

Faglig sluttrapport

Tilgang på fornybar energi for sjømatnæringen fram mot 2040

Hovedfunn og konklusjoner fra EnerSea-prosjektet (FHF-901866)

Forfattere:

Ada Lunde, Eivind Lona, Erlend Grytli Tveten, Even A. Winje, Frida Hugaas Aulie, Hans Tobias Slette, Ken Flydalen, Martha Johanne Pedersen, Michael Martin Belsnes, Oddbjørn Grønvik, Piotr Spiewanowski, Sepideh Jafarzadeh, Shraddha Mehta, Silje Marie Dale, Stine Ekrheim, Susanne Sandell, Thomas Bjørdal

Rapportnummer:

2024:00712 - Åpen

Tilsagnsgiver:

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

Rapport

Tilgang på fornybar energi for sjømatnæringen fram mot 2040

Hovedfunn og konklusjoner fra EnerSea-prosjektet (FHF-901866)

VERSJON

1.0

DATO

2024-06-14

Klikk eller trykk her for å
skrive inn tekst.**FORFATTERE**

Ada Lunde, Eivind Lona, Erlend Grytli Tveten, Even A. Winje, Frida Hugaas Aulie, Hans Tobias Slette, Ken Flydalen, Martha Johanne Pedersen, Michael Martin Belsnes, Oddbjørn Grønvik, Piotr Spiewanowski, Sepideh Jafarzadeh, Shraddha Mehta, Silje Marie Dale, Stine Ekrehim, Susanne Sandell, Thomas Bjørdal

TILSAGNSGIVER

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering

TILSAGNSGIVERS REFERANSE

901866

PROSJEKTNUMMER

312000216

ANTALL SIDER

26

SAMMENDRAG

EnerSea-prosjektet har som hovedmål å dokumentere sjømatnæringens behov for og fremtidig tilgang på fornybar energi fram mot 2040, barrierer for nettilgang og alternative energikilder og -bærere. Hovedfokus har vært hvordan sjømatnæringen kan få tilgang til fornybar energi, hovedsakelig ved hjelp av raskere nettilknytning, men det er også gjort en vurdering av alternative energikilder og -bærere. Denne rapporten gir et sammendrag av hovedfunnene fra prosjektets tre delrapporter. Hovedkonklusjoner:

- Sjømatnæringens energibehov for strøm forventes å øke betydelig mot 2040, fra dagens 2,1 TWh til minst 7,5 TWh. Dette er nødvendig for å støtte omstillingen.
- Lange ledetider for nettilgang er den største barrieren for elektrifiseringsprosjekter.
- Forsinket eller manglende nettilknytning forårsaker samfunnsøkonomiske tap gjennom utslippskostnader og tapt eller utsatt verdiskaping
- På kort sikt er nettilknytning på vilkår en løsning for mange. Koordinert tilknytning kan også være en løsning.
- Alternative energikilder og -bærere må ta en stor del av omstillingen, men det er i dag ingen fullverdige, grønne, kommersielle alternativer til diesel. Dette kan endre seg.
- En fullstendig omstilling kan gi utslippsreduksjoner i tråd med nasjonale klimamål.
- Omstilling krever investeringsvilje og samarbeid - gjerne på tvers av bransjer.

UTARBEIDET AV

Hans Tobias Slette

SIGNATUR
Hans Tobias Slette (Jun 14, 2024 15:21 GMT+2)**KONTROLLERT AV**

Stine Steen

SIGNATUR
Stine Steen (Jun 14, 2024 15:26 GMT+2)**GODKJENT AV**

Kristian Voksøy Steinsvik

SIGNATUR**RAPPORT NR.**

2024:00712

ISBN

978-82-14-07041-5

GRADERING

Åpen

GRADERING DENNE SIDE

Åpen

Historikk

VERSJON	DATO	VERSJONSBEKRIVELSE
0.1	2024-05-31	Første utkast til prosjektgruppa og referansegruppa
1.0	2024-06-14	Endelig versjon

Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	4
2	Om EnerSea-prosjektet	6
3	Energistatus og behov fram mot 2040	7
3.1	Sjømatnæringens behov for fornybar energi fram mot 2040	7
3.2	Nettsituasjonen for sjømatnæringen	9
3.3	Anleggsbidrag	10
4	Regulatoriske barrierer og samfunnsøkonomiske konsekvenser	12
4.1	Kartlegging av barrierer mot elektrifisering av sjømatnæringen	12
4.2	Samfunnsøkonomisk analyse av nettilknytning	13
4.3	Regulatoriske muligheter og tekniske løsninger som kan bedre nettilgangen	14
5	Grønn omstilling av sjømatnæringen	16
5.1	Alternative energikilder og -bærere for sjømatnæringen	16
5.2	Klimaeffekt	18
5.3	Case-studie Mørkysten: Grønne energikjeder for havbruksnæringen	19
6	Hva bør man gjøre om man ønsker tilgang på fornybar energi?	22
7	Videre arbeid	23
8	Referanser	25
A	Leveranser	26

1 Sammendrag

EnerSea-prosjektet har undersøkt sjømatnæringens behov for og tilgang på fornybar energi i dag og frem mot 2040. Den delen av sjømatnæringen som er dekket i større detalj i EnerSea-prosjektet omfatter: (i) Havbruksanlegg med tilknyttet infrastruktur, (ii) Fiskemottak, slakteri og foredling både for fiskeri og havbruk, og (iii) Havbruksfartøy. Fiskeriflåten er dekket i et annet prosjekt (FHF-901773) og EnerSea-prosjektet bygger derfor på dette i sin omtale av fiskeriflåten.

Sjømatnæringen består av en rekke ulike aktører og aktiviteter, med stor variasjon i tekniske og operasjonelle løsninger. Hele næringen må omstille seg til fornybare energiløsninger med lavere utslipp, om Norge skal nå sine klimamål på 55 % utslippskutt innen 2030 og 90 - 95 % kutt innen 2050, sammenlignet med 1990¹. I dag brukes det hovedsakelig fossil energi i sjømatnæringen. Rundt en tredjedel av energiforbruket i bearbeiding og konservering av fisk, skalldyr og bløtdyr er fossilt, kun 44 % av oppdrettsanlegg er tilkoblet landstrøm og 99 % av energiforbruket til havbruksfartøy dekkes av fossile drivstoff. EnerSea-prosjektet har estimert at en total omstilling av sjømatnæringen kan gi opptil 93 % reduksjon av klimagassutslipp fra dagens nivå, dersom det ikke tas hensyn til produksjonsvekst eller energieffektivisering.

Omstilling av sjømatnæringen fører til en betydelig økning i energibehovet for strøm fra nett. EnerSea-prosjektet estimerer en økning for gruppe (i) og (ii) fra dagens 2,1 TWh årlig til mellom 4,3 og 8,1 TWh frem mot 2040, avhengig av vekstraten i oppdrettsnæringen. I tillegg vil en omstilling av havbruksfartøy i tråd med klimamålene kreve ytterligere 3,2 TWh årlig til elektrisk fremdrift, der hvor det er praktisk mulig, og til produksjon av null-utslipps drivstoff for bruk på fartøy som ikke kan basere seg på batteridrift.

Energiforbrukere i sjømatnæringen kan ha effektbehov fra 100 kW til 50 MW, og det varierer bredt i hvilken grad de har mulighet til å ta hensyn til effekttilgang ved valg av plassering. Det kreves derfor også løsninger som er tilpasset lokale behov og muligheter. Det er store regionale forskjeller i tilgjengelig nettkapasitet og lengden på tilknytningskøene. Generelt er lange ledetider for nettilgang den største barrieren for elektrifiseringsprosjekter. Anleggsbidrag for nettilgang i forbindelse med utbygging ble ikke identifisert som en hovedbarriere, selv om det kan ha vært en barriere i enkelte tilfeller.

Forsinket eller manglende nettilknytning forårsaker samfunnsøkonomiske tap. De samfunnsøkonomiske tapene vi har kartlagt er knyttet til utslippskostnader og tapt eller utsatt verdiskaping ved at nye etableringer eller investering i økt produksjon ikke realiseres eller utsettes på tross av samfunnsøkonomisk lønnsomhet. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved utsatte kutt i CO₂-utslipp er anslått til 12-13 MNOK årlig. Den årlige tapte verdiskapingen fra et typisk prosjekt som venter på nettilknytning i slakteri- og foredlingsleddet ble beregnet til å være i størrelsesorden 15-20 MNOK, mens tapet kan være inntil 25 MNOK per år for et typisk matfiskanlegg i sjø. Anslagene knyttet til ventetid er bruttoanslag, som innebærer at de ikke nødvendigvis uttrykker den samfunnsøkonomiske kostnaden, men er likevel en illustrasjon på hvilken verdiskaping som en kan gå glipp av dersom en etablering må utsettes som følge av manglende nettilknytning.

Om bedrifter velger å flytte virksomheten sin på grunn av manglende nettilknytning, vil dette ha negative konsekvenser for lokalsamfunnet i form av tapte arbeidsplasser og lokal verdiskaping. Imidlertid er dette eksempel på såkalte *fordelingseffekter* som ikke regnes som en samfunnsøkonomisk kostnad. Problemstillingen rundt fordelingseffekter og lokale virkninger er ikke undersøkt i EnerSea-prosjektet.

¹ Miljøstatus, 2024, Miljødirektoratet, <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/>

Nettselskaper over hele landet har begynt å utvikle kapasitetskart, altså kart som viser hvilke geografiske lokasjoner som har ledig nettkapasitet, og hvor stor den ledige kapasiteten er (i MW)². Disse kartene kan bidra til at man kan identifisere vekstområder hvor nettilgang ikke er begrensende på kort sikt.

På kort sikt er nettilknytning på vilkår en løsning for mange, spesielt for de aktørene i sjømatnæringen som har egen reserveløsning med fossile brensler. F.eks. kan vilkårene i tilknytningsavtalen gå ut på hele eller deler av lasten blir frakoblet nettet i feilsituasjoner eller kortere perioder med høy belastning i nettet.

Koordinert tilknytning er en mulighet for sjømataktører som ønsker tilknytning til for eksempel et industriområde. Selv om den lokale trafostasjonen er fullt belastet og det lokale nettselskapet ikke kan tillate flere ordinære tilknytninger, så kan aktørene i området gå sammen om en delingsløsning der de samarbeider om å holde seg under en begrensende effekt. Da vil den nye sjømataktøren kunne bli tilknyttet med vilkår, mens de eksisterende nettkundene kan selge sin tilgjengelige fleksibilitet og slik tjene penger på det.

I tilfeller hvor anleggsbidrag er en viktig barriere for omstillingsprosjekter i sjømatnæringen, anbefaler vi at problemstillingen adresseres på etterspørselssiden. Det vil si, enten gjennom innføring av insentivordninger for elektrifisering, eller gjennom økt bruk av lokale energiressurser.

Alternative energikilder og -bærere kan spille en viktig rolle i å supplere strøm fra nettet i omstillingen av sjømatnæringen. Utfordringen er at alternative, fornybare energikilder ofte er ikke-regulerbare og vil dermed kreve tilleggssystemer for regulering, enten med strøm fra nettet eller reserveløsninger fra andre energibærere. På fartøy er utfordringen enda større da alternative nullutslipps energibærere vil kunne ha sikkerhetsutfordringer, store energitap i fremstilling, være kostbare, lite tilgjengelige eller ha praktiske utfordringer. Det finnes i dag ingen fullverdige, grønne, kommersielle alternativer til diesel.

Anlegg i sjømatnæringen, både i sjø og på land, uten tilstrekkelig kraft fra nettet må sannsynligvis belage seg på å få hoveddelen av energibehovet dekket med alternativt drivstoff. En alternativ energikilde som, f.eks. solenergi eller geotermisk energi kan være lønnsomt for å redusere forbruket av alternativt drivstoff, og for å redusere energiforbrukerens nett-tariff.

For at energiomstillingsprosjekter skal realiseres, kreves det investeringsvilje og samarbeid. Dette skyldes at prosjektene ofte må opp på en slik skala at det ikke er mulig for en aktør å gjøre dette alene – da kreves et samarbeid med flere tilknyttede aktører, gjerne også på tvers av bransjer. Det kan også være nødvendig å inngå langsiktige avtaler for å stimulere til f.eks. produksjon av alternative drivstoff.

Basert på resultatene til EnerSea-prosjektet så er det relevant å følge opp spesielt tre punkter i videre forskningsarbeid:

1. Demonstrere potensialet for koordinerte tilknytningsavtaler i sjømatnæringen og bruk av investeringsmetoder for fornybar energi utviklet for energiplanlegging.
2. Kartlegge betydningen av nettkøen som barriere for etablering av nye sjømatbedrifter er viktig for å forstå det fulle omfang av de samfunnsøkonomiske kostnader.
3. Utforske hvilket potensiale havbruksfartøy har for å redusere energiforbruk, endre operasjonsmønster eller på andre måter tilpasse seg en fremtid med lavere energikapasitet med fornybare brensler ombord.

² For hele Norge ([link](#)), Arva ([link](#)), Glitre ([link](#))

2 Om EnerSea-prosjektet

Tilgang på fornybar energi for sjømatnæringen fram mot 2040 (EnerSea) er et forskningsprosjekt utført i perioden august 2023 til juni 2024 på oppdrag fra Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfinansiering (FHF). Prosjektet har FHF-nummer 901866. Prosjektet ble ledet av SINTEF Ålesund og SINTEF Ocean med SINTEF Energi, NCE Aquatech Cluster, RENERGY Cluster og Menon Economics som prosjektpartnere. Industripartnere var SinkabergHansen AS, Bjørøya AS, Nova Sea AS, Salmon Evolution ASA, Inseanergy AS, Havkraft AS, Glocal Green AS, Salfjord AS og Hofseth Aqua AS.

Sjømatnæringen er her definert som (i) Havbruksanlegg med tilknyttet infrastruktur, (ii) Fiskemottak, slakteri og foredling, og (iii) Havbruksfartøy. Fartøyskategorien her dekker kun fartøy i havbruk, ettersom fiskefartøy er dekket i FHF-prosjekt nr. 901773 *Utarbeidelse av kunnskapsgrunnlag for reduksjon av CO₂-utslipp fra fiskeflåten på kort (2030) og lang sikt (2050)*.

EnerSea-prosjektets hovedmål har vært å **dokumentere sjømatnæringens behov for og fremtidig tilgang på fornybar energi fram mot 2040, barrierer for nettilgang og mulige alternative energikilder og -bærere**. Prosjektet har søkt å tette kunnskapshull om hvordan sjømatnæringen kan realisere mål om bærekraftig vekst og utvikling parallelt med å oppfylle nasjonale mål om utslippskutt og grønn omstilling. Prosjektets delmål er oppsummert i Tabell 1. Delmål 1 og 2 adresseres i hovedsak i kapittel 3, delmål 3 og 4 adresseres i hovedsak i kapittel 4, og delmål 5 adresseres i hovedsak i kapittel 5.

Tabell 1. Oversikt over delmål i EnerSea-prosjektet.

Delmål 1	Kartlegge sjømatnæringens behov for fornybar energi fram mot 2040, samt næringens bestilte og ønskede nettilgang for konkrete prosjekter, opp mot planlagt nettutbygging i de ulike konsesjonsområdene.
Delmål 2	Kartlegge næringens anleggsbidrag for nettutbygging de siste 10 år, nåværende og nye anleggsbidrag, samt hvilke prosjekter som har stanset opp på grunn av manglende nettkapasitet og/eller for høye krav om anleggsbidrag.
Delmål 3	Kartlegge og beregne de samfunnsøkonomiske tapene på manglende og utsatt nettutbygging eller for høye anleggsbidrag for nettilknytning for sjømatnæringen, samt hvilke effekter dette kan ha på næringens fremtidige lokalisering.
Delmål 4	Kartlegge årsakene og barrierene for at bedriftene ikke får levert tilstrekkelig fornybar energi og foreslå alternative reguleringer og finansieringsordninger for nettutbygginger og energilagring.
Delmål 5	Dokumentere kunnskapsstatus og kartlegge kommersiell modenhet, inklusive kostnader per kWh, for alternative energikilder og energibærere for flåte, landindustri, havbruk og oppdrett på land og hva klimaeffekten av en total omlegging til fornybare energikilder vil utgjøre i reduserte utslipp for hele næringen.

Leveranser fra prosjektet er listet opp i Vedlegg A.

3 Energistatus og behov fram mot 2040

Dette kapittelet bygger på og presenterer hovedfunn fra Delrapport 1 fra EnerSea-prosjektet, *L1.1 – Energibehov for sjømatnæringen fram mot 2040* [1]. Der ble sjømatnæringens behov for energi fra strømnettet eller fra lokal fornybar energiproduksjon fram mot 2040 estimert. Delrapporten undersøkte også nettsituasjonen for sjømatnæringen i dag og frem mot 2040, og kartla næringens anleggsbidrag de siste 10 årene.

3.1 Sjømatnæringens behov for fornybar energi fram mot 2040

Sjømatnæringens behov for fornybar energi frem mot 2040 tar utgangspunkt i hvor stor del av dagens energibehov som dekkes av fossile kilder, og hva som kreves for omstilling av disse anleggene. I tillegg er det vurdert to framtidsscenarioer for oppdrettsnæringen, der det er antatt en årlig produksjonsvekst på henholdsvis 2 og 7 % fram mot 2040. 2 % årlig vekst gir en produksjon på 2,27 millioner tonn i 2040 mens 7% årlig vekst gir 4,87 millioner tonn.

Som underlag ble det gjort en kartlegging av energiforsyningen til 771 oppdrettslokaliteter (tilsvarende 74 % av lokalitetene med akvakulturtiltalelse). Ved inngangen til 2024 er 44 % av disse tilkoblet landstrøm, og 20 % er enten planlagt å tilkobles eller i ferd med å tilkobles. Resterende 36 % har ikke planer om tilkobling, men av disse har 16 % (av totalen) hybride løsninger, som vil si at de bruker batteripakker for å redusere forbruket av fossile drivstoff. Det estimerte effektbehovet for elektrifisering av de ikke-elektrifiserte oppdrettsanleggene er i underkant av 50 MW. Om vi også inkluderer elektrifisering av de anleggene som i dag er hybride oppdrettsanlegg vil dette totalt kreve en kapasitet på 66 MW.

Begge framtidsscenarioene for 2040 antar at en større andel av oppdrettsproduksjonen skjer med i nye produksjonsformer som har høyere spesifikt energiforbruk enn konvensjonelt oppdrett. Eksempelvis krever lukkede/semi-lukkede merder i sjø i størrelsesorden 8 ganger mer energi per kilogram laks som produseres enn åpne merder, mens landbaserte matfiskanlegg har et energibehov per kilogram laks som er i størrelsesorden 40 ganger høyere. Disse tallene er basert på antakelser om et snitt for hele sektoren, og vil ikke nødvendigvis stemme for enkeltanlegg. For villfisk antas det uendret produksjonsmengde og uendret fordeling av foredlingsaktiviteter for det som landes i Norge frem mot 2040.

For scenariet med 2 % årlig produksjonsøkning er næringens energiforbruk i 2040 eksklusive fartøy forventet å doble seg fra dagens 2,1 TWh til 4,3 TWh. For scenariet med 7 % årlig produksjonsøkning vil det ekstra energibehovet i 2040 være hele 6,0 TWh, til 8,1 TWh totalt.

I dag dekkes anslagsvis 99 % av energiforbruket til havbruksfartøy med fossile drivstoff, og resterende 1 % av strøm fra nettet. Sjøfarsdirektoratet har foreslått at alle fartøy under 24 meter innenfor fiskeri og oppdrett skal være utslippsfrie innen 2040, og at alle nye fartøy under 15 meter skal være utslippsfrie allerede i 2025³. Dette vil både kreve mye kraft, men også en stor omstilling i sjømatnæringen. På så kort sikt er det kun batteridrift som er en aktuell løsning, og en omstilling til batteridrevne fartøy vil blant annet kreve betydelig utbygging av ladeinfrastruktur som ikke finnes i dag. For spesielt energikrevende fartøy (som f.eks. brønnbåter) har ikke dagens batteriteknologi god nok energitetthet til å kunne erstatte fossile drivstoff. For disse fartøyene må alternative drivstoff som ammoniakk, hydrogen, metanol eller biodiesel vurderes for å kutte utslipp.

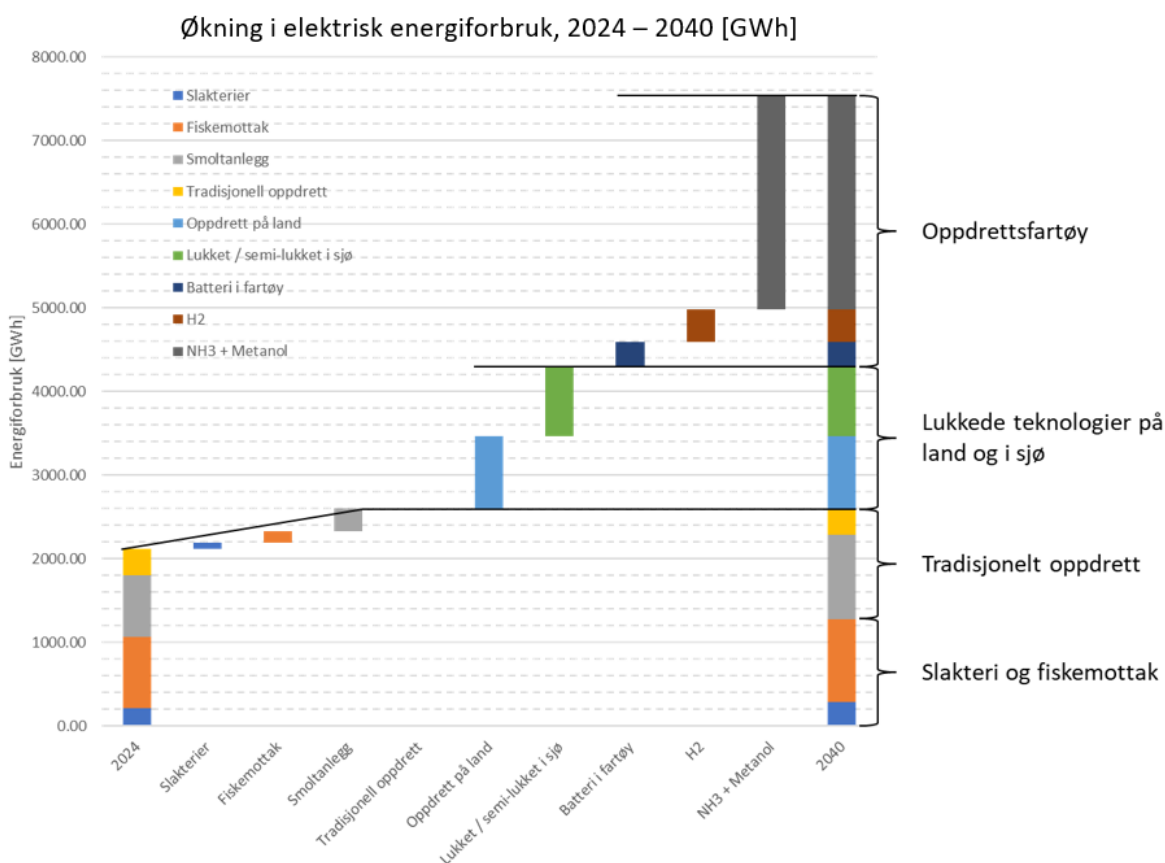
³ <https://www.regjeringen.no/contentassets/e968cc82151b4dd19c335941c208094d/oppdrag-om-utarbeidelse-av-lav-og-nullutslippskrav.pdf>

For å beregne energibehovet knyttet til omstilling av oppdrettsflåten i 2040 er det bygget et scenario på premisser som er inspirert av FHF-prosjekt 901773⁴ og en rapport fra Asplan Viak⁵. Det legges derfor til grunn følgende fordeling av energiforbruket til havbruksfartøy for 2040:

- 20,0 % av energiforbruket vil fortsatt dekkes av fossile drivstoff
- 26,8 % dekkes med strøm via bruk av batteri
- 10,7 % dekkes av hydrogen og resterende
- 42,5 % dekkes av ammoniakk og metanol

En slik omstilling av dagens havbruksflåte er beregnet å kreve et økt energibehov for strøm fra nett på 3,2 TWh årlig. Denne kraften må være tilgjengelig der hvor fartøy skal lade batterier og der grønt drivstoff skal produseres.

Den samlede utviklingen av sjømatnæringens energibehov for strøm fra nett frem mot 2040 vises i Figur 1 – for scenarioet med 2 % årlig vekst. Figuren viser en økning fra dagens 2,1 TWh fra strøm fra nettet, til 7,5 TWh fra strøm fra nettet i 2040. Totalen for scenarioet med 7 % årlig produktjonsvekst er et behov for strøm fra nett på 11,3 TWh i 2040. En metodisk svakhet her er at energibehovet for fartøy ikke er skalert med produktjonsveksten, det reelle tallet vil derfor kunne forventes å være betydelig høyere, spesielt for scenarioet med 7 % årlig produktjonsvekst.



Figur 1. Totalsum av forventet økning i energiforbruk fra fornybar energi til sjømatnæringen til 2040 ved 2 % vekst for oppdrett. Figuren viser kun strømforbruk, og ikke andelen fossil energi, hverken for 2024 eller i 2040. Fiskefartøy er ikke inkludert. Kilde: [1].

⁴ <https://www.fhf.no/prosjekter/prosjektbasen/901773/>

⁵ <https://www.asplanviak.no/prosjekter/potensialet-for-klimakutt-i-havbruksnaeringa/>

3.2 Nettsituasjonen for sjømatnæringen

De regionale nettselskapene er netteier og områdekonsesjonær. Disse har en plikt til å tilby alle som ønsker det tilgang til nettet (tilknytningsplikt). Plikten til å sørge for nettilgang er betinget av at kunden er villig til å betale de nødvendige tariffene. I tillegg skal det gjøres en vurdering av at tilknytningen ikke går ut over leveringskvaliteten til eksisterende kunder, eller om det må gjøres investeringer i nettet før tilknytningen kan gjennomføres. Hvis det er tilstrekkelig ledig kapasitet (at tilknytning er *driftsmessig forsvarlig*), får kunden tilbud om tilknytning. Hvis tilknytningen ikke er driftsmessig forsvarlig, gjennomfører nettselskapet en utredning av nødvendige tiltak for å kunne realisere tilknytningen, enten gjennom å forsterke nettet eller andre tiltak, og om hvorvidt det medfører krav om konsesjon før tilbud om tilknytning.

Tidsbruk i prosessen vil avhenge av om det er tilgjengelig ledig kapasitet i nettet, og omfanget og kompleksiteten til eventuelle tiltak i nettet. I det gunstigste tilfellet, med ledig kapasitet i nettet, kan prosessen fra kunden tar kontakt med nettselskapet til kunden tilknyttes nettet ta under 6 måneder. I motsatt ende av skalaen, hvis det ikke er ledig kapasitet i nettet og tiltakene krever full konsesjonsprosess, vil tilknytning normalt ta 3–5 år. Dersom det også er behov for større tiltak i transmisjonsnettet, kan det ta vesentlig lenger tid (5–10 år).

I 2022 ble grensen for hvilke prosjekter som behandles av nettselskap lokalt satt ned til 1 MW, slik at også mindre tilknytningsprosjekter, som i utgangspunktet kunne blitt løst lokalt, ble flyttet opp i køen til transmisjonsnettet. Dette medførte at flere prosjekt i praksis havnet i en kø med tidslinjer på 5–10 år. For næringslivet er disse skillene utfordrende å håndtere. Når en nettkunde havner i nettkø hos transmisjonsnettet blir ventetiden lang, og det er lite det lokale nettselskapet eller nettkunden kan gjøre.

EnerSea har i prosjektperioden gjennomført en rekke intervjuer med sjømatnæringen, og med nettselskap langs kysten. Vi ser at de lokale utfordringene er ulike fra sted til sted. Noen prosjekter er langt unna nettinfrastruktur, og må betale høye anleggsbidrag for å få nettilkobling. Andre prosjekter ligger nærmere nett med god kapasitet og trenger ikke betale så høye anleggsbidrag, men må gjennom konsesjonsprosesser som av ulike årsaker tar tid. Det viste seg imidlertid at mange prosjekter i realiteten var begrenset av at de ble flyttet opp i transmisjonsnettkøen. Det betyr at kapasitetsbegrensningene ikke ligger i det lokale nettet, men heller i transmisjonsnettet. Dette ble tydelig når 1 MW-grensen ble økt til 5 MW. Det åpnet for at de fleste tilkoblinger kunne gjennomføres i henhold til gjeldende prosess for tilkobling til regional- og distribusjonsnett. Likevel er det mange utfordringer som skyldes tidkrevende prosesser for forsterking av transmisjonsnettet, som igjen får konsekvenser utover i regional- og lokalnett. I alle norske regionalnett ligger det modne prosjekter fra sjømatnæringen i kø som har en ventetid på over 3 år.

Den totale forespurte effekten på nasjonalt nivå fra sjømatnæringen var på 1 112 MW i 2023. Områdene med høyest forespurt kapasitet fra sjømatnæringen er: 338 MW i Nord-Norge (Arva, Barents nett og Linea), 243 MW i Trøndelag (Tensio) og 218 MW i Møre og Romsdal (Elinett). Fra Nord-Norge er det eksempler på avslag på omsøkt effekt for prosjekter innen oppdrett i sjø, landbasert oppdrett, settefisk, slakteri, fiskeforedling og annen produksjon innen sjømat. Antallet aktive saker hos transmisjonsnettoperatøren Statnett innen sjømatnæringen har også sett en betydelig økning de siste årene.

I Nordland skal nettselskapet Arva investere mer i nettet de neste 10 årene enn de har gjort i de foregående 125 år. Dette vil gi økt kapasitet i det regionale nettet som vil sikre at kraftproduksjonen i Nordland kan utnyttes bedre i regionen. I Troms og i Finnmark er avstanden mellom tilgang på nett og sjømatnæringens lokaliteter veldig varierende.

Nord i Trøndelag er det anstrengt kapasitet i regionalnettet langs kysten. Det er planlagt flere forsterkninger av nettet. Blant annet vil nytt regionalnett til Fosen gi mulighet for elektrifisering av den delen av Mowis anlegg på Ørlandet som i dag benytter LNG. Andre steder vil nettførsterkninger kun frigi noen få ekstra MW, fordi det foreligger planer om utvidelse av eksisterende anlegg og nye byggeklare prosjekter i og tilknyttet sjømatnæringen som har reservert betydelig med nettkapasitet. Den lange leveringstiden på kabel og transformatorer (6 år i transmisjonsnettet og 3-12 mnd i distribusjonsnettet) gjør at noen av de kommende nettførsterkningene blir forsinket.

På Sunnmøre er planene for økt strømforbruk så store at de overskrider dagens samlede forbruk i næringen. Planlagt landbasert fiskeoppdrett sammen med elektrifisering av fartøy utgjør størsteparten av det forespurte forbruket. På Vestlandet ligger flaskehalsen i transmisjonsnettet og for at disse nye planene skal kunnes realiseres må det gjøres store investeringer i transmisjonsnettet i tillegg til å bygges ut betydelig ny kraftproduksjon. Det er et mål å oppdatere nettet her, men dette kan tidligst stå ferdig i 2040.

Det er i prosjektet utviklet et kart som viser en oversikt over nett og kraftsituasjonen i Norge som også inkluderer elektrifiseringsstatus på lokaliteter og anlegg på land innen sjømatnæringen. Kartet er tilgjengelig [her](#).

Nettsituasjonen for sjømatnæringen i dag tilsier at det generelt sett i stor grad er tilgjengelig kapasitet i nettet til tradisjonell sjømatproduksjon og prosessering/foredling, etter tilpasninger gjort av reguleringsmyndighetene i 2023. Tilkobling til kraftnettet tar imidlertid betydelig lengre tid enn tidligere fordi planlagte nettførsterkninger tar tid, blant annet på grunn av konsesjonsprosesser og leveringstid for kabler og transformatorer.

Analysen gjort i EnerSea viser at en produksjonsvekst for havbruk på 2 % årlig, sammen med en omlegging fra fossil til fornybar kraft både for fartøy og anlegg, og en overgang til mer energikrevende produksjonsformer, vil gi en økning i effekt- og energibehov frem mot 2040 som krever betydelige investeringer både i nett og kraftproduksjon.

3.3 Anleggsbidrag

For å estimere totale anleggsbidrag fra sjømatnæringen for nettilknytning så er det gjennomført en omfattende spørreundersøkelse – sendt ut til ca. 1000 bedrifter. I alt ble det kartlagt 213 prosjekter som har søkt om nettilknytning. Omtrent 76 % av disse har blitt gjennomført, 10 % er under behandling hos offentlig myndighet, 2 % er godkjent, men venter på nettkapasitet, og 5 % er under utbygning. Det er 4 % av prosjektene som er skrinlagt og ikke vil bli gjennomført. De resterende 3 % har uavklart status. Av prosjektene som er avsluttet er det kun ett (1) prosjekt som er skrinlagt som følge av at totalkostnaden ble for høy. De andre skrinlagte prosjektene ble stanset fordi det ikke var mulig å koble til nettet innen ønsket tidsperiode.

Det er betalt anleggsbidrag for omtrent 80 % av prosjektene som er kartlagt i spørreundersøkelsen. Det gjennomsnittlige anleggsbidraget er på 1,7 MNOK per prosjekt, men det er stor spredning. Det høyeste enkeltbeløpet er på 45 MNOK, mens det laveste er på 120 000 NOK. Disse tallene blir også underbygget i dybdeintervjuer som er gjennomført. Der kommer det frem at anleggsbidragene for disse aktørene ligger mellom 800 000 NOK og 1,5 MNOK, men at det også finnes flere prosjekter i Trøndelag og Senjaområdet hvor anleggsbidraget ligger opp mot 20 MNOK.

For å beregne næringens samlede anleggsbidrag er det valgt å oppskalere resultatene fra undersøkelsen basert på verdiskaping. Basert på dette er det estimert at sjømatnæringen samlet har betalt anleggsbidrag på 900-940 MNOK fordelt over de siste ti årene. Dette tilsvarer omtrent 5 % av de totale anleggsbidragene rapportert til NVE i samme periode. Det betyr at næringen betaler 2-3 ganger mer i anleggsbidrag enn det nasjonale snittet, om det ses i forhold til næringens verdiskapning.

At sjømatnæringens anleggsbidrag er relativt høyt, har sammenheng med at produksjon i sjømatnæringen i større grad enn annen industri er lokalisert langt fra eksisterende nettinfrastruktur. Dette betyr at det oftere må bygges nytt nett til lokasjonene deres, eller at eksisterende nett i nærheten må forsterkes fordi det ikke er sterkt nok til å forsyne store forbruksuttak. I tillegg har det vært langt større vekst i verdiskapingen i sjømatnæringen i denne perioden sammenlignet med øvrig næringsliv. Dette taler igjen for at aktørene i sjømatnæringen både vil ha hatt ønske om og evne til å finansiere nye prosjekter som krever nettilknytning.

4 Regulatoriske barrierer og samfunnsøkonomiske konsekvenser

Dette kapittelet bygger på og presenterer hovedfunn fra Delrapport 2 fra EnerSea-prosjektet, *L2.1 - Samfunnsøkonomiske konsekvenser og regulatoriske barrierer av manglende nettilknytning i sjømatnæringen* [2]. I denne delrapporten ble det i hovedsak forsket på tre ting:

- Kartlegging av barrierer mot elektrifisering av sjømatnæringen,
- Samfunnsøkonomisk analyse av manglende eller utsatt nettilknytning og
- Regulatoriske muligheter og tekniske løsninger for å bedre nettilgangen.

4.1 Kartlegging av barrierer mot elektrifisering av sjømatnæringen

Hovedbarrieren for nettilknytningsprosjekter i sjømatnæringen er at de ikke får kapasitet i tide.

Barrierer for elektrifisering av sjømatnæringen ble kartlagt gjennom en omfattende spørreundersøkelse av aktører i sjømatnæringen (ekskl. fiskeflåten), samt flere dybdeintervjuer og casestudier av utvalgte konsesjonsområder, se Tabell 2. Resultatet viser tydelig at den største utfordringen er å koble seg til nettet innen ønsket tidsramme. En av hypotesene ved prosjektets oppstart var at høye anleggsbidrag var en viktig barriere for nettilknytning, men denne hypotesen viste seg gjennom kartleggingen å ikke stemme for de fleste respondentene. Høye anleggsbidrag var kun en utslagsgivende barriere for noen få enkeltaktører, f.eks. på Senja.

Vi vurderer undersøkelsenes representativitet som god, blant annet fordi svarandelen er høy blant aktørene i sjømatnæringen som står for en stor del av verdiskapingen i næringen. Verdiskaping er en god parameter for å uttrykke aktiviteten i sektoren, og hvilke investeringer knyttet til energiomstillingen som kan understøttes økonomisk.

Tabell 2. Barrierer mot elektrifisering i ulike områder - utdrag fra case-studier i delrapport 2 [2].

Barrierer mot elektrifisering i ulike områder	
Møre og Romsdal	Det er planlagt flere større satsninger i sjømatnæringen som vil ha et betydelig kraftbehov, som landbaserte og lukkede/semi-lukkede oppdrettsanlegg. Fylket har utfordringer med tilgjengelig nettkapasitet, som skyldes kapasitetsbegrensninger både i transmisjons- og regionalnettet. Anleggsbidraget synes å ha noe mindre betydning for hvorvidt elektrifisering eller etablering av nye virksomheter innenfor oppdrettsnæringen gjennomføres eller ikke.
Senja, Troms	Sjømatnæringen på Senja dekker hele bredden av verdikjedene i sjømatnæringen. Det har blitt rapport om tilfeller av store beløp for anleggsbidrag på Senja, noe som kan gjøre det krevende for spesielt mindre selskaper å elektrifisere sin virksomhet.
Nærøysund, Trøndelag	Sjømatnæringen i Nærøysund består først og fremst av anlegg som driver havbruk i sjøen. Anleggsbidraget kan ha betydningen for beslutningen om å elektrifisere for lokaliteter i områder som ligger langt fra eksisterende nettinfrastruktur. Imidlertid synes ikke anleggsbidraget å være hovedbarrieren mot elektrifisering. Ventetid og utfordringer med koordinering med andre offentlige klareringsprosesser framstår som en større utfordring.

4.2 Samfunnsøkonomisk analyse av nettilknytning

I delrapport 2 [2] finnes en oversikt over de forhold og vurderinger som inngår i å beregne samfunnsøkonomiske tap knyttet til forsinket eller manglende nettutbygging eller høye anleggsbidrag.

Forsinket eller manglende nettilknytning forårsaker samfunnsøkonomiske tap. Det forårsaker også fordelingseffekter som gir negative konsekvenser for lokalsamfunn.

I delrapport 2 [2] har vi med utgangspunkt i samfunnsøkonomisk teori først drøftet kilder til samfunnsøkonomiske kostnader ved utsatt eller manglende nettutbygging for sjømatnæring. Med resultater fra spørreundersøkelsen har vi deretter beregnet disse kostnadene. Dersom en samfunnsøkonomisk lønnsom elektrifisering av eksisterende anlegg ikke realiseres eller utsettes, forhindrer dette reduksjoner i CO₂-utslipp. Utsatt etablering av ny virksomhet kan også føre til tapt verdiskaping. Om bedrifter velger å flytte virksomheten sin på grunn av manglende nettilknytning, kan dette ha negative konsekvenser for lokalsamfunnet i form av tapte arbeidsplasser og lokal verdiskaping. Imidlertid er dette eksempler på såkalte *fordelingseffekter* som ikke regnes som en samfunnsøkonomisk kostnad. Slike lokaløkonomiske virkninger regnes ikke som et tap i samfunnsøkonomisk forstand, fordi disse beregnes på et nasjonalt nivå, ikke isolert sett per region.

Forsinket eller manglende elektrifisering i oppdrettsnæringen kan føre til betydelige utslippskostnader.

En konsekvens av at elektrifisering ikke gjennomføres, kan være at produksjonen fortsetter med fossilt brensel, noe som utsetter eller hindrer reduksjoner i CO₂-utslipp. De samfunnsøkonomiske kostnadene ved utsatte CO₂-reduksjoner i oppdrettsnæringen estimeres til **12-13 MNOK årlig**. Hvis dette utsettes med 10 år, kan nåverdien av den samfunnsøkonomiske kostnaden for utslipp **nå 90-100 MNOK**. Til sammenligning vil de årlige utslippskostnadene fra alle de resterende ikke-elektrifiserte lokalitetene, det vil si de lokalitetene som etter vår kjennskap per i dag ikke heller har planlagt elektrifisering eller har hybridløsninger, være på omtrent 60-65 MNOK per år. Dette innebærer at prosjekter som ikke er elektrifisert på grunn av utfordringer med nettilknytning, står for omtrent en femdel av utslippskostnadene. Med den CO₂-pris som kreves for å nå 1.5-gradersmålet, kan de årlige utslippskostnadene på lenger sikt bli **18-20 MNOK** per år for dagens ikke-elektrifiserte anlegg.

Utsatt etablering kan gi 20 MNOK i tapt verdiskaping fra slakteri-, foredlings- og oppdrettsanlegg.

Fra kartleggingen vår er det lite indikasjon på at manglende nettilknytningsmuligheter alene gjør at nye prosjekter ikke realiseres, men det er mye som tyder på at nettkøen kan bidra til at lønnsomme prosjekter blir utsatt. Det kan altså være samfunnsøkonomiske kostnader ved at nye etableringer eller økt produksjon utsettes, i form av utsatt verdiskaping. Den årlige tapte verdiskapingen fra et typisk prosjekt i slakteri- og foredlingsleddet i verdikjeden (villfisk og havbruk) ble beregnet til å være i størrelsesorden **15-20 MNOK**. For matfiskproduksjon i sjø kan tapet være inntil **25 MNOK** per år, men på marginen vil det trolig være lavere enn dette.

Dette tallet uttrykker ikke nødvendigvis en samfunnsøkonomisk kostnad, men er et bruttoestimat. Tallet er med andre ord en illustrasjon på hvilken verdiskaping man kan gå glipp av dersom en etablering må utsettes som følge av manglende nettilknytning. Hvorvidt estimatet innebærer netto samfunnsøkonomisk kostnad, avhenger av ressursenes alternative anvendelse. Kartleggingen i EnerSea har ikke gitt grunnlag for å vurdere etableringstiden for nettprosjekter, og heller ikke i hvilken grad nettilknytningen var den viktigste flaskehalsen, sett opp mot andre faktorer som kan bidra til å forsinke et prosjekt. Tallene peker likevel tydelig

i retning av at det vil være en betydelig samfunnsøkonomisk kostnad av at nyetableringer blir utsatt i påvente av nettilknytning.

4.3 Regulatoriske muligheter og tekniske løsninger som kan bedre nettilgangen

Prosjektet har sett på om reguleringer og bransjenormer for tildeling eller reservering av nettkapasitet fungerer godt nok, og om det finnes bedre måter å fordele kapasitet på som dekker sjømatnæringens og samfunnets behov.

Det er igangsatt flere prosesser som kan bidra til å bedre sjømatnæringens tilgang til kraft

De siste årene har det blitt utført flere utredninger og prosesser for å løse problemer med nettilgang og nettutbygging i Norge. I tillegg foregår det endringsprosesser innen nettbransjen blant annet i utnyttelse av forbruksfleksibilitet og styring av forbruk via digitalisering. Derfor ble det fokusert på å beskrive og vurdere disse tiltakene og løsningene i lys av sjømatnæringens behov.

Olje- og energidepartementet utnevnte i 2021 Strømnettutvalget for å vurdere tiltak for å redusere tiden det tar å utvikle nye nettanlegg, og de leverte sin rapport i 2022. I kjølvannet av dette har det blitt satt i gang prosesser i hele nettbransjen inkludert distribusjonsnettselskapene, Statnett og Norges Vassdrags- og Energidirektorat (NVE) og Reguleringsmyndigheten for Energi (RME). Med utgangspunkt i de pågående prosessene og fremoverlent regulering i andre land ble det i prosjektet drøftet fire grupper med tiltak, samt utviklingen av teknologiske og kommersielle løsninger som kan øke utnyttelsen av kraftnettet. Relevansen ble vurdert i lys av hva som er mest relevant for sjømatnæringens omstilling og videre vekst, og her er en oppsummering av de viktigste funnene:

- 1. Mer effektiv tildeling av kapasitet:** Nettselskaper over hele landet har begynt å utvikle "kapasitetskart", altså kart som viser hvilke geografiske lokasjoner som har ledig nettkapasitet, og hvor mange MW ledig kapasitet som finnes der. For oppdrettsnæringen, hvor lokasjon i stor grad avhenger av føringer fra myndighetene, kan slike kart bidra til at man kan identifisere områder hvor nettilgang ikke er begrensende på kort sikt. I tillegg utvikles felles bransjenorm for nettilknytning med krav til nettkunders modenhet for å redusere ventetid og usikkerhet, som bidrar til en mer transparent tilknytningsprosess. Modenhetskravene kan bidra til å gjøre det enklere for etablert virksomhet å elektrifisere, og tilsvarende vanskeligere for nyetableringer fordi disse er beheftet med mer usikkerhet. Tilknytningsprosessen kan også bli raskere hvis det etableres økonomiske- eller omdømmeinsentiver for nettselskapene med hensyn til tidsbruk, og dette kan potensielt også komme sjømatnæringen til gode.
- 2. Utnyttelse av ubrukt eller reservert kapasitet:** Selv om dagens nett sies å være "fullt", er det mye av kapasiteten som har blitt reservert, men som i realiteten ikke blir (eller vil bli) brukt. Dette kommer av at a) nettkunder reserverer mer kapasitet enn de faktisk bruker eller b) noe av den reserverte kapasiteten er fra prosjekter som ikke blir realiserte. En løsning er at nettkunder må abonnere på kapasitet, som kan frigi ubrukt kapasitet. En innføring av slike mekanismer vil bidra til at reservasjoner som ikke er samfunnsøkonomisk rasjonelle vil falle bort, og kunne åpne for at det blir mer plass til det reelle behovet, blant annet fra aktører i sjømatnæringen.
- 3. Alternativer til nett og alternative tilknytningsløsninger:** Bedre utnyttelse av dagens nett bidrar til at nettselskapene kan tillate å tilknytte flere nye nettkunder raskere i påvente av nettutbygginger. I den sammenhengen vil løsninger som bidrar til økt brukt av fleksibilitet stå sentralt - både hos forbrukerne, ved hjelp av energilagring, og for produsenter av kraft. Per i dag foregår det forskning

og pilotering av ny teknologi knyttet til verdikjeden for fleksibilitet og nye tilknytningsavtaler. Teknologileverandører utvikler blant annet av nye markedsplattformer for handel med fleksibilitet som kan benyttes til koordinering for optimal bruk av fleksibilitetsressursene, eller styringssystemer for å kunne utnytte eksisterende fleksibilitet i nettet. På kort sikt er *nettilknytning på vilkår* en løsning for mange, spesielt for aktører i sjømatnæringen som har egen reserveløsning med fossile brenslers. F.eks. kan vilkårene i tilknytningsavtalen gå ut på at de blir frakoblet nettet i feilsituasjoner eller kortere perioder med høy last i nettet. For å legge til rette for dette er det imidlertid viktig at også eksisterende virksomheter gis muligheten til å inngå denne typen kontrakter. Per i dag er det kun nye nettkunder som har denne muligheten. Koordinert tilknytning er også en mulighet for sjømataktører som er samlokalisert med andre nettkunder, der flere aktører i samme område går sammen om en delingsløsning der de samarbeider om å holde seg under en begrensende effekt.

4. **Nettkostnader og klimaomstilling:** Deler av sjømatnæringen har relativt lav geografisk mobilitet fordi produksjonen er bundet til konkrete konsesjonsområder eller lokaliteter. I kartleggingen ble det ikke funnet at størrelsen på anleggsbidragene var en avgjørende faktor for at prosjekter ikke ble realisert, men det kan være et problem for enkeltaktører. Videre kan problemstillingen bli mer aktuell etter hvert som nye (og mindre lønnsomme) lokasjoner skal elektrifiseres. Anleggsbidraget fungerer i dag som et prissignal med hensyn til lokasjon og teknologisk løsning, samtidig som at det bidrar til at merkostnaden ved nye tilknytninger ikke belastes nettselskapets øvrige nettkunder. Nettkostnaden blir altså ikke noe lavere dersom anleggsbidraget reduseres. Om anleggsbidrag skulle vise seg å bli en viktig barriere for omstilling i sjømatnæringen, anbefaler vi at problemstillingen adresseres på etterspørselssiden. Det vil si, enten gjennom innføring av insentivordninger for elektrifisering, eller gjennom økt utnyttelse av lokale energiresurser. Verdiskapingen til nye etableringer bør være tilstrekkelig til å dekke inn merkostnaden ved nett som følge av deres virksomhet. Gitt at anleggsbidrag reflekterer faktisk kostnad for å bygge nytt nett eller gjøre nettførsterkninger, vil det ikke være samfunnsøkonomisk rasjonelt å realisere nye prosjekter som ikke kan bære kostnaden knyttet til egen etablering.

5 Grønn omstilling av sjømatnæringen

Dette kapittelet bygger på og presenterer hovedfunn fra Delrapport 3 fra EnerSea-prosjektet, *L3.1 – Alternative energikilder og bærere i sjømatnæringen* [3]. Delrapporten omfatter tre forskningsaktiviteter:

- Kartlegge kunnskapsstatus, modenhet og kost per kWh for alternative energikilder og -bærere som kan være aktuelle for sjømatnæringen
- Estimere klimaeffekten av en total omlegging av sjømatnæringen til fornybare energikilder
- Case-studie for Møre-kysten som eksempel på pressområde for tilgang på fornybar energi og potensialet for grønne energikjeder i havbruksnæringen i regionen

Nettilknytning vurderes som den beste løsningen for tilgang på fornybar energi i Norge, der det er mulig. Det skyldes kombinasjonen av: pris, virkningsgrad, pålitelighet og lavt klimafotavtrykket for norsk miks. Nettilknytning er imidlertid ikke mulig for alle næringens formål, og selv for de med nettilknytning vil det kunne være behov for tilleggsforsyning, f.eks. ved strømbrydd eller som følge av lav effekttilgang. Kraftmarkedsanalyser fra NVE⁶ og Statnett⁷ viser at Norge styrer mot et kraftunderskudd, og det er derfor relevant å undersøke hvordan sjømatnæringen selv kan bidra til å produsere sin egen kraft.

5.1 Alternative energikilder og -bærere for sjømatnæringen

Delrapport 3 kartlegger alternative energikilder og -bærere som kan være aktuelle bidrag i å omstille sjømatnæringen der det ikke er strømmett som kan levere tilstrekkelig energi eller effekt, eller hvor det av andre grunner ikke er hensiktsmessig å være tilkoblet fast infrastruktur.

For å beskrive potensialet for bruk av alternative energikilder og -bærere i sjømatnæringen er det gjennomført en kartlegging av de ulike kategorier av energiforbrukere som finnes i næringen gitt kategoriseringen beskrevet i kapittel 2. Det er stor forskjell i effekt- og energibehov for ulike anlegg, fra konvensjonelle oppdrettsanlegg som krever rundt 100 – 200 kW topplast og 400 – 1 300 kWh i daglig energiforbruk, til landbaserte matfiskanlegg som kan komme opp i 50 MW i topplast og i størrelsesorden 200 000 – 500 000 kWh i daglig energiforbruk. Det er også forskjeller i hvilke energityper det er behov for, hvor landbaserte oppdrettsanlegg og prosessanlegg skiller seg ut med store behov for termisk energi i tillegg til elektrisk kraft. Begrensninger med hensyn til plass og vekt for alternative energiløsninger og betydelig begrensning i rekkevidde og operasjonsområde samt redusert mulighetsrom for risikoreduserende tiltak er en spesiell utfordring for fartøy. Ulikheter i energiforbruk og driftsprofil mellom fartøy betyr også at det er stor forskjell på hvilke alternative energiløsninger som er relevante for f.eks. lokalitetsbåter og brønnbåter.

Alternative energikilder defineres som ikke-fossile energikilder som kan produsere kraft og varme lokalt. Disse skal kunne forsyne energiforbrukeren direkte uten tilknytning til kraftnettet. Følgende energikilder vurderes: Sol, vind, bølger, strøm/tidevann, kjernekraft, vannkraft, saltkraft, geotermisk og bioenergi. Hovedbildet er at solenergi, geotermisk energi og sjøvarme er løsninger som vurderes som modne og konkurransedyktige. Solenergi er godt egnet for stort sett alle energiforbrukere unntatt fartøy, mens geotermisk energi er godt egnet for landbasert oppdrett og fiskemottak, slakteri og foredling. Både sol og vind er imidlertid begrenset til å kunne dekke kun deler av energiforbrukernes behov, og må suppleres med andre løsninger. Vindkraft kan også være egnet for alle energiforbrukere unntatt fartøy, men det kan være større utfordringer både teknisk og med hensyn til sosial aksept i lokalmiljøet. Bølgekraft og tidevannskraft

⁶ <https://www.nve.no/energi/analyser-og-statistikk/langsiktig-kraftmarkedsanalyse/langsiktig-kraftmarkedsanalyse-2023/>

⁷ <https://www.statnett.no/globalassets/for-aktorer-i-kraftsystemet/planer-og-analyser/kma/kortsiktig-markedsanalyse-kma-2023-2028.pdf>

kan, når forholdene legger til rette for det, være aktuelt for konvensjonelle havbruk i sjø, og lokal småskala vannkraft kan være aktuelt for landbasert oppdrett og fiskemottak, slakteri og foredling.

Av hensyn til målet om reduserte klimagassutslipp og fremtidige lav- og nullutslippskrav til fartøy i havbruksnæringen velger vi å se på energibærere som i fremstilling og bruk samlet sett kan gi netto nullutslipps verdikjeder. Dette inkluderer elektrisitet/batteri, hydrogen(bærere), ammoniakk, biodrivstoff, metanol og syntetiske drivstoff. Det er pris, tilgjengelighet og vekt / volum som er de største utfordringene. Pris og tilgjengelighet kan og vil trolig utvikles i mer konkurransedyktig retning de neste årene. Vekt og volum er ikke like lett å gjøre noe med. Biodrivstoff og syntetisk diesel har tilnærmet lik energitetthet som fossil diesel og er 100% kompatibilitet for dieseldrevne fartøy som brukes i dag, men har utfordringer med hhv. bærekraftig råstoff og energitap i fremstilling - og derav lavere tilgjengelighet og høyere pris. Metanol, ammoniakk og hydrogen bundet i organisk væske har bedre energitetthet enn flytende og komprimert hydrogen. Det er stor usikkerhet knyttet til prisutviklingen på disse drivstoffene. Tilgangen i dag er også meget begrenset og produksjonen er på pilotstadiet. Aktører som ønsker å benytte alternative drivstoff anbefales å utforske og inngå langsiktig samarbeid som kan motivere energisektoren til produksjon. Ulike prosjekt er under utvikling i Norge, f.eks. knyttet til fergene over Vestfjorden og planen å drifte fergen fra Oslo til København med hydrogen fra 2027⁸.

For fartøy med store energilagringsbehov, som brønnbåter og slaktebåter, er ammoniakk eller metanol ansett som de mest aktuelle nullutslippsløsningene, forutsatt at det benyttes grønn ammoniakk eller grønn metanol. Ammoniakk har større volumetrisk energitetthet enn andre hydrogenbaserte løsninger, og kravene til infrastruktur for lagring og distribusjon er godt etablert. Ammoniakk kan benyttes i dual-fuel motorer som også kan gå LNG eller LBG. Dette gir mulighet for relativt lave investeringer i grønn teknologi for nye skip i dag, slik at man kan nyttiggjøre seg av nullutslipps energibærere (grønn ammoniakk eller biometan) etter hvert som dette blir mer tilgjengelig i markedet. Det finnes brønnbåter på markedet i dag som har denne type motorløsning⁹.

Metanol kan også i stor grad sies å være et fleksibelt drivstoff som gir skipsredere nødvendig forsyningssikkerhet av drivstoff. Metanol har også betydelig enklere å håndtere enn ammoniakk, som er svært utfordrende med tanke på giftighet og eksplosjonsfare. Dual-fuel motorer gir mulighet for å enkelt bytte mellom fossilbasert drivstoff (diesel eller grå metanol), grønn metanol (biometanol eller e-metanol) og syntetisk diesel. Grønne drivstoffalternativ kan dermed enkelt tas mer og mer i bruk etter hvert som, og i de områdene, tilgjengeligheten øker. Investeringskostnader for metanol er lavere enn for LNG, men noe høyere enn dieselmotorsystemer. DNV hevder at prisene for metanolbaserte dual-fuel motorsystemer i fremtiden vil nærme seg diesel-motorsystemer, som vil gjøre det svært gunstig å velge denne type løsning fremfor en ren dieselløsning¹⁰.

Karakteristikk ved de ulike alternative energikildene og -bærerne, som pris, effekt og energitetthet er beskrevet i delrapport 3. Det er også gjort en sammenstilt vurdering av hvorvidt alternative energiløsninger er aktuelle for de ulike energiforbrukerne i sjømatnæringen, dette er presentert i Tabell 3.

Hver rute har en fargekode og et tall. Fargekoden indikerer hvor aktuell energiløsningen kan være for brukeren. Tallene betyr at noe (1), mye (2) eller alt (3) av energibehovet til energiforbrukerne praktisk kan dekkes av energiløsningen. Om en løsning er aktuell bygger på om den rent praktisk kan brukes og om det kan være økonomisk lønnsomt.

⁸ [DFDS vil drive danskebåten med hydrogen fra 2027 – E24](#)

⁹ <https://www.saltship.com/newscollection/dess-aqua-orders-new-salt-design-9sbg4>

¹⁰ DNV 2023, The greenhouse gas challenge - Alternative fuels for containerships

- **Grønn farge:** moden teknologi som er godt egnet mht. praktisk bruk, tilgjengelighet og pris.
- **Gul farge:** moden teknologi, men lite egnet, eller umoden teknologi som kan bli bedre egnet i fremtiden.
- **Rød farge:** umoden teknolog og/eller lite egnet for sjømatnæringen.

Tabell 3. Fremstilling av hvor aktuell ulike energiløsninger vurderes for energiforbrukere i sjømatnæringen. Rammen for vurderingen er status i 2024 og at energiløsningene er lokale. Havenergi dekker havstrøm- og tidevannskraft.

	Energikilde									Energibærer						
	Solkraft	Vindkraft	Bølgekraft	Havenergi	Kjernekraft	Vannkraft	Saltkraft	Geotermisk	Biomasse	Elektrisitet	Hydrogen	Ammoniakk	Biodrivstoff	Metanol	Syntetisk	Termisk
Landbasert oppdrett	1	1				1		2	1	1		1	1	1		1
Konvensjonelt oppdrett i sjø	2	2	2	2						1	3	3	3	3		
Semilukket/ lukket i sjø	1	1								1	3	3	3	3		
Havbruk til havs	2	2	2	2						1	3	3	3	3		
Landbaser for fartøy	2	2								3	3	3	3	3		
Lokalitetsbåter										3	3	3	3	3		
Servicebåter										2	2	3	3	3		
Større fartøy										1	2	3	3	3		
Mottak, slakteri og foredling	1	2				1		2	1	1		1	1	1		1

5.2 Klimaeffekt

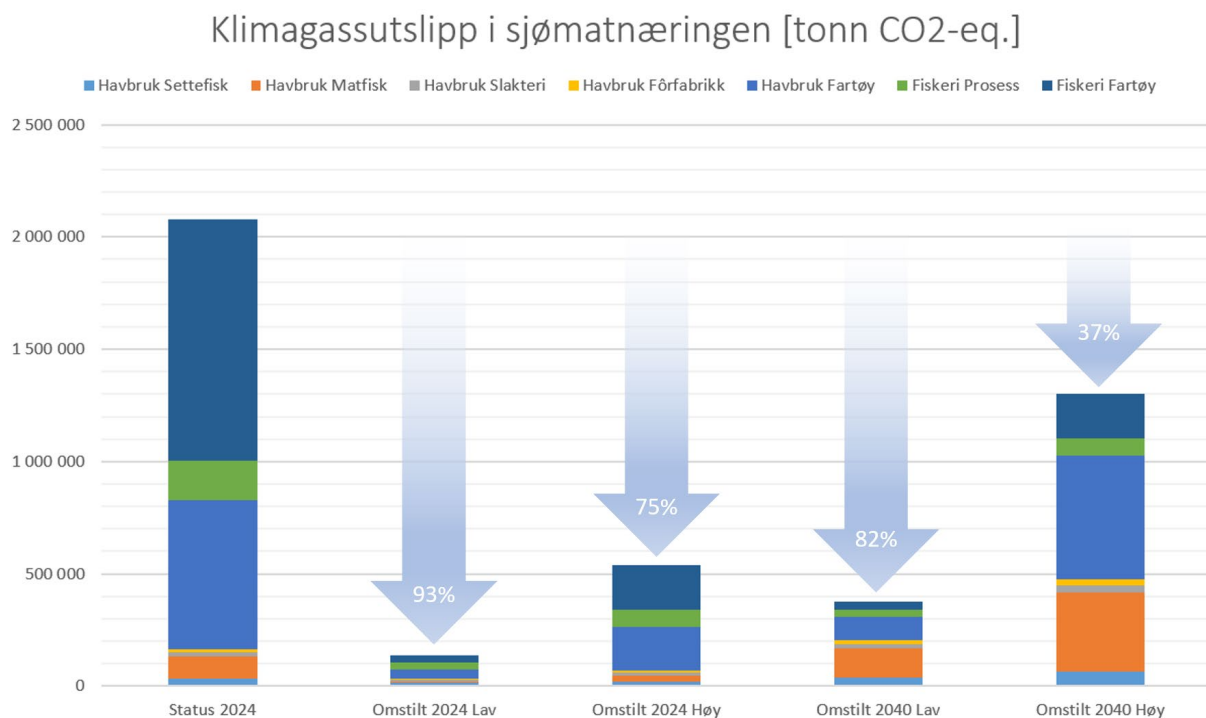
I analysen om effekten på sjømatnæringens klimagassutslipp ved total omstilling til fornybare energikilder så deles næringen opp i følgende grupper: Havbruk settefisk, havbruk matfisk, havbruk slakteri, havbruk fôrfabrikk, havbruk fartøy, fiskeri landindustri og fiskeri fartøy (her hentes tall fra FHF-901773).

Klimagassutslipp estimeres for tre scenarier:

- **Status 2024:** Produksjon og energiforbruk likt i dag
 - De to klart største utslippskategoriene er forbrenning av fossilt drivstoff fra fartøy i fiskeri og fartøy i havbruk – til sammen står de for 84 % av totale utslipp fra sjømatnæringen
- **Omstilt 2024:** Produksjon lik i dag, men basert på kun fornybar energi
 - Utslippene redusert med mellom 75 og 93 % i forhold til Status 2024, avhengig av hvilke alternative drivstoff som benyttes
 - Fartøy i fiskeri og fartøy i havbruk er fortsatt de klart største utslippskategoriene med til sammen rundt 80% av utslippene
- **Omstilt 2040:** Høyere produksjon og basert på kun fornybar energi.

- Scenarioet innebærer produksjon fra oppdrett på 4,87 millioner tonn, med 24% av matfiskproduksjon i semilukkede og lukkede anlegg, 5% på land og 100 000 tonn i havbruk til havs. Fiskeri holdes likt som for 2024. Det antas ingen energieffektivisering.
- Til tross for en tredobling av produksjonen innen havbruk så er utslippene redusert med mellom 37 og 82 % i forhold til Status 2024, avhengig av hvilke alternative drivstoff som benyttes
- Ettersom Omstilt 2040 legger til grunn en omlegging mot nye produksjonsteknologier ser vi også endringer i hvilke utslippskategorier som er størst: Fartøy i havbruk har større utslipp enn fartøy i fiskeri, med god margin, og semilukkede og lukkede oppdrettsanlegg er også en større utslippskilde enn fartøy i fiskeri

Resultatene fra analysen viser at betydelig vekst innen havbruk kan skje samtidig som klimagassutslippene reduseres kraftig forutsatt at næringen skifter ut fossil energi og tar i bruk fornybare energikilder og -bærere. Resultatene er oppsummert i Figur 2.



Figur 2. Totale klimagassutslipp for sjømatnæringen for ulike scenarioer.

5.3 Case-studie Mørkysten: Grønne energikjeder for havbruksnæringen

Case-studien for Mørkysten belyser hvordan en regional sjømatnæringsklynge arbeider med energitilgang, og hvordan industrielle samspill kan bidra til økt verdiskaping og mer effektiv utnyttelse av ressursene, inkludert tilgjengelig energi. Case-studien er gjennomført ved å studere eksisterende databaser og rapporter som er relevante for å beskrive sjømatnæringen og energisituasjonen i Møre og Romsdal, kombinert med møter med aktører innenfor sjømatnæringen og energibransjen. Der ble aktørene spurt om erfaringer fra arbeidet med å sikre nettilgang, bruk av alternative energikilder og mulige sirkulære verdikjeder.

En av de viktigste barrierene for grønn energitilgang i sjømatnæringen i Møre og Romsdal oppleves å være lang behandlingstid for søknader om tilknytning til kraftnettet, men de fleste prosjekter blir kun utsatt eller endret og ikke skrinlagt på grunn av dette. De siste ti åra har vært preget av elektrifisering av konvensjonell

oppdrettsnæring i sjø, som er godt i gang i regionen, med ca. 60 % dekning i dag (2024) mot 44 % på landsbasis og ytterligere 20 % er i prosess for å elektrifiseres. Tilkobling til den lokale strømforsyningen oppleves som det enkleste, billigste og mest pålitelige alternativet for elektrifisering. Resterende sjøanlegg er krevende å elektrifisere pga. lokasjon. Det er blitt testet alternative energikilder som flytende solkraft og bølgekraft, mens vindkraft oppleves som politisk og sosialt utfordrende.

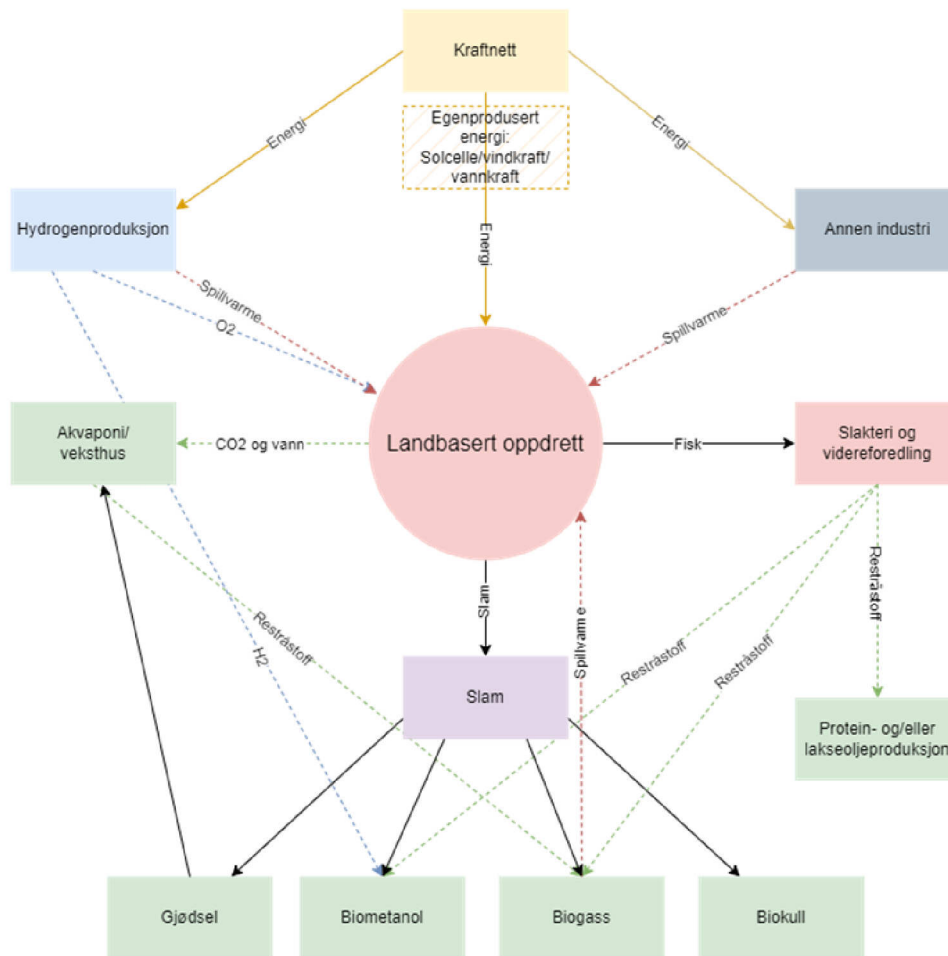
Noen hovedresultat fra case-studien er:

- Oppdrettsnæring i sjø har per i dag ikke stort nok effektbehov til å utløse spesielle tiltak i det regionale kraftnettet, men det er flere eksempler på lokale kapasitetsutfordringer som krever tiltak som utløser anleggsbidrag
- Det har vært en betydelig kapasitetskø for nettilknytning de siste åra, men mye ble nylig reservert da Statnett åpnet for forbruksøkning i transmisjonsnettet i region Midt i desember 2023.
- Landbasert oppdrett har et mye større effektbehov enn andre deler av sjømatnæringen. Disse aktørene jobber langsiktig og systematisk for å sikre nødvendig energitilgang til sine anlegg, som ofte er strategisk lokaliserte i forhold til den regionale nettsituasjonen.
- Landbaserte oppdrettsanlegg har potensiale til å spille sentrale roller i framtidige industrielle symbioser der slam og restråstoff blir innsatsfaktorer til produksjon av alternative energibærere.
- Settefisk-anlegg, fôr- og proteinfabrikker, samt slakteri og fryseri er eksempler på annen relativt effektkrevende sjømatnæring i Møre og Romsdal.
- Dialogen med lokale nettselskap, kommuner og fylkeskommune oppleves generelt å være støttende, men mange ulike (og små) nettselskap har hatt noe varierende praksis.

Landbasert oppdrett krever betydelige mengder energi, samtidig som prosessene vil produsere både restråstoffer og slam i tillegg til matfisk. Slike landbaserte oppdrettsanlegg er derfor mulige nav for industrielle symbioser med sirkulære verdikjeder hvor ulike aktører kan samspille for effektiv ressursutnyttelse. Én nærings uutnyttede ressurser (avfall) kan være til nytte for en annen. Et eksempel på industrielle symbioser som kan oppstå rundt oppdrettsanlegg er vist i Figur 3. Dersom oppdrettsanlegget ligger i nærheten av industri med **spillvarme** så kan denne utnyttes i varmereguleringen i anlegget. Eksempler på dette kan være spillvarme fra annen kraftkrevende industri eller samlokalisert hydrogenproduksjon, biometananlegg, metanolproduksjon e.l. Hydrogenproduksjon har klare synergier med landbaserte oppdrettsanlegg. **Oksygen** er ett av biproduktene fra grønn elektrolysebasert hydrogenproduksjon. For landbasert oppdrett er oksygen en svært viktig innsatsfaktor for å få de riktige forholdene for fisken inne i tankene. Siden produksjon av oksygen er en kraftkrevende prosess, vil et nærliggende hydrogenproduksjonsanlegg kunne levere sitt «spilloksygen» direkte til oppdrettsanlegget, til fordel for begge parter.

Dersom slakteri og foredling ligger på samme sted som selve oppdrettsanlegget, så vil det også oppstå en del **restråstoff**. Dette vil forekomme i form av avskjær, som f.eks. hoder, skinn, finner og bein, og kan benyttes videre til produksjon av produkter til humant konsum, dyrefor, fôr, gjødsel eller biodrivstoff.

En konseptuell fremstilling av en industriell symbiose og mulige sirkulære energikjeder rundt landbasert oppdrett vises i Figur 3.



Figur 3. Eksempler på industrielle symbioser og mulige sirkulære verdikjeder rundt landbasert oppdrett.

6 Hva bør man gjøre om man ønsker tilgang på fornybar energi?

Det finnes ikke ett fasitsvar for hvordan man bør gå frem for å finne den beste energiløsningen for ulike anlegg og lokasjoner. Naturligvis er det også en forskjell om behovet for tilgang på effekt og energi kommer som en utvidelse av et eksisterende forbruk, eller om det gjelder en ny energiforbruker, f.eks. tilkobling av en ny nettkunde. Følgende trinnliste gir forslag til en generisk prosess:

1. **Kartlegg behovet:** Hvordan ser effekt- og energibehovet ut, og hvordan varierer det med tiden eller med andre forhold? Hvordan fordeler behovet seg på termisk og elektrisk kraft? I dette trinnet bør det også gjøres en vurdering av mulighet for energieffektivisering, om effektbehov kan flyttes på og om lasttopper kan reduseres.
2. **Kartlegg lokale energiresurser:** Undersøk kapasitetskart for å se om det finnes aktuelle geografiske områder hvor nettilgang ikke er begrensende på kort sikt. Se også på hvilke alternative energiresurser som kan være aktuelle, f.eks. om areal er tilgjengelig og ligger gunstig til for sol og vind, finnes det mulighet for småskala vannkraft i nærheten, mulighet for å bruke lavkost biomasse eller restprodukter eller overskuddsvarme fra annen industri?
3. **Kombinere behov og teknologier:** Basert på energibehov og energibærere kan man dernest se på mulige teknologier og om det er kombinasjoner som kan gi en lønnsom og sikker energiløsning. Er kanskje løsningen å kombinere svak nettilkobling med alternative energikilder og -bærere?
4. **Vurder om løsninger for energilagring er aktuelle:** Energilagring brukes typisk til å jevne ut forbruket, men kan også brukes for å sikre energitilgangen slik at man trenger lavere total investering for å dekke lasten fordi man unngår utbygging av høy kapasitet med lav brukstid. Energilager bidrar til å øke forsyningssikkerheten i anlegget, men vil også øke muligheten til å kjøpe og selge energi når prisene er gunstige.
5. **Vurder samarbeidsløsninger:** Er det mulighet for å gå sammen med annen lokal industri, kommunen m.fl. gjerne finne partnere med komplementære behov, f.eks. i forhold til fleksibilitet, som kan gi både stordriftsfordeler og redusere økonomisk risiko. Det ligger antakelig et betydelig potensial i å samarbeide innen energi på samme måten som det tradisjonelt har vært samarbeid innen andre leverandørområder i havnæringen¹¹.
6. **Bestemme optimal investering:** Når behov og løsninger er kjent må løsningene dimensjoneres og hvis det er mange muligheter for alternative energibærere og infrastruktur er det nødvendig å gripe det an systematisk, f.eks. ved bruk av investerings- og optimaliseringsmodeller. Slike beregninger vil si hvor stor kapasitet det er lønnsomt å investere i og når investeringen bør foretas. Løsninger som enkelt kan bygges ut og utvides vil gi økt robusthet i forhold til nye behov og muligheter.
7. **Gjennomføring av tiltaket:** Vurder om det er søknadsplikt og gjennomfør søknadsprosessen enten selv eller som en del av leverandørens respons i anbudsprosessen og byggingen. Velg beste leverandør i kombinert vektning av pris og løsning.

¹¹[Muligheter og barrierer for en havromsklynge i Møre og Romsdal - Møreforskning AS \(moreforsk.no\)](https://www.moreforsk.no/)

7 Videre arbeid

Det gjenstår et stort arbeid i å omstille sjømatnæringen i tråd med nasjonale klimamål¹². EnerSea-prosjektet har bidratt til å bedre kunnskapsgrunnlaget for næringen i denne omstillingen, og har avdekket behov for videre forskning. Konkrete temaer som bør studeres videre er:

➤ **Potensialet i sjømatnæringen for koordinerte tilknytningsavtaler**

En retning for videre arbeid er å undersøke et konkret industriområde der sjømataktør(er) ønsker tilgang til nettet, og gjøre en casestudie av potensialet for koordinert tilknytning¹³. Dette vil vise interaksjonene både økonomisk og formelt mellom de ulike aktørene i det lokale energisamfunnet, inkludert nettselskap og en eventuell tredjepart (energikoordinator eller styrer av energisamfunnet). I sammenheng med dette bør også reguleringen av nettvirksomhet utvikles slik at det tilrettelegges for at fleksible energisamfunn som dette enklere kan knyttes til nettet, slik at industriaktører får sterkere insentiver til å bruke samarbeid som virkemiddel for raskere nettilknytning.

➤ **Finne optimal energimiks for sjømataktører med begrenset nettilgang**

I områder med begrenset nettilgang er det potensiale for kombinasjonsløsninger for energi: Den optimale energimiksen kan være nett i kombinasjon med alternative energikilder og -bærere. Det er mulig å benytte investeringsmetoder under prisusikkerhet, slik det gjøres i fornybarnæringen¹⁴. Optimale investeringsplaner for kombinasjoner av nett og alternative bærere kan finnes enten for oppdrettsnæringen alene eller i samarbeid med lokale næringsparker, ved å bruke metoder utviklet for energiplanlegging i byområder¹⁵.

➤ **Kartlegge betydningen av nettkøen som barriere for etablering av nye sjømatbedrifter**

EnerSea avdekket at nettkø er en hovedbarriere for elektrifisering av sjømatnæringen. Det er herunder nyttig å kartlegge i hvilken grad nettkøen er den viktigste flaskehalsen, sett opp mot andre nødvendige tillatelser, utbygginger og finansiering. I hvilken grad det planlegges rundt slike forsinkelser fra bedriftenes side har også betydning for den samfunnsøkonomiske kostnaden, og bør derfor også kartlegges.

➤ **Fornybare energikilder – nye driftsmønstre?**

EnerSea-prosjektets kartlegging av alternative energikilder og -bærere har avdekket at disse tar opp langt mer volum og vekt enn diesel. En retning for videre forskning er å utforske hvilket potensiale havbruksfartøy har til å energieffektiviseres, endre driftsmønstre eller på andre måter tilpasse seg en fremtid med lavere energikapasitet med fornybare brenslers ombord.

➤ **Kartlegge fordelingseffekter av re-lokaliserte prosjekter som følge av manglende eller utsatt nettilknytning**

Selv om valg av lokalisering av et prosjekt med en gitt størrelse ikke trenger å ha en samfunnsøkonomisk kostnad, kan de lokaløkonomiske og regionale virkningene av disse beslutningene være betydelige, og kan i ytterste konsekvens påvirke fiskeri- og havbrukspolitiske målsetninger om at de marine ressursene skal bidra til spredt aktivitet langs kysten.

➤ **Utforske industrielle symbioser for grønne energikjeder**

¹² Miljøstatus, 2024, Miljødirektoratet, <https://miljostatus.miljodirektoratet.no/miljomal/klima/>

¹³ <https://blogg.sintef.no/sintefenergy-nb/energisamfunn-kan-reducere-nettkoen/>

¹⁴ HydroCen: [Verktøy for beslutningsanalyse](#)

¹⁵ SINTEF: [Integrate modellen](#)

Industrielle symbioser for grønne energikjeder er et attraktivt konsept og kan spille en viktig rolle i omstillingen av sjømatnæringen. Det er allikevel betydelig usikkerhet knyttet til hvordan dette best kan gjennomføres i praksis og hvilken nytte det vil gi. Videre forskning på hvilke typer samarbeid som kan skape gode synergier, og hvordan eventuelle barrierer kan løses, kan gi viktig kunnskap.

8 Referanser

- [1] S. M. Dale, K. Flydalen, O. Grønvik, F. Hugaas Aulie, A. Lunde og E. A. Winje, «Delrapport L1.1 – Energistatus og behov frem mot 2040 og kartlegging av sjømatnæringens nettilknytninger og anleggsbidrag,» 2024.
- [2] F. Hugaas Aulie, O. Grønvik, A. Lunde, E. A. Winje, S. Ekrheim, S. Sandell og P. Spiewanowski, «Samfunnsøkonomiske konsekvenser og regulatoriske barrierer av manglende nettilknytning i sjømatnæringen,» 2024.
- [3] H. T. Slette, E. Lona, E. Grytli Tveten, M. J. Pedersen, S. Steen, B. Michael Martin, S. Jafarzadeh og S. Mehta, «Alternative energikilder og -bærere i sjømatnæringen,» 2024.

A Leveranser

Rapporter:

- Delrapport 1 – Energistatus og behov frem mot 2040 [1]
- Delrapport 2 - Samfunnsøkonomiske konsekvenser og regulatoriske barrierer av manglende nettilknytning i sjømatnæringen [2]
- Delrapport 3 – Alternative energikilder og -bærere i sjømatnæringen [3]

Ekstern kommunikasjon:

- Kronikk: *Ingen ledig kapasitet til utslippsfrie fartøy* ([Link](#))
- Kronikk: *Ingen ledig kapasitet til grønt skifte* ([Link](#))
- Webinar: *EnerSea – Tilgang på fornybar energi for sjømatnæringen fram mot 2040*, NCE Aquatech Cluster 13.12.2023
- Konferansebidrag: *Årssamling Havbruk nord 2024*, Sjømat Norge, Tromsø 11. januar 2024
- Foredrag: *EnerSea – Tilgang på fornybar energi for sjømatnæringen frem mot 2040*, Scale AQ, Trondheim 16. april 2024
- Leserinnlegg: *Samfunnsøkonomiske konsekvenser og regulatoriske barrierer av manglende nettilknytning i sjømatnæringen* (ikke publisert)
- Åpent sluttseminar for EnerSea-prosjektet, Kristiansund 7. juni 2024 ([Link](#))

Formål med den eksterne kommunikasjonen har vært:

- Å presentere hovedfunnene i prosjektet på en måte som er tilgjengelig for sjømatnæringen
- Å lage møteplasser (seminarer, workshops og møter) med energitilgang-tematikken på dagsorden med deltakelse fra næringen, inkludert kompetanseutveksling mellom energi-aktører, myndigheter og sjømatnæringen
- Å sette problemstillingene i prosjektet på dagsorden i den offentlige debatten