasjon» FoUI bør omfatte energiberedskap i byer (tettbebygde strøk), herunder bruk av eksisterende energiinfrastruktur, utvikling av termiske fjernvarmesystemer med potensiale for varme- og kjølelagre samt økt forståelse av samspill mellom kraftnett, lokale energikilder, fjernvarme- og fjernkjølesystemene og termiske lagringsmuligheter



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kristine Lunde-Fuglestad (Battery Norway)	3.2 Energisikkerhet (s. 34)	Battery Norway støtter strategiens vektlegging av energisikkerhet og robuste forsyningskjeder. Vi anbefaler at batteriteknologi synliggjøres som en relevant del av forsknings- og innovasjonsinnsatsen, særlig innen lokal energiforsyning, kritisk infrastruktur og løsninger for forsvar og beredskap. Dette er områder der videre teknologiutvikling kan bidra til økt forsyningssikkerhet og nye industrielle muligheter.
Beate Seibt & Josef Noll, UiO; Elin Kamsvåg, Kristiansund kommune; Iliana Ilieva, IFE; Berit Nilsen & Ivonne Herrera, NTNU Samforsk; Arild Schou & Thomas Øyvang, USN; Dina Aspen, NORSUS (Forskere og partnere i WeEnergize (FME Samfunn- søknad))	3.2 Energisikkerhet (s. 34)	Tema: Lokal robusthet og resiliens i krise Nåværende tekst: «Utvikle teknologi for motstandsdyktige energi- og kraftsystemer, herunder løsninger for svartstart, lokal energiresiliens og fleksibilitet mellom lokale og overordnede systemer.» Forslag til ny tekst: «Utvikle teknologi, organisering og styring for motstandsdyktige energi- og kraftsystemer, herunder svartstart, lokal drift i krise (øydriфт), også ved bortfall av kommunikasjon og digitale styringssystemer, fleksibilitet mellom lokale og overordnede systemer, og samarbeid mellom kommuner, innbyggere, beredskapsaktører og lokale energi- og nettselskaper.» Andre tekststeder som bør endres med samme begrunnelse: - «Gjennomføre innovasjons- og demonstrasjonsprosjekter i realistiske drifts- og beredskapsmiljøer, i tett samarbeid med næringslivet» (s. 34) endres til «... i tett samarbeid med næringslivet, kommuner, innbyggere og beredskapsaktører». - Nytt kulepunkt under «Forskning, utvikling og innovasjon» (s. 34): «Styrke forskningen på samfunnskomponenten i energiresiliens.» Begrunnelse: Strategien nevner lokal energiresiliens og øydriфт (s. 33–34), men som teknologi. Lokal drift i en krise avhenger like mye av hvem som organiserer den: kommunen har beredskapsansvaret og kjenner de kritiske funksjonene lokalt. I en krise er dessuten hele befolkningen beredskapsaktører. Folk må vite hvor de skal gå, hvilke naboer som trenger hjelp, hvordan egen produksjon og lagring brukes best, og hvordan de kommuniserer når vanlige kanaler faller ut. DSB ber husholdningene klare seg selv i en uke, men om lag halvparten oppgir at de ikke er godt forberedt på det (DSB, 2026). Strategien nevner «samfunnsmessig motstandskraft» som tema for grunnforskning (s. 34), men ikke befolkningens rolle. Energiresiliens har en samfunnskomponent, og den må det forskes på. Prosjektet RECITE (Forskningsrådet, 2025–2028) utvikler resilienslaboratorier der innbyggere, frivillige organisasjoner og myndigheter trener sammen på ekstremvær og kaskadeeffekter i kritisk infrastruktur, og EU-prosjektet Empower Citizens tester en prosedyre for å bygge innbyggernes erfaringer inn i beredskapsplaner. Ukraina viser hvorfor. Etter angrepene våren 2024 var nesten to tredjedeler av landets regulerbare



produksjonskapasitet okkupert, skadet eller ødelagt. Det internasjonale energibyrået (IEA) anbefaler desentralisert produksjon fordi «den geografiske spredningen gjør systemet mer motstandsdyktig mot målrettede angrep» (IEA, 2024, vår oversettelse). Lokal fornybar produksjon på allerede nedbygd areal kan bygges raskt, gir lite konflikt og øker samfunnets motstandskraft.

Petter Kvalvik (Institutt for energiteknikk)

3.2 Energisikkerhet (s. 34)

IFE anbefaler at digital suverenitet inkluderes som et eksplisitt FoUI-perspektiv under energisikkerhet. Strategien identifiserer allerede strategiske avhengigheter av utenlandske digitale løsninger, kritisk programvare og leverandører. Digital suverenitet vil gi en helhetlig ramme for forskning og innovasjon knyttet til hvordan slike avhengigheter kan forstås, håndteres og reduseres, samtidig som Norge opprettholder tilgang til og samhandling med europeiske digitale økosystemer.

Referanser:

Stortingsmelding om digital suverenitet og verdiskaping (Under arbeid).

<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/vil-styrke-norges-digitale-suverenitet-og-verdiskaping/id3174014/>

Fremtidens digitale Norge - Nasjonal digitaliseringsstrategi

https://www.regjeringen.no/contentassets/c499c3b6c93740bd989c43d886f65924/no/pdfs/nasjonal-digitaliseringsstrategi_ny.pdf

Strengthening Europe's tech sovereignty (2026)

<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/eu-tech-sovereignty>

https://commission.europa.eu/news-and-media/news/strengthening-europes-tech-sovereignty-2026-06-03_en

Sovereign Cloud Framework

https://commission.europa.eu/news-and-media/news/sovereign-cloud-framework-explained-2026-06-01_en

Sigmund S. Kielland
(Pentalys Energy)

3.2 Energisikkerhet (s. 34)

Punktet "Redusere strategiske avhengigheter i kritiske forsyningskjeder gjennom økt kunnskap om diversifisering, substitusjon og nasjonal eller nordisk produksjonskapasitet" er riktig, men uten eksempler. Battericeller er blant de tydeligste avhengighetene, jf. s. 19 ("batterier ... domineres av et fåtall leverandørland") og s. 94. Vi foreslår tilføysen: "... herunder battericeller og kritiske



Innsender	Kapittel	Kommentar
		katodematerialer, der svovelbaserte kjemier reduserer avhengigheten av nikkel, kobolt og mangan." Svovel står ikke på EUs liste over kritiske råvarer og er tilgjengelig som biprodukt fra norsk raffinering og prosessindustri.
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	3.2 Energisikkerhet (s. 34)	Den foreslåtte nasjonale satsingen på energisikkerhet bygges rundt forsknings- og innovasjonssentre og scenariokapasitet. Det vil i praksis kanalisere midlene til instituttsektoren, mens bedrifter på TRL 4–7 får lite. Vi foreslår at en fast andel av satsingen øremerkes bedriftsledede demonstrasjons- og kvalifiseringsprosjekter i "realistiske drifts- og beredskapsmiljøer" (s. 34 og 90), åpne for små og mellomstore bedrifter.
Carl Pavia (privat)	3.2 Energisikkerhet (s. 34)	Fra: Utvikle teknologi for motstandsdyktige energi- og kraftsystemer, herunder løsninger for svartstart, lokal energiresiliens og fleksibilitet mellom lokale og overordnede systemer. Til: Utvikle teknologi for motstandsdyktige energi- og kraftsystemer, herunder løsninger for svartstart, lokal energiresiliens og fleksibilitet mellom lokale og overordnede systemer, inkludert lokal fornybar kraftproduksjon fra havenergi som bølgekraft for øysamfunn, kystnære anlegg og havbaserte installasjoner. Kapittel 3.2.1 (s. 33) lister opp «lokal motstandsdyktighet og redundans gjennom øydrift og distribuerte løsninger» under beskyttelse, og nevner øydrift igjen under respons. Bølgekraft er en ressurs som er tilgjengelig nettopp der øydrift har betydning (eksponert kyst, øyer, til havs). Tillegget skaper ikke noe nytt program; det tydeliggjør bare at havbasert kraftproduksjon regnes som en «lokal» løsning i dette kulepunktet. Energisikkerhet er det området utkastet i størst grad ønsker å trappe opp, så synlighet her har betydning for senere utlysninger.
Beate Seibt, Marianne Zeyringer, og Muhammad Shahzad Javed (Energy for Future, Tematisk forskergruppe UiO:Energi og miljø)	3.2 Energisikkerhet (s. 35)	Nåværende tekst: «Integrere grunnleggende forståelse av energisystemets sårbarheter og beredskapsutfordringer i allmennutdanning og folkeopplysning, for å styrke samfunnets samlede motstandsdyktighet.» Forslag til ny tekst: «Integrere grunnleggende forståelse av energisystemet, energiomstillingen og energisystemets sårbarheter i allmennutdanning og folkeopplysning, med vekt på kritisk tenkning,



kildekritikk og løsningsorientering. Unge bør involveres i drøftinger og beslutninger om energisystemet de skal overta.»

I tillegg foreslås et nytt kulepunkt under «Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser» (s. 51): «Metoder for å involvere unge i beslutningsprosesser om energiomstillingen, og effekter av slik deltakelse på kompetanse, engasjement og legitimitet.»

Begrunnelse: De som skal drive energisystemet i 2050, går på videregående i dag. Strategien omtaler generasjonsskiftet i energikompetansen, men behandler unge bare som rekrutter. En gjennomgang av 378 energiinitiativer i åtte europeiske land, Norge inkludert, fant samme mønster: unge er blant gruppene initiativene oftest retter seg mot, men nesten bare som energiforbrukere, og bare 6,3 prosent av initiativene involverte innbyggere i politiske beslutninger (Shejale et al., 2025). I Energy for Future deltok 286 elever ved fem videregående skoler i workshops med rollespill og forhandlinger. Elevenes opplevde mulighet til å påvirke omstillingen økte tydelig: fra 2,65 til 3,11 på en skala fra 1 til 5 (manus under vurdering). Elevenes preferanser, lagt inn i en nasjonal energisystemmodell, flyttet de modellerte systemene mot havvind (Javed et al., 2026, Communications Sustainability). Lærerne beskrev at rollespill ga elevene trening i å forstå motargumenter og vurdere kilder. LK20 har allerede demokrati og medborgerskap og bærekraftig utvikling som tverrfaglige temaer, så dette bygger på skolens eksisterende mandat.

Medvirkning i valg av forskningsspørsmål og i beslutninger styrker legitimiteten til omstillingen, og den styrker demokratiet. Det betyr mye i en tid der antidemokratiske krefter får økt oppslutning i flere europeiske land. Deltakelsen må ha reell innflytelse. I et forhåndsregistrert eksperiment i Irland økte innbyggerpaneler befolkningens opplevde legitimitet av beslutninger, men bare når anbefalingene ble fulgt, og effekten var sterkest blant dem med lav politisk tillit (Germann et al., 2022). Og den bør begynne tidlig. I ni europeiske land hadde personer som hadde vært politisk engasjert i skole eller studier, høyere tillit til politiske institusjoner og mindre fremmedfiendtlige holdninger (Kiess, 2024). I Energy for Future økte elevenes opplevelse av at det finnes «mange måter å påvirke på» fra 2,64 til 3,42 i løpet av undervisningsopplegget. Når vi viser unge reelle påvirkningsmuligheter og verdsetter engasjementet deres allerede i skolealderen, investerer vi også i demokratisk tillit.

Velaug Myrseth Oltedal
(Høgskulen på Vestlandet)

3.2 Energisikkerhet (s. 44)

Etter punktet om sektorkobling mellom kraft, industri, bygg, transport og offshore foreslår vi:

«Dette bør omfatte optimalisering av hydrogen- og elektrodrivstoffverdikjeder, inkludert eksport og bidrag til fleksibilitet i kraftsystemet.»



Begrunnelse: Lønnsomheten avhenger av hvordan krafttilgang, produksjon, lagring, transport og etterspørsel virker sammen. Industrien trenger analyser som identifiserer kostnadseffektive verdikjeder og aktuelle markeder. Slike analyser bør også avklare når fleksibel hydrogenproduksjon kan gi verdi både for bedriftene og kraftsystemet.

Astrid Kjellevold og Jane Jünger (Atheno, næringsutvikling i Sunnhordland; Universitetet i Bergen og Vestland fylkeskommune)

3.2 Energisikkerhet; 4.2 Det norske virkemiddelapparatet

Høyringsinnspel til Energi2050: Test- og demonstrasjonsarenaer for energisikkerheit og energiberedskap

Me støttar Energi2050 si vektlegging av energisikkerheit som eit prioritert innsatsområde og av forskings- og innovasjonsinfrastruktur som eit viktig verkemiddel for å utvikle framtidens energisystem. Samstundes meiner me strategien med fordel kan vera tydelegare på behovet for nye former for test- og demonstrasjonsarenaer som kan møte utfordringane i eit stadig meir komplekst og integrert energisystem.

I tilknytning til punkt 3.2 om forskings- og innovasjonsinfrastruktur og punkt 4.2 om energisikkerheit, verdiskaping og internasjonalt samarbeid, vil me peika på behovet for ein ny generasjon distribuerte test- og demonstrasjonsarenaer for energiberedskap. Framtidens utfordringar oppstår ikkje berre i enkeltteknologiar, men i samspelet mellom energiinfrastruktur, digitale system, industri, transport, beredskapsaktørar og andre samfunnskritiske funksjonar. Difor er det ikkje tilstrekkeleg å sjå på testfasilitetar som avgrensa laboratorium eller enkeltstående anlegg.

Me støttar tilrådinga i kapittel 4.2 om å «styrke finansieringen av system- og verdikjededemonstrasjoner der teknologi, infrastruktur, marked, regulering og brukerbehov utvikles og testes samlet». Samstundes meiner me at strategien bør konkretisera korleis slike demonstrasjonar kan realiserast gjennom distribuerte testøkosystem for energisikkerheit og energiberedskap. Dette inneber arenaer der eksisterande energiinfrastruktur, industriaktørar, forskingsmiljø, beredskapsaktørar og offentlege verksemdar vert kopla saman i felles miljø for testing, øving, læring og innovasjon. Slike arenaer vil gjera det mogleg å testa korleis teknologi, organisasjonar, marknadsmekanismar og energisystem fungerer saman under realistiske drifts- og beredskapsscenario. Dette vil styrkja systemforståinga, bidra til innovasjon og raskare implementering av nye løysingar, og utvikla den kompetansen som er nødvendig for å møte framtidige utfordringar innan energisikkerheit og beredskap.

Me meiner vidare at industriell læring og innovasjon bør løftast tydelegare fram som ein del av energiberedskapen. Verdien av slike testarenaer ligg ikkje berre i å verifisera teknologi, men også i å byggja kompetanse, utvikla nye samarbeidsformer og skapa innovasjon på tvers av sektorar.



Testarenaer bør derfor sjåast som motorar for læring, omstilling og verdiskaping, i tillegg til å vera forskingsinfrastruktur.

Satsinga har òg ein viktig europeisk dimensjon. EU legg stadig større vekt på energy resilience and preparedness for å sikra robuste energisystem som kan handtera kriser, ekstremvær, cybertruslar og geopolitisk uro. Noreg har særlege føresetnader gjennom avansert energiinfrastruktur, sterk industrikompetanse og erfaring med drift under krevjande forhold. Test- og demonstrasjonsarenaer med europeisk relevans kan gjera Noreg til ein attraktiv vertskap for europeiske forskingsmiljø, industripartnarar og styresmakter som ønskjer å utvikle og teste løysingar for framtidens energiberedskap. Dette vil styrkja norsk deltaking i europeiske forskings- og innovasjonsprogram og bidra til at Noreg tek ei tydelegare rolle i utviklinga av robuste energisystem i Europa.

For å utløyse slike initiativ tilrår me at Energi2050 legg til rette for ei utlysing av eigne forprosjektmidlar som gjer det mogleg å utvikla konsept, byggja partnarskap og modne fram distribuerte test- og demonstrasjonsarenaer på tvers av sektorar og verdikjeder. Dette vil gi aktørar høve til å utforska korleis eksisterande infrastruktur, næringsliv, forskingsmiljø og beredskapsaktørar kan koplast saman i nye økosystem for testing, innovasjon og læring, med potensial for både nasjonal og europeisk oppskalering.

Samla meiner me Energi2050 bør løfta fram utvikling av distribuerte testøkosystem for energisikkerheit og energiberedskap som eit strategisk verkemiddel for å nå måla i både punkt 3.2 og punkt 4. Dette vil styrkja samspelet mellom forskning, næringsliv og offentlege aktørar, fremja innovasjon og industriell læring, og posisjonera Noreg som ein sentral europeisk arena for utvikling og testing av framtidens robuste energisystem.

Regionen Sunnhordland i Vestland kombinerer tung industriell kompetanse, maritim næring, energiinfrastruktur, forskings- og testfasilitetar og strategisk geografisk plassering, og er klar for å spela ei rolle i denne samanhengen.

Beste helsing Astrid Kjellevold, Dagleg leiar av Atheno, næringsutvikling i Sunnhordland, og Jane Jünger, Seniorrådgjevar regional omstilling, Universitetet i Bergen og Vestland fylkeskommune.

Anita Sandnes Andresen
(Tekna - Teknisk-
naturvitenskapelig forening)

3.3 Integrerte og digitaliserte
energisystemer (s. 30)

Systemperspektivet

Tekna mener at det er særlig positivt at Energi 2050 legger vekt på et helhetlig energisystemperspektiv, energisikkerhet og samspillet mellom teknologi, natur og samfunn. Et helhetlig systemperspektiv er



avgjørende for å sikre effektiv utnyttelse av energiresursene, styrke forsyningssikkerheten og øke elektrifiseringen og utslippsreduksjonen.

Tekna er positive til at strategien løfter fram integrerte og digitaliserte energisystemer. Forskning på nettutvikling, digitalisering, fleksibilitetsløsninger og effektiv systemdrift er avgjørende for å realisere energiomstillingen.

Det er positivt at strategien setter fokus på energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet. Samtidig savner Tekna at strategien inkluderer forskning på forbrukeradferd og hvorfor moden teknologi innen energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet ikke alltid tas i bruk. Mer energi spart gir mer energi til andre formål, og mindre belastning på kraftnettet.

Tekna mener at forbrukerperspektivet i energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet bør få større plass i strategien.

Vi kan ikke lenger ta energisikkerhet for gitt. Naturkatastrofer og konflikt rammer i stadig større grad kritisk infrastruktur og gjør oss mer sårbare. Tekna er positiv til at Energi 2050 legger stor vekt på energisikkerhet og beredskap. Vi støtter fokuset på dimensjonering av energisystemet for økt krise- og konfliktrisiko og økt vekt på robusthet, redundans og gjenopprettingsevne.

For å få et robust og redundant energisystem er oppslutning om, og utbygging og modernisering av, kraftnettet og energisystemet, helt avgjørende. Tekna støtter derfor at natur-, miljø- og samfunnshensyn må være en helt sentral del av energiforskningen. Uten gode prosesser og legitimitet vil energi- og nettutbyggingen stå på stedet hvil.

Tekna mener Energi 2050 bør legge større vekt på forskning for å hensynta natur og samfunn i energiomstillingen, og hvordan vi klarer å bygge legitimitet knyttet til utbygging av fornybar kraft og nett.

Fridtjof Unander (Aker Solutions)

3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 35)

kapittel 3.3 – Integrerte og digitaliserte energisystemer

Aker Solutions mener kapitlet gir en god beskrivelse av forsknings- og innovasjonsbehovene innen digitalisering, AI og integrerte energisystemer.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Vi vil imidlertid foreslå at FoUI-prioriteringene i større grad fremhever betydningen av sammenhengende digitale løsninger gjennom hele anleggets livsløp, fra engineering, fabrikasjon og installasjon til drift og vedlikehold. For komplekse energianlegg som HVDC-stasjoner, havvind og CO₂-infrastruktur er standardiserte datamodeller, integrasjon mellom engineering-, IT- og operasjonelle systemer (OT), og kontinuerlig oppdaterte digitale tvillinger viktige forutsetninger for effektiv prosjektgjennomføring, automatisering, AI og kostnadseffektiv drift. Vi foreslår følgende tillegg under «Digitalisering, data og kunstig intelligens», s. 44: • Utvikle og demonstrere sammenhengende digitale informasjonsmodeller og digitale tvillinger gjennom hele livsløpet til energianlegg, fra engineering og bygging til drift og vedlikehold, med vekt på standardiserte datamodeller, interoperabilitet mellom IT- og OT-systemer og effektiv informasjonsutveksling mellom aktører.
Øistein Fosse Mathisen (Lyse Neo)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 35)	Strategien nevner beslutningsstøtte for nettvikling og arealbruk, og lokalisering av datasentre. Vi foreslår å vurdere areal-, energi- og samfunnsplanlegging som felles fagfelt. Avtakere av overskuddsvarme krever langt mer areal enn kildene for overskuddsvarmen, og krav til industrien om lokalisering alene er ikke nok. Vi mener kunnskapsgrunnlaget for samspillet mellom disse fagfeltene fortsatt er umodne, og foreslår et forskningsspor som kobler dem.
Ronny Fiuren (Forus Næringspark AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 36)	Strategien beskriver integrerte energisystemer som samspillet mellom ulike energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere, men omtaler i begrenset grad rollen som større næringsområder og industrielle energiklynger kan spille i energiomstillingen. Erfaringer fra utviklingsprosjekter i Forus Næringspark-området viser at betydelige samfunnsøkonomiske gevinster kan oppnås gjennom koordinering av lokal energiproduksjon, energilagring, fleksibilitet, tungtransportlading, fjernvarme, kjøling, energideling og smart styring på områdenivå. Forus fungerer som et levende laboratorium for fremtidens energisystem, hvor flere sektorer og energibærere samspiller samtidig. Erfaringene viser at utfordringene i økende grad handler om



Innsender	Kapittel	Kommentar
		systemintegrasjon, markedsdesign, energideling, lokal kapasitetsutnyttelse og samordning mellom aktører, snarere enn enkeltteknologier isolert. Strategien bør derfor tydeligere løfte frem industrielle energiklynger og næringsområder som en egen FoUI-arena under satsingsområdet «Integrerte og digitaliserte energisystemer». Dette bør inkludere forskning og innovasjon knyttet til: - Lokale energi- og effektmarkeder - Energideling mellom aktører - Samspill mellom kraftsystem, fjernvarme og lokale energikilder - Tungtransport og hurtiglading som integrert del av energisystemet - Utnyttelse av overskuddsvarme og termisk energilagring - Lokal energiproduksjon kombinert med fleksibilitet og lagring - Styring og optimalisering av energisystemer på områdenivå Slike helhetlige energisystemer kan bidra til bedre kapasitetsutnyttelse, redusert behov for nettutbygging, raskere elektrifisering og mer effektiv bruk av eksisterende energiressurser. Erfaringene fra Forus viser at dette kan bli en viktig del av løsningen på både kapasitetssituasjonen og energiomstillingen i Norge.
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 36)	Vi anbefaler at flyplasser og luftfartsinfrastruktur eksplisitt nevnes som framtidige energiknutepunkter. Beskrivelsen av satsingsområdet omfatter kraftsystem, energiinfrastruktur, energibærere og systemintegrasjon, men omtaler ikke transportknutepunkter som sentrale arenaer for energiomstillingen. Framtidige flyplasser kan få behov for lagring og distribusjon av elektrisitet, hydrogen og bærekraftige drivstoff, samtidig som de skal ivareta høye krav til sikkerhet, beredskap og regularitet. Dette representerer viktige FoUI-behov knyttet til systemintegrasjon, energisikkerhet og fleksibilitet.
Ronny Fiuren (Mylicia Energy AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 36)	Distribusjonsnettene bør løftes tydeligere frem som den delen av energisystemet hvor forbrukerfleksibilitet kan skape størst verdi på kort og mellomlang sikt. Erfaringer fra Euroflex prosjektet viser at lokal fleksibilitet kan bidra til økt kapasitetsutnyttelse, redusert behov for nettførsterkninger og raskere tilknytning av nytt forbruk og ny produksjon. Strategien bør derfor tydeligere koble forskning på fleksibilitet til utfordringer og løsninger i distribusjonsnettene.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 36)	Produksjon av syntetiske drivstoff til blant annet luftfarten bør inngå i analysen av integrerte energisystemer. Produksjon av e-SAF kobler kraftsystemet til hydrogenproduksjon, tilgang på bærekraftige karbonkilder, CO ₂ -infrastruktur og transportsektoren, og illustrerer behovet for å vurdere energisystemet på tvers av tradisjonelle sektorgrenser.
Ingeborg Palm Helland (NINA)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 36)	Øverst på side 36 står det en viktig setning: «Det viktigste bidraget fra integrerte energisystemer framover er å utnytte og frigjøre kapasitet i infrastrukturen som allerede er bygget, slik at ny produksjon og nytt forbruk kan kobles til raskere og med mindre naturinngrep.» Dette poenget er imidlertid ikke ivaretatt videre i teksten. F.eks. bør det legges til et kulepunkt under overskriften «Satsing på integrerte energisystemer bidrar til å» som fremhever at satsing på integrerte energisystemer skal bidra til redusert arealkonflikt og naturtap, gjennom å se på energisystemet samlet framfor å bygge ut bit for bit. Videre burde tekstboksen på s. 36 (under overskriften «Integrerte og digitaliserte energisystemer er en forutsetning for energiomstillingen» kap 3.3.1) også inkludere viktigheten av bærekraftig arealbruk og redusert naturpåvirkning. Videre burde følgende avsnitt på s. 42 (under overskriften «Energimarkeder og regulering som en forutsetning for integrerte energisystemer», kap 3.3.1) også inkludere behovet for minimering av naturinngrep og arealbruk, og dermed behov for naturkompetanse i den tverrfaglige miksen: «Økt elektrifisering, større innslag av væravhengig kraftproduksjon og en tettere kobling mellom energisektorer skaper behov for nye markeder for fleksibilitet, systemtjenester og energilagring. Samtidig må regelverk og markeds løsninger balansere hensyn til forsyningssikkerhet, konkurransekraft, samfunnsøkonomisk effektivitet og legitimitet. Dette krever tverrfaglig kunnskap som kombinerer teknologi, samfunnsøkonomi, juss og samfunnsvitenskap.» Det er heller nesten ingen av de prioriterte FoU-behovene i kap. 3.3.2 s. 44 som ivaretar intensjonen i setningen på s. 36 om at «Det viktigste bidraget fra integrerte energisystemer framover er å utnytte og frigjøre kapasitet i infrastrukturen som allerede er bygget, slik at ny produksjon og nytt forbruk kan kobles til raskere og med mindre naturinngrep.» Se også NINAs innspill til kap. 3.3.2 «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 36)	Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (5 av 8): Kap. 3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer Utkastet foreslår selv at verdien av flat produksjon og nettilknytning av kjernekraft undersøkes under Integrerte energisystemer (kap. 5.6). Vi støtter dette, og ber om at forskningen også omfatter: - fleksibel produksjon, siden kjernekraftverk, og særlig SMR, også kan kjøres fleksibelt og ikke bare med flat produksjon, - systemstabilitet og regional forsyningssikkerhet (inkludert virkningene av en økende andel omformerbasert kraft fra utenlandskabler, sol- og vindkraft, og behovet for synkrongeneratoreregenskaper som treghet, spenningsstøtte og kortslutningsytelse, også lokalt og regionalt), - samlokalisering av kjernekraft med industri og datasentre, og kombinasjoner av produksjon direkte til forbruker og produksjon til nettet. Statnett skriver at kjernekraftverk har «flere systembærende egenskaper som er viktige for driftssikkerheten» (høringssvar til NOU 2026: 4). Å ikke være avhengig av disse egenskapene i dag er ikke det samme som at de er uten verdi, særlig regionalt og når forbruket vokser. Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn
Frode Longva (CICERO Senter for klimaforskning)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 37)	Peker på behov for tempo i omstilling («ligger langt bak») men den største barrieren for omstilling er ikke tydelig adressert: politikk, rammevilkår, legitimitet, maktanalyser. Samfunnsforskningen må skrives inn, relevant for alle teknologiområder. For å sikre legitimitet (jfr siste kulepkt s 37) er det også nødvendig å følge med på (og forstå) holdninger i befolkningen, behov for mer kunnskap om hvordan ulike grupper påvirkes av energiomstillingen, og om det trengs virkemidler for å motvirke utilsiktede negative konsekvenser, uten at det går på bekostning av energi- og klimamålene.
Erik Berge (FME Include)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 37)	Et av kulepunktene under Tempoet for energiomstillingen er for lavt (s.37) lyder: «Forståelse av sosial legitimitet, forbrukeradferd og insentiver kan bidra til raskere implementering av nye energiløsninger, økt deltakelse i fleksibilitetsmarkeder og redusert motstand mot nødvendig utbygging.»



Sosial legitimitet er ikke uviktig, men gir assosiasjoner til en instrumentell tilnærming (innfør teknologi, overbevis og få legitimitet/sosial aksept). Forbrukeradferd er viktig, men gir assosiasjoner til økonomifaget fremfor sosiotekniske eller praksisorienterte tilnærminger. Både insentiver og teknologiske løsninger bør utvikles med basis i den sosiale virkeligheten.

Vi foreslår å erstatte punktet med følgende:

«Forståelse av lokalsamfunn og ulike sluttbrukeres situasjon/adferd kan bidra til at det utvikles insentiver og teknologier for raskere implementering av nye og bedre energiløsninger, økt deltakelse i fleksibilitetsmarkeder og redusert motstand mot nødvendig utbygging.»

Ingeborg Palm Helland
(NINA)

3.3 Integrerte og digitaliserte
energisystemer (s. 37)

I tredje kulepunkt under overskriften «Tempoet i energiomstillingen er for lavt» på s.37 står det: «Forståelse av sosial legitimitet, forbrukeradferd og insentiver kan bidra til raskere implementering av nye energiløsninger, økt deltakelse i fleksibilitetsmarkeder og redusert motstand mot nødvendig utbygging».

Dette er en uheldig formulering som IKKE bidrar til økt legitimitet.

Å oppnå legitimitet i energisektoren er et svært viktig mål i seg selv, det er ikke bare et middel for raskere implementering. Videre er ordlyden « redusert motstand mot nødvendig utbygging » tendensiøs, ettersom det ikke er felles enighet i hele samfunnet om hva som er «nødvendig» og dermed må motstand ses på som legitimt og alle synspunkter behandles med respekt.

En overordnet kommentar fra NINA til Energi2050-strategien, er at forskningen ikke bare bør belyse hvordan samfunnet kan slutte opp om en gitt energiomstilling, men også bidra med kunnskap som gjør det mulig å diskutere HVILKEN energiomstilling vi skal ha. Vi savner derfor FoU-behov knyttet til omstillingens premisser, blant annet hva energien skal brukes til, hvordan fremtidige energibehov fastsettes, og mulighetene for energieffektivisering og redusert energiforbruk. Her er det sterkt behov for å involvere befolkningen mer, for eksempel gjennom å legge til rette for en mye bredere debatt. Medvirkning og demokratiske prosesser forutsetter at befolkningen har innsikt i premissene. Det er også behov for forskning på hvordan økonomiske og institusjonelle rammebetingelser fremmer eller begrenser alternative løsninger, som lokalt eierskap og energikoooperativer. Slike alternative løsninger er også noe EU oppfordrer til, og dette bør derfor være aktuelle forskningsutfordringer også i Norge.

Se også NINAs innspill til kap. 3.4. Natur, miljø og samfunn.



Innsender	Kapittel	Kommentar
tone knudsen (Statkraft)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 37)	Legg til etter avsnittet øverst på side 37 (slutter med "... voksende systemutfordringer."): "Utviklingen av integrerte energisystemer er også en forutsetning for å få verdi ut av investeringer i vann- vind og solkraft, samt energilagring og fleksibilitet i systemet. Dette er et område hvor Norge har særlige fortrinn internasjonalt"
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 38)	«Overgangen fra sektorielle energiløsninger til integrerte energisystemer krever betydelig kunnskapsutvikling på tvers av energi-, teknologi-, markeds- og samfunnsfag.» Modifiser tekst: «Overgangen....på tvers av energi-, teknologi-, natur- og havvitenskap, markeds-, juridiske og samfunnsfaglige fag. Tverrfaglig integrasjon må bli til et eksplisitt kriterium i planlagte FoUI-tiltakene.»
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 39)	Figur 9. Fjernvarme er utelatt fra figuren. Det må inkluderes.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 39)	«Utviklingen innebærer at energisystemet beslutningsstøtte for både investeringer og drift.» Modifiser avsnittet slik: «Utviklingen innebærer at energisystemet i økende grad må analyseres og optimaliseres som et samlet fysisk og digitalt system, der beslutninger i en del av systemet får konsekvenser for andre deler. Havvindanlegg må sees som en del av et komplekst samspill mellom vind, bølger, konstruksjon og nett. Dette stiller nye krav til modellering (fysikkbaserte, datadrevne og hybride modeller med kvantifisert usikkerhet), analyseverktøy, sanntidsstyring og beslutningsstøtte for både investeringer og drift.»
Jon Iver Bakken (Hafslund Celsio)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 39)	3.3.1 Integrerte og digitaliserte energisystemer som en forutsetning for måloppnåelse Fjernvarme er en egen infrastruktur som kan utnytte en rekke energikilder, overskuddsvarme inkludert. Burde vært konkret angitt i Figur 9 for bygninger og industri.
Hanne Kauko og Ingeborg Graabak (privat)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 39)	Vi takker for et godt utkast til Energi2050 strategi. Generelt synes vi mye i strategien er bra. Vi er enige i at «Integrerte og digitaliserte energisystemer» bør være en av tre tverrgående satsingsområder. Integrerte energisystemer kan bidra til å utnytte våre energiresurser bedre, gjøre energisystemet mer



Innsender	Kapittel	Kommentar
		robust mot ulike hendelser, redusere presset på kraftsystemet og spare miljø. Integrerte energisystemer bidrar derfor til de to andre tverrgående satsningen, og det er viktig at dette legges til grunn når strategien skal operasjonaliseres. Vi synes også det er viktig at strategien legger opp til å utløse de potensielle gevinster Norge har innen energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet. Vi synes likevel strategien er noe mangelfull når det gjelder fjernvarme. Dette gjelder særlig • Delkapittel 3.3 om Integrerte og digitaliserte energisystemer - o Figur 9: (SIDE 39) fjernvarme ikke er nevnt for bygninger. Fjernvarme er allerede en oppvarmingsløsning for bygninger, og forskning bør fokusere på å øke andelen fjernvarme ytterligere, og derved redusere presset på kraftproduksjon og overføring. - o Under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» (SIDE 43): □ Sektorkobling mellom kraftsystemet, industri, bygg, transport og offshore energisystemer: fjernvarme bør nevnes eksplisitt
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 40)	Under 'Omformerbaserte energisystemer og systemstabilitet' tilføyes på slutten av første avsnitt: Regulerbar termisk kraftproduksjon, som gasskraft med CCS, er basert på 'combined cycle' generatorer som også forbedrer kvaliteten på kraftleveransen.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 40)	- «Høy grad av autonom og datadrevet drift» - erstatt med: - «Høy grad av autonom og datadrevet drift, støttet av digitale tvillinger som oppdateres kontinuerlig med måldata og gir beslutningsstøtte i sanntid»
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 40)	- «Utstrakt bruk av digitale tvillinger og sanntidssimuleringer» Erstatt med: - Utstrakt bruk av digitale tvillinger og sanntidssimuleringer, fra komponenter og havvindturbiner til hele parker og det integrerte energisystemet, med måldata fra drift og kvantifisert usikkerhet.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Ronny Gløckner (Morrow Batteries)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 40)	Under kapitlet «Fleksibilitet og energilagring som systemressurser» bør batterier omtales tydeligere som den mest modne og raskest skalerbare teknologien for plasseringsfleksibel energilagring i kraftsystemet. Batterier kan bidra med blant annet: • Effektutjevning og frekvensregulering • Avlastning av nettet og redusert behov for nettinvesteringer • Integrasjon av mer variabel fornybar kraftproduksjon • Beredskap og forsyningssikkerhet
Christoffer Ripegut (NODES AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 40)	Hvor i strategien: Kapittel 2.2.4 på side 20–21, kapittel 3.3 på side 35–45, kapittel 3.3.1 på side 39–40 og kapittel 3.6 på side 57–60. Strategien omtaler fleksibel tilknytning, fleksibilitet, energilagring, digitalisering, markedsdesign, prognoser, styring, sanntidsdata og aggregering, men er lite konkret om nettselskapenes rolle som behovseiere, kjøpere og operative brukere av lokal fleksibilitet. NODES anbefaler: Beskriv tydeligere hvilke systemer, hvilken kompetanse og hvilke prosesser nettselskapene trenger for behovsidentifisering, anskaffelse, aktivering, måling og verifikasjon. Markedsbasert lokal fleksibilitet bør integreres i nettplanlegging og operativ drift som et virkemiddel for bedre utnyttelse av eksisterende nett, og som et alternativ eller supplement til tradisjonelle nettinvesteringer. Strategien bør også beskrive hvordan fleksibilitet og energilagring kan tas i bruk som operative systemressurser gjennom markedsbaserte løsninger.
Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 40)	3.3.1 Digitalisering og kunstig intelligens i integrerte energisystemer – underkapittel Fleksibilitet og energilagring som systemressurser – side 40 Batterier bør omtales tydeligere som en sentral del av fremtidens energiinfrastruktur. Deres betydning strekker seg utover transportsektoren og omfatter stasjonær energilagring, systemtjenester, nettavlastning, reservekapasitet og integrasjon mellom ulike energibærere. Batterier blir også stadig viktigere innen offshore energisystemer, forsvarsrelaterte anvendelser og andre spesialiserte bruksområder. FoU-innsatsen bør derfor inkludere utvikling av batteribaserte fleksibilitetsløsninger og deres rolle i fremtidige integrerte energisystemer.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 41)	«Gjennom bruk av sensorer, dataanalyse, digitale tvillinger og kunstig intelligens kan energisystemet overvåkes, styres og optimaliseres mer presist enn tidligere». Legg til: «Med digitale tvillinger menes her modeller som oppdateres kontinuerlig fra måledata og kombinerer fysikk og maskinlæring.»
Christoffer Ripegut (NODES AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 41)	Hvor i strategien: Side 41–44 og 60. Strategien prioriterer datamodeller, åpne grensesnitt, datakvalitet, datadeling og leverandøruavhengighet. NODES anbefaler: Inkluder interoperabilitet mellom driftssystemer, markedsplattformer, aggregatorer og styringssystemer gjennom hele prosessen, fra behovsidentifisering og behovspubliserings til budgivning, aktivering, måling og verifikasjon.
Edel Sheridan, Fride Vullum- Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 41)	3.3.1 Digitalisering og kunstig intelligens i integrerte energisystemer og 3.3.2 Digitalisering, data og kunstig intelligens – side 41-44 Batteriområdet er et eksempel på hvordan digitalisering, kunstig intelligens og avanserte modeller kan gi betydelig verdi. Strategien bør tydeligere fremheve forskning på digitale batterimodeller, digitale tvillinger og metoder som kombinerer fysikkbaserte modeller, kunstig intelligens og driftsdata. Slike løsninger kan bidra til bedre levetidsprognoser, høyere sikkerhet, mer effektiv drift og raskere teknologitvilling.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 42)	Kva: Under positive effekter av digitalisering bør og nemnast betre og meir bærekraftig utnyttelse av ressursgrunnlaget (spesielt potensiale innan regulerbar energiproduksjon) Kvifor: Argument for utvikling av nye metodar og modellar for optimalisering av produksjon
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 42)	Kva: Energimarkeder... her kan flomdemping nemnast spesifikt (eller fleirbrukspotensiale for regulerbar kapasitet). Dette krev og ein markedsmodell.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 42)	Verdiskap... her bør mulegheiter for bruk av norsk kompetanse i det internasjonale markedet vere framheva. Kvifor: Viktig argument for å oppretthalde internasjonale studier innan energi
Tore Dugstad (Eidsiva Bioenergi AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 42)	Fjernvarme og andre termiske energisystemer bør omtales eksplisitt som en integrert del av energisystemet, ikke bare som et energieffektiviseringstiltak eller en anvendelse av overskuddsvarme. Fjernvarme er energiinfrastruktur som kan avlaste kraftnettet ved å erstatte direkte elektrisk oppvarming, ta imot overskuddsvarme og fungere som termisk lager og fleksibilitetsressurs. Den bidrar også til energiberedskapen gjennom reserveforsyning og lokal øydrift. Termiske systemer bør derfor inngå i systemanalyser, modellering og FoU om energisikkerhet og systemdrift.
Erik Berge (FME Include)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 42)	I første avsnitt under Energimarkeder og regulering som en forutsetning for integrerte energisystemer vises det til behov for kunnskap om hvordan ressurser kan utnyttes mer effektivt gjennom riktige økonomiske insentiver og markedsmekanismer (s. 42). Som en forlengelse av dette avsnittet (som ender med «effektiv ressursutnyttelse.») kunne man lagt til: «For å sikre effektiv ressursutnyttelse og rettferdig tilgang til energi trengs det kunnskap om hvordan innføring av teknologier, reguleringer, og prisingssystemer slår ut for ulike typer sluttbrukere og hvilke mekanismer som kunne gitt insentiver til redusert energi- og ressursbruk og rettferdig fordeling.»
Christoffer Kanck Ripegut (NODES AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 42)	Hvor i strategien: Side 37 og 40 samt side 42–45. Strategien omtaler fleksibilitetsmarkeder, nye markeder, markedsdesign, forretningsmodeller og digitale samhandlingsplattformer. NODES anbefaler: Skill tydeligere mellom nasjonale balanse- og reservemarkeder, lokale fleksibilitetsmarkeder og fleksibilitet som håndteres gjennom tilknytningsavtaler eller bilaterale ordninger.
Gunleiv Skofteland (Equinor)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)	i støtter i stor grad strategiens tverrgående prioritering av «Integrerte og digitaliserte energisystemer» (kapittel 3.3).



Strategien beskriver helt korrekt i kapittel 3.3.1 og 3.3.2 at fremtidens energisystem krever en «høy grad av autonom og datadrevet drift», «utstrakt bruk av digitale tvillinger», samt et sterkt behov for «felles datamodeller», «standardisering, modulære løsninger og interoperabilitet».

For at disse ambisjonene skal omsettes fra FoUI til reell industriell praksis, mener vi det er avgjørende at strategien ikke bare beskriver behovene overordnet, men også peker på eksisterende, internasjonale åpne standarder.

Vi foreslår derfor følgende endring i den endelige strategien:

Det bør eksplisitt tas inn i kapittel 3.3 at Norge skal bygge på internasjonale rammer for industriell digitalisering, spesielt Platform Industrie 4.0 og kjernekomponenten Asset Administration Shell (AAS) (ISO/IEC 61360-serien / IEC 63278).

Begrunnelse:

1. Svarer direkte på strategiens behov for interoperabilitet (Kap. 3.3.2):

AAS fungerer som en standardisert digital konvolutt (Digital Twin-rammeverk) som følger en fysisk eller digital komponent gjennom hele livssyklusen. Ved å referere konkret til AAS som et designkriterium, sikrer man at komponenter og delsystemer kan settes sammen på tvers av leverandører og sektorer uten proprietære løsninger.

2. Muliggjør integrasjon på tvers av hav og land (Kap. 3.3.1):

Skal Norge lykkes med å koble havvind, petroleumsinfrastruktur, hydrogenproduksjon og CO₂-håndtering sammen med landbasert nett, må data flyte sømløst på tvers av tradisjonelle sektorgrenser. AAS er utviklet nettopp for å standardisere informasjonsutveksling i slike komplekse system-av-systemer (System of Systems).

3. Internasjonal konkurransekraft og markedstilgang (Kap. 3.3.1):

Europeisk industri og EU-programmer (som strategien oppfordrer til tett samarbeid med i kap. 4.3) beveger seg raskt mot Industrie 4.0-standarder og innføring av digitale produktpass (DPP). Ved å forankre Energi2050 i AAS, sikrer vi at norske FoUI-miljøer og leverandørindustrien utvikler løsninger som er umiddelbart kompatible med det europeiske markedet.

Forslag til konkret tekstendring:

I kapittel 3.3.2 (side 43), under avsnittet om "Digitalisering, data og kunstig intelligens", foreslås følgende setning lagt til:

«For å sikre at datadeling, digitalisering og standardisering skjer i tråd med internasjonal og europeisk industriutvikling, bør norsk FoUI-innsats understøtte og ta i bruk etablerte, åpne rammeverk for industrielle digitale tvillinger, herunder rammeverket fra Platform Industrie 4.0 og standarden Asset Administration Shell (AAS).»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Helge Tvedt (Eviny Termo AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)	Termiske energisystemers bidrag til energisikkerhet og beredskap bør synliggjøres tydeligere. Energisikkerhet handler også om evnen til å opprettholde kritisk varmforsyning ved knapphet, bortfall av kraft eller andre avbrudd. Fjernvarmesystemer kan kombinere flere energikilder, termisk lagring og reservekapasitet og dermed redusere avhengigheten av én energibærer. Eviny Termo anbefaler FoUI som dokumenterer hvordan termisk lagring, alternative energikilder og reservekapasitet kan opprettholde varmforsyningen over tid ved knapphet og avbrudd. Forskingen bør også identifisere felles sårbarheter og avhengigheter mellom kraft- og varmesystemene. Det er videre behov for metoder som verdsetter reservekapasitet og alternative forsyningsmuligheter, og som belyser finansiering, regulering og fordeling av ansvar og kostnader knyttet til beredskap.
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)	Vi støttar satsinga på integrerte og digitaliserte energisystem. Skal ein realisera eit effektivt, fleksibelt og robust energisystem, må forskinga byggja på at rett energiberarar blir brukt til rett formål, og at tilgjengeleg overskotsenergi blir utnytta. Systemverdien av regulerbar varme, fjernvarme, nærvarme, biokjellar, termiske lager, industriell overskotsenergi og fornybare gassar må inngå i energisystemmodellar, planlegging og marknadsdesign. Det gjeld særleg verdien av redusert effektbelastning, frigjord nettkapasitet, lokal fleksibilitet og alternativ energiforsyning når kraftsystemet er pressa. Strategien bør òg synleggjera verdien av eksisterande fjernvarmenett, lokale varmesystem og gassinfrastruktur. Betre utnytting av etablert infrastruktur kan bidra til fleksibilitet og energiberedskap og redusera behovet for ny infrastruktur. Vi ber om at forskings- og innovasjonsbehova blir utvida til å omfatta systemnytte, infrastruktur, marknadsdesign og verdsetting av fleksibilitet på tvers av energiberarar.
Jon Iver Bakken (Hafslund Celsio)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)	3.3.2 Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov Fjernvarme og andre termiske energisystemer bør omtales eksplisitt som en integrert del av energisystemet, ikke bare indirekte som et energieffektiviseringstiltak eller en anvendelse av overskuddsvarme. Teksten er for smalt formulert slik den står nå. Fjernvarme er selvstendig



energiinfrastruktur som avlaster kraftsystemet ved å erstatte direkte elektrisk oppvarming, ta imot overskuddsvarme og fungere som termisk lager og fleksibilitetsressurs. Fjernvarme gir økt samlet energiberedskapen gjennom reserveforsyning og lokal øydrift, og vil være til stor hjelp i rasjoneringssituasjoner. Fjernvarme avlaster normalt kraftsystemet langt mer enn f.eks. enkeltstående varmepumper. Termiske systemer og fjernvarme bør derfor inngå i systemanalyser, modellering og FoUI om energisikkerhet og systemdrift.

Petter Kvalvik (Institutt for energiteknikk)

3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)

IFE mener at data space-perspektivet mangler som en strategisk arkitektur for interoperabilitet og grensekryssende datadeling i energisystemet. IFE anbefaler at strategien eksplisitt kobler utviklingen av norsk digital energiinfrastruktur til Common European Energy Data Space (CEEDS).

Ambisjonen om felles datamodeller, referansearkitekturer, interoperabilitet, standardiserte grensesnitt og sikker datadeling bør ses i en europeisk kontekst. CEEDS bør derfor inngå som en relevant europeisk ramme for FoUI knyttet til deling og bruk av energidata på tvers av aktører, sektorer og landegrenser.

En slik kobling kan styrke grunnlaget for datadrevet innovasjon og nye tjenester og forretningsmodeller i energisystemet, blant annet innen smart nettstyring, fleksibilitet og integrasjon av fornybar energi. Samtidig bør forskningen adressere datasuverenitet, tilgangs- og bruksrettigheter, interoperabilitet, sikkerhet og motstandsdyktighet.

Referanser

Commission presents measures to digitalise Europe's energy system while ensuring sustainable digitalisation (3-Jun-2026)

https://energy.ec.europa.eu/news/commission-presents-measures-digitalise-europes-energy-system-while-ensuring-sustainable-2026-06-03_en

Strategic Roadmap for Digitalisation and AI in the Energy Sector (2026). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52026DC0501>

Digitalisation of the energy system

https://energy.ec.europa.eu/topics/eus-energy-system/digitalisation-energy-system_en



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Davi-Arderius, D., Giovannetti, E., Jamasb, T., Llorca, M., & Soroush, G. (2026). The Common European Energy Data Space and the Energy Networks. Current Sustainable/Renewable Energy Reports, 13(1), 7. https://doi.org/10.1007/s40518-026-00288-x European Commission. Directorate General for Energy., Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research ISI., Guidehouse., McKinsey & Company., Toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek., Trinomics., & Utrecht University. (2023). Common European Energy Data Space. Publications Office. https://data.europa.eu/doi/10.2833/354447 European Commission advances development of common European energy data space (CEEDS) https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/european-commission-advances-development-common-european-energy-data-space-ceeds The emerging Common European Energy Data Space - state of play and next steps (2024) https://intnet.eu/news/54-the-emerging-common-european-energy-data-space-state-of-play-and-next-steps
Ingeborg Palm Helland (NINA)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)	Nederst på s. 43 står det: «Det er behov for modeller som bidrar til et stabilt og forsyningssikkert integrert energisystem, og for kunnskap og rammeverk som understøtter samfunnsøkonomisk effektive investeringer, utløser fleksibilitet, energilagring og systemtjenester, og gir riktige investeringssignaler for produksjon, nett og energiinfrastruktur.» Slike integrerte modeller bør også inkludere hensyn til naturverdier og ikke-monetære verdier.
Christoffer Ripegut (NODES AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 43)	Hvor i strategien: Kapittel 3.3.2 på side 43–45. Strategien etterlyser markedsdesign på tvers av geografiske nivåer, men beskriver ikke konkret koordinering mellom nettselskaper, lokale fleksibilitetsmarkeder, Statnetts reservemarkeder og engrosmarkedene for kraft. NODES anbefaler: Prioriter forskning, utvikling og innovasjon om TSO–DSO-koordinering, DSO–DSO-koordinering, informasjonsutveksling, motstridende aktiveringer og ressurser som deltar i flere markeder. Enkel tilgang til flere markeder og mulighet for verdistabling kan bidra til økt likviditet og mer effektiv ressursutnyttelse.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	I kulepunktet 'Optimal kombinasjon av regulerbar vannkraft, pumpekraft, batterier, termiske energilagre og industriell fleksibilitet' tilføyes regulerbar gasskraft med CCS, rett etter 'pumpekraft,' I kulepunktet 'Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng' tilføyes til slutt: inkludert flytende gasskraft med CCS.
Carl Pavia (CorPower Ocean)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Fra: Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng. Til: Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, bølgekraft og annen havenergi, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng, inkludert verdien av sammensatte produksjonsprofiler for balanse og utnyttelse av felles nettilknytning. Bølgekraft har en produksjonsprofil som skiller seg fra havvind. Å inkludere bølgekraft i systemoptimaliseringsstudier koster lite, og gjør det mulig for analysen å vise om en kombinasjon gir bedre utnyttelse av nettkapasiteten til havs.
Carl Pavia (CorPower Ocean)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Fra: Energisystemmodeller som kobler energibærere, sektorer og geografiske nivåer. Til: Energisystemmodeller som kobler energibærere, sektorer og geografiske nivåer, og som kan representere nye produksjonsteknologier til havs med ulike produksjonsprofiler, som flytende havvind og bølgekraft. Utfyller P1-01: P1-01 ber om at bølgekraft inngår i konsepter for integrerte energisystemer til havs; denne raden ber om verktøyene som trengs for å vurdere det. Systemverdien av en annerledes produksjonsprofil (balansering, nettutnyttelse) kan bare dokumenteres dersom modellene kan representere teknologien. Generell formulering («nye produksjonsteknologier til havs») gjør forslaget lett å akseptere.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Kva: Under digitalisering og digitalisering og kunstig intelligens... legge til virtuelle laboratorium kombinert med fysiske



Innsender	Kapittel	Kommentar
på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)		Kvifor: Virtuelle laboratorium er noko meir enn digitale plattformer og tvillingar og det krev betydelege investeringar i utstyr som det er greitt å ha strategisk støtte for.
Erik Berge (FME Include)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Med samme begrunnelse som i vår kommentar til s. 37, foreslår vi at følgende kulepunkt (s 44): «Forbrukeradferd, insentiver og legitimitet», under overskriften Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere erstattes med følgende: «Forståelse av lokalsamfunn og ulike sluttbrukeres situasjon for å utvikle effektive og rettferdige løsninger og sikre legitimitet.»
Erik Berge (FME Include)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Under overskriften Markedsdesign og regulering (s. 44-45) mangler det et punkt om behov for å redusere energibruken i alle ledd og sektorer, og vi foreslår et kulepunkt i tillegg: «Kunnskapsgrunnlag for politisk prioritering av knappe energiresurser og begrenset nettkapasitet.»
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Et kraftsystem med mer variabel produksjon og redusert systemtregghet stiller større krav til stabilitet i spenning og frekvens, i tillegg til de energi- og prismessige variasjonene. Vindkraftverkenes bidrag med spenningsstøtte, frekvensrespons, effektregulering og andre systemtjenester, og hvordan slik drift påvirker produksjon, slitasje og levetid, bør derfor inngå eksplisitt i forskningen, sammen med samspillet mellom vindkraft, batterier og annen fleksibilitet for balansering. Utviklingen har kommet lenger i flere europeiske land, og norsk forskning bør bygge på europeiske erfaringer og delta aktivt i europeisk forskningssamarbeid. Markedsdesign og kompensasjonsmodeller som gjør det samfunnsøkonomisk effektivt å tilby slike tjenester må utvikles parallelt.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	FoUI-behovene bør tydeliggjøres per nettnivå. I distribusjons- og regionalnettet gjelder det lokal fleksibilitet, distribuert produksjon, lagring, nettplanlegging og tilknytning. I transmisjonsnettet er systemstabilitet, overføringskapasitet, flaskehalshåndtering og samspill med offshore kraftsystemer sentrale temaer. På tvers av nivåene trengs forskning på miljødesign og trasévalg, kumulative virkninger og tidlig involvering av kommuner, grunneiere og reindrift. Det trengs også forskning på fysisk og digital



Innsender	Kapittel	Kommentar
		robusthet, reparasjonsevne og reservedelsberedskap, slik at nettet kan bygges raskere og forbli driftssikkert uten at kravene til kunnskap og miljøhensyn reduseres.
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Analyseverktøy, markeder og regulering: Strategien nevner beslutningsstøtte for nettutvikling og arealbruk, og lokalisering av datasentre. Det som mangler, er areal-, energi- og samfunnsplanlegging som felles fagfelt. Avtakere av overskuddsvarme krever langt mer areal enn kildene til overskuddsvarme, og krav til lokalisering alene er ikke nok. Vi mener disse fagfeltene ikke er modne på sammenhengene, og foreslår et forskningsspor som kobler dem.
Beate Seibt & Josef Noll, UiO; Elin Kamsvåg, Kristiansund kommune; Iliana Ilieva, IFE; Berit Nilsen & Ivonne Herrera, NTNU Samforsk; Arild Schou & Thomas Øyvang, USN; Dina Aspen, NORSUS (Forskere og partnere i WeEnergize (FME Samfunnsøknad))	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Nåværende tekst: 1. «Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere» (overskrift, s. 44) 2. «Forbrukeradferd, insentiver og legitimitet» (s. 44) 3. «Når utredninger skal gå raskere og kommunene skal få et kunnskapsgrunnlag å ta stilling til, blir kvaliteten på kunnskapsgrunnlaget mer avgjørende for legitimitet og utfall enn før.» (s. 49) Forslag til ny tekst: 1. «Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer, sluttbrukere og prosumenter» 2. «Deltakelse, insentiver og legitimitet blant innbyggere, virksomheter og kommuner.» 3. «Når utredninger skal gå raskere, blir kommunene viktigere som aktører i planlegging og utbygging. Da avgjør både kvaliteten på kunnskapsgrunnlaget og kommunenes egen kapasitet legitimitet og utfall.» Nye kulepunkter (s. 44–45): - Under «Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer, sluttbrukere og prosumenter», etter «Integrasjon av distribuert energiproduksjon, energilagring og aktive sluttbrukere, herunder bygg, industri og transport»: «Lokale energisamfunn som teknisk-organisatoriske systemer, der distribuert produksjon, lagring, fleksibelt forbruk, energideling og lokale nettressurser virker sammen, med vekt på eierskap, organisering og styring, og bidraget til forsyningssikkerhet, redusert nettbelastning og bedre utnyttelse av eksisterende infrastruktur.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
		- Under samme overskrift: «Kommuners og fylkeskommuners rolle i energiplanlegging og lokal energiutbygging, i samarbeid med lokale energi- og nettselskaper og forskning, og hvilken kapasitet og kompetanse de trenger.» - Under «Markedsdesign og regulering»: «Barrierer i regelverket for lokal energideling og flere energibærere lokalt, og forsøksordninger som kan senke dem.» Begrunnelse: Ordene «energifellesskap» og «energideling» forekommer ikke i strategien. Sluttbrukere omtales som ressurser, «millioner av fleksible ressurser som aktivt deltar i energisystemet» (s. 40), og kommunene som mottakere av et kunnskapsgrunnlag (s. 49). Når stadig flere brukere også produserer energi, blir de aktører i energisystemet. Et energisamfunn krever i tillegg organisering, eierskap og styring, noe som går ut over å koble distribuert produksjon til nettet. Kommunene er planmyndighet, og de statlige planretningslinjene for klima og energi pålegger dem å vurdere klima- og energihensyn (s. 47). Mange mangler kompetanse og midler, og det er sårbart når hver kommune planlegger alene. Strategien leter etter én ny stor næring, havvind som «en eksportnæring som kan erstatte aktivitet og arbeidsplasser når petroleumsvirksomheten avtar» (s. 65), og bygger for lite på mange lokale suksesshistorier. Erfaringen fra WeEnergize er at samskaping med innbyggere, kommuner og bedrifter gir oppslutning, innovasjon, arbeidsplasser og natur- og klimavern samtidig. Flere energibærere i en lokal miks utfordrer dagens regelverk, så forskningen må samarbeide med nasjonale myndigheter om å fjerne barrierer.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Legg til på listen: Integrasjon mellom energibærere, infrastruktur og sluttbrukere: - Vær- og havavhengighet: ressursvurdering, variabilitet og prognoser for vind (jf. s. 33). - Tverrfaglig forskning som uttalt metode i satsingen. Energiinfrastruktur og omformerbaserte energisystemer - Havvind–vannkraft: fleksibilitet og balansering. - Havområdeplanlegging, kumulative miljøvirkninger og sameksistens (fiskeri, havbruk, skipsfart). Digitalisering, data og kunstig intelligens - Digitale tvillinger for energiinfrastruktur og integrerte energisystemer, herunder havvindturbiner og -parker, oppdatert med måledata og vær- og havprognoser, med kvantifisert usikkerhet.



- Måledata må integreres direkte inn i fysikkbaserte simuleringer (datadrevet beregningsmekanikk), ikke bare kalibrering. ;
- overføringslæring mellom digitale tvillinger og anlegg;
- validering og kvalitetssikring av digitale tvillinger
- Raske hybridmodeller (fysikk og maskinlæring) for havvindparker: vakeeffekter, parkoppsett, sanntidsnær drift.
- Usikkerhetskvantifisering i modeller og beslutningsstøtte.
- Felles standarder og dataformater for måling, modeller og datadeling, også internasjonalt.

Analyseverktøy, markeder og regulering

- Regelverk, konsesjon og samfunnsaksept for energianlegg til havs.

Erlend Aamot (Hurricane Innovation)

3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)

I listen over «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» under «Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere» foreslår vi at siste kulepunkt endres fra: «Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng» til: «Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, bølgekraft og annen havenergi, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng, inkludert verdien av sammensatte produksjonsprofiler for balanse og utnyttelse av felles nettilknytning.» Bølgekraft har en produksjonsprofil som avviker fra vindenergiens, noe som kan gi systemfordeler. Å inkludere bølgekraft i systemstudier medfører minimal merkostnad.

Erlend Aamot (Hurricane Innovation AS)

3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)

Strategien bør inkludere et forskningsbehov knyttet til optimal sammensetning av kraftproduksjon i det norske energisystemet under ulike scenarier, der bølgekraft inngår som én av teknologiene som analyseres. Vi foreslår at det under «Analyseverktøy, markeder og regulering» i 3.3.2 legges til: «Studier av kostnadsoptimal sammensetning av norsk kraftproduksjon under ulike scenarier for nettutbygging, energietterspørsel og teknologimodning, inkludert bølgekraftens bidrag til systembalanse og reduserte systemkostnader.» CorPower Ocean har publisert analyser som indikerer at bølgekraft kan redusere strømpris og systemkostnader i et kraftsystem dominert av vindenergi. Disse funnene bør følges opp med norske systemstudier som grunnlag for fremtidige beslutninger.



Innsender	Kapittel	Kommentar
David Roger Lande-Sudall (Høgskulen på Vestlandet)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Legg til «bølgekraft» etter «havvind» i punktet som begynner «Konsepter for integrerte offshore ...». Begrunnelse: Industrien trenger kunnskap om hvilke kombinasjoner av energiteknologier som kan gi lønnsomme offshore energisystemer. Å inkludere bølgekraft i slike vurderinger kan avklare muligheter for felles infrastruktur, en jevnere samlet produksjonsprofil og bedre utnyttelse av investeringene.
Ronny Fiuren (Mylicia Energy AS)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Det anbefales å inkludere regulatorisk innovasjon som et eksplisitt FoUI-område. Erfaringene fra demonstrasjonsprosjekter som Euroflex prosjektet viser at de største barrierene ofte ikke er teknologiske, men regulatoriske og markedsmessige. Strategien bør derfor inkludere forskning og testing av regulatoriske rammeverk, markedsdesign, lokale fleksibilitetsmarkeder, samspill mellom ulike markedsnivåer og regulatoriske sandkasser som muliggjør raskere implementering av fleksibilitetsløsninger.
Ingeborg Palm Helland (NINA)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Det bør legges til et eget kulepunkt under «Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere» (s.44) om areal og natur, for å fange opp effektene av beslutninger og løsninger. Forslag til punkt: Areal- og natureffekter av teknologiske løsninger og infrastrukturer
Ingeborg Palm Helland (NINA)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	For å kunne vurdere samla belastning og kumulative effekter må også natur- og samfunnshensyn inkluderes i analyseverktøy. Forslag til omskriving av første kulepunkt under «Analyseverktøy, markeder og regulering» s. 44: Energisystemmodeller som kobler energibærere, sektorer, naturparametere, samfunnshensyn og geografiske nivåer.
Arild Gustavsen (NTNU Energi - Team Bygde miljø)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Under 3.3.2 (s. 44) "Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere" bør det bygde miljø sin rolle spesifiseres tydeligere. Forskning viser at bygningsmassen må gå fra å være en passiv "sluttbruker" til å bli et aktivt, integrert energiknutepunkt. Vi foreslår at kulepunktet "Integrasjon av distribuert energiproduksjon..." omformuleres eller utvides til:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		- Konsepter og styringssystemer som transformerer bygningsmassen og nabolag til aktive energiknutepunkter. Dette inkluderer integrasjon av toveis elbil-lading (V2G/V2B), bygningsintegrert solkraft (BIPV), termisk lagring i bygningskropp og deling av overskuddsvarme på nabolagsnivå. Begrunnelse: Både FME ZEB og FME ZEN har demonstrert gjennom flere pilotprosjekter at bygningsintegrert teknologi og termisk masse kan brukes aktivt som ressurser for det overordnede kraftsystemet. EUs "EU Solar Energy Strategy" (2022) fremhever bygningsmassen og initiativet om "Solar Rooftops" som den raskeste veien til distribuert fornybar produksjon, noe som forutsetter FoU-innsats på systemintegrasjon i det bygde miljø.
Hanne Kauko og Ingeborg Graabak (privat)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	• Delkapittel 3.3: om Integrerte og digitaliserte energisystemer - o Teksten «Energisystemmodeller som kobler energibærere, sektorer og geografiske nivåer» bør endres til «Energisystemmodeller som kobler energibærere, sektorer, geografiske nivåer, innvirkning på natur, areal- og materialbruk. - o Teksten «Regulering som understøtter sektorkobling og integrerte energisystemer» bør endres til «Regulering som understøtter sektorkobling og integrerte energisystemer lokalt og nasjonalt».
Ida Malmberg (privat)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 44)	Fra: Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng. Til: Konsepter for integrerte offshore energisystemer der havvind, bølgekraft og annen havenergi, petroleum, hydrogen og CO₂-håndtering ses i sammenheng, inkludert verdien av sammensatte produksjonsprofiler for balanse og utnyttelse av felles nettilknytning.
Ingeborg Palm Helland (NINA)	3.3 Integrerte og digitaliserte energisystemer (s. 45)	Forskning på arealbruk og naturhensyn må inkluderes under «Markedsdesign og regulering» (s.45), utover det som er nevnt om beslutningsstøtte. Vi foreslår både en omskriving av punkt sju (som nå står som siste punkt) og foreslår et nytt åttende punkt. Forslag til omskriving av kulepunkt sju (tidligere «Beslutningsstøtte for nettutvikling, arealbruk og naturhensyn»): Arealbruk og samla belastning av nettutvikling



I tillegg bør det legges til et åttende kulepunkt: Beslutningsstøtte for nettoutvikling som også integrerer natur- og samfunnshensyn

Erik Berge (FME Include)

3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)

I denne delen av rapporten (3.4 Natur, miljø og samfunn) savnes en anerkjennelse av Norges tilknytning til EU og EUs energi- og klimapolitikk, gjennom EØS-avtalen og klimasamarbeidet med EU, samt behovet for kunnskap om EUs energimarkeds- og energipolitikks effekter på norske rammebetingelser. Uten kunnskap om EU-utviklingen er det en klar risiko i forskningsstrategien for at Norge kan komme i ytterligere utakt med EUs bevegelser, med uheldige effekter for norske energiaktører, andre aktører og sluttbrukere. Dette kan særlig ha to effekter: endring i sentrale juridiske og politiske rammevilkår for energisektoren gjennom begrensninger og styring på den ene siden, og en manglende kunnskapsberedskap omkring EUs utvikling på den andre. Under innledningen til 3.4.1 Natur, miljø og samfunn er en forutsetning for måloppnåelse og underoverskriften Kraftbehovet vokser samtidig som naturarealet bygges ned (s. 46) foreslår vi derfor å legge til et kort avsnitt, for eksempel etter første avsnitt, som ender slik: «stor betydning for naturmangfold nær null innen 2030 (Klima- og miljødepartementet, 2024.)»:

«I dette bildet gir Norges deltakelse i EUs kraftmarked og overordnede utvikling føringer for norsk kraftsystemutvikling, inkludert nettverkskoder, netto-null-målene og deres implikasjoner for Norge, Ren-energi-pakken og nyere konkurransefokusede tiltak som Net-Zero Industry Act og andre. Dette medfører et kompetansebehov for kunnskapsberedskap om utviklingstrekk, samt sosiale krav i EUs kraftpolitikk (energieffektivisering i lavinntektshusholdninger, krav om monitorering av energifattigdom og lignende).»

Erlend Aamot (Hurricane Innovation AS)

3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)

Vi foreslår at kapittel 3.4 (Natur, miljø og samfunn) utvides med et forskningsbehov knyttet til optimal utnyttelse av norske havarealer til energiformål. Under 3.4.1 beskrives økt konkurranse om havarealer som en sentral utfordring. Under 3.4.2 foreslår vi at følgende legges til: «Metoder for å vurdere arealeffektivitet og stabilitet i energiproduksjonen for ulike havbaserte teknologier, herunder samlokalisering av havvind og bølgekraft, med sikte på å maksimere energiutbytte per tildelt havareal. Bølgekraft produserer energi fra bølger som i dag passerer uutnyttet gjennom havvindparker, og kombinert utbygging kan gi høyere og mer stabil energiproduksjon per arealenhet enn havvind alene.» Dette knytter an til strategiens eget mål om å styrke kunnskapsgrunnlaget for arealforvaltning til havs.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Det fremtidige transportsystemet og relatert energibehov vil endre seg. Null- og lavutslippsløsninger innen luftfart vil kunne bli et mer bærekraftig alternativ enn andre transportformer på områder hvor det er behov for rask, utslippsvennlig og mer direkte transport og hvor samfunnseffektene kan være betydelige. Fordelen med luftfart er i tillegg at infrastruktur i all hovedsak er på plass, sammenlignet med eventuell bygging av ny infrastruktur for bane og vei.
Øistein Fosse Mathisen (Lyse Neo)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Strategien har forskning på eierskaps-, kompensasjons- og fordelingsmodeller. Vi foreslår å inkludere modeller der nye store kraftforbrukere bidrar til finansiering eller etablering av ny produksjons- eller nettkapasitet som del av sin tilknytning, slik at prissmitte til øvrige kunder unngås. Vi foreslår også forskning på hvordan lokalisering av energianlegg kan optimalisere samlet måloppnåelse knyttet til energiutbytte, naturpåvirkning, klimaeffekt og samfunnsaksept.
Tonje Aronsen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Kapittel 3.4 Natur, miljø og samfunn – s.46 Det er positivt at natur, miljø og samfunn er et satsningsområde i strategien, men NINA reagerer på argumentasjonen for hvorfor dette er et viktig satsningsområde. I kapittel 3.4 står det følgende: «Styrket satsing på natur, miljø og samfunn vil bidra til å: Øke tempoet i energiomstillingen gjennom å begrense naturpåvirkningen fra utbygging og styrke legitimiteten til beslutningene som tas». NINA mener at dersom det er ønskelig å øke legitimiteten til fornybar energi burde det være et mål i seg selv å gjøre utbygging av fornybar energi mer bærekraftig, med begrenset naturpåvirkning og i dialog med de som påvirkes. Generelt bærer strategien flere steder og spesielt i kapittel 3.4 preg av at det ønskes forskning som «skaper» legitimitet og begrenser naturpåvirkning ikke fordi dette er viktig i seg selv, men med argumentasjon om dette må til for å øke utbyggingstakten. Dette fremstår som et vanskelig utgangspunkt for å sikre gode prosesser og prosjekter som gjør det mulig å utvikle fornybar energi som tar hensyn til naturen og har bred oppslutning i befolkningen. Kapittel 3.4 Natur, miljø og samfunn – s.46 Språkbruk: Uttrykket Miljødesign brukes 7 ganger i dokumentet og ofte på måter som ikke gir faglig mening. Antagelig er intensjonen å bruke et generelt begrep for miljøforbedrende tiltak, men «miljødesign» er ikke et generelt etablert vitenskapelig begrep for dette. I stedet er miljødesign en metode er spesifikt utviklet for laks i regulerte vassdrag. Ordet bør derfor alle steder byttes ut med mer etablerte generelle uttrykk som «Naturbaserte løsninger » eller «miljøtiltak».



Innsender	Kapittel	Kommentar
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Det slås fast at natur, miljø og samfunn «er en forutsetning for måloppnåelse». Kapittelet omhandler i hovedsak arealbruk, inkl. urfolks rettigheter og fallende oppslutning om fornybar energi i befolkningen som bremser kraftutbyggingen. Tiltaksrammeverket er presentert, men bare i relasjon til arealbruk. Hovedfokus er på hvordan vi skal skaffe mer kraft, og hvordan vi skal bygge ut med mindre konflikt. Natur-, miljø- og samfunnsdimensjonene i energiomstillingen må imidlertid sees mye bredere enn det. Noen eksempler på konkrete mangler: • Selve omstillingen påvirker forskjellige grupper av mennesker, lokalsamfunn, regioner og næringer ulikt. Hvordan er disse konsekvensene fordelt mellom disse gruppene? Hvem er vinnere og tapere og motsatt: hvordan påvirker dette selve omstillingen? • Forskning knyttet til rettferdig energiomstilling bør kom frem tydeligere, ikke bare som et begrep her og der. Hvem betaler for energiomstillingen, hvem får gevinster (regionalt, lokalt osv.) Hvordan påvirke energipriser og nye energiløsninger sosial ulikhet? Altså ikke bare «oppleves prosessene rettferdige», men «er konsekvensene av omstillingen rimelig fordelt». • I utfordringsbildet snakkes det om fordelingseffekter, men i avsnitt om «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» kobles dette igjen bare til legitimitet, altså kompensasjon og aksept for energiutbygging. • Maktfordeling, demokratiske prosesser; hvordan kan lokalsamfunn, kommuner og andre berørte grupper få reell innflytelse på beslutninger? Hvilke forhold skaper tillit, konflikt eller motstand? • Adferd, forbruk og hverdagsliv; hvordan påvirkes folks mulighet og vilje til å endre energibruk? Hvordan spiller økonomi og politiske virkemidler sammen? • Energistilretteleggelse er ikke nevnt. Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet er et sentralt tema, men der er det begrenset til sluttbruker i nettet. I en FoUI-strategi mot 2050 må etterspørsel og muligheten for å redusere selve energibehovet også drøftes i et større perspektiv; hvor mye energi samfunnet trenger, hvordan skal denne energien brukes og hvordan skal denne fordeles. Vi oppfatter at en del sentrale forskningsfelt ikke har vært tilstrekkelig ivarettatt i arbeidet med strategien. Dette gjelder blant annet samfunnsvitenskapelig energi- og omstillingsforskning, sosiologi og sosialpsykologi, statsvitenskap og offentlig forvaltning, økonomi og fordelingsanalyse, samt arbeidslivs- og regionalforskning. Dersom dette skal være en strategi med tydelige prioriteringer ut over det teknologiske og næringsrelaterte, er det nødvendig både å utvikle kapittel 3.4 videre og å sørge for at det synliggjøres i



Innsender	Kapittel	Kommentar
		strategien hvordan den tverrgående prioriteringen av «Natur, miljø og samfunn» påvirker de andre tverrgående prioriteringene og prioriteringene innenfor de teknologiske satsingsområdene.
Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (8 av 8): Kap. 3.4 Natur, miljø og samfunn Naturmeldingen (Meld. St. 35 (2023–2024)) fastslår at arealendringer er den største trusselen mot naturen i Norge, og Miljødirektoratet viser at energiutbygging er hovedårsaken til tapet av inngrepsfri natur. Kjernekraftutvalget konkluderer med at kjernekraft «krever lite areal per kWh, gir små naturinngrep i forhold til alternativene» (NOU 2026: 4, kap. 2). Arealeffektivitet er en av strategiens egne indikatorer. Vi ber om at satsingsområdet omfatter sammenlignbare, livsløpsbaserte mål for arealbruk og tap av inngrepsfri natur per TWh for alle kraftkilder, slik utkastet selv etterlyser (kap. 3.4.1). Kjernekraftutvalget peker på kravene til sikkerhet og beredskap, behovet for avfallshåndtering og deponi, og at befolkningen må ha tillit til prosessene. Dette er argumenter for forskning. Norge har allerede en avfallsoppgave etter forskningsreaktorene, og kunnskapen bør utvikles i sammenheng med avfall fra ny kjernekraft. Om lag 96 prosent av brukt brensel er uran og plutonium som kan gjenvinnes. FoU-innsatsen bør derfor også omfatte gjenvinning og en lukket brenselssyklus, i samarbeid med europeiske miljøer, slik at framtidige valg for brukt brensel ikke stenges ute. Satsingsområdet bør også omfatte deponiløsninger, sikkerhet og beredskap for nye reaktortyper, og forskning på etikk, legitimitet og lokal forankring. Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Styrk samfunnsdimensjonen i energiomstillingen: Legitimitet handler ikke bare om utbygging av kraft og nett, men også om hva energi og nettkapasitet skal brukes til. Strategien bør derfor gi større plass til kunnskap om sammenhengen mellom energibruk, utslippsreduksjoner, arbeidsplasser, eksport og regionale ringvirkninger. Det vil gi et bedre kunnskapsgrunnlag for de prioriteringene et strammere energisystem vil kreve, og kan styrke legitimiteten til energiomstillingen.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Vebjørn Bakken (UiO:Energi og miljø, Universitetet i Oslo)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	Det er svært positivt at «Natur, miljø og samfunn» fremheves som et prioritert, tverrgående tema. Det varierer imidlertid svært mye i hvilken grad temaet er integrert (samt detaljeringsgrad) i de syv ulike teknologiområdene. Skal vi lykkes med å lukke kunnskapsgapet og få til en bærekraftig utvikling/operasjonalisering i praksis, holder det ikke at natur og samfunn hovedsakelig behandles som et eget tverrgående område i innledende tekster. Temaene må integreres i hele strategien med konkrete FoUi-aktiviteter direkte under de enkelte teknologiprioriteringene, slik at miljøfaglige, juridiske og sosiale hensyn blir en naturlig del av energiutbyggingen og -omstillingen fra start. Et eksempel på dette fra det marine miljøet: Under havbunnsmineraler omtales miljøfaglige utfordringer som helt sentrale, mens det under for eksempel havvind er kun et par av de 23 sentrale FoUi-aktivitetene som omfatter det marine miljøet.
Anders Nermoen (privat)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 46)	3. Rettferdig omstilling må bli et eget FoUi-tema Strategien viser at sokkelen modnes og at produksjonen av olje og gass faller med over 60 prosent mot 2050 i Sokkeldirektoratets basisbane (s. 21–22). Advarsler om produksjonsfall har vi hørt siden tidlig 2000-tallet, og oljeproduksjonen falt da også med over 50 prosent fra toppen i 2001 til 2013, før nye funn som Johan Sverdrup ga en ny oppgang. Det må nevnes at 2025 var et rekordsterkt år med høyeste oljeproduksjon siden 2009, og gassproduksjon nær rekorden for 2024. Direktoratets femårsprognoser for olje har likevel oftere vært for høye enn for lave: I 11 av 15 femårsperioder mellom 2006 og 2025 ble produksjonen lavere enn prognosen (egen gjennomgang år for år). Basisbanen forutsetter allerede relativt høy leteaktivitet, og direktoratet understreker selv at mulighetsbildene ikke er prognoser. Trusselen om fremtidig fall har blitt brukt som brekkstang til økt leteareal, mer forskningsinnsats rundt økt utvinning, mer og bedre leting. Mitt innspill skal leses motsatt. Modningen bør motivere til utvikling av nye næringer i Norge – og siden oljen er så viktig også bortenfor det grønne skiftet bør vi tenke annerledes om hvordan vi bruker gjenværende ressurser på norsk sokkel. Fremtidens generasjoner har stor nytte av molekylerne i produkter i lang tid, og de må samtidig leve med klimaendringene vi påfører dem. En langsiktig strategi, særlig for forskning og utvikling, bør kunne ta generasjonsperspektiv. Forventet produksjonsfall kan altså gi to vidt forskjellige forskningspolitiske motiv. Leverandørindustrien knyttet til petroleum omsatte for 497 mrd. kroner i 2024, mot 108 mrd. for fornybart, hydrogen og CCS samlet (s. 21). Det store spriket passer med mønstrene som er beskrevet i forskningen på karbon-innelåsning (Unruh 2000; Seto mfl. 2016; NOU 2023:25). De viser hvordan



infrastruktur, kapital, kompetanse og institusjoner bygget rundt fossil energi forsterker seg selv og forsinker omstillingen. Jo lenger kapital og arbeidskraft bindes til olje og gass, desto senere og dyrere blir omstillingen, og desto mer sårbar blir økonomien når etterspørselen faller. Jeg kjenner ikke til empiri som viser at en stor og sterk olje- og gassindustri bidrar til omstilling bort fra olje- og gassavhengighet.

Strategien nevner spenningen «mellom støtte til etablerte næringer og nye verdikjeder» (s. 118), men bare i vedlegget. Rettferdig omstilling omtales som et premiss (s. 46), mens FoUI-behovene i 3.4.2 i hovedsak handler om legitimitet for ny utbygging. Det peker på et hovedmoment i min kritikk: Omstillingen er like mye et sosialt som et teknisk samfunnsprosjekt.

Forslag:

- Løft avveiningen mellom etablerte næringer og nye verdikjeder fra vedlegget inn i hoveddelen.
- Utvid 3.4.2 med et tema om rettferdig omstilling av arbeidsliv og næringsstruktur: risiko for innelåsning og strandede investeringer i ulike etterspørselsscenarier (inkludert statsfinansiell og regional risiko); hvordan arbeidskraft, kompetanse og kapital kan flyttes til nye verdikjeder slik at overgangen oppleves som trygg; og hvordan synlige, lokale tiltak kan bygge tillit.

Beate Seibt & Josef Noll, UiO;
Elin Kamsvåg, Kristiansund
kommune; Iliana Ilieva, IFE;
Berit Nilsen & Ivonne Herrera,
NTNU Samforsk; Arild Schou
& Thomas Øyvang, USN;
Dina Aspen, NORSUS
(Forskere og partnere i
WeEnergize (FME Samfunn-
søknad))

3.4 Natur, miljø og samfunn (s.
47)

Tema: Nedbygd areal først

Nåværende tekst: «I Klimamelding 2035 legges tiltaksrammeverket unngå – flytt – forbedre til grunn også for arealbruk: unngå unødvendig utbygging, flytt det som må bygges til mindre verdifulle og helst allerede bebygde arealer, og forbedre resten gjennom skånsomme metoder og restaurering» (s. 47)

Forslag til ny tekst: Teksten på s. 47 beholdes. Nytt kulepunkt under «Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens» (s. 51): «Potensial, nettintegrasjon og lagring for energiproduksjon på allerede nedbygd areal, som tak, fasader, parkeringsplasser og nedlagte deponier, slik at slik produksjon går foran utbygging i urørt natur.»

Andre tekststeder som bør endres med samme begrunnelse: I kap. 5 Solenergi (s. 106) endres «utvikling og drift av storskala bakkemontert solkraft» til «solkraft på allerede nedbygd areal, og utvikling og drift av storskala bakkemontert solkraft». Kulepunktet «Standardiserte moduler for bygnings- og infrastrukturintegrasjon» utvides med «og systemløsninger for lokal produksjon, lagring og deling».

Begrunnelse: Strategien slutter seg til prinsippet om å flytte utbygging til «helst allerede bebygde arealer» (s. 47), men forskningsbehovene følger det ikke opp. Solenergi er ikke et prioritert



Innsender

Kapittel

Kommentar

satsingsområde, og der solkraft omtales, ligger tyngden på «storskala bakkemontert solkraft» (s. 106). Det er motsatt rekkefølge av tiltakshierarkiet. Multiconsult har beregnet et teknisk potensial for solkraft i Norge på 199 TWh per år: 66 TWh på bygninger og 133 TWh på gråareal som parkeringsområder, nedlagte deponier og jordbruksareal ute av drift. I Møre og Romsdal er potensialet nær 14 TWh, omtrent like mye som fylkets årlige kraftforbruk, og i Kristiansund alene 0,5 TWh (Multiconsult for Møre og Romsdal fylkeskommune, 2023). Med lagring og fleksibilitet, som strategien selv peker på (s. 40), kan uregulerbar produksjon integreres i eksisterende nett.

Tor Håkon Jackson Inderberg
(Fridtjof Nansens Institutt)

3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 47)

Figur 10 (s. 47) om nedbygget areal 1990–2019 etter arealkategorier er utdatert og gir et feilaktig inntrykk av energi-infrastruktur sin rolle i nedbygging av natur. For eksempel klassifiseres alle internveier i vindkraftanlegg som «veier» i denne figuren, og bare kraftlinjer regnes som energi-infrastruktur. Vi foreslår å bruke Riksrevisjonens kategorier og mer oppdaterte tall for perioden 2015–2025. I rapporten Dokument 3:9 (2025–2026), «Riksrevisjonens undersøkelse av myndighetenes arbeid med å kartlegge naturverdier og klimaeffekter som grunnlag for beslutninger i arealforvaltningen», viser Riksrevisjonen slike mer oppdaterte tall (på side 47, Figur 2 Naturtap og naturpåvirkning, per kategori) mer oppdaterte tall som bedre reflekterer arealbruk knyttet til energi-infrastruktur. Disse bør brukes for å gi et riktigere bilde.

tone knudsen (Statkraft)

3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 47)

Klimautfordringen som bakgrunn for behovet for energiomstillingen er ikke godt nok reflektert. Vi mener tittelen på 3.4 bør lyde: Natur og Klima, Miljø og samfunn. Klima må da også med hver gang man ramser opp natur- og klima- miljø og samfunn- som for eksempel

- i første setning i avsnittet under overskriften til 3.4.
- overskriften til kulepunkter på side 47: Styrket satsing på natur og klima, miljø og samfunn
- overskriften på 3.4.1 Natur og klima, miljø og samfunn.

Det bør da også legges inn noen setninger om hvordan klima og natur er to sider av samme sak. for eksempel legge inn følgende setninger etter første setning i andre avsnitt under 3.4 (... gjenværende natur øker.): "Samtidig er det slik at økte klimagassutslipp fører til klimaendringer som igjen påvirker natur. Hvilke effekter klimaendringer får på natur og hvordan avveie effektene av klimaomstillingstiltak på natur mot alternativets fortsatt utslipp påvirkning på natur er et område å prioritere for forskning" Dette bør også inn som et kulepunkt på side 47: styrket satsin på natur og klima, miljø og samfunn vil bidra til å



Innsender	Kapittel	Kommentar
øke tempoet i energiomstillingen ved å sikre at videre satsing på energi er gjennom løsninger som i minst mulig grad påvirker både klima og natur.		
Silje Ingebrigtsen (Finnmark Kraft AS)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 48)	Finnmark Kraft viser til Fornybar Norges høringsinnspill og støtter vurderingen av at landvind bør gis en tydeligere plass i Energi2050-strategien. At landvind er en moden teknologi, må ikke føre til at behovet for forskning og innovasjon knyttet til videre utvikling av landvind undervurderes. Finnmark Kraft erfarer at de største utfordringene for nye landvindprosjekter i dag i stor grad er knyttet til samfunns- og arealspørsmål, og i mindre grad til selve teknologien. Dette er særlig tydelig i Nord-Norge og Finnmark. Det prekære behovet for ny kraft må her veies opp mot betydelige naturverdier og en rekke konkurrerende arealinteresser, herunder reindrift, annen næringsvirksomhet og lokalsamfunn. Skal ny fornybar kraft kunne realiseres med nødvendig legitimitet, trengs det mer kunnskap om hvordan slike interesse- og arealkonflikter kan avveies og håndteres. Forskning og innovasjon knyttet til arealbruk og sameksistens må derfor være en sentral del av den videre utviklingen av landvind, og ikke begrenses til teknologiutvikling eller konsekvensutredninger i det enkelte prosjekt. Det er blant annet behov for bedre metoder for helhetlige arealvurderinger, medvirkning og dialog, vurdering av samlede virkninger og utvikling av prosesser og eierskapsmodeller som kan redusere konfliktnivået. Dette kan bidra til bedre beslutningsgrunnlag, økt legitimitet og lokal forankring, og mer effektive konsesjonsprosesser. Finnmark Kraft mener på denne bakgrunn at landvind bør omtales eksplisitt innenfor Energi2050s tverrgående satsing på natur, miljø og samfunnshensyn. Forskning og innovasjon knyttet til arealbruk, sameksistens, medvirkning, samfunnsmessig legitimitet og plan- og konsesjonsprosesser bør gis en tydeligere plass. Dette er kunnskapsbehov som vil være avgjørende dersom landvind fortsatt skal kunne bidra med ny fornybar kraft i Norge. Strategien peker allerede på sosial legitimitet, bærekraftig arealbruk, minoritetsrettigheter, konsekvensvurderinger og prosesser som reduserer konflikt og forsinkelser som sentrale FoUI-behov. Å koble landvind tydeligere til disse temaene vil derfor være en naturlig konkretisering av strategiens eksisterende satsing.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 50)	Bioenergi og biogass er meir enn energiproduksjon. Dei inngår i sirkulære verdikjeder der energi, karbon og næringsstoff blir utnytta i samanheng. Dette perspektivet bør styrkjast i forskings- og innovasjonsinnsatsen knytt til natur, miljø og samfunn. FoUI-arbeidet bør omfatta heile verdikjeda frå råstoff og energiproduksjon til CO₂-utnytting, biorest og tilbakeføring av næringsstoff til landbruket. Det er særleg behov for meir kunnskap om biorest og biogjødsel, inkludert agronomisk effekt, klimaeffekt, næringsstoffgjenvinning, logistikk, marknadsutvikling og rammevilkår. Det er òg behov for kunnskap om berekraftig tilgang på norske bioressursar og korleis avfall, sidestraumar og rein biomasse kan nyttast med høg samla klima-, energi- og ressursverdi. Vi ber om at sirkulære verdikjeder, ressursutnytting og marknadsutvikling for biorest og biogjødsel blir tydelegare inkluderte i dei prioriterte forskings- og innovasjonsbehova.
Tor Håkon Jackson Inderberg (Fridtjof Nansens Institutt)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 50)	FNI deler sekretariatets oppfatning av viktigheten av de tre tverrgående temaene: Energisikkerhet, integrerte og digitaliserte energisystemer, og natur, miljø og samfunn. Vi vil understreke at alle disse tre temaene innebærer samfunns- og styringsmessige utfordringer som strategien burde reflektere på en tydeligere måte. Vi finner beskrivelsene av temaene rimelige innledningsvis. Likevel mener FNI det generelt i forskningsstrategien er for lite sammenheng mellom tekniske områder og hvordan de skal fungere sammen med et energimarked, industribehov, private forbrukere med forskjellige behov, og politikk. Den aller viktigste svakheten i strategien er at den underkommuniserer viktigheten av europeisk utvikling. Norges energi- og kraftsystem er dypt integrert med EUs politiske utvikling som sentralt premiss for norsk handlingsrom på miljø og energiområdene. Formelt er vi del av EUs indre energimarked gjennom EØS-avtalen. Uformelt tilpasser norsk forvaltning og energiaktører seg til EUs utvikling av politikk, standarder og forskrifter. Et sterkere fokus i strategien på EUs energi- og miljøpolitiske utvikling og påvirkning på norsk handlingsrom vil øke muligheter for norske aktører til å lære av og å komme i takt med utviklingen til aktører i det større EØS-området. Det er stort behov for forskning for å finne måter å unngå den motsatte situasjonen der utakt i utviklingen kan innebære høy risiko for norske aktører. Dette er delvis, men utilstrekkelig, nevnt under 6.4.2 på side 127. Det mest naturlige stedet å utdype dette er under del 3.4 «Natur, miljø og samfunn».



Vi foreslår et tillegg under 3.4.2 «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» på side 50, med følgende nye overskrift «Utvikling i relevant EU-politikk og energimarked». Under denne bør følgende punkter legges til:

- «Utvikling i EU-politikk og energimarked som kan påvirke det norske energisystemet og forutsetninger for norsk politikkutvikling
- Norsk politisk handlingsrom i spørsmål knyttet til energi, klima, natur og miljø, som følge av utvikling i EU og EU-politikk
- Endringer EU-politikk som påvirker risikobildet for norske energimarkeder, inkludert rammevilkår for kraftsektoren og etterspørsel av norsk energi i EU.»

Anders Elverhøi (privat)

3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 50)

Energi2050 må bidra til å løse floken mellom klima, energi og natur

Til tross for omfattende kunnskap om klimakrisen og behovet for energiomstilling, er det betydelig konflikt om utbygging av fornybar energi.. Dagens debatt reflekterer på mange måter det såkalte energi trilemma, klima- energi -natur; energitiltak settes opp mot en sårbar natur. Resultatet er at debatten låser seg uten at konsekvensene av alternativene blir utredet. Dette reiser spørsmål om hva som skal til for å få til gode beslutninger som fører til handling og der avveininger mellom energi-, klima- og naturhensyn er gjort og har fått bred tilslutning..

Eksempelvis har vi snart i mer enn 15 år hatt sentre for miljøvennlig energi som uten tvil har levert mye god forskning på hva som bør gjøres. Likevel har vi ennå ikke klart å nøste opp floken i trilemmaet: klima-energi -natur. Det bygges ut mindre ny kraft enn på mange år. Spørsmålet er om det nå er behov for å gå mer direkte og konkret til verks for å få partene i dette trilemmaet til å trekke sammen. Vi trenger noen piloter eller sentre som har til oppgave å bringe partene i trilemmaet sammen. Formålet er å finne fram til konkrete opplegg i et eller flere geografiske områder.

Energi2050 bør anbefale et pilotprogram som kombinerer kunnskapsstøtte, bred medvirkning og følgeforskning i områder med planlagt vindkraft. Et slikt forskningsprogram må legges opp i samarbeid med aktuelle kommuner og den aktuelle utbygger. Det er også viktig at Forskningsrådet deltar i planleggingen av et slikt program. Et avgjørende punkt er å sørge for bred deltagelse fra forskjellige interessentgrupper. Deltakere eller partene i prosjektet må utfordres til å arbeide med reelle valg om energibruk og behov, produksjon og arealbruk og natur. Forskningsmiljøenes oppgave blir å bringe inn kunnskap samtidig som miljøene må følge prosessene. Målet for denne type prosjekt er praktiske resultater og overførbar kunnskap om hvilke samarbeids- og beslutningsprosesser som virker, evt. ikke virker.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Dette er en komplisert oppgave og den krever nøye planlegging og involvering, tydelig rollefordeling og avklaring av forskningsetiske spørsmål. Forskningsmiljøenes uavhengighet må ivaretas, og det må skilles tydelig mellom deres bidrag til prosessen og deres analyse av den. Et slikt program i regi av Energi 2050 må ikke bare spørre etter hvilken teknologi som trengs, men hvordan vi kommer fra kunnskap til beslutning og gjennomføring slik at vi får en forsvarlig energisikkerhet, lavere utslipp og minst mulig naturtap.
Frode Longva (CICERO Senter for klimaforskning)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	I 3.4.2 savner vi et tydelig punkt om Norges tilknytning til EU og EUs energi-, klima og industripolitikk. Energi2050 beskriver forholdet til EU med utgangspunkt i vår rolle som leverandør av olje og gass - dette er for snevert. EUs energipolitikk legger opp til at energisikkerhet og energiomstilling er to sider av samme sak. Geopolitisk uro, Europas omstilling til fornybart og norsk kraftbalanse er viktige faktorer. På kort sikt har vi felles interesser, men på lengre sikt er det ikke gitt at vi vil være netto energileverandør til EU. Omstilling fra fossil energi til fornybar energi må også sees i sammenheng, og EU setter rammevilkår for både natur, miljø, samfunn og industriutvikling. Det bør fanges tydeligere opp som FoU-aktiviteter. Til kulepkt om medie- og kommunikasjonsmønstre: Kompleksiteten innenfor energifeltet gjør at det er særlig utsatt for informasjonsmanipulasjon - det bør adresseres og studeres som en risiko.
Carl Pavia (CorPower Ocean)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Fra: Flerbruksløsninger der flere næringer deler areal, og barrierene slike løsninger møter. Til: Flerbruksløsninger der flere næringer deler areal, for eksempel samlokalisering av havvind, bølgekraft og havbruk, og barrierene slike løsninger møter. Arealbruk og legitimitet er kjernetemaene i kap. 3.4 (s. 46–49), og utkastet legger til grunn rammeverket «unngå – flytt – forbedre» for arealbruk (s. 47–48). Samlokalisering samler produksjon i områder som allerede er tildelt, noe som passer med «unngå». Å formulere det som et eksempel holder kulepunktet generelt, samtidig som bølgekraft blir synlig i et tverrgående satsingsområde.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	va: FOUI behov Natur og Miljø. Datafangst er nemnt og bør forsterkast. Det trengst meir grunnleggande data og tidsseriar for evaluering av naturlege og menneskeskapte endringar. Etablering av felles forskningsfelt på tvers av institusjonar og fagfelt og for ulike formål vil vere eit stort framsteg. Kvifor: Argument for Infrastruktur søknader
Erik Berge (FME Include)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Vi verdsetter vi fokuset på redusert forbruk og rettferdighet beskrevet for området Natur, miljø og samfunn. Men under overskriften Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser (s 51), i oppsummeringen av forskningsbehov, savner vi et punkt om kunnskap om lokale forhold. Det er også en fordel om man unngår å bruke «legitimitet» på en instrumentell måte og heller fokuserer på hvordan lokale myndigheter og grupper kan få reelt eierskap og fordeler ved utbygginger (dette er delvis berørt i kulepunkt om «Sammenhenger mellom eierskapsmodeller...», men bør være gjennomgående fokus). Vi foreslår å erstatte kulepunktet «Effektive tiltak og løsninger for å bygge legitimitet og oppslutning om energiomstillingen» med: «Kunnskap om lokalsamfunn og hvordan de kan inkluderes i utbyggingsprosesser og få eierskap og fordeler, som kan bidra til å gjøre prosjektene legitime.»
Erik Berge (FME Include)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Under overskriften Urfolksperspektiver, makt og kunnskapsproduksjon, i oppsummeringen av forskningsbehov, (s. 51) mangler det et kulepunkt om behov for kunnskap om Norges etiske forpliktelser internasjonalt i forbindelse med utvinning av materialer og mineraler til de globale verdikjedene som inngår i energisystemet. Vi foreslår at følgende kulepunkt legges til: «Forskning på internasjonale verdikjeder knyttet til global utvinning av materialer og mineraler med fokus på sosiale og etiske problemstillinger.»
erik Berge (FME Include)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	I samsvar med vårt kommentar til s. 46 (innledningen til kap 3.4.1), foreslår vi et nytt kulepunkt under 3.4.2 Sentrale forsknings og innovasjonsbehov (s. 50-51), for eksempel kalt «EU tilpasning og påvirkning» og for eksempel plassert etter punktet Verdsetting av natur, juridiske rammer og adaptiv forvaltning (s. 51):



Innsender	Kapittel	Kommentar
«Forskning på EUs politiske og markedsmessige utvikling innenfor energisystemer, påvirkning på Norges energisystem og dets rammevilkår, for å bidra til å redusere risiko for norske aktører og Norge.»		
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Gode naturvalg gir bedre prosjekter med mindre naturavtrykk. Derfor bør regelverk og praksis i større grad legge til rette for at restaurering og kompensasjon vurderes tidlig i søknadsprosessen, når dette samlet sett gir best resultat for naturen. I dag fastsettes slike tiltak ofte først i detaljplanen, etter at konsesjonsvedtaket er fattet. FoUI-innsatsen bør utvikle metoder for restaurering og økologisk kompensasjon som erstatter tapte naturverdier, og utrede hvordan økologisk kompensasjon og naturbevaring utenfor planområdet kan inngå i beslutningsgrunnlaget. Naturregnskap mangler i utkastet til FoUI-strategi. Selv om forskning allerede er i gang, er det behov for videre kunnskapsutvikling, særlig om sammenhengen mellom naturregnskap på prosjekt-, kommune- og fylkesnivå (bl.a. regulatorisk, datakilder, dataflyt). FoUI-innsatsen bør bidra til dette og til utvikling av en sektornøytral metodikk for naturregnskap på prosjektnivå. Slik metodikk bør kunne anvendes tidlig i prosjektutviklingen.
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Innspill 4: Kap 3.4, Natur, miljø og samfunn (Sosial legitimitet), s. 48 og 51 Strategien har forskning på eierskaps-, kompensasjons- og fordelingsmodeller. Vi foreslår å inkludere modeller der nye store forbrukere med betalingsevne bidrar til ny produksjon eller kapasitet i bytte mot legitimitet (Bring Your Own Capacity), slik at prissmitte til øvrige kunder unngås. Vi foreslår også å utvide «unngå, flytt, forbedre» med produksjon som optimaliserer klima, miljø, natur og samfunn samlet, for eksempel vindkraft på allerede nedbygde arealer og gjenvinning av overskuddsvarme.
Beate Seibt & Josef Noll, UiO; Elin Kamsvåg, Kristiansund kommune; Iliana Ilieva, IFE; Berit Nilsen & Ivonne Herrera, NTNU Samforsk; Arild Schou & Thomas Øyvang, USN; Dina Aspen, NORSUS	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Tema: Samproduksjon og innbyggere som aktører Nåværende tekst: 1. «Effektive tiltak og løsninger for å bygge legitimitet og oppslutning om energiomstillingen.» (s. 51) 2. «Metoder for samproduksjon av kunnskap mellom forskere, forvaltning, næring, lokalsamfunn og urfolk.» (s. 51, under «Urfolksperspektiver, makt og kunnskapsproduksjon»)



Innsender

Kapittel

Kommentar

(Forskere og partnere i WeEnergize (FME Samfunnsøknad))

3. «Fem gjennomgående behov peker seg ut: bedre sammenheng i virkemiddelapparatet, sterkere system- og verdikjededemonstrasjoner, mer strategisk kompetansebygging, aktiv internasjonal posisjonering og mer risikovillig kapital i overgangen fra pilot til kommersiell skalering.» (s. 84)

Forslag til ny tekst:

1. «Hvordan innbyggere, kommuner og lokalsamfunn kan delta i å utforme løsningene, og hvordan slik deltakelse påvirker legitimitet, oppslutning og gjennomføring.»
2. Kulepunktet flyttes til «Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser» og lyder: «Metoder for samproduksjon av kunnskap og løsninger mellom forskere, forvaltning, næring, kommuner, innbyggere og urfolk.»
3. «Seks gjennomgående behov peker seg ut: bedre sammenheng i virkemiddelapparatet, sterkere system- og verdikjededemonstrasjoner, mer strategisk kompetansebygging, aktiv internasjonal posisjonering, mer risikovillig kapital i overgangen fra pilot til kommersiell skalering, og samproduksjon av kunnskap og løsninger med innbyggere, kommuner og lokalsamfunn i alle satsingsområdene.»

Nytt kulepunkt under «Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser» (s. 51): «Modeller for hvordan husholdninger, borettslag og sameier, næringsliv og offentlige aktører kan bidra med egenproduksjon og fleksibilitet, og hvordan brukervennlige løsninger og støtteordninger kan motivere slik deltakelse.»

Begrunnelse: Det er et framskritt at strategien bruker «legitimitet» oftere enn «aksept». Første kulepunkt handler likevel om å bygge legitimitet for løsninger som er valgt på forhånd. Legitimitet skapes når folk er med og utformer løsningene. Samproduksjon av kunnskap står bare under urfolk, og ingen av de fem gjennomgående behovene i kapittel 4 handler om innbyggere eller kommuner. Uten dette er det vanskelig å se hvordan gapet mellom havvindsatsingen og oppslutningen skal lukkes: støtten til havvind har ifølge strategien falt fra over 80 til om lag 42 prosent (s. 48). Erfaringer fra forskningsprosjekter som RECITE og Empower Citizens viser at innbyggernes erfaring, behov og lokalkunnskap gjør beslutninger mer relevante og gjennomførbare når de inkluderes systematisk. Befolkningen er god på dugnad, og egenproduksjon som frigjør kapasitet i nettet kan motivere mange.

Beate Seibt & Josef Noll, UiO;
Elin Kamsvåg, Kristiansund
kommune; Iliana Ilieva, IFE;
Berit Nilsen & Ivonne Herrera,

3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)

Tema: Energirettferdighet og kritisk samfunnsforskning

Kapittel: 2.2 og 3.4 · Side: 21 og 51



Innsender	Kapittel	Kommentar
NTNU Samforsk; Arild Schou & Thomas Øyvang, USN; Dina Aspen, NORSUS (Forskere og partnere i WeEnergize (FME Samfunnsøknad))		Nåværende tekst: «Kunnskap om naturvirkninger, arealbruk og sameksistens, bedre beslutningsprosesser og rammevilkår som oppleves som rettferdige, er en sentral del av utfordringsbildet.» (s. 21) Forslag til ny tekst: «Kunnskap om naturvirkninger, arealbruk og sameksistens, bedre beslutningsprosesser, rammevilkår som er og oppleves som rettferdige, og kunnskap om hvem som bærer kostnadene ved omstillingen, er en sentral del av utfordringsbildet.» Nye kulepunkter under «Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser» (s. 51): - «Energifattigdom og fordelingsvirkninger av omstillingen for husholdninger, regioner og sårbare grupper.» - «Makt, styring og beslutningsprosesser i energiomstillingen, inkludert hvorfor klimamålene ikke nås og hva forsinkelser koster, også i tapte liv og helse.» - «Hvilke økonomiske byrder ressurssterke aktører, både enkeltpersoner, institusjoner og næringsliv, kan og bør bære.» Begrunnelse: Energifattigdom nevnes ikke i strategien. Rettferdighet behandles som noe som skal «oppleves», og ikke som fordelingen selv. Grunnforskning nevnes, men knyttet til teknologi og sikkerhet (s. 34). Forskning på hvorfor vi ikke når klimamålene, på makt og beslutningsprosesser og på hvem som bærer kostnadene, mangler. Omstillingen er en samfunnsendring der teknologiske, organisatoriske og sosiale innovasjoner utvikles sammen. Da må forskningen også omfatte styring, regelverk, rettferdig omstilling og hvordan sårbare grupper påvirkes.
Tor Håkon Jackson Inderberg (Fridtjof Nansens Institutt)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	FNI mener at inkluderingen av aksept og legitimitet i strategien er svært viktig. Imidlertid bærer begrepsbruken preg av å være instrumentell, hvor legitimitet sees primært som et hinder for energiomstillingen. Vi foreslår en endring i punktet «Effektive tiltak og løsninger for å bygge legitimitet og oppslutning om energiomstillingen» under 3.4.2 på side 51, hvor dette kulepunktet endres til: • «Undersøke hvordan prosesser, involvering, medbestemmelse, tilpasning av energiprosjekter og andre tiltak og løsninger kan bidra til å øke legitimitet for kraftsystemet og oppslutning om energiomstillingen.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Punkt 1 under "Sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse" Punktet mangler nett og bør ha med økosystemer ikke bare tjenestene og være over tid og i alle faser av utbyggingen for å ha noen reell effekt/omhandle realitetene. Omskriving: Virkninger av energiteknologier og nett på landskap, økosystemer og økosystemtjenester over tid og i alle faser, og sameksistens med fiskeri, friluftsliv, reindrift og andre aktiviteter.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Punkt 2 under Sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse Samla belastning er et bedre uttrykk enn kumulative effekter og «gjentatte forstyrrelser» blir for smalt, fragmentering bør også løftes fram. Omskriving: Samlet belastning av flere tiltak fra alle sektorer, fragmentering av landskap, og økosystemers tåleevne og terskelverdier.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Punkt 3 under Sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse Her må andre sårbare arter og naturtyper også med for at det ikke skal bli for smalt. Omskriving: Lokale og storskala effekter for arter med store leveområder og for spesielt sårbare arter og naturtyper.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Punkt 4 under Sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse Miljøovervåking er et rart begrep å bruke her i tillegg dekker ikke punktet av fjernmåling etc må valideres mot bakkessannheter over tid. Omskriving: Kostnadseffektiv naturkartlegging og overvåking med ny teknologi, validert mot feltdata og koblet til lange tidsserier og før–etter-studier.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til overskriften "Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens": «Miljødesign» er ikke et generelt etablert vitenskapelig begrep, men er spesifikt utviklet for laks i regulerte vassdrag, bør byttes ut med «Naturbaserte løsninger»
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til overskriften "Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens":



Innsender	Kapittel	Kommentar
		strategien bruker UFF-figuren som utgangspunkt og ikke tiltakshierarkiet så her må det ryddes i begrepsbruk og sjekkes om det menes UFF eller tiltakshierarkiet gjennom hele rapporten for å unngå feil
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Punkt 1 under Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens: Punktet hopper over U'en i UFF, unngå i UFF handler om å velge lokaliteter og det bør også forskes på, ikke kun plassering i allerede tildelte arealer. Begrepet Naturbaserte løsninger bør brukes gjennomgående for å unngå forvirring. Omskriving: Natur- og samfunnsinkluderende lokalisering før arealer tildeles og optimal plassering i landskapet innenfor tildelte arealer, inkludert tidligfasevurderinger og bruk av gråareal samt naturbaserte løsninger.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 3 under Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens: Her mangler å finne restaurerbare arealer samt oppfølging over tid og hva som skjer ved «end-of-life». Omskriving: Hva som kan restaureres, hvordan og hvor raskt. Effekter av avbøtende tiltak og kompensasjon, samt etterundersøkelser og tilbakeføring etter endt drift.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 4 under Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens: Her nevnes kun arealpåvirkning, men det menes antakelig naturpåvirkning og naturregnskap? Omskriving; Standardiserte og etterprøvbare metoder for naturpåvirkning (inkludert tilstand, funksjon og verdi) som muliggjør sammenligning på tvers av prosjekter, teknologier og tid.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 1 under Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser: I Energi21 rapporten fra 2025 ble det presisert at vi ikke kan bygge legitimitet og oppslutning, men vi kan konstruere legitime prosesser. Omskriving: Beslutningsprosesser som fremmer legitimitet gjennom meningsfull deltakelse og rettferdig fordeling.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 2 under Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser: Hva menes med «miljø», antakelig «natur og klima», da bør det stå. Punktet er også litt uklart, skrevet om for å tydeliggjøre hva dette innebærer. Omskriving: Prioriteringer og avveininger mellom hensyn til helse, økonomi, natur, klima og energi i befolkning, forvaltning og politikk, og hvordan disse endres over tid.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 3 under Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser: Det bør tydeliggjøres at rammebetingelser (for eksempel fra EU) også påvirker hvilke eierskaps- og fordelingsmodeller som er mulige. Omskriving: Betydningen av rammebetingelser og ulike eierskaps-, kompensasjons- og fordelingsmodeller for lokal og nasjonal legitimitet.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 4 under Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser: Det bør tydeliggjøres at polarisering også kan ha bakgrunn i reelle interesse- og verdikonflikter, og ikke bare i medie- og kommunikasjonsmønstre. Vi foreslår å utvide punktet slik at det også omfatter hvordan ulike interesser, verdier og kunnskapsgrunnlag preger energidebatten, uten å begrense forskningen til polarisering. Omskriving: Medienes rolle og betydningen av ulike kunnskapsgrunnlag, interesser og verdier for offentlig debatt og konflikt om energispørsmål.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 5 under Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser: Vi foreslår en bredere formulering som åpner for å undersøke både oppslutning og motstand, og hvilke forhold som kan forklare forskjeller mellom land og over tid. Omskriving: Komparativ forskning på tvers av land, energiformer, sektorer og tidsperioder om variasjoner i holdninger til fornybar energi.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til overskriften Urfolksperspektiver, makt og kunnskapsproduksjon: Det er ikke dekkende at denne delen alene skal handle om urfolk og urfolkskunnskap, lokalsamfunnene bør også være med. Forslag til endret tittel: Urfolks- og lokalsamfunnsperspektiver, makt og kunnskapsproduksjon.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til overskriften Urfolksperspektiver, makt og kunnskapsproduksjon: Ingen av de eksisterende punktene inneholder "makt" selv om det står i overskriften. Vi mener det bør være et eget punkt som handler om maktforhold. Vi foreslår derfor å tydeliggjøre at spørsmål om makt (og kunnskapsproduksjon) også gjelder lokalsamfunn generelt, og at maktforhold mellom lokale aktører og større utbyggere er et eget forskningsbehov. Tekstforslag nytt punkt: Maktforhold mellom lokalsamfunn, kommuner, urfolk og utbyggere i plan- og beslutningsprosesser.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til overskriften "Verdsetting av natur, juridiske rammer og adaptiv forvaltning": Overskriften har tre elementer, men punktene handler kun om verdsetting, mangler punkter om juridiske rammer og adaptiv forvaltning! Her bør fageksperter på disse temaene formulere forskningsutfordringer/aktiviteter.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 1 under Verdsetting av natur, juridiske rammer og adaptiv forvaltning: Natur må i en del tilfeller vektes mot andre hensyn til verdsetting ikke er mulig, antar det menes økosystemtjenester når det står «naturvirkninger». Det mangler også kobling til naturregnskap. Omskriving: Standardiserte metoder for å synliggjøre, verdsette og vekte natur og økosystemtjenester i vurderinger av samfunnsnytt av energiproduksjon, koblet til naturregnskap etter SEEA standarden.
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt 2 under Verdsetting av natur, juridiske rammer og adaptiv forvaltning: Foreslår å slette delsetningen om livsløpsanalyser, det er neppe hensiktsmessig å binde seg til en metodikk (som heller ikke håndterer natur spesielt bra).
Kristin Tolstad Uggen (NINA)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Til punkt2 under Datafangst og digitale verktøy: Det er ønskelig å modellere natur, samfunn, klima og næring i sammenheng for å kunne vise samlet belastning og effekter. Punktet bør utvides for å gjenspeile dette.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Arne Eik (Norsk Industri)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Norsk Industri støtter at sosial legitimitet er løftet som viktig satsingsområde. Strategien slår fast at utbyggingen av ny kraftproduksjon nærmest står stille, at vindkraft på land har falt kraftig, og at barrierene ikke nødvendigvis er teknologiske. For kraftkrevende industri i Norge er mangel på ny kraft- og nettutbygging en stor enkeltbarriere for både industriutvikling og klimakutt. Beslutningen om vindkraft på land er nå delegert til kommunestyrene, lokalpolitikere skal veie natur, inntekter, arbeidsplasser og lokal motstand i saker som er faglig tunge, tar lang tid og ofte splitter lokalsamfunn. Flere politikere har selv sagt at disse sakene er vanskelige å ta stilling til, og ofte er motstandsstemmene de som mobiliserer tidlig i prosessene og tvinger frem straks/prinsippvedtak som ikke er fattet basert på konsekvensutredninger eller kunnskap, i motsetning til annen saksbehandling i kommunene. Strategien bør derfor behandle kommunenes beslutningskapasitet som en egen flaskehals for energiomstillingen, for å faktisk redegjøre for hvorfor tempoet er for lavt for både industri og nasjonale klimaambisjoner og hvordan vi skal snu dette. Norsk Industri foreslår at strategien under kap 3.4 prioriterer: - Kommunale beslutningsprosesser: Hva skiller kommuner som sier ja fra kommuner som sier nei: tidspunkt for beslutning, kunnskapsgrunnlag, administrativ kapasitet, saksgang. Dette bør kobles til endringer i regelverket, blant annet anledning til kommunalt samtykke etter utredning, som Norsk Industri har spilt inn til Stortinget - Beslutningsstøtte: Standardiserte og etterprøvbare beskrivelser av konsekvenser og lokale inntekter, slik at en kommune med få planressurser kan ta en informert beslutning uten å bygge kompetansen fra bunnen. Og hvilket faktagrunnlag og kompetanse trenger kommunene for å ta stilling til og behandle store kraftprosjekter? Vi vet at kommunepolitikere føler seg alene i stormen - Effekten av kompensasjons- og eiermodeller: Herunder produksjonsavgift og forskuttering av den, lokalt eierskap, og kobling mellom ny kraft og lokal industri og arbeidsplasser, nabokompensasjon. - Politisk risiko for lokalpolitikere: Hvordan press, polarisering og valgrisiko påvirker standpunkt, og hvorfor partier og kommuner snur. Norsk Industri ber også om at vindkraft på land nevnes eksplisitt i 3.4. Landvind er plassert blant de ikke-prioriterte områdene i kapittel 5, mens de samfunnsfaglige barrierene for landvind er blant de største i hele energisystemet. I utkastet er sosial legitimitet en del av «Natur, miljø og samfunn», sammen med miljødesign og rammeverk for konsekvensvurderinger. Norsk Industri mener Energi2050 bør vurdere å skille ut lokal aksept for kraftutbygging som et eget satsingsområde. Barrierene for lokal aksept handler om fordeling,



Innsender	Kapittel	Kommentar
sosial risiko og vanskelige beslutningsprosesser, og krever andre fagmiljøer enn forskningen på naturvirkninger.		
Solrun Figenschau Skjellum (Norsk institutt for vannforskning)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Vi synes jevnt over strategiutkastet er tematisk bra. Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens: 1) Vi savner her et punkt om å anslå og dokumentere effekt av tiltak slik at dette kan brukes både til planlegging/valg av tiltakene som gir best natureffekt og dokumentere effekt av gjennomførte tiltak. Økosystem-/naturregnskap er en metodikk bransjen har tatt i bruk, men det finnes en rekke kunnskapshull for å få operasjonalisert dette hensiktsmessig. Kunnskapshullene gjelder alle økosystemer, men er spesielt store for marine økosystemer. 2) Vi savner også et punkt om forskning på konsekvensutredningsprosessen. KU-prosessen innebærer flere skjønnsmessige vurderinger hvor ambisjonsnivået tolkes ulikt (vesentlige negative virkninger, eksisterende kunnskap etc.), tas nyeste kunnskap i bruk, oppleves nyeste kunnskap som tilgjengelig, i hvilken grad dekkes økosystemtjenester og hvordan kan de evt. dekkes bedre. Naturrisiko: Vi savner et punkt om naturrisiko. Naturrisikoanalyse brukes som et verktøy for å identifisere, vurdere og håndtere hvordan en virksomhet både påvirker naturen og er avhengig av naturen. Formålet er å inkludere natur i strategi og beslutningsprosesser. Naturrisikoutvalget har anbefalt at norske selskaper gjør slike analyser og et økende antall gjør dette. Det finnes metodikk, men det er behov for å tette kunnskapshull, følgeforskning og etablering av beste praksis. Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser: 1) Vi savner et punkt om sosiale virkninger i KU-prosessen, sosiale tiltak og effekt av disse. Metodikk som social impact assessments, social life-cycle assessment. 2) Investeringsvilje: Vi anbefaler at det forskes mer på vilje og evne selskaper og investorer har til å investere i utvikling av fornybar energi gitt utfordringsbildet. Hvilke rammer og incentiver trengs for å utløse stor-skala investeringer. Punkt 2 trenger potensielt en annen overskrift. Vi understreker at natur, miljø og samfunnshensyn som tverrgående tema bør bakes inn i teknologispesifikke utlysninger og ikke bare i egne tverrgående. Vi har notert oss at de teknologispesifikke miljøpunktene ser mest på virkninger. Det er helt ok om de utlysningmessig kobles med de tverrgående punktene.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Arild Gustavsen (NTNU Energi - Team Bygde miljø)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Under 3.4.2 (s. 51), "Miljødesign, tiltakshierarki, naturrestaurering og sameksistens", bør "Planetens tålegrenser" (Planetary Boundaries) nevnes som det overordnede vitenskapelige rammeverket for hvordan energiinfrastruktur og det bygde miljø planlegges. Bygge- og anleggssektoren står for et stort materielt fotavtrykk som presser flere av tålegrensene (bl.a. arealbruksendringer, ferskvannsforbruk og introduksjon av nye stoffer/kjemikalier). Vi foreslår at kulepunktet om "Standardiserte og etterprøvbare mål..." utvides eller suppleres med: - Utvikle metoder for å vurdere energi- og bygningsinfrastrukturens absolutte miljøbærekraft, forankret i rammeverket for Planetens tålegrenser (Planetary Boundaries), med særlig vekt på sirkulær materialbruk for å unngå problemforskyvning fra klimagassutslipp til naturtap og ressursuttømming. Begrunnelse: Sju av ni av planetens tålegrenser er nå overskredet (https://www.planetaryhealthcheck.org, Richardson et al., 2023, Science). Energiomstillingen bør derfor styres etter prinsipper om "absolutt bærekraft" for å sikre at energieffektiviseringstiltak og ny infrastruktur ikke akselererer arealtap eller utarming av andre kritiske ressurser.
Vebjørn Bakken (UiO:Energi og miljø, Universitetet i Oslo)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Det vises flere steder til at lange saksbehandlingstider og krevende konsesjonsprosesser er en kritisk flaskehals for tempoet i den norske energiomstillingen. Likevel behandles konsesjonsprosesser i strategien i hovedsak som et administrativt/regulatorisk rammevilkår, og er – bortsett fra noen punkter under vannkraft og bølgekraft – ikke formulert som egne, målrettede FoUI-aktiviteter. Gjennom konsesjonsbehandlingen møtes jus, miljøfag, lokal medvirkning og teknologi i praksis. Når oppslutningen om kraftutbygging faller og konfliktnivået øker, er det gjerne fordi prosessene ikke oppleves rettferdige og transparente, eller at kunnskapsgrunnlaget i konsekvensutredningene oppfattes som mangelfullt. For å sikre økt tempo, rettssikkerhet og legitimitet bør konsesjonsprosesser og de juridiske rammene rundt disse løftes frem med konkrete FoUI-aktiviteter under punktet «Verdsetting av natur, juridiske rammer og adaptiv forvaltning».
Geir Grasmo (privat)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Sosial legitimitet, holdninger og demokratiske beslutningsprosesser



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Bør en i strategien også inkludere mer samfunnsvitenskapelig forskning på politiske prosesser og standpunkter og vekselvirkning med følelsesstyrt sosial reaksjon ?
Geir Grasmo (privat)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 51)	Sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse Her bør en også ta inn behovet for medisinske folkehelseundersøkelser, herunder både fysikalske og mentale.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 52)	Utover dette bør FoUI-innsatsen omfatte metoder for å sammenligne naturpåvirkningen ved å oppgradere og bedre utnytte eksisterende anlegg og arealer med påvirkningen fra nye inngrep i mindre påvirket natur. Det er behov for å beregne naturavtrykk per produsert energienhet, og for å ta hensyn til at areal som allerede er påvirket av infrastruktur har en annen naturverdi enn urørt natur. Metodene må kunne brukes i konsesjonsbehandling og arealplanlegging på tvers av energiteknologier, og være etterprøvbare. Dermed kan målet om å begrense nedbyggingen av natur og behovet for mer fornybar kraft og nett ses i sammenheng, og avveiningen kan bygge på kunnskap om hva som gir minst samlet naturtap.
tone knudsen (Statkraft)	3.4 Natur, miljø og samfunn (s. 52)	Jamfør Statkrafts kommentar til side 47, foreslår vi å legge til et kulepunkt under sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse: " * Metoder for helhetlige vurderinger av klimaeffekter, naturpåvirkning, forsyningssikkerhet og samfunnsnytte på tvers av teknologier og sektorer"
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	I første avsnitt tilføyes etter '...der direkte elektrifisering eller energieffektivisering ikke er tilstrekkelig.': Området er også en forutsetning for ren og regulerbar kraftproduksjon fra naturgass (gasskraft med CCS). Under 'Satsing på CO₂-håndtering bidrar til å' tilføyes et nytt kulepunkt: Øke tilgangen på ren og regulerbar kraft gjennom gasskraft med CCS. Det kan styrke kraftbalansen og energisikkerheten i en periode der utbyggingen av annen ny kraftproduksjon går for sakte.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Knut Hagenes (CCM AS)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	Høringsinnspill fra CCM AS – CO₂-mineralisering som selvstendig spor i CO₂-håndtering CCM AS støtter Energi2050s prioritering av CO₂-håndtering, herunder Langskip og geologisk lagring. Vi mener imidlertid at strategien bør gi permanent CO₂-mineralisering en tydeligere plass som et selvstendig og komplementært teknologispør. Tradisjonell CO₂-håndtering gjennom fangst, transport og geologisk lagring innebærer normalt betydelige kostnader for utslippskilden. Mineralisering kan i tillegg til permanent karbonbinding muliggjøre produksjon av kommersielt verdifulle mineralprodukter, eksempelvis kalsiumkarbonat (CaCO₃). Dette åpner for industrielle verdikjeder hvor produktinntekter kan redusere nettokostnadene ved karbonhåndtering og bidra til ny norsk industri, verdiskaping og eksport. Mineralisering kan også muliggjøre lokal karbonhåndtering ved mindre og geografisk spredte utslippskilder, utnytte industrielle reststrømmer og mineralavfall samt skape industriell symbiose mellom utslippskilder og materialindustrien. CCM AS foreslår fem konkrete endringer: 1. Utvid definisjonen av CO₂-håndtering (kap. 3.1.2 og 3.5). Strategien bør anerkjenne både geologisk lagring, permanent mineralisering og CO₂-utnyttelse med dokumentert klimaeffekt. 2. Styrk ambisjonen for mineralisering. Erstatt formuleringen om å «vurdere» mineralisering med: «Utvikle, demonstrere og industrialisere mineraliseringsløsninger for permanent binding av CO₂, med særlig vekt på industrielle reststrømmer og kommersielt verdifulle mineralprodukter.» 3. Prioriter industriell symbiose. Forskning og innovasjon bør koble mineralisering til sirkulær ressursutnyttelse, industrielle reststrømmer og produksjon av salgbare materialer. 4. Løft mindre og distribuerte utslippskilder (kap. 3.5.2). Strategien bør prioritere modulære og lokale løsninger der transport og geologisk lagring er kostbart eller lite hensiktsmessig. 5. Inkluder mineralisering i virkemiddelapparatet. Pilotprosjekter, demonstrasjonsanlegg og de første industrielle anleggene bør omfattes av målrettede støtteordninger og offentlig-privat risikodeling. CO₂-mineralisering har potensial til å kombinere permanent karbonbinding, sirkulær ressursutnyttelse og kommersiell verdiskaping. Utfordringen ligger særlig i overgangen fra teknologidemonstrasjon til industriell skalering, hvor finansierings- og markedsrisikoen er betydelig.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		CCM AS mener derfor at Energi2050 bør anerkjenne mineralisering som en selvstendig industriell verdikjede og et prioritert område for forskning, demonstrasjon og industrialisering. Dette vil kunne styrke Norges konkurransekraft og legge grunnlaget for nye eksportrettede næringer. Knut Hagenes CEO, CCM AS
Marit Dolmen (Elkem ASA)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	FoUI-innsatsen bør prioritere vesentlig kostnadsreduksjon i hele CCS-kjeden. For store deler av prosessindustriens utslipp finnes det ikke et marked som gir CO₂ tilstrekkelig verdi til å finansiere fangst og håndtering, og konvertering til nye produkter vil ofte kreve betydelig energi. Energi2050 bør derfor prioritere kostnads- og energieffektive løsninger for fangst, transport og permanent lagring, særlig løsninger som kan integreres i eksisterende prosessindustri.
Eirik Lønning (Equinor)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	Strategien legger stor vekt på storskala CO₂-håndtering, selv om slike prosjekter har vist seg krevende å realisere. Samtidig utvikles det en rekke initiativer i mindre skala som kan bidra til å bygge marked, kompetanse og komplette verdikjeder. Strategien bør derfor også omfatte småskala og modulære CCS-løsninger. Slike løsninger kan være viktige både for teknologiutvikling, markedsmodning og framtidig lønnsomhet.
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	FoUI knyttet til bruk av fanget CO₂ som karbonkilde i syntetisk flydrivstoff bør prioriteres der dette gir dokumenterte utslippsreduksjoner over livsløpet. Det bør særlig utvikles kunnskap om hvilke karbonkilder som kan inngå i langsiktige bærekraftige e-SAF-verdikjeder, og hvordan norske fortrinn innen CO₂-håndtering, hydrogen og fornybar kraft kan kombineres.
Lars Petter Maltby (Prosess21)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	Der strategien omtaler utvikling og demonstrasjon av fangstteknologi, foreslås det at industriell integrasjon fremgår eksplisitt. Eksisterende begrep: utvikling og demonstrasjon av CO₂-fangstteknologi



Forslag: utvikling, demonstrasjon og integrasjon av CO₂-fangstteknologi i industrielle prosesser

Begrunnelse: For prosessindustrien er fangstteknologien en integrert del av produksjonsprosessen og må utvikles i sammenheng med blant annet energibruk, varmebalanse, eksisterende anlegg og produksjonsdrift.

Jack Ødegård (SINTEF Industri)

3.5 CO₂-håndtering (s. 52)

Tydeliggjør CO₂ som ressurs og industrielt råstoff:

Prioriteringen av CO₂-håndtering bør tydeligere omfatte CCUS og sirkulære karbonstrømmer. Strategien omtaler allerede blant annet syntetiske drivstoff, kjemiske produkter og mineralisering.

Dette perspektivet bør komme tydeligere fram i selve prioriteringen, slik at CO₂ også behandles som mulig råstoff i industrielle prosesser der klimaeffekten kan dokumenteres. Koblingen mellom karbonfangst, hydrogen, prosess- og materialteknologi og utviklingen av nye produkter bør styrkes.

Lars Sørum (SINTEF Industri, Avdeling Anvendt Geovitenskap (tidligere SINTEF Petroleum))

3.5 CO₂-håndtering (s. 52)

Lagringsteknologi – krevende lokasjoner som eget FoU-behov

Kapittel: 3.5.1 Markedsmuligheter og komparative fortrinn (CO₂-håndtering)

Sidetall: 52-55

Kommentar: De første lagrene ligger i nærmest optimale reservoarer; oppskalering mot 20–100 Mt/år krever lagre med mindre og mer heterogene reservoarer, usikre forkastninger, gamle brønner og naboer som deler trykksystem. Overvåking er dessuten en stor del av driftskostnaden. Dette gjør at lagring risikerer å bli en fremtidig flaskehals.

Faglig grunnlag: Sleipner (Utsira) og Northern Lights (Aurora) injiserer i tykke, homogene saline akviferer med god takbergart og få gamle brønner. Snøhvit viste allerede i 2011 hvor følsom lagring er for reservoarkvalitet: raskere trykkoppbygging enn modellert i Tubåen-formasjonen tvang operatøren til å flytte injeksjonen til Stø-formasjonen. In Salah (Algeria) ble stanset i 2011 etter trykkindusert oppsprekking og bakkeheving påvist med satellittdata. Søkeldirektoratets lagringsatlas viser at mesteparten av de 80 Gt teoretisk kapasitet ligger i formasjoner med dårligere eller mer usikre egenskaper enn disse første lagrene. Referatet fra Energi2050s innspillsmøte 25.03.2026 anslår at en CO₂-brønn koster fire ganger en tilsvarende olje- og gassbrønn, og at overdimensjonert overvåking har drevet kostnadene.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Anders Nermoen (privat)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 52)	5. CO₂-lagring trenger sterkere undergrunnsfag Prioriteringen av CO₂-håndtering og at Norge tar langtidsansvar for overvåking og brønnintegritet er bra! Strategien sier at kompetansen innen undergrunn, boring og geomekanikk er «direkte relevant for CO₂-lagring» (s. 77), men geomekanikk er bare nevnt blant petroleumsbehovene (s. 79). Når flere lisenser deler samme akvifer, vil for eksempel poretrykket og bergmekaniske forhold sette en reell grense for injeksjonskapasiteten, også innenfor det teoretiske potensialet på over 80 Gt (s. 53). FOT-ordningen faller dessuten med aktiviteten på sokkelen (s. 85). Forslag: • Ta geomekanikk inn i 3.5.2: integriteten til takbergarten, reaktivering av forkastninger, termiske spenninger ved kald injeksjon og koblet modellering av strømning og geomekanikk. • Legg inn FoUI på dynamisk kapasitet i hele bassenget og på trykkstyring mellom lisenser. • Gi en eksplisitt anbefaling i kapittel 4 om at undergrunnsmiljøene skal finansieres «uavhengig av næringens egen aktivitet» (s. 77), og ikke via FOT-ordningen. • La den nasjonale forskningsinfrastrukturen (s. 90) omfatte feltlaboratorier, testbrønner og åpne datasett fra Sleipner, Snøhvit og Northern Lights. Det kommer også termisk lagring til gode.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 53)	Etter avsnittet som slutter med '...kan derfor bli en egen innovasjons- og lønnsomhetsmulighet.' tilføyes et nytt avsnitt med egen underoverskrift: Gasskraft med CCS kan gi ny ren og regulerbar kraft Gasskraft med CCS kombinerer Norges tilgang på naturgass med etablert infrastruktur for transport og permanent lagring av CO₂. Teknologien bygger på kommersielt modne hovedkomponenter. Gasturbiner og kombikraftverk er utbredt globalt og har i flere tiår forsynt norske petroleumsinnretninger med kraft. Aminbasert fangst fra røykgass fra gasskraft er testet i stor skala ved Teknologisenter Mongstad (TCM) siden 2012. Flere Norske selskaper er i dag ledende internasjonalt på karbonfangst teknologi. Internasjonalt ble det i desember 2024 tatt investeringsbeslutning for Net Zero Teesside Power i Storbritannia, verdens første kommersielle gasskraftverk med CCS, med Equinor som partner. Flytende gasskraftverk med CCS nær land kan bygges på verft med kjent gjennomføringsmodell fra FPSO- og FSRU-prosjekter. De krever lite areal på land, gir enklere dekommisjonering og kan gjenbrukes på nye lokasjoner. Slike anlegg kan levere kraft døgnet rundt til datasentre, industri og områder med kapasitetsmangel i nettet, med opptil 95% CO₂-fangst. Gasskraft med CCS kan dermed bli både et bidrag til den nasjonale kraftbalansen og en eksportmulighet for norsk leverandørindustri, og



norske aktører utvikler slike konsepter i dag. Store volumer av CO₂ transportert til lagring vil også støtte oppbyggingen av hele den Norske verdikjeden for karbonhåndtering og lagring.

Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet) 3.5 CO₂-håndtering (s. 53)

Under omtalen av CO₂-håndtering anbefaler vi at koblingen mellom karbonfangst og produksjon av syntetiske flydrivstoff (e-fuels) synliggjøres. Luftfarten vurderes internasjonalt som en av sektorene hvor slike drivstoff kan få stor betydning på lang sikt. FoUI som kobler CO₂-fangst, hydrogenproduksjon og drivstoffsyntese kan derfor bidra både til utslippsreduksjoner og ny industriell verdiskaping.

Daniel Tevik Rogstad
(Miljødirektoratet)

3.5 CO₂-håndtering (s. 53)

Legger til flere kommentarer med sidehenvisninger under:

Manglende kildehenvisning s. 20:

I figur 3 "Utslipp i 2024 fordelt på sektor (til venstre) og Miljødirektoratets hovedbane mot lavutslippssamfunnet i 2050 (til høyre)" bør det henvises til kilde. Jeg vil anta det er Miljødirektoratet 2026a som er kilden.

Kildehenvisning s. 46:

"Miljødirektoratets tiltaksanalyse (2026) anslår at klimatiltakene gir et økt kraftbehov på mellom 55 og 96 TWh i 2050."

Her skal vel kildehenvisningen være (Miljødirektoratet 2026a).

"Fremover viser Miljødirektoratets kartgrunnlag fra 2024 totalt planlagt utbygging av alle slag på rundt 4 000 km² nye arealer, der om lag 90 prosent er natur, mot et eksisterende bebygd areal på cirka 5 600 km² (Klima- og miljødepartementet, 2025)."

Det vises til Miljødirektoratets kartdata, men kildehenvisningen går klimameldingen 2035 fra KLD.

Kildehenvisninger s. 53:

"Direktoratet fremhever også at karbonfjerning fra biogene utslipp og direkte luftfangst krever egne insentiver og markedsrammer (Miljødirektoratet, 2025b, 2026b)".

I referanselisten viser 2025b og 2026b til henholdsvis økt omsetningskrav for biodrivstoff og hvor biodrivstoffet til Norge kommer fra. Jeg vil tro de riktige kildene er 2025a og 2026a, henholdsvis rapportene Klimatiltak i Norge 2025 og 2026.



Referanseliste side 138:

Flere av kildene mangler en bindestrek i URL-en som gjør at man kommer til en 404-side. Korrekte lenker lagt ved under:

Miljødirektoratet (2025a): <https://www.miljodirektoratet.no/publikasjoner/2025/januar-2025/klimatiltak-i-norge-kunnskapsgrunnlag-2025/>

Miljødirektoratet (2025b): <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2025/juli-2025/biodrivstoff-auka-omsetningskrav-for-2026-og-2027>

Miljødirektoratet (2026b): <https://www.miljodirektoratet.no/aktuelt/fagmeldinger/2026/juni-2026/biodrivstoffet-i-norge-er-fra-85-land--kina-storst/>

Miljødirektoratet (2026c):

<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/omsetningskrav-for-biodrivstoff/omsetningskravet-i-luftfart/>

Peder Eliasson (SINTEF)

3.5 CO₂-håndtering (s. 54)

Lagringsteknologi avgjør også tempoet – krevende lokasjoner som eget FoUI-behov

Utkastet sier at kostnader, kontraktsmodeller og regelverk, «snarere enn selve teknologien for permanent lagring», avgjør tempoet. Dette kan leses som at lagringsteknologien er ferdig utviklet. Sleipner og Northern Lights ligger i nærmest optimale reservoarer; oppskalering mot 20–100 Mt/år vil kunne kreve lagre med mindre og mer heterogene reservoarer, usikre forkastninger, gamle brønner og naboer som deler trykksystem. Overvåking er dessuten en stor del av driftskostnaden, og det trengs forskning på hvordan den kan gjøres effektiv og optimal uten å svekke sikkerheten. Uten slik innsats risikerer lagring fort å bli en framtidig flaskehals.

Vi foreslår at avsnittet i 3.5.1 omformuleres slik at det er tydelig at lagring forblir et tydelig prioritert FoUI-område, og at bolken om geologisk lagring i 3.5.2 (s. 56) får et nytt innledende kulepunkt som gir begrunnelsen:

- Utvikle mer kostnadseffektive og trygge løsninger for karakterisering, kvalifisering, boring og overvåking av lagre med mer krevende forutsetninger enn de første prosjektene, f.eks. mindre og heterogene reservoarer, lagre nær eksisterende brønner og forkastninger, og lagre som deler regionale trykksystemer.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 55)	Aker Solutions støtter strategiens prioriteringer innen CO₂-håndtering, som i stor grad dekker de sentrale utfordringene knyttet til teknologiutvikling, kostnadsreduksjoner og utvikling av helhetlige verdikjeder. Vi mener likevel at enkelte FoUI-behov bør presiseres, særlig knyttet til utvikling av kostnadseffektive og standardiserte fangstanlegg, fleksible transportløsninger og utnyttelse av biogen CO₂. Vi foreslår følgende tillegg til FoUI-prioriteringene i kapittel 3.5.2: - Fangstteknologier (s. 55): Inkludere kryogene fangstteknologier, samt utvikling av standardiserte og modulære løsninger for hele fangstanlegget, inkludert hjelpesystemer (Balance of Plant), prosessintegrasjon og sikkerhetssystemer. - Transport og infrastruktur (s. 55–56): Utvikle kostnadseffektive og fleksible løsninger for landbasert CO₂-transport, inkludert lastebil og jernbane, samt standardiserte laste- og losseløsninger og integrasjon med terminaler og mellomlagre. - Karbonfjerning og CO₂-bruk (s. 56): Tydeliggjøre FoUI-behov knyttet til utnyttelse av biogen CO₂ til produksjon av syntetiske drivstoff, inkludert e-drivstoff og biodrivstoffbaserte verdikjeder, med dokumentasjon av klimaeffekt gjennom livsløpet.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 55)	Under 'Fangstteknologier' endres kulepunktet om fangstløsninger til: 'Utvikle fangstløsninger for hydrogenproduksjon, raffineri, jern- og stålproduksjon og kraft- og varmeproduksjon i industriell skala, herunder fangst fra røykgass fra gassturbiner med lav CO₂-konsentrasjon og høy fangstgrad (95 % eller mer).' Under 'Fangstteknologier' tilføyes et nytt kulepunkt: Kvalifisere integrerte løsninger for gasskraftverk med CO₂-fangst. Dette omfatter kompakt anleggsdesign og vektoptimalisering, drift og sikkerhet, samt mellomlagring og eksport av CO₂ via rør eller skip.
Gelein de Koeijer (Equinor)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 55)	- Kap 3.5.2, side 55, fangst: «nye og forbedrede teknologier for fjerning av sporkomponenter fra CO₂-produktet» kan tilsettes - Kap 3.5.2, side 55, fangst: «teknologier for regulerbar CO₂-fangst, både for korttids svingninger og sesongs variasjoner» kan tilsettes.



- Kap 3.5.2, side 55, fangst: «synergier med CO₂-fangst fra naturgass og andre gassprosesserings-teknologier i petroleumsteknologier» kan tilsettes. Dette kan speiles i kap 3.10.2 om petroleumsteknologi hvor teknologier for fjerning av CO₂, H₂S og kvikksølv fra naturgass kan øke ressursgrunnlaget.
- Kap 3.5.2, side 55, fangst: «kompakt og effektiv kjøling- og vannrense-teknologier spesifikt for CO₂-fangst» kan tilsettes
- Kap 3.5.2, side 55, fangst: «flytende og flytbare konsepter for gasskraft med CO₂-fangst» kan tilsettes
- Kap 3.5.2, side 56, transport: «Verktøy for risikovurdering av reaksjoner og korrosjon på grunn av sporkomponenter i CO₂, både for rør og skip»
- Kap 3.5.2, side 56: Brønner kan få en egen bullet point liste. Her kan synergier med brønnteknologi fra petroleum tilsettes. I tillegg kan «kick detection og utstyr som tåler vann ingress» tilsettes
- Kap 3.5.2, side 56, lagring: «Kartlegge mafiske bergarter og andre egnende geologier i Norge for lokal små skala lagring»
- Kap 3.5.2, side 57, digitalisering: «Utvikling av flere digitale sertifikat modeller» kan tilsettes

Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)

3.5 CO₂-håndtering (s. 55)

Vi støttar at CO₂-håndtering er eit prioritert teknologiområde, og at strategien omtalar moglegheitene for karbonfjerning gjennom BECCS og biokull.

Vi ber om at BECCS og biokull blir følgde opp som ein integrert del av den prioriterte FoU-innsatsen innan CO₂-håndtering og karbonfjerning, inkludert teknologiutvikling, demonstrasjon, oppskalering og kommersialisering.

Bioenergi har òg ei særleg rolle ved at uønskte stoff i avfall og ureine biogene reststraumar kan takast ut av krinsløpet gjennom kontrollert termisk behandling. Energiinnhaldet kan då nyttast til varme, samtidig som stoff som ikkje bør førast tilbake til naturlege eller sirkulære krinsløp, blir destruerte eller skilde ut og handterte forsvarleg.

Vi ber om at kombinasjonen av nyttig varmeproduksjon, trygg destruksjon, ressursutnytting og karbonfjerning blir synleggjort i forskings- og innovasjonsbehovet.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Mona Mølnevik (FME gigaCCS)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 55)	FME gigaCCS har i dialog med flere av brukerpartnerne våre utviklet innspill til Energi2050. 11. mars ble det arrangert et internt møte i konsortiet for å informere om prosessen og mulighet for å gi innspill, både i regi av gigaCCS og for de enkelte partnerne. Flere av våre brukerpartnerne deltok i innspillmøtet 25. mars. Videre ga gigaCCS et samlet innspill. Da rapporten kom i starten av oktober ble den delt i konsortiet umiddelbart. Den ble presentert av Gunnar Lille for partnerne 8 mars. gigaCCS mener at det er positivt at CO₂ håndtering er trukket fram som ett av ti prioriterte forsknings- og innovasjonsområder. Området er godt og grundig beskrevet. Det er stor interesse i partnerskapet for å bidra til å realisere verdiskapingspotensialet for Norge innen området. gigaCCS har kun tre konkrete forslag til tillegg. Vi anbefaler vi å nevne CO₂-fangst på installasjoner for olje- og gassproduksjon med tilhørende CO₂-lagring som en mulighet. Deretter gasskraftverk med CO₂-fangst for datasenter. Det siste forslaget er knyttet til behovet for å videreutvikle og opprettholde verdensledende forskningsinfrastruktur innen CO₂-håndtering. Kombinasjonen av relevante fysiske data, numeriske modeller og kunstig intelligens vil være avgjørende for konkurransekraft. Det kan legges inn under denne setningen [s. 55]: • Utvikle fangst om bord på skip som fremvoksende anvendelse i maritim sektor, der sikkerhet, energibruk og driftsintegrasjon må dokumenteres. • CO₂-fangst på installasjoner for olje- og gassproduksjon med tilhørende CO₂-lagring • Gasskraftverk med CO₂-fangst for datasenter. Mellom overskriftene Karbonfjerning og CO₂-bruk med dokumentert klimaeffekt og Marked, regulering, sikkerhet og samfunn [s.56] foreslår vi å lage en ny overskrift: Data som får ned kostnadene • Videreutvikle og opprettholde verdensledende forskningsinfrastruktur for CO₂-håndtering. • Kombinasjonen av relevante fysiske data, numeriske modeller, og kunstig intelligens vil være avgjørende for konkurransekraft og videre kostnadsutt. Så ønsker vi å takke for en meget oversiktlig og involverende prosess med gode muligheter til å bidra. Med Vennlig hilsen Mona Mølnevik, FME gigaCCS



Innsender	Kapittel	Kommentar
Harald Linga (SINTEF Industri, Anvendt geovitenskap, forskningsgruppe boring&brønn)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 55)	Overordnet kommentar: Risiko for CO₂-utblåsning ved boring i depleterte felt er ikke adressert i noen av temaene i kap. 3.5.2. Bakgrunn: Investering i CCS begrenses i dag primært av kostnadsbildet og profittmuligheter, med utgangspunkt i prototyper/piloter av igangsatte anlegg/verdikjeder. Forenklinger og standardisering vil tvinge seg fram og med det også nye risiko, der mindre marginer legges inn spesielt for boring og undergrunn. Ved realisering av CCS i stor skala (flere tusen brønner for CO₂-lagring må etableres for å innfri 1 ½ graders-målet i Parisavtalen) vil det særlig for boring oppstå situasjoner der det bores ned i formasjoner der det allerede er CO₂ i væskefase som har migrert gjennom tilknyttede reservoar. Det er kjent at CO₂ har en meget stor evne til fysisk innlastning i borevæske sammenlignet med naturgass. Både pga denne egenskapen og de termodynamiske egenskapene til CO₂ med overgang fra væske til gass ved relativt lavt trykk, er tidlig deteksjon og forebygging av et CO₂ -kick avgjørende for å unngå alvorlige hendelser som kan sette omdømmet til CCS i fare. Generelt er dokumentet for kap 3.5.2 fokusert på reservoarutvelgning, driftsfasen og monitorering, men F&U-behov for etablering av brønner, herunder risiko og kostnadsreduksjon, mangler. Forslag: Legg inn nytt kulepunkt under avsnitt «Transport, infrastruktur, ... : Styrke kunnskap om og utvikle metoder for forebygging av storulykker og tidligdeteksjon av CO₂-kick (CO₂-innstrømming) under boring.
Lars Sørum (SINTEF Industri, Avdeling Anvendt Geovitenskap (tidligere SINTEF Petroleum AS))	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 55)	Risiko for storulykker ved etablering av brønner for CO₂-lagring må adresseres Kapittel: 3.5.2 Sentrale forsknings behov (CO₂ håndtering) Sidetall: 55-57 Kommentar: Investering i CCS begrenses i dag primært av kostnadsbildet og profittmuligheter, med utgangspunkt i prototyper/piloter av igangsatte anlegg/verdikjeder. Forenklinger og standardisering vil tvinge seg fram og med det også nye risiko, der mindre marginer legges inn spesielt for boring og undergrunn. Ved realisering av CCS i stor skala (flere tusen brønner for CO₂-lagring må etableres for å innfri 1 ½ graders-målet i Parisavtalen) vil det særlig for boring oppstå situasjoner der det bores ned i formasjoner der det allerede er CO₂ i væskefase som har migrert gjennom tilknyttede reservoar. Det er kjent at CO₂ har en meget stor evne til fysisk innlastning i borevæske sammenlignet med naturgass.



Både pga denne egenskapen og de termodynamiske egenskapene til CO₂ med overgang fra væske til gass ved relativt lavt trykk, er tidlig deteksjon og forebygging av et CO₂ -kick avgjørende for å unngå alvorlige hendelser som kan sette omdømmet til CCS i fare.

Generelt er dokumentet for kap 3.5.2 fokusert på reservoarutvelging, driftsfasen og monitorering, men F&U-behov for etablering av brønner, herunder risiko og kostnadsreduksjon, mangler.

Faglig grunnlag: Risiko for CO₂-utblåsning ved boring i depleterte felt er ikke adressert i noen av temaene i kap. 3.5.2.

Praktisk bruk: Legg inn nytt kulepunkt under avsnitt «Transport, infrastruktur , ...: Styrke kunnskap om og utvikle metoder for forebygging av storulykker og tidligdeteksjon av CO₂-«kick» (CO₂-innstrømming) under boring.

Lars Sørum (SINTEF Industri, 3.5 CO₂-håndtering (s. 55)
Avdeling Anvendt
Geovitenskap (tidligere
SINTEF Petroleum AS))

Kostnadseffektiv geofysisk overvåking og verdien av informasjon

Kapittel: 3.5.2 Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov (CO₂-håndtering)

Sidetall: 55-57

Kommentar: Overvåking er en stor del av driftskostnaden i et lager, og god informasjon gir sikrere drift og færre, langt dyrere, hendelser. Avveiningen mellom kostnad og informasjonsverdi, og valget mellom kostbar 3D-seismikk og rimeligere, mer begrensede data, er derfor et forskningstema i seg selv som bør komme eksplisitt fram. Vi foreslår at kulepunktet «Videreutvikle måling, overvåking og verifisering av lagringsintegritet over tiår, herunder brønnintegritet, brønnstengning, lekkasjedeteksjon og indusert seismisitet» utvides til:

- Videreutvikle måling, overvåking og verifisering av lagringsintegritet over tiår, herunder brønnintegritet, brønnstengning, lekkasjedeteksjon og indusert seismisitet, med vekt på kostnadseffektive og skreddersydde geofysiske overvåkingsstrategier som optimaliserer informasjonsverdi mot kostnad – fra bedre utnyttelse av kostbar 3D-seismikk til metoder som gir tilsvarende innsikt fra langt mer begrensede data

KI-punktet under «Digitalisering og datadrevne verktøy» (s. 57) bør i tillegg omfatte kvantifisering av usikkerhet i modeller bygget på geofysiske data.

Faglig grunnlag: Sleipner er overvåket med gjentatt 3D-seismikk (4D) siden 1996 og er verdens lengste tidsserie for et CO₂-lager; den har vist både styrken og kostnaden ved seismisk overvåking. Erfaringen derfra er at CO₂-plumens utbredelse kan følges godt, mens kvantifisering av masse og trykk fra seismikk alene er beheftet med stor usikkerhet. Nyere prosjekter (blant annet Northern Lights) tar i bruk fiberoptiske sensorer i brønn og trykk- og temperaturmålinger som rimelige supplement, men metodikk for å kombinere sparse data med sjeldne seismiske innsamlinger i en samlet usikkerhetsvurdering er



Innsender	Kapittel	Kommentar
		ikke moden. Verdi-av-informasjon-analyse er etablert i petroleum, men lite brukt for å dimensjonere overvåking av CO ₂ -lagre. Referatet fra innspillsmøtet peker eksplisitt på at «overdimensjonerte sikkerhets- og overvåkingsløsninger» har økt kostnadene, og at usikkerhetsestimater for lekkasjerater og containment trengs.
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 56)	Tydeliggjør CO₂ som innsatsfaktor for e-SAF Kommentaren gjelder kapittel 3.5.2, side 56, punktet om syntetiske drivstoff, med kobling til kapittel 5.5, side 98–99. AFSN støtter videreutvikling av permanent CO₂-lagring og anbefaler at anvendelse av CO₂ til e-SAF vurderes ut fra egne formål og dokumenterte resultater. Strategien bør skille mellom varig karbonlagring og produksjon av drivstoff som kan erstatte fossile alternativer. Forslag til presisering av punktet om syntetiske drivstoff: «Utvikle og demonstrere produksjon av e-SAF basert på fornybart hydrogen og CO₂-kilder som oppfyller relevante bærekrafts- og utslippskrav. Innsatsen bør dokumentere livsløpsutslipp, energibehov, ressursutnyttelse, kostnader og industrielt potensial. CO₂-anvendelse til drivstoff og permanent CO₂-lagring bør vurderes som ulike anvendelser med forskjellige klimaeffekter. Bruk av CO₂ i drivstoff innebærer ikke permanent karbonfjerning. Klimaeffekten må vurderes mot relevant fossil referanse og omfatte hele produksjons- og brukskjeden.»
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 56)	Under 'Marked, regulering, sikkerhet og samfunn' tilføyes et nytt kulepunkt: Analysere markedsmodeller, kontraktsformer og rammevilkår for ren og regulerbar kraft fra gasskraft med CCS. Det gjelder blant annet langsiktige kraftavtaler med industri og datasentre, hvordan regulerbarhet og effekt verdsettes i kraftsystemet, og konsesjons- og tillatelsesprosesser for flytende kraftverk nær land.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Molly Tinker (Climeworks AG)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 56)	We want to express our support and acknowledgement for the inclusion of direct air capture (DAC) as a focus area in the national research and innovation strategy. Scalable carbon dioxide removal is a requirement for any credible national net-zero strategy and Norway offers unique opportunities for DAC development and operation, such as the availability of baseload low-carbon energy and of geological CO₂ storage. We consider the proposed R&D on the energy demand of DAC particularly useful. Similarly, we would welcome support for work on exploring how to best overlap the availability of energy and CO₂ transport and storage infrastructure in Norway.
Ingrid Sørum Melaaen (Gassnova SF)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 56)	side 56: Flytt kulepunkt 1 under "Fangstteknologier" til nederst på lista Kulepunkt 4 "Utvikle fangstløsninger" start heller med "Videreutvikle fangstløsninger ..." side 57: Fjern ordet "storskala" under kulepunkt 1 "Transport ..." Under kulepunkt 2 - erstatt "Utvikle" med "Videreutvikle" Under overskrift "Karbonfjerning...." erstatt "utvikle" med "videreutvikle" under kulepunkt 2 og 5 Fjerne ordet "Vurdere" under kulepunkt 3 Kulepunkt 4: Erstatt ordet "Utvikle" med "Vurdere" og korrigere setningen i samsvar med dette: "og avklare om disse faktisk gir dokumentert
Peder Eliasson (SINTEF)	3.5 CO ₂ -håndtering (s. 56)	Kostnadseffektiv geofysisk overvåking og verdien av informasjon Kulepunktet «Videreutvikle måling, overvåking og verifisering av lagringsintegritet over tiår, herunder brønnintegritet, brønnstengning, lekkasjedeteksjon og induert seismisitet» dekker metodeutvikling, men er formulert ut fra sikkerhet og integritet alene. Overvåking er samtidig en stor del av driftskostnaden i et lager, og god informasjon gir sikrere drift og færre, langt dyrere, hendelser. Avveiningen mellom kostnad og informasjonsverdi, og valget mellom kostbar 3D-seismikk og rimeligere, mer begrensede data, er derfor et forskningstema i seg selv som bør komme eksplisitt fram. Vi foreslår at kulepunktet utvides til:



• Videreutvikle måling, overvåking og verifisering av lagringsintegritet over tiår, herunder brønnintegritet, brønnstengning, lekkasjedeteksjon og indusert seismisitet, med vekt på kostnadseffektive og skreddersydde geofysiske overvåkingsstrategier som optimaliserer informasjonsverdi mot kostnad – fra bedre utnyttelse av kostbar 3D-seismikk til metoder som gir tilsvarende innsikt fra langt mer begrensede data.

KI-punktet under «Digitalisering og datadrevne verktøy» (s. 57) bør i tillegg omfatte kvantifisering av usikkerhet i modeller bygget på geofysiske data.

Bakgrunn for innspill: Sleipner er overvåket med gjentatt 3D-seismikk (4D) siden 1996 og er verdens lengste tidsserie for et CO₂-lager; den har vist både styrken og kostnaden ved seismisk overvåking. Erfaringen derfra er at CO₂-plumens utbredelse kan følges godt, mens kvantifisering av metning og trykk fra seismikk alene er beheftet med stor usikkerhet. Nyere prosjekter tar i bruk fiberoptiske sensorer i brønn og trykk- og temperaturmålinger som rimelige supplement, men metodikk for å kombinere sparse data med sjeldne seismiske innsamlinger i en samlet usikkerhetsvurdering er ikke moden. Verdi-av-informasjon-analyse er etablert i petroleum, men lite brukt for å dimensjonere overvåking av CO₂-lagre. Referatet fra innspillsmøtet i mars peker eksplisitt på at «overdimensjonerte sikkerhets- og overvåkingsløsninger» har økt kostnadene, og at usikkerhetsestimater for lekkasjerater og containment trengs.

Peder Eliasson (SINTEF)

3.5 CO₂-håndtering (s. 56)

Forkastninger, takbergart og gamle brønner som potensielle lekkasjeveier

Kulepunktet om overvåking nevner brønnintegritet, lekkasjedeteksjon og indusert seismisitet, men ikke forkastninger eller takbergart. Forkastninger og gamle brønner er de viktigste mulige lekkasjeveiene, og usikkerheten om dem driver både kvalifiseringskostnad og overvåkingsomfang. Takbergart er et eget prioritert tema i CLIMITs programplan. Vi foreslår et nytt kulepunkt:

- Karakterisere og redusere usikkerhet knyttet til forkastninger, takbergart og gamle brønner som mulige lekkasjeveier, inkludert geomekanisk stabilitet ved trykkoppbygging og metoder for å overvåke usikre brønner og forkastningssoner.

Peder Eliasson (SINTEF)

3.5 CO₂-håndtering (s. 56)

Praktisk kapasitetsestimering og modellering av migrasjon



Første kulepunkt om reservoarkarakterisering er godt, men kan konkretiseres: gapet mellom teoretisk potensial (over 80 Gt) og realiserbar kapasitet styres av praktisk kapasitetsestimering innenfor trykk- og migrasjonsbegrensninger. Vi foreslår at kulepunktet utvides til:

- Karakterisere og modellere nye og eksisterende reservoarer, inkludert tømte petroleumsfelt, for storskala injeksjon, med bedre forståelse av reservoaregenskaper, praktisk lagringskapasitet, CO₂-migrasjon, trykkutvikling og usikkerhet over tid, og med metoder for å oppdatere modellene fortløpende mot geofysiske data.

Peder Eliasson (SINTEF)

3.5 CO₂-håndtering (s. 56)

Mindre og lokale lagre

Utkastet løfter fram småskala CCS for små og spredte utslippspunkter (s. 53), men bare for fangst. Mindre, lokale lagre nær kildene kan være et alternativ til transport til sentrale hubber, og endrer forutsetningene for karakterisering, boring og overvåking. Vi foreslår et nytt kulepunkt under geologisk lagring:

- Utvikle kostnadseffektive løsninger for karakterisering, kvalifisering, boring og overvåking av mindre og lokale lagre tilpasset små og spredte utslippskilder.

Peder Eliasson (SINTEF)

3.5 CO₂-håndtering (s. 56)Synliggjør undergrunnskompetansen som felles grunnlag for petroleum og CO₂-lagring

Petroleumskapittelet (s. 79) kobler seismisk avbildning, geomekanikk og brønnintegritet til CO₂-lagring. CO₂-kapittelet har ikke den motsatte koblingen; ordene seismikk og geofysikk forekommer ikke i 3.5. Vi foreslår:

1. En setning i innledningen til 3.5.2 om at FoU-behovene for lagring bygger på og skal videreutvikle undergrunns-, geofysikk- og brønnkompetansen beskrevet i 3.10.2.

Lars Sørum (SINTEF Industri,
Avdeling Anvendt
Geovitenskap (tidligere
SINTEF Petroleum AS))

3.5 CO₂-håndtering (s. 56)

Synliggjør undergrunnskompetansen som felles grunnlag for petroleum og CO₂-lagring
Kapittel: 3.5.2 og 3.10.2 Markedsmuligheter og komparative fortrinn (CO₂-håndtering og Petroleum)
Sidetall: 56 og 79
Kommentar: Petroleumskapittelet (s. 79) kobler geomekanikk og brønnintegritet til CO₂-lagring. CO₂-kapittelet har ikke den motsatte koblingen; ordene seismikk og geofysikk forekommer ikke i 3.5. Vi



foreslår en setning i innledningen til 3.5.2 om at FoUI-behovene for lagring bygger på og skal videreutvikle undergrunns-, geofysikk- og brønnkompetansen beskrevet i 3.10.2.

Faglig grunnlag: Seismisk avbildning, inversjon, reservoarkarakterisering, geomekanikk og brønntechnologi er de samme fagdisiplinene enten målet er å finne og produsere hydrokarboner eller å kvalifisere og overvåke et CO₂-lager; forskjellen er i hovedsak at CO₂-lagring krever bedre kvantifisering av trykk, forsegling og usikkerhet. Utkastet selv (sammendraget, s. 7) sier at undergrunn, boring og brønn er fagmiljøer flere næringer konkurrerer om, og at de kan svekkes dersom nye verdikjeder ikke industrialiseres i tide. Rekrutteringen til geofag faller, og referatet fra innspillsmøtet etterlyser grunnforskningsmidler som gir relevante master- og PhD-oppgaver. En eksplisitt kobling mellom 3.5.2 og 3.10.2 gjør det mulig å finansiere felles metodeutvikling på tvers av PETROSENTER/PETROMAKS og CLIMIT framfor i parallelle løp.

Beate Seibt & Josef Noll, UiO;
Elin Kamsvåg, Kristiansund
kommune; Iliana Ilieva, IFE;
Berit Nilsen & Ivonne Herrera,
NTNU Samforsk; Arild Schou
& Thomas Øyvang, USN;
Dina Aspen, NORSUS.
(Forskere og partnere i
WeEnergize (FME Samfunns-
søknad))

3.6 Energieffektivisering og
forbrukerfleksibilitet (s. 57)

Tema: Suffisiens

Nåværende tekst:

1. Overskriften «3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet» (s. 57)
2. «Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet omfatter tiltak som reduserer energibruken per produsert enhet eller per kvadratmeter, som sørger for bruk av riktig energibærer til riktig formål, og som flytter forbruk i tid eller reduserer effektuttaket når systemet er anstrengt.» (s. 57)

Forslag til ny tekst:

1. «3.6 Suffisiens, energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet»
2. «Suffisiens, energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet følger tiltakshierarkiet unngå – flytt – forbedre. Suffisiens omfatter tiltak og praksiser som unngår behov for energi, materialer og areal, samtidig som de sikrer gode liv for alle innenfor naturens tålegrenser. Forbrukerfleksibilitet sørger for bruk av riktig energibærer til riktig formål, flytter forbruk i tid og reduserer effektuttaket når systemet er anstrengt. Energieffektivisering reduserer energibruken per produsert enhet eller per kvadratmeter.»

Nye kulepunkter i kap. 3.6:

- «Hvor mye energi som trengs for gode liv, og hvordan samlet energibruk kan reduseres.»
- «Kriterier og demokratiske prosesser for å avgjøre hvilken energibruk som er samfunnsnyttig, og for å prioritere mellom sektorer og formål når kraft og nettkapasitet er knapp.»



- «Tilbakeslagseffekter av effektivisering, og virkemidler som hindrer at besparelser spises opp av økt forbruk.»
- «Politikk og praksiser for suffisiens, og hva som gjør dem rettferdige og akseptable.»

Begrunnelse: Effektivisering måles per produsert enhet. Det sier ikke hvor mye energi vi trenger, når det er nok, eller hvilken energibruk som er samfunnsnyttig. En gjennomgang av 33 empiriske studier fant at tilbakeslagseffekter i økonomien som helhet typisk spiser opp om lag halvparten av energibesparelsene fra effektivisering (Brockway et al., 2021). FNs klimapanel anslår at tiltak på etterspørselssiden kan redusere klimagassutslippene fra sluttbrukersektorene med 40–70 prosent innen 2050. Klimapanelet definerer suffisiens som tiltak og praksiser som «unngår behov for energi, materialer, areal og vann, samtidig som de sikrer gode liv for alle innenfor planetens tålegrenser» (IPCC, 2023, vår oversettelse). Strategien legger tiltakshierarkiet «unngå – flytt – forbedre» til grunn for arealbruk (s. 47). Brukt på energi svarer det til satsingsområdets tre deler: suffisiens unngår, fleksibilitet flytter, effektivisering forbedrer. I dag mangler første trinn. Skal fossile energikilder fases ut, må energibruken i enkelte sektorer ned, og da må prioritering bli et forskningstema.

Christoffer Ripegut (NODES AS)

3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 57)

Hei, vi legger ved et generelt innspill her i tillegg den spesifikke kommentaren til kap.3.6. Håper det er i orden.

Generell del:

NODES støtter at fleksibilitet, markedsdesign og digitalisering løftes frem som sentrale områder i Energi2050-strategien. Vi anbefaler samtidig enkelte presiseringer for å sikre at strategien favner hele bredden av fleksibilitetsressurser og tydeliggjør hvordan fleksibilitet kan tas i bruk i nettplanning og operativ drift.

Våre hovedinnspill

Strategien bør bruke «fleksibilitet» eller «fleksibilitetsressurser» som gjennomgående begrep, fremfor det snevrere begrepet «forbrukerfleksibilitet» som lett kan tolkes som husholdningsfleksibilitet. Fleksibilitet kan leveres av blant annet industri, næringsbygg, datasentre, produksjonsanlegg, energilagre, transport og husholdninger. Dette er også i tråd med strategiens egen definisjon, som omfatter endringer i både produksjon og forbruk samt bidrag fra energilagre og sluttbrukere. Et bredere begrep vil derfor gi en mer presis og inkluderende beskrivelse av ressursene som kan bidra med fleksibilitet i kraftsystemet.



Videre bør strategien balansere tilbyder- og kjøperperspektivet. Utvikling av fleksible ressurser og markedsadgang er ikke tilstrekkelig dersom nettselskapene ikke samtidig utvikler systemer, kompetanse og driftsprosesser for å identifisere behov, anskaffe, aktivere og verifisere fleksibilitet. Markedsbasert fleksibilitet bør integreres i nettplanlegging og operativ drift som et virkemiddel for bedre utnyttelse av eksisterende nett, og som et alternativ eller supplement til tradisjonelle nettinvesteringer. Reguleringen bør derfor gi nettselskapene insentiver til å bruke eksisterende infrastruktur mer effektivt, på lik linje med investeringer i økt nettkapasitet.

Det er også hensiktsmessig at strategien skiller tydeligere mellom nasjonale balanse- og reservemarkeder og lokale fleksibilitetsmarkeder. Det er behov for forskning, utvikling og innovasjon knyttet til koordinering mellom transmisjons- og distribusjonsnivået, håndtering av ressurser som deltar i flere markeder, inkludert engrosmarkedene, og standardiserte prosesser for behovspubliserings, budgivning, aktivering, måling og verifikasjon.

I vedlegget følger konkrete merknader med henvisninger til de aktuelle delene av strategien.

Spesifikt innspill til kap 3.6:

Hvor i strategien: Side 2, 5, 27 og 40, kapittel 3.6 på side 57–60 samt begrepslisten på side 130. Strategien bruker «energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet» som satsingsområde, samtidig som den omtaler industri, datasentre, næringsbygg, husholdninger, energilagring og lokal produksjon. Begrepslisten definerer fleksibilitet bredere, som endring i produksjon eller forbruk fra produksjonsanlegg, energilagring og sluttbrukere.

NODES anbefaler: Bruk «fleksibilitet», «fleksibilitetsressurser» eller «distribuert fleksibilitet» som gjennomgående begrep, slik at begrepsbruken samsvarer med strategiens faktiske innhold og egen definisjon. Strategien bør tydelig omfatte fleksibilitet fra forbruk, produksjon, energilagring og andre distribuerte energiresurser. Unngå samtidig at fleksibilitet fremstilles primært som et småskalafenomen, ettersom industri, datasentre, næringsbygg, fjernvarme og batterier også kan tilby betydelig fleksibilitet.

Mvh,

Christoffer Ripegut - Project Manager NODES AS

Guro Grøtterud - Director of Regulatory Affairs NODES AS

Svein Jørgen Sønning - CCTO NODES AS



Innsender	Kapittel	Kommentar
Christoffer Ripegut (NODES AS)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 57)	Hvor i strategien: Kapittel 3.6 på side 57 samt omtalen av energimarkeder og regulering på side 42. Strategien viser til at mange tekniske komponenter allerede finnes, mens forretningsmodeller, markedsadgang og driftspraksis omtales som umodne. NODES anbefaler: Presiser at markedsadgang, driftspraksis og systemstøtte må utvikles både hos tilbydere, kjøpere og systemoperatører. Dette bør knyttes tettere til strategiens omtale av energimarkeder, markedsdesign og regulering.
Arne Eik (Norsk Industri)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 57)	Norsk prosessindustri foredler store mengder fornybar kraft til materialer og produkter som inngår i norske, europeiske og globale verdikjeder. Dette omfatter blant annet produksjon og videreforedling av kritiske og strategiske råmaterialer. Kraftforedlende prosessindustri omsetter elektrisk energi, råvarer, teknologi og kompetanse til materialer med høy industriell og strategisk verdi. Energi2050 prioriterer energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet. Begge er viktige for prosessindustrien. Industriens forsknings- og innovasjonsbehov er imidlertid bredere og omfatter blant annet: • Energi- og ressurseffektive produksjonsprosesser • Nye råmaterialer og reduksjonsmidler • Sirkularitet og økt utnyttelse av sidestrømmer • Prosesskontroll, automatisering og digitalisering • Fleksibelt samspill mellom industrielle prosesser og kraftsystemet • Utvikling og produksjon av kritiske og strategiske materialer Dette er områder hvor langsiktig, industrielt forankret forskning og innovasjon er avgjørende. Utkastet peker på at fleksibiliteten i industrien i stor grad er latent og ikke kartlagt, og at det koster å skalere ned produksjonen (s. 59). Det foreslår analyser av gapet mellom samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet, og metoder for å tallfeste fleksibilitet som kan tas i bruk uten produksjonstap (s. 60). Norsk Industri støtter dette. Arbeidet bør skje i reelle anlegg i samarbeid med bedriftene, og resultatene bør kobles til arbeidet med markedsdesign og nettregulering. Da kan fleksibilitet som er lønnsom for samfunnet, også bli lønnsom for bedriften.
Lars Petter Maltby (Prosess21)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 57)	Prosess21 foreslår at industriell fleksibilitet synliggjøres eksplisitt der industrien omtales.



Eksisterende begrep: energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet

Forslag: fleksibilitet i industrielle prosesser og samspillet mellom industrien og kraftsystemet

Begrunnelse: Fleksibilitet i prosessindustrien er knyttet til selve produksjonsprosessen og kan påvirke produksjonsvolum, produktkvalitet, prosessutstyr, levetid og driftsstabilitet. Dette gir egne FoU-behov utover generell forbrukerfleksibilitet.

Hanne Kauko og Ingeborg
Graabak (privat)

3.6 Energieffektivisering og
forbrukerfleksibilitet (s. 57)

Vi synes strategien er noe mangelfull når det gjelder fjernvarme. Dette gjelder særlig

- Delkapittel 3.3 om Integrerte og digitaliserte energisystemer
- Delkapittel 3.6 om Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet
 - o Fjernvarme er ikke nevnt i introduksjonsdelen, heller ikke under seksjonen «Bygningsmassen har infrastrukturen for fleksibilitet, men prissignaler og markedsadgang er svekket». Varmepumper er nevnt, men vi mener at fjernvarme og nærvarme bør også nevnes som et viktig tiltak for å redusere strømforbruket til bygningsoppvarming og muliggjøre bruken av overskuddsvarme. Dagens prissignaler belønner heller ikke fjernvarmebrukere; her bør det ses på alternative prismodeller.
 - o Under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov»:
 - Fjernvarme- og kjøling fortjener sin egen punktliste, med følgende punkter:
 - Utvikling av effektive lokale lavtemperatur-fjernvarmenett, som en effektiv måte for oppvarming av nye områder som tillater bl.a. bedret mulighet for å utnytte lavtemperert overskuddsvarme
 - Integrering med termisk energilagring på time-, døgn- og sesongbasis, blant annet med faseendringsmaterialer og lagring i berggrunn (flyttet fra Industriell varmeutnyttelse, prosessteknologi og termisk lagring)
 - Energi- og kostnadseffektive områdeløsninger for fjernkjøling, og kombinert forsyning av fjernvarme og -kjøling (flyttet fra Industriell varmeutnyttelse, prosessteknologi og termisk lagring)
 - Effektive prismodeller for fjernvarme, inkludert industrielle varmenett som baserer seg på utnyttelse av lokal overskuddsvarme
 - Under «Energioppgradering og valg av energibærer i bygningsmassen»
 - Under «Energioppgradering og valg av energibærer i bygningsmassen» punktet «Metoder for å avgjøre hvilken energibærer som bør dekke hvilket formål, og for konvertering til vannbåren varme.» er upresist formulert. Forslag for alternativ formulering:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		- o Metoder for utvikling av kostnadseffektive oppvarmingsløsninger for bygg og områder som minimerer energi- og effektbehovet - o Metoder for kostnadseffektiv konvertering til vannbåren varme
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 58)	I første avsnitt tilføyes etter '...venter også på nettkapasitet som nettet ennå ikke er dimensjonert for.': Dedikert, regulerbar kraftproduksjon nær forbruker, som flytende gasskraft med CCS, kan være et alternativ der nettkapasiteten ikke strekker til.
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 58)	avsnittet "Markedsmuligheter og komparative fortrinn, Energieffektivisering og fleksibilitet kan frigjøre kapasitet for nye formål " Hvor i høringsdokumentet:....Samtidig kan disse sluttbrukerne selv bidra med betydelig frigjort kapasitet, gjennom egen energieffektivisering, fleksibilitet og bedre utnyttelse av overskuddsvarme.... Sluttbrukerfleksibilitet er vesentlig, og bruk av overskuddsvarme også. Likevel må koplingen til kap 3.6 adresseres her gitt at; sitat s. 57: «Forretningsmodellene, markedsadgangen og driftspraksisen er derimot umodne, og utnyttelsen ligger under det tekniske potensialet», og «Varme får samtidig en tydeligere plass ved siden av strøm, gjennom varmepumper, spillvarme og termisk lagring, slik at riktig energibærer i større grad brukes til riktig formål». Vi mener at det her bør fremheves et behov som peker på at samspill mellom fjernvarmen og andre bransjer er avgjørende for utvikling av levedyktige forretningsmodeller som skal ta i bruk overskuddsvarme og energifleksibilitet.
Jon Erling Fonnéløp (Fornybar Norge)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 58)	Avsnittet: Bygningsmassen har infrastrukturen for fleksibilitet, men prissignaler og markedsadgang er svekket "Bygg, både boliger og yrkesbygg, står for nesten halvparten av Norges samlede strømforbruk." Her omtales "alternative oppvarmingsmetoder" og varmepumper nevnes. Fjernvarme står for 15 % av varmeleveransen i Norge og opp til 30 % i de største byene. Det er påfallende at fjernvarme ikke nevnes her. Det er også påfallende at det ikke påpekes at den store strømb Bruken i bygg er spesiell for Norge, og at andre land har løst dette ved vannbåren oppvarming og større andel fjernvarme. Dette ville trekke ned



effekttoppene og bedre utnyttelse av både kraft og kraftnett. Forskning på hvordan dette potensialet utløses bør prioriteres. Noen steder i strategien er spillvarme nevnt, men stort sett i kontekst knyttet til industri. Fjernvarme som infrastruktur for utnyttelse av denne overskuddsvarmen fra både industri, datasenter, store varmepumper i kloakk og sjøvann, biobrensel osv bør omtales.

Avsnittet har overskriften "bygningssmassen har infrastrukturen for fleksibilitet". Men bygg med elektrisk oppvarming har i liten grad den ønskede fleksibiliteten. Det bør derfor påpekes behov for energifleksible oppvarmingsystemer (vannbåren varme) og et tilhørende forskningsbehov på stortstilt konvertering av eksisterende bygningssmasse fra direkte elektrisk til vannbåren oppvarming.

Jon Iver Bakken (Hafslund
Celsio)

3.6 Energieffektivisering og
forbrukerfleksibilitet (s. 58)

3.6.1 Markedsmuligheter og komparative fortrinn

Fjernvarme bidrar i dag med stor energifleksibilitet på systemnivå. Man kan veksle mellom ulike energibærere og store akkumulatortanker får økt systemverdi. Det er et behov for å styrke disse mekanismene ytterligere, gjennom et enda bedre samspill mellom varmekunder (bygg) og fjernvarmesystemer, samt mot kraftsystemet. Bruk av utkoblare el-kjeler er et godt eksempel der potensialet ikke er tatt ut. Bør nevnes i dokumentet

Marianne Riddervold Kahrs
(Østfold Energi)

3.6 Energieffektivisering og
forbrukerfleksibilitet (s. 58)

Hvor i høringsdokumentet:....Samtidig kan disse sluttbrukerne selv bidra med betydelig frigjort kapasitet, gjennom egen energieffektivisering, fleksibilitet og bedre utnyttelse av overskuddsvarme....

Sluttbrukerfleksibilitet er vesentlig, og bruk av overskuddsvarme også. Likevel må koplingen til kap 3.6 adresseres her gitt at; sitat s. 57: «Forretningsmodellene, markedsadgangen og driftspraksisen er derimot umodne, og utnyttelsen ligger under det tekniske potensialet», og «Varme får samtidig en tydeligere plass ved siden av strøm, gjennom varmepumper, spillvarme og termisk lagring, slik at riktig energibærer i større grad brukes til riktig formål». Vi mener at det her bør fremheves et behov som peker på at samspill mellom fjernvarmen og andre bransjer er avgjørende for utvikling av levedyktige forretningsmodeller som skal ta i bruk overskuddsvarme og energifleksibilitet.

Helge Tvedt (Eviny Termo
AS)

3.6 Energieffektivisering og
forbrukerfleksibilitet (s. 59)

Fjernvarme og fjernkjøling bør i større grad behandles som systemressurser for energieffektivisering og fleksibilitet.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Eviny Termo støtter strategiens vektlegging av riktig energibærer til riktig formål, utnyttelse av overskuddsvarme og termisk lagring. Dette bør videreutvikles med FoUI som dokumenterer hvordan fjernvarme og fjernkjøling kan redusere og flytte elektrisk effektbehov, utnytte lokale overskuddsressurser og frigjøre kapasitet i kraftnettet. Det bør utvikles metoder og markedsmodeller som verdsetter denne fleksibiliteten, slik at samfunnsøkonomisk gode løsninger også kan bli bedriftsøkonomisk gjennomførbare. FoUI bør omfatte hele energisystemet og ikke begrenses til fleksibilitet hos den enkelte sluttbruker.
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 59)	Vi støttar at energieffektivisering og forbrukarfleksibilitet er eit prioritert forskings- og innovasjonsområde. Samtidig bør strategien tydeleggjera at energieffektivisering ikkje berre handlar om redusert energibruk og elektrisk forbrukarfleksibilitet, men òg om val av energiberar og effektiv utnytting av eksisterande energi- og distribusjonsinfrastruktur. Fjernvarme, nærvarme, regulerbar bioenergi, termiske lager og utnytting av industriell overskotsenergi kan frigjera elektrisk energi og nettkapasitet og redusera effektbelastninga. Forskingsinnsatsen bør utvikla metodar og marknadsmodellar som verdset desse bidraga. Vi ber om at FoUI-innsatsen omfattar dokumentasjon og verdsetting av systemnytte, fleksibilitet, frigjord nettkapasitet og samspel mellom elektrisitet, varme og andre energiberarar. Eksisterande infrastruktur og modne løysingar må inkluderast i arbeidet med meir effektiv ressurs- og energibruk.
Jon Iver Bakken (Hafslund Celsio)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 59)	3.6.2. Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov Vi mener det er uheldig at fjernvarme ikke er nevnt i teksten. FoUI-behovet for fjernvarme er langt mer enn bare lavere driftstemperatur som bransjen jobber med. Det omfatter fleksibel bruk av flere energikilder, store varmepumper, overskuddsvarme og termiske lagre, økt samspill med kraftnettet, digital styring og forsyning til kritiske samfunnsfunksjoner. Det dreier seg også om smart styring av oppvarmingsbehovet i bygg og samspillet mellom fjernvarmen og kunden, samt utvikling av effektive og kostnadseffektive vannbårne løsninger, både i nybygg og i eldre bygg som i dag er helelektrisk oppvarmet. Like viktig er forskning på markedsdesign, regulering og metoder for å verdsette fjernvarmens systemnytte i form av lavere effektuttak, redusert behov for nettinvesteringer, fleksibilitet og beredskap.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Dagens bedriftsøkonomiske lønnsomhet fanger ikke nødvendigvis opp hele den samfunnsøkonomiske verdien, og uten egnede metoder og insentiver kan samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer utebli. Også her er det et FoU-behov.
Øistein Fosse Mathisen (Lyse Neo)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 59)	Strategien peker riktig på at en viktig barriere for utnyttelse av overskuddsvarme er mangel på avtakere, og den har gode forskningsbehov på temperaturløft og samlokalisering. Vi foreslår tre tillegg: 1. Temperatur bevart ved kilden. Strategien legger vekt på teknologi som hever temperaturen i etterkant. Vi mener forskning på design og prosjektering som tilgjengeliggjør varmen på så høy temperatur som mulig bør prioriteres, slik at behovet for varmepumper som krever både investering og strøm reduseres. Dette bør sees sammen med lavtempererte varmekunder og fjernvarme med lavere driftstemperatur. 2. Nye avtakere av varme. Eksempelvis matproduksjon, som drivhus og akvakultur, er mulige avtakere for overskuddsvarme som kan gi bidrag til matsikkerhet og bærekraft. Vi foreslår at avtakerpotensial utenfor tradisjonelle fjernvarmekunder kartlegges. 3. Samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Strategien har en punktliste om dette gapet for industriell fleksibilitet. Vi foreslår å utvide den til samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak som ikke realiseres, med varmeutnyttelse som sentral case: Hvordan kan vi få samfunnsøkonomisk lønnsomme prosjekter til også å fremkomme bedriftsøkonomisk lønnsomme for den enkelte beslutningstaker?
Christoffer Ripegut (NODES AS)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 59)	Hvor i strategien: Side 59–60. Strategien peker på lav betalingsvilje og et gap mellom samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet. NODES anbefaler: Løft behovet for metoder som verdsetter lokal, tids- og stedsavhengig fleksibilitet og omsetter denne verdien i transparente anskaffelser. Strategien bør også omtale sammenhengen mellom nettselskapenes betalingsvilje og regulatoriske insentiver som belønner effektiv bruk av fleksibilitet på lik linje med effektive investeringer i nett.
Tore Dugstad (Eidsiva Bioenergi AS)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)	FoU-behovet for fjernvarme er bredere enn lavere driftstemperatur. Det omfatter fleksibel bruk av flere energikilder, store varmepumper, overskuddsvarme og termiske lagre, samspill med kraftnettet, digital



styring og forsyning til kritiske samfunnsfunksjoner. Like viktig er forskning på markedsdesign, regulering og metoder for å verdsette fjernvarmens systemnytte i form av lavere effektuttak, redusert behov for nettinvesteringer, fleksibilitet og beredskap. Dagens bedriftsøkonomiske lønnsomhet fanger ikke nødvendigvis opp hele den samfunnsøkonomiske verdien, og uten egnede metoder og incentiver kan samfunnsøkonomisk lønnsomme investeringer utebli.

Tore Dugstad (Eidsiva Bioenergi AS)

3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)

Strategien peker riktig på at den viktigste barrieren for overskuddsvarme er mangel på avtakere, og den har gode forskningsbehov på temperaturløft og samlokalisering. Vi foreslår tre tillegg:

1. Temperatur bevart ved kilden. Strategien legger vekt på teknologi som hever temperaturen i etterkant. Vi mener forskning på design og prosjektering som tilgjengeliggjør varmen på så høyt temperatur som mulig. slik at behovet for varmepumper som krever både investering og strøm reduseres. Dette bør sees sammen med lavtempererte varmekunder og fjernvarme med lavere driftstemperatur.
2. Nye avtakere. Matproduksjon, for eksempel drivhus og akvakultur, er en mulig avtaker for overskuddsvarme som kan gi bidrag til matsikkerhet og bærekraft. Vi foreslår at avtakerpotensial utenfor tradisjonelle fjernvarmekunder kartlegges.
3. Samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Strategien har en punktliste om dette gapet for industriell fleksibilitet. Vi foreslår å utvide den til samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak som ikke realiseres, med varmeutnyttelse som sentral case: hvilke mekanismer, kontrakter og rammer gjør slike tiltak bedriftsøkonomisk lønnsomme, slik at de faktisk besluttet?

Erik Berge (FME Include)

3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)

Selv om det innledes med å si at barrierene bare delvis er teknologiske (s 59), behandles forskningsbehovene i stor grad som teknologiske. Under overskriften Sluttbrukeradferd, roller og virkemiddelutforming (s 60), angår kun ett av kulepunktene sluttbrukere, og dette begrenser seg til automatisk styring av energibruk: «Kunnskap om hvilken styring ulike brukergrupper er villige til å gi fra seg, og hvorfor». En undersøkelse fra 2021 viste at 65% av nordmenn ikke er interessert i at andre (f.eks. nettselskap) kan styre strømbruken hjemme, selv om det ikke påvirker komfort (Sæle og Aasen, SINTEF rapport nr 2021:01468 Ny nettleiemodell for norske husholdninger, s. 17). En CICERO-studie viste at selv blant deltakere i et pilotprosjekt som fikk smart styringsteknologi installert (varmestyring), var det mange som ikke brukte dem i hverdagen fordi teknologien ble oppfattet som for komplisert og fordi det krevde betydelig digitalt renhold («digital housekeeping») å skulle forholde seg til den. Disse funnene, at mange ikke er interessert i styring av energibruk og at smarte løsninger for varmestyring kun



er for de aller mest interesserte, gjør at satsningen på sluttbrukere bør formuleres bredere. Vi foreslår følgende som erstatning for nevnte kulepunkt:

«Kunnskap om ulike sluttbrukeres situasjon, interesser og muligheter, som grunnlag for å utvikle insentiver, virkemidler og teknologier for redusert energiforbruk og fleksibilitet, som samtidig er rettferdige og sikrer legitimitet.»

Vi foreslår også at overskriften endres fra Sluttbrukeradferd, roller og virkemiddelutforming til:

«Sluttbrukere, roller og virkemiddelutforming»

Under samme overskrift foreslår vi et nytt kulepunkt som vil løfte ambisjonene for virkemiddelutforming:

«Hvilke tverrsektorielle grep som kan gjøres for å redusere den samlede energibruken og utnytte kapasiteten best mulig»

Jon Erling Fonnéløp
(Fornybar Norge)

3.6 Energieffektivisering og
forbrukerfleksibilitet (s. 60)

Avsnitt: Sluttbrukeratferd, roller og virkemiddelutforming:

Legge til flere muligheter i opplistede punkter:

-Dedikerte akkumulatorer vil sammen med andre teknologier for termiske lagre gjør det mulig å forskyve varmeproduksjon i tid. Styringssystemer og styringsmodeller må utvikles slik at fleksibilitet kan tas i bruk på nye og effektive måter. Produksjonen kan justeres ved kraftoverskudd eller i knapphetsperioder, slik at effekttopplast for strøm og behovet for nettførsterkninger begrenses.

-Varmer og kjølesystemer er «trege» systemer, og forbrukerfleksibilitet kan utnyttes og utvikles med dokumenterte komfortgrenser, sikker styring og avtaleverk.

Avsnitt: Industriell varmeutnyttelse, prosesseteknologi og termisk lagring:

Strategien peker riktig på at den viktigste barrieren for overskuddsvarme er mangel på avtakere, og den har gode forskningsbehov på temperaturløft og samlokalisering. Vi foreslår tre tillegg:

1. Temperatur bevart ved kilden. Strategien legger vekt på teknologi som hever temperaturen i etterkant. Vi mener forskning på design og prosjektering som tilgjengeliggjør varmen på så høyt temperatur som mulig. slik at behovet for varmepumper som krever både investering og strøm



Innsender	Kapittel	Kommentar
		reduseres. Dette bør sees sammen med lavtempererte varmekunder og fjernvarme med lavere driftstemperatur. 2. Nye avtakere. Matproduksjon, for eksempel drivhus og akvakultur, er en mulig avtaker for overskuddsvarme som kan gi bidrag til matsikkerhet og bærekraft. Vi foreslår at avtakerpotensial utenfor tradisjonelle fjernvarmekunder kartlegges. 3. Samfunnsøkonomisk og bedriftsøkonomisk lønnsomhet. Strategien har en punktliste om dette gapet for industriell fleksibilitet. Vi foreslår å utvide den til samfunnsøkonomisk lønnsomme tiltak som ikke realiseres, med varmeutnyttelse som sentral case: Hvilke mekanismer, kontrakter og rammer gjør slike tiltak bedriftsøkonomisk lønnsomme, slik at de faktisk beslutes?
Ronny Fiuren (Mylicia Energy AS)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)	1. Strategien beskriver forbrukerfleksibilitet som et viktig bidrag til redusert energibruk og effektopper, men omtaler i begrenset grad hvordan fleksibilitet kan utvikles til en operativ systemressurs. Basert på erfaringene fra Euroflex prosjektet anbefales det at strategien tydeligere beskriver fleksibilitet som et alternativ og supplement til nettinvesteringer. Fleksibilitet bør behandles som en systemressurs på linje med produksjon, lagring og nettutbygging, og FoUI-innsatsen bør omfatte hvordan slike ressurser kan planlegges, verdsettes og aktiveres i ordinær drift. 2. Kundedeltakelse, motivasjon og brukeropplevelse bør gis større plass blant de prioriterte FoUI-behovene. Erfaringene fra Euroflex prosjektet viser at teknologien i stor grad er tilgjengelig, mens mobilisering av fleksibilitet i praksis avhenger av tillit, automatisering, gode kundedrensesnitt og tydelige økonomiske insentiver. Strategien bør derfor styrke forskningsbehovet knyttet til kundedadferd, aksept, automatisert styring og utforming av effektive insentivmekanismer for husholdninger og næringskunder. 3. Strategien omtaler aggregering av små fleksibilitetsressurser, men rollen til aggregatorer og andre fleksibilitetsaktører bør beskrives mer eksplisitt. Euroflex prosjektet har vist at verdien av fleksibilitet i stor grad realiseres gjennom koordinering og samordning av mange små ressurser. Strategien bør derfor inkludere FoUI knyttet til aggregatorroller, samspill mellom nettselskap, markedsaktører og sluttbrukere, samt utvikling av skalerbare forretningsmodeller for fleksibilitetsleveranser.
Arild Gustavsen (NTNU Energi - Team Bygde miljø)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)	Under avsnittet "Energioppgradering og valg av energibærer i bygningsmassen" mangler strategien et viktig skaleringsnivå: Nabolaget/området. Forskning fra bl.a. FME ZEN (Zero Emission Neighbourhoods) og EU-prosjektet syn.ikia viser at det ligger et stort potensiale for fleksibilitet og optimal ressursutnyttelse i samspillet mellom bygg i et plussenerginabolag.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Vi foreslår at følgende kulepunkt legges til i strategien: - Utvikle og skalere løsninger for nullutslipps- og plussenerginabolag (Sustainable Plus Energy Neighbourhoods), samt etablere regulatoriske og teknologiske rammeverk for lokale energisamfunn (Energy Communities). Dette for å utnytte synergier for energideling, lokal lagring og fleksibilitet på tvers av bygninger. Begrunnelse: EUs reviderte bygningsenergidirektiv (EPBD - Directive (EU) 2024/1275) og Fornybardirektivet (RED III) løfter frem 'Energy Communities' som sentrale verktøy for å avlaste nettet. Forskning fra syn.ikia og FME ZEN har vist at integrerte nabolagsløsninger kan redusere effekttopper og gi høyere andel egen utnyttelse av fornybar energi enn bygg som opererer alene.
Arild Gustavsen (NTNU Energi - Team bygde miljø)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)	På side 57 nevnes det at "Ombruk av materialer og dyprenovering bidrar til effektiv energibruk". Dette er bra, men bør styrkes med å inkludere et helhetlig livsløpsperspektiv (LCA). Erfaringer fra FME ZEB (Zero Emission Buildings) viser at dyprenovering er essensielt for å oppnå et klimavennlig samfunn. Vi foreslår at følgende setning integreres under kapittel 3.6.2 (s. 60) under "Energioppgradering...": - Kunnskap og metoder for å optimalisere balansen mellom operativ energibruk og bundne utslipp (embodied emissions/carbon) i materialer gjennom livsløpsanalyser (LCA) ved renovering av eksisterende bygningsmasse i tråd med EUs Renovation Wave. Begrunnelse: For å oppfylle ambisjonene i EUs "Renovation Wave", er det avgjørende at FoU-innsatsen støtter overgangen til sirkulære, nullutslipp-/klimapositive bygg og nabolag, der man reduserer både det operative energibehovet og utslippene fra materialbruk.
Marianne Riddervold Kahrs (Østfold Energi)	3.6 Energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet (s. 60)	Legge til flere muligheter i opplistede punkter: Dedikerte akkumulatortanker vil sammen med andre teknologier for termiske lagre gjør det mulig å forskyve varmeproduksjon i tid. Styringssystemer og styringsmodeller må utvikles slik at fleksibilitet kan tas i bruk på nye og effektive måter. Produksjonen kan justeres ved kraftoverskudd eller i knapphetsperioder, slik at effekttopplast for strøm og behovet for nettførsterkninger begrenses.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Varme og kjølesystemer er «trege» systemer, og forbrukerfleksibilitet kan utnyttes og utvikles med dokumenterte komfortgrenser, sikker styring og omforent avtaleverk.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	3.7 Havbunnsmineraler (s. 61)	Aker Solutions støtter strategiens vektlegging av kunnskapsbygging som grunnlag for å vurdere eventuell fremtidig utvinning av havbunnsmineraler. Vi mener samtidig det er viktig å skille tydeligere mellom kartlegging av naturtilstanden og forskning på miljøpåvirkning fra eventuell utvinning. Sistnevnte må bygge på representative teknologikonsepter og operasjoner tilpasset de aktuelle forekomstene. Norske sulfidforekomster og manganskorper har andre egenskaper og krever andre utvinningsmetoder enn eksempelvis mangannoduler i Stillehavet. Miljøanalyser basert på teknologier utviklet for andre forekomsttyper vil derfor ikke nødvendigvis gi et representativt bilde av mulig miljøpåvirkning under norske forhold. Det er derfor viktig å koble miljøforskning tettere til teknologiutvikling og industriell systemkompetanse. Dette vil bidra til et mer relevant og etterprøvbart beslutningsgrunnlag, uten å forskuttere beslutninger om eventuell utvinning. Vi foreslår følgende tillegg til FoUI-prioriteringene i kapittel 3.7.2 (s. 63–64): • Koble miljøforskning og utvikling av forekomsttilpasset utvinningsteknologi gjennom testing og sammenligning av representative teknologikonsepter og operasjoner, med dokumentasjon av teknisk gjennomførbarhet, ressursutnyttelse og miljøpåvirkning. • Utvikle og kvalifisere integrerte systemløsninger og grensesnitt mellom utvinning, løft, fartøy, materialhåndtering og prosessering, med vekt på samlet ytelse, sikkerhet og miljøpåvirkning.
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	3.7 Havbunnsmineraler (s. 61)	Strategien påpeker at utviklingen av næringsvirksomhet basert på utvinning av havbunnsmineraler må inngå i allerede eksisterende verdikjeder, som et supplement til landbasert utvinning, resirkulering og sirkulære løsninger. Det er likevel lite vurderinger rundt hvor stort dette supplementet vil utgjøre for Norge i forhold de andre kildene for kritiske råvarer, og i hvilken grad Energi2050 samsvarer med øvrige norske strategier for mineraler og kritiske råvarer.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kolbjørn Andreassen (Offshore Norge)	3.7 Havbunnsmineraler (s. 61)	Det vises til ekspertgruppen på havbunnsmineraler og rapporten som ble publisert i 2026 (Energi 2050, 2026b). De konkrete anbefalingene fra ekspertgruppen bør her synliggjøres: 1. Sikre forutsigbar framdrift gjennom utlysning av en første lisensrunde, med tydelige krav til kunnskapsinnhenting, miljødata og datadeling 2. Etablere stabile regulatoriske og økonomiske rammebetingelser, inkludert et forutsigbart skatteregime. 3. Gjenoppta og styrke offentlig ressurskartlegging gjennom Søkeldirektoratet. 4. Styrke regional miljøkartlegging av åpningsområdet gjennom Mareano-programmet. 5. Koble havbunnsmineraler tettere til landbasert mineralnæring, prosessindustri, sirkularitet og europeiske verdikjeder. 6. Sikre åpen datadeling, transparens og kunnskapsutveksling mellom forskning, forvaltning, industri og samfunn. 7. Utvikle en målrettet og langsiktig FoU-satsing gjennom Forskningsrådet, inkludert kompetanse-, innovasjons- og demonstrasjonsprosjekter og vurdering av et forskningssenter.
Lars Petter Maltby (Prosess21)	3.7 Havbunnsmineraler (s. 61)	Prosess21 foreslår at forsknings- og kompetansebehovene knyttes tydeligere til den bredere mineral- og materialverdikjeden. Forslag til tillegg: Forsknings- og kompetansebehov knyttet til prosessering, materialteknologi, sirkularitet og industrielle anvendelser bør ses i sammenheng med tilsvarende behov for landbaserte mineralressurser og eksisterende norske mineral-, material- og prosessmiljøer. Utvikling av havbunnsmineraler bør inngå i et bredere verdikjedeperspektiv for kritiske og strategiske råmaterialer, fra ressurs og prosessering til materialer og industrielle anvendelser. Begrunnelse: Strategisk betydning ligger ikke i ressursgrunnlaget alene. Verdien og forsyningssikkerheten avhenger av evnen til å prosessere og videreforedle råmaterialene til materialer med riktig kvalitet, ytelse og kostnad for strategiske anvendelser. Forsknings- og kompetansebehov bør derfor ikke fragmenteres etter om ressursen finnes på land eller på havbunnen.
Ingeborg Sævik Heltne (WWF Verdens naturfond)	3.7 Havbunnsmineraler (s. 61)	WWF Verdens naturfond takker for muligheten til å kommentere på Energi2050-strategien. Dette innspillet gjelder gruvedrift på havbunnen.



WWF fastholder at koblingen mellom gruvedrift på havbunnen og energifeltet er vag, slik vi kommenterte under høringen til den foreløpige rapporten som ble presentert i 2025. Videre fastholder WWF at gruvedrift på havbunnen ikke bør være en prioritert satsning for Norge, og at Norge burde gå inn for et moratorium mot gruvedrift på havbunnen inntil man har tilstrekkelig kunnskap og kan sikre at miljøet ikke tar skade.

Strategien som foreligger går noe mer i detalj på den omfattende usikkerheten knyttet til miljøkonsekvenser, ressursgrunnlag, teknologi, verdikjeder, marked og økonomisk lønnsomhet. Den anerkjenner også i større grad enn tidligere behovet for å vurdere kumulative virkninger, samt også å se på verdikjeder utover leting og utvinning, blant annet når det gjelder prosessering og videreforedling. WWF mener dette burde blitt gjort på konsekvensutredningsstadiet før åpning, og at kunnskapsinnhenting for å danne det strategien omtaler som et «beslutningsgrunnlag» ikke kan gjøres parallelt med næringsutvikling.

Likevel trekker strategien etter WWFs syn feil konklusjon. Til tross for at strategien langt på vei anerkjenner de dokumenterte kunnskapsmanglene, fastholdes havbunnsmineraler som et prioritert teknologisk satsingsområde. Men – med sirkularitet, teknologiutvikling og allerede eksisterende verdikjeder for mineraler, er det ikke holdepunkt for at havbunnsmineraler vil være nødvendige for det grønne skiftet. I følge en SINTEF-rapport er det mulig å redusere verdens behov for kritiske materialer med nærmere 60% gjennom nettopp sirkularitet og teknologiutvikling (the_future_is_circular___sintefmineralsfinalreport_nov_2022__1__1.pdf).

I praksis innebærer strategien slik WWF ser det at staten bes bidra til å modne en ny industri før det er dokumentert at den er miljømessig forsvarlig, teknisk realiserbar – eller nødvendig.

Strategien påpeker også viktigheten av muligheten til å justere eller stanse aktivitet dersom ny kunnskap tilsier det. På det punktet anser WWF det som hensiktsmessig å vise til Miljødirektoratets høringssvar til den strategiske konsekvensutredningen i 2023, hvor det påpekes at det mangler systemer og ordninger for å ivareta miljøhensyn, og at videre miljøvurderinger kommer for sent til å kunne gi en reell mulighet til å stanse aktivitet.

KU for prosjekt for utvinning kommer først etter at områder er tildelt industrien, og etter at de har investert store ressurser i å utforske et område, og etter at funn er gjort. Det vil derfor være for sent til å sikre eventuelle områder som bør beskyttes for aktivitet. Vår erfaring tilsier at den reelle muligheten til å si nei til utvinning basert på en prosjektspesifikk KU, når utvinningstillatelse foreligger, er begrenset.



<https://www.regjeringen.no/contentassets/613111b7e02c464ca95b3e5bb364cc14/miljodirektoratet.pdf?u id=Milj%C3%B8direktoratet>

Verken begrensninger i dagens lovgivning, eller konkrete behov for endringer adresseres knyttet til punktet om viktigheten av å kunne justere eller stanse aktivitet. Dette er en stor mangel i strategien.

På grunn av tegn-grenser må innspillet sendes i to versjoner. Se innspill nummer to for fortsettelsen.

Kolbjørn Andreassen
(Offshore Norge)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 62)

Tydeliggjøre behovet for en første lisensrunde: En første lisensrunde er ikke bare en viktig mekanisme, men en helt avgjørende mekanisme.

Ingeborg Sævik Heltne (WWF
Verdens Naturfond)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 62)

Dette er del to av innspillet fra WWF Verdens naturfonds kommentarer til strategiens kapittel om havbunnsmineraler.

Strategien konkluderer langt på veg med at mineraler fra havbunnen kan bli viktige for europeiske verdikjeder, og at der er store mengder kritiske mineraler i dyphavet. Denne konklusjonen fattes samtidig som strategien anerkjenner at ressursgrunnlaget er svært mangelfullt, og at EU har i flere uttalelser vært tydelige på at de ikke ønsker gruvedrift på havbunnen. Dette ble også understreket i EUs nye arktiske strategi, lansert 20. oktober 2026 (1831e287-01a3-4e80-bde7-68b1daadeb01_en). Den europeiske investeringsbanken (EIB) har også gruvedrift på havbunnen som en av aktivitetene de ikke finansierer (EIB Group excluded activities). Hittil har 46 land sluttet seg til en koalisjon som ber om et moratorium eller en pause for gruvedrift på havbunnen, deriblant en rekke EU-land (Deep-Sea Mining Moratorium - Deep Sea Conservation Coalition). Over 70 selskaper, inklusive blant annet Volvo, BMW, Apple og Google har sluttet seg til en koalisjon med samme krav, hvor de også har forpliktet seg til å ikke benytte seg av mineraler fra havbunnen (Endorsers — Companies Supporting a Pause)

Kapittelet om havbunnsmineraler adresserer manglende legitimitet, men mangler en vurdering av den sikkerhetspolitiske dimensjonen. Viser til en rapport fra det tyske instituttet GIGA, som beskriver at gruvedrift på havbunnen kan føre til økt geopolitisk risiko (Deep Seabed Mining and Security: New GIGA Study Published).

Strategien beskriver en videre prosess i tre stadier for aktivitet på kort, mellomlang og lang sikt. Her oppgis ingen tidsrammer for de tre stadiene. WWF vil understreke at eventuelle tidsrammer må



defineres utifra hvor lang tid som reelt sett er nødvendig for å sikre et tilstrekkelig kunnskapsgrunnlag, ikke basert på ønsker fra en eventuell næring.

Videre er det viktig at strategien skiller tydelig mellom uavhengig forskning på dyphavsøkosystemene og mulige miljøvirkninger på en side, og offentlig ressurskartlegging, teknologiutvikling, demonstrasjon og andre FoU-aktiviteter rettet mot kommersiell utvinning. WWF støtter uavhengig miljøforskning, men er av det samme syn som EU - at kommersielt rettede aktiviteter for gruvedrift på havbunnen ikke kan prioriteres inntil man har tilstrekkelig kunnskap og er sikret at aktiviteten til havs kan skje uten skade på naturen, naturmangfold eller økosystemfunksjoner, og at Norge i stedet går inn for et moratorium mot gruvedrift på havbunnen.

Avslutningsvis ønsker WWF å påpeke at ekspertgruppen for havbunnsmineraler er svært ubalansert, og miljøkompetansen i gruppen er underrepresentert. Der er heller ingen medlemmer fra sivilsamfunnet. Dette reflekteres tydelig i strategiens anbefalinger, og er en betydelig svakhet.

Beate Seibt og Marianne Zeyringer (privat)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 62)

Nåværende tekst:

1. «En første lisensrunde vil være en viktig mekanisme for å mobilisere kapital, industriell kapasitet og forskningsinnsats, samtidig som den kan gjennomføres trinnvis og med tydelige kunnskapskrav.» (s. 62)
2. «... må forstås bedre, og da i tett samarbeid med teknologileverandørene» (s. 63)
3. «Det er derfor behov for tidlig dialog, uavhengig kunnskapsbygging, åpne data og et forvaltningsregime som kan justere eller stanse aktivitet dersom ny kunnskap tilsier det.» (s. 63)

Forslag til ny tekst:

1. «Kunnskap om dyphavsøkosystemene må bygges opp før det tas stilling til lisenstildeling. Denne forskningen bør finansieres offentlig og uavhengig av en lisensrunde.»
2. «... må forstås bedre gjennom uavhengig forskning.»
3. «Det er derfor behov for uavhengig kunnskapsbygging, åpne data og et beslutningspunkt før lisenstildeling. Kriteriene bør fastsettes på forhånd, og uavhengige miljøforskere og miljøforvaltningen bør vurdere om kunnskapsgrunnlaget er tilstrekkelig og risikoen akseptabel. Konkluderer de med at risikoen for alvorlig eller irreversibel skade er for høy, åpnes ikke området for utvinning.»

Andre tekststeder som bør endres med samme begrunnelse:

- Ressursgrunnlaget, kulepunkt 3 (s. 63): stryk «gjennom lisensarbeid».



- Tidsaksen (s. 64): «På mellomlang sikt bør FoUI i større grad støtte kvalifisering av sammenhengende verdikjeder ...» endres til «Først etter et positivt utfall av beslutningspunktet bør FoUI støtte kvalifisering av sammenhengende verdikjeder ...».

- Nytt kulepunkt under «Samfunn, legitimitet og rammebetingelser»: «Utvikle kunnskap om beslutninger under stor usikkerhet: hvem som avgjør, på hvilket grunnlag, og hvordan uenighet mellom miljøfaglige råd og næringsinteresser håndteres.»

Begrunnelse: Havforskningsinstituttet påpekte i høringen av konsekvensutredningen i 2023 «en alvorlig kunnskapsmangel om naturforhold og bunnstrømmer». Instituttet mente det var «ikke mulig å belyse påvirkning med tilstrekkelig grad av sikkerhet», og anslo 5–10 år for å bygge tilstrekkelig kunnskap for et første område. Strategien omtaler utsettelsen av lisensrunden som en risiko for industri og FoU-miljøer. Den drøfter ikke risikoen for skade på økosystemer med lang restitusjonstid, slik strategien selv beskriver dem. Et forvaltningsregime som justerer eller stanser aktivitet underveis forutsetter at skaden kan reverseres. Ved irreversibel skade kommer kunnskapen for sent. Førre-var-prinsippet i naturmangfoldloven § 9, som etter § 2 også gjelder på kontinentalsokkelen, sier at det ved risiko for alvorlig eller irreversibel skade skal tas sikte på å unngå skaden. Det krever at kunnskapen er på plass før beslutningen. Strategien sier heller ikke hva som skjer hvis uavhengige forskere vurderer risikoen som for høy mens næringen vil gå videre. Når miljøkunnskapen skal bygges «i tett samarbeid med teknologileverandørene», er den heller ikke uavhengig, slik neste setning krever. En tydelig beslutningsregel der et faglig nei får konsekvenser, styrker også legitimiteten, som strategien selv kaller «en like viktig gjennomføringsbetingelse som teknologi og økonomi».

Jon Hellevang (GCE Ocean Technology)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 63)

Vi er positive til at havbunnsmineraler er inkludert som et prioritert område i Energi2050-strategien. Rapporten viser flere steder til betydningen av og fordelene ved en første lisensrunde for å mobilisere kapital, industriell kapasitet og forskningsinnsats. Dette er gode formuleringer som vi støtter.

Formuleringen «Utvikle sikkerhets- og beredskapsløsninger for områder som eventuelt lyses ut for lisenstildeling.» bryter litt med ordlyden i andre formuleringer.

Forslått justert formulering: «Utvikle sikkerhets- og beredskapsløsninger for åpningsområder.»

For å styrke sentrale FoUI-behov i avsnitt 3.7.2 foreslår vi at Energi2050-strategien refererer til og støtter hovedanbefalingene i rapporten til Ekspertgruppen for havbunnsmineraler.

Spesielt viktig er anbefaling 1 til ekspertgruppen: «Sikre forutsigbar framdrift gjennom utlysning av en første lisensrunde, med tydelige krav til kunnskapsinnhenting, miljødata og datadeling.»



Kommentar: Internasjonal erfaring viser at lisensarbeidet har vært helt avgjørende for å styrke kunnskapsgrunnlaget og utvikle løsninger. En lisensrunde vil styrke kunnskap om geologi, og miljø, og være sentralt for å avklare hvorvidt utvinning kan bli økonomisk og miljømessig ansvarlig.

Videre er anbefaling 3 til ekspertgruppen viktig «Gjenoppta og styrke offentlig ressurskartlegging gjennom Sjøkeldirektoratet».

Kommentar: Midler til Sjøkeldirektoratet har vært helt sentralt for kunnskapsoppbyggingen om havbunnsmineraler. Denne budsjettposten ble fjernet i statsbudsjettet for 2026, noe som ser ut som blir videreført. Det er viktig at disse midlene kommer tilbake på statsbudsjettet, og vi anbefaler at Energi2050 peker på dette eksplisitt som et viktig virkemiddel for å styrke kunnskapsinnhenting.

Kolbjørn Andreassen
(Offshore Norge)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 63)

Viser til punktet "fortsette kartlegging av ressurser". Dette punktet bør styrkes ved å bruke ekspertgruppens anbefaling: "Gjenoppta og styrke offentlig ressurskartlegging gjennom Sjøkeldirektoratet." Offentlig kartlegging gir et felles kunnskapsgrunnlag for forskning, forvaltning og industri, og reduserer usikkerhet om ressursgrunnlaget før mer detaljerte undersøkelser gjennomføres.

Kolbjørn Andreassen
(Offshore Norge)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 63)

Tydeliggjøre sentrale forsknings- og innovasjonsbehov ved å løfte frem ekspertgruppens anbefaling: "Utvikle en målrettet og langsiktig FoUI-satsing gjennom Forskningsrådet, inkludert kompetanse-, innovasjons- og demonstrasjonsprosjekter og vurdering av et forskningssenter".

En langsiktig satsing bør dekke hele innovasjonsløpet, fra grunnleggende forskning og kompetansebygging til industriell forskning, pilotering og demonstrasjon, slik at forskningsresultater kan kvalifiseres og tas videre mot praktisk anvendelse. Virkemidler for industriell FoUI-samarbeid vil være viktige for å omsette forskning og kunnskap til teknologisk og industriell modning og utvikling.

Kolbjørn Andreassen
(Offshore Norge)

3.7 Havbunnsmineraler (s. 64)

Bytte ut ordet "evaluere" med "etablere" når det gjelder rammebetingelser, slik at det er mer i tråd med ekspertgruppens anbefaling: "Etablere stabile regulatoriske og økonomiske rammebetingelser, inkludert et forutsigbart skatteregime". Forutsigbare rammebetingelser er en forutsetning for at industriaktører skal kunne investere langsiktig i FoUI, kompetanse og teknologiutvikling, og for at forskningsmiljøer og leverandørindustri skal kunne bygge relevant kapasitet.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 65)	Samlet innspill: 1) Ny barriere i 3.8.2, i tillegg til standardisering og serieproduksjon: begrenset prediksjonsevne for last, respons og vake-effekter gir konservative design (mer materiale) og tap i parkproduksjon. 2) Ny FoUI-gruppe: «Digitale tvillinger, modellering og drift av havvindturbiner og -parker»: måledata i aero-hydro-elastiske modeller; raske hybridmodeller for vake- og parkeffekter; overføringslæring; usikkerhet og validering; tilstandsovervåking og levetid. 3) Tverrfaglig innretning: teknologi sammen med vær- og havforhold, miljø, regelverk og samfunnsaksept. 4) Felles standarder og dataformater for overvåking og modeller, også internasjonalt.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 65)	«Høye investeringskostnader og økte finansieringskostnader har vært en hovedårsak til at utbyggingen har stoppet opp internasjonalt de siste årene, forsterket av høy inflasjon i leverandørkjeden.» Dette gjelder også CCS, energisparetiltak, vannkraft, etc: Investeringskostnader styrer energikostnad, og derfor er investeringskostnad og diskonteringsraten som benyttes avgjørende for energikostnad. Omformuler avsnittet for å få dette tydelig fram.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 65)	«Satsing på havvind bidrar til å» Omformuler kulepunkt 2 slik: • « Sikre økonomisk vekst og arbeidsplasser gjennom videreutvikling av havvindindustrien som et ledd i et integrert energisystem. Nye verktøy for modellering, sanntidsovervåking, analyse, sanntidsstyring og beslutningsstøtte for både investeringer og drift må utvikles» Og legg til et ekstra kulepunkt: • «Utvikle eksporterbar teknologi og kompetanse som data-integrerte fysikkmodeller og raske parkmodeller som også sikrer høyere produksjon og mindre slitasje»
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 65)	«Nordsjølandene, Norge inkludert, har likevel en felles ambisjon om å bygge ut 300 GW havvind innen 2050 (Nordsjølandenes energiministre, 2026).» Legg til: «...og har som mål å tilrettelegge for 30GW innen 2040».



Innsender	Kapittel	Kommentar
Gard H Hansen (SINTEF Energi (senterdirektør FME NorthWind))	3.8 Havvind (s. 65)	Dette gjelder mer enn havvind: Flere av de identifiserte FoUI-behovene på s 68 vil enten bygge på eller produsere store mengder data (fra planlegging, utbygging, drift og miljøovervåking med mer). Samtidig representerer slike data betydelige verdier for aktørene som samler dem inn. Strategien bør derfor tydeliggjøre behovet for både hensiktsmessige krav til deling av relevante data og utvikling av gode modeller for rimelig og rettferdig datadeling, slik at læring, innovasjon og kostnadsreduksjon kan akselereres på tvers av prosjekter og aktører.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.8 Havvind (s. 66)	Norsk leverandørindustri til havvind har vokst med internasjonale markeder som drivkraft, mens bare en liten andel av omsetningen kommer fra hjemmemarkedet. Effekten av FoUI avhenger av at løsningene kan demonstreres og skaleres gjennom en jevn portefølje av prosjekter. I et industrielt utviklingsløp for norsk havvind bør uttesting i mindre skala/enkeltturbiner sees i sammenheng med utlysning av større prosjekter. Et forutsigbart norsk hjemmemarked er derfor ikke bare et energipolitisk virkemiddel, men en nødvendig forsknings-, innovasjons- og industrialiseringsarena som gjør det mulig å omsette kostnadsreduksjon og leverandørutvikling til eksport. Fremover gjelder dette særlig flytende havvind. Strategien bør tydeliggjøre koblingen mellom FoUI, demonstrasjon og hjemmemarked, og bygge på anbefalingen om å bruke store industriprosjekter som lærings- og demonstrasjonsarenaer.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 66)	«Flytende teknologi er nødvendig for utbygging av havvind på norske arealer, men kostnadsnivået er høyt» endre til «...men DAGENS kostnadsnivå er høyt.»
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	3.8 Havvind (s. 67)	Kommentar til kapittel 3.8 Havvind Aker Solutions støtter strategiens vektlegging av kostnadsreduksjoner gjennom standardisering, industrialisering og bedre integrasjon mellom ulike deler av verdikjeden. Vi mener samtidig at industrialisering bør forstås bredere enn serieproduksjon og nye produksjonsmetoder. Erfaring fra gjennomføring av store og komplekse offshoreprosjekter, inkludert prosjektstyring, logistikk, grensesnitt og systemintegrasjon, kan bidra vesentlig til å redusere kostnader



Innsender

Kapittel

Kommentar

og gjennomføringstid for havvind. Dette er områder hvor norsk leverandørindustri har betydelig kompetanse.

Norge har også særlige fortrinn for flytende havvind gjennom egnede havdyp og eksisterende industri- og verftsinfrastruktur, blant annet dype og skjermede fjorder som gir gode muligheter for sammenstilling, turbinintegrasjon og utslep. Ved storskala utbygging vil det samtidig være behov for å vurdere ytterligere produksjons- og havnekapasitet.

Vi foreslår følgende tillegg til FoUI-prioriteringene i kapittel 3.8.2:

- Utvikle industrialiserte modeller for gjennomføring av store havvindprosjekter, med vekt på effektiv prosjektgjennomføring, standardisering, logistikk og integrasjon på tvers av verdikjeden.
- Utvikle nye integrerte konsepter for flytende turbiner, fundamenter, forankring og elektrisk infrastruktur, inkludert dynamiske internkabler og undervanns koblingssystemer med mål om reduserte systemkostnader, økt energileveranse og lavere driftskostnader.
- Utvikle løsninger og industriell kapasitet for storskala fabrikasjon, sammenstilling og turbinintegrasjon, inkludert behovet for havneinfrastruktur som muliggjør gjennomføring av flere prosjekter parallelt.

Carl Pavia (CorPower Ocean) 3.8 Havvind (s. 67)

Fra: Integrert design og optimalisering av flyter, forankring og turbin

Til: Integrert design og optimalisering av flyter, forankring og turbin, samt hybride plattformer og felles forankringsløsninger med andre havenergiteknologier som bølgekraft.

Kapittel 5.12 (s. 108) lister selv opp materialer, konstruksjoner og forankringskonsepter som sentrale FoUI-behov for bølgekraft. Å nevne bølgekraft her unngår at det drives to parallelle forskningsløp på det samme problemet.

Friederike Hoffmann 3.8 Havvind (s. 67)
(Geofysisk Institutt og Bergen)

«Kostnadsnivået for flytende havvind er høyt. NVEs kostnadsanslag anslår levetidskostnaden til over 50 øre/kWh i 2024-kroner (NVE, 2025c).»

Her må også diskonteringsrenten nevnes, se side 65



Innsender	Kapittel	Kommentar
Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)		
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 67)	«Kostnadsnivået for flytende havvind er høyt. NVEs kostnadsanslag anslår levetidskostnaden til over 50 øre/kWh i 2024-kroner (NVE, 2025c).» Her må også diskonteringsrenten nevnes, se side 65
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 67)	«Det er likevel usikkert om kostnadene kan komme langt nok ned til at flytende havvind blir lønnsomt nok til å nå de ambisjonene Norge har satt for teknologien.» Denne påstanden er uklar og muligens ikke korrekt. Om en legger til grunn at produksjon av flyteren kan gjøres like effektivt / billig som turbintårn og forankring gjøres med fibertau, vil en vesentlig del av kostnadsdifferansen mellom bunnfaste og flytende turbiner forsvinne, se eksempel fra SINTEF. Vi minner også at landvind ble sett på som ulønnsomt for noen år tilbake.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 67)	«Det største potensialet for kostnadskutt ligger i grensesnittene mellom leddene i verdikjeden, der komponenter og aktører møtes, men det forblir uutnyttet så lenge hvert ledd optimaliseres hver for seg (Tomasgard et al., 2026).» Viktig poeng, men ikke det eneste. Andre elementer er standardisering (f.eks. at et fåtalls flytere blir standard, som for tårn), med tilpasset regelverk / standarder. Dessuten er noen teknologisprang mulig: Nye forankringssystemer basert på fibertau, systemer for løft og installasjon flyter til flyter, etc. Modifiser tekst tilsvarende for å få det fram.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 67)	«... hvordan parkene knyttes til nettet, hvordan de leverer systemtjenester, og hvordan de kobles mot fleksibelt forbruk, lagring og hydrogenproduksjon.» Legg til sambruk av areal, f.eks. fiskeoppdrett.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 67)	«For å møte disse barrierene bør Norge prioritere FoUI-aktiviteter innen:» Denne Listen bør betraktes som eksempler på sentrale aktiviteter. Nye innovasjoner kan innebære at også andre temaer bør tas opp. Vurder om ikke også turbin og rotor-teknologi bør inkluderes, ikke med tanke på produksjon, men for å kunne vurdere ulike teknologier og kunne sette krav til turbiner for flytere.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 67)	«Flytende konstruksjoner... Legg til følgende kulepunkter i listen: • aero-hydro-elastiske modeller av flytende turbiner (vind, bølger, flyter, forankring, turbin) med måledata fra pilotanlegg, for mindre konservative design og oppskalering; • raske, validerte last- og vakemodeller for parker, til optimalisering av oppsett og drift • Utvikle forbedrete regelverk for sertifisering som sikrer at riktig balanse mellom pålitelighet, sikkerhet og økonomi oppnås
Matthew Hall (SINTEF Ocean)	3.8 Havvind (s. 67)	Suggested addition in the second paragraph of Section 3.8.2: In large floating wind farms, the potential for cascading failures if one unit loses station warrants more study from the perspective of understanding and mitigating risks.
Brendan Austin (privat)	3.8 Havvind (s. 67)	Fra: Integrert design og optimalisering av flyter, forankring og turbin. Til: Integrert design og optimalisering av flyter, forankring og turbin, samt hybride plattformer og felles forankringsløsninger med andre havenergiteknologier som bølgekraft.
Carl Pavia (CorPower Ocean)	3.8 Havvind (s. 68)	Fra: Langtidskvalifisering av syntetiske fortøyningsmaterialer, herunder slitasje over tid og samspill med dynamiske kraftkabler. Til: Langtidskvalifisering av syntetiske fortøyningsmaterialer, herunder slitasje over tid og samspill med dynamiske kraftkabler, for havvind og andre flytende havengianlegg som bølgekraft.



Bølgekraftanlegg utsettes for enda mer kontinuerlig bevegelse enn flytende havvind, slik at testdata fra bølgekraftanlegg kan styrke kvalifiseringen for begge.

Carl Pavia (CorPower Ocean) 3.8 Havvind (s. 68)

Fra: Utvikle nytt regelverk for sertifisering tilpasset at turbinen flyter og beveger seg, i stedet for å anta at den står fast.

Til: Utvikle nytt regelverk for sertifisering tilpasset flytende og bevegelige havenergianlegg, som flytende havvind og bølgekraft, i stedet for å anta at konstruksjonen står fast.

Kapittel 5.12 (s. 108) slår fast at regelverket for utbygging til havs ikke treffer godt for bølgekraft. Å utvide dette kulepunktet adresserer dette gapet innenfor et eksisterende satsingsområde.

Carl Pavia (CorPower Ocean) 3.8 Havvind (s. 68)

Fra: Dynamiske eksportkabler, undervanns koblingsanlegg og transformatorstasjoner kvalifisert for kontinuerlig bevegelse.

Til: Dynamiske eksportkabler, undervanns koblingsanlegg og transformatorstasjoner kvalifisert for kontinuerlig bevegelse, og som kan deles mellom havvind og andre havenergianlegg som bølgekraft.

Felles elektrisk infrastruktur er et av de viktigste kostnadsargumentene for samlokalisering.

Carl Pavia (CorPower Ocean) 3.8 Havvind (s. 68)

Fra: Metoder for å vurdere den samlede påvirkningen når flere anlegg og flere næringer bruker samme havområde.

Til: Metoder for å vurdere den samlede påvirkningen når flere anlegg og flere næringer bruker samme havområde, herunder samlokalisering av havvind og bølgekraft.

Samlokalisering kan øke energiproduksjonen per areal tildelt havbunn [bekreft med studie], noe som støtter utkastets indikator for arealeffektivitet (kap. 6.4.3, s. 128).



Innsender	Kapittel	Kommentar
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.8 Havvind (s. 68)	FoUI-innsatsen bør omfatte følgeforskning på havvindanlegg som bygges i norske farvann, slik at vi utvider kunnskapsgrunnlaget for påvirkning fra havvindanlegg i norske farvann på havbunn, marint liv, og fugl. Dette bør sees i sammenheng med kumulative virkninger på havområdenivå, altså ikke bare konsekvensene av det enkelte prosjekt, men flere havvindområder, nettanlegg og annen aktivitet i samme havområde. Det bør utvikles felles metoder, datastandarder og åpne kunnskapsgrunnlag som kan brukes fra arealidentifisering til drift og avvikling. Samarbeid med Nordsjølandene er særlig viktig for trekkende arter og andre naturvirkninger som ikke følger landegrensene. Det gjelder også felles tekniske standarder, grensesnitt og dokumentasjonskrav, som legger til rette for interoperabilitet, serieproduksjon, kostnadsreduksjon og koordinert nettutvikling, men ikke minst lavere samlet natur- og miljøavtrykk.
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 68)	«Marine operasjoner, drift,...» Modifiser 3. kulepunkt slik: • Sensorbasert tilstandsovervåking, digitale tvillinger og probabilistiske pålitelighetsmetoder som grunnlag for prediktivt vedlikehold og for å forlenge teknisk levetid ut over designlevetiden, inkludert standarder og godkjenningssløp (flytere, forankring, dynamiske kabler).» Legg til nytt kulepunkt: • prediksjon av vær- og operasjonsvinduer for marine operasjoner
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	3.8 Havvind (s. 68)	«Havbunn, vindressurser og marint miljø» Modifiser 3. kulepunkt slik: • Utstyr og modeller for å måle vind- og turbulensforhold, inkludert vakeeffekter mellom turbiner og parker. Legg til et kulepunkt: • Raske, validerte vake- og parkmodeller (fysikkbasert nærfelt, maskinlæring for fjernfelt) for parkoppsett og sanntidsnær drift, robuste mot støy og ikke-nøytral atmosfære.
David Roger Lande-Sudall (Høgskulen på Vestlandet)	3.8 Havvind (s. 68)	Etter punktet om å koble havvindanlegg til eksisterende infrastruktur, fleksibelt forbruk, lagring og hydrogenproduksjon bør det legges til:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		«Samspill og felles teknologiutvikling med bølgekraft bør vurderes for bedre areal- og infrastrukturutnyttelse.» Begrunnelse: Leverandørindustrien har behov for løsninger som reduserer kostnader innen konstruksjoner, forankring, marine operasjoner og elektrisk infrastruktur. Felles teknologiutvikling for havvind og bølgekraft kan gi større anvendelsesområder for løsningene og åpne flere markeder for norske leverandører. Relevante utlysninger bør derfor åpne for felles problemstillinger der dette gir dokumenterbar nytte for havvindnæringen, også når teknologiene ikke kombineres i samme anlegg.
Velaug Myrseth Oltedal (Høgskulen på Vestlandet)	3.8 Havvind (s. 68)	Etter punktet om å koble havvindanlegg til eksisterende infrastruktur på sokkelen, fleksibelt forbruk, lagring og hydrogenproduksjon foreslår vi: «Dette bør omfatte tekno-økonomiske analyser av hydrogenproduksjon til havs, inkludert nettilknytning, lagring og transport.» Begrunnelse: Utbyggere og leverandører trenger kunnskap om når hydrogenproduksjon til havs kan være teknisk og økonomisk hensiktsmessig. Analyser som ser produksjon, krafttilgang, lagring og transport i sammenheng, kan avklare kostnadsdrivere og gi et bedre grunnlag for valg av løsninger og videre investeringer.
Svein-Håkon Lorentsen (NINA)	3.8 Havvind (s. 68)	Første kulepunkt under Havbunn, vindressurser og marint miljø endres til: Autonome systemer for dybde- og miljøkartlegging av havbunnen, vannsøylen og over vannoverflaten, og metoder for å tolke data fra dem. Andre kulepunkt under Havbunn, vindressurser og marint miljø endres til: Kartlegging av miljø- og grunnforhold på havbunnen som grunnlag for plassering, fundamentering og kabeltraséer. Siste kulepunkt under Havbunn, vindressurser og marint miljø endres til: Helhetlig miljøovervåking gjennom hele installasjonens levetid, fra bygging til drift og avvikling, herunder effekten av undervannsstøy på marint liv, fugletrekk og flaggermus. Utvikling og uttesting av naturinkluderende design og drift.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Gard H. Hansen (SINTEF Energi (senterdirektør FME NorthWind))	3.8 Havvind (s. 68)	Overordnet kommentar Prostateksten som innleder havvindkapitlet er god og viser at utvikling av havvind ikke bare handler om teknologi, men om samspillet mellom natur, teknologi, industri og samfunn. Dette perspektivet er også godt beskrevet i kapitlet Natur, miljø og samfunn. Det kan likevel være verdt å tydeliggjøre behovet for forskning som bidrar til å forstå disse sammenhengene, slik at helhetsperspektivet også kommer tydelig frem i de konkrete FoUI-behovene. Nedenfor følger kommentarer til de foreslåtte FoUI-behovene, både i form av inkrementelle justeringer og forslag/kommentarer for å styrke system- og helhetsperspektivet. Flytende konstruksjoner, forankring og grensesnittet mot turbinen Nytt kulepunkt: Array-level co-design av havvindparker, inkludert parkoppsett, forankringssystemer, kabler samt tilhørende installasjons-, drifts- og vedlikeholdsstrategier for stedstilpasset optimalisering. Nytt kulepunkt: Risiko for kaskadefeil i store flytende havvindparker dersom en enhet mister posisjon, og konsekvenser for parkdesign og drift. Kommentar: design bør ikke bare omfatte teknisk optimalisering, men også samspill med installasjon, drift, verdikjeder, kostnader, sikkerhet og miljøpåvirkning. Dette peker mot behovet for integrerte designmetoder på tvers av disipliner. Marine operasjoner, drift, vedlikehold og levetid Endre kulepunkt 3 til: Prediktivt vedlikehold, driftsstrategier og digitale tvillinger som grunnlag for å forlenge teknisk levetid ut over designlevetiden. Nytt kulepunkt: Utforming av drifts- og vedlikeholdsstrategier for norske forhold som kan skaleres kostnadseffektivt til store havvindutbygginger. Kommentar: Driftsstrategier påvirkes ikke bare av teknologiutvikling, men også av regulering, arbeidskraft, sikkerhetskrav, logistikk, markedsforhold og kontraktsformer. Et systemperspektiv kan tydeliggjøres. Elektrisk infrastruktur til havs og systemintegrasjon Endre kulepunkt 1 til: Undervanns og flytende koblingsanlegg for offshore kraftsystemer. Nytt kulepunkt: Flytende omformerstasjoner og dynamiske HVDC-kabler for fremtidige maskede offshore kraftnett. Endre kulepunkt 4 til: Konsepter og driftsstrategier for å koble havvindanlegg til eksisterende infrastruktur på sokkelen og mot fleksibelt forbruk, lagring og hydrogenproduksjon. Presisere i tilhørende tekst at konseptene ikke bare omfatter hardware, men også software for levering av systemtjenester.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Kommentar: Her omtales teknologien godt, men samspillet mellom tekniske løsninger, markedsdesign, regulering og energisystemutvikling kunne vært tydeligere. Spesielt gjelder dette fleksibilitet, hydrogen, lagring og systemtjenester. Havbunn, vindressurser og marint miljø Her er helhetsperspektivet godt ivaretatt gjennom koblingen mellom teknologi, miljøforståelse og overvåking. Det kan vurderes om tilsvarende systemperspektiver bør reflekteres tydeligere også i enkelte av de øvrige FoUI-behovene. Robuste verdikjeder, sikkerhet og arbeidsmiljø Nytt kulepunkt: Helhetlige tilnærminger for å redusere risiko og sårbarheter i flytende havvindparker gjennom design, overvåkning og hendelseshåndtering. Nytt kulepunkt: Utvikling av havneinfrastruktur og store havneanlegg som muliggjør industrialisering og storskala utbygging av havvind. Endre kulepunkt 4 til: Overvåke tilstand, oppdage skade og avdekke uønsket aktivitet i undersjøisk infrastruktur. Dette er kanskje området hvor koblingen mellom teknologi, industri, økonomi og samfunn kunne vært sterkest. Verdikjeder handler ikke bare om produksjonskapasitet og logistikk, men også om kompetanse, organisering, internasjonal konkurransekraft, autonomi og leveransesikkerhet, rettferdig omstilling, forretningsmodeller og rammebetingelser. Når strategien omtaler sårbarheter og overvåkning, kan det være nyttig å også fremheve organisatorisk robusthet, beredskap, styring og samspillet mellom tekniske og menneskelige faktorer.
Matthew Hall (SINTEF Ocean)	3.8 Havvind (s. 68)	Suggested FoUI addition under Robuste verdikjeder, sikkerhet og arbeidsmiljø: Comprehensive approaches to mitigating physical floating wind farm risks and vulnerabilities by combining design, monitoring, and incident-response strategies.
Matthew Hall (SINTEF Ocean)	3.8 Havvind (s. 68)	Suggested FoUI addition under Marine operasjoner, drift, vedlikehold og levetid: Design of operation and maintenance strategies for Norwegian conditions that can scale economically for large offshore wind deployments.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Matthew Hall (SINTEF Ocean)	3.8 Havvind (s. 68)	Suggested FoUI addition, which is cross-cutting over multiple categories: Holistic park-level design scenarios—including layout of turbines, moorings and cables, installation and O&M strategies, technoeconomic tradeoffs, and environmental and coexistence implications—in site-specific conditions.
Maxime Thys (SINTEF Ocean)	3.8 Havvind (s. 68)	Under the sections on floating structures and mooring and marine operations, operation and maintenance, and lifetime, we believe it is important to highlight the role of national research infrastructure and the need to further develop this infrastructure to address the specific requirements of offshore wind. At the same time, access to these facilities should be facilitated for industry, particularly for small and medium-sized enterprises, for which the cost of testing and qualification can represent a significant barrier. Our proposed addition: Opprettholde og videreutvikle nasjonal forskningsinfrastruktur, laboratorier og testfasiliteter for havvind, og videreutvikle infrastrukturen i tråd med næringens behov. Måltrettede virkemidler bør redusere den økonomiske terskelen for testing, kvalifisering og demonstrasjon, særlig for små og mellomstore bedrifter.
Carl Pavia (privat)	3.8 Havvind (s. 68)	Fra: Utstyr og modeller for å måle vind- og turbulensforhold, inkludert vakeeffekter mellom parker. Til: Utstyr og modeller for å måle vind-, turbulens- og bølgeforhold, inkludert vakeeffekter mellom parker, med et felles metocean-datagrunnlag som også kan brukes til kartlegging av bølgeressursen. Bølgeforhold er en designparameter for flytende havvind (bevegelser, forankringslaster). Å samle inn bølgedata i de samme målekampanjene vil gi data om bølgeressursen til lav merkostnad, og støtter anbefalingen om datadeling i kap. 4.4 (s. 88). Lavere prioritet: behold bare dersom ingeniørene bekrefter den tekniske premissen.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 69)	Kommentar til kapittel 3.9.2 – Klimavennlig maritim transport Aker Solutions mener kapitlet gir en god beskrivelse av de sentrale forsknings- og innovasjonsbehovene. Vi vil likevel foreslå at betydningen av integrerte energisystemer for større og komplekse fartøy fremheves tydeligere.



Utslippsreduksjoner krever ikke bare utvikling av nye energibærere og fremdriftsteknologier, men også optimalisering av det samlede energisystemet om bord, inkludert kraftproduksjon, elektrisk distribusjon, energilagring, prosess- og hjelpesystemer, varmegjenvinning og digital energistyring.

Norsk leverandørindustri har betydelig kompetanse fra utvikling og integrasjon av komplekse offshoreinstallasjoner som kan overføres til maritime lavutslippsløsninger. Dette gir muligheter for utvikling av standardiserte, modulære og kostnadseffektive systemløsninger.

Vi foreslår følgende tillegg under «Energibruk, framdrift og systemintegrasjon», s. 72:

- Utvikle og demonstrere integrerte, fleksible og modulære energisystemer for større maritime fartøy, med vekt på optimalisering av kraftproduksjon, energilagring, energidistribusjon og energibruk. FoUI-innsatsen bør bygge på relevant systemintegrasjonskompetanse fra offshoreindustrien og inkludere demonstrasjon av komplette løsninger under realistiske driftsforhold.

Marte Jensen (Maritime CleanTech)

3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 69)

- Konkretiser behovet for systemdemonstrasjonar som testar fartøy, energiforsyning, infrastruktur, regelverk, marknadsutvikling og forretnings- og kontraktsmodellar samla.

- Synleggjer behovet for å utvikle fartøy, lading og bunkring, hamneinfrastruktur og kraftnett i samanheng. Det krev samordna planlegging og investeringar.

- Tydeleggjer at FoUI også er nødvendig på høgare TRL-nivå, særleg i overgangen frå demonstrasjon til første kommersielle drift og skalering.

- Konkretiser behovet for standardar og sertifisering som sikrar trygg bruk av drivstoff og infrastruktur på tvers av fartøy og hamner.

Innspel til realisering av strategien – kapittel 4

- Konkretiser samspelet mellom nasjonale FoUI-ordningar og europeiske program frå demonstrasjon til marknad.

- Sikre langsiktige og stabile nasjonale FoUI- og demonstrasjonsordningar for dei prioriterte områda.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		- Bruk etablerte samarbeidsverktøy som klyngeorganisasjonar og samarbeidsmiljø til å redusere tekniske barrierar og kostnader gjennom forskning, innovasjon, pilotering og skalering. - Bruk erfaringar frå pilotering og drift i vidareutvikling av verkemiddel, standardar og regelverk.
Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 69)	Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (6 av 8): Kap. 3.9 Klimavennlig maritim transport Kjernekraft som fremdrift på større skip er en industrimulighet for norsk maritim næring, og DSA skriver at kjernekraft til skip «kan komme raskere enn etablering av landbasert kjernekraft». Mye av kunnskapsgrunnlaget, som reaktorsikkerhet, regelverk og kompetanse, er felles for land- og sjøbasert kjernekraft. Kjernekraft som fremdrift for større skip bør også inngå som et FoUI-behov under Klimavennlig maritim transport. Utkastet lister selv FoUI-behov for kjernefysisk fremdrift i kap. 5.6, blant annet reaktorkonsepter for bevegelser, laster og plassbegrensninger om bord, og metodegrunnlag for klassifisering og godkjenning. Norge har et ledende fagmiljø gjennom senteret for forskningsdrevet innovasjon SAINT ved NTNU Ålesund, og Norges Rederiforbund mener at «maritim anvendelse av kjernekraft må inngå» i kompetanseprosjektet. Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 71)	Vi støttar satsinga på klimavennleg maritim transport, men meiner forskings- og innovasjonsinnsatsen må vera teknologinøytral og omfatta biogass, flytande biogass og andre fornybare drivstoff på lik linje med alternative energiberarar. Biogass og biodrivstoff kan bidra til utsleppskutt i maritim transport, tungtransport, landbruk, anleggsmaskiner og kritisk logistikk. Det er behov for FoUI knytt til produksjon, oppgradering, distribusjon, infrastruktur, bunkringsløyser, sluttbruk og marknadsutvikling. At ei løysing er moden og kommersielt tilgjengeleg, må ikkje føra til at ho fell utanfor styrkt forskings- og innovasjonsinnsats når det framleis er behov for kunnskap om skalering, infrastruktur og systemintegrasjon.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Samanlikningar mellom energiberarar og teknologiar bør byggja på dokumentert klimaeffekt og eit livsløpsperspektiv, der utslepp frå produksjon, distribusjon og bruk inngår. Vi ber om at biogass, flytande biogass og andre fornybare drivstoff blir tydeleg inkluderte i forskings- og innovasjonsbehova for klimavennleg maritim transport.
Gunhild A. Reigstad (FME HYDROGENi)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 71)	Under tittelen «Omstillingen i det norske hjemmemarkedet» er det relevant å trekke fram prosjekter som har nådd investeringsbeslutning som en følge av ENOVA sitt støtteprogram for fartøy og bunkringsanlegg. I henhold til Energi & Klima (25/6-26) omfatter dette ett ferdig bygd fartøy, 16 fartøy under utbygging eller vedtatt bygd og seks produksjons- og bunkringsanlegg for hydrogen og ammoniakk med investeringsbeslutning.
Gunhild A. Reigstad (FME HYDROGENi)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 72)	Sentrale F&UI utfordringer for maritim bruk av hydrogen og – bærere er inkludert i beskrivelsen av Klimavennlig maritim transport. For punktet «Utvikling av drivstoff-fleksible konsepter og tilhørende sikkerhetsbarrierer for ammoniakk, hydrogen og metanol.» kan det være relevant å presisere at det også inkluderer «Motorer, turbiner og brenselceller som kan operere på hydrogen eller ammoniakk.» som nå er oppført under «Hydrogen»-området. I tillegg kan det være nyttig å presisere at dette punktet omfatter både design og drift av systemene. Forslag til revidert punkt er: «Design og driftsanalyse av drivstoff-fleksible konsepter, inkludert motor/turbin/brenselcelle, og tilhørende sikkerhetsbarrierer for ammoniakk, hydrogen og metanol.»
Velaug Myrseth Oltedal (Høgskulen på Vestlandet)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 72)	Til punktet om bunkring, distribusjon og mellomlagring av ammoniakk, hydrogen og metanol foreslår vi: «Produksjon, infrastruktur og sluttbruk bør utvikles samordnet, med særlig oppmerksomhet på små og mellomstore hydrogenprosjekter.» Begrunnelse: Produsenter trenger avtakere, mens sluttbrukere trenger sikker tilgang på hydrogen til konkurransedyktige kostnader. Samordnet utvikling kan redusere usikkerhet rundt volum, leveranser og



Innsender	Kapittel	Kommentar
		infrastruktur og gi et bedre grunnlag for investeringsbeslutninger. Dette er særlig viktig for mindre prosjekter med begrenset kapasitet til å håndtere risiko på tvers av verdikjeden.
John Olav Skogås (Kongsberg Maritime AS)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 72)	I tillegg til fartøy og energibærere bør kapitlet tydelig inkludere energisystemene om bord, herunder lagring, drivstoffsystemer, energistyring og sikkerhetsfunksjoner. For nye drivstoff som hydrogen og ammoniakk vil sikkerhet, lekkasjedeteksjon, overvåking og risikohåndtering være sentrale FoU-områder. Disse temaene bør fremgå tydeligere. Strategien bør fremheve behovet for måling og verifikasjon av utslipp og andre miljøeffekter fra nye drivstoff gjennom hele verdikjeden. Måling av mengde og kvalitet ved bunkring og energioverføring bør inkluderes som et FoU-behov for fremtidige maritime energibærere.
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 72)	Forskningsbehovet "Utvikling av batterisystemer for krevende maritime operasjoner, med vekt på levetid, sikkerhet" dekker ferger og arbeidsfartøy, men ikke autonome og ubemannede fartøy, der vekt og rekkevidde er dimensjonerende. Utkastet trekker selv fram norsk styrke i "autonome fartøy og batteriteknologi" (s. 17). Vi foreslår tilføysen: "... samt batterier med høy spesifikk energi for autonome og ubemannede overflate- og undervannsfartøy."
Trond Johnsen (SINTEF Ocean AS)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 72)	"Utvikling av drivstoff-fleksible konsepter.." er noe vagt. Foreslår endring til "Utvikling av drivstoff-fleksible fremdriftssystemer".
Trond Johnsen (SINTEF Ocean AS)	3.9 Klimavennlig maritim transport (s. 72)	På flere punkter begrenser man seg til hydrogen, ammoniakk og metanol. Dette er en unødvendig og uheldig begrensning da andre energibærere allerede undersøkes som drivstoff for skip (som også har utfordringer med tilgjengelighet, sikkerhet, bunkring, etc.), og vi må forvente at nye energibærere kommer opp ila de nærmeste årene. Foreslår at det legges til en formulering som "og andre relevante grønne drivstoff".



Innsender	Kapittel	Kommentar
Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)	3.10 Petroleum (s. 72)	Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (7 av 8): Kap. 3.10 Petroleum, leverandørindustri og sokkelen Utkastet frykter at fallende petroleumsaktivitet svekker fagmiljøer og leverandører før nye næringer er modne. Kjernekraft er en av få nye næringer som kan ta i bruk denne industrien, kompetansen og arbeidskraften i stor skala. Kjernekraftutvalget skriver at norsk leverandørindustri kan gå inn i kjernekraftens leverandørkjeder «uavhengig av om kjernekraft blir en del av energimiksen i Norge» (NOU 2026: 4, kap. 5). Aker Solutions har inngått en intensjonsavtale med Rolls-Royce SMR om å produsere ikke-nukleære moduler, og skriver i sitt høringsinnspill at Norge bør se kjernekraft «ikke bare som et energipolitisk spørsmål, men også som en strategisk mulighet for industriutvikling, eksport og fremtidig konkurransekraft». Selskapet ber om kvalifisering av norsk industri mot internasjonale standarder, et langsiktig kompetanseprogram og deltakelse i europeiske SMR-programmer. Utkastet begrunner havvindsatsingen blant annet med at den gir grunnlag for en eksportrettet leverandørindustri. Den samme logikken gjelder kjernekraft, og et norsk hjemmemarked gjør det lettere å kvalifisere seg for eksport. Kjernekraft kan også gi utslippsfri kraft der det er vanskelig å elektrifisere fra nettet, blant annet til installasjoner på sokkelen og til havbunnsmineraler. Utkastet viser at elektrifisering av sokkelen allerede er utsatt eller skrinlagt på grunn av kraftmangel (kap. 2.2.4). Vi foreslår at Energi2050 støtter omskolering og sertifisering av fagfolk fra olje, gass og prosessindustri, og kvalifisering av norske leverandører mot nukleære standarder, for norske prosjekter og for eksport. Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn
Anders Nermoen (privat)	3.10 Petroleum (s. 72)	Petroleum, klima og leting i Arktis Strategien erkjenner at petroleumsaktivitet «medfører utslipp både fra produksjon og bruk» (s. 3). Det er bra, men det er et paradoks at utslippene ved forbrenning av eksportert olje og gass ikke får konsekvenser for forskningsprioriteringene. Derimot er det et uttalt mål å dempe produksjonsfallet (s. 22, 73). Siden forbrenningen står for det aller meste av utslippene, så sett fra atmosfæren gir lavere utslipp fra produksjonen bare en liten gevinst. FoUI-innsatsen for petroleum bør derfor vurderes opp mot Parisavtalen og klimarisiko, ikke bare opp mot utslipp per fat. Dagens lete- og produksjonspolitikken sender



dessuten signaler til investeringene på forbrukersiden i dag, som i morgen binder næringslivet til en permanent etterspørsel – som i neste omgang brukes for å begrunne ny produksjon og videre leting da.

Strategien peker på uoppdagede ressurser «delvis i områder som ikke er åpnet for petroleumsvirksomhet» (s. 22) og på tilgang til «attraktivt og formålstjenlig leteareal» som virkemiddel (s. 75). Det finnes ikke noe politisk vedtak om å åpne disse områdene, og EU har tatt til orde for at arktisk olje og gass skal bli liggende. Strategien nevner selv de særlige risikoene for sårbar natur, beredskap og urfolksinteresser (s. 75), men trekker ingen konsekvens av de samme risikoene.

Strategiens egen referansebane, Søkeldirektoratets basisbane (s. 21–22), forutsetter allerede relativt høy leteaktivitet, men bare i områder som er åpnet for petroleumsvirksomhet. Leting i områder som ikke er åpnet, inngår altså ikke i noen av produksjonsbanene strategien viser til.

En nasjonal FoUI-strategi bør derfor ikke foregripe demokratiske beslutninger om arealbruk. Når et styre med tung petroleumrepresentasjon peker mot leting i uåpnede områder, svekker det også tilliten til prosessen.

Den internasjonale domstolen i Haag (ICJ) avga 23. juli 2025 en rådgivende uttalelse om statenes forpliktelser knyttet til klimaendringer (FNs generalforsamling ba om uttalelsen ved konsensus i 2023). Den sier at dersom en stat ikke beskytter klimasystemet, kan det være en folkerettsstridig handling. Særlig er fossil produksjon, tildeling av letetillatelser og fossile subsidier eksplisitt nevnt, og utviklede stater har et særlig ansvar. Samtidig skal nedstrømsutslipp (ved forbrenning) inngå i krav om konsekvensutredninger av nye prosjekt (se EFTA-domstolen, E-18/24). Det er en avsporing å diskutere pågående prosjekt, ergo, holder det ikke å vise til lave utslipp fra selve produksjonen. Begrepet om substitusjon, dvs. at økt leveranse av norsk gass reduserer europeisk kullbruk, er noe riktig i dag, men trolig ikke på lang sikt fordi det kan utsette avkarboniseringen av varmetjenester.

En forsknings- og utviklingsstrategi bør være mer bevisst på et rettslandskap i rask endring, der tillatelser til olje- og gassutvinning i Arktis og andre nye områder kan bli regnet som folkerettsstridige. (Noen andre kilder: ICJ, EMD, EFTA, norsk Høyesterett, Havrettsdomstolen ITLOS (2024), FNs barnekomité, generell kommentar nr. 26 (2023), klimatoppmøtet COP28).

Forslag:

- Ta ut ambisjonene om leting i Arktis og i områder som ikke er åpnet.
- Rett FoUI-innsatsen for petroleum (3.10) mot utslippskutt, sikker senfase, nedstenging og kompetanse med bred overføringsverdi (undergrunn, boring, brønnintegritet, geomekanikk). Prioriter dette foran innsats som først og fremst forlenger fossil produksjon.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.10 Petroleum (s. 73)	I andre avsnitt under 'Petroleumssektorens rolle som bærebjelke i norsk økonomi...' tilføyes gasskraft med CCS, rett etter 'CO₂-lagring,' Foreslår også å tilføye : Det å videreforedle Norsk gass kan gi store muligheter for å etablere ny industri i Norge, som krever mye elektrisk kraft, samt å optimalisere det norske kraftsystemet inkludert vannkraft også samfunnsøkonomisk.
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 73)	Strategien begrunner prioriteringen av havvind blant annet med muligheten for å videreutvikle en eksportrettet leverandørindustri, som omsatte globalt for 60 milliarder kroner i 2024 (kap. 3.8), hovedsakelig innen bunnfast havvind utenfor Norge. Omsetningen i leverandørindustrien knyttet til petroleum var til sammenligning 497 milliarder kroner i 2024. Likevel omtales petroleumsleverandørene i hovedsak som en plattform for overgang til nye næringer, ikke som en eksportnæring i seg selv. Leverandørindustriens eksportpotensial avhenger av det globale markedet, ikke bare av aktivitetsnivået på norsk sokkel. Jeg anbefaler at strategien vurderer petroleumsrettet leverandørindustri etter de samme kriteriene som leverandørindustrien til havvind, og at FoUI som styrker norske leverandørers internasjonale konkurransekraft innen olje og gass inngår i satsingsområdet petroleum.
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 74)	Strategien sier med rette at norsk petroleumsvirksomhet er ressursbegrenset, ikke markedsbegrenset (kap. 3.10.1). Om lag halvparten av de gjenværende ressursene på norsk sokkel er ennå ikke påvist (kap. 2.2.5), og de gjenværende ressursene er mer krevende å realisere enn tidligere. Nesten 90 prosent av oppstrømsinvesteringene brukes nå til å kompensere for fallende produksjon. Strategien viser et importbehov for olje og gass i EU og Storbritannia som forutsetter at klimamålene nås (figur 19). Selv i dette scenarioet overstiger det europeiske importbehovet i 2050 norsk produksjon i basisbanen betydelig. Jeg anbefaler at strategien drøfter flere etterspørselsscenarier, og at FoUI-innsatsen innen petroleum dimensjoneres slik at Norge beholder handlingsrommet dersom etterspørselen holder seg høyere enn forutsatt, og slik at den gjenspeiler den økte kompleksiteten i nåværende og nye utbygginger på norsk sokkel.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 76)	Sokkeldirektoratets Ressursrapport 2026 viser at boring av nye utvinningsbrønner er det viktigste enkelttiltaket for å opprettholde produksjonen i eksisterende felt og øke utvinningen, og at over 60 prosent av oljeproduksjonen i 2025 kom fra brønner boret etter 2020. Rapporten viser også at strenge lønnsomhetskrav kan føre til at brønnmål med betydelig verdipotensial ikke realiseres, og at det høye mulighetsbildet forutsetter ny boreteknologi, blant annet for tette reservoarer. Forskjellen i netto nåverdi mellom mulighetsbildene Høy og Lav anslås til om lag 3 200 milliarder kroner. Strategien omtaler bore- og brønnteknologi, men synliggjør ikke denne betydningen. Jeg anbefaler at boring og brønn løftes fram som et sentralt FoUI-område for å bremse produksjonsfallet, med vekt på å redusere kostnadene per brønn slik at flere brønnmål blir lønnsomme.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	3.10 Petroleum (s. 78)	I første avsnitt tilføyes etter setningen 'Mulige alternativer, som kraft fra havvind eller nye gasskraftverk med CCS, er vurdert av DNV for OG21, men er krevende med hensyn til teknologimodenhet, kostnader og tidshorisont.' Det tilføyes i denne setningen 'offshore' etter CCS. Videre tilføyes følgende paragraf. Senere analyser utført av leverandørindustrien viser imidlertid at flytende gasskraftverk med CCS plassert ved land, kan være konkurransedyktig med annen kraftproduksjon på pris og bærekraft. Det er erfaring fra den maritime og petroleum næringsklyngen som gjør dette mulig. Hovedkomponentene i gasskraft med CCS er kommersielt tilgjengelige: gass og dampturbiner, aminbasert CO₂-fangst og CO₂-transport og -lagring. Flytende gasskraftverk med CCS nær land kan bygges med kjent gjennomføringsmodell fra FPSO-prosjekter. Slike anlegg kan levere ren kraft til ny kraftkrevende industri, og avlaste et anstrengt kraftnett. FoUI-innsatsen bør derfor rettes mot effektiv integrasjon, kompakte løsninger, nye og mer effektive fangstmetoder, kostnadsreduksjon og demonstrasjon av slike løsninger.'
Peder Eliasson (SINTEF)	3.10 Petroleum (s. 79)	Undergrunnsforståelse: datatilgang, avbildningsmetoder og boring/P&A Kulepunktene under «Undergrunn» er gode, men kan være mer spesifikke på noen punkter: forskningsmiljøene mangler tilgang til moderne pre-stack-seismikk, slik at kompetanse innen FWI og KI-basert analyse flyttes til internasjonale leverandører; «styrke seismisk avbildning» sier ikke hva som skal utvikles (spesielt for komplekse strukturer); og poretrykksprediksjon mot boring og P&A er ikke nevnt. Vi foreslår at avbildningspunktet utvides og at to kulepunkt legges til:



- Styrke seismisk avbildning, modellering og beslutningsstøtte for leting, feltutvikling og områdeutvikling, herunder multiparameter-FWI, kobling til bergartsfysikk, joint inversion for komplekse områder og kvantifisering av usikkerhet.
- Sikre forskningsmiljøene tilgang til moderne seismiske datasett, inkludert pre-stack-data, gjennom DISKOS og krav til datadeling i offentlig støttede prosjekter.
- Utvikle sikrere prediksjon av poretrykk og bergartsegenskaper fra kombinerte geologiske, geofysiske og brønndata, inkludert foran borekronen, for boring og barriereplassering i P&A.

Lars Sørum (SINTEF Industri, 3.10 Petroleum (s. 79)
Avdeling Anvendt
Geovitenskap (tidligere
SINTEF Petroleum AS))

Undergrunnsforståelse: datatilgang, avbildningsmetoder og boring/P&A

Kapittel: 3.10.2 Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov («Undergrunn» og «Boring, brønn, komplettering, intervensjon og plugging») og 4.4

Sidetall: 79 og 88

Kommentar: Kulepunktene under «Undergrunn» kan bli mer spesifikke på noen punkter: forskningsmiljøene mangler tilgang til moderne pre-stack-seismikk, slik at kompetanse innen FWI og KI-basert analyse flyttes til internasjonale leverandører; «styrke seismisk avbildning» sier ikke hva som skal utvikles for komplekse strukturer; og boring/P&A nevner ikke poretrykksprediksjon. Vi foreslår at avbildningspunktet utvides og at to kulepunkt legges til:

- Styrke seismisk avbildning, modellering og beslutningsstøtte for leting, feltutvikling og overvåking av CO₂-lagre, herunder multiparameter-FWI, kobling til bergartsfysikk, joint inversion for komplekse områder og kvantifisering av usikkerhet.
- Sikre forskningsmiljøene tilgang til moderne seismiske datasett, inkludert pre-stack-data, gjennom DISKOS og krav til datadeling i offentlig støttede prosjekter.
- Utvikle sikrere prediksjon av poretrykk og bergartsegenskaper fra kombinerte geologiske, geofysiske og brønndata, inkludert foran borekronen, for boring og barriereplassering i P&A.

Faglig grunnlag: FWI og KI-metoder krever rådata med full bølgefeltinformasjon; DISKOS gir i hovedsak eldre, prosesserte data. Industriell FWI er akustisk og gir ikke parametrene karakterisering og overvåking krever, og avbildning under basalt er ikke løst med seismikk alene. Feil poretrykksprognose er en hovedårsak til brønnkontrollhendelser; utkastet peker selv på differensielle trykk i tette reservoarer (s. 76), 2 300 brønner som skal plugges (s. 78) og at undergrunnskompetansen bør sikres uavhengig av sokkelaktiviteten (s. 77).



Innsender	Kapittel	Kommentar
Lars Sørum (SINTEF Industri, Avdeling Anvendt Geovitenskap (tidligere SINTEF Petroleum))	3.10 Petroleum (s. 79)	Etablering av produksjonsegenskaper for brønner må adresseres under boring av brønner, og ikke kun brønnskostnader og borehastighet. Kapittel: 3.10.2 Sentrale forsknings behov (Petroleum) Sidetall: 79-80 Kommentar: Boring av brønner representerer de største investeringene på norsk sokkel. Gjennom standardisering av utstyr og metoder har borehastighet og tid for ferdigstilling gått ned, og dermed også etableringskostnader for de aktuelle brønner. Dette har imidlertid vært frakoblet brønnens ytelse, i form av evne til å produsere hydrokarboner fra reservoaret. Dette gjelder særlig å sikre høy permeabilitet for nærbrønn-området. Denne egenskapen er særlig knyttet til etablering og fjerning av filterkake under boring. For denne operasjon er det særlig viktig at filterkaken og komponentene i denne kan fjernes under boreoperasjon uten at nærbrønn-området skades eller tilstoppes. Faglig grunnlag: Produksjonsegenskaper til brønnen er ikke eksplisitt adressert i noen av temaene i kap. 3.10.2. Praktisk bruk: Legg inn nytt kulepunkt under avsnitt «Boring, brønn, ...»: Styrke kunnskap om borevæsegenskaper også med hensyn til å høy integritet og permeabilitet for nær-brønnområdet gjennom kunnskapsbasert etablering og -fjerning av filterkake under boreprosessen.
Harald Linga (SINTEF Industri, forskningsgruppe boring&brønn)	3.10 Petroleum (s. 79)	Overordnet: Etablering av produksjonsegenskaper for brønner må adresseres under boring av brønner, og ikke kun brønnskostnader og borehastighet. Produksjonsegenskaper til brønnen er ikke eksplisitt adressert i noen av temaene i kap. 3.10.2. Bakgrunn: Boring av brønner representerer de største investeringene på norsk sokkel. Gjennom standardisering av utstyr og metoder har borehastighet og tid for ferdigstilling gått ned, og dermed også etableringskostnader for de aktuelle brønner. Dette har imidlertid vært frakoblet brønnens ytelse, i form av evne til å produsere hydrokarboner fra reservoaret. Dette gjelder særlig å sikre høy permeabilitet for nærbrønn-området. Denne egenskapen er særlig knyttet til etablering og fjerning av filterkake under boring. For denne operasjon er det særlig viktig at filterkaken og komponentene i denne kan fjernes under boreoperasjon uten at nærbrønn-området skades eller tilstoppes. Forslag:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Legg inn nytt kulepunkt under avsnitt «Boring, brønn, ...»: Styrke kunnskap om borevæskeegenskaper også med hensyn til å høy integritet og permeabilitet for nær-brønnområdet, særlig gjennom utvikling av kunnskapsbaserte metoder for etablering og -fjerning av filterkake som sikkerhetsbarriere under boreprosessen.
Hagbart S: Alsos (SINTEF Ocean)	3.10 Petroleum (s. 79)	Kapittel 3.10.1 beskriver tydelig betydningen av aldrende infrastruktur, levetidsforlengelse, teknisk integritet og sikker drift på norsk sokkel. De tilhørende forsknings- og innovasjonsbehovene innen offshore infrastruktur og operasjoner fremstår imidlertid mindre tydelige i kapittel 3.10.2 enn det utfordringsbildet som beskrives i kapittel 3.10.1 skulle tilsi. Dette gjelder blant annet kunnskaps- og teknologiutvikling knyttet til tilstandsmonitorering, materialintegritet, strukturell pålitelighet, systemintegritet og sikker drift av offshore infrastruktur i krevende havmiljøer. Tilsvarende utfordringer er sentrale også innen havvind, og representerer dermed viktige faglige synergier mellom de to områdene.
Carl Pavia (privat)	3.10 Petroleum (s. 79)	Fra: Vurdere elektrifisering og alternative kraftløsninger helhetlig opp mot krafttilgang, kostnader, levetid og systemsikkerhet. Til: Vurdere elektrifisering og alternative kraftløsninger helhetlig opp mot krafttilgang, kostnader, levetid og systemsikkerhet, inkludert lokal havbasert kraftproduksjon som havvind og bølgekraft for mindre og ubemannede installasjoner. Kapittel 3.10.1 (s. 78) slår fast at flere prosjekter for kraft fra land er lagt på is eller forsinket, og at alternativer som havvind er krevende. Mindre og ubemannede installasjoner kan ha kraftbehov der lokal produksjon er relevant [dette er en antakelse – krever et dokumentert brukstilfelle]. Petroleum er et satsingsområde med store budsjetter, så et fotfeste her er verdifullt, men send bare inn dersom partnerne kan dokumentere et konkret tilfelle.
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 79)	Kulepunkt 1 Nåværende tekst: «Utvikle raskere, sikrere og mer energieffektiv boring gjennom hele brønnens livsløp.» Foreslått tekst: «Utvikle raskere, sikrere og mer energieffektiv boring som tar hensyn til hele brønnens livsløp.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 79)	Nåværende tekst: «Videreutvikle boreautomatisering, trykkstyrt boring, fjernstyrte og riggløse operasjoner.» Foreslått tekst: «Videreutvikle boreautomatisering og autonome prosesser, trykkstyrt boring, fjernstyrte og riggløse operasjoner.»
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 79)	Nytt kulepunkt, foreslått plassert etter kulepunkt 5 Foreslått tekst: «Utnytte kunstig intelligens, fysikkbaserte modeller og digitale tvillinger til sanntids beslutningsstøtte i boring og brønnoperasjoner, og utvikle løsninger for integrasjon av systemer fra ulike leverandører gjennom felles datamodeller og åpne standarder.» Begrunnelse: Tilsvarende kulepunkt finnes for undergrunn, men ikke for boring og brønn. Boreoperasjoner involverer en rekke systemer fra ulike leverandører, blant annet for riggkontroll, nedihullsverktøy, trykkstyrt boring og overvåking, og disse er ofte lite integrert. Manglende integrasjon begrenser automatisering, autonome prosesser og bruk av KI, og gir utfordringer for OT-sikkerheten. Felles datamodeller og åpne grensesnitt er derfor en forutsetning for å ta ut gevinstene av digitalisering i brønnoperasjoner.
Jan Einar Gravdal (privat)	3.10 Petroleum (s. 79)	Nytt kulepunkt, foreslått plassert som siste kulepunkt: Foreslått tekst: «Styrke robustheten i bore- og brønnoperasjoner mot digitale og fysiske angrep, blant annet gjennom sikrere IT- og OT-systemer for fjernstyrte og automatiserte operasjoner, samt risikoanalyser av konsekvenser ved angrep.» Begrunnelse: Strategien adresserer digital sikkerhet og avhengighet av utenlandske digitale løsninger generelt (kap. 3.2), men dette er ikke fulgt opp for boring og brønn. Strategien anbefaler mer fjernstyring, automatisering og riggløse operasjoner, men drøfter ikke de nye angrepsflatene dette gir. Brønnoperasjoner er kritiske for sikkerhet, miljø og leveringsevne, og er avhengige av et begrenset antall globale leverandører av utstyr, digitale systemer og tjenester. Energisikkerhetsperspektivet, som strategien løfter fram som et selvstendig hensyn (kap. 6.4.1), bør derfor også gjelde boring og brønn.
Peder Eliasson (SINTEF)	3.10 Petroleum (s. 80)	Kjernedata, laboratorie- og numerisk infrastruktur



Utkastet vil «opprettholde nasjonal laboratorieinfrastruktur og testfasiliteter» (s. 80) og bygge «laboratorier, simuleringsplattformer og infrastruktur for digitale tvillinger» (s. 90), men det siste er rettet mot kraftsystemet, og undergrunnslaboratorier og geovitenskapelig programvare er ikke nevnt. To behov bør tas inn: raskere og mer presis analyse av kjernemateriale, og utvikling og vedlikehold av numerisk infrastruktur (programvare, modelleringsverktøy, åpne koder) som forutsetning for å utnytte data. Vi foreslår et nytt kulepunkt under «Undergrunn» eller «Produksjon»:

- Styrke nasjonal infrastruktur for undergrunnsforskning, både laboratorier for rask kjerneanalyse (poreskala-avbildning kombinert med geomekaniske og geofysiske målinger) og numerisk infrastruktur i form av programvare og modelleringsverktøy som utvikles og vedlikeholdes over tid.

Jørgen Næss Karlsen (WWF
Verdens Naturfond) 3.10 Petroleum (s. 80)

Strategien slår ganske bastant fast at manglende etterspørsel ikke kan være utfordringen for norsk produksjon av olje og gass, men at det kostnader, manglende infrastruktur, og begrensede ressurser som blir vanskelig framover. Det bygger på en sviktende forståelse av hvilken retning det europeiske energimarkedet har utviklet seg i siden 2022, som viser tydelige tegn til å akselerere under den pågående fossilkrisen. Det er også naivt å tro at norsk sokkel automatisk vil ta en økende andel av EUs import mens forbruket går ned. At russisk gass fases ut snart, og at amerikansk LNG kan finne andre kunder stemmer, men fra Nord-Afrika vil det nok primært gå til Europa.

Det er derfor høyest reelt at europeisk etterspørsel kan bli dekket av egen produksjon, Norge, Algerie og eksisterende kontrakter. Vi i WWF har analyser som viser dette, men det er vi ikke alene om. Analyser fra Menon Economics, og Brüssel-tenketanken Strategic Perspectives viser det samme.

Sekundært er det også et overordnet problem at strategien følger et narrativ om at morgendagens industri fordrer en videre satsning på olje og gass. Det er faktisk et helt utrolig resonnement at for å utvikle nye næringer må vi rette store mengder kapital, kompetanse og kloke hoder til olje og gass, en direkte konkurrent. Hvordan skal havvindindustrien utvikle seg hvis de må konkurrere med olje og gass som kan betale arbeidere langt høyere lønninger? Vi har da ikke fått såpass mange el-biler på norske veier av å satse på diesel og bensin? Hvilket annet forskningsfelt er det løsningen å satse på gårsdagens teknologi som utvikler morgendagens?

Å framstille Sokkeldirektoratet sitt mulighetsbilde som et utvalg produksjonsscenarioer vi kan velge mellom er misvisende. Å se på høyscenarioet og tenke at det lar seg gjøre hvis vi bare går inn for det er naivt, og tar ikke inn over seg de lange tidslinjene, betydelige kostnadene, synkende europeisk etterspørsel, og viktigheten av omstilling av norsk økonomi. Høyscenarioet til Sokkeldirektoratet



innebærer betydelige investeringer i infrastruktur, samt leting med optimistiske funnrater i nye, ekstra sårbare områder, slik som utenfor Lofoten, eller i Barentshavet Nord, oppe ved Svalbard. Men selv om man går til det radikale steget å satse slik, er businesscasen ganske dårlig. Det som står i nyhetene under Arendalsuka eller ONS reflekterer ikke stemninga for ny olje i nord.

Det er verdt å nevne, når vi snakker om naturavtrykket til andre energiteknologier, at fossil energi har et langt høyere naturavtrykk enn noe fornybart. Det er ikke uproblematisk å skyte seismikk, bore letebrønner, eller slippe ut kjemikalier til havs. Skjer det en ulykke risikerer vi sårbare fiske- og sjøfuglbestander. Og naturpåvirkningen som kommer av klimaendringene selve produktet fører til er også massivt.

Det er fortsatt rom for at noe forskningsmidler kan brukes på petroleum, men om det kan ikke være for å forlenge forurensning eller bygge ut nye felt. Volumer fra eksisterende felt på norsk sokkel er nok til å forsyne Europa med energi, vi trenger ikke lete etter eller bygge ut mer. Fokuset for forskningen på petroleum må være utelukkende på hvordan kutte de utslippene vi har fra industrien i dag, ikke skape nye utslipp, hverken fra produksjon eller forbrenning. Seismikk og leteboring trengs det heller ikke å utvikles ny teknologi på, fordi mer leting og utbygging vil gå på bekostning av natur, klima, og nye næringer.

Fridtjof Unander (Aker Solutions)

3.11 Vannkraft (s. 80)

Aker Solutions støtter strategiens prioriteringer innen vannkraft, særlig vektleggingen av økt effekt, fleksibilitet og bedre utnyttelse av eksisterende anlegg.

Vi vil foreslå at strategien også vurderer potensialet for sjøvannsbasert pumpekraft, der sjøen fungerer som nedre magasin. Norges topografi, med store høydeforskjeller nær fjorder og kyst, kan gi gode forutsetninger for slike løsninger. Dette kan potensielt øke tilgangen på regulerbar effekt og redusere behovet for inngrep i eksisterende vassdrag. Teknologien er imidlertid lite utprøvd og har særskilte utfordringer knyttet til blant annet materialteknologi, korrosjon, magasiner og miljøpåvirkning.

Forslag til nytt FoUI-punkt under «Teknologi, levetid og sikkerhet i eksisterende anlegg», s. 83:

- Utrede det tekniske, økonomiske og miljømessige potensialet for sjøvannsbasert pumpekraft i Norge, inkludert teknologibehov, lokaliseringsmuligheter og mulige miljøfordeler sammenlignet med tradisjonell pumpekraft.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 80)	kap 3.11 om Vannkraft nemner «væravhengig» og «området leverer på...forsyningen sikker gjennom vintre og tørrår». Dette er i dagens klima, men vi er ikke sikre på om vi kan levere på dette i framtida der både klima og forbruk endra meir eller mindre avhengig av kvarandre og med teknologiutvikling. Utfordringar relatert til forsyningssikkerheit og klimaendringar bør framhevast spesifikt her.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 80)	Ref side 80, 3.avsnitt: "Vannkraftens viktigste bidrag ..."; her må flomdemping nevnes. Norsk næringsliv og leverandører må også nevnes i setningen om "verdiskaping spredt over hele landet", jmf lokal og nasjonal verdiskaping.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 80)	Ref side 80, kapittel 3.11 VANNKRAFT: Foreslår å ha ordet "vannveier" før "maskineri og økosystem" i den siste siste setning.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 80)	I ingressen står det: «Over 90 %» av kraftmiksen. Dette avviker fra «rundt 88 %» senere i teksten. Forslag: Bruk «rundt 88 % av kraftproduksjonen» begge steder.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 80)	Koble vannkraft til verdiskaping og konkurransekraft Punktlisten "Satsing på vannkraft bidrar til å" har bare energisikkerhet og tempo, og vannkraft får dermed ingen tydelig kobling til hovedutfordring 3. Forslag til nytt punkt: "Bidra til verdiskaping og konkurransekraft gjennom regulerbar og rimelig kraft til industri og samfunn, en leverandørnæring med verdiskaping spredt over hele landet, og kompetanse som kan eksporteres." Første setning i 3.11, "vannkraft er en moden teknologi", bør nyanseres: "...men rammene den drives under er nye, og kunnskapen om å drifte og fornye en anleggspark bygget for jevn produksjon er ikke moden."



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Bruk av kraftmagasin/krafttverkssystem (for eksempel kombinasjon flomtunell og kraftverk for finansiering) for flomdemping og markedsmodellar (deling av samfunnsøkonomisk gevinst) bør nemnast spesielt
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Utbygging i verna vassdrag bør få eit eige avsnitt. Dette er opna for i stortinget og vi bør ha ein FoUI strategi for korleis handtere dette.... før det løp løpsk (noko det kanskje allerrei er på veg til)
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Strategien bør gje høve til å vurdere om konsesjonsgrunnlaget er modent for revisjon sett i forhold til skatteregime. For eksempel kan 10MW grensa eit hinder for optimal utnyttelse av ressursgrunnlaget. Konsesjonsgrunnlaget og skatteregime og samfunnsøkonomi er eit eige FoUI tema
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	«Framskrivninger av tilsig, snømagasin og ekstremhendelser med oppløsning som kan brukes til å dimensjonere anlegg.» bør reformulerast «Framskrivninger av tilsig, snømagasin og ekstremhendelser med oppløsning som kan brukes til å dimensjonere og drifte anlegg optimalt.»
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Ref side 81, om reguleringsevne:“Mer markedsstyrt drift gir flere start- og stoppsykluser, som utfordrer både operatører og maskineri.” Denne setningen må suppleres med natur, ikke bare operatører og maskineri, for natur og miljø utfordres også av start-stopp-kjøring.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	utfordringer med verdikjeder og kritisk viktig utstyr når anlegg og komponenter får økt behov for vedlikehold. I dag leveres kritiske komponenter fra Kina med flere års ledetid.



Innsender	Kapittel	Kommentar
på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)		
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Ref side 81, kapittel 3.11.1: Foreslår å ha ordet "vannveier" før "operatører og maskineri" på den setning "Mer markedssyrt drift gir flere start- og stoppsykluser, som utforder både operatører og maskineri"
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Ref side 81, del kapittel "Aldrende dammer og styringssystemer gjør fornyelsen til sikkerhetsspørsmål" endres til " Aldrende dammer, vannveier og styringssystemer gjør fornyelsen til sikkerhetsspørsmål"
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Ref side 81, siste setning "Fornyelse av vannkraften handler derfor like mye om sikring av dammer, inntak og styringssystemer som om økt produksjon" enders til "Fornyelse av vannkraften handler derfor like mye om sikring av dammer, vannveier, inntak og styringssystemer som om økt produksjon"
Bjarne Børresen (Hafslund Kraft AS)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Vannkraft er den viktigste kilden til elektrisk kraftproduksjon i Norge. Det er forventet at også i 2050 vil mer enn 50% av kraftproduksjonen komme fra vannkraft. Dette vil komme fra en fortsatt moderat utbygging av ny produksjon, sammen med effektutvidelser i eksisterende vannkraftverk og nye pumpekraftprosjekt. Det er derfor viktig at FoUI-strategien tydelig understreker behovet for en langsiktig og kraftfull satsing på forskning, utvikling og innovasjon innen vannkraft. FoUI vil være avgjørende både for å videreutvikle eksisterende anlegg, utnytte vannkraftressursene bedre og utvikle teknologien og løsningene som kreves av framtidens kraftsystem. Norsk vannkraftforskning har en sterk posisjon i det europeiske og internasjonale FoUI-landskapet. Over tid er det bygget opp betydelig kompetanse og forskningsinfrastruktur ved universiteter, høyskoler,



forskningsinstitutter og i industrien. Flere av disse miljøene og laboratoriene holder internasjonalt høyt nivå. Det er viktig at framtidige forskningsprogrammer og utlysninger bidrar til å opprettholde, videreutvikle og utnytte denne kompetansen og infrastrukturen. Norske aktører fra universitets- og høgskolesektoren, instituttsektoren og næringslivet er samtidig attraktive partnere i europeiske og internasjonale FoUI-initiativ.

Norge har et stort antall vannkraftverk med betydelig variasjon i alder, størrelse, teknologi og driftsforhold. Dette gir både et stort hjemmemarked og en unik arena for utvikling, testing, demonstrasjon og skalering av nye løsninger. Teknologi og metoder som utvikles for utfordringer i norske anlegg, vil i mange tilfeller også være relevante internasjonalt.

Globalt finnes det en omfattende flåte av eksisterende vannkraftverk med behov for modernisering, levetidsforlengelse, økt fleksibilitet og effektivisering. Norske vannkraftverk kan derfor fungere som demonstrasjonsarena for ny teknologi og nye løsninger med et internasjonalt marked. En målrettet satsing på pilotering og demonstrasjon kan dermed både styrke norsk vannkraft og legge grunnlag for ny eksportrettet teknologi, kompetanse og næringsvirksomhet.

Vannkraften har historisk vært en viktig drivkraft for norsk teknologi- og kompetanseutvikling. Rundt vannkraftsektoren er det bygget opp bedrifter, forskningsmiljøer og leverandørindustri med kompetanse som senere har fått anvendelse langt utover vannkraftområdet. En fortsatt sterk FoUI-satsing på vannkraft bør derfor ikke bare ses som en investering i eksisterende kraftproduksjon, men også som en investering i framtidig teknologiutvikling, kompetansebygging og norsk verdiskaping på energiområdet.

Peder Eliasson (SINTEF)

3.11 Vannkraft (s. 81)

Dronebasert geofysisk måling av snømagasin og damtilstand

Utkastet sier at dammenes tilstand ikke er fullt kartlagt (s. 82) og etterspør «sensorikk og datadrevet tilstandsforståelse» og kunnskap om «tilsig, snømagasin og ekstremhendelser» (s. 83), men ikke hvordan dette kan måles. Snøens vannekvivalent (SWE) estimeres i dag fra få manuelle punkter og grove satellittmålinger; damtilstand vurderes ved inspeksjon og punktinstrumentering. Dronebåren geofysikk (georadar, elektromagnetikk, termisk og fotogrammetrisk avbildning) gir arealdekning og repeterbarhet for begge. Vi foreslår to nye kulepunkt:

- Under «Klimaendringer og hydrologisk risiko»: Utvikle effektive metoder for måling og beregning av snømagasin og SWE, herunder, f.eks., dronebaserte geofysiske målinger kombinert med satellittdata og assimilering i hydrologiske modeller.



• Under «Digitalisering, data og sikkerhet»: Utvikle geofysiske metoder for deteksjon og overvåking av sprekker, lekkasje og indre erosjon i betong- og fyllingsdammer, med dronebasert og permanent sensorikk koblet til fysiske modeller og maskinlæring.

Faglig grunnlag: Georadar fra drone måler snødybde og SWE med meterskala oppløsning og er demonstrert i Norge, men ikke operasjonalisert for tilsigsprognoser, der feil estimat under våren er en betydelig kostnad i magasindisponering. Georadar, resistivitet og elektromagnetikk er etablerte metoder for hulrom, fukt og indre erosjon i dammer, men brukes bakkebasert og punktvis. Utkastet peker selv på «fjernovervåking» og «damteknikk» som norske eksportmuligheter (s. 82).

Lars Sørum (SINTEF Industri, 3.11 Vannkraft (s. 81)
Avdeling Anvendt
Geovitenskap (tidligere
SINTEF Petroleum AS))

Dronebasert geofysisk måling av snømagasin og damtilstand

Kapittel: 3.11.2 Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov («Digitalisering, data og sikkerhet» og «Klimaendringer og hydrologisk risiko»)

Sidetall: 81-83

Kommentar: Utkastet sier at dammenes tilstand ikke er fullt kartlagt (s. 82) og etterspør «sensorikk og datadrevet tilstandsforståelse» og kunnskap om «tilsig, snømagasin og ekstremhendelser» (s. 83), men ikke hvordan dette skal måles. Snøens vannekvivalent (SWE) estimeres i dag fra få manuelle punkter og grove satellittprodukter; damtilstand vurderes ved inspeksjon og punktinstrumentering. Dronebåren geofysikk (georadar, elektromagnetikk, termisk og fotogrammetrisk avbildning) gir arealdekning og repeterbarhet for begge. Vi foreslår to nye kulepunkt:

• Under «Klimaendringer og hydrologisk risiko»: Utvikle effektive metoder for måling og beregning av snømagasin og SWE, herunder dronebaserte geofysiske målinger kombinert med satellittdata og assimilering i hydrologiske modeller.

• Under «Digitalisering, data og sikkerhet»: Utvikle geofysiske metoder for deteksjon og overvåking av sprekker, lekkasje og indre erosjon i betong- og fyllingsdammer, med dronebasert og permanent sensorikk koblet til fysiske modeller og maskinlæring.

Faglig grunnlag: Georadar fra drone måler snødybde og SWE med meterskala oppløsning og er demonstrert i Norge, men ikke operasjonalisert for tilsigsprognoser, der feil under våren er en betydelig kostnad i magasindisponering. Georadar, resistivitet og elektromagnetisme er etablerte metoder for hulrom, fukt og indre erosjon i dammer, men brukes bakkebasert og punktvis.



Innsender	Kapittel	Kommentar
tone knudsen (Statkraft)	3.11 Vannkraft (s. 81)	Utdype endringene som fører til forskningsbehov for vannkraften med et par setninger i forlengelsen av første avsnitt under overskriften 3.11 Vannkraft: "De store forventede endringene i energisystemet gir føringer og styringssignaler for et stort forskningsbehov knyttet til valg i de faktiske reinvesterings- og konsesjonsbeslutninger for vannkraftanlegg. En samlet tilnærming til teknisk fornyelse, økt effekt og fleksibilitet, miljødesign og myndighetsprosesser kan bidra til at kunnskap raskere omsettes i levetid, systemverdi og styrket forsyningssikkerhet.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 82)	Ref side 82, om eksport: Her ønsker jeg at forfatterne spesifiserer om kun hardware er regna med, eller tjenester også?
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 82)	In connection with uprating existing hydropower plants, I think the hydraulic capacity of the existing system should be mentioned more explicitly. Increased discharge and more flexible operation can change the behaviour of intakes, waterways, tunnels, shafts, spillways or downstream areas. Research is needed on hydraulic capacity, flow transitions, pressure conditions, energy dissipation and downstream erosion. Why: In many upgrading projects, the hydraulic system can become the limiting factor even when the turbine and generator capacity can be increased.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 82)	Potensialet for oppgradering og utvidelser i vannkraftbransjen er generelt altfor for svakt utredet/utforsket Særlig oppgraderinger er uproblematisk fra et miljømessig og samfunnsmessig ståsted og mer kraft gjennom slike prosjekter er således "uproblematisk". Det bør undersøkes hvilke tekniske muligheter som finnes, hvordan disse løsningene kan forbedres og de økonomiske forhold/barrierer som finnes for realisering. Tilsvarende gjelder for utvidelser - hvilke er uproblematisk med små muljkonsekvenser og hvordan kan man finnes gode designløsninger.
Toril Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 82)	3.11 kaller svak rekruttering "en av de tydeligste truslene", men FoUI-listen har ingen tiltak. Forslag til ny gruppe: "Styrke rekruttering til og utdanning innen vannkraftfag (vassdragsteknikk, hydrologi, berg- og damteknikk, elkraft og miljø), tverrfaglige utdanningsløp som kobler ingeniørfag med biologi og



Innsender	Kapittel	Kommentar
		samfunnsfag, og etter- og videreutdanning for yrkesaktive." Vannkraftfag bør også inn i kompetanselisten på s. 7.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 82)	Test, demonstrasjon og leverandørindustri mangler. Dagens aktiviteter er ren FoU uten vei til anvendelse. Slitasje, levetid og tilstand kan bare testes i drift. Forslag til to nye grupper: 1. "Test, demonstrasjon og infrastruktur: Etablere testarenaer i eksisterende kraftverk med risikoavlastning, flerfaglige vannkraftlaboratorier som kobler elkraft-, bygg- og strømningsmeknikk med miljøfag, og sikker deling av hydrologiske data, driftsdata og miljødata." 2. "Leverandørindustri og eksport: Teknologiutvikling og kvalifisering innen turbin, generator, styringssystemer, modellering, fjernovervåking og undergrunns- og damteknikk, med oppgraderingsprosjekter i Norge som referanser for eksport." Havvind har en egen setning om leverandørindustri, vannkraft har ingen, selv om 3.11 selv peker på eksportpotensialet.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 82)	Det mangler en kobling mellom vannkraft og batteri. Bør inn i både tekst og på FoU-listen under fleksibilitet.
Tonje Aronsen (NINA)	3.11 Vannkraft (s. 82)	"Miljødesign og naturhensyn i regulerte vassdrag" bør byttes til: Naturbaserte løsninger og naturhensyn i regulerte vassdrag Begrunnelse: selv om miljødesign er et etablert begrep for laks i regulerte vassdrag burde det byttes ut med et mer generelt begrep som naturbaserte løsninger eller miljøløsninger/miljøtiltak - "Kunnskap om økologiske virkninger av endret kjøremønster ut over enkeltarter, inkludert strandsone og hydromorfologi" bør byttes til: Kunnskap om økologiske virkninger av nye reguleringer og mer fleksibel bruk av vannkraften ut over enkeltarter, inkludert strandsone og hydromorfologi. Begrunnelse: det er ikke bare kjøremønsteret som vil endre seg med ny bruk av vannkraften -• "Virkninger av pumpekraft på fjelløkosystemer, fisk, friluftsliv og lokalt næringsliv lokale interesser" bør byttes til: Virkninger av pumpekraft på økosystemer, fisk og lokale interesser



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Begrunnelse: pumping vil påvirke mer enn bare fjelløkosystemer, og lokale interesser er mer enn bare friluftsliv og næringsliv
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Legge til «Opprettholde og videreutvikle nasjonal laboratorieinfrastruktur og testfasiliteter for fysisk verifikasjon av ny teknologi og digitale modeller.» under Teknologi, levetid og sikkerhet i eksisterende anlegg eller som ei eiga overskrift med spesifisering av laboratorier for hydromekaniske, hydroelektriske og hydrauliske element i kraftverkssystemet. Fullskala forskningsfelt for studier av hydrologiske, hydrauliske og miljømessig påvirkning av og på vannkraftsystemet
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Dette bør og inkludere markedsmodellar for deling av samfunnsøkonomisk gevinst «• Driftsstrategier som håndterer større flommer og lengre tørkeperioder innenfor gjeldende manøvreringsreglementer. • Kunnskap om magasinenes bidrag til flomdemping og tørkereduksjon. • metoder for å verdsette vann i magasiner med flere bruksformål.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Dette bør reformulerast «• Utvikling av sensorikk og datadrevet tilstandsforståelse som kombinerer fysiske modeller med maskinlæring.» til «• Utvikling av sensorikk og datadrevet tilstandsforståelse og system modellering som også kombinerer simulerings modeller med maskinlæring.» PS ein fysisk modell er noko anna i dei fleste sin verden enn ein data/digital/simuleringsmodell
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Legge til laboratorier her «Åpne systembeskrivelser og virtuelle testmiljøer for utprøving av løsninger langs hele verdikjeden»... Åpne systembeskrivelser og virtuelle testmiljøer og laboratorier for utprøving av løsninger langs hele verdikjeden



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Ref side 83, kapittel om "Digitalisering, data og sikkerhet": Nevne insentiver for å teste nye løsninger i fysiske kraftanlegg i samarbeid med næringslivet.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	I punktet «Konsepter for effektutvidelse og pumpekraft i eksisterende vassdragssystemer» byttes Konsepter med Løsninger. Ny tekst: «Løsninger for effektutvidelse og pumpekraft i eksisterende vassdragssystemer»
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Under climate change and hydrological risk, I suggest adding the hydraulic performance of existing flood handling structures. Revised extreme flood conditions may affect the capacity and behaviour of spillways, gates, intakes, shafts or tunnels and downstream energy dissipation systems or other structures... Because: The current text focuses mainly on inflow projections and reservoir operation. For existing plants, it is also important to understand whether the physical structures can safely handle future flood conditions or not.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	3.11 Vannkraft (s. 83)	I suggest adding that numerical models, digital twins and data driven models used for critical hydropower infrastructure should be validated against laboratory measurements, physical model tests and, where possible, full scale field data. Because: For safety related decisions and operation outside original design conditions, model validation is essential. Digital tools should complement, rather than replace, physical verification.
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Systemrolle og beredskap må inn i vannkraft-kapittelet, med en dedikert satsing



- Nye punkter i 3.11.2: "Teknologi og driftsløsninger som gjør at vannkraft kan levere treghet, spenningsstøtte og frekvensregulering i et system med høy andel omformerbasert produksjon." og "Vannkraftens rolle i svartstart, øydrift og totalforsvar, inkludert fysisk sikring av dammer og inntak."

Toril Hunstad Christensen
(Eviny Fornybar AS)

3.11 Vannkraft (s. 83)

Under "Miljødesign og naturhensyn i regulerte vassdrag" foreslås 2 nye FoU-tema:

1. Temperaturforhold i regulerte vassdrag

Strategien omtaler klimaendringer, hydrologi og miljødesign, men i liten grad temperaturforhold i regulerte vassdrag. Mange norske reguleringsanlegg har komplekse systemer med magasiner, bekkeinntak, overføringer mellom nedbørfelt og lange driftstunneler.

Vanntemperaturen ut fra kraftverket bestemmes ikke nødvendigvis av magasin vannet alene. Vann fra sideinntak påvirker også temperaturen. Ved stort tilsig fra bekkeinntak kan vann strømme motsatt vei gjennom driftstunnelen og inn i magasinet.

Et mulig FoU-behov er derfor økt kunnskap om:

- hvordan bekkeinntak og overføringer påvirker temperaturregimer nedstrøms kraftverk
- hvordan slike tilførsler påvirker termisk lagdeling og termokliner i reguleringsmagasin
- samspillet mellom kraftverksdrift, hydraulikk, temperaturforhold og klimaendringer
- hvilke konsekvenser dette har for fiskebestander og akvatiske økosystemer

2. Adaptive miljøregimer og dokumentasjon av miljømål

Strategien omtaler miljødesign og miljøvirkninger, men kan i større grad løfte fram adaptive miljøregimer – løsninger som tilpasses miljøbehovene i regulerte vassdrag.

Dagens praksis bygger ofte på faste minste vannføringer og vannslipp. Nyere forskning viser at miljøbehov varierer gjennom året og mellom livsstadier hos fisk og andre organismer. Målet bør være best mulig miljøeffekt, framfor å være låst til faste vannføringskrav.

Mulig FoU-spørsmål: Hvordan gå fra faste vannslippskrav til målrettede miljøregimer basert på miljømål og faktiske behov i vassdraget?

Minst like viktig er spørsmålet om dokumentasjon:

- Hvordan dokumenterer vi at miljøtilstanden er god nok?
- Hvordan dokumenterer vi at miljømålene faktisk oppnås?
- Hvilke indikatorer, overvåkingssystemer og beslutningsstøttesystemer kan brukes for å verifisere måloppnåelse og etterlevelse?



Innsender	Kapittel	Kommentar
Toril Hunstad Christensen (Eviny Fornybar AS)	3.11 Vannkraft (s. 83)	Under FoUI aktiviteter under "Vannkraftens fleksibilitet i marked og systemdrift" nevnes "Kunnskap om vannkraftens rolle som leverandør av systemtjenester (f.eks. tregghet, spennings- og frekvensregulering). Det bør i tillegg stå om behov for mer kunnskap på effektiv utnyttelse av handel i kapasitetsmarkedene. Det trengs mer kunnskap og læring, særlig når europeiske kapasitetsmarkeder skal knyttes tettere til de nordiske markedene.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.11 Vannkraft (s. 83)	«Restaurering og avbøtende tiltak knyttet til oppgradering av eksisterende anlegg, med etterprøving av effekten» foreslås justert, for å ta med økologisk kompensasjon. Vi foreslår «Restaurering av natur og bruk av økologisk kompensasjon i områder berørt av vassdragsanlegg bør knyttes til oppgradering av eksisterende anlegg, med etterprøving av effekten.» Utover dette bør FoUI-innsatsen omfatte økologisk kompensasjon som siste ledd i tiltakshierarkiet og oppgradering av energianlegg. Det er behov for metoder for å dimensjonere og vurdere kompensasjonstiltak slik at de erstatter de naturverdiene som faktisk går tapt. Det trengs også kunnskap om hvilke tiltak som virker i ulike naturtyper og over hvilken tidshorisont, og felles målemetoder og oppfølging som gjør effekten etterprøvbare og sammenlignbare på tvers av vannkraft, landvind og nett. Erfaringer fra restaurering og kompensasjon ved oppgradering av eksisterende anlegg bør systematiseres og gjøres tilgjengelige for senere prosjekter og konsesjonsprosesser. Målet er et bedre beslutningsgrunnlag og mer forutsigbare prosesser, uten å svekke kravene til miljø.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.11 Vannkraft (s. 84)	Vannkraftens regulerbarhet får verdi gjennom samspillet med resten av systemet: sol- og vindkraft, batterier, lagring, forbrukerfleksibilitet og utenlandsforbindelser. FoUI-innsatsen bør derfor omfatte hybride kraftverk, samkjøring av regulerbar vannkraft, pumpekraft, batterier og forbrukerfleksibilitet. Blokken bør vise eksplisitt til tilsvarende punkt i kapittel 3.3.2, slik at vannkraftens rolle behandles samlet og ikke i to adskilte deler av strategien. Det gjelder også hvordan vannkraften kan levere tregghet, spenningsstøtte og frekvensregulering når en økende andel av produksjonen er omformerbasert, og hvordan markedsdesign for systemtjenester gir riktige insentiver til å investere i slike egenskaper i eksisterende anlegg.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.11 Vannkraft (s. 84)	Det er økt fokus på sikkerhet i energisektoren. For vannkraft er det behov for ytterligere forskning på tekniske løsninger som ivaretar fremtidens krav til sikkerhet for dammer og vannveier, både konstruktiv sikkerhet og innen overvåking og instrumentering av dammer, vannveier og mekaniske konstruksjoner.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	3.11 Vannkraft (s. 84)	Strategien beskriver en krympende kompetansebase og svak rekruttering som en av de tydeligste truslene mot vannkraften, men barrieren har ikke noe tilsvarende punkt blant FoUI-behovene. Vannkraftrelatert kompetanse, som vassdragsteknikk, damsikkerhet, turbin- og maskinteknikk, drift og vedlikehold, er heller ikke nevnt i anbefalingene i kapittel 4.4. Kompetanse bør tas inn som eget punkt, med (i) kunnskap om kompetansebehov og overføring av erfaring mellom generasjoner i drift, vedlikehold og vassdragsteknikk, (ii) bruk av virtuelle testmiljøer og simulatorer også til opplæring, og (iii) tiltak som omfatter både høyere utdanning og yrkesfaglig opplæring, slik at også fagarbeidere sikres. Rekrutteringen til MNT-fagene bør ses i sammenheng med behovene i vannkraftbransjen.
Charlotte Krafft (Energiumstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	4.1 Verdien av forskning og innovasjon (s. 84)	side 84 og side 85 Etter avsnittet: «For staten gir investeringene avkastning gjennom høyere verdiskaping, eksportinntekter, skatteinntekter, bedre ressursforvaltning, lavere klimarisiko og økt beredskap.» og før avslutningen: «FoUI på energiområdet forstås som strategisk nasjonal infrastruktur ...» Kommentar1 Kapittelet argumenterer godt for hvorfor FoUI er viktig, men i mindre grad for hvilket innsats- og ressursnivå som kreves for å realisere strategiens ambisjoner. Begrunnelse1: Når strategien anbefaler betydelig opptrapping innen flere områder, bør det også diskuteres hvilken størrelsesorden på FoUI-investeringene dette innebærer, og hvordan dette står i forhold til de samlede investeringene som energiumstillingen forventes å kreve. Kommentar2: Strategien bør også tydeligere beskrive hvordan offentlig FoUI-finansiering kan utløse private investeringer, innovasjon og kommersiell utvikling i markedene. Begrunnelse2: Offentlige investeringer har størst effekt når de bidrar til å mobilisere betydelige private ressurser. Energiumstillingen vil i stor grad gjennomføres av næringslivet, og strategien bør derfor vektlegge samspillet mellom offentlige virkemidler, markeder og private investeringsbeslutninger.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Kommentar 3: Kapitlet legger hovedvekten på statens rolle og avkastningen av offentlige investeringer, men omtaler i mindre grad samspillet mellom offentlig FoUI-innsats og privat næringslivs innovasjonsevne. Strategien kunne tydeligere beskrive rollefordelingen der statlig satsing og føringer bør være mer overordnet og grunnleggende kunnskapsgenerering, og privates komplementære rolle å se hvilke løsninger som kan vinne verden gjennom markedsanvendelser.		
Ingeborg Palm Helland (NINA)	4.1 Verdien av forskning og innovasjon (s. 84)	Teksten i hele kapittel 4 har en økonomisk slagside mot næringsliv, industriutvikling, verdiskapning og konkurransekraft, mens FoUI som middel for å bygge et demokratisk, rettferdig og velfungerende samfunn for borgere og allmennheten ikke nevnes. Slike perspektiver bør inkluderes gjennomgående i teksten, f.eks. følgende steder: I første avsnitt i kap 4 s.84 bør lokalsamfunn og frivillig sektor inkluderes: «For å nå målene i Energi2050 må ny kunnskap og nye løsninger tas raskere i bruk. Dette krever et godt samspill mellom forskning, næringsliv, myndigheter, LOKALSAMFUNN, FRIVILLIG SEKTOR og virkemiddelapparatet». I første avsnitt under kap. 4.1 Verdien av forskning og innovasjon (s.84) står setningen: «Offentlige virkemidler har derfor en viktig rolle i å redusere risiko, mobilisere privat kapital og sikre at teknologi og kompetanse utvikles før behovene blir akutte.» En annen svært viktig rolle som offentlige virkemidler må ha, og som Energi2050 bør fremme, er å sikre at det er muligheter for reelt uavhengig og maktkritisk forskning. Uavhengig forskning er viktig for demokratiet. Det innebærer ikke bare uavhengighet fra industri og næringsliv, men også rom for forskning som kritisk undersøker politiske mål og prioriteringer og utforsker alternative løsninger. Virkemiddelapparatet må legge til rette for slik forskning, som både bidrar til en opplyst offentlig debatt og danner et bredere grunnlag for demokratiske og inkluderende prosesser. I første avsnitt under kap. 4.1 Verdien av forskning og innovasjon (s.84) står setningen: «Skal FoUI gi varig effekt, må industrien i større grad forankre kunnskaps- og teknologiutvikling i egne strategier, investeringsbeslutninger og industrielle utviklingsløp.» Dette er viktig, men like viktig er det at stat og myndigheter (på alle nivåer) følger opp og implementerer forskning. Det finnes mye forskning på f.eks. prosesser, virkemidler og medvirkning som ikke følges opp og tas i bruk i Norge i dag. Når «legitimitet» er løftet fram så tydelig som det er i Energi2050-strategien er det også viktig at offentlige etater bidrar til legitimitet gjennom å lytte til og ta i bruk forskningsresultater. I siste avsnitt under kap 4.1 Verdien av forskning og innovasjon (s.85) står det mye om hva slags avkastning staten får av investering i forskning, men det er ikke nevnt noe om viktigheten for staten av



forskning som bidrar økt legitimitet, rettferdige prosesser, og et samfunn som borgerne opplever som godt å leve i. Slike perspektiver bør legges til her.

Det er viet to egne delkapitler til industrien i kap 4, nemlig kap. «4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver» og kap «4.6 Industriens ansvar og behov for teknologilederskap». Det burde ha vært ett eller flere delkapitler også om offentlig sektor, der ambisjoner og forventninger til hvordan myndigheter på ulike nivåer (f.eks. kommuner, fylkeskommuner, direktorater, departementer) skal delta i og bidra til FoUI innenfor energifeltet. Mange av Energi2050 sine anbefalinger i kap. 4.5 og 4.6 kunne vært omskrevet til noe liknende som også passer for aktører i offentlig sektor.

Øistein Fosse Mathisen (Lyse Neo)

4.1 Verdien av forskning og innovasjon (s. 91)

Strategien peker på risikovillig kapital og risikoavlastning. Utnyttelse av overskuddsvarme avhenger likevel av andre aktører som selv vil beholde friheten til å utvikle eller avvike virksomheten sin. Prosjekter som samlet sett gir betydelig verdi for involverte parter og samfunnet kan dermed stoppe på motpartsrisiko. Strategien viser selv at kontraktsmodeller og risikodeling er avgjørende for oppskalering av CO₂-verdikjeden. Vi foreslår tilsvarende forskning for varme: kontraktsmodeller, garantier, eller andre risikoreduserende løsninger for gjensidig avhengige energiprosjekter

Fridtjof Unander (Aker Solutions)

4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 85)

Vi støtter strategiens anbefaling om mer sammenhengende virkemiddelløp fra forskning til marked, med tydelig ansvar i overgangene mellom fasene. Etter vårt syn bør anbefalingene gå lenger når det gjelder samordning av mål, prioriteringer og virkemiddelbruk på tvers av virkemiddelaktører og departementer.

Norge har et omfattende og kompetent virkemiddelapparat. Forskningsrådet, Enova, Innovasjon Norge, Siva, Eksfin og Gassnova har imidlertid ulike mandater og målsettinger, som delvis er forankret i forskjellige departementer. Dette er naturlig ut fra aktørenes roller, men kan innebære at virkemidlene samlet ikke er optimalt innrettet mot felles industri-, klima- og energipolitiske mål.

Erfaringene fra PILOT-E viser verdien av mer samordnet virkemiddelbruk i Norge. Denne tilnærmingen bør videreutvikles til bredere, målrettede satsinger som dekker hele innovasjonskjeden og ulike industrielle verdikjeder.

Utviklingen av nye industrielle verdikjeder krever at teknologiutvikling, demonstrasjon, infrastruktur, regulering, markedsutvikling og finansiering ses i sammenheng. Det er samtidig behov for større



fleksibilitet til å justere virkemiddelbruken når markedsforhold, teknologi, EU-regelverk og sikkerhetspolitiske rammebetingelser endres.

Utviklingen i EU gir et særlig relevant eksempel på hvordan virkemiddelapparatet kan videreutvikles. EU-kommisjonen legger nå økende vekt på at klima-, energi- og industripolitikken skal understøtte felles mål for industriell kapasitet, robuste verdikjeder, konkurransekraft og økonomisk sikkerhet. Gjennom Clean Industrial Deal, Net-Zero Industry Act og forslaget til Industrial Accelerator Act søker EU å kombinere regulatoriske rammebetingelser, markedsutvikling og investeringer for å styrke europeisk industrikapasitet og konkurransekraft.

Kommisjonens forslag til revisjon av EUs kvotesystem (ETS) illustrerer denne utviklingen. ETS videreutvikles ikke bare som et virkemiddel for utslippsreduksjoner, men også som en finansieringsmekanisme for industriell omstilling. Også forslaget til European Competitiveness Fund for perioden 2028–2034 er relevant. Her foreslår Kommisjonen å samle og forenkle finansieringsordninger på tvers av flere politikkområder, med sterkere vekt på strategiske teknologier, industriell kapasitet, sikkerhet og konkurransekraft.

Et viktig trekk ved denne utviklingen er ikke bare nye støtteordninger, men ambisjonen om større sammenheng mellom lovgivning, markedsregulering, finansiering og strategiske industrielle mål, samt evne til å tilpasse virkemidler når rammebetingelsene endres.

Norge bør vurdere hvordan vi kan trekke lærdom av denne utviklingen. En nyttig tilnærming vil være å gjennomføre en «stresstest» av det norske virkemiddelapparatet opp mot virkemidlene i EU. Dette for å avdekke forskjeller i mål og innretning og vurdere om overlapp og forskjeller er velbegrunnet gitt energi, klima- og industripolitiske mål.

Forslag til tillegg i brødteksten, før «Energi2050 anbefaler», s. 86:

«For å realisere større industrielle satsinger er det behov for sterkere samordning av virkemiddelapparatets samlede mål og innsats. Dette bør omfatte mer koordinerte oppdrag fra relevante departementer, felles porteføljestyling for utvalgte strategiske satsinger og bedre koordinering mellom finansielle virkemidler, regulering og markedsutvikling.

Utviklingen i EU, hvor klima-, energi- og industripolitikken i økende grad kobles til mål om industriell kapasitet, konkurransekraft og sikkerhet, gir et relevant grunnlag for å vurdere innretningen av norske virkemidler. Virkemiddelapparatet bør ha evne til raskere tilpasning av virkemidler og prioriteringer når teknologi, markeder og rammebetingelser endres.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 85)	Vi støttar ambisjonen om meir samanhengande verkemiddelløp frå forskning til marknad. For at Energi2050-strategien skal bidra til ei heilskapleg energiomstilling, må oppfølginga omfatta bioenergi, varme, overskotsenergi, biogass og andre fornybare gassar, sjølv om desse ikkje er definerte som eigne prioriterte teknologiområde. Forsking og innovasjon må òg undersøka kvifor modne energiløysingar ikkje blir skalerte raskare i Noreg. Det bør leggjast til rette for samanliknande analysar av rammevilkår og verkemiddel i Noreg og nabolanda, og av skilnader i investeringar, produksjon, marknadsutvikling og teknologiutruiling. Vi ber om samanhengande verkemiddelløp frå forskning via demonstrasjon til marknad, inkludert systemdemonstrasjonar der teknologi, infrastruktur, marknad og regulering blir testa samla. Aktørar innan bioenergi, varme, overskotsenergi og fornybare gassar bør sikrast deltaking i relevante forskings- og innovasjonssenter, testarenaer og nasjonale analysekapasitetar. Dette må følgjast opp gjennom ressursfordeling, utlysingar og konkrete demonstrasjonsprosjekt.
Lars Petter Maltby (Prosess21)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 85)	Prosess21 støtter anbefalingen om mer sammenhengende virkemiddelløp fra forskning til industriell skalering og marked. Ved oppfølgingen bør slike løp også kunne omfatte tverrgående industriprosjekter som kombinerer flere av strategiens områder, eksempelvis prosessteknologi, elektrifisering, CO₂-håndtering, energigjenvinning, fleksibilitet og materialteknologi. Innretningen av utlysninger og virkemidler bør motvirke at prosjekter fragmenteres mellom sektor- og teknologiområder, og legge til rette for demonstrasjon, første industrielle implementering og oppskalering i reelle industrielle produksjonsmiljøer.
Jack Ødegård (SINTEF Industri)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 85)	Styrk veien fra forskning til industriell bruk: For kraftintensiv industri er teknologiutvikling ofte kapitalintensiv og avhengig av testing i industriell skala. Energi2050 peker selv på gap mellom forskning, pilotering, demonstrasjon og industriell skalering, og anbefaler blant annet å bruke store industriprosjekter som lærings- og demonstrasjonsarenaer. Dette bør følges opp med sammenhengende virkemidler og langsiktig tilgang til forsknings-, pilot- og testinfrastruktur. Det må være mulig å utvikle nye prosesser og materialteknologier hele veien fra forskning og laboratorier til demonstrasjon og første industrielle anvendelse.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Målet må være at forskning og innovasjon ikke bare utvikler ny teknologi, men bidrar til at norsk industri faktisk kan ta den i bruk og bygge nye konkurransefortrinn.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	Forslag til nye anbefalingspunkter i kapittel 4.2: • Styrke samordningen av virkemiddelapparatet: Etablere mer forpliktende samarbeidsmodeller mellom virkemiddelaktørene, med koordinerte mål og tydelig rollefordeling innenfor prioriterte satsinger. Modellene bør gi bedre sammenheng mellom FoUI, demonstrasjon, industriell skalering, markedsutvikling og finansiering, samt mulighet for raskere tilpasning til endrede rammebetingelser. • Vurdere det norske virkemiddelapparatet i lys av utviklingen i EU: Gjennomføre en helhetlig vurdering – en «stresstest» – av om dagens norske virkemidler samlet er tilstrekkelig innrettet mot nye krav til industriell skalering, konkurransekraft, strategiske verdikjeder og sikkerhet.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	Kommentar Havbunnsmineraler - Kapittel 4.2 Det norske virkemiddelapparatet, Aker Solutions støtter anbefalingen om å etablere et sammenhengende og trinnvis virkemiddelløp for havbunnsmineraler som kobler offentlig kartlegging, FoUI, teknologiutvikling og demonstrasjon. Vi mener samtidig at finansieringsmodellene må tilpasses formålet med kunnskapsutviklingen. Når teknologiutvikling og testing er nødvendig for å etablere et troverdig offentlig beslutningsgrunnlag, kan det være begrenset bedriftsøkonomisk grunnlag for at leverandørindustrien skal finansiere dette gjennom betydelig egeninnsats. Dette gjelder særlig når mulighetene for fremtidig kommersiell virksomhet er svært usikre. Det er derfor viktig at virkemidlene gjør det mulig å mobilisere leverandørindustriens teknologikompetanse i samarbeid med forskningsmiljøene, samtidig som hensynet til uavhengig og etterprøvable forskning og beskyttelse av industriell immaterialrett ivaretas. Vi foreslår følgende tillegg til den eksisterende anbefalingen om havbunnsmineraler i kapittel 4.2 (s. 86): «Virkemidlene bør også legge til rette for at leverandørindustrien kan bidra med utvikling og testing av representative teknologikonsepter som grunnlag for miljøstudier og offentlige beslutninger.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Finansieringsmodeller og krav til egeninnsats bør tilpasses prosjektenes kunnskapsformål og den betydelige usikkerheten knyttet til eventuell fremtidig kommersiell virksomhet, innenfor gjeldende statsstøtteregele.
Beate Seibt, Thomas Schubert & Josef Noll, UiO; Elin Kamsvåg, Kristiansund kommune; Iliana Ilieva, IFE; Berit Nilsen & Ivonne Herrera, NTNU Samforsk; Arild Schou & Thomas Øyvang, USN; Dina Aspen, NORSUS (Forskere og partnere i WeEnergize (FME Samfunnsøknad))	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	Tema: Virkemidler som kobler samfunnsfag og teknologi Nåværende tekst: 1. «Styrke finansieringen av system- og verdikjededemonstrasjoner der teknologi, infrastruktur, marked, regulering og brukerbehov utvikles og testes samlet.» (s. 86) 2. «Etablere et langsiktig program for følgeforskning som evaluerer effekten av virkemidler og forskningsinnsats, og som bidrar til løpende justering av prioriteringer.» (s. 86) Forslag til ny tekst: 1. «Styrke finansieringen av system- og verdikjededemonstrasjoner der teknologi, infrastruktur, marked, regulering, brukerbehov og samfunnsmessige forutsetninger utvikles og testes samlet, med kommuner og innbyggere som partnere og forsøksordninger med regelverksunntak der det trengs.» 2. «Etablere et langsiktig program for følgeforskning som evaluerer effekten av virkemidler og forskningsinnsats, og som bidrar til løpende justering av prioriteringer, inkludert virkninger for deltakelse, fordeling og legitimitet.» Nye kulepunkter (s. 86): - «Videreføre og styrke de samfunnsrettede forskningssentrene for miljøvennlig energi, og kreve at teknologiske sentre og store satsinger integrerer samfunnsvitenskapelig forskning fra problemformulering til implementering.» - «Etablere lokale test- og læringsarenaer i kommuner der forskere, kommuner, innbyggere, næringsliv og energi- og nettselskaper utvikler og prøver ut løsninger sammen.» Begrunnelse: Strategien sier at omstillingen krever kunnskapsutvikling «på tvers av energi-, teknologi-, markeds- og samfunnsfag» (s. 38), men virkemiddelkapitlet følger det ikke opp. Nye sentre foreslås bare for energisikkerhet og havbunnsmineraler (s. 86). Av de 32 sentrene for miljøvennlig energi siden 2009 har 5 vært samfunnsrettede (s. 88), og strategien sier ikke om de skal videreføres. Kapittel 4.5 og 4.6 behandler industrien som eneste innovasjonsdriver, og ordet «innbygger» forekommer ikke i strategien. Innspillene om samproduksjon, kommuner, lokal beredskap, suffisiens og energirettferdighet forutsetter



at samfunnsfag og teknologi arbeider sammen fra problemformulering til implementering. Uten virkemidler for det blir det med enkeltprosjekter.

Velaug Myrseth Oltedal
(Høgskulen på Vestlandet)

4.2 Det norske
virkemiddelapparatet (s. 86)

Etter setningen om sammenhengende løp for prioriterte områder, og før listen med anbefalinger, foreslår vi:

«Det bør samtidig være mulig å finansiere mindre, faglig spissede FoU-prosjekter på selvstendig grunnlag, uten krav om store konsortier.»

Begrunnelse: Avgrensede forsknings- og teknologiutfordringer kan løses effektivt med få partnere. Mindre prosjekter kan redusere koordineringsbehovet og senke terskelen for at bedrifter får undersøkt konkrete problemstillinger. Prosjektstørrelse og partnerskap bør tilpasses forskningsoppgaven, og prosjektene bør vurderes ut fra egen kvalitet, relevans og forventet nytte. Dette kan også gi kunnskap og løsninger som senere inngår i større industrielle utviklingsløp.

Katrine Wyller (Katrine
Wyller)

4.2 Det norske
virkemiddelapparatet (s. 86)

Kommentarer til kulepunktene under «Energi2050 anbefaler»:

- Strategien går for langt i konkret anbefaling av virkemiddelbruk. Strategien bør peke på mål og forskningsbehov. Selv om Forskningsrådet selvsagt er takknemlige for tilbakemeldinger på hvordan virkemidlene oppleves av brukerne, er det Forskningsrådets oppgave å utvikle og ta i bruk virkemidler i tråd med prioriteringene for å oppnå målene.
- Forskningsrådet mener at dagens praksis med effektstudier med jevne mellomrom er mer nyttig enn etablering av eget program for følgeforskning. Tidligere studier viser at effektene av målrettet forskningsinnsats først viser seg over tid og at det er grupper med offentlig finansiert aktivitet som f.eks. sentre, infrastruktur og flere relaterte prosjekter som må studeres, ikke enkeltprosjekter.
- Forskningsrådet har selv tidligere anbefalt en satsing på FoU innen havbunnsmineraler, og er glad for at Energi2050 også anbefaler dette. Det oppleves imidlertid som at havbunnsmineraler gis stor vekt sett i forhold til områdets relative omfang og de øvrige prioriterte forskningsområdene i strategien.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		- Oppgaven med å etablere et sammenhengende og trinnvis virkemiddelløp for havbunnsmineraler omfatter også aktiviteter som ligger under forvaltningen, og anbefalingen kan ikke bare rettes mot virkemiddelapparatet.
Ronny Fiuren (Mylicia Energy AS)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	Strategien anbefaler økt satsing på systemdemonstrasjoner. Det anbefales at fleksibilitet trekkes frem som et prioritert område for slike systemdemonstrasjoner. Euroflex prosjektet har vist betydningen av å teste teknologi, markedsdesign, regulatoriske forhold og kundeinvolvering samtidig i virkelige driftsmiljøer. Storskala demonstrasjonsarenaer for fleksibilitet bør derfor løftes frem som en nasjonal FoUI-prioritet. Fremover vil det være vesentlig viktigere å få strømnnettbransjen til å tilrettelegge for nasjonalt standardisering sammen med virkemiddelapparatet.
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	For bærekraftig flydrivstoff er en sentral utfordring å bygge bro mellom teknologiutvikling og kommersiell produksjon. Første industrielle produksjonsanlegg innebærer store kapitalbehov, teknologisk risiko og lange investeringshorisonter. Et sammenhengende virkemiddelløp må derfor også omfatte demonstrasjon, oppskalering og første industrielle anlegg for produksjon av avansert bio-SAF og e-SAF.
Ingeborg Palm Helland (NINA)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	Vi foreslår å legge til følgende to kulepunkter under «Energi2050 anbefaler» på s. 86: - Styrke finansieringen av uavhengig og maktkritisk forskning - Utforske hvordan virkemiddelapparatet kan innrettes for å legge bedre til rette for økt deltakelse av offentlige aktører i FoUI, f.eks. direktorater, kommuner, fylkeskommuner og andre, som har store kunnskapsbehov knyttet til grønn omstilling, men som ikke er organisert eller finansiert på en måte som gjør dem i stand til å delta i FoUI på samme måte som store næringslivsaktører klarer Videre bør siste kulepunkt på s.86 inkludere Klima- og miljødepartementet for å sikre oppnåelse av klimamål og naturmål, samt håndtering av naturrisiko og klimarisiko.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Solrun Figenschau Skjellum (NIVA)	4.2 Det norske virkemiddelapparatet (s. 86)	Om forslaget "etablering av forsknings- og innovasjonssentre som dekker hele innovasjonsskjeden fra grunnforskning til demonstrasjon og praktisk implementering. Slike satsinger bør være et supplement til – ikke erstatning for – den ordinære energiforskningen.". Vi synes forslaget er teoretisk godt. Vi har f.eks. hatt utfordringer med å bruke grønn plattform for naturbasert innovasjon fordi påkrevd TRL. Men vi ser en del utfordringer med en slik løsning. Dette kan bli store, komplekse sentre som krever lederkompetanse som må bygges. Selv om statlige forskningsmidler skulle evne å dekke både slike og eksisterende sentre, kan det bli stor konkurranse om brukerpartnerne. Vi anbefaler tett dialog med forskningsmiljøene for å rigge en slik type utlysning og fortrinnsvis teste ut med noen smalere tema. Et mulig alternativ, som også isolert sett er nyttig, er å innføre virkemidler for 1) synteser og 2) midler til samarbeid mellom eksisterende sentre og satsinger slik at helhet blir bedre i eksisterende satsinger. Om sentre: Vi leser strategien som en støtte til sentre og er positive til det. Forskning viser at sentre mobiliserer tverrfaglig forskning, relevans og ro til å bygge tillit, som er viktig for å lykkes med målene i Energi2050. Vi trenger imidlertid sentre hvor natur, miljø og samfunnshensyn er hovedfokus. FME samfunn bør beholdes for å sikre en samfunnsvitenskapelig innramming. Vi vet at en teknologisk vinkling begrenser hvilke samfunnsvitenskapelige spørsmål som kan bli stilt. Tilsvarende gjelder for natur. De teknologiske FME-ene åpner i dag for å ta inn natur, men det teknologiske fokuset gjør at dette blir begrenset. Innenfor dagens rammer er det dessuten i liten grad mulig å ta inn forskningsinstitusjoner med spisskompetanse på natur og miljø. De nye areal- og naturbrukssentrene muliggjør dette, men energi er her en av flere sektorer. Vi anbefaler at det vurderes om eksisterende sentre dekker natur og miljø tilstrekkelig eller om det er behov for en FME miljø (natur og forurensning). Sentre må også ha egnede finansielle rammer. Det er høye krav til antall PhDer og krav til koordinering med andre sentre. Budsjett til forskning på relevante løsninger for brukerne begrenses, og vi får spørsmål om dette fra brukere. Vi legger til at de spissere utlysningene også bør beholdes. De er viktig for å mobilisere bredt og bygge kompetanse. Sentrene ekskluderer mange. Om forslaget: Etablere følgeforskning av virkemidler, forskningsinnsats og gjøre løpende justering av prioriteringer." Dette er vi svært positive til. Vi ser noen risikoer, bl.a.: hvordan midler fordeles på tvers av prioriterte områder, hvordan sikre midler til ikke-prioriterte teknologier og at tverrgående satsinger også dekker ikke-prioriterte teknologier (f.eks. natur og landvind), hvordan sikre grunnforskning på nye teknologier, etc. Om forslaget "Sikre koordinert innsats mellom relevante departementer der prioriterte områder har tverrsektorielle avhengigheter av betydning for sikkerhet og beredskap." Sameksistens, arealplan, natur og miljø bør også inn her. Kumulativ belastning på natur og miljø er en tverr-sektoriell utfordring. Sameksistens og arealplan går også typisk på tvers av sektorer.



Egenfinansieringskrav har blitt krevende for energiaktører – og er spesielt vanskelig for natur, miljø og samfunnshensyn fordi selskapene ikke har mange egne ressurser på disse områdene. Mange selskaper deltar ikke lenger i forskning. Vi mener krav må differensieres mellom modne og kapitalintensive, umodne industrier, eller evt. at foreslått risikokapital kan brukes til dette. Vi sliter i økende grad også med å involvere klynger, sivilsamfunn og forvaltning pga ressursutfordringer. Konsekvenser av dette er utilsiktet konkurranseskjevhet, maktdynamikk som påvirker sosial legitimitet, vanskeligere å oppskalere forskning, høy økonomisk risiko for forskningsmiljøene. Vi er bekymret for at dette begrenser forskning.

Marit Dolmen (Elkem ASA)

4.2 Det norske
virkemiddelapparatet (s. 95)

Biokarbon til metallurgisk industri bør behandles som råvare og reduksjonsmiddel – ikke primært som energibærer. FoUI-behovene skiller seg fra bruk av biomasse til energi og omfatter råstoffkvalifisering, metallurgiske egenskaper, påvirkning på prosess og produktkvalitet, sikker håndtering, logistikk og testing fra laboratorie- og pilotskala til full industriell drift. Energi2050 bør eksplisitt inkludere biobaserte og alternative reduksjonsmidler for metallurgisk industri

JOSEFINE HELENE SELJ
(IFE)4.3 Nordisk, europeisk og
internasjonalt samarbeid (s.
86)

Koblingen til EU bør gjøres strategisk, ikke bare finansielt. Norske prioriteringer må utvikles i samspill med europeiske forsknings-, industri- og energipolitiske prioriteringer og med områder der norske miljøer kan påvirke partnerskap, standarder og kommende arbeidsprogrammer.

Strategien omtaler riktignok EU-programmer, SET-planen og europeiske partnerskap, og fastslår at europeiske prioriteringer påvirker den nasjonale utviklingen. Dette perspektivet kommer imidlertid sent i dokumentet og er i liten grad synlig i begrunnelsen for de ti valgte satsingsområdene. IFE har tidligere understreket at overgangen mellom nasjonalt og globalt perspektiv er uklar, og at blant annet solenergi og batteriteknologi blir undervurdert når det internasjonale perspektivet ikke gis tilstrekkelig vekt.

Fridtjof Unander (Aker
Solutions)4.3 Nordisk, europeisk og
internasjonalt samarbeid (s.
87)

Kapittel 4.3 «Nordisk, europeisk og internasjonalt samarbeid», s. 86–87

Vi støtter strategiens anbefaling om sterk norsk deltakelse i europeiske forsknings- og innovasjonsprogrammer og tidlig posisjonering i europeiske partnerskap.



Den raske utviklingen i EUs energi-, klima- og industripolitikk innebærer at norske aktører i økende grad må forholde seg til europeiske satsinger som kombinerer forskning, industriell oppskalering og produksjonskapasitet. Dette åpner betydelige muligheter for norsk leverandørindustri på områder der vi har sterke teknologiske og industrielle fortrinn. For å utnytte disse mulighetene bør nasjonale satsinger kobles tettere til europeiske programmer, partnerskap og industrielle initiativer.

Nordisk samarbeid kan være særlig relevant for utviklingen av nye industrielle verdikjeder. Et konkret eksempel er SMR, hvor Sverige og Finland arbeider med utvikling av ny kjernekraft, mens norsk leverandørindustri har relevant kompetanse fra blant annet petroleums- og maritim sektor. I den svenske regjeringens kjernekraftkoordinators rapport fra august 2026 «Rekommendationer avseende svenska leverantörskedjan för ny kärnkraft» anbefales økt nordisk samarbeid om kvalifisering og sertifisering av leverandører, med eksplisitt henvisning til norsk olje- og gassleverandørindustri. Dette illustrerer mulighetene for et mer systematisk nordisk samarbeid om konkurransedyktige leverandørkjeder for det europeiske markedet. (Vi viser til vår kommentar til kapittel 5.6 om SMR for en nærmere omtale.)

Referanse: Sveriges kärnkraftssamordnare (2026), Delrapport 7: Rekommendationer avseende svenska leverantörskedjan för ny kärnkraft, særlig kapittel 6.4, s. 15.

Forslag til tillegg i brødteksten i kapittel 4.3, s. 87:

«Utviklingen i EUs energi-, klima- og industripolitikk gir nye muligheter for norske forsknings- og industrimiljøer. Norske aktører bør posisjonere seg tidlig i europeiske programmer og industrielle initiativer, særlig der forskning, demonstrasjon og industriell oppskalering kobles til utvikling av strategiske verdikjeder og produksjonskapasitet. Dette krever et tett samarbeid mellom myndigheter, virkemiddelapparat, forskningsmiljøer og industri.

Nordisk samarbeid kan samtidig gi viktige muligheter for å utvikle konkurransedyktige industrielle verdikjeder basert på komplementær kompetanse og kapasitet i de nordiske landene. Et eksempel er leverandørkjeder for SMR, hvor et tettere samarbeid om teknologiutvikling, standardisering, kvalifisering og sertifisering kan styrke regionens konkurransekraft i et voksende europeisk marked.»

Forslag til nytt anbefalingspunkt i kapittel 4.3:

- Styrke norsk industris og forskningsmiljøers deltakelse i europeiske initiativer og finansieringsordninger og bedre kobling mellom nasjonale og europeiske satsinger. Dette bør også omfatte målrettet nordisk samarbeid om utvikling av konkurransedyktige industrielle verdikjeder.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	4.3 Nordisk, europeisk og internasjonalt samarbeid (s. 87)	Kapittel 4.3 «Nordisk, europeisk og internasjonalt samarbeid», s. 86–87 Vektlegge samarbeidet med IEA : I en situasjon preget av økende geopolitisk usikkerhet, handelspolitiske spenninger og større risiko knyttet til energisikkerhet og strategiske leverandørkjeder blir internasjonalt samarbeid om energi, teknologi og innovasjon stadig viktigere. Det internasjonale energibyrået (IEA) har en sentral rolle som kunnskapsleverandør og samarbeidsarena for myndigheter og industri. Dette inkluderer IEAs Technology Collaboration Programmes (TCP-er), som mobiliserer myndigheter, forskningsmiljøer og industri i internasjonalt samarbeid om forskning, utvikling og kommersialisering av energiteknologi. Forslag til tillegg i brødteksten i kapittel 4.3, s. 87: «I lys av den geopolitiske utviklingen bør norsk deltakelse i IEAs arbeid vektlegges som en viktig del av det internasjonale energisamarbeidet. IEA gir tilgang til kunnskap, analyser og samarbeidsarenaer av betydning for energisikkerhet, teknologiutvikling og robuste verdikjeder. IEAs Technology Collaboration Programmes (TCP-er) er særlig relevante for å utvikle kompetanse, fremme internasjonal teknologiutvikling og styrke norske forsknings- og industrimiljøers samarbeid med sentrale partnere både innenfor og utenfor Europa.» Forslag til nytt anbefalingspunkt i kapittel 4.3: • Styrke og videreutvikle norsk deltakelse i IEAs teknologi- og innovasjonssamarbeid, inkludert gjennom TCP-ene, og utnytte disse for kompetansebygging, internasjonal teknologiutvikling og samarbeid om energisikkerhet, industrielle verdikjeder og kritiske teknologier.
Kristine Lunde-Fuglestad (Battery Norway)	4.3 Nordisk, europeisk og internasjonalt samarbeid (s. 87)	Battery Norway støtter anbefalingen om tidlig norsk posisjonering i europeiske forsknings- og innovasjonsprogrammer. Vi mener batteriteknologi bør synliggjøres blant områdene der slik posisjonering er særlig relevant. Utviklingen av EUs neste langtidsbudsjett og forskningsprogrammer gir grunn til å se norsk batterikompetanse i sammenheng med europeiske behov for konkurransekraft, energisikkerhet og robuste verdikjeder.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Gunhild A. Reigstad (FME HYDROGENi)	4.3 Nordisk, europeisk og internasjonalt samarbeid (s. 87)	Deltakelse i Europeisk forskningssamarbeid bidrar til å styrke norsk konkurransekraft gjennom samarbeid med ledende Europeiske bedrifter og forskningsaktører. Videre er det essensielt for nettverksbygging og reelt samarbeid som bygger tillit mellom aktørene. For norske universitet og forskningsinstitutter er finansiell støtte til utvikling av forsknings- og teknologi-infrastrukturer og kompetanse essensielt for å være posisjonert til å utvikle vinnende prosjekter og konsortier i EU. Punktet «Å videreføre og styrke full norsk deltagelse i europeiske FoUI-programmer og å posisjonere norske aktører tidlig i arbeidsprogrammer og europeiske partnerskap.» foreslås derfor utvidet til: Å videreføre og styrke full norsk deltagelse i europeiske FoUI-programmer og å posisjonere norske aktører tidlig i arbeidsprogrammer og europeiske partnerskap gjennom strategisk utvikling av kunnskap og konkurransedyktige forsknings- og teknologi-infrastrukturer samt nettverks-støtte.
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	4.3 Nordisk, europeisk og internasjonalt samarbeid (s. 87)	Norsk FoUI-innsats for bærekraftig flydrivstoff bør kobles strategisk til utviklingen av det europeiske markedet for SAF. Europeiske innblandingskrav vil etablere et betydelig og voksende marked frem mot 2050. Norske forsknings-, industri- og virkemiddelaktører bør derfor posisjoneres mot europeiske programmer og partnerskap innen avansert biodrivstoff, hydrogen, syntetiske drivstoff og luftfart.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 87)	Vedrørende internasjonalt kap 4.3. Utdanning bør og vere med her. Dette er strategisk i forhold til nettverk utanlands og tilknytning til norge som kompetanseleverandør og forhåpentlegvis teknologileverandør ...
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 87)	I think practical hydropower competence should be mentioned more explicitly. MSc and PhD education should include access to laboratories, full scale facilities and real industry projects, in addition to research based theoretical training. Because: Hydropower engineering also depends on practical understanding of hydraulic structures, dam safety, hydromechanics and operation. This competence is difficult to maintain through classroom and numerical work alone...



Innsender	Kapittel	Kommentar
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 87)	side 87 - side 89 Etter innledningen: "Kompetanse er en forutsetning for energiomstillingen." eller etter avsnittet: "Flere prioriterte områder konkurrerer om den samme kompetansen." Kommentar: Kapitlet beskriver viktige kompetansebehov, men i begrenset grad hvordan denne kompetansen skal bygges over tid. Oppbygging av utdanningskapasitet og forskningsmiljøer er langsiktige prosesser. Strategien bør derfor tydeligere koble hvert innsatsområde til forventede tidshorisonter for kompetanseutvikling for å dekke behov fram mot 2040 og 2050. Begrunnelse: Oppbygging av utdanningskapasitet og forskningsmiljøer er langsiktige prosesser og å koble kompetansebehov til faktiske ledetider (10–15 år) er viktig. Etter avsnittet: "NT-fagene er særlig viktige..." Kommentar: Energiomstillingen krever ikke bare flere teknologer, men også sterkere samspill mellom teknologi, økonomi, samfunnsfag, jus og forvaltning. For mange av energiomstillingens utfordringer er markedsløsninger, reguleringer og virkemidler like viktige som den teknologiske utviklingen. Kompetanse om markedsdesign, insentivstrukturer og regulatoriske rammeverk bør derfor inngå som en integrert del av strategiens kompetansesatsing. Begrunnelse: Ettersom mange av barrierene for energiomstillingen ligger i skjæringspunktet mellom teknologi, marked, samfunn og regulering, er det viktig å tydelig adressere betydningen av tverrfaglige kompetansemiljøer. Ved anbefalingen: "Styrke rekrutteringen til MNT-fagene ..." Kommentar: Strategien kunne i større grad adressere behovet for å mobilisere flere inn i energiomstillingen, dette gjelder både studenter, forskere og yrkesaktive som skal omskoleres eller videreutdannes. Begrunnelse; For flere av de prioriterte områdene kan mangel på arbeidskraft og kompetanse bli minst like begrensende som teknologien selv. Samtidig er det viktig at satsingen ikke bare måles i volum. Høy kvalitet i utdanningene, sterke fagmiljøer og målrettet kompetanseutvikling innen strategisk viktige områder vil være avgjørende for å oppnå ønsket effekt av investeringene. Norge og Europa trenger innovasjon som gjør NT satsning mer effektiv i å skape løsninger, også per hode, også i samfunnendring



Innsender	Kapittel	Kommentar
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 87)	Strategien peker på viktige framtidige kompetansebehov innen energi, maritim sektor, petroleum, digitalisering og systemanalyse. Vi anbefaler at kompetansebehov knyttet til bærekraftig flydrivstoff, samt null- og lavutslippsluftfart inkluderes i denne omtalen. Dette gjelder blant annet: - hydrogenteknologi og sikker håndtering - elektriske framdriftssystemer - energiinfrastruktur på flyplasser - energisystemintegrasjon - sertifisering og luftfartsregelverk - sikker implementering av ny teknologi i operativ luftfart Utviklingen av null- og lavutslippsluftfart vil kreve tverrfaglig kompetanse på tvers av energi, transport, teknologi og regulering.
Anita Sandnes Andresen (Tekna - Teknisk- naturvitenskapelig forening)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 87)	Kompetanse Tekna er positiv til at Energi 2050 peker på risikoen for kompetansemangel. Tekna deler denne bekymringen. Mangel på ingeniører, teknologer og naturvitere kan bli en begrensning for nettutbygging, elektrifisering, energiomstilling og teknologiutvikling. Det er mange næringer som skal dele på realfagskompetansen, samtidig som rekrutteringen til realfagene over tid har gått ned både i videregående opplæring og høyere utdanning. Digitalisering og effektivisering vil kunne bøte på noe av mangelen på arbeidskraft, men bør i alle tilfeller kombineres med sterke kompetansemiljøer. Tekna støtter derfor strategiens anbefaling om at kompetanse må bygges i takt med omstilling. Dette gjelder både forskning på framtidige kompetansebehov og tiltak for å styrke rekruttering, utdanningskapasitet, etter- og videreutdanning og omstilling av arbeidskraft. Tekna savner imidlertid at fokuset på teknologiutvikling og kompetansebygging også omfatter onshore, ikke bare offshore. Tekna mener at kompetanseperspektivet bør utvides og gis en mer sentral plass i strategien.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Jan Einar Gravdal (privat)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 87)	Det nasjonale kompetanseløftet (kap. 4.4, kulepunkt 1) bør følges opp med konkrete virkemidler, også for petroleumsrettet forskning. Det bør omfatte hele petroleumsforskningen, også boring, brønnoperasjoner og P&A, ikke bare undergrunn.
Tor Haakon Bakken (Denne tilbakemeldingen er sendt inn på vegne av NTNU Energi - Team Vannkraft)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Kap 4.4 bør framheve rekruttering til FoUI og academia. Som nemnt tidlegare rerutterer academia nesten ingen norske lenger. Dette er ein potensiell trussel for framtida og bør nemnast spesielt.
Vitensenterforeningen (DuVerden AS)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Skal Norge lykkes med omstillingen til et lavutslippssamfunn og realisere ambisjonene innen utslippsfri energi, CO₂-håndtering, petroleum og nye havnæringer, er det ikke tilstrekkelig å utvikle teknologi, industri og rammevilkår alene. Omstillingen forutsetter også langsiktig kompetansebygging, rekruttering og bred samfunnsforankring. De 13 regionale vitensentrene inngår i Forskningsrådets Viten-program og er organisert gjennom Vitensenterforeningen. Vitensentrene er en etablert nasjonal infrastruktur for utforskende læring, realfagsrekruttering og kunnskapsformidling. Gjennom sin tilstedeværelse i hele landet når vitensentrene bredt ut til barn og unge, lærere, familier og allmennheten, og fungerer som møteplasser mellom forskning, utdanning, næringsliv og samfunn. Årlig registrerer vitensentrene mer enn 1,3 millioner besøkende, inkludert 360 000 elever og lærere som deltar i utforskende undervisningsopplegg innen realfag og teknologi. Vitensentrene har særlig styrke innen: • formidling av kompleks energi- og teknologikunnskap gjennom praktiske og utforskende læringsopplegg • rekruttering til realfaglige og teknologiske utdanninger og yrker • kompetansebygging gjennom hele utdanningsløpet • utvikling av regionale samarbeidsarenaer mellom skole, arbeidsliv og forskning Gjennom samarbeid med UH-sektor, forskningsmiljøer, industri og offentlig sektor kan vitensentrene bidra til å styrke forståelsen for energiomstillingen og fremtidens energisystemer. Dette inkluderer både teknologiske muligheter, ressursforvaltning, bærekraft og samfunnsmessige konsekvenser.



Vitensentrene representerer en etablert, effektiv og skalerbar struktur for å:

- styrke fremtidig tilgang på relevant kompetanse og kvalifisert arbeidskraft
- bidra til økt forståelse og engasjement i befolkningen
- koble nasjonale strategier til lokale og regionale initiativer
- styrke den lokale forankringen av energiomstillingen

Som regionale arenaer for læring, dialog og samfunnsforståelse kan vitensentrene spille en viktig rolle i å bygge tillit, kunnskap og deltakelse i overgangen til lavutslippssamfunnet frem mot 2050.

De regionale vitensentrene har allerede tett samarbeid med relevante energi-, industri- og teknologimiljøer, og representerer en eksisterende struktur som kan mobiliseres i nasjonale satsinger innen Energi2050.

Kortversjon:

Vitensentrene bør inngå i Energi2050-strategien fordi de:

- styrker rekrutteringen til realfag og energirelaterte yrker
- bidrar til økt kompetanse og forståelse i befolkningen
- kobler forskning, teknologi, utdanning og samfunn
- støtter hele utdanningsløpet gjennom utforskende læring
- bidrar til lokal og regional forankring av energiomstillingen
- fungerer som nasjonale og regionale møteplasser for kunnskap og dialog om fremtidens energiløsninger

Erik Berge (FME Include)

4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)

I beskrivelsen av kompetansebehovet forsvinner stort sett samfunnsvitenskap og humaniora, til tross for at det blir nevnt i innledningen at det blir «stadig viktigere å kombinere teknologisk kompetanse med kunnskap om digitalisering, sikkerhet, markeder, regulering, natur og samfunn. (s. 87) og at Norge har hatt 5 samfunnsrettede FMEer (s. 88). Under overskriften Energi2050 anbefaler (s. 88-99) foreslår vi at følgende kulepunkt legges til:

«Styrke rekrutteringen til samfunnsvitenskap og humaniora på energiomstilling.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Friederike Hoffmann (Geofysisk Institutt og Bergen Offshore Wind Center, Universitetet i Bergen)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Energi2050 anbefaler, side 88: Legg til i listen: - Styrke master-, doktorgrads- og etter- og videreutdanningstilbud om fornybar energi, energiressurser og grønn omstilling
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	I listen over «Energi2050 anbefaler» foreslår vi at «bølgekraft» legges til i det tredje punktet, slik at det lyder: «Styrke kompetanseoverføring fra petroleum og maritim sektor til havvind, bølgekraft, CO ₂ - håndtering, havbunnsmineraler, geotermi og offshore energisystemer.» Geotermi, som er et ikke- prioritert fagområde i kapittel 5.4, er allerede navngitt i dette punktet. Kapittel 5.12 slår fast at bølgekraft har klare likhetstrekk med norsk kompetanse fra petroleum og havvind, blant annet innen forankring, undervannsteknologi og drift i tøft klima. Kapittel 2.2.5 advarer om at denne kompetansen kan gå tapt før nye havnæringer modnes.
Velaug Myrseth Oltedal (Høgskulen på Vestlandet)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Etter anbefalingen om tverrfaglige utdanningstilbud foreslår vi: «Tilgang til relevant undervisningsutstyr bør styrkes fra videregående opplæring og fagskole til universitet og høgskole.» Begrunnelse: Næringslivet trenger både fagarbeidere, teknikere og kandidater med høyere utdanning som har praktisk erfaring med relevant teknologi. Tilgang til oppdatert undervisningsutstyr kan styrke kompetansen innen sikker drift, vedlikehold og teknologiutvikling og gjøre kandidatene bedre forberedt på bedriftenes behov.
Astrid Ståledotter Landstad (Klimaetaten, Oslo kommune)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Klimaetaten er positive til at strategien løfter fram samspillet mellom energisystemet, natur, miljø og samfunn som et flerfaglig kunnskapsfelt som binder natur-, samfunns- og teknologiforskning sammen (kapittel 3.4). Det vises til at det er sentrale forskningsbehov for å sikre kompetanse og virkemidler som gjør oss i stand til å videreutvikle energisystemet i tråd med UFF-rammeverket og med lavest mulig miljø- og naturpåvirkningen. Klimaetaten savner en beskrivelse av tiltak og virkemidler i kapittel 4 som gir retning for Norges FoU innenfor dette området. Klimaetaten savner konkrete tiltak og virkemidler innenfor naturhensyn, energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet, slik som utvikling av naturregnskap,



Innsender	Kapittel	Kommentar
		kompetanse og verktøy for å innarbeide arealnøytralitet som prinsipp i utbygging av energisystemet og bedre metodikk for konsekvensutredninger som hensyntar økosystemtjenester, kumulative effekter over tid, kunnskap om effekter på spesielt sårbare arter og naturtyper og kunnskap for å gjennomføre og evaluere restaurering. På disse områdene er det et prekært behov for forskning og kompetanseløft. I tillegg savner vi konkrete anbefalinger til utvikling av verktøy og virkemidler som gjør oss i bedre stand til veie midler til energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet opp mot utbygging av ny produksjon og energiinfrastruktur, som svar på behovet for økt fornybar energi til klimaomstillingen.
Lars Petter Maltby (Prosess21)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Prosess21 støtter vektleggingen av tverrfaglig kompetanse og kompetanseoverføring. For kritiske og strategiske råmaterialer bør kompetanseutviklingen ses i et samlet verdikjedeperspektiv som kobler landbaserte mineralressurser, eventuelle havbunnsmineraler, prosessering, materialteknologi, sirkularitet og industrielle anvendelser. Mange av forsknings- og kompetansebehovene er felles på tvers av ressursgrunnlag. Et integrert kompetanseøkosystem kan redusere fragmentering, styrke eksisterende mineral-, prosess- og materialmiljøer og bidra til at nye ressurser kobles til industrielle verdikjeder og relevant prosesseringskapasitet.
Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	For batteriområdet er tilgang til representative datasett, testdata og driftsdata en forutsetning for utvikling av digitale modeller og KI-baserte løsninger. Strategien bør tydeligere fremheve behovet for mekanismer som tilrettelegger for sikker deling og tilgjengeliggjøring av data mellom industri og forskningsmiljøer.
Jan Einar Gravdal (privat)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Kompetanseoverføring (kap. 4.4, kulepunkt 3) bør omtales som felles kompetansebygging på tvers av områdene, og virkemidlene bør utformes deretter, for eksempel gjennom utlysninger og sentre som dekker både petroleum og nye anvendelser.
Jan Einar Gravdal (privat)	4.4 Kompetanse, utdanning og videreutdanning, digitalisering og datahåndtering (s. 88)	Jeg foreslår at boring og brønnoperasjoner tas inn i kap. 4.4, kulepunkt 1: «Utvikle nasjonale kompetanseløft innen energisystemer, digital sikkerhet, boring og brønnoperasjoner, undergrunn, havromsteknologi, CO ₂ -håndtering, nye energibærere og muliggjørende teknologier.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 89)	Kapittel 4.5 «Industriell aktivitet som innovasjonsdriver», s. 89–90 Vi støtter strategiens anbefaling om å bruke industriprosjekter mer målrettet som arenaer for teknologiutvikling, standardisering og kostnadsreduksjon. Samtidig mener vi at anbefalingene bør være tydeligere på leverandørindustriens selvstendige rolle i innovasjon og industrialisering. Erfaringene fra blant annet havvind og CCS viser at støtte til utbyggingsprosjekter ikke nødvendigvis gir leverandørindustrien tilstrekkelige insentiver til å investere i nye produksjonsprosesser og industriell kapasitet. På enkelte områder vil direkte støtte til leverandørdrevne demonstrasjonsprosjekter og førstegangsproduksjon (FOAK) kunne være avgjørende for kostnadsreduksjoner, kortere gjennomføringstid og økt konkurransekraft. Dette er også relevant for å videreutvikle strategisk viktig norsk industrikompetanse i overgangen mellom prosjektbølger. Forslag til tillegg i brødteksten i kapittel 4.5, s. 89–90: «Leverandørindustrien har en sentral rolle som driver for teknologiutvikling, industrialisering og kostnadsreduksjoner. Utviklingen av konkurransedyktige nye verdikjeder krever ikke bare demonstrasjon av teknologier i utbyggingsprosjekter, men også investeringer i produksjonsprosesser, standardisering, modularisering, automatisering og repeterbare leveranser. På utvalgte områder bør virkemidlene derfor i større grad stimulere til leverandørdrevne innovasjons- og oppskaleringssprosjekter.» Forslag til nytt anbefalingspunkt i kapittel 4.5: • Styrke virkemidlene for leverandørdrevet innovasjon, demonstrasjon og industriell oppskalering, særlig for nye produksjonsmetoder og førstegangsproduksjonsanlegg (FOAK) som kan bidra til vesentlige kostnadsreduksjoner, økt produktivitet og sterkere internasjonal konkurransekraft.
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 89)	Book & Claim som demonstrasjonsområde for bærekraftig flydrivstoff Kommentaren gjelder kapittel 4.5, side 89–90, med kobling til kapittel 4.2, 4.7 og 5.8. AFSN foreslår et demonstrasjonsområde for Book & Claim (B&C) som kobler fysisk SAF-levering til frivillig kundebetaling, kontrollerbar dokumentasjon og økt SAF-bruk. Et sentralt mål bør være



harmoniserte rapporteringskrav som unngår unødvendige kostnader for drivstoffleverandører, flyoperatører og sluttkunder.

Forslag til tekst i kapittel 4.5:

«Det bør gjennomføres demonstrasjonsprosjekter for Book & Claim knyttet til sertifisert SAF som fysisk leveres til luftfarten i Norge. Prosjektene bør undersøke hvordan dokumenterte klimaattributter kan formidles til virksomheter og offentlige innkjøpere som ønsker å finansiere utslippsreduksjoner fra flyreiser eller flyfrakt.

Demonstrasjonene bør bygge på eksisterende systemer for bærekraftsdokumentasjon og sporbarhet. For det fysiske biodrivstoffet kan dette omfatte ISCC EU. Miljødirektoratet aksepterer dokumentasjon fra EU-godkjente frivillige sertifiseringsordninger ved dokumentasjon av bærekraftskriteriene under omsetningskravene, innenfor ordningenes godkjente virkeområde og forutsatt at relevante krav og ledd i forsyningskjeden er dekket.

Book & Claim krever i tillegg regler og registre for utstedelse, overføring og endelig innløsning av klimaattributter, samt dokumentasjon av hvem som kan benytte hvilke påstander.

Prosjektene bør særlig demonstrere:

- Sammenhengen mellom fysisk levert SAF, bærekraftsbevis og klimaattributter.
- Kontrollerbar fordeling mellom flyoperatørens Scope 1 og kundens relevante Scope 3, i samsvar med aktuelle rapporteringsrammeverk.
- Avgrensning mellom frivillig finansiert SAF utover lovkravene og regulatorisk oppfyllelse, samt forholdet til støtteordninger.
- Kontroll mot dobbeltutstedelse og uforenlig bruk av samme attributt, og samspill mellom registre.
- Harmoniserte dokumentasjons- og rapporteringskrav, med gjenbruk av verifiserte data og eksisterende sertifiseringssystemer.
- Hvordan kundebetaling og langsiktige avtaler kan utløse økt SAF-bruk.

Kravene bør sikre troverdighet uten uforholdsmessige kostnader eller unødvendig dobbeltrapportering. Prosjektene bør involvere leverandører, flyoperatører, kunder, sertifiserings- og verifikasjonsmiljøer og forskningsaktører. Resultatene bør vurderes ut fra ekstra SAF-volumer, dokumenterte livsløpsbaserte utslippsreduksjoner, betalingsvilje, administrative kostnader og skalerbarhet. Det må fremgå hvilke



klimaregnskap, mål og påstander dokumentasjonen kan benyttes til. Book & Claim bør ikke i seg selv forutsettes å kunne oppfylle lovpålagte drivstoffkrav.»

Supplerende forslag til kapittel 4.2 og 4.7:

«Virkemidlene bør støtte demonstrasjon av etterspørsels- og finansieringsmodeller for SAF og e-SAF, herunder langsiktige avtaksavtaler, felles innkjøp, offentlige pilotkunder og frivillig medfinansiering fra sluttbrukere. Prosjektene bør undersøke effekten på investeringsrisiko, finansierbarhet og overgang til kommersiell drift.»

Det bør tas inn en henvisning til demonstrasjonsområdet i kapittel 5.8.

Kilder:

Miljødirektoratet, bærekraftsdokumentasjon:

<<https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/transport/omsetningskrav-for-biodrivstoff/krav-til-oppfyllelse-av-barekraftskriterier/dokumentasjon-av-barekraftskriteriene/>>

Regjeringen, godkjenning av ISCC EU:

<<https://www.regjeringen.no/no/sub/eos-notatbasen/notatene/2025/nov/godkjenning-av-sertifiseringsordningen-international-sustainability-carbon-certification-iscc-eu/id3139713/>>

Ronny Fiuren (Mylicia Energy AS)

4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 89)

Strategien bør tydeligere anerkjenne verdien av demonstrasjonsprosjekter som læringsarenaer for utvikling av fremtidens energisystem. Erfaringene fra Euroflex prosjektet viser at systeminnovasjon krever samspill mellom nettselskaper, markedsaktører, teknologileverandører, myndigheter og sluttbrukere. Det anbefales derfor at strategien fremhever behovet for flere langsiktige demonstrasjonsprosjekter som kombinerer teknologiutvikling, regulatorisk læring og markedsutvikling. Og ikke minst tilrettelegger for operasjonalisering av FOUI arbeid.

Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)

4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 89)

Norge har gjennom offentlige og private investeringer bygget opp betydelig pilot- og testinfrastruktur innen batteriområdet. Strategien bør tydeligere fremheve betydningen av slik infrastruktur som grunnlag for teknologiutvikling, demonstrasjon, kvalifisering og industriell oppskalering. Eksisterende nasjonal infrastruktur bør utnyttes aktivt for å støtte norsk og europeisk industriutvikling, samtidig som den



videreutvikles for neste generasjons batteriteknologier. Forskningsmiljøene kan bidra ytterligere til norsk og europeisk batteriindustri, men dette forutsetter også at industrien i større grad tar i bruk eksisterende kompetanse, testfasiliteter og pilotinfrastruktur.

Charlotte Krafft
(Energiomstilling VEST (HVL,
NHH, NORCE, UiB, UiS))

4.5 Industriell aktivitet som
innovasjonsdriver (s. 90)

Kommentar: I anbefalingen som begynner «Styrke langsiktige investeringer ...», utvides «nasjonal forsknings- og testinfrastruktur» til «nasjonal og regional forsknings- og testinfrastruktur».

I tillegg foreslås: «Tilgang til småskålatesting bør styrkes for å redusere kostnader og risiko ved utvikling av nye konsepter.»

Begrunnelse: Teknologiutviklere trenger tilgjengelige testtilbud som gjør det mulig å prøve ut og forbedre konsepter før kostbar oppskalering. Småskålatesting kan avdekke svakheter tidlig og gi et bedre beslutningsgrunnlag for videre investeringer. Regionale fasiliteter kan senke terskelen for slik testing, særlig for mindre bedrifter.

Begrepet «mellomskala» bør også presiseres, siden samme fasilitet kan representere ulike skalaer for ulike teknologier. Infrastrukturens verdi bør vurderes ut fra hvilke utviklingsbehov den dekker og hvilken nytte den gir bedriftene.

Gunhild A. Reigstad (FME
HYDROGENi)

4.5 Industriell aktivitet som
innovasjonsdriver (s. 90)

Å "Styrke langsiktige investeringer i nasjonal forsknings- og testinfrastruktur som muliggjør storskala og mellomskala-fasiliteter som igjen er avgjørende for å generere data, validere modeller, kvalifisere teknologi og muliggjøre oppskalering." er en bærebjelke for norsk konkurransekraft. Det er per i dag svært skarp konkurranse om midler til slike infrastrukturer. Dette kan være en ekstra barriere for utvikling av infrastrukturer for nye teknologier og konsepter til tross for at utlysningen i seg selv er åpen for både videreutvikling av eksisterende infrastrukturer og etablering av nye. For å understreke finansieringsbehovet forslår vi å endre teksten til:

"Styrke langsiktige investeringer i nasjonal forsknings- og testinfrastruktur slik at både videreutvikling av eksisterende infrastrukturer og investeringer i nye kan prioriteres. Dette vil muliggjøre storskala og mellomskala-fasiliteter avgjørende for å generere data, validere modeller, kvalifisere teknologi og muliggjøre oppskalering for etablerte og nyere teknologier og løsninger."



Innsender	Kapittel	Kommentar
David Roger Lande-Sudall (Høgskulen på Vestlandet)	4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 90)	I anbefalingen som begynner «Styrke langsiktige investeringer ...», utvides «nasjonal forsknings- og testinfrastruktur» til «nasjonal og regional forsknings- og testinfrastruktur». I tillegg foreslås: «Tilgang til småskallatesting bør styrkes for å redusere kostnader og risiko ved utvikling av nye konsepter.» Begrunnelse: Teknologiutviklere trenger tilgjengelige testtilbud som gjør det mulig å prøve ut og forbedre konsepter før kostbar oppskalering. Småskallatesting kan avdekke svakheter tidlig og gi et bedre beslutningsgrunnlag for videre investeringer. Regionale fasiliteter kan senke terskelen for slik testing, særlig for mindre bedrifter. Begrepet «mellomskala» bør også presiseres, siden samme fasilitet kan representere ulike skalaer for ulike teknologier. Infrastrukturens verdi bør vurderes ut fra hvilke utviklingsbehov den dekker og hvilken nytte den gir bedriftene.
Velaug Myrseth Oltedal (Høgskulen på Vestlandet)	4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 90)	Til anbefalingen om langsiktige investeringer i nasjonal forsknings- og testinfrastruktur foreslår vi: «Det bør også sikres grunnfinansiering av laboratoriedrift og basisutstyr, samt ordninger som finansierer måletid og brukskostnader for fagmiljøer og bedrifter.» Begrunnelse: Tilgjengelig utstyr gir først industriell nytte når det kan brukes til forskning, testing og validering. Kostnader ved bruk kan være en barriere, særlig for mindre bedrifter og prosjekter. Finansiering av drift og bruk kan gi bedre utnyttelse av eksisterende investeringer og gjøre det mulig å avklare teknologisk risiko før kostbar oppskalering.
Jan Einar Gravdal (privat)	4.5 Industriell aktivitet som innovasjonsdriver (s. 90)	Kulepunkt 6 i kap. 4.5 bør endres fra «infrastruktur for digitale tvillinger i kraftsystemet» til «infrastruktur for digitale tvillinger i alle deler av energisystemet».
Arne Eik (Norsk Industri)	4.6 Industriens ansvar og behov for teknologilederskap (s. 91)	Kapittel 4.6 anbefaler at industrien tar et tydeligere ansvar for utvikling og bruk av ny teknologi, også for energieffektiv industri. Norsk Industri deler målet. Utkastet foreslår å vurdere ordninger som mobiliserer næringslivets egen FoU-innsats, etter modell av FoT-ordningen på sokkelen (s. 85). Norsk Industri støtter at en slik ordning utredes for industriell avkarbonisering og energieffektivisering på land. Utkastet peker også på at offentlig kapital bør utløse privat kapital, særlig for demonstrasjon og første industrielle



Innsender	Kapittel	Kommentar
		anlegg (s. 91). Bedriftenes vilje til å ta risiko avhenger i tillegg av forutsigbar tilgang på kraft til konkurransedyktige priser og nett.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	4.7 Tilgang til risikokapital (s. 91)	Vi støtter anbefalingene om bedre tilgang til risikokapital, lån og garantier for demonstrasjon og første industrielle anlegg. Vi mener samtidig at anbefalingene bør presisere behovet for finansiering av industriell oppskalering og produksjonskapasitet, ikke bare kommersialisering av nye teknologier og etablering av nye selskaper. For kapitalintensive leverandørbedrifter kan investeringer i nye produksjonslinjer, automatisering, digitalisering og modulbasert fabrikasjon være avgjørende for å oppnå konkurransedyktige kostnader. Slike prosjekter kan ha betydelig teknologi- og markedsrisiko, spesielt når de skal betjene nye markeder med usikker etterspørsel. Forslag til utvidelse av anbefalingspunktet på s. 92 om vekstkapi tal, lån og garantier: • Videreutvikle vekstkapi tal, lån, garantier og relevante tilskuddsordninger for demonstrasjonsprosjekter, første industrielle anlegg og oppskalering av produksjonskapasitet. Dette bør inkludere leverandørbedrifters investeringer i innovative produksjonsprosesser og førstegangsproduksjonslinjer, der offentlig risikoavlastning kan utløse privat kapital og bidra til industriell konkurransekraft.
Jon Erling Fonn eløp (Fornybar Norge)	4.7 Tilgang til risikokapital (s. 91)	Strategien peker på risikovillig kapital og risikoavlastning ved markedssvikt. Utnyttelse av overskuddsvarme avhenger likevel av andre aktører som selv vil beholde friheten til å utvikle eller avvikle virksomheten sin. Prosjekter som er gode for alle parter og for samfunnet kan dermed stoppe på motpartsrisiko. Strategien viser selv at kontraktsmodeller og risikodeling er avgjørende for oppskalering av CO ₂ -verdikjeden. Vi foreslår tilsvarende forskning for varme: kontraktsmodeller, garantier, standardavtaler og andre risikoreduserende løsninger for gjensidig avhengige energiprosjekter.
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	4.7 Tilgang til risikokapital (s. 91)	Utkastet beskriver korrekt at "overgangen fra pilot til første industrielle anlegg er blant de mest krevende fasene å finansiere", men anbefaler at kapitalvirkemidlene "rettes særlig mot områder der Norge har



Innsender	Kapittel	Kommentar
		industrielle fortrinn". Det styrer kapitalen bort fra verdikjeder som er viktige av sikkerhetsgrunner, selv om de ikke er store i dag. Vi foreslår tilføyelsen: "... samt verdikjeder av betydning for nasjonal sikkerhet og forsvarsevne." Investinor, Nysnø og Eksfin bør nevnes konkret, med garantier for første produksjonslinje, inkludert produksjon hos kontraktsprodusent.
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	4.8 Energi2050s rolle og arbeid for å få strategien realisert (s. 92)	Ved avsnittet: "Energi2050 er en løpende strategisk prosess som fortsetter etter publiseringen ..." Kommentar: Etter siste setning om jevnlig vurdering av strategiens gjennomslag og relevans bør det legges til: «Oppfølgingen bør angi tidspunkter og kriterier for revisjon av prioriteringene, og skille mellom rask implementering mot 2030 og langsiktig teknologi- og næringsutvikling mot 2050.» på Kommentar: Strategien beskrives som en løpende prosess i dokumentet, både her i Kap 4 og bla side 15 hvor det står; «Energi2050 skal følge med på å stimulere til implementering av strategien, og strategien skal oppdateres i tråd med endringer i teknologi, markeder, politikk, sikkerhetssituasjon og andre vesentlige rammebetingelser». Men det er uklart begge steder hvordan utviklingen i teknologi, kompetansebehov og omverden skal fanges opp over tid. Gitt de raske endringene innen geopolitikk, teknologitviking og energimarkeder bør det beskrives tydeligere hvordan strategien skal oppdateres og brukes aktivt som et verktøy for kontinuerlig læring, kompetanseutvikling og prioritering. Strategien skal være langsiktig i målsettingene, men fleksibel i valg av virkemidler og forskningsretninger. Er det behov for et delavsnitt under kapittel 4 som sikrer tydelige prosesser og plan for at: • FoU-prioriteringer vurderes regelmessig opp mot ny kunnskap og endrede rammebetingelser. • Utlysninger og virkemidler bør utformes slik at også løsninger, teknologier og forretningsmodeller som ikke var forutsett da strategien ble utarbeidet, kan konkurrere på like vilkår. • Prioriterte innsatsområdene vurderes gjennom periodiske strategirevisjoner. • Det etableres mekanismer for å fange opp nye teknologiske muligheter og samfunnsutfordringer som ikke er identifisert ved strategiens vedtak. Begrunnelse: Energiomstilling trenger forutsigbarhet for langsiktige utviklingsløp, samtidig som innsatsen må kunne tilpasses endringer i markeder, teknologi, konkurransevilkår og kompetansebehov. Gitt den



høye usikkerheten knyttet til teknologiutvikling, geopolitikk, energimarkeder og klimautfordringer bør strategien beskrive hvordan fleksibilitet skal ivaretas gjennom hele strategiperioden.

Tydelige kriterier for revisjon kan ivareta disse hensynene og gi næringslivet og forskning- og utdanningsmiljøene bedre grunnlag for egne investeringer.

Ved å følge opp strategien igjennom en strukturert prosess for læring og revisjon med jevnlig evalueringer, sikrer man en vurdering om innsatsområdene fastsatt fortsatt er relevante, om nye utfordringer er oppstått, og om ressursinnsatsen er tilstrekkelig for å nå målene.

Innovasjon skjer ofte gjennom løsninger som ikke var identifisert på forhånd. Strategien bør derfor kombinere langsiktig retning med mekanismer som gir rom for læring, eksperimentering og framvekst av nye løsninger over tid.

Velaug Myrseth Oltedal
(Høgskulen på Vestlandet)

4.8 Energi2050s rolle og arbeid for å få strategien realisert (s. 92)

Som overordnet kommentar til kapittelet

Vi støtter at Energi2050 skal være en løpende strategisk prosess, men anbefaler at det etableres en tydelig mekanisme for regelmessig revisjon av de prioriterte FoU-områdene fram mot 2050. Teknologi-, markeds- og rammebetingelser kan endres vesentlig over relativt kort tid, og områder som i dag ikke er prioritert kan få økt strategisk betydning. En regelmessig vurdering av porteføljen vil bidra til at FoU-prioriteringene gjenspeiler faktisk teknologi- og markedsutvikling og samtidig ivaretar langsiktig kompetanse og nasjonalt handlingsrom.

David Roger Lande-Sudall
(Høgskulen på Vestlandet)

4.8 Energi2050s rolle og arbeid for å få strategien realisert (s. 92)

Etter siste setning om jevnlig vurdering av strategiens gjennomslag og relevans bør det legges til:

«Oppfølgingen bør angi tidspunkter og kriterier for revisjon av prioriteringene, og skille mellom rask implementering mot 2030 og langsiktig teknologi- og næringsutvikling mot 2050.»

Begrunnelse: Industrien trenger forutsigbarhet for langsiktige utviklingsløp, samtidig som innsatsen må kunne tilpasses endringer i markeder, teknologi og konkurransevilkår. Tydelige kriterier for revisjon kan ivareta begge hensyn og gi bedriftene et bedre grunnlag for egne investeringer.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Ingeborg Palm Helland (NINA)	4.8 Energi2050s rolle og arbeid for å få strategien realisert (s. 92)	I andre avsnitt står det «Energi2050-styret er bredt sammensatt og representerer komplementær kompetanse fra hele energiområdet. Styrets rolle er å se sammenhenger på tvers av sektorer, teknologier og fagområder, utfordre etablerte vurderinger og gjøre helhetlige strategiske avveier.» Det er ikke presist at dagens styre representerer kompetanse fra hele energiområdet. Fra forskningssektoren er det ikke representert kompetanse fra f.eks. biologi eller humanistiske fag, til tross for at natur og samfunn er en prioritert satsing for Energi2050. Deler av teksten i strategien bærer også preg av manglende fagkompetanse. Videre er det sterk representasjon fra næringslivet og forskning, men nesten ingen medlemmer fra det offentlige, og det er ingen representasjon fra kommuner eller frivillige organisasjoner. En bredere representasjon i framtidige Energi2050-styrer vil kunne bidra til et mer solid faglig grunnlag og styrke medbestemmelse og legitimitet i energisektoren.
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 93)	Kommentar1: Etter første setning i siste avsnitt, som begynner «For områdene i dette kapitlet ...», bør det legges til: «Også nye prosjekter innen disse FoUI-områdene må kunne konkurrere om nasjonale midler ut fra forskningskvalitet, industrielle behov og bidrag til strategiens mål.» Kommentar 2: Den høye detaljeringsgraden kan innebære en risiko for at FoUI-innsatsen blir for styrt mot kjente problemstillinger og løsninger. Strategien kunne tydeligere fremheve betydningen av utforskende forskning og innovative initiativer med høy risiko og høyt potensial, som kan bidra til uventede teknologiske og samfunnsmessige gjennombrudd. Begrunnelse: Nye markedsmuligheter og teknologiske gjennombrudd kan oppstå utenfor dagens prioriterte satsingsområder. Næringslivet trenger muligheter til å utvikle og kvalifisere slike løsninger når de har et godt begrunnet potensial for verdiskaping og bidrag til energisystemet.
David Roger Lande-Sudall (Høgskulen på Vestlandet)	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 93)	Etter første setning i siste avsnitt, som begynner «For områdene i dette kapitlet ...», bør det legges til: «Også nye prosjekter innen disse FoUI-områdene må kunne konkurrere om nasjonale midler ut fra forskningskvalitet, industrielle behov og bidrag til strategiens mål.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Begrunnelse: Nye markedsmuligheter og teknologiske gjennombrudd kan oppstå utenfor dagens prioriterte satsingsområder. Næringslivet trenger muligheter til å utvikle og kvalifisere slike løsninger når de har et godt begrunnet potensial for verdiskaping og bidrag til energisystemet.
Ronny Gløckner (Morrow Batteries)	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 93)	Bruken av batterier i droner og autonome systemer omtales i liten grad. Dette er et område med rask teknologisk utvikling og stor betydning innen: • Forsvar og beredskap • Overvåkning og inspeksjon • Maritim sektor • Industrielle anvendelser Norge har både kompetanse og industrielle aktører som kan bidra til utvikling av batterier og energisystemer til slike applikasjoner.
Katrine Wyller (Norges Forskningsråd)	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 93)	I kapittel 5 tar strategien ikke hensyn til hvor Norge har komparative fortrinn og ulike teknologiers rolle i det norske energisystemet, betydning for energiomstillingen eller bidrag til verdiskaping på kort eller lang sikt. De ulike «ikke-prioriterte» teknologiske områdene bør sorteres etter nasjonal betydning. Teknologiområder som ikke vurderes til å ha stor nasjonal betydning, bør samles under «Annet». (Det er mulig det er ment å gi et «signal» ved at det her ikke er i alfabetisk rekkefølge, men det er ikke tilstrekkelig tydelig.)
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 93)	Utkastet legger til grunn at områder utenfor de ti satsingsområdene skal "videreføres gjennom eksisterende programmer og virkemidler", og premissgrunnlaget (s. 126) presiserer at dette "betyr at dagens innsats vurderes som tilstrekkelig". For batteriverdikjeden motsies dette av utkastet selv: på s. 94 står det at "flere prosjekter for norsk celleproduksjon har blitt utsatt eller stanset", og at tilgang til celler er "et sikkerhetsspørsmål så vel som et industrispørsmål". Dagens innsats er altså ikke tilstrekkelig etter utkastets egen definisjon. Vi foreslår at kapittel 5 presiserer at batteriverdikjeden, og særlig celler



Innsender	Kapittel	Kommentar
		for sikkerhets- og forsvarskritiske anvendelser, ikke oppfyller kriteriet om tilstrekkelig innsats, og at dette løftes inn under satsingsområdet energisikkerhet (kap. 3.2).
Gaute Stokkan (SINTEF)	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 93)	Konsernsatsing Vind og Sol mener: Delkapitlene i kapittel 5 omfatter viktige teknologier, inkludert solenergi, som ikke prioriteres som satsingsområder, men flere oppfordres til å bli prioritert gjennom dagens virkemidler som treffer området. Det er uklart hva som ligger i en slik form for satsing, men dette avsnittet gir en pekepinn. Her står det at satsingen innebærer å fullføre igangsatte program. Vi mener dette bør utvides med tilleggset "og videreføre", da nåværende formulering innebærer en risiko for at virkemidlene avsluttes og satsingen forsvinner.
tone knudsen (Statkraft)	5.1 Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform (s. 95)	I forlengelsen av siste avsnitt på side 95 foreslår vi å legge inn følgende setninger: "Modne, systemrelevante teknologier skal fortsatt gis strategisk oppmerksomhet når de kan bidra vesentlig til kraftbalanse, fleksibilitet og energiomstilling også på kortere sikt. Dette gjelder også når de viktigste FoUI behovene er knyttet til systemintegrasjon, naturhensyn, markedsutforming, konsesjonsprosesser eller raskere implementering, og ikke til utvikling av selve teknologien."
Kristine Lunde-Fuglestad (Battery Norway)	5.2 Batteri (s. 94)	Battery Norway mener kapittel 5.2 gir en god beskrivelse av batteriteknologiens betydning og Norges industrielle forutsetninger. Vi anbefaler likevel at kompetanse innen celleutvikling, produksjonsteknologi og systemintegrasjon kommer tydeligere frem i vurderingen av norske FoUI-behov. Innsatsen bør bygge videre på etablerte industrielle styrker, samtidig som den gir rom for nye teknologier og markedsmuligheter i hele batteriverdikjeden.
Hanne Flåten Andersen (FME BATTERY)	5.2 Batteri (s. 94)	FME BATTERY støtter ambisjonen om at Energi2050 skal gi retning for Norges samlede forsknings- og innovasjonsinnsats på energiområdet fram mot 2050. Vi mener imidlertid at batterier og energilagring er underprioritert i det foreliggende strategiutkastet. Det er etter vår vurdering en tydelig ubalanse mellom utfordringene og behovene strategien selv beskriver innen elektrifisering, energisikkerhet og omstilling av energisystemet, og den strategiske prioriteringen av batteriteknologi og energilagring. 1. Batterier må prioriteres høyere i Energi2050



Utviklingen de siste 10–15 årene viser hvilken betydning batteriteknologi har fått for det norske lavutslippssamfunnet. Batterier har vært en viktig muliggjørende teknologi for elektrifisering av persontransport, busser, ferger og andre maritime fartøy. Transport har de siste 10 årene stått for om lag 30 % av nasjonale utslipp. Når en stor andel av disse utslippene kan reduseres gjennom elektrifisering med batterier, fremstår det som underlig at batterier ikke løftes fram som et sentralt virkemiddel i strategiutkastet.

Samtidig blir batterier stadig viktigere som systemressurs for effektutjevning, fleksibilitet, integrasjon av variabel fornybar energi, lokal energiforsyning og avlastning av kraftnettet. FME BATTERY mener derfor at batterier og energilagring bør synliggjøres langt tydeligere som strategiske teknologier i Energi2050 og kobles direkte til prioriteringene innen energisikkerhet, beredskap og integrerte energisystemer.

2. Batterier må kobles tydeligere til energisikkerhet og beredskap

Energi2050 legger betydelig vekt på energisikkerhet og behovet for robuste energisystemer. Etter vår vurdering bør batterienes rolle i denne sammenhengen framheves tydeligere.

Batterier inngår allerede i kritiske deler av det norske energi- og transportsystemet. Samtidig er Norge og Europa avhengige av globale forsyningskjeder for sentrale materialer, komponenter og battericeller. Kompetanse innen materialer, celleproduksjon, batterisystemer, sikkerhet, gjenvinning og alternative batterikjemier bør derfor også vurderes i et beredskaps- og sikkerhetsperspektiv.

En sterk nasjonal FoUI-kapasitet er ikke et alternativ til europeisk samarbeid, men en forutsetning for at Norge skal kunne delta aktivt i dette samarbeidet, redusere strategiske avhengigheter og utvikle framtidige industrielle muligheter.

3. Norge må opprettholde kompetanse gjennom hele batteriverdikjeden

Energi2050 legger stor vekt på områder hvor Norge allerede har industrielle forutsetninger. Dette er viktig, men FoUI-politikken må også bidra til å utvikle framtidig norsk industri.

Norge har sterke forskningsmiljøer innen store deler av batteriverdikjeden. Denne kompetansen må videreutvikles. Det har vist seg krevende å etablere storskala battericelleproduksjon i Norge, men dette bør ikke føre til redusert satsing på kunnskap om utvikling og produksjon av battericeller.



Batterier får samtidig økende betydning innen stasjonær energilagring, nettstøtte og lokal energiforsyning, i tillegg til anvendelser innen blant annet droner, autonome systemer, subsea, forsvar og beredskap. Energi2050 bør derfor ivareta hele batteriverdikjeden og et bredt anvendelsesperspektiv.

FME BATTERYs anbefaling

FME BATTERY anbefaler at batterier og energilagring gis en tydeligere strategisk prioritering i Energi2050. Strategien bør sikre langsiktig forskning, kompetanse og infrastruktur gjennom hele batteriverdikjeden, både innen etablerte og framvoksende teknologier.

Batteriteknologi og energilagring bør behandles som strategiske muliggjørende teknologier for Norges energiomstilling, klimagassutslippskutt, industrielle utvikling, energisikkerhet og beredskap fram mot 2050.

Jon Iver Bakken (Hafslund
Celsio)

5.2 Batteri (s. 94)

Her bør det også tas med noe om termiske batterier som via fjernvarmesystemer og avanserte kundeløsninger kan spille en vesentlig rolle for effektutjevning og bedre utnyttelse av infrastruktur.

JOSEFINE HELENE SELJ
(IFE)

5.2 Batteri (s. 94)

Vi mener teksten om "Batteri" bør oppdateres:

Batteriteknologi er en strategisk nøkkelteknologi som muliggjør både utslippsfri mobilitet og integrasjon av fornybar energi. Samtidig er store deler av den globale batteriverdikjeden konsentrert i Asia, noe som har skapt betydelige strategiske avhengigheter for Europa. Erfaringer fra de senere årene viser at kontroll over kritiske råvarer, energiforsyning og industrielle verdikjeder i økende grad brukes som geopolitiske og handelspolitiske virkemidler. Utviklingen av en konkurransedyktig europeisk og norsk batteriverdikjede er derfor ikke bare et spørsmål om industriutvikling og klimaomstilling, men også om forsyningssikkerhet, beredskap og nasjonal strategisk handlefrihet.

Litium-ion-batterier basert på NMC og LFP-kjemier dominerer fortsatt det globale markedet. Samtidig har alternative teknologier som natrium-ion og litium-svovel allerede nådd kommersialisering og er i ferd med å etablere seg i utvalgte markedssegmenter. Videre utvikles neste generasjon batteriteknologier med mål om høyere energitetthet, høyere effekt, og redusert råvareavhengighet. Dette inkluderer blant annet faststoffbatterier, silisiumrike anoder (>80%) og anodefrie litium-metallceller, hvor flere aktører nå beveger seg fra pilotproduksjon til industriell oppskalering.



Vi mener teksten om Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov bør oppdateres:

Dersom Norge på sikt skal opprettholde en konkurransedyktig maritim sektor basert på batteriteknologi, må norsk industri sikres tilgang til batterier på konkurransedyktige vilkår. Dette er i dag ikke tilfelle. Den samme utfordringen gjelder for stasjonære energilagringssystemer (BESS) og andre batteribaserte løsninger. Utviklingen vi nå ser hos flere europeiske bilprodusenter illustrerer konsekvensene av manglende tilgang til konkurransedyktige battericeller og en sterk europæisk verdikjede.

En vellykket europeisk celleindustri er derfor et avgjørende bindeledd for utviklingen av både systemleverandører og materialprodusenter, og en forutsetning for langsiktig industriell verdiskaping i Europa. For deler av materialindustrien kan lokale innholdskrav og regulatoriske virkemidler bidra til å opprettholde konkurranseevnen, men dette alene er ikke tilstrekkelig. For å oppnå en kvaliteten, skala og kostnadseffektivitet som kreves for å være konkurransedyktig i den globale batteriverdikjeden kreves målrettet forskning, industriell oppskalering og tydelige prioriteringer fra myndighetenes side. Særlig viktig er det å identifisere innenfor hvilke batteriteknologier og verdikjedesegmenter Norge har forutsetninger for å ta en ledende posisjon og bidra til en bredere Europeisk satsing som er på trappene.

Ronny Gløckner (Morrow Batteries)

5.2 Batteri (s. 94)

Styrke fokus på utvikling av batterisystemer for forsvarsapplikasjoner. Her har Norge spesielle fortrinn i et sterk forsvarfaglig forskningsmiljø, kunnskap om forsvar under arktiske forhold og leverandører langs hele verdikjeden for batterier.

Aktuelle temaer innen forsvar kan være:

- Batterier for arktiske og krevende klimatiske forhold
- Energilagring for mobile og autonome systemer
- Strømforsyning til kritisk infrastruktur i felt

Forsvarssektoren er i økende grad en driver for teknologiutvikling innen energilagring, og representerer samtidig et område hvor Norge kan bygge kompetanse og industrielle fortrinn.

Arne Eik (Norsk Industri)

5.2 Batteri (s. 94)

Utkastet viser til at flere prosjekter for norsk celleproduksjon er utsatt eller stanset, og at det som er bygget opp, er prosessindustri for batterimaterialer, gjenvinningsanlegg og maritime batterisystemer, og at det dermed er naturlig at FoU-innsatsen konsentreres om de delene av batteriverdikjeden der Norge allerede har industrielle forutsetninger, som prosessering av batterimaterialer, gjenvinning og maritime



batterisystemer, samtidig som det kartlegges hvor i verdikjeden for øvrig Norge har forutsetninger for å ta en sterkere posisjon.

Norsk Industri støtter at vi må med industrien på lag, og at det er viktig å fokusere på områder hvor vi allerede har aktivitet. Samtidig må vi ikke glemme at vi i Norge har sterke forskningsmiljøer innen hele batteriverdikjeden. Det jobbes mye med neste generasjons batterier, inkludert Na-ion batterier, faststoff og andre batteriteknologier som bl.a flytbatterier. Det er viktig at vi fortsetter å utvikle oss også innenfor disse områdene.

Det har så langt vist seg krevende å bygge opp stor-skala battericelleproduksjon i Norge. Men det betyr ikke at vi ikke bør fortsette å ha fokus på å bygge kunnskap rundt produksjon av battericeller. Gjennom nordisk og europeisk samarbeid har norske forskere allerede opparbeidet seg viktig kompetanse på området. Vi har også flere pilotlinjer i Norge som er finansiert gjennom statlige midler, og som er tiltenkt utvikling av kompetanse på nettopp battericelleproduksjon. Oppbygging av battericelleproduksjon i Norge og Europa er essensielt for å gjøre oss mindre avhengige av Kina, og dermed mindre sårbare i et geopolitisk perspektiv.

Innen integrasjon av batterier har Norge flere aktører som satser på batterier til andre formål enn maritime løsninger. Vi har bedrifter som leverer løsninger til industri og andre stasjonære anvendelser, samt nisjeområder som droner, sub-sea og forsvar. I et sikkerhetsperspektiv, vil det være spesielt viktig å utvikle norske og europeiske løsninger og produkter for både stasjonære batterier knyttet til nettet og energisystemet så vel som batterier benyttet i forsvarssammenheng

Aspektene over faller i stor grad utenfor det som nå er definert som viktige områder i Energi 2050. Batterier er strategisk svært viktig for elektrifisering på alle områder, og det er behov for at vi fortsetter å bygge kompetanse innenfor hele batteriverdikjeden, og ikke bare utvalgte områder.

Sigmund S. Kielland
(Pentalys Energy)

5.2 Batteri (s. 94)

Setningen "Det er dermed naturlig at FoU-innsatsen konsentreres om de delene av batteriverdikjeden der Norge allerede har industrielle forutsetninger, som prosessering av batterimaterialer, gjenvinning og maritime batterisystemer" utelukker i praksis norsk celleproduksjon. Formuleringen vil bli gjentatt av programstyrer og søknadsvurderere. Samtidig slår utkastet fast at "en velfungerende europeisk celleindustri er derfor viktig". Vi foreslår at setningen utvides med et fjerde punkt: "... samt nisjeproduksjon av battericeller med høy energitetthet for sikkerhets-, forsvars- og luftfartskritiske anvendelser, der europeisk forsyningssikkerhet ikke kan sikres gjennom import."



Innsender	Kapittel	Kommentar
Edel Sheridan, Fride Vullum-Bruer og Paul Inge Dahl (SINTEF)	5.2 Batteri (s. 94)	SINTEF støtter beskrivelsen av batteriområdets betydning for energisystemet og av utfordringene knyttet til europeisk tilgang på battericeller. Vi mener imidlertid at formuleringen om at FoUI-innsatsen bør konsentreres om deler av verdikjeden hvor Norge allerede har industrielle forutsetninger blir for begrensende. Norge har sterke forskningsmiljøer, pilotlinjer og infrastruktur som kan bidra til utvikling og kvalifisering av nye batteriteknologier og produksjonsprosesser, også på områder hvor dagens industrielle aktivitet er begrenset. Dette gjelder særlig kommende batteriteknologier som natriumion-, faststoff- og flytbatterier, der det fortsatt finnes muligheter for å etablere norsk og europeisk teknologi, kompetanse og immaterielle rettigheter. Kompetanse innen produksjonsprosesser, oppskalering og industriell kvalifisering er avgjørende for å bringe nye batteriteknologier fra laboratoriet til industriell anvendelse, uavhengig av hvor den endelige produksjonen skjer.
Lars Ole Valøen (privat)	5.2 Batteri (s. 94)	Batterier bør løftes tydeligere fram som en strategisk muliggjørende teknologi for fremtidens energisystem. Strategien beskriver et fremtidig energisystem med langt større innslag av ikke-regulerbar kraftproduksjon, begrensninger i nettkapasitet, distribuert produksjon, fleksible sluttbrukere og behov for integrasjon mellom transport og kraftsystem. Batterier vil etter mitt syn være en helt sentral fysisk komponent i dette systemet, ikke bare en enkelt teknologi eller et lagringsmedium. Fremtidens energisystem vil i økende grad kunne bestå av lokale energihuber hvor batterier kobler sammen nett, lokal sol- og vindproduksjon, industri, bygg og transport. Eksempelvis kan et fergeleie utvikles fra et dedikert ladeanlegg til en energihub som kombinerer maritim lading, stasjonær lagring, peak shaving, nettjenester, lokal fornybar produksjon, hurtiglading og på sikt V2G. Batteriet gjør det mulig å flytte både energi og effekt i tid og dermed utnytte eksisterende nett og lokal produksjon langt mer effektivt. Dette er direkte relevant for flere av strategiens egne hovedutfordringer. Strategien peker selv på at fleksibilitet og energilagring kan redusere behovet for ny infrastruktur, muliggjøre raskere integrasjon av ny produksjon og bidra til mer effektiv ressursutnyttelse. Den peker også på integrasjon av distribuert energiproduksjon, energilagring og aktive sluttbrukere samt toveis lading og aggregering av batterikapasitet i elbilparken som FoU-behov. Jeg mener derfor at batterier bør få en tydeligere strategisk prioritering i Energi2050. FoU-behovet handler ikke bare om nye batterikjemier, men i stor grad om hvordan batterier skal dimensjoneres, optimaliseres, integreres og styres som en del av fremtidens energisystem. Norge har allerede sterke



Innsender	Kapittel	Kommentar
		industrielle forutsetninger innen maritime batterisystemer, og strategien fremhever selv maritime batterisystemer som et område hvor Norge har industrielle forutsetninger. Hvis vi ikke bygger kompetanse på hvordan batterier skal inngå som en aktiv ressurs i fremtidens integrerte energisystem, risikerer Norge å miste både teknologi- og markedsposisjoner på et område som kan bli sentralt for elektrifisering, fleksibilitet og effektiv utnyttelse av kraftnettet.
Kristine Lunde-Fuglestad (Battery Norway)	5.2 Batteri (s. 95)	Battery Norway støtter de identifiserte FoUI-behovene, men anbefaler at kapittelet også fremhever behovet for å videreføre opparbeidet kompetanse og styrke sammenhengen mellom forskning, pilotering og industriell anvendelse. Som ny deltaker i Norwegian Innovation Clusters ønsker Battery Norway å bidra til tettere samarbeid mellom forskningsmiljøer og industri, slik at kompetanse og forskningsresultater kan danne grunnlag for videre teknologitviking og verdiskaping.
Ronny Gløckner (Morrow Batteries)	5.2 Batteri (s. 95)	I oppsummeringen på side 95 som beskriver gjenstående FoUI-behov innen batterier nevnes "Materialer og batterikjemi". En sammenheng mellom produksjonsprosess og batterienes ytelse er kun mulig å etablere fullt ut i battericelle-produksjon. Dette bør derfor inkluderes under "Materialer og batterikjemi" som da kunne omdåpes "Materialer, batterikjemi og battericelleproduksjon".
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	5.2 Batteri (s. 95)	Kulepunktet "Katodematerialer som erstatter nikkel og kobolt, og batterikjemier uten litium til bruk i stasjonær lagring" retter substitusjon kun mot stasjonær lagring. Behovet for substitusjon er minst like stort i mobile anvendelser med høye krav til spesifikk energi, der nikkel- og koboltbaserte kjemier dominerer. Vi foreslår: "Katodematerialer som erstatter nikkel og kobolt, herunder svovelbaserte katoder, for mobile anvendelser med høye krav til spesifikk energi (over 400 Wh/kg), samt litiummetallanoder og elektrolytter for litium-svovel, i tillegg til batterikjemier uten litium for stasjonær lagring." Kulepunktet om "sammenhengen mellom produksjonsprosess og materialenes ytelse" på samme side bør eksplisitt omfatte pilotlinjer for celleproduksjon.
tone knudsen (Statkraft)	5.2 Batteri (s. 96)	Etter første setning i andre avsnitt er det naturlig å nevne samspillet mellom batterier og vannkraft. foreslår følgende setning inn her: "Særlig viktig er samspillet mellom batterier og regulerbar vannkraft.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Norge har et unikt utgangspunkt for å utvikle kunnskap om hvordan ulike lagringsressurser kan kombineres for å gi størst mulig systemverdi."
Kathrin Weber (SINTEF Energi)	5.3 Bioenergi- og drivstoff (s. 34)	Bioenergi og biodrivstoff er ikke et satsingsområde i Energi 2050, derfor er det positivt at det under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» pekes på hvor bioenergi og biodrivstoff er relevant for fire av satsingsområdene i strategien. Vi mener likevel at satsingsområdene i liten grad følger opp dette gjennom konkrete forskningsoppgaver. Siden strategien sier at de gjenstående FoUI-behovene innen bioenergi skal dekkes innenfor dagens virkemidler, risikerer bioenergiens rolle i energisystemet å ikke bli dekket noe sted. Vi foreslår følgende tilføyelser for å følge opp avsnitt to i kapittel 5.3 (s. 96). «Bioenergi har et særlig potensial til å øke robustheten i energisystemet, som bør undersøkes gjennom satsingsområdet Energisikkerhet.» Forslag til konkretisering: under 3.2.2 «Forskning, utvikling og innovasjon» • Utvid punktet om motstandsdyktige energi- og kraftsystemer til å omfatte varmemforsyning, herunder fjernvarme med øydriftsevne og lokal varme fra lagringsbart biobrensel ved langvarige strømbrydd. • Utvid punktet om strategiske avhengigheter i kritiske forsyningskjeder til å omfatte flytende drivstoff, herunder nasjonal produksjon av biodrivstoff til sivil og militær beredskap.
Kathrin Weber (SINTEF Energi)	5.3 Bioenergi- og drivstoff (s. 44)	Bioenergi og biodrivstoff er ikke et satsingsområde i Energi 2050, derfor er det positivt at det under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» pekes på hvor bioenergi og biodrivstoff er relevant for fire av satsingsområdene i strategien. Vi mener likevel at satsingsområdene i liten grad følger opp dette gjennom konkrete forskningsoppgaver. Siden strategien sier at de gjenstående FoUI-behovene innen bioenergi skal dekkes innenfor dagens virkemidler, risikerer bioenergiens rolle i energisystemet å ikke bli dekket noe sted. Vi foreslår følgende tilføyelser for å følge opp avsnitt to i kapittel 5.3 (s. 96). «Samspillet med kraftsystemet og bruk av alternative varmekilder er et sentralt FoUI-behov innenfor satsingsområdet Integreerte energisystemer.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Forslag til konkretisering: under 3.3.2 «Integrasjon mellom energibærere, infrastrukturer og sluttbrukere»: • Utvid punktet om koordinering til å omfatte fast biobrensel, avfall og fjernvarme. • Legg til et punkt om bioenergi og fjernvarme som fleksibilitet og effektavlastning for strømmettet.
Kathrin Weber (SINTEF Energi)	5.3 Bioenergi- og drivstoff (s. 51)	Bioenergi og biodrivstoff er ikke et satsingsområde i Energi 2050, derfor er det positivt at det under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» pekes på hvor bioenergi og biodrivstoff er relevant for fire av satsingsområdene i strategien. Vi mener likevel at satsingsområdene i liten grad følger opp dette gjennom konkrete forskningsoppgaver. Siden strategien sier at de gjenstående FoUI-behovene innen bioenergi skal dekket innenfor dagens virkemidler, risikerer bioenergiens rolle i energisystemet å ikke bli dekket noe sted. Vi foreslår følgende tilføyelser for å følge opp avsnitt to i kapittel 5.3 (s. 96). «Ressurskartlegging, sirkularitet og miljøhensyn er relevante problemstillinger innenfor satsingsområdet Natur, miljø og samfunn.» Forslag til konkretisering: Under 3.4.2 «Sumvirkninger, samlet belastning og økosystemforståelse» • Legg til et nytt punkt om kartlegging av hvor mye av ressurser som i dag ikke utnyttes, som greiner og topper (GROT), avfall og marine restråstoff, som kan tas ut på en bærekraftig måte. • Legg til et nytt punkt om naturvirkninger av løpende uttak av biomasse, herunder uttaksintensitet, karbonlager i skog og jord og næringsbalanse.
Kathrin Weber (SINTEF Energi)	5.3 Bioenergi- og drivstoff (s. 55)	Bioenergi og biodrivstoff er ikke et satsingsområde i Energi 2050, derfor er det positivt at det under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov» pekes på hvor bioenergi og biodrivstoff er relevant for fire av satsingsområdene i strategien. Vi mener likevel at satsingsområdene i liten grad følger opp dette gjennom konkrete forskningsoppgaver. Siden strategien sier at de gjenstående FoUI-behovene innen bioenergi skal dekket innenfor dagens virkemidler, risikerer bioenergiens rolle i energisystemet å ikke bli dekket noe sted. Vi foreslår følgende tilføyelser for å følge opp avsnitt to i kapittel 5.3 (s. 96). «BECCS og biokull er lovende teknologier for karbonfjerning, men det er behov for FoUI-innsats innen satsingsområdet CO₂-håndtering.»



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Forslag til konkretisering: Under 3.5.2 «Karbonfjerning og CO₂-bruk med dokumentert klimaeffekt» • Legg til et punkt om å utnytte biogen CO₂ fra oppgradering av biogass, enten til permanent lagring eller som råstoff i produkter. • Legg til et punkt om produksjon av biokull og dokumentasjon av hvor varig karbonet bindes i jord og bygningsmaterialer
Katharina Månum (Felles innspel frå Norsk Bioenergiforening, Norsk Fjernvarme og Norsk Overskuddsenergi, Energigass Norge og Biogass Norge)	5.3 Bioenergi- og drivstoff (s. 95)	Det er positivt at bioenergi og drivstoff har fått eit eige delkapittel, og at strategien anerkjenner bidraget frå bioenergi til energitryggleik, avlastning av kraftnettet, utsleppskutt og karbonfjerning. Vi meiner likevel at tilrådinga om i hovudsak å vidareføra FoUI-innsatsen gjennom dagens verkemiddel er for svak. Strategien peikar sjølv på at utrullinga av moden bioenergiteknologi har gått tregare i Noreg enn i nabolanda. Dette understrekar behovet for meir forskning og innovasjon om skalering, systemintegrasjon, rammevilkår og marknadsutvikling, ikkje berre råstoff, konvertering og utsleppsreduksjon. FoUI-innsatsen bør òg omfatta heile verdikjeda for biogass, inkludert produksjon, oppgradering, distribusjon, sluttbruk og utnytting av biorest. Det er særleg behov for kunnskap om biogjødsel, næringsstoffgjenvinning, logistikk og marknadsutvikling. Vi ber om at kapittel 5.3 presiserer at bioenergi og drivstoff skal inngå i den styrkte FoUI-innsatsen gjennom relevante prioriterte satsingsområde. Moden teknologi må ikkje bli nedprioritert når kunnskapsbehovet ligg i demonstrasjon, skalering og marknadsintroduksjon.
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	5.3 Bioenergi- og drivstoff (s. 96)	Utvikling og industrialisering av bærekraftig flydrivstoff bør prioriteres som et nasjonalt FoUI-område. Norge har potensielle fortrinn knyttet til tilgang på fornybar kraft, biogene rest- og avfallsstrømmer, skogbaserte råstoffer, CO₂-håndtering, industriell prosessteknologi og hydrogen. Disse fortrinnene bør ses i sammenheng for å utvikle industrielle verdikjeder for både avansert biobasert SAF og syntetisk flydrivstoff. FoUI-innsatsen bør dekke hele løpet fra råstoff og produksjonsprosesser til demonstrasjon, oppskalering og kommersiell produksjon.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Peder Eliasson (SINTEF)	5.4 Geotermisk energi (s. 96)	Geofysisk kartlegging og overvåking for geotermi Kapittelet dekker undergrunnsbehovene godt og peker på synergier mot petroleum innen undergrunnsforståelse og boring. To av kulepunktene kan konkretiseres: varmemestrøm og temperatur i krystallinsk grunnfjell avhenger av sprekkesystemer og bergartsegenskaper som kan kartlegges geofysisk før dyre brønner bores, og «seismisk respons» ved stimulering og «overvåking ... fra overflaten og satellitt» forutsetter metodeutvikling. Vi foreslår følgende tillegg: • Geofysisk kartlegging av sprekkesystemer, varmeledningsevne og grunnvannsstrømning i krystallinsk grunnfjell som grunnlag for plassering og dimensjonering av geotermiske brønner. • Mikroseismisk overvåking av stimulering, varmeuttak og termisk lagring, med metoder som kan deles med CO₂-lagring og petroleum.
Lars Sørum (SINTEF Industri, Avdeling Anvendt Geovitenskap (tidligere SINTEF Petroleum AS))	5.4 Geotermisk energi (s. 96)	Geofysisk kartlegging og overvåking for geotermi Kapittel: 5.4 Geotermisk energi, «Undergrunnens termiske ressurs og reservoarutfordringer» og «Termisk lagring i berggrunn og akviferer» Sidetall: 96-97 Kommentar: Kapittelet dekker undergrunnsbehovene godt og peker på synergier mot petroleum innen undergrunnsforståelse og boring. To av kulepunktene kan kanskje konkretiseres: varmemestrøm og temperatur i krystallinsk grunnfjell avhenger av sprekkesystemer og bergartsegenskaper som kan kartlegges geofysisk før dyre brønner bores, og «seismisk respons» ved stimulering og «overvåking ... fra overflaten og satellitt» forutsetter metodeutvikling. Vi foreslår følgende tillegg: • Geofysisk kartlegging av sprekkesystemer, varmeledningsevne og grunnvannsstrømning i krystallinsk grunnfjell som grunnlag for plassering og dimensjonering av geotermiske brønner. • Mikroseismisk og geodetisk overvåking av stimulering, varmeuttak og termisk lagring, med metoder som kan deles med CO₂-lagring og petroleum. Faglig grunnlag: Temperaturen i norsk grunnfjell er lav og styres av varmemestrøm, varmeproduksjon og grunnvannsstrømning i sprekker; alle tre kan avgrenses med elektriske, elektromagnetiske og seismiske metoder, som er langt billigere enn dype brønner. Industriell seismisitet ved stimulering har stanset prosjekter før, og mikroseismisk overvåking er derfor et krav i de fleste land.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Tor Martin Misund (Vestland fylkeskommune)	5.4 Geotermisk energi (s. 96)	Termisk energi, det vil seie varme og kjøling henta frå sjø, luft, lausmassar og borehol, representerer eit viktig verkemiddel for å auke produksjon og distribusjon av fornybar energi utan at det går ut over viktige natur og kulturverdiar. I Vestland finst det alt konkrete anlegg som viser potensialet, mellom anna energisentralane i Førdefjorden og Nordfjord samt fjernvarmenett i fleire byar og tettstader. Nasjonalt er det estimert eit betydeleg uutnytta potensial for overskotsvarme som i dag ikkje vert nytta. Fylkeskommunen vurderer at termisk energi fungerer annleis enn dei fleste andre fornybare energikjeldene: han gjev ikkje berre meir straum inn i kraftnettet, men avlastar nettet ved at behovet for oppvarming og kjøling dekkast utanfor straumnettet. Dette gjer termisk energi til eit særskilt effektivt verkemiddel i område der kraftnettet alt er pressa, og der tradisjonell nettutbygging er kostbar eller tek lang tid. Fylkeskommunen meiner Energi2050-strategien bør anerkjenne termisk energi som ein likeverdig del av løysinga på energiomstillinga, ikkje berre som eit supplement.
Anders Nermoen (privat)	5.4 Geotermisk energi (s. 96)	4. Bergvarme og termisk lagring svarer på alle hovedutfordringer Bygg står for nesten halve av strømforbruket, hvoran ca 80 prosent går til oppvarming (s. 58), til sammen ca 50 TWh (s. 97). Fleksibilitet er «minst tilgjengelig ... på de kaldeste vinterdagene» (s. 59), og det er disse dagene vi designer kraftnettet for. Utbygging av kraftnett er det store hinderet, og den største enkeltkostnaden for storsamfunnet i avkarboniseringen. Målet om 10 TWh/år lavere forbruk i bygg ligger bak skjema (s. 58), og kraftbehovet kan øke med 55–96 TWh/år mot 2050 (s. 46). Bergvarme treffer aller best til å reduserer topplasten. Videre besvares alle tre hovedutfordringene: • Energisikkerhet: Bergvarmepumpe leverer 3-5 ganger varme som den bruker strøm, og fungerer like godt ved –20 °C. Den kutter effektoppene varig, ikke bare via frivillig forbruksflytting. Frikjøling om sommeren krever nesten ingen strøm. De krever lite areal og er robuste mot fysiske angrep og sårbarheten innebakt i lange energiverdikjeder. • Tempo: Unngått strømforbruk reduserer behovet for ny produksjon og nye nett, og arealbeslag, naturtap og konflikt. Det er det første steget i «unngå – flytt – forbedre» (s. 47). Sluttbrukerne blir mindre sårbare for pristopper, hvilket forenkler tempo. Det tekniske potensialet er over 40 TWh/år, men avhenger av kost/nytte kun for sluttbruker som eier investeringene. • Verdiskaping: En ytterligere satsing gir arbeidsplasser over hele landet innen grunnboring, installasjon og drift samt bygningsbransjen som sliter. Norge har under en femdel av Sveriges installerte grunnvarmekapasitet. Strategien legger geotermi i kapittel 5 fordi grunnvarme er «moden» og begrenset av rammevilkår (s. 97, 126–128). Samtidig energieffektivisering er prioritert, selv om også den beskrives som teknologisk



moden (s. 57). Strategiens egen FoUI-definisjon omfatter demonstrasjon og kommersialisering (s. 130) – derfor bør bergvarme også løftes frem! Bergvarme er arealnøytralt, langsiktig, krever ingen sjeldne jordartsmetaller og man kan enkelt få folk med og sørge for gode liv og overskudd i nettet (mindre forbruksstøtte, mer eksport, lavere strømpris for alle, mer industri). Men hvordan dele kostnadene og gevinstene riktig?

Det er reell teknisk forskningshøyde bla. innen termisk sesonglagring over mange sykluser, varmegjennomføring mellom naboanlegg, systemverdien av effektreduksjon, boring i krystallinsk berg og termiske nett. Med Norges tykke litosfære og lave geotermiske gradient ligger det ikke til rette for strømproduksjon, men satsingen her hjemme bør rettes mot lav-entalpi varme og kjøling. Nasjonale borekompetanse bør anvendes i områder hvor de geologiske grunnforholdene ligger til rette for det.

Forslag:

- Nevn bergvarme og termisk lagring under det prioriterte området 3.6, flytt lav-entalpi-delene av 5.4 dit. Koble satsingen til lokal energiresiliens (3.2.2) og termiske lagre i integrerte energisystemer (3.3.2).
- Prioriter FoUI på systemverdien for alle (sparte nettinvesteringer, frigjort kraft, unngåtte naturinngrep), borehulls- og akviferbaserte termiske lagre og termiske nett, kostnadseffektiv grunn boring og grunnvannsbeskyttelse. Lag rettferdige modeller for å initiere private investeringer.
- Utvikle forretnings- og finansieringsmodeller (energisparkkontrakter, kommunale termiske nett, tredjepartsfinansiering), og la nye offentlige bygg gå foran.
- Gjør «unngå» til et overordnet prinsipp, og beskriv gevinsten av unngått strømforbruk i både «Natur, miljø og samfunn» og «Integrerte og digitaliserte energisystemer».

Gunhild A. Reigstad (FME
HYDROGENi)

5.5 Hydrogen (s. 98)

Kapittelet om hydrogen gir en god oversikt over hvilke hydrogen-relaterte områder som er inkludert i satsingsområdene «Integrerte energisystemer», «CO2 håndtering», «Petroleum» og «Klimavennlig maritim transport». Det synes relevant å også nevne at hydrogen kan spille en rolle for området «Energisikkerhet». Ettersom hydrogen muliggjør utnyttelse av lokale fornybare ressurser og energilagring er det relevant inn mot «robust systemdesign» og «operativ krisehåndtering og gjenoppretting», ved for eksempel bruk som back-up løsning for lokale kraftbehov (generatorer/nødstrøm) og i transportsektoren. Inkludering av hydrogen og - bærere i energisystemene medfører også relevans inn mot f.eks «risiko og sårbarheter» (ROS analyser), «beskytte fysisk og digital infrastruktur» og «overvåking, deteksjon og varsling».



Innsender	Kapittel	Kommentar
Veluag Myrseth Oltedal (Høgskulen på Vestlandet)	5.5 Hydrogen (s. 98)	som overordnet kommentar til dette kapittelet: De omfattende og sammenhengende FoUI-behovene som beskrives i kapittelet tilsier etter vår vurdering at hydrogen bør vurderes som et eget prioritert FoUI-satsingsområde, fremfor at behovene kun ivaretas gjennom eksisterende virkemidler og gjennom andre satsingsområder. Et helhetlig satsingsområde vil bedre kunne ivareta sammenhengene mellom produksjon, infrastruktur, lagring, sikkerhet og sluttbruk.
John Olav Skogås (Kongsberg Maritime AS)	5.5 Hydrogen (s. 98)	Formuleringer som kan tolkes som at hydrogenteknologien generelt er moden bør nyanseres. Selv om flere produksjonsteknologier er veietablerte, gjenstår betydelige FoU-behov knyttet til lagring, distribusjon, sikkerhet, måling, overvåking og operativ integrasjon i sluttanvendelser som maritim sektor.
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	5.5 Hydrogen (s. 98)	Dette kapitlet bør kobles tettere inn mot luftfart, enten ved at luftfart kobler til her som fremtidig FoUI behov eller nevne hydrogen som FoUI i kapitel 5.8. Dette gjelder spesielt: • sikker lagring, distribusjon og håndtering av hydrogen ved regionale og større lufthavner • integrasjon mellom hydrogendrevet luftfart og lokal energiinfrastruktur • sikkerhetsmessige og operative konsekvenser av hydrogen som energibærer i luftfart Dette er områder hvor Norge faktisk kan få internasjonale fortrinn.
Jan Drotningvik (Seid AS)	5.5 Hydrogen (s. 98)	Omtalen av metanpyrolyse fokuserer primært på hydrogenet. Vi mener det er viktig at Energi2050 også adresserer det faste karbonet som produseres. Ved metansplitting bindes karbonet i metanet i fast form i stedet for å danne CO₂ direkte i prosessen. Avhengig av prosess og materialegenskaper kan dette karbonet potensielt benyttes som råstoff i industrielle anvendelser. Dette innebærer at FoUI-behovet ikke bare handler om effektiv hydrogenproduksjon. Det bør også omfatte kontroll av karbonets egenskaper, separasjon og håndtering, produktkvalifisering, livsløpsanalyser og utvikling av industrielle anvendelser og markeder.



Vi foreslår derfor at Energi2050 eksplisitt inkluderer utvikling og anvendelse av fast karbon fra metansplitting. Dersom teknologien skal industrialiseres i stor skala, vil anvendelse og markedsverdi for karbonet være minst like viktig for teknologiens samlede ressursutnyttelse og økonomi som hydrogenproduksjonen.

Peder Eliasson (SINTEF)

5.5 Hydrogen (s. 98)

Geologisk lagring av hydrogen og naturlig hydrogen

Kulepunktene «Geologisk lagring av hydrogen, herunder reservoarmekanismer, tap og tilstandsovervåking» og «Kartlegging av naturlig hydrogen» er viktige, men sier ikke hvilken kunnskap som trengs. Hydrogenlagring i saltkaverner og akviferer er syklisk, med hyppig injeksjon og uttak, og stiller andre krav til karakterisering og overvåking enn permanent CO₂-lagring. Norge mangler dessuten saltformasjoner på land, slik at storskala lagring på fastlandet i praksis betyr førede fjellhaller (lined rock caverns) i krystallinsk berg. Naturlig hydrogen krever egne geofysiske og geokjemiske letemetoder. Vi foreslår at de to kulepunktene utvides til:

- Geologisk lagring av hydrogen i saltkaverner, akviferer og førede fjellhaller, herunder karakterisering av lagringsformasjon, bergmasse og forsegling, reservoarmekanismer og tap ved syklisk drift, og geofysisk overvåking av lagerintegritet og bergdeformasjon som bygger på metodikk fra CO₂-lagring.
- Kartlegging av naturlig hydrogen, herunder geofysiske og geokjemiske letemetoder tilpasset norske geologiske forhold.

Lars Sørum (SINTEF Industri,
Avdeling Anvendt
Geovitenskap (tidligere
SINTEF Petroleum AS))

5.5 Hydrogen (s. 98)

Geologisk lagring av hydrogen og naturlig hydrogen

Kapittel: 5.5 Hydrogen, «Transport, lagring og materialintegritet» og «Produksjonsteknologi og alternative produksjonsveier»

Sidetall: 98-99

Kommentar: Kulepunktene «Geologisk lagring av hydrogen, herunder reservoarmekanismer, tap og tilstandsovervåking» og «Kartlegging av naturlig hydrogen» er viktige, men sier ikke tydelig hvilken kunnskap som trengs. Hydrogenlagring i saltkaverner og akviferer er syklisk, med hyppig injeksjon og uttak, og stiller andre krav til karakterisering og overvåking enn permanent CO₂-lagring. Naturlig hydrogen krever egne geofysiske og geokjemiske letemetoder. Vi foreslår at de to kulepunktene utvides til:



- Geologisk lagring av hydrogen i saltkaverner, akviferer og «fõrede fjellhaller» (lined rock caverns), herunder karakterisering av lagringsformasjon og forsegling, reservoarmekanismer og tap ved syklisk drift, og geofysisk overvåking av lagerintegritet som bygger på metodikk fra CO₂-lagring.
- Kartlegging av naturlig hydrogen, herunder geofysiske og geokjemiske letemetoder tilpasset norske geologiske forhold.

Faglig grunnlag: Hydrogen har lav tetthet og viskositet og reagerer mikrobielt og kjemisk i reservoaret, slik at tap, fingering og endret gassammensetning er større utfordringer enn for CO₂, og syklisk trykkvariasjon belaster takbergart og brønner annerledes. Overvåkingsmetodikk fra CO₂-lagring (4D-seismikk, trykkmåling, fiberoptikk) kan overføres, men responsen på hydrogen er svakere og dårligere kjent. Fõrede fjellhaller er demonstrert i Sverige for naturgass og pilotes for hydrogen. Plassering og drift avhenger av sprekkekartlegging og overvåking av bergmassens respons på trykksykling. Naturlig hydrogen er påvist i flere land og undersøkes i Norge, men letemodellene er umodne. Utkastet selv framhever undergrunn, boring og brønn som felles kompetanse på tvers av CO₂, hydrogen og petroleum (s. 7).

Velaug Myrseth Oltedal
(Høgskulen på Vestlandet)

5.5 Hydrogen (s. 99)

Til punktet «Elektrolyse fra sjøvann, kompakte systemløsninger for produksjon til havs» foreslår vi tillegget:

«... inkludert utvikling og testing av materialer og katalysatorer under realistiske driftsforhold.»

Begrunnelse: Teknologiutviklere trenger dokumentasjon på ytelse, levetid og degradering før løsningene kan oppskaleres. Testing under realistiske forhold kan redusere teknologisk risiko og gi grunnlag for mer driftssikre og kostnadseffektive løsninger. Presiseringen utfyller den generelle omtalen av levetid, virkningsgrad og kritiske råmaterialer på side 98.

Terje Hauan (Seid AS)

5.5 Hydrogen (s. 99)

Det er positivt at metanpyrolyse/metan splitting eksplisitt løftes frem som en alternativ produksjonsvei for hydrogen.

Vi anbefaler imidlertid at perspektivet utvides fra hydrogenproduksjon alene til metansplitting som en industriell verdikjede, hvor både hydrogenet og det faste karbonet representerer produkter og potensiell verdiskaping.



CH₄ kan spaltes direkte til H₂ og fast karbon uten den iboende CO₂-dannelsen som følger konvensjonell reformering. Nye teknologier, herunder elektrifiserte og plasma-baserte prosesser, kan samtidig åpne for lavere prosessstemperaturer og nye skalerbare reaktorkonsepter.

For Norge er dette særlig relevant gitt kombinasjonen av store naturgassressurser, tilgang på elektrisitet, eksisterende gassinfrastruktur og industriell kompetanse.

Metansplitting kan dermed representere en mulighet til å gå fra primært å eksportere naturgass som råvare til å utvikle nye norske verdikjeder for hydrogen og karbonmaterialer.

Vi foreslår derfor at FoUI-behovet utvides til å omfatte energieffektiv metansplitting/metanpyrolyse, oppskalering og industrialisering, samt utvikling, kvalifisering og markeder for det faste karbonet.

Fridtjof Unander (Aker Solutions)

5.6 Kjernekraft (s. 99)

SMR som industriell mulighet for norsk leverandørindustri

Henvisning: Kapittel 5.6 «Kjernekraft», s. 99–101, samt kapittel 5.1 «Betydningen av en bred kunnskaps- og teknologiplattform», s. 93

Kjernekraft omtales i strategien som en del av den brede kunnskaps- og teknologiplattformen. Kapittel 5.6 behandler små modulære reaktorer (SMR), men hovedvekten ligger på teknologi- og kunnskapsbehov knyttet til eventuell fremtidig kjernekraftproduksjon i Norge.

Vi mener dette gir et for snevert perspektiv på de industrielle mulighetene knyttet til SMR. SMR åpner for industriell produksjonsmodell der standardisering, modularisering, fabrikkproduksjon og repeterbare leveranser kan bli avgjørende for kostnadsreduksjoner og konkurransekraft. Norsk leverandørindustri har omfattende erfaring fra avansert engineering, systemintegrasjon, kvalitetssikring, sveiseteknologi og produksjon av store moduler. Dette gir et godt utgangspunkt for leveranser av moduler, komponenter og systemer til europeiske SMR-prosjekter.

EUs SMR-strategi fra mars 2026 legger vekt på utviklingen av europeiske leverandørkjeder, standardisering og industriell kapasitet. Mulighetene for norsk industri er dermed ikke avhengige av at det bygges kjernekraftverk i Norge.

Dette perspektivet har også fått en tydelig forankring i Energidepartementets forslag til statsbudsjett for 2027 (under omtalen av Forskningsrådet). Her fremheves det at norsk leverandørindustri arbeider for å



Innsender	Kapittel	Kommentar
		posisjonere seg i det europeiske SMR-markedet, og at Forskningsrådet kan støtte industriens kompetanseutvikling rettet mot dette markedet. Dette bør etter vårt syn reflekteres tydeligere i Energi2050, både i omtalen av industrielle muligheter og i de konkrete FoUI-anbefalingene. Nordisk samarbeid om leverandørindustrien Et nordisk samarbeid kan gi særlig gode muligheter for å utvikle en konkurransedyktig leverandørindustri for SMR-prosjekter i Europa. Sverige og Finland arbeider med utvikling av ny kjernekraft, inkludert SMR, og har etablert kompetanse og industrimiljøer på området. Dette kan suppleres av norsk leverandørindustriens erfaring fra store og komplekse olje- og gassprosjekter, systemintegrasjon og modulbasert fabrikasjon. I en rapport fra den svenske regjeringens kjernekraftskoordinatoren "Rekommendationer avseende svenska leverantörskedjan för ny kärnkraft (september 2026)" anbefales et regionalt samarbeid om leverandørutvikling, kvalifisering og sertifisering. Rapporten fremhever eksplisitt norsk olje- og gassleverandørindustri som relevant og viser til Aker Solutions' partnerskap med Rolls-Royce SMR. Et mer systematisk nordisk samarbeid kan bidra til standardisering, kompetansebygging og en større og mer konkurransedyktig leverandørbase for SMR-prosjekter både i Norden og det øvrige Europa. Referanse: Sveriges kärnkraftssamordnare (2026), Delrapport 7: Rekommendationer avseende svenska leverantörskedjan för ny kärnkraft, særlig kapittel 6.4, s. 15.
Fridtjof Unander (Aker Solutions)	5.6 Kjernekraft (s. 99)	Forslag til nytt avsnitt i kapittel 5.6, etter omtalen av norske industrielle fortrinn på s. 99: «Utviklingen av små modulære reaktorer (SMR) representerer også en mulig ny industriell verdikjede hvor norsk leverandørindustri har relevante fortrinn. Økt bruk av standardiserte design, modulbasert fabrikasjon og repeterbare leveranser kan gi muligheter for norske industrimiljøer med kompetanse fra petroleums-, prosess- og maritim industri. Flere europeiske land planlegger utbygging av SMR, og utvikling av europeiske leverandørkjeder er et viktig element i EUs SMR-strategi. Norsk industri kan derfor ha muligheter i det europeiske SMR-markedet uavhengig av beslutninger om eventuell kjernekraftproduksjon i Norge.» Forslag til tillegg under «Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov», s. 100: Industrielle leveranser og leverandørkjeder for SMR



- Standardisering og modularisering av komponenter og systemer.
- Material- og sveiseteknologi, kvalifisering av produksjonsprosesser og nukleære kvalitetsstandarder.
- Sikkerhetskrav, regulatoriske godkjenningsprosesser og sertifisering av leverandører.
- Automatisering, digitalisering og kostnadseffektiv produksjon av moduler og komponenter.
- Kompetanseutvikling og industrielle partnerskap rettet mot europeiske SMR-prosjekter.

Forslag til justering av anbefalingen i avslutningen av kapittel 5.6, s. 101:

«Energi2050 anbefaler at de identifiserte FoUI-behovene innen kjernekraft følges opp gjennom relevante virkemidler. I tillegg bør det etableres en målrettet FoUI- og kompetanseinnsats for å gjøre norsk leverandørindustri i stand til å ta posisjoner i fremvoksende europeiske verdikjeder for SMR. Innsatsen bør utvikles i samarbeid mellom industri og forskningsmiljøer og kobles til relevante europeiske initiativer og programmer. En slik satsing vil også bidra til å styrke norsk kompetanse for eventuelle fremtidige kjernekraftprosjekter i Norge.»

Forslag til nytt anbefalingspunkt i kapittel 5.6:

- Styrke nordisk samarbeid om utvikling av konkurransedyktige leverandørkjeder for SMR, særlig med Sverige og Finland. Samarbeidet bør omfatte felles kompetanseutvikling, kvalifisering og sertifisering av leverandører, standardisering, industrielle partnerskap og utvikling av produksjonskapasitet. Målet bør være å utnytte komplementær nordisk industrikompetanse til å bygge en sterkere regional leverandørbase med konkurransekraft i det europeiske SMR-markedet.

Vi mener dette er en viktig presisering av strategiens industrielle perspektiv, som er relevant selv om kjernekraft fortsatt behandles som en del av den brede kunnskaps- og teknologiplattformen og ikke som et eget prioritert satsingsområde.

Jon Hellevang (GCE Ocean Technology)

5.6 Kjernekraft (s. 99)

Rapporten skriver: Fusjon er på forskningsstadiet: ITER starter drift med deuterium og tritium først i 2039 (ITER, 2024).

Det er imidlertid viktig å være obs på at det finnes flere titalls kommersielle selskap, mange med svært tunge investorer, som jobber med å realisere fusjonsenergi. Commonwealth Fusion Systems, som blant andre har Equinor som investor, har eksempelvis planer om kommersiell drift tidlig 2030-tall.



Dette kan også være et eksempel på at industrien kan være foran forskningen på en del områder. Og at private kapital er helt sentralt for å sette fart på nye og disruptive løsninger.

Morgan Kjølervbakken (Institutt for energiteknikk) 5.6 Kjernekraft (s. 99)

Utkastet til Energi 2050 omtaler fusjon med én setning: at fusjon er på forskningsstadiet, og at ITER først starter drift med deuterium og tritium i 2039. Det er direkte misvisende å bruke ITER som målestokk for hvor langt fusjon har kommet. ITER er et forskningsanlegg som ikke skal produsere strøm, og det er ikke i seg selv veien til kommersiell utnyttelse av fusjon. Både offentlige og private initiativer har teknologisk passert ITER, blant annet med høytemperatur-superledende magneter som gir langt mer kompakte anlegg. De ligger nærmere kommersielle reaktorer og vil sannsynligvis levere strøm til nettet før ITER er i full drift.

Det er grunn til å forvente at fusjon vil være kommersielt tilgjengelig i perioden frem mot 2050. Fusjon er i ferd med å gå fra grunnforskning til teknologiutvikling og industrialisering. Mange av de gjenværende utfordringene er knyttet til materialer, komponenter og drift, og de krever både ny forskning og ingeniørteknisk utvikling. Det vil også være helt avgjørende om fusjon kan utvikles til å være lønnsom og konkurransedyktig mot andre energikilder. Over hele verden utarbeides det nå ambisiøse planer for å kommersialisere fusjon, utvikle regulatoriske rammeverk og legge til rette for å ta del i det som er en industri i sterk vekst.

US Department of Energy ga nylig ut sitt roadmap som legger opp til at fusjonsenergi skal være kommersielt tilgjengelig i midten av 2030-årene. Satsingen gjennomføres av DOEs nyopprettede Office of Fusion.

Europas fusjonssatsing har så langt i hovedsak foregått gjennom Euratom-programmet, der fusjon nå er det viktigste satsingsområdet innen kjernekraft. EUs aller første fusjonsstrategi skal publiseres i løpet av 2026, og skal bidra til å fremskynde kommersialiseringen av fusjonsenergi i EU. Strategien vil bygge på innspill fra Draghi-rapporten som anbefaler å skape et stabilt og forutsigbart økosystem for fusjon. Utenfor EU har Storbritannia investert 2,5 milliarder pund i reaktoren STEP, som skal levere strøm til nettet rundt 2040.

Også i Asia trappes satsingen kraftig opp. Kina har på kort tid blitt en ledende aktør, og i 2025 ble det statlige fusjonsselskapet China Fusion Energy etablert med en kapital på 15 milliarder yuan (21 mrd. NOK). Japan har gjennom sin nasjonale fusjonsstrategi gjort fusjon til et industripolitisk satsingsområde hvor de har satt av rundt 60 milliarder yen (4 mrd. NOK) til private selskaper som skal demonstrere fusjonskraft. Sør-Korea er også en ledende aktør innen fusjonsteknologi. Fusjon er ett av sju nasjonale



storprosjekter, hvor målet er å produsere strøm i løpet av 2030-årene og er satt av om lag 1 200 milliarder won (9 mrd. NOK) over ti år.

Mindre land som New Zealand og Sverige har også betydlige satsninger innen fusjon. New Zealand besluttet i 2026 å støtte OpenStar Technologies med investeringer på opp till 35 millioner NZD (210 MNOK), som skal bygge sin neste fusjonsmaskin. I Sverige har Novatron Fusion Group bygget sin første prototyp ved KTH og var det første kommersielle fusjon selskapet som fikk EU-finansiering.

IFEs innspill:

IFE mener at Norge må sikre seg en plass i den europeiske fusjonssatsingen, både innen forskning og industrielt. Norge har flere verdensledende forskningsmiljøer innen kjernekraft, blant annet innen menneske, teknologi og organisasjon (HTO) og sikkerhet, der IFE i dag leder det internasjonale forskningsprogrammet OECD NEA Halden HTO Project. Internasjonale forskningsmiljøer innen kjernekraft ser også til norsk olje- og gassindustri og erfaringene derfra med remote operations når fremtidige reaktordesign skal gjøres mer effektive. Denne kompetansen kan overføres direkte til fusjonsindustrien. Norge og IFE har i tillegg internasjonalt anerkjent kompetanse innen materialteknologi fra forskningsreaktorene som nå er stengt. Det er trolig denne kompetansen fusjonsindustrien vil etterspørre mest når den beveger seg fra forskningsreaktorer til reaktorer som skal være i drift i 20–40 år.

Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)

5.6 Kjernekraft (s. 99)

Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (1 av 8): Kap. 5.6 Kjernekraft, tidslinje og virkemidler

Kapittel 5.6 bygger på at kjernekraft «tidligst kan være i drift i Norge på midten av 2040-tallet», og konkluderer med at FoUI-behovene skal «prioriteres innenfor dagens virkemidler som treffer kjernekraft». Norsk Kjernekraft AS mener dette er et for snevert grunnlag for en strategi som skal gjelde fram mot 2050.

Etter at NOU 2026: 4 ble lagt fram, vedtok Stortinget 26. mai 2026 med bredt flertall å be regjeringen legge fram en stortingsmelding om kjernekraft (Innst. 278 S (2025–2026)). Energiministeren tar sikte på å legge fram meldingen tidlig i 2028. Norske kjernekraftkommuner, som representerer over 60 kommuner og fylkeskommuner, advarer mot at Norge går inn i «et kjernekraftpolitisk vakuum frem til 2028». Hvilket tidsløp Norge skal velge, hvordan regelverket skal utvikles og hvordan kompetanseoppbyggingen skal organiseres, er dermed politiske spørsmål som skal avgjøres tidlig i



Innsender	Kapittel	Kommentar
		strategiperioden. Energi2050 bør ikke foregripe den behandlingen ved å legge den lengste tidslinjen til grunn. Tidslinjen bør heller ikke stå som en fast forutsetning, fordi den avhenger av strategien selv. Om kjernekraft kommer på midten av 2040-tallet eller tidligere, avhenger nettopp av forskning, kompetanse og regelverk som må på plass nå. Legger strategien det sene anslaget til grunn, risikerer den å gjøre anslaget selvoppfyllende. Vi ber derfor om at Energi2050: 1. omtaler midten av 2040-tallet som ett av flere mulige tidsløp, avhengig av politiske beslutninger, og innretter FoUI-innsatsen slik at den ikke utelukker kjernekraft i drift innen 2040, 2. etablerer en egen FoUI-innsats for kjernekraft i stedet for å henvise til dagens virkemidler, og samordner den med kompetanseprosjektet som Kjernekraftutvalget enstemmig anbefalte, 3. sier at kapitlet skal oppdateres når Stortinget har behandlet stortingsmeldingen om kjernekraft, som etter planen legges fram tidlig i 2028. Utkastet slår selv fast at den nukleære fagbasen «har verdi uavhengig av» tidslinjen. Det er et godt argument for å bygge den opp nå. Vi utdyper dette i egne kommentarer til kap. 5.6 (tid og kostnader), 6.4, 3.2, 3.3, 3.4, 3.9 og 3.10. Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn
Jonas Kristiansen Nøland (NTNU)	5.6 Kjernekraft (s. 99)	Jeg ber om at delkapittel 5.6 Kjernekraft (s. 99–101) revideres. Alle de sentrale påstandene der er hentet fra NOU 2026:4, som fikk 253 høringsvar åtte dager etter at strategiutkastet ble publisert, og som Stortinget skal behandle i en melding regjeringen tar sikte på tidlig i 2028. En FoUI-strategi til 2050 bør ikke gjøre omstridte forutsetninger til premiss uten å vise til dem. Uttalelsen avgis på egne faglige vegne som professor ved NTNU og bygger på mitt høringsvar til NOU 2026:4: https://www.regjeringen.no/no/dokumenter/offentlig-horing-av-nou-20264-kjernekraft-i-norge/id3155294/?uid=52bfa4a9-21b7-47a9-bc94-cae697657eeb 1. Feil om samfunnsøkonomi: «70–80 prosent» (s. 100) er en bedriftsøkonomisk test, ikke en samfunnsøkonomisk. Tallet gjelder investeringskostnaden målt mot forventet kraftpris på 50–80 øre/kWh. Systemkostnader, naturkostnader og andre eksternaliteter er utelatt. Strategien bør oppgi



forutsetningene (teknologi, kraftpris, byggetid, rente) og stryke påstanden om at fallet «kommer av læreeffekter» alene. Samme test anvendes ikke på flytende havvind, som strategien selv priser til over 150 øre/kWh (s. 67) og likevel prioriterer med standardisering og seriebygging som begrunnelse.

2. Alternativenes systemkostnader i praksis satt til null: I min NTNU-rapport (Fullkostnad, 30.09.2026) utgjør ekstra kostnader til nett og effektoppgradering 95 øre/kWh for landvind mot 17 for kjernekraft. Tallene kan analyseres videre, men poenget er at ingen offentlig instans har regnet på dem: <https://hdl.handle.net/11250/5579797>

3. Verdien av spart inngrepsfri natur og villmark i praksis satt til null: Utvalget slår fast at kjernekraft krever «lite areal» (punkt 31.3) og at nedbygging av natur har «lave eller ingen direkte kostnader for utbygger» (punkt 23.3.3), men konkluderer med «små» tilleggseffekter uten å verdsette noe (punkt 2.5 og 26.4). R-109/2021 krever at ikke-prissatte virkninger vurderes for om de kan endre rangeringen. Strategien fører arealbruk opp som en problemstilling for kjernekraft (s. 100). Den bør i stedet, under Natur, miljø og samfunn, be om arealinngrep per TWh gjennom livsløpet inkludert nett, og en terskelanalyse: Hvilken naturverdi snur rangeringen?

4. Energisikkerhet må vurderes etter samme kriterier for alle teknologier: For kjernekraft fremheves avhengigheten av importert brensel, mens muligheten for beredskapslagring får liten oppmerksomhet. Kjernebrensel er svært energitett og utgjør en svært liten del av produksjonskostnaden. Det gjør det praktisk og økonomisk mulig å lagre brensel for flere års drift ved kraftverket. Denne robustheten mot avbrudd i forsyningskjedene bør også inngå i vurderingen.

5. Tidslinjen er et argument for kunnskap nå, ikke mot: «Midten av 2040-tallet» (s. 99) forutsetter beslutning rundt 2030 (NOU figur 32.1). Strategien skriver selv at fagmiljøer tar 10–15 år å bygge (s. 93) og at Norge mangler utdanningsløp i nukleær ingeniørvitenskap (s. 100). Utvalget anbefaler et nasjonalt kompetanseprosjekt over minst ti år. IFE og Tekna støtter tidlig kompetanse- og regelverksarbeid og et bedre kostnadsgrunnlag i sine høringssvar. Anbefalingen «innenfor dagens virkemidler» (s. 101) er svakere enn utredningen den siterer. Den bør erstattes med et forpliktende kunnskapsløp med ansvar, finansiering og leveranser: systemanalyse (punkt 2), naturverdsetting (punkt 3), realistiske prosjektkostnader og finansieringsmodeller, regelverk og sikkerhet, og et utdanningsløp ved norske universiteter.

6. Gjør prioriteringen etterprøvbart: Kapittel 6.4 og tabellen i 3.1.3 viser ikke hvordan kjernekraft er vurdert mot kriteriene potensial, FoUI-behov og norsk gjennomføringsevne. Publisert vurderingen, og skriv inn at omtalen av kjernekraft oppdateres etter stortingsmeldingen.



Ingen av forslagene krever at Energi2050 tar stilling for kjernekraft. De krever samme målestokk for alle teknologier, og at tallene beregnes før de brukes til å dimensjonere norsk energiforskning til 2050.

Tor Martin Misund (Vestland fylkeskommune)

5.6 Kjernekraft (s. 99)

Noverande kraftsituasjon innanlands og i landa vi grensar til, kan tyde på at kapasiteten er under press. Å avvise kjernekraft i relativ nær framtid, slik vi tolkar NOU 2026:4 å gjere, vil difor være uklokt. Vestland fylkeskommune meiner staten allereie no må setja i gong arbeidet med å få på plass eit oppdatert regulatorisk rammeverk for kjernekraft i Norge, samt leggja til rette for FoU og kompetanseoppbygging på feltet. Vi ber difor om at kjernekraft vert inkludert som eit eige åttande teknologisk hovudsatsingsområde i den endelege Energi2050-strategien.

Thomas Alan Adams II
(Denne tilbakemeldingen er
sendt inn på vegne av NTNU
Energi - Team Kjerneenergi)

5.6 Kjernekraft (s. 100)

NTNU Team Nuclear støtter og er enig i den foreslåtte teksten, inkludert forskningstemaene som er listet i punktlisterne. Vårt eneste forslag er å fjerne uttrykket «kostnadene må falle 70–80 prosent for at kjernekraft skal bli lønnsom med dagens prisforventninger». Det er en for sterk påstand på to måter. For det første mener mange eksperter på vårt team at de egentlige kostnadene ved kjernekraft vil være mye lavere enn det som ble oppgitt i NOU 2026:4, og er derfor uenige i konklusjonen «kostnadene må falle 70–80 prosent». På den andre siden mener andre eksperter på teamet at kostnadene vil være høye, men de er uenige i at «kostnadene må falle 70–80 prosent for at kjernekraft skal bli lønnsom» fordi de argumenterer for at selv om kostnadene er høyere, er de fortsatt lønnsomme. Disse medlemmene viser til kunngjøringer fra de siste 60 dagene om planlagte omstarter av tidligere nedlagte kjernekraftverk som Palisades-anlegget i Michigan, Crane Clean Energy Center, Duane Arnold Energy Center, og byggingen av 12 SMR-er i Indiana finansiert av Amazon, alt for å støtte datasentre. Big Tech er villige til å betale høye priser for strømmen. Derfor er eksperter med ulike meninger om kostnadsprognoser likevel uenige i uttalelsen.

Øyvind Aas-Hansen (Norsk
Kjernekraft AS)

5.6 Kjernekraft (s. 100)

Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (2 av 8): Kap. 5.6 Kjernekraft, premissene om tid og kostnader

Energi2050-utkastet legger i kap. 5.6 to premisser til grunn for prioriteringen av kjernekraft: at kjernekraft «tidligst kan være i drift i Norge på midten av 2040-tallet» og derfor i liten grad bidrar til klimamålene for 2050, og at kostnadene må falle 70–80 prosent for at kjernekraft skal bli lønnsom. Begge premissene er hentet fra Kjernekraftutvalget, og begge er langt mer usikre enn utkastet gir inntrykk av.



Kjernekraftutvalget begrunner anslaget om midten av 2040-tallet med at Norge ikke har gjennomført tiltak for regelverk, myndighetsorganisering og kompetanse (NOU 2026: 4, kap. 33). Anslaget er dermed ikke en fast nedre grense, men en konsekvens av hva som prioriteres, blant annet i Energi2050.

Norge starter heller ikke fra null. IAEA beskriver i rapporten «Considerations to Facilitate the Accelerated Deployment of Small Modular Reactors» (2025) en tidslinje på om lag 12 år for å etablere SMR i land som starter uten kjernekraft, lovverk, tilsyn og erfaring. Denne rapporten er ikke omtalt av Kjernekraftutvalget. Norge har atomenergilov, tilsynsmyndighet og 70 års reaktorerfaring, og Energidepartementet fastsatte 11. februar 2026 utredningsprogrammet for et kjernekraftverk i Aure og Heim. DSA skriver selv: «Som fagmyndighet innen strålevern og atomsikkerhet har DSA allerede omfattende kunnskap og kompetanse på området.» Samtidig understreker DSA at kapasiteten må styrkes. Norge har også sterke forsknings- og kompetansemiljøer å bygge på, fra erfaring med drift av forskningsreaktorer og internasjonale sikkerhetsprosjekter til store relevante miljøer innen petroleum, prosessindustri, maritim sektor og kraftsystemer (Norsk Kjernekraft, høringssvar til NOU 2026: 4). KS ber om «høyere framdrift», og Glencore Nikkelverk skriver at «lang ledetid er et argument for å starte nå».

Første kraftverk i perioden 2035–2040 er derfor mulig. Kjernekraft i drift innen 2040 kan levere i et tiår før 2050, og i 60–100 år etter.

Kostnadene er også usikre i begge retninger. Utkastets anslag om at kostnadene må falle 70–80 prosent er følsomt for forutsetningene, og utvalget peker selv på at kostnadene senere «kan bli vesentlig redusert» (kap. 33). Norske kjernekraftkommuner skriver: «Usikkerhet knyttet til kostnader bør ikke være et argument mot å starte prosessene rundt kompetansebygging og myndighetsavklaringer.» Lønnsomhet avgjøres av markedet og private aktører. Det markedet ikke fanger opp, er verdien for samfunnet og kraftsystemet: nett, reservekapasitet, effekt, naturinngrep og forsyningssikkerhet. Det er nettopp der Energi2050 bør bidra med kunnskap, på like vilkår for alle kraftkilder.

Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn

Lars Sørum (SINTEF Industri, 5.6 Kjernekraft (s. 100)
Avdeling Anvendt
Geovitenskap (tidligere
SINTEF Petroleum AS))

Karakterisering og modellering av geologisk dypdeponi
Kapittel: 5.6 Kjernekraft
Sidetall: 100



Kommentar: Kapittelet nevner kort at Norge mangler deponeringsløsning for brukt kjernebrensel. Det vil være nødvendig å etablere deponi for både eksisterende og framtidig brukt kjernebrensel, og dette vil være geologisk. I tillegg til dyp borehullsdeponi er det behov for å utrede geologisk dypdeponi (fjellhall). Dette vurderes i dag og bør inkluderes som et spesifikt punkt. Vi foreslår følgende tillegg:

- Geologisk og termo-hydro-mekanisk karakterisering og modellering av geologisk dypdeponi i relevante bergarter.

Faglig grunnlag: Geologisk dypdeponi fordrer at det er de tektoniske, geologiske og strukturelle forholdene ligger til rette. I tillegg til varmeutviklingen over tid kunne påvirke berget og risikoen for lekkasje. Geologisk karakterisering og modellering, samt termo-hydro-mekanisk karakterisering og modellering vil være nødvendig for å vurdere egnetheten og evt. risiki ved dypdeponi.

Odd Erik Garcia (UiT Norges arktiske universitet) 5.6 Kjernekraft (s. 100)

Kommentar til utkast til Energi2050 strategi – kapittel 5.6 Kjernekraft

Det er positivt at utkastet skiller mellom fisjon og fusjon, og at det peker på konkrete FoUI-behov innen fusjon: plasmafysikk, diagnostikk og modellering av innelukking, og kappekonsepter for produksjon og uttak av tritium. Strategien anbefaler imidlertid at disse behovene «prioriteres innenfor dagens virkemidler som treffer kjernekraft» (s. 101). For fusjonsenergi finnes det i dag ingen dedikerte nasjonale virkemidler, og den begrensede støtten til Euratom-deltakelse er verken øremerket fusjon eller dimensjonert for å bygge opp et norsk fagmiljø. Dermed blir anbefalingen uten virkemiddel, og behovene strategien selv peker på blir i praksis ikke fulgt opp. Det samme gjelder langt på vei fisjon: Strategien påpeker selv at Norge mangler utdanningsløp i nukleær ingeniørvitenskap (s. 100), og henviser også omfattende FoUI-behov innen reaktorteknologi, brensel og avfall til dagens virkemidler.

Hvorfor dagens virkemidler ikke treffer fusjon

- Forskningsrådet har ingen programmer eller utlysninger rettet mot fusjonsenergi.
- Norge er ikke medlem av EUROfusion, som koordinerer og finansierer europeisk fusjonsforskning. UiT er assosiert partner siden 2022, noe som gir tilgang til data og infrastruktur, men ingen finansiering.
- Norge er tredjeland i Euratom-programmet. Norske deltakere får derfor ikke EU-midler til fisjons- eller fusjonsforskning, og kan som hovedregel ikke koordinere prosjekter.
- Forskningsrådets støtte til Euratom-deltakelse (20 mill. kr i året, halvparten bundet til strålevern, dekommisjonering og avfall) er ikke øremerket fusjon, forutsetter at norske miljøer allerede deltar i europeiske prosjekter, og bygger ikke nasjonal kompetanse.



- Euratom-prosjekter dekkes ikke av RETUR-EU. Forskningsinstituttene må derfor bruke av grunnbevilgningen for å delta.

Strategien sier at områder som ikke er prioritert, skal følges opp gjennom eksisterende programmer, nisjemiljøer og europeisk forskningssamarbeid (s. 6). For kjernekraft, og særlig fusjon, er disse veiene i dag stengt eller svært begrensede.

Energi21 anbefalte i 2024 fire tiltak for fusjonsenergi: å skille tydelig mellom fusjon og fisjon, å følge internasjonal forskning, å bygge kompetanse gjennom utdanning og forskning, og å legge til rette for samarbeid mellom akademisk og industri. De fleste av disse tiltakene kan ikke gjennomføres uten virkemidler.

Mange nasjonale og private aktører har konkrete planer om produksjon av fusjonskraft i løpet av 2030- og 2040-tallet. Det er et sterkt argument for å bygge kompetanse nå, og norsk industri har relevant kompetanse innen materialer, prosess, kryoteknologi og offshore som kan gi muligheter i leverandørkjeden.

Forslag til endringer i strategien

1. Siste setning i kap. 5.6 erstattes med: «Kjernekraft har i dag svært begrensede dedikerte nasjonale virkemidler, og for fusjon finnes ingen, og Norge er tredjeland i Euratom og ikke medlem av EUROfusion. Energi2050 anbefaler derfor at det etableres et eget program for kjernekraftforskning, med fusjon som eget spor, og at norsk tilknytning til Euratom og EUROfusion utredes.»

2. Følgende tiltak bør nevnes i strategien:

- Utrede norsk assosiering til Euratom og medlemskap i EUROfusion. Utredningen bør legge vekt på den strategiske verdien av tilgang til europeisk fusjonsforskning, kompetanse og infrastruktur, ikke bare forventet økonomisk retur.
- Opprette en dedikert utlysning eller et program for kjernekraftforskning i Forskningsrådet, med fusjon som eget spor, eventuelt vurdere å ta kjernekraft og fusjon inn i mandatet til det nasjonale nukleære forskningssenteret.
- Etablere studieplasser og ph.d.-stillinger innen kjernekraft, inkludert fusjon og plasmafysikk, med utgangspunkt i eksisterende fagmiljøer.
- Inkludere Euratom-prosjekter i RETUR-EU.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		3. I kap. 5.1 og sammendraget bør det stå at bruk av europeisk forskningssamarbeid forutsetter at Norge faktisk har tilgang til de relevante programmene.
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 102)	Nyanser omtalen av elektriske fly og kortbaner og tydeliggjør flyoperatørenes rolle: Kommentaren gjelder kapittel 5.8, side 102, avsnittet om elektrifisering. AFSN anbefaler at omtalen av elektriske og hybridelektriske fly på kortbanenettet knyttes til dokumenterte ytelser og flyoperatørenes operative og kommersielle vurderinger. Strategien bør tydeliggjøre at innfasing av slike fly er en fremtidig mulighet, og at valg av flytype og anvendelse må bygge på operatørenes vurderinger innenfor gjeldende rammevilkår. Forslag til erstatningstekst: «Norges kortbanenett kan på sikt være en relevant arena for elektriske og hybridelektriske fly. Egnetheten må dokumenteres gjennom sertifiserte ytelser, nyttelast, rekkevidde, vinterdrift og nødvendige sikkerhetsmarginer. Valg av flytype og operativ innfasing må bygge på flyoperatørenes vurderinger av sikkerhet, driftsstabilitet, kapasitet og kommersiell egnethet, innenfor gjeldende rammevilkår. Demonstrasjonsprosjekter bør utvikles i tett samarbeid med operatørene.»
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 103)	Skill mellom norsk drivstoffproduksjon og den øvrige leverandørkjeden: Kommentaren gjelder kapittel 5.8, side 103, avsnittet om omsetningskrav og markedsutvikling. AFSN anbefaler at omtalen av norsk leverandørindustri presiseres. Dersom vurderingen gjelder produksjon av selve drivstoffet i Norge, bør dette fremgå uttrykkelig. Produksjon bør skilles fra import, distribusjon, kvalitetssikring, tanking og utvikling av kundeløsninger. Kompetansen i disse delene av verdikjeden er et grunnlag for videre utvikling og bør synliggjøres i strategien. Forslag til erstatningstekst:



Innsender	Kapittel	Kommentar
		«Utviklingen av norsk produksjon av bærekraftig flydrivstoff bør vurderes særskilt fra utviklingen av den øvrige leverandørkjeden. Norge har etablerte aktører innen import, distribusjon, kvalitetssikring og levering av flydrivstoff, samt erfaring med SAF-leveranser og kundeløsninger. Denne kompetansen bør inngå som et utgangspunkt for demonstrasjon, markedsutvikling og eventuell oppskalering av norsk SAF-produksjon.»
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 103)	Presiser råstoffkategoriene i det norske omsetningskravet for luftfart: Kommentaren gjelder kapittel 5.8, side 103. AFSN anbefaler at beskrivelsen av det norske omsetningskravet presiseres. Omtalen bør gjenspeile at kravet omfatter både avansert biodrivstoff og biodrivstoff fremstilt av råstoff på del B-listen. Forslag til tekst: «Norge har hatt et omsetningskrav for biodrivstoff i luftfarten siden 2020. I 2026 er kravet at minst 2 volumprosent av samlet årlig omsatt drivstoff til luftfart som omfattes av kravet, skal bestå av avansert biodrivstoff eller biodrivstoff fremstilt av råstoff oppført i produktforskriften kapittel 3, vedlegg V, del B.» Kilde: Miljødirektoratet, veileder M-10, kapittel 5 om omsetningskravet til luftfart: <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klimateknikk/transport/omsetningskrav-for-biodrivstoff/omsetningskravet-i-luftfart/>
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 103)	Oppdater kildehenvisningen for norsk innføring av ReFuelEU Aviation: Kommentaren gjelder kapittel 5.8, side 103. AFSN anbefaler at kildehenvisningen for norsk innføring av ReFuelEU Aviation oppdateres til regjeringens kunngjøring 10. august 2026. Opplysningen om tidligst januar 2028 kan beholdes, men formuleringen bør bevare usikkerheten om endelig ikrafttredelse.

**Innsender****Kapittel****Kommentar**

Forslag til tekst:

«ReFuelEU Aviation stiller krav til gradvis økt bruk av bærekraftig flydrivstoff i EU, med et særskilt delkrav til syntetisk flydrivstoff fra 2030. Regjeringen opplyste 10. august 2026 at regelverket tidligst vil kunne tre i kraft i Norge 1. januar 2028.»

Kilder:

Regjeringen, «Utsetter drivstoffkrav for luftfarten og maritim transport», 10. august 2026:
<<https://www.regjeringen.no/no/aktuelt/utsetter-drivstoffkrav-for-luftfarten-og-maritim-transport/id3170146/>>

Europakommisjonen, ReFuelEU Aviation:
<https://transport.ec.europa.eu/transport-modes/air/environment/refueeu-aviation_en>

Daniel Tholander (Aviation
Fuelling Services Norway AS)

5.8 Klimavennlig luftfart (s.
103)

Presiser omtalen av luftfartens ikke-CO2-effekter:

Kommentaren gjelder kapittel 5.8, side 103, avsnittet om ikke-CO2-effekter.

AFSN anbefaler at omtalen tydeliggjør metodeforutsetninger og usikkerhet. Dersom prosentanslaget beholdes, bør det ledsages av kilde, valgt klimametrikk, tidshorisont og geografisk avgrensning, slik at sammenligningen med CO2-utslipp kan forstås og etterprøves.

Forslag til erstatning eller utdyping:

«Luftfartens samlede klimapåvirkning omfatter både CO2-utslipp og ikke-CO2-effekter, blant annet knyttet til kondensstriper, NOx og partikler. Størrelsen på ikke-CO2-effektene er usikker, og sammenligningen med CO2 avhenger blant annet av valgt klimametrikk og tidshorisont. Eventuelle prosentanslag bør derfor oppgis med tydelige metodeforutsetninger.

Forskningsinnsatsen bør omfatte hvordan drivstoffets sammensetning og operative tiltak påvirker den samlede klimapåvirkningen, med dokumentasjon av eventuelle avveininger mellom CO2 og ikke-CO2-effekter.»

Kilde:



EASA, European Aviation Environmental Report, «Aviation Environmental Impacts»:
<<https://www.easa.europa.eu/en/domains/environment/eaer/aviation-environmental-impacts>>

Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet) 5.8 Klimavennlig luftfart (s. 103)

Luftfartstilsynet støtter i hovedsak beskrivelsen av utfordringsbildet og de identifiserte FoUI-behovene i kapittel 5.8 Klimavennlig luftfart. Vi mener likevel at kapitlet i større grad bør synliggjøre Norges særlige fortrinn som arena for demonstrasjon, implementering og sikker innfasing av null- og lavutslippsluftfart, samt behovet for kunnskapsutvikling og forskning knyttet til regelverksutvikling, sertifisering og operativ integrasjon.

Kapitlet omtaler sertifisering som et FoUI-behov, men behandler det primært som en aktivitet som følger teknologiutviklingen. For luftfart er regelverk og sertifisering ofte kritiske forutsetninger for at teknologi i det hele tatt kan tas i bruk. Et nytt revider avsnitt bør presisere dette, for eksempel

Utvikling av regelverk, sertifiseringsgrunnlag, metoder for risiko- og flysikkerhetsvurderinger og operasjonelle konsepter bør betraktes som sentrale innovasjonsområder på linje med teknologiutvikling. For null- og lavutslippsluftfart vil samspillet mellom teknologi, operasjonelle forhold, regulatoriske rammer[BT6.1] og utvikling av velfungerende markeder være avgjørende for hvor raskt nye løsninger kan tas i bruk.

Videre nevner kapitlet dagens internasjonale testarena for elektriske fly, men Norge har et mye bredere potensial enn det som kommer fram. Dette kan synliggjøres ved å legge til.

Det norske kortbanenettet, kombinasjonen av små regionale flyplasser og krevende klimatiske og topografiske forhold gir unike muligheter for demonstrasjon av elektriske og hydrogendrevne luftfartøy under realistiske operative forhold. Med et relativt lite trafikkert luftrom er Norge i posisjon til å fungere som en internasjonal utviklings- og testarena for null- og lavutslippsluftfart.

I tillegg bør det også vurderes:

- sikker lagring, distribusjon og håndtering av hydrogen ved regionale og større lufthavner[BT7.1]
- integrasjon mellom hydrogendrevet luftfart og lokal energiinfrastruktur
- sikkerhetsmessige og operative konsekvenser av hydrogen som energibærer i luftfart

Dette er områder hvor Norge kan videreutvikle internasjonale fortrinn.

For ytterlige innspill om innovasjon og næringsmuligheter for norske aktører som ligger i den grønne omstillingen i luftfarten, er SINTEF's nylig utgitte rapport om dette en god kilde til kunnskap (se rapporten



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Muligheter for innovasjon, næringsutvikling og verdiskaping fra overgangen til grønn luftart utgitt av SINTEF i oktober 2026).
Jørn Bugge (NHO Luftfart)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 103)	Kapittel 5.8 har allerede flere gode elementer. Problemet er at tyngdepunktet ligger mye på selve flyet, testing, sertifisering og teknologien rundt drift. Kapitlet bør få en mer tydelig industriell dimensjon: 1. Nye flyteknologier a. Elektriske og hybride fly, hydrogen, energieffektivitet og sertifisering. 2. Bærekraftig flydrivstoff a. Bio-SAF og e-SAF, produksjonsteknologi, råstoff, hydrogen, karbonkilder, drivstoffkvalitet og kostnadsreduksjoner. 3. Energisystem og infrastruktur a. Krafttilgang på flyplasser, ladeinfrastruktur, distribusjon og lagring av SAF/hydrogen og forsyningssikkerhet.
Sigmund S. Kielland (Pentalys Energy)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 103)	Forskningsbehovene "Integrasjon av batterier, brenselceller og elektriske drivlinjer, med strenge krav til vekt, volum, varmegåndtering og redundans" og "Ytelse og sikkerhetsmarginer ... ved lave temperaturer" forutsetter at cellene finnes. Dagens litiumion-celler gir ikke den spesifikke energien kortbanefly trenger. Vi foreslår at "utvikling og kvalifisering av battericeller med høy spesifikk energi for luftfart" tas inn som eget kulepunkt, med henvisning til kortbanenettet og kaldklimatestarenaen (s. 102) som norsk fortrinn.
Daniel Tholander (Aviation Fuelling Services Norway AS)	5.8 Klimavennlig luftfart (s. 104)	Effektive forsyningskjeder og kostnadseffektive bakkeoperasjoner: Kommentaren gjelder kapittel 5.8, side 103–104, med kobling til kapittel 3.3.2, side 43–45. AFSN anbefaler at forsknings- og demonstrasjonsbehovene omfatter hele kjeden fra produksjon eller import til levering til fly. Løsningene må tilpasses lokale driftsforhold. For elektriske tankbiler og elektrisk pumpedrift bør samlede kostnader over levetiden vurderes sammen med driftssikkerhet, klimaeffekt og gevinster for lokal luftkvalitet og arbeidsmiljø.



Forslag til tillegg i kapittel 5.8:

«Utvikle og demonstrere effektive forsyningskjeder for SAF fra produksjons- eller importterminal til levering ved fly. Arbeidet bør omfatte blanding, kvalitetskontroll og frigivelse, mellomlagring, transport og tanking, med særlig oppmerksomhet på små volumer, lave temperaturer og lange transportavstander.

Analysene bør sammenligne sentraliserte og desentraliserte løsninger, gjenbruk av eksisterende infrastruktur og behovet for ny kapasitet. Sikkerhet, kostnader, klimaeffekt og forsyningsikkerhet bør vurderes samlet.

Demonstrasjon av elektriske tankbiler og elektrisk pumpedrift bør dokumentere samlede kostnader over levetiden, inkludert investeringer, energibruk og vedlikehold, samt vinterytelse og driftssikkerhet. Tiltakene bør tilpasses lokale driftsforhold og bygge på kostnadseffektive løsninger og best mulig utnyttelse av eksisterende infrastruktur.

Elektrifisering av kjøretøy og pumpedrift kan redusere lokale utslipp av nitrogenoksider (NO_x) og eksospartikler, samt støy under tanking. Når pumpene drives elektrisk, kan dieselmotoren være avslått under pumping. Dette kan gi bedre luftkvalitet og et bedre arbeidsmiljø for tankingspersonell og andre som arbeider rundt flyene. Demonstrasjonene bør derfor også dokumentere endringer i lokale utslipp og de ansattes eksponering for eksos og støy under representative driftsforhold.»

Kilde om elektriske lastebiler, lokale utslipp, støy og arbeidsmiljø:

Transportøkonomisk institutt, Tiltakskatalog for transport og miljø:

<<https://www.tiltak.no/c-miljoeteknologi/c1-drivstoff-og-effektivisering/elektrifisering-av-lastebiler/>>

Bjarne Børresen (Hafslund Kraft AS)

5.9 Landvind (s. 104)

Landvind er i dag Norges nest viktigste kraftproduksjonskilde, og det er sannsynlig at den vil beholde en sentral rolle fram mot 2050. Selv om Norge i begrenset grad har en egen leverandørindustri for selve vindturbinene, finnes det betydelige muligheter for teknologi- og næringsutvikling innenfor andre deler av verdikjeden.

Det bør derfor prioriteres FoU-programmer og -prosjekter rettet mot landbasert vindkraft. Norske teknologi- og kompetansemiljøer kan særlig ha potensial innen nisjer som produksjonsplanlegging og -optimalisering, tilstandsovervåking, mikrolokalisering og løsninger som reduserer natur- og arealkonflikter.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		En betydelig del av den eksisterende landbaserte vindkraften, både i Norge og internasjonalt, vil dessuten nærme seg behov for oppgradering eller repowering fram mot 2050. Dette åpner et viktig marked for nye teknologier og løsninger, og bør derfor være et sentralt område for framtidig FoUI-innsats.
Anneline Mallings Breen (Fornybar Norge)	5.9 Landvind (s. 105)	Etter hvert som områdene med de beste vindressursene tas i bruk, flyttes utbyggingen mot områder med svakere og mer usikker vindressurs. Det øker risikoen for at vindkraftverk bygges på feil sted, noe som gir tap for utbygger og kan svekke tilliten til vindkraft som helhet. Det er derfor behov for å videreutvikle modeller og målemetoder som reduserer usikkerheten i vindressurs og produksjonsestimater i områder med lavere vindhastighet og kompleks topografi, blant annet gjennom bedre bruk av målinger og driftsdata fra eksisterende anlegg til validering. Bedre metoder for drift og vedlikehold gir lavere kostnader, høyere tilgjengelighet og lengre levetid. Det er behov for FoUI på digitale tvillinger, prediktivt og tilstandsbasert vedlikehold og uavhengig tilstandsvurdering som grunnlag for beslutninger om levetidsforlengelse, samt på ombruk og materialgjenvinning av turbinblader og andre komponenter. Repowering og reinvestering bør vurderes samlet, med nettkapasitet, turbinstørrelse, naturvirkninger, konsesjon, lokal verdiskaping og sirkularitet, og valget mellom videre drift og full reinvestering. Dette forutsetter mekanismer for sikker deling og gjenbruk av drifts-, skade-, tilstands- og miljødata, med standardiserte formater og felles forskningsinfrastruktur, samtidig som sikkerhet og konkurransesensitiv informasjon ivaretas.
Svein-Håkon Lorentsen (NINA)	5.9 Landvind (s. 105)	Niende kulepunkt endres til: Hvordan turbinutforming, sveipflate og driftsmønster endrer kollisjonsrisikoen for utsatte fuglearter, fugletrekk og flaggermus, samt treffsikkerheten i deteksjonsbasert nedregulering. Sett inn et ekstra kulepunkt (10): Økt forståelse av virkninger av vindkraftutbygging og -drift på vegetasjon inklusive restaureringsmuligheter, samt indirekte effekter på arter som støy og stress.
tone knudsen (Statkraft)	5.9 Landvind (s. 106)	Vi mener at rask tilgang på fornybar kraft sin rolle for å bygge industri og sikre verdiskaping i Norge er underkommunisert. Det bør komme tydeligere frem. I dette kapitlet om landvind foreslår vi å skrive inn etter siste setning i første avsnitt under overskriften 5.9 Landvind: Landvind er også den teknologien som



på kortest tid kan bidra med mest ny fornybar kraftproduksjon i Norge. FoUI for å sikre realisering av denne teknologien er avgjørende for ny industri og verdiskaping i Norge. Herunder særlig kunnskapsutvikling innen natur og klima, sameksistens, legitimitet og systemintegrasjon.

JOSEFINE HELENE SELJ
(IFE)

5.10 Solenergi (s. 105)

Solenergi bør løftes inn i ett nytt prioritert område for landbasert fornybar energi.

Dersom dette ikke gjøres bør solenergi som minimum synliggjøres eksplisitt i punktet om integrerte, digitale energisystemer.

Noen mer konkrete kommentarer til teksten i 5.10:

- Følgende setning kan gi et misvisende inntrykk av at installasjonsraten i Europa faller eller er lav, mens den ligger relativt stabilt på et svært høyt nivå. «Solkraft vokser raskt internasjonalt og dekket i 2025 10 prosent av verdens etterspørsel etter elektrisitet. I Europa har veksten avtatt etter ti år med vekst i nyinstallasjoner (SolarPower Europe, 2025)». IFE foreslår å erstatte den: «Solkraft vokser raskt internasjonalt og dekket i 2025 om lag 10 prosent av verdens elektrisitetsforbruk. I Europa har den årlige utbyggingen etter ti år med sterk vekst stabilisert seg på et historisk høyt nivå på rundt 65 GW per år.»
- Det refereres til at «Geopolitiske sårbarheter og konsentrasjonen i den globale verdikjeden er sentralt for satsingsområdet Energisikkerhet». Sårbarheter i den globale leverandørindustrien er etter vår mening ikke tilstrekkelig diskutert i Energisikkerhetskapittelet og det er behov for utdyping.» Forslag til formuleringer i Energisikkerhetskapittelet er lagt inn som kommentar til dette delkapittelet.
- I de konkrete punktene med forskningsbehov på side 106 er det ett punkt som sannsynligvis har blitt redigert feil: Under «Flytende, integrert og arealdelt solkraft» bør ordet «forankring» strykes slik at det står hydrodynamisk og mekanisk modellering av (hele det) flytende solkraftverket.
- I de konkrete punktene med forskningsbehov på side 106 har et forskningstungt og viktig område ikke blitt inkludert til tross for at det har blitt spilt inn i flere omganger og er et sentralt forskningsområde i Norges ledende forskningsmiljø innen solkraft, samt et sentralt punkt for alle selskaper som utvikler integrerte PV-løsninger (flytende sol, BIPV med mer). Under ytelse, pålitelighet og drift bør det være et underpunkt på pålitelighet som handler om akselererte aldringstester: «Utvikling av akselererte aldringstester for nye teknologier og applikasjoner.»



- Dersom «Utvikling av akselererte aldringstester for nye teknologier og applikasjoner» ikke kommer inn som selvstendig forskningspunkt bør det som et minimum nevnes i punktet om flytende sol da dette er et av de mest sentrale forskningsområdene innen flytende solkraft.

Erik Stensrud Marstein (Norsk
forskningscenter for solkraft
(FME SOLAR))

5.10 Solenergi (s. 105)

Del 1:

Energisystemet er i svært rask endring, og det er prisverdig at det nå utvikles en oppdatert strategi for å ivareta norske behov for energitilgang og forsyningssikkerhet og samtidig legge til rette for betydelig verdiskapning fra en bred norsk energisektor gjennom de neste tiårene. Norsk forskningscenter for solkraft (FME SOLAR) mener imidlertid at kommentarutkastet til Energi2050 i alvorlig grad undervurderer potensialet knyttet til landbasert kraftproduksjon i Norge på kort og lang sikt. Dette gjelder både muligheten for sikring av krafttilgang og muligheten videre rask utbygging av sol- og vindkraft internasjonalt gir for verdiskapning både i og fra Norge.

Kommentarer til hovedutfordringene

Vi vil i det følgende fokusere på solkraftverk, heri inkludert den nye bransjestandarden: batteristøttede solkraftverk, og rollen slike anlegg på både bakke, tak og vann kan spille i forhold til de tre hovedutfordringene Energi2050 skal svare ut.

1: «Energisystemet, bygget for fredstid, møter nå digitale og fysiske trusler».

Batteristøttede solcelleanlegg har på kort tid blitt bransjestandard, og slike anlegg brukes i stor og raskt økende grad for å håndtere spesielt fysiske trusler i krig. Det høstes dessverre bred og relevant erfaring med slike anlegg fra for eksempel i den pågående krigen i Ukraina, der batteristøttede solcelleanlegg rulles ut i stort tempo for å tilgjengeliggjøre kraft til kritiske laster. Solcelleanlegg med integrerte batterier kan bygges og plasseres raskt og billig, de utgjør en robust og samtidig desentralisert og distribuert kraftproduksjon som er mindre utsatt for lokaliserte hendelser, det seg være ekstremvær eller ondsinnede handlinger, og de har en betydelig flerbruksverdi også utenfor krisesituasjoner. I denne sammenhengen er det selvsagt også kritisk viktig å ivareta digital sikkerhet, dette er godt dekket i kommentarutkastet.

2: «Tempoet for energiomstilling er for lavt i forhold til nasjonale klimaambisjoner og ny næringsutvikling». Solkraft på tak og bakke er i dag den desidert raskest voksende kilden til ny kraft internasjonalt, og har på få år vokst til å gi vesentlige bidrag også i våre naboland Sverige og spesielt Danmark. Dersom målet for Energi2050 faktisk er å øke tempoet for energiomstillingen virker det i beste



fall underlig at ikke landbasert kraftutbygging får mer plass i strategien. Vi mener det er her muligheten for de raskeste bidragene som monner ligger. FoUol kan bidra til både billigere, raskere og mer skånsom utbygging og påfølgende drift, samt støtte opp om innovasjon og konkurransekraft.

En mulighet vil være å utvide kapittelet om vannkraft til å omfatte også solkraft og vindkraft på land. Det er flere gode grunner til dette også utover muligheten for rask utbygging. Den ene er forventet kostnad: NVE publiserte nylig oppdaterte estimater for kostnader for kraftproduksjon i Norge, og vannkraft, vindkraft på land og bakkemonterte solkraftverk trekkes frem som de tre klart rimeligste alternativene. I tillegg er det en betydelig komplementaritet i produksjonsprofilene til disse kraftformene. Selv om vannkraft vil løfte tyngst er det for eksempel ofte solrikt i tørrår, noe 2026 er et godt eksempel på her på Østlandet. Det er nettopp i samspillet mellom de tre kraftformene også i Norge at grunnlaget for sikker tilgang til tilstrekkelige mengder kraft til riktig pris med lavest mulig miljøpåvirkning år etter år fremover ligger.

Erik Stensrud Marstein (Norsk
forskningssenter for solkraft
(FME SOLAR))

5.10 Solenergi (s. 105)

Del 2:

3: «Reduksjon i norsk verdiskaping etter ventet nedgang i petroleumsvirksomheten»

Det fremstår som underlig at det som kan hevdes å være det absolutt raskeste og mest vellykkede bidraget til energiomstilling internasjonalt ikke vektlegges mer i denne sammenhengen. Spesielt innen næringsutvikling representerer en fortsatt rask utbygging av solkraftverk, nå som oftest i kombinasjon med batterisystemer og med avanserte digitale systemer for styring og drift, en enorm mulighet. I kommentarutkastet står det at "Solkraft vokser raskt internasjonalt og dekket i 2025 10 prosent av verdens etterspørsel etter elektrisitet. I Europa har veksten avtatt etter ti år med vekst i nyinstallasjoner (SolarPower Europe, 2025)". Den siste formuleringen er korrekt, men samtidig kan den misforstås. Veksten i installasjoner avtar absolutt, men den stabiliserer seg på et svært høyt nivå. Samme kilde forventer installasjoner på rundt 65 GW solkraft i året frem mot 2030, før veksten igjen tiltar. Dette er et svært høyt tall som vil gjøre solkraft til den største kilden til kraft hver måned fra april og gjennom hele september om svært kort tid. Dette påvirker markedet for all annen kraftutbygging enormt. Samtidig representerer EU en enorm kommersiell mulighet for selskaper med aktiviteter rettet mot utvikling, bygging og påfølgende styring og drift av både solcelleanlegg, batterisystemer, heri inkludert digitale verktøy. Det globale markedet forventes samtidig å være minst 10 ganger større (>600 GW/år).

En viktig basis for videre suksess i dette feltet er et betydelig antall selskaper i Norge, flere av disse store, som har rettet betydelig virksomhet mot utvikling, bygging og drift av solkraftverk og annen landbasert og fornybar kraftproduksjon internasjonalt. FoUol-behovet er også stort i dette feltet, noe eksisterende portefølje hos blant annet Forskningsrådet viser.



Innsender

Kapittel

Kommentar

Samlet sett støtter sol- og batterisystemer opp under en ekstrem innovasjonstakt internasjonalt innen «Integrerte og digitaliserte energisystemer». At verken energisikkerhet, integrerte og digitaliserte energisystemer eller energieffektivisering og energifleksibilitet da anses som tilstrekkelig vesentlige til å kunne gi grobunn for videre vekst i selskaper for å kompensere for reduksjon i norsk verdiskapning fra petroleumssektoren mener vi er feil.

Erik Stensrud Marstein (Norsk
forskningssenter for solkraft
(FME SOLAR))

5.10 Solenergi (s. 105)

Kommentarer til forskningstemaene:

Vi har noen kommentarer til forskningstemaene. Den første gruppen tematikk er knyttet spesielt til produksjon av viktige materialer og produkter rettet mot videre fremstilling av solceller og solcellepaneler. Tidligere har dette vært hoveddelen av norsk næring innen solkraft, men de fleste større aktørene innen dette feltet har falt fra de siste årene. Vi mener allikevel at det er viktig å ha temaene med, til tross for at det er færre og ofte mindre selskaper involvert i dette enn tidligere år. Energi2050 peker på «Geopolitiske sårbarheter og konsentrasjonen i den globale verdikjeden er sentralt for satsingsområdet Energisikkerhet». Norge kan spille en kritisk rolle i å gjenreise industrielle verdikjeder i dette feltet i Europa. Den sterke og relevante materialtekniske kompetansen innen spesielt silisiumproduksjon vil kunne være svært viktig for gjenreisning av en europeisk verdikjede.

I dag er det imidlertid slik at den langt største andelen av omsetningen internasjonalt er knyttet til utvikling, bygging og påfølgende drift av solkraftverk. I tillegg til de relevante punktene som allerede er på plass mener vi at det også bør legges til et nytt punkt om hybridkraftverk. Utviklingen av solkraftverk både internasjonalt og i Norge er i raskt økende grad preget av hybridisering, spesielt gjennom integrasjon av sol- og batterisystemer, men også ved kombinerte sol- og vindkraftverk og kombinerte sol- og vannkraftverk. Slike kraftverk kan bidra til både bedret utnyttelse av nett, økt lønnsomhet, økt forsyningssikkerhet og bedret bærekraft. Tematikken kan for eksempel være «Design, bygging og påfølgende styring og drift av hybride solkraftverk for økt lønnsomhet, mer effektiv nettutnyttelse og forsyningssikkerhet». Det påpekes i høringsutkastet at det «er behov for mer effektiv utnyttelse av det eksisterende nettet med fleksibel tilknytning, forbrukerfleksibilitet, digitalisering og bedre utnyttelse av overføringskapasiteten som tiltak på kort sikt», og det er kanskje nettopp her at hybridkraftverkene kan spille en spesielt viktig rolle også her hjemme.

Vi mener ellers at et punkt som lyder «Utvikling av akselererte aldringstester for nye teknologier og applikasjoner» bør inkluderes. Dette er et forskningstungt og svært viktig område som ikke har blitt inkludert i kommentarutkastet til tross for at det har blitt spilt inn i flere omganger. Dette er et sentralt forskningsområde også i Norge og et essensielt tema for alle selskaper som utvikler nye kommersielle



løsninger innen blant annet flytende solkraft og andre integrerte løsninger, eller for selskaper som tar i bruk solkraft i nye miljøer, deriblant landbruk.

Vi mener eogså at punktet om «Flytende, integrert og arealdelt solkraft» bør skrives om ved at ordet «forankring» strykes. På denne måten dekker punktet i langt større grad både pågående og forventet aktivitet, samt selskapene som er aktive i dette feltet sine behov, på en langt bedre måte. «Hydrodynamisk og mekanisk modellering av flytende solkraftverk» er derfor en bedre formulering.

Til sist et hjertesukk:

For det første virker likestillingen av en rekke store og brede temaer i forskning og næring med det svært beskjedne feltet høydevind særs ubalansert. Skal dette med bør det åpnes opp for en bredere omtale av «nye konsepter» som et eget underkapittel. Dette kan absolutt være av interesse, men krever i så fall også en egen prosess.

I tillegg virker punktet «reflektor- og absorbatormaterialer for solfangere til industriell varme» malplassert. Det er svært begrenset faglig, bransjemessig og teknologisk overlapp mellom solkraft og solvarme. Alle våre kommentarer i denne sammenhengen er knyttet til solkraft, som strengt tatt er et bedre ord på mesteparten av aktiviteten. Solvarme kan spille en viktig rolle i Norge fremover, men bør i større grad kobles til tematikker innen varme og fjernvarme.

Vebjørn Bakken (UiO:Energi og miljø, Universitetet i Oslo)

5.10 Solenergi (s. 105)

Solenergi er henvist til underkapittel 5.10 rett etterfulgt av «5.11 Høydevind», noe som gir et svært uheldig inntrykk av at disse to teknologiene er omtrent like viktige i strategien – selv om solteksten riktignok er betydelig lengre. Sol bør i stedet prioriteres opp til et felles «Fornybar energi på land» sammen med vannkraft og landvind. Globalt skjer det en voldsom utbygging og utvikling innen sol, og både forskningsmiljøer og enkelte norske næringsaktører er godt koblet på dette. I Norge går det trått på installasjonssiden akkurat nå, men ytterligere prisreduksjon, økt effektivitet, samt rimeligere lagringsløsninger vil kunne bedre dette markedet. EUs vedtak om en klimanøytral og utslippsfri bygningsmasse innen 2050 lar seg for øvrig neppe realisere uten utstrakt bruk av solceller.

Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)

5.10 Solenergi (s. 106)

Selv om modulteknologien er kommersielt moden, ligger verdiskaping og konkurransekraft i solkraft i økende grad i hvordan teknologien tas i bruk og integreres i det norske energisystemet. Hjemmemarkedet for installasjon har stått stille siden 2023, og billigere moduler alene har ikke utløst vekst. Solkraft kan realiseres raskt, gir distribuert produksjon og kan bidra til forsyningssikkerhet,



Innsender	Kapittel	Kommentar
		fleksibilitet og nettavlastning. Det er derfor behov for FoUI på samspillet mellom solkraft, batterier, fleksibilitet, nett og sluttbruk, systemtjenester, drift og vedlikehold og nye forretningsmodeller, i tillegg til materialer og silisiumverdikjede.
Gaute Stokkan (SINTEF)	5.10 Solenergi (s. 106)	SINTEF Konsernsatsing Vind og Sol mener: Kapitlet inneholder følgende setning: Geopolitiske sårbarheter og konsentrasjonen i den globale verdikjeden er sentralt for satsingsområdet Energisikkerhet. Vi mener det er viktig å påpeke i dette kapitlet hvilken sentral rolle norsk kompetanse og norsk industri innen solenergi har for Europas energisikkerhet, spesielt i et beredskaps- og lavutslippsperspektiv, slik alle EUs strategier innrettes mot.
Gaute Stokkan (SINTEF)	5.10 Solenergi (s. 106)	SINTEF Konsernsatsing Vind og Sol mener: Avsnittet som begynner med "Norsk solkraftnæring..." beskriver en nåsituasjon som ikke hensyntar et stort potensial i nær framtid, og det fremstår ganske negativt. Vi foreslår at man for eksempel viser til regjeringens mål om 8 TWh solkraftproduksjon per år, stor økning i innvilgede konsesjoner og konsesjonssøknader under behandling for storskala solkraftverk og at nåsituasjonen for utbygging er påvirket av en rekke uheldige rammevilkår, som rentenivå, strømstøtte og Norgespris.
Anneline Malling Breen (Fornybar Norge)	5.10 Solenergi (s. 107)	Solkraft på bygg, infrastruktur og andre allerede disponerte arealer, som tak, parkeringsanlegg, transportinfrastruktur og næringsområder, gir betydelig kraftproduksjon med minst mulig arealkonflikt og naturinngrep, og bør prioriteres. Utover standardiserte moduler er det behov for FoUI på bygningsintegreerte løsninger, kostnadsreduksjon, brannsikkerhet, drift og vedlikehold, sirkulære verdikjeder og metoder som dokumenterer anleggenes samlede systemverdi. Demonstrasjons- og pilotprosjekter som kobler teknologi, markedsdesign, regulering, nettutvikling og sluttbruk er nødvendige for å redusere risiko og få raskere skalering.
tone knudsen (Statkraft)	5.10 Solenergi (s. 108)	Det bør også utvikles kunnskap om samlokalisering av solkraft med landbruk, batterier og annen næringsvirksomhet. Dette kan redusere arealkonflikter og øke systemverdien av solkraft.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Carl Pavia (CorPower Ocean)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 107)	Fra: Bølgekraft henter energi fra bølgenes bevegelse på åpent hav og har et betydelig ressurspotensial langs norskekysten. Til: Bølgekraft henter energi fra bølgenes bevegelse på åpent hav og har et betydelig ressurspotensial langs norskekysten, anslått til 60- 150TWh.
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 107)	Vi foreslår at det legges til et konkret ressursanslag i kapittel 5.12. Norge har en fysisk bølgeenergiressurs på rundt 600 TWh per år langs kysten. Energi21 og SINTEF anslår at selv ved utbygging av bare 20 % av ressursen kan bølgekraft produsere rundt 12–30 TWh elektrisitet årlig. Uten et konkret tall kan ikke bølgekraft sammenlignes med de øvrige fagområdene i steg 1 av den komparative analysen (kap. 6.4.3), der energibidrag i TWh/år er ett av indikatorene. «Betydelig ressurspotensial» uten kvantifisering gir komiteen ikke grunnlag for å vekte ressursen.
Tor Martin Misund (Vestland fylkeskommune)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 107)	Bølgekraft er ein fornybar energiteknologi der Noreg har store naturressursar, sterk industrikompetanse frå offshore og maritim sektor, og potensial for betydeleg verdiskaping langs heile kysten. Bølgjeenergi langs norskekysten har eit teoretisk potensial på 60 til 150 TWh per år, tilsvarende 40 til 100 prosent av Noregs samla elektrisitetsforbruk i dag. Trass i desse føresetnadene manglar Noreg i dag ei tydeleg nasjonal satsing på havenergi, medan fleire europeiske land investerer tungt i feltet. EU har sett mål om 40 GW havenergi innan 2050, og land som Storbritannia, Portugal og Frankrike satsar stort, medan Sverige har bygd opp eit sterkt teknologimiljø på området utan å ha eigne bølgeressursar. PROSPER (Procurement-based de-Risking Of wave energy Scale-up for Public fundERs) er eit Horizon Europe-prosjekt under finansieringsordninga Pre-Commercial Procurement (PCP). Prosjektet samlar tre offentlege innkjøparar ("Buyers' Group") og to kompetansepartnarar i eit felles, grensekryssande innkjøpsprogram retta mot bølgeenergi-teknologi. Prosjektet har eit totalbudsjett på omlag 20 millionar euro, der sjølv PCP-innkjøpsbudsjettet utgjer om lag 18 millionar euro, finansiert likt mellom EU-kommisjonens tilskot og eigenbidrag frå dei tre innkjøparane. Vestland fylkeskommune er ein av dei tre innkjøparane, saman med regionar i Skottland og Italia.



Innsender

Kapittel

Kommentar

Gjennom denne tildelinga vil Vestland fylkeskommune kunne bidra til etablering av eit internasjonalt fullskala testsenter i Kinn kommune, nærare bestemt rundt Måløy, som vil teste havenergi teknologiar i varierende grad av forhold. Eit slik testsenter vil oppfylle mykje av ambisjonane Vestland fylke har for havenergi i Regional plan for fornybar energi for Vestland. Planen peikar på at tilrettelegging for forskning og utvikling vil gi ein veksande produksjon av kraft frå havenergi som vil komme i tillegg til anna fornybar energi. Dette viser at det er behov for ei nasjonal satsing på havenergi gjennom Energi2050-

Bølgjekraft kan skape ny aktivitet og eksportinntekter langs heile den norske kysten, ikkje berre i dei største byane. Dette kan bidra til regional næringsutvikling og sysselsetjing i kystsamfunn.

Bølgjekraft, som ein av teknologiane innanfor havenergi, produserer ofte energi når vinden avtek noko som kan bidra til meir stabilitet i straumnettet. Samlokalisering med havvind gjer at areal, nettilknytning og service kan delast, noko som reduserer kostnader og aukar energiproduksjonen per havområde.

Bølgjekraft kan og levere grøn energi til havbruk, offshoreinstallasjonar og kystsamfunn utan kostbar nettutbygging. Samstundes styrkjer meir distribuert produksjon energisikkerheita. Bølgjekraft kan og levere straum til forsvars installasjonartil havs, der det er vanskeleg å føre fram straum frå land.

Bølgekraftanlegg har liten visuell signatur og dokumentert lågt miljømessig fotavtrykk. Dette gir eit reelt fortrinn i konsesjons- og aksepteringsprosessar samanlikna med enkelte andre energiformer.

Bølgjekraft kan gi robust lokal energiforsyning til kritisk kystinfrastruktur, og dermed styrkje Noregs energiberedskap.

Fylkeskommunen vurderer at Noreg risikerer å tape konkurransekraft og industriell posisjon på eit felt der landet i utgangspunktet har eit fortrinn, dersom det ikkje kjem ei tydeleg nasjonal satsing snarleg på bølgjekraft.

Regional plan for fornybar energi i Vestland peikar på at havenergi og termisk energi er på ulike utviklingsstadium, men at begge vil bidra til styrkt energitryggleik gjennom vidare teknologiutvikling. Bølgjekraft bør difor løftast som eit eige satsingsområde i Energi2050, med tydelege verkemiddel for forskning, pilotering og kommersialisering.

Carl Pavia (privat)

5.11 Bølge- og tidevannskraft
(s. 107)

Fra: Tidevannsressurs og miljøvirkning (høyoppløselig modellering av tidevannsstrøm, og virkningen på kystsone og fiskevandring)



Innsender	Kapittel	Kommentar
		Til: Miljøvirkninger og sameksistens for bølgekraft (virkninger av forankring, kabler og undervannsstøy på marint liv og kystnære økosystemer, og sameksistens med fiskeri, havbruk, skipsfart og andre havnæringer)
Carl Pavia (CorPOwer Ocean)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Legge til på slutten: Bølgekraft bør vurderes på nytt ved neste revisjon av strategien. Vurderingen bør ta utgangspunkt i resultater fra pågående pilotering og testing, dokumentert driftserfaring under norske forhold, kostnadsutvikling og utviklingen i internasjonale markeder. Utkastet sier at strategien vil bli oppdatert etter hvert som teknologi og markeder endrer seg (kap. 1.3, s. 15), og at hele porteføljen må forventes oppdatert fram mot 2050 (kap. 3.1, s. 26). I kap. 5.11 (s. 107) følger utvalget allerede et ikke-prioritert område på tvers av revisjoner («Norsk posisjon er uendret siden forrige strategirevisjon»). Å angi kriterier for ny vurdering koster utvalget ingenting og gir bølgekraftnæringen tydelige milepæler å levere mot.
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Alle øvrige avsnitt i kapittel 5 (5.2–5.10) inneholder et avsnitt som kartlegger hvordan FoUI-behovene for fagområdet dekkes av Energi2050s satsingsområder, etterfulgt av setningen «Ut over det som dekkes av Energi2050s satsingsområder, gjenstår følgende FoUI-behov». Kapittel 5.12 mangler begge disse elementene. Vi foreslår at følgende avsnitt settes inn direkte før listen over «Sentrale FoUI-behov»: «Sentrale deler av bølgekraftens FoUI-behov er felles med prioriterte satsingsområder og bør ivaretas der: forankring, dynamiske kabler og marine operasjoner i tøft klima overlapper med Havvind; systemintegrasjon, samlokalisering og verdien av bølgekraftens produksjonsprofil for kraftsystemet hører inn under Integrerte og digitaliserte energisystemer; arealbruk og sameksistens med fiskeri og andre havnæringer er relevante under Natur, miljø og samfunn; og lokal fornybar kraftforsyning fra havet til offshore installasjoner, havbruksanlegg og øysamfunn hører inn under Energisikkerhet. I tillegg gjenstår FoUI-behov som er spesifikke for bølgekraft og som ikke dekkes av de prioriterte satsingsområdene alene, herunder kraftuttak og styring, kvalifisering og kostnadsdrevet design og tilpasning av regelverk og konsesjonsprosesser. Disse behovene forutsetter dedikerte bølgekraftprosjekter i eksisterende virkemidler. Ut over det som dekkes av Energi2050s satsingsområder, gjenstår følgende FoUI-behov innen bølgekraft:»



Innsender	Kapittel	Kommentar
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Kapittel 5.12 avsluttes uten en handlingsanbefaling. Alle øvrige avsnitt i kapittel 5 avsluttes med setningen «Energi2050 anbefaler at overnevnte FoUI-behov prioriteres innenfor dagens virkemidler som treffer [fagområde]». Vi foreslår at følgende setning legges til på slutten av 5.12: «Energi2050 anbefaler at overnevnte FoUI-behov prioriteres innenfor dagens virkemidler som treffer bølgekraft.» Uten en slik setning fremstår kapitlet som en beskrivelse av behov uten forventet handling, noe som kan leses som at ingen tiltak er forventet.
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Vi foreslår at følgende setning legges til på slutten av kapittel 5.12, etter anbefalingen om dagens virkemidler: «Energi2050 anbefaler videre at norske bølgekraftaktører sikres tilgang til test- og demonstrasjonsinfrastruktur til havs, og at det sammenhengende virkemiddelløpet fra grunnleggende konseptvalidering til første kommersielle anlegg (jf. kap. 4.2 og 4.7) også gjøres tilgjengelig for bølgekraft. Europeiske programmer og samarbeid der havenergi inngår, bør brukes aktivt for å dele kostnader og risiko.» Kapittel 4.7 slår fast at steget fra tidligfase til første industrielle anlegg er blant de vanskeligste å finansiere. Kapittel 5.12 bekrefter at norske aktører er i en tidlig fase uten et kommersielt produkt på markedet, og virkemiddelløpet må derfor dekke hele spennet fra konseptvalidering og fremover.
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Vi foreslår at følgende setning legges til på slutten av kapittel 5.12: «Bølgekraft bør vurderes på nytt ved neste revisjon av strategien, basert på resultater fra pågående pilotering og testing, dokumentert driftserfaring under norske forhold, kostnadsutvikling og utviklingen i internasjonale markeder.» Strategien slår fast at den vil oppdateres etter hvert som teknologi og markeder endrer seg (kap. 1.3), men angir ingen revisjonsrytme. Vi anbefaler at det etableres en forutsigbar syklus, for eksempel mindre revisjoner hvert 2. år og større revisjoner hvert 5. år. Dette gir sektoren klare milepæler og gjør det mulig å vurdere bølgekraft på nytt når teknologien har modnet ytterligere. I kapittel 5.11 følger strategien allerede et ikke-prioritert område opp på tvers av revisjoner, noe som viser at dette er en etablert praksis.
Erlend Aamot (Hurricane Innovation)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Vi foreslår at omtalen av det norske bølgekraft-miljøet i kapittel 5.12 utvides. Per i dag arbeider omtrent ti norske selskaper med bølgekraft, og miljøer ved UiB, Høgskulen på Vestlandet, SINTEF, NORCE, NTNU, Universitetet i Stavanger og UiO har kompetanse på feltet. Andre kapitler i strategien



Innsender	Kapittel	Kommentar
		kvantifiserer det norske næringslivet for sine respektive fagområder (f.eks. havvind og bioenergi med omsetnings- og sysselsettingstall), og steg 3 i metodikken (kap. 6.4.3) vurderer implementeringskapasitet. Uten tilsvarende informasjon for bølgekraft har komiteen ikke grunnlag for å vurdere kapasiteten i næringen.
David Roger Lande-Sudall (Høgskulen på Vestlandet)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Før listen over FoUI-behov bør det legges til: «Felles FoUI-behov med havvind og integrerte energisystemer bør følges opp gjennom disse satsingsområdene der det kan redusere kostnader og styrke industriell konkurransekraft.» Begrunnelse: Bedrifter som utvikler teknologi for flere havenerginæringer, har behov for at felles utfordringer behandles på tvers av teknologiområdene. Samordnet forskning kan redusere dobbeltarbeid og gjøre det lettere å overføre løsninger mellom næringene.
David Roger Lande-Sudall (Høgskulen på Vestlandet)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Etter avsnittet om norske ressurser og kompetanse fra petroleum og havvind bør det legges til: «Det bør utvikles en nasjonal bølgekraftstrategi med vekt på markedsmuligheter og norsk leverandørindustri konkurransefortrinn.» Begrunnelse: Et nasjonalt strategiarbeid bør avklare konkrete ambisjoner om installert effekt, hvilke markeder, anvendelser og deler av verdikjeden som gir best muligheter for norsk verdiskaping. Dette kan gi bedrifter og virkemiddelapparatet et bedre grunnlag for å prioritere utviklingsløp og investeringer. En FME som bølgekraft kan være en del av (f.eks. sammen med havvind), kan vurderes dersom næringen identifiserer felles, langsiktige forskningsbehov, blant annet knyttet til areal- og infrastrukturutnyttelse.
Svein-Håkon Lorentsen (NINA)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	OBS kap. 5.11 og 5.12 har byttet rekkefølge. Kommentaren gjelder kap. 5.12 Bølge- og tidevannskraft. Tekst kulepunkt 4 endres til: Tidevannsressurs og miljøvirkning (høyoppløselig modellering av tidevannsstrøm, virkningen på kystzone, fiskevandring, dykkende sjøfugl og marine pattedyr)



Innsender	Kapittel	Kommentar
Carl Pavia (privat)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Fra: Tidevannsressurs og miljøvirkning (høyoppløselig modellering av tidevannsstrøm, og virkningen på kystsone og fiskevandring) Til: Miljøvirkninger og sameksistens for bølgekraft (virkninger av forankring, kabler og undervannsstøy på marint liv og kystnære økosystemer, og sameksistens med fiskeri, havbruk, skipsfart og andre havnæringer) Kun tidevannskraft har i dag et eget FoUI-punkt om miljø i kap. 5.12. Det tverrgående området «Natur, miljø og samfunn» (kap. 3.4.2, s. 51) vektlegger sameksistens med fiskeri og annen aktivitet, og for havvind etterlyser utkastet miljøovervåking gjennom hele levetiden, inkludert undervannsstøy (kap. 3.8.2, s. 68). Et tilsvarende punkt for bølgekraft signaliserer at næringen tar legitimitet på alvor, noe som er viktig gitt den synkende oppslutningen om vindkraft som dokumenteres i kap. 3.4.1 (s. 48).
Carl Pavia (privat)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Legge til på slutten: Energi2050 anbefaler videre at norske bølgekraftaktører sikres tilgang til test- og demonstrasjonsinfrastruktur til havs, og at det sammenhengende virkemiddelløpet fra pilot til første kommersielle anlegg (jf. kap. 4.2 og 4.7) også gjøres tilgjengelig for bølgekraft. Europeiske programmer og samarbeid der havenergi inngår, bør brukes aktivt for å dele kostnader og risiko.
Carl Pavia (privat)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Fra: [No text – sections 5.2 to 5.10 all contain a paragraph mapping the area's needs to the priority areas, followed by 'Ut over det som dekkes av Energi2050s satsingsområder, gjenstår følgende FoUI-behov ...'. 5.12 has neither.] Til: Bølgekraftens FoUI-behov må i stor grad håndteres gjennom flere satsingsområder. Forankring, dynamiske kabler, sertifisering av konstruksjoner i bevegelse og marine operasjoner i tøft klima er felles behov med flytende havvind og bør ivaretas innenfor satsingsområdet Havvind. Nettilknytning, samlokalisering med andre havenergianlegg og verdien av produksjonsprofilen i energisystemet hører inn under Integrerte og digitaliserte energisystemer, mens miljøvirkninger, arealbruk og sameksistens med fiskeri og andre havnæringer er relevante problemstillinger innenfor Natur, miljø og samfunn. Lokal kraftforsyning til øysamfunn og havbaserte installasjoner bør undersøkes gjennom satsingsområdet Energisikkerhet. Ut over det som dekkes av Energi2050s satsingsområder, gjenstår følgende FoUI-behov innen bølgekraft:



Innsender	Kapittel	Kommentar
Carl Pavia (privat)	5.11 Bølge- og tidevannskraft (s. 108)	Fra: [No closing sentence. Compare 5.9 (p. 105): 'Energi2050 anbefaler at overnevnte FoUI-behov prioriteres innenfor dagens virkemidler som treffer landvind.' The same sentence closes 5.2–5.10.] Til: Energi2050 anbefaler at overnevnte FoUI-behov prioriteres innenfor dagens virkemidler som treffer bølgekraft. Dette er nøyaktig standardsetningen som brukes i ni av de tolv delkapitlene i kapittel 5. Uten den beskriver 5.12 behov, men anbefaler ingenting, noe virkemiddelaktører kan lese som at det ikke forventes tiltak. Å be om samme behandling som andre ikke-prioriterte områder er vanskelig å avslå. (Dersom utvalget beholder bølge- og tidevannskraft samlet, fungerer også «...som treffer bølge- og tidevannskraft».)
Carl Pavia (CorPower Ocean)	5.12 Høydevind (s. 107)	Fra: 5.12 Bølge- og tidevannskraft Til: Foreslått struktur: Behold kapiteltittelen, men del listen over FoUI-behov i to: «Sentrale FoUI-behov for bølgekraft omfatter:» (kraftuttak, styring og analyseverktøy; materialer og konstruksjoner; kvalifisering og kostnadsdrevet design; miljøvirkninger og sameksistens, jf. P2-02; regelverk og konsesjonsprosesser) og «For tidevannskraft er det særlig behov for:» (tidevannsressurs og miljøvirkning). Omtalen av bølgekraft bør stå først, ettersom utkastet selv slår fast at bølgekraft er mest relevant for norske aktører. Utkastet (s. 107–108) slår fast at Norge ikke har tidevannsressurser av betydning, og at bølgekraft er «mer interessant for norske aktører», men begge deler likevel én liste der det eneste miljøpunktet gjelder tidevann. Å dele listen tilfører nesten ingen ord, men viser virkemiddelaktører (f.eks. de som skriver utlysninger i Forskningsrådet) hvilke behov som gjelder bølgekraft. En rent redaksjonell endring er lett for et utvalg å akseptere.
Thomas Hårklau (Kitemill AS)	5.12 Høydevind (s. 107)	Kapittelet om høydevind (AWE) gir eit misvisande bilete av fagfeltet. Omtalen byggjer i hovudsak på éin kinesisk skrivebordsstudie, medan tyngda av forskning, utvikling og testflyging skjer i Europa. Kitemill presenterte det europeiske kunnskapsgrunnlaget grundig på Energi2050 sitt arbeidsmøte om høydevind 27. april 2026, og presentasjonen vart sendt sekretariatet same dag. Det er dessverre lite spor av dette i kapittelet. Mellom anna:



Innsender

Kapittel

Kommentar

- IEA Wind TCP Task 48 er den internasjonale samarbeidsplattforma for høgdevind. Første fireårsperiode (2021–2025) er fullført, og andre periode starta i oktober 2025. Av elleve deltakarland er Kina representert med éin industriaktør og ingen forskingsinstitusjonar. Kitemill leiar arbeidspakke 1 (materialar, produksjon og leverandørkjede) i andre periode.
- Fleire europeiske system flyg i dag på TRL 7 eller høgare, mellom anna Kitepower (NL) og Kitemill (NO).
- EU-prosjektet MERIDIONAL (Horizon Europe, avslutta 2026) hadde eigne testcase for høgdevind, side om side med landbasert og havbasert vind.
- AWEC (Airborne Wind Energy Conference) har sidan 2009 samla fagmiljøet annakvart år, sist i Porto i juni 2026.

Vi ber om at kapittelet blir revidert med utgangspunkt i det europeiske kunnskapsgrunnlaget og innspela frå arbeidsmøtet. Presentasjonen frå arbeidsmøtet har fullstendig kjeldeliste, og vi bidreg gjerne med meir.

Thomas Hårklau, dagleg leiar, Kitemill AS

Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet) 5.12 Høydevind (s. 107)

Utsagnet «Høydevind er det eneste energiområdet med løpende grensesnitt mot luftfartsmyndighetene, siden dronereglene ikke passer driftsmønsteret», stemmer ikke helt. Reglene for droner omfatter airborne wind energy slik Luftfartstilsynet har tolket det, ettersom det er snakk om ubemannede systemer som genererer oppdrift for flygning og er kontrollerbare. I 2023 reviderte vi Hinderforskriften §13 (3) til å omfatte «forankrede ubemannede luftfartøy», slik at vi kan stille krav om hensiktsmessig merking for airborne wind energy – som kan omtales som flygende luftfartshinder.

Gard H. Hansen (SINTEF Energi (senterdirektør FME NorthWind)) 5.12 Høydevind (s. 107)

Interessant å se nærmere på:

Forskjellige bruksområder for høydevind. F.eks 1) Hvordan høydevind kan brukes som en modulær beredskapsløsning for å opprettholde kritiske samfunnstjenester eller til å lade batterier i utilgjengelig terreng. 2) Hvordan høydevind kan kombineres med overvåkning av luftrom i forsvarsøyemed.



Innsender	Kapittel	Kommentar
		At energikostnaden for prototyper er 40 prosent over moden vindkraft, er ikke et argument for at høydevind er dyrt, men det motsatte. Stort uforløst potensial for å ta ned kostnadene gjennom modning av teknologi, verdikjeder, forvaltning etc.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	6.1 Oversikt over norske og internasjonale virkemidler (s. 110)	I avsnittet om Gassnova og CLIMIT endres 'I Energi2050 er dette særlig relevant for fangst fra industri og andre kilder' til 'I Energi2050 er dette særlig relevant for fangst fra industri, kraftproduksjon og andre kilder'.
JOSEFINE HELENE SELJ (IFE)	6.1 Oversikt over norske og internasjonale virkemidler (s. 118)	IFE mener Energi2050 tydeligere bør beskrive hvordan europeisk regelverksutvikling påvirker innovasjon, teknologiutvikling og oppskalering i Norge. • EU benytter i økende grad energi-, klima- og industripolitikken aktivt for å etablere markeder, bygge industrielle verdikjeder og stimulere investeringer innen strategiske teknologiområder. • Tidlig deltakelse i europeiske regelverksprosesser og rask implementering av relevant EØS-regelverk er derfor ikke bare et spørsmål om regulatorisk harmonisering, men også om norske forskningsmiljøers og bedrifters mulighet til å utvikle, demonstrere og kommersialisere løsninger i takt med de europeiske markedene. • Et betydelig etterslep i innlemmelse og gjennomføring av EØS-relevant regelverk kan svekke norske virksomheters tilgang til markeder, støtteordninger, testarenaer og industrielle partnerskap. Strategien bør derfor omtale europeisk regelverksutvikling som en viktig del av rammebetingelsene for innovasjon, oppskalering og industriell konkurransekraft.
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	6.1 Oversikt over norske og internasjonale virkemidler (s. 119)	Etter innledningen på side 119: «... tilgjengelige offentlige tall til å gi en strukturert oversikt over størrelsesorden og tematisk innretning ...» Kommentar: Det bør vurderes om kapitlet også kan belyse forventet framtidig behov for FoUI-investeringer og eventuelle gap mellom dagens innsats og ønsket utvikling. Begrunnelse: Kapitlet gir en god oversikt over dagens finansiering, men synliggjør i liten grad hvorvidt dagens nivå er tilstrekkelig sett opp mot ambisjonene i strategien.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Charlotte Krafft (Energiomstilling VEST (HVL, NHH, NORCE, UiB, UiS))	6.1 Oversikt over norske og internasjonale virkemidler (s. 123)	På side 123, etter teksten: «Virkemiddelapparatet mobiliserer betydelige midler til forskning og innovasjon ...» Kommentar1: Oversikten dokumenterer dagens innsats, men strategien mangler fortsatt en vurdering av hvilket finansieringsnivå som vil være nødvendig dersom de foreslåtte prioriteringene skal realiseres. Begrunnelse1: Uten en slik kobling mellom ambisjonsnivå og ressursnivå kan det være krevende for beslutningstakere å vurdere om ambisjonene står i rimelig forhold til forventet ressursbruk. Kommentar 2: Strategien bør i større grad synliggjøre hvorfor mobilisering av private ressurser og investeringer er viktig, og ikke bare som et spørsmål om finansiering. Begrunnelse 2: Mobilisering av private ressurser er viktig av tre grunner: økt samlet ressursinnsats, tilgang til komplementære ressurser og kompetanse, samt signaleffekten av at private aktører er villige til å investere egne midler. Disse gevinstene svekkes generelt når den offentlige finansieringsandelen blir høy eller virkemidlene i stor grad spesifiserer innhold og retning på aktivitetene.
Erlend Aamot (Hurricane Innovation AS)	6.4 Premissgrunnlag for strategiske prioriteringer (s. 126)	Vi merker oss at et område ikke prioriteres enten fordi dagens innsats vurderes som tilstrekkelig, fordi FoUI ikke er den sentrale løsningen, eller fordi FoUI-behovene er dekket gjennom tverrgående, prioriterte områder. For bølgekraft er FoUI etter utkastets egen beskrivelse den sentrale løsningen (kap. 5.12). Vi ber derfor om at strategien tydeliggjør hvor bølgekraftens FoUI-behov dekkes i de prioriterte områdene, slik det gjøres for de øvrige områdene i kapittel 5.
Sølvi Solvoll (Luftfartstilsynet)	6.4 Premissgrunnlag for strategiske prioriteringer (s. 126)	Luftfartstilsynet mener at luftfarten bør synliggjøres tydeligere i den endelige strategien. Energiomstillingen i luftfarten er i betydelig grad forsknings- og innovasjonsdrevet, og Norge har særlige fortrinn som kan gi både utslippsreduksjoner, økt energikompetanse og nye industrielle muligheter. En sterkere omtale av luftfart vil derfor bidra til at Energi2050 i større grad reflekterer hele bredden i omstillingen av transportsektoren og de mulighetene som følger av utviklingen mot et lavutslippssamfunn.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Marianne Olsen (Norsk Institutt for Vannforskning)	6.4 Premissgrunnlag for strategiske prioriteringer (s. 126)	Energi2050 omfatter eksplisitt havbunnsmineraler, mens landbaserte mineraler ikke er inkludert i mandatets opplisting av sektorområder. Det finnes ingen eksplisitt avgrensning mot landbaserte mineraler, men disse faller heller ikke inn under de definerte ansvarsområdene i mandatet. Energi2050 dekker derfor ikke behovet for en nasjonal FOU-strategi for mineralressurser generelt, og det henvises heller ikke til koordinering med annen FOU-strategi for mineralnæringen som kan forklare et begrunnet skille i mandat.
Øyvind Aas-Hansen (Norsk Kjernekraft AS)	6.4 Premissgrunnlag for strategiske prioriteringer (s. 126)	Innspill fra Norsk Kjernekraft AS (3 av 8): Kap. 6.4.1 Prioriteringskriteriene, vurderingen av kjernekraft Ifølge kap. 6.4.1 prioriteres et område ikke når «dagens innsats vurderes som tilstrekkelig, eller at FoUI ikke er den sentrale løsningen». Ingen av delene gjelder for kjernekraft: - Dagens innsats er ikke tilstrekkelig. Forskningsrådet har ingen strategiske program for kjernekraft, og utlysningen av nye forskningssentre for miljøvennlig energi (FME) i 2023 utelukket kjernekraft. Når utkastet vurderer gjennomføringsevne blant annet ut fra etablerte FME-sentre, blir vurderingen av kjernekraft dermed sirkulær. - FoUI er den sentrale løsningen. Kjernekraftutvalget anbefaler enstemmig at Norge bør «investere i oppbygging av kritisk kompetanse og forskningsmiljøer», gjennom et nasjonalt kompetanseprosjekt over minst ti år som skal «gjøre veien til kjernekraft kortere hvis det blir aktuelt» (NOU 2026: 4, kap. 33). Utkastet lister selv omfattende FoUI-behov i kap. 5.6. - Norge har fortrinn å bygge på. Utkastet trekker fram IFEs internasjonale posisjon innen reaktordrift, sikkerhet og kontrollromsteknologi, og et nasjonalt nukleært forskningssenter (NNRC) ble opprettet i 2023. Senteret for forskningsdrevet innovasjon SAINT ved NTNU Ålesund er ledende innen maritim kjernekraft. Kompetanseprosjektet er i stor grad en forsknings-, utdannings- og innovasjonsoppgave. Energi2050 er strategien som skal sette retningen for slik innsats. Prosjektet får ikke den plassen det trenger dersom FoUI-behovene bare skal dekkes «innenfor dagens virkemidler». I høringen til NOU 2026: 4 ber flere av de tyngste fagmiljøene eksplisitt om egne midler gjennom Forskningsrådet: - NNRC (UiO, NMBU, IFE) anbefaler «en dedikert, konkurranseutsatt portefølje for nukleær forskning i Norges forskningsråd».



- IFE ber om at «kjernekraftforskning behandles på lik linje med andre teknologier i energiforskningen».
- UiT skriver: «Uten øremerkede midler blir anbefalingen om kompetansebygging stående som en intensjon, ikke en politikk.»
- NTNU mener økt finansiering er «en nødvendig forutsetning».
- DSA skriver at det «uavhengig av om det etableres kjernekraft i landet» vil være behov for mer kompetanse og kapasitet.
- Norske kjernekraftkommuner, som representerer over 60 kommuner og fylkeskommuner, støtter at Norge bør «investere i oppbygging av kritisk kompetanse og forskningsmiljøer», og mener at Norge bør «starte regelverksarbeid, kompetansebygging og myndighetsutvikling nå».
- Statnett, SINTEF, NHO, KS og flere andre støtter kompetanseprosjektet. NHO ber om «en horisont på minimum 10 år med finansiering over statsbudsjettet».

Bekymringen enkelte høringsinstanser har uttrykt, gjelder i hovedsak at investeringer i kjernekraft kan gå på bekostning av investeringer i fornybar kraftproduksjon. Det er et annet spørsmål enn det Energi2050 skal ta stilling til. En FoUI-satsing på kjernekraft har bred oppslutning, og den er nettopp det som gir et godt kunnskapsgrunnlag for senere investeringsbeslutninger. Som Norske kjernekraftkommuner skriver, må kjernekraft vurderes som en del av det samlede kraftsystemet, «ikke isolert eller som ett alternativ fremfor et annet».

Vi foreslår at Energi2050 vurderer kjernekraft på nytt etter kriteriene i kap. 6.4, etablerer fra 2027 et eget flerårig, konkurranseutsatt program i Forskningsrådet som dekker FoUI-delen av Kjernekraftutvalgets kompetanseprosjekt, og åpner for kjernekraft i framtidige FME-utlysninger. Der målet er kraft og ikke en bestemt teknologi, bør strategien bruke «ny utslippsfri kraft» i stedet for «ny fornybar kraft».

Norsk Kjernekraft AS v/ Øyvind Aas-Hansen, direktør for myndighet og samfunn

Carl Pavia (privat)

6.4 Premissgrunnlag for strategiske prioriteringer (s. 126)

Fra: At et område ikke prioriteres, betyr at dagens innsats vurderes som tilstrekkelig, eller at FoUI ikke er den sentrale løsningen for å utvikle området.

Til: Vi merker oss at et område ikke prioriteres enten fordi dagens innsats vurderes som tilstrekkelig, fordi FoUI ikke er den sentrale løsningen, eller fordi FoUI-behovene er dekket gjennom tverrgående, prioriterte områder. For bølgekraft er FoUI etter utkastets egen beskrivelse den sentrale løsningen (kap. 5.12). Vi ber derfor om at strategien tydeliggjør hvor bølgekraftens FoUI-behov dekkes i de prioriterte områdene, slik det gjøres for de øvrige områdene i kapittel 5.



Innsender	Kapittel	Kommentar
Anders Nermoen (privat)	6.4 Premissgrunnlag for strategiske prioriteringer (s. 128)	6. Etterprøvbare prioriteringer og en åpen prosess Strategien etterlyser en «kraftig opptrapping» uten å oppgi nivå eller utgangspunkt. Prioriteringen av de 20 fagområdene bygger på indikatorer som TWh/år, GW, utslippskutt og sysselsetting (s. 128), men vurderingene er ikke publisert. Videre bør indikatorer som areal, materialbruk, langsiktighet og robusthet/sårbarhet bygges inn eksplisitt i hvilke energiløsninger vi velger å utvikle. Bergvarme er et godt eksempel og særlig relevant å rulle ut: Anlegget står under et lokalt kumlokk i krystallinsk berg som varer til neste istid, høster varme gjennom plastslanger og gir 3–5 deler varme per del strøm (fra nett, batteri, solceller osv.). Strategien påpeker at fagmiljøer tar 10–15 år å bygge, men bygges ned langt raskere (s. 93). Forslag: • Tallfest opptrappingen, publiser vurderingene av alle de 20 fagområdene, også de som ikke er prioritert. • Foreslå en konkret mekanisme for grunnfinansiering av fagmiljøene utenfor de prioriterte områdene. • Publiser innspill og hvordan de er fulgt opp, bruk medborgerpaneler om de vanskeligste avveiningene mellom arealbruk, naturinngrep, petroleum og rettferdig fordeling. • Tenk legitimitet og representasjon fra både produsent, transport, lager og fra forbrukersiden når man evaluerer hva vi skal gjøre med følgeforskningen (s. 86). Det kan gi ulike perspektiv på «unngå-flytt-forbedre»-mantraet fra Klimamelding 2035. Med vennlig hilsen Anders Nermoen, seniorforsker, NORCE Research AS Referanser fra det jeg har skrevet om: Energi2050 (2026), utkast 30.09.2026 · NOU 2023:25 Omstilling til lavutslipp · Seto, K. C. mfl. (2016), Annu. Rev. Environ. Resour. 41, 425–452 · Unruh, G. C. (2000), Energy Policy 28, 817–830 · Grunnloven § 112 · Konvensjonen om biologisk mangfold (1992) · ICJ (2025), Obligations of States in respect of Climate Change, rådgivende uttalelse 23.07.2025 · EFTA-domstolen (2025), sak E-18/24 · Søkkeldirektoratet (2026), Ressursrapport 2026 og Søkkelåret 2005–2025.
Jon Harald Kilde (BW Offshore)	6.5 Begrepsliste (s. 130)	I begrepslisten for energisystem og kraftmarked tilføyes:



1. Regulerbar kraft – Kraftproduksjon som kan styres opp og ned etter systemets behov, uavhengig av vær. Eksempler er magasin vannkraft og gasskraft.

2. Gasskraft med CCS – Elektrisitetsproduksjon fra naturgass der CO₂ fra røykgassen fanges og lagres permanent. Kan leveres fra anlegg på land eller fra flytende anlegg ved/ nær land.

Lavkarbon kraft – EU's grense til lavkarbon gasskraft er satt ved 28,2 g CO₂e/MJ som tilsvarer 101,5 gram CO₂-ekvivalenter per kilowattime. (Ved CCGT kraftgenerering med 90 % fangstgrad vil Norsk gasskraft medregnet scope 1 utslipp fra norsk rørgass (7-11 g CO₂/kWh) havne på et karboninnhold på 42-51 g CO₂e/kWh – godt under halvparten av EU's taxonomikrav)

Karl-Christian Nordby
(STAMI, Statens
arbeidsmiljøinstitutt)

Uspesifisert

Høringsinnspill fra Statens arbeidsmiljøinstitutt (STAMI) om Energi2050

Hovedbudskap

STAMI har lest forslaget til Energi2050 med stor interesse og støtter målene om energisikkerhet, konkurransekraft og verdiskaping. Vi savner likevel en vurdering av hvordan omstillingen av energisektoren vil påvirke arbeidsmiljøet og helsen til arbeidstakerne som berøres. Strategien omtaler ikke arbeidshelse, arbeidsmiljø eller nye eksponeringer for helseskadelige agens i forbindelse med de nye energiteknologiene. Vi mener arbeidsmiljø og arbeidshelse bør få en tydelig plass i strategien.

Hvorfor arbeidsmiljø hører hjemme i strategien

Energi2050 er en strategi for omstilling og ny næringsutvikling. Den vil også endre arbeidsstyrken og arbeidsforholdene i stor grad. Hvis arbeidsmiljøet tas med fra starten, kan det på lang sikt gi høyere produktivitet, bedre resultater og lavere kostnader for samfunnet. Kunnskap om arbeidsmiljø styrker dermed sektoren og strategiens mål om konkurransekraft og verdiskaping.

Erfaringene fra petroleumssektoren viser hva som skjer når denne kunnskapen ikke bygges opp tidlig. Det har ført til store kostnader for samfunnet, for den enkelte arbeidstakeren og for pårørende. Kostnadene har vist seg over tid, og samfunnet må fortsatt håndtere dem. Når nye sektorer bygges opp, bør vi så langt som mulig unngå slike kostnader. Det gjør vi best ved å ta arbeidsmiljøet med fra tidlig fase, altså i selve strategien.

Nye eksponeringer i alle teknologiområdene

Omstillingen kan endre kjemiske, biologiske, fysiske, ergonomiske og psykososiale eksponeringer i arbeidet. Det gir risiko for helseskader og yrkessykdom. Dette gjelder alle teknologiområdene i



strategien: CO₂-håndtering, energieffektivisering og forbrukerfleksibilitet, havbunnsmineraler, havvind, klimavennlig maritim transport, petroleum og vannkraft.

Når en eksponering finnes både i arbeidsmiljøet og i det ytre miljøet, er arbeidstakerne ofte betydelig høyere eksponert enn befolkningen generelt. Arbeidsmiljø og arbeidshelse bør derfor vurderes på lik linje med de andre miljøhensynene i strategien. Arbeidsmiljøet må vurderes gjennom hele verdikjeden, fra installasjon og drift/vedlikehold til resirkulering og dekommisjonering. Vi anbefaler også å følge særlig med på innleide og utenlandske arbeidstakere, som ofte har høyest risiko.

Det trengs ny kunnskap om sammenhengene mellom eksponeringer og helseeffekter, slik at omstillingen ikke får uønskede bivirkninger for arbeidstakerne.

Konkrete innspill

Til sammendraget

- Arbeidsmiljø og arbeidshelse bør være et tverrgående satsingsområde i strategien, med krav i utlysningene av kunnskapsutviklingsprogrammer og identifisering av indikatorer som gjør det mulig å følge opp og forebygge.
- Behovet for forskning på hvordan nye energiløsninger påvirker arbeidshelsen til berørte arbeidstakere bør omtales som et eget punkt i strategien.

Til kap. 3.7.2 Sentrale forsknings- og innovasjonsbehov (s. 63)

Vi foreslår en egen overskrift om arbeidsmiljø og arbeidshelse, med disse behovene:

- Kartlegge nye eksponeringer og helseeffekter for hver teknologi og gjennom hele verdikjeden.
- Utvikle løsninger og standarder som reduserer risiko (substitusjon, lukket håndtering og ventilasjon, deteksjon og overvåking, ergonomisk design), og ledende indikatorer/KPI-er.
- Ta for seg psykososiale og organisatoriske forhold ved nye driftsformer (skift og rotasjon, fjernoperasjon, digital overvåking) og sikre at arbeidstakerne medvirker.
- Etablere åpne data og en nasjonal jobb-eksponeringsmatrise for nye energiteknologier.

Til kap. 4.5 (s. 90)

Strategien bør stille minimumskrav om at prosjektene skal ta for seg arbeidsmiljø og arbeidshelse, for eksempel med en egen arbeidspakke, ledende indikatorer/KPI-er og medvirkning fra vernetjenesten. Da blir ambisjonene faktisk satt ut i livet.

Oppsummering



Innsender

Kapittel

Kommentar

STAMI anbefaler at arbeidsmiljø og arbeidshelse blir en tydelig del av Energi2050, både som tverrgående hensyn og som eget forskningsbehov. Hvis arbeidsmiljø- og arbeidshelseperspektivet ivaretas fra starten, kan det forebygge sykdom og store kostnader for samfunnet senere. Det styrker også grunnlaget for en bærekraftig og konkurransedyktig energisektor.

Tord Lien (TrønderEnergi AS) Uspesifisert

Ny fornybar kraftproduksjon og effektiv systemintegrasjon må prioriteres

Vi viser til utkastet til Energi2050-strategien og takker på vegne av TrønderEnergi for muligheten for å gi noen innspill.

TrønderEnergi er et norsk energikonsern med hovedkontor i Trondheim og er, gjennom eierskap i TrønderEnergi Kraft AS, Aneo AS, Tensio AS og flere mindre selskaper innen energibransjen, et bredt energikonsern. Våre datterselskap og selskap vi har større industrielt eierskap i, driver med vannkraft, energiforvaltning, vindkraft, havvind og fjernvarme.

Vi støtter ambisjonen om å styrke norsk forskning, utvikling og innovasjon på energiområdet. Vi mener også at strategien peker på sentrale utfordringer knyttet til energisikkerhet, konkurransekraft, omstilling og effektiv utnyttelse av energiresursene.

Overordnet mener vi at energiforskningen bør ha som formål å bidra til kunnskapsutvikling som kan bidra til å styrke norsk konkurransekraft, styrke Norges evne til å gjennomføre bærekraftig energiomstilling i tråd med forpliktelsene i Parisavtalen og bidra til en effektiv norsk energiforsyning med høy forsyningssikkerhet.

Vi vil peke på at et mål for energiomstillingen bør være å bygge opp under en vekst- og bærekraftig norsk økonomi, også i møte med svekkede inntekter og etterspørselsimpuls fra petroleumsindustrien. Dette mener vi taler for at man prioriterer, også forskningsinnsatsen, mot fornybare kraftteknologier som raskt kan gi ny lønnsom utslippsfri energiproduksjon i Norge, men også hvordan effektiviteten i et samlet kraftsystemet kan maksimeres og bidra til høyeste mulig samfunnsøkonomisk bidrag. Dette vil også være til nytte for å støtte opp under vekst i økonomisk aktivitet utenfor energisektoren.

Dette taler også etter vår oppfatning for å prioritere landvind, høyere enn havvind. Vi merker oss at Statnett i sin Langsiktige markedsanalyse peker i retning av at havvind vil ta lenger tid enn man tidligere har lagt til grunn at NVE i sin oppdaterte vurdering av LCOE peker i retning av at det blir dyrere enn tidligere antatt. Begge deler publisert i oktober 2026. Å gjennomføre norsk energiomstilling gjennom å



erstatte en svært lønnsom petroleumsindustri med subsidiert kraftproduksjon fremstår ikke som en riktig prioritering. At vindkraft på land har en høyere teknologisk modenhet endrer ikke på dette. Det er fortsatt nødvendig å videreutvikle teknologien, men også å forstå mer om hvordan vi kan styrke utbyggingen på en måte som hensyntar natur og lokalsamfunn. Det er også fortsatt kunnskapsbehov rundt hvordan nytten for kraftsystemet, av ny og eksisterende vindkraft, kan optimaliseres.

Vi deler imidlertid strategiens syn på at vannkraft bør prioriteres, og anerkjenner samtidig at potensialet for ny vannkraft er noe begrenset.

I tillegg mener vi at forskningsinnsatsen bør rettes mot hvordan kraftsystemet mest effektivt kan utvikles for å effektivt levere en større andel av energitjenestene norske husholdninger, bedrifter og offentlig sektor trenger. Samtidig som vind- og solkraft potensielt kan gi de mest kostnadseffektive nye kilowatt-timene, og dermed lavere markedspris for kraft, vil også økt andel ikke-regulerbar kraft potensielt skape noen systemdriftsutfordringer. Samtidig vil batterier og pumpekraft kunne representere viktige bidrag til å minimere disse. Hvordan teknologiutvikling, systemdrift og markedsdesign best kan bidra til effektiv systemintegrering av ny fornybar kraftproduksjon, og hvordan vi kan maksimere verdi og minimere systemdriftskostnader, i sum styrke det samfunnsøkonomiske bidraget fra kraftsystemet, bør være et prioritert forskningsfelt i årene fremover.

Vår hovedanbefaling er at Energi2050 prioriterer en helhetlig forskningsinnsats som skal bidra til mer lønnsom fornybar kraftproduksjon, lavere samlede systemkostnader og bedre utnyttelse av kraftsystemets eksisterende og framtidige ressurser. Dette må omfatte både vindkraft og vannkraft, og samspillet mellom produksjon, nett, fleksibilitet, lagring, markeder og systemdrift.

1. Lønnsom ny fornybar kraftproduksjon

Tilgang på tilstrekkelig kraft til konkurransedyktige priser vil være avgjørende for norsk verdiskaping, elektrifisering og omstilling til et lavutslippssamfunn. Samtidig skal ny kraftproduksjon utvikles innenfor rammer som ivaretar natur, miljø og legitime samfunnshensyn.

Det er derfor behov for forskning som kan redusere kostnadene og forbedre ressursutnyttelsen i nye fornybarprosjekter. For vannkraft bør dette omfatte videreutvikling av eksisterende anlegg, økt produksjon og effekt der dette er samfunnsøkonomisk lønnsomt, bedre utnyttelse av regulerte vassdrag og utvikling av nye vannkraftprosjekter. For vindkraft bør det omfatte teknologisk utvikling, bedre produksjonsprognoser, mer effektiv drift og vedlikehold og bedre utnyttelse av tilgjengelige vindressurser.



Vi anbefaler at strategien tydeliggjør behovet for forskning som bidrar til å realisere lønnsom ny fornybar kraftproduksjon, herunder hvordan flere prosjekter kan gjennomføres med akseptable konsekvenser for natur og lokalmiljø. Forskningen bør også bidra til bedre kunnskap om hvordan opprusting, utvidelse og ny utbygging påvirker samlet kraftproduksjon, effektkapasitet, reguleringsevne og forsyningssikkerhet.

2. Barrierer for realisering av ny fornybar kraftproduksjon

De viktigste barrierene for ny fornybar kraftproduksjon i Norge er ikke utelukkende teknologiske eller økonomiske. Hensynet til natur og miljø, konkurrerende arealinteresser, lokal aksept, tidkrevende konsesjonsprosesser og manglende samordning mellom sektormyndigheter kan bidra til at prosjekter tar lang tid å utvikle, blir vesentlig dyrere eller ikke blir realisert.

Vi mener derfor at Energi2050 bør prioritere forskning og innovasjon som kan bidra til å redusere disse barrierene, og gjøre det mulig å realisere lønnsomme fornybarprosjekter med akseptable konsekvenser for natur, miljø og lokalsamfunn.

Dette bør blant annet omfatte:

- Natur og miljø: Bedre kunnskap om hvordan konsekvenser for naturmangfold, økosystemer og landskap kan kartlegges, vurderes og reduseres tidlig i prosjektutviklingen. Det er også behov for kunnskap om hvilke avbøtende tiltak som faktisk gir dokumentert effekt.
- Sambruk og effektiv arealutnyttelse: Forskning på hvordan fornybar kraftproduksjon kan kombineres med andre arealformål, og hvordan lokalisering, teknologivalg og utforming kan redusere samlet arealbelastning og konflikter med andre interesser.
- Lokal aksept og samfunnsvirkninger: Bedre kunnskap om hvilke forhold som påvirker lokal aksept, hvordan lokalsamfunn kan involveres på en meningsfull måte, og hvordan lokale og regionale verdier og virkninger kan synliggjøres og ivaretas.
- Konsesjonsprosesser og myndighetssamordning: Forskning på hvordan planlegging, konsekvensutredninger og konsesjonsbehandling kan bli mer forutsigbare og effektive, blant annet gjennom bedre kunnskapsgrunnlag, tidligere avklaringer og mer samordnet behandling på tvers av sektormyndigheter.
- Beslutningsgrunnlag og avveininger: Utvikling av metoder som gjør det mulig å vurdere kraftproduksjon, naturhensyn, arealbruk, nettbehov og samfunnsøkonomisk nytte i sammenheng, slik at konflikter kan identifiseres og håndteres tidligere.



Målet bør være å utvikle kunnskap og metoder som både ivaretar legitime natur- og samfunnshensyn og reduserer unødvendig tidsbruk, usikkerhet og ressursbruk i utviklingen av nye kraftprosjekter. En mer effektiv prosjektutvikling betyr ikke at nødvendige miljøvurderinger skal svekkes, men at kunnskapsgrunnlaget og myndighetsprosessene bør bidra til bedre beslutninger og raskere avklaringer.

Vi anbefaler derfor at Energi2050 tydeliggjør forskning på arealbruk, naturhensyn, lokal samfunnsutvikling og effektive konsesjonsprosesser som en viktig forutsetning for å realisere lønnsom ny fornybar kraftproduksjon.

3. Systemintegrasjon og samlede systemkostnader

Økende innslag av vindkraft og annen variabel fornybar produksjon stiller nye krav til planlegging, drift og utvikling av kraftsystemet. Dette innebærer at den samfunnsøkonomiske verdien av produksjonen avhenger av hvordan den samspiller med resten av systemet.

Vi mener derfor at satsingsområdet integrerte og digitaliserte energisystemer bør omfatte en tydelig forskningsprioritering på de hvordan man mest effektivt reduserer de samlede kostnadene og maksimere verdiene ved integrasjon av ny fornybar kraftproduksjon.

Dette bør blant annet omfatte:

- Systemdriftskostnader: Hvordan påvirkes kostnadene ved balansering, reserver, regulering, flaskehalshåndtering og andre nødvendige driftsfunksjoner når produksjonsmiksen endres?
- Systemtjenester: Hvordan kan vannkraft, vindkraft, lagring, fleksibelt forbruk og andre ressurser bidra til frekvensregulering, spenningsstøtte, stabilitet, reserver og andre tjenester kraftsystemet trenger?
- Ubalanser og prognosefeil: Hvordan utvikler ubalansekostnadene seg med økende andel variabel produksjon, bedre prognoser, nye markedsregler og endret tilgang på reguleringsressurser?
- Nett og lokalisering: Hvordan påvirker lokalisering av ny produksjon, nettbegrensninger og tilgjengelig nettkapasitet den samfunnsøkonomiske verdien av ulike prosjekter?
- Fleksibilitet og lagring: Hvilke kombinasjoner av regulerbar produksjon, energilagring, fleksibelt forbruk og nettinvesteringer gir lavest samlet kostnad for kraftsystemet?
- Markedsdesign og insentiver: Hvordan bør markeder, tariffen og regulering innrettes for å gi riktige investerings- og driftsbeslutninger, og for at nødvendige systemtjenester blir tilgjengelige til lavest mulig samfunnsøkonomisk kostnad?

4. Vannkraftens rolle i et mer variabelt kraftsystem



Norsk vannkraft er en sentral ressurs for forsyningssikkerhet, fleksibilitet og integrasjon av ny fornybar produksjon. Denne rollen kan bli enda viktigere etter hvert som produksjonsmiksen endres, men den må forstås i lys av både tekniske begrensninger, hydrologi, miljøvilkår og markedsutvikling.

Vi støtter derfor forskning på vannkraftens fleksibilitet, systemtjenester og muligheter for opprusting og utvidelse. Vi vil særlig fremheve behovet for:

- bedre kunnskap om verdsetting av energi, effekt, reguleringsevne og systemtjenester i sammenheng
- forskning på hvordan hyppigere og mer omfattende regulering påvirker slitasje, levetid, vedlikeholdsbehov og virkningsgrad i vannkraftanlegg
- utvikling av pumpekraft og andre løsninger som kan flytte energiproduksjon mellom timer og perioder med ulik tilgang på kraft
- bedre forståelse av samspillet mellom magasindisponering, kraftmarkeder, nettkapasitet, flomrisiko og miljøhensyn
- forbedrede metoder for å vurdere hvordan effektutvidelser og endringer i driften påvirker kraftsystemets samlede nytte og kostnader.

Det bør også forskes mer på hvordan vannkraftens fleksibilitet kan utnyttes i samspill med sol- og vindkraft, uten at hensynet til vassdragsmiljøet eller anleggenes tekniske levetid svekkes.

5. Energilagring og fleksibilitet – vurdert på systemnivå

Energilagring kan bidra til å redusere ubalanser, håndtere flaskehalser og flytte energi til perioder med større etterspørsel eller lavere produksjon. Samtidig varierer kostnader, virkningsgrad, lagringskapasitet og responstid betydelig mellom teknologiene.

Det er derfor behov for forskning som sammenligner ulike lagrings- og fleksibilitetsløsninger. Dette bør omfatte pumpekraft, batterier, varmelagring og fleksibelt forbruk (laststyring). Hvordan lagring av energi kan spille en rolle både over døgnet og over året bør inkluderes. Eksempelvis bør det forskes mer på hvordan eksempelvis solkraft kan gi bedre systemnytte over døgnet med hjelp av batterier, mens varmelagring kan supplere regulerbar vannkraft på sesongnivå for å håndtere effektutfordringer på vinterstid.

Forskningsinnsatsen bør blant annet belyse:

- hvilken type fleksibilitet kraftsystemet trenger, og når og hvor behovet oppstår



- hvordan lagringsløsninger påvirker behovet for nettinvesteringer, reserver og regulerbar produksjon
- hvordan teknologienes virkningsgrad, levetid, investeringskostnader og alternative anvendelser påvirker samfunnsøkonomisk lønnsomhet
- hvordan markedsdesign og regulering påvirker investeringer i lagring og fleksibilitet.
- Hvordan fjernvarme i seg selv, og supplert med varmelagring, kan gi optimal samfunnsøkonomisk nytte.

Målet bør ikke være å prioritere én bestemt teknologi på forhånd, men å utvikle kunnskap som gjør det mulig å velge de løsningene som gir størst samlet nytte for kraftsystemet.

6. Bedre data, modeller og dokumentasjon av systemkostnader

For å kunne ta gode beslutninger om investeringer i produksjon, nett og fleksibilitet er det behov for bedre dokumentasjon av hvordan kraftsystemet faktisk fungerer, og hvordan kostnadene utvikler seg når produksjonsmiksen endres.

Vi anbefaler derfor en koordinert forskningsinnsats som kombinerer historiske driftsdata, markedsdata, produksjonsprognoser, hydrologiske data og modeller for kraftsystemet.

Særlig bør forskningen gi bedre svar på følgende spørsmål:

1. Hvordan utvikler systemdriftskostnadene seg ved ulike nivåer og kombinasjoner av vindkraft og regulerbar produksjon?
2. Hvor mye kan bedre prognoser, digitalisering og mer effektiv markeds- og systemdrift redusere balanserings- og ubalansekostnadene?
3. Hvilken verdi har økt reguleringsevne, energilagring og systemtjenester i ulike geografiske områder og under ulike hydrologiske og markedsmessige forhold?
4. Hvordan påvirkes den samlede kostnaden ved kraftforsyningen av lokalisering, nettbegrensninger og samspill mellom produksjon, lagring og forbruk?
5. Hvordan kan kostnader og gevinster fordeles på en måte som gir riktige investeringssignaler og effektiv ressursbruk?

Slik kunnskap vil gjøre det mulig å prioritere tiltak ut fra dokumentert effekt, framfor å basere beslutninger på isolerte teknologikostnader eller generelle antakelser om systemvirkninger.

7. Konkrete anbefalinger til Energi2050



På bakgrunn av dette anbefaler vi at strategien følges opp med følgende prioriteringer:

1. Styrk forskningen på lønnsom ny fornybar kraftproduksjon, både vindkraft og vannkraft, med vekt på kostnadsreduksjoner, ressursutnyttelse, produksjonsprofil og hensyn til natur og lokalsamfunn.
2. Styrk forskningen på barrierer for realisering av ny fornybar kraftproduksjon, herunder hvordan natur- og miljøhensyn, sambruk av areal og lokal aksept kan ivaretas, og hvordan bedre samordning mellom sektormyndigheter og mer effektive og forutsigbare konsesjonsprosesser kan bidra til at lønnsomme prosjekter realiseres raskere.
3. Etabler en tydelig forskningsprioritering på hvordan vi kan opprettholde mest mulig effektiv systemdrift også med større andel ny fornybar kraftproduksjon, herunder balansering, reserver, systemtjenester, nettbegrensninger og ubalansekostnader.
4. Prioriter forskning på samspillet mellom vindkraft og regulerbar vannkraft, inkludert vannkraftens fleksibilitet, effektutvidelser, pumpekraft, magasindisponering og tekniske begrensninger.
5. Styrk kunnskapsgrunnlaget for energilagring og fleksibilitet, med sammenligninger av teknologier og løsninger på tvers av tidshorisonter, geografiske områder og anvendelser.
6. Utvikle bedre data- og modellgrunnlag for kraftsystemet, slik at virkningen av ulike investeringer og driftsstrategier kan vurderes konsistent og etterprøvbart.
7. Sørg for en helhetlig og tverrfaglig tilnærming, der forskningsmiljøer, kraftprodusenter, nettselskaper, systemansvarlig, markedsaktører og myndigheter samarbeider om å identifisere og løse konkrete problemstillinger.

Vi anbefaler at disse prioriteringene følges opp gjennom målrettede forskningsprogrammer og demonstrasjonsprosjekter, med tydelige mål for kostnadsreduksjon, effektiv ressursutnyttelse, systemytelse og verdiskaping.

Avslutning

Energi2050-strategien bør bidra til at Norge både utvikler ny fornybar kraftproduksjon og utnytter kraftsystemets samlede ressurser mer effektivt. Slik kan energiomstillingen også best understøtte vekstkraft utenfor energisektoren.

Forskning på produksjon, systemintegrasjon, fleksibilitet og markedsmekanismer bør sees i sammenheng, ikke som separate satsinger. En slik tilnærming kan bidra til at mer fornybar kraft realiseres på en lønnsom måte, at eksisterende infrastruktur og regulerbare ressurser utnyttes bedre, og at kraftforsyningen utvikles med lavest mulig samlet kostnad, og til størst mulig nytte for samfunnet.



Innsender

Kapittel

Kommentar

Vi oppfordrer derfor Energi2050 til å tydeliggjøre sammenhengen mellom ny fornybar kraftproduksjon og effektiv systemintegrasjon i strategiens prioriteringer for forskning, utvikling og innovasjon.

Energi2050

Besøksadresse: Drammensveien 288

Postboks 564

1327 Lysaker

Telefon: 22 03 70 00

Telefaks: 22 03 70 01

sekretariat@energi2050.forskningsradet.no

<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Publikasjonen kan lastes ned fra

<https://www.forskningsradet.no/energi-2050/>

Design: ANTI

Foto/ill. omslagsside: xxx

ISBN 978-82-12-fyll ut (xxxxx-x) (trykksak)

ISBN 978-82-12- fyll ut (xxxxx-x) (pdf)

