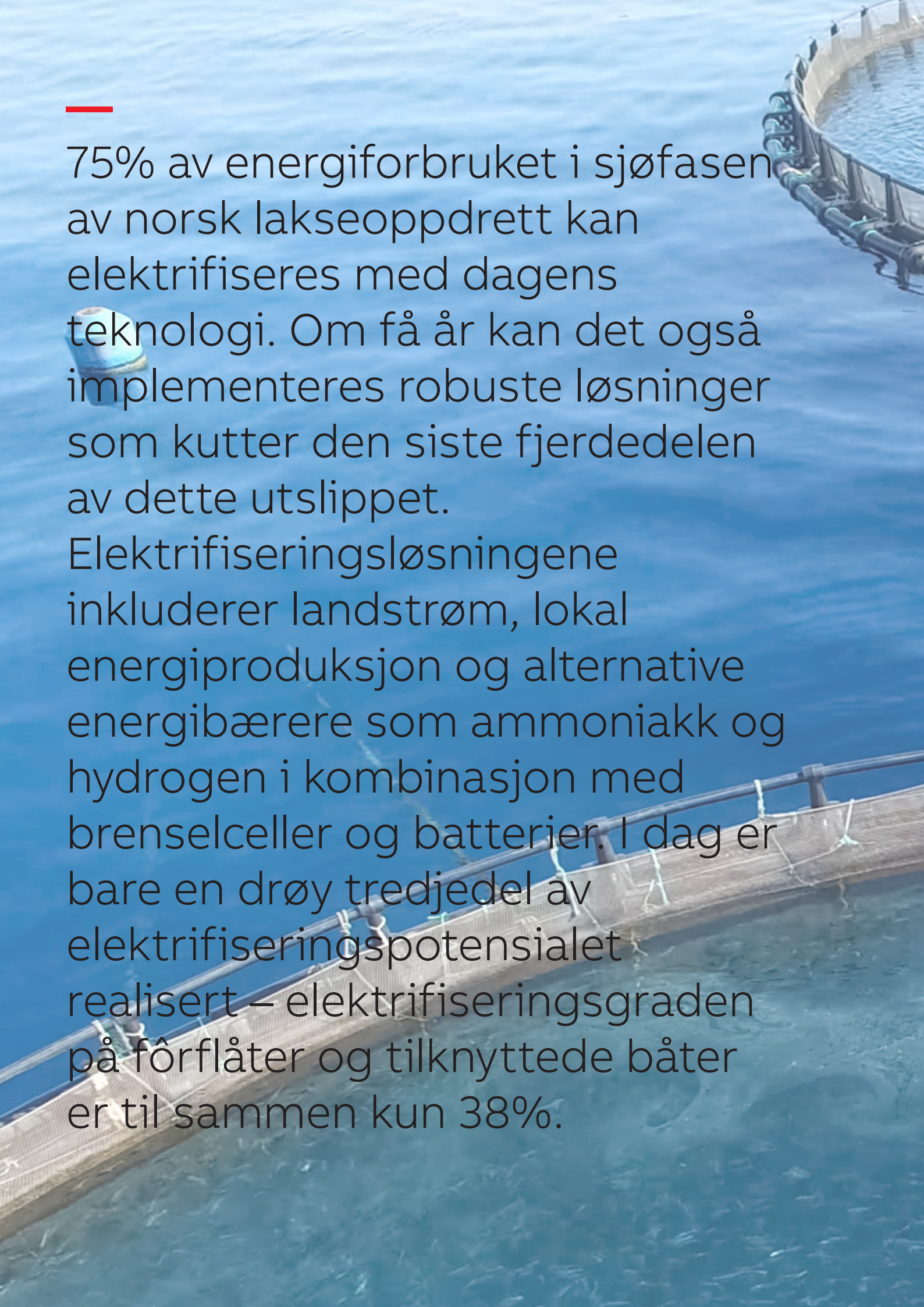

Helelektrisk havbruk

Hvordan oppnå nullutslipp
innen 2030?





75% av energiforbruket i sjøfasen av norsk lakseoppdrett kan elektrifiseres med dagens teknologi. Om få år kan det også implementeres robuste løsninger som kutter den siste fjerdedelen av dette utslippet.

Elektrifiseringsløsningene inkluderer landstrøm, lokal energiproduksjon og alternative energibærere som ammoniakk og hydrogen i kombinasjon med brenselceller og batterier. I dag er bare en drøy tredjedel av elektrifiseringspotensialet realisert – elektrifiseringsgraden på fôrflåter og tilknyttede båter er til sammen kun 38%.

Innhold

1. Elektrifiseringen går for sakte

2. Innledning

3. Status for elektrifisering av havbruk i Norge

- a. Hvor elektrifisert er havbruket?
- b. Hva gjenstår og hvor må vi gjøre en innsats?
- c. Hvilke løsninger trenger vi?

4. Løsningene som tar oss til 100% elektrifisering i havbruket

- a. Kraft fra land
- b. Kraft til merdkanten
- c. Elektrifisering av utstyr på lokaliteten, som notvaskere
- d. Nullutslipp fra mindre fartøy, som arbeidsbåter
- e. Nullutslipp fra store fartøy for logistikk som brønn-, fôr- og transportbåter

5. Virkemidler for et helelektrifisert havbruk

Støtteordninger

Fotnoter

1. Elektrifiseringen går for sakte

Elektrifiseringen av havbruket i Norge går langsomt. På de tre siste årene har elektrisitetsgraden av energiforbruket¹ i næringen kun økt med drøyt fire prosentpoeng. Med samme tempo vil det ta nesten 50 år å avkarbonisere sjøfasen av norsk lakseproduksjon. Per i dag gjenstår omtrent 375 000 tonn CO₂-utslipp som kan kuttes med eksisterende eller nært forestående teknologi, tilsvarende utslipp fra over 200 000 fossilt drevne personbiler.

Til tross for at teknologien i stor grad allerede eksisterer, og at det finnes noen støtteordninger som er relevante for elektrifisering av havbruket, er investeringene i elektrifiseringstiltak allikevel tilbakeholdne. Derfor må vi ta grep for å realisere potensialet som ligger der i dag, samtidig som vi piloterer nye elektrifiseringsløsninger basert på alternative energibærere og lokal kraftproduksjon.

Mål og virkemidler må på plass

Rapporten peker på mål og virkemidler som må på plass. Det handler om mer ambisiøse politiske mål for utslippskutt, skjerpede krav til næringen, og mer målrettede økonomiske støtteordninger.

Store utslippskutt krever støtte til landstrømsprosjekter som ikke er økonomisk lønnsomme i dag. Det vil også være nødvendig å sette frister for når alle klimagassutslipp skal være kuttet fra sjøfasen av norsk lakseproduksjon, både for nye og eksisterende oppdrettsanlegg.

Nettselskapenes rolle som tilretteleggere for elektrifisering er også sentral, men dette er ikke behandlet spesifikt i denne rapporten.

2. Innledning

En norsk havbruksnæring som skal vokse og samtidig kutte sine utslipp må sette seg høye ambisjoner. 1,5-gradersmålet krever at globale utslipp halveres innen 2030, og alle sektorer må levere sin andel av disse utslippskuttene. Bellona mener at det er en forutsetning for videre drift – og videre vekst – at næringen tar et totalansvar for klimaavtrykket til sine produkter, fra fôrkomponenter til produksjon og transport.

Produksjonsfasen i lakseoppdrettet får ikke like mye fokus som fôr og transport². Samtidig er det nettopp i produksjonsfasen, også kalt sjøfasen, at utslippskuttene kan gjøres raskt.

Havbruksbedriftene har gode forutsetninger for å drive produksjon i sjøfasen med nullutslipp, da mye av teknologien som trengs allerede eksisterer.

Nullutslipp mulig innen 2030

Nullutslipp i sjøfasen er fullt mulig innen 2030. Det vil kreve en kombinasjon av økonomiske insentiver og politiske føringer, samt tilgang på nødvendig infrastruktur. Ingen av disse tre punktene er tilstrekkelig på plass i dag. Vi legger til grunn at oppdrett i åpne merder kommer til å dominere som produksjonsform i overskuelig fremtid, og denne rapporten retter seg derfor inn mot dette segmentet. Uansett bør også andre produksjonsformer få tilsvarende føringer, tilrettelegginger og krav som det denne rapporten skisserer for åpne anlegg.

Ny status

I 2018 beregnet Bellona og ABB at havbruksnæringen i Norge kan kutte 400 000 tonn CO₂ fra sjøfasen i lakseproduksjonen ved å helelektrifisere oppdrettslokalteter og båter. Da var elektrisitetsandelen av energiforbruket til fôrflåter og båter tilknyttet den daglige driften av anleggene totalt sett 33,5%. Siden den gang har mye skjedd, blant annet har verdens første full-elektriske oppdrettsanlegg åpnet, men samtidig har også Enova-støtten til landstrøm blitt fjernet.

Det første helelektriske oppdrettsanlegget i verden for laks til sjøs ble altså åpnet på Loddetå, sør i Vestland fylke, sommeren 2020. Prosjektet ble utviklet i samarbeid mellom Bremnes Seashore, Bellona og ABB. Anlegget har strøm til merdkanten slik at også arbeidsoperasjonene der, inkludert en elektrisk arbeidsbåt, kan drives elektrisk.

Tre år etter forrige rapport mener vi det er på tide å gjøre opp en ny status – hvor langt har vi kommet siden 2018? Går det fort nok? Og hvilke løsninger tar oss helt til nullutslipp?

3. Status for elektrifisering av havbruk i Norge

a. Hvor elektrifisert er havbruket?

Elektrifiseringsgraden i norsk havbruk ble estimert for første gang i 2018. Gjennom en detaljert undersøkelse og dialog med norske havbruksaktører, anslo Bellona og ABB at omtrent 500 av 986 havbrukslokaliteter var tilkoblet landstrøm. Det ga en elektrifiseringsgrad for fôrflåtene på 51%. Medregnet båter brukt i den daglige driften av anleggene, som i nesten ingen grad var elektrifiserte, havnet den totale elektrifiseringsgraden på 33,5%.

Rapporten «Laks på landstrøm» pekte på en konkret utvikling i riktig retning, og en optimisme om muligheten for raske utslippskutt i havbruksnæringen.

Ny kartlegging

I 2021 er samme undersøkelse gjort på nytt for å kartlegge utviklingen i næringen. Siden 2018 har en rekke aktører søkt og fått tilskudd til landstrømprosjekter, og verdens første helelektriske oppdrettsanlegg er åpnet. Men Enova har også lagt ned sitt støtteprogram for landstrøm, med begrunnelse at teknologien nå er kommersielt tilgjengelig. Imidlertid er det mulig å søke Enova-støtte til batteripakker for å hybridisere generatordrevne anlegg slik at forbruk og utslipp går noe ned. Det finnes en risiko for at denne støtten oppfattes som et signal til bransjen om at hybridisering er tilstrekkelig, og at det er mindre viktig å satse på landstrøm eller andre nullutslippsløsninger.

Elektrifiseringsgraden på fôrflåter i 2021 er 57%, med 560 av 986 lokaliteter tilkoblet landstrøm – en økning på 60 anlegg.

Samtidig har det skjedd lite med båtene som er involvert i den daglige eller rutinemessige driften på lokalitetene, og disse står per i dag for over halvparten av de direkte utslippene fra lakseproduksjon i sjø. Sett opp mot det totale volumet av båter i næringen er andelen elektrifiserte fartøy nær ubetydelig.

Elektrifisering av fôrflåter

Fôrflåter er i dag hovedsakelig elektrifisert med landstrøm. Enkelte generatordrevne anlegg har blitt hybridisert med batteripakke, mens løsninger med alternative energibærere som hydrogen og/eller lokal energiproduksjon som f.eks. flytende solceller ligger noe lenger frem i tid.

Fra Nordmøre til Vest-Finnmark ligger andelen landstrøm på godt over halvparten. De sørlige delene av Vestlandet og Øst-Finnmark har lavest elektrifiseringsgrad. Øst-Finnmark har imidlertid en høyere grad av hybridisering enn ellers i landet.

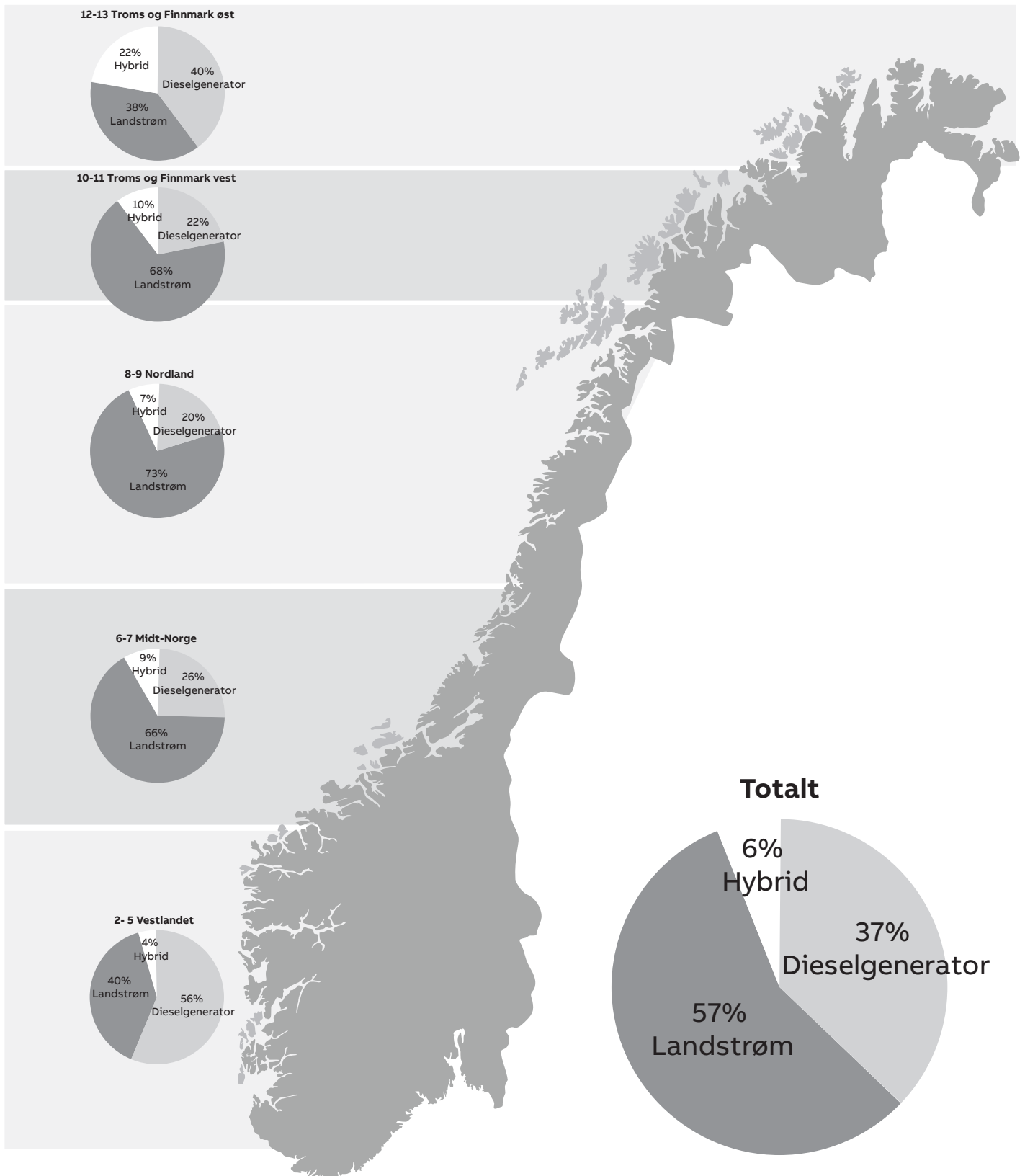
Elektrifisering av fôrflåter per region³

Region (produksjonsområde)	Dieselgenerator	Landstrøm	Hybrid*	Lokaliteter undersøkt**
	Andel	Andel	Andel	Antall
Vestlandet (2-5)	56%	40%	4%	101
Midt-Norge (6-7)	26%	66%	9%	35
Nordland (8-9)	20%	73%	7%	71
Troms og Finnmark vest (10-11)	22%	68%	10%	41
Troms og Finnmark øst (12-13)	40%	38%	22%	45
Totalt	37%	57%	6%	416

* Hybrid = kombinasjon av generator og batteripakke

** Utvalget er en kombinasjon av større og mindre aktører i næringen og representerer over 40% av det totale antallet lokaliteter

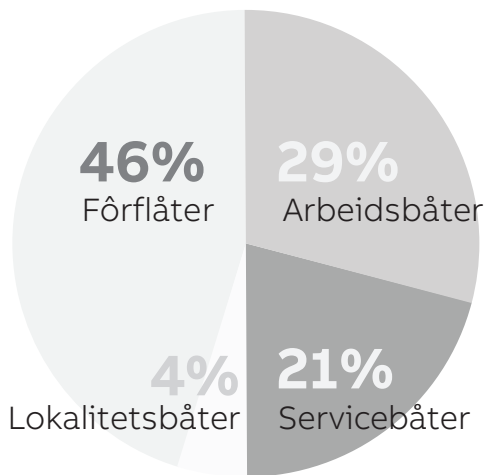
Elektrifisering av fôrflåter per region³



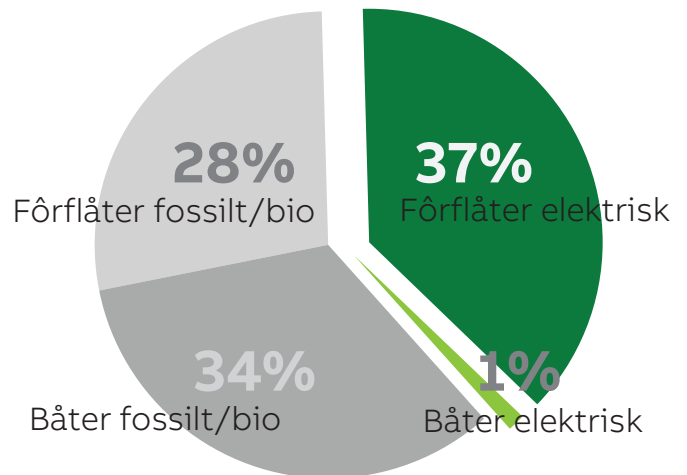
Elektrifisering av båter tilknyttet oppdrettsanlegg

Båtene i daglig drift på oppdrettsanleggene har lav elektrifiseringsgrad, under 2% totalt sett. Båttypene rapporten tar for seg er lokalitetsbåter, det vil si lettåter til persontransport eller småjobber (f.eks. RIB), arbeidsbåter og -katamaraner under 15 meter, samt servicebåter som er større fartøy for tyngre operasjoner⁴. Av de snaut 500 båtene det er innhentet informasjon om er under én prosent helelektriske og under én prosent hybridisert med batterier.

Fordeling av 375 000 tonn CO₂-utslipp fra norske oppdrettsanlegg



Energikilde i dag



Oppsummert er cirka 25 000 tonn CO₂-utslipp kuttet siden forrige undersøkelse som følge av flere landstrømtilkoblinger og marginal økning i antallet elektrifiserte båter. Det betyr at elektrifiseringsgraden i oppdrettsnæringen har økt med drøyt 4 prosentpoeng på tre år, fra 33,5% til 37,7%.



Loddetå - verdens første helelektriske oppdrettsanlegg

Sommeren 2020 åpnet verdens første helelektriske oppdrettsanlegg for laks til sjøs på Loddetå, sør i Vestland fylke, noe som ble behørig markert blant annet med innlegg fra statsminister Erna Solberg. Prosjektet ble opprinnelig utlyst av Bellona og ABB, og Bremnes Seashore ble ansett som den mest fremoverlente aktøren til å gjennomføre prosjektet.

I forbindelse med realiseringen og i den påfølgende driftsfasen har Bremnes Seashore lært mye av prosjektet som vil komme til nytte når de neste helelektriske anleggene skal bygges. Eivind Sæverud, prosjektleder i Bremnes, forteller:

“For oss handler elektrifisering med landstrøm både om miljø og økonomi. Sett opp mot levetiden på en gjennomsnittlig lokalitet lønner det seg i de fleste tilfeller å legge ut landstrøm. Når det i tillegg har store miljøgevinster, både for fisken og de som jobber på anlegget med tanke på bortfall av støy, vibrasjoner og partikler, er det en enkel og viktig sak for oss.”

Bremnes fikk først beskjed om at de ikke kunne få levert tilstrekkelig med strøm ut til anlegget på Loddetå. Etter noen runder fikk de likevel levert mengden strøm de ønsket, men det krevde betydelig innsats. Dialog med nettselskapet gjennom hele prosessen er avgjørende, ifølge Sæverud.

– Det er gode muligheter for helelektrifisering selv på lokaliteter med svak landstrømtilkobling. Vi ser at nye flåter med fôring gjennom vann fremfor luft gir store energibesparelser, og i tillegg ser teknologien med børsting av nøter veldig lovende ut. Per i dag brukes høytrykk, som både er langt mer energikrevende, sliter mer på noten og gir behov for impregnering. Børsting av not gjør at impregnering blir overflødig og at mikroplastproblematikken blir redusert. Her sparer man både strøm og miljø.

Avveiningen mellom høy- og lavspent tilkobling avhenger både av hva som er tilgjengelig i lokalt nett og tekniske vurderinger.

– Ved innkjøp av nye fôrflåter vil vi sannsynligvis klargjøre for høyspent-tilkobling og installere vannføring, sier Sæverud.

På Loddetå har Bremnes 1000V på merdkanten på alle merdene. Der kan båter koble seg til og lade eller bruke landstrøm ved behov. Det betyr at servicebåter og transportbåter ikke trenger å ha motoren i gang når de er ved lokaliteten, som gir lavere lokale utslipp og bedre fiskehelse.

Selv om løsningen fungerer godt, er det langt fra sikkert at dette blir standard. Sæverud er kritisk til dagens støttesystem og prioriteringer hos myndigheter og virkemiddelapparat, som han mener fremmer fortsatt dieselbruk og ikke nullutslipp.

– Vi mener hybridisering med generator og batterier i for stor grad blir favorisert av myndighetene. Når man fjerner Enova-støtte til landstrøm på fôrflåter, men gir støtte til batterier på fôrflåter med dieselaggregat, kan det vippe oppdrettsaktører ned på feil side av gjerdet. De sender et feilaktig signal om at diesel-hybridisering er “godt nok”, selv om mange lokaliteter heller bør tilkobles landstrøm, mener Sæverud.

Batterier kan imidlertid spille en viktig rolle ved å ta unna topplast og dermed helelektrifisere oppdrettsanlegg der kapasiteten i landstrømtilførselen er utilstrekkelig.

“Aktører som sitter på gjerdet, som har vurdert landstrøm, men opplever at de får lite gehør hos nettselskapet, de lar seg nok fort friste til å gå for dieselgenerator og heller søke batteristøtteordningen til Enova,” sier Sæverud.



—
Bilder fra Loddetå
- verdens første
helelektriske
oppdrettsanlegg



—

b. Hva gjenstår og hvor må vi gjøre en innsats?

Lakseoppdrettsnæringen genererte i 2020 375 000 tonn CO₂-utslipp per år i sjøfasen, fra fôrflåter og båter tilknyttet den daglige driften. Av dette kan 275 000 tonn CO₂ kuttes ved å legge landstrøm til de fleste fôrflåtene og gå over til hel eller delvis batteridrift i båtene.

Med videre teknologiutvikling vil det bli mulig å drive alle oppdrettslokaliteter og båter elektrisk, for eksempel med hydrogenløsninger og/eller lokal kraftproduksjon fra f.eks. solceller, og slik sett også kutte de siste utslippene fra sjøfasen til null.

Elektrifiseringen går i dag altfor sent. Det vil ta 45 år å avkarbonisere resten av sjøfasen i norsk lakseproduksjon hvis vi forutsetter nullvekst i næringen og fortsetter utslippskuttene i dette tempoet. Det er langt langsommere enn utviklingen vi ser innenfor elektrifiseringen av for eksempel veitransporten og ferge- og hurtigbåtsektoren innenlands⁵. Vi mener oppdrettsnæringen har forutsetninger for å kunne elektrifiseres langt raskere enn i dag.

Utslippene øker om ikke alt elektrifiseres

Hvis ikke havbruksnæringen raskt elektrifiserer det som kan elektrifiseres, og tar i bruk nye utslippsfrie maritime drivstoff, vil den forventede veksten i næringen øke de totale utslippene. Asplan Viak og SINTEF⁶ anslår at en vekst i næringen på 1,5% per år frem til 2050 vil føre til 10 % høyere utslipp fra produksjonsfasen av næringen

totalt sett, selv med landstrøm på 80 % av alle lokaliteter, batterihybridisering på resten, helelektriske personaltransport- og arbeidsbåter samt hybridisering av større fartøy som brønnbåter. Derfor må nye energibærere som hydrogen og ammoniakk inn i miksen for at utslippene faktisk skal gå ned.

Havbruksnæringen vil ikke kunne bidra positivt til å nå klimamålene uten å elektrifisere alt som er praktisk mulig med landstrøm, og i tillegg bruke batterier i kombinasjon med nye energibærere i alle andre sammenhenger.

Nullutslipp fra dag én

Allerede i dag må det derfor legges til rette for at nye lokaliteter gjøres til nullutslipp fra dag én, at eksisterende lokaliteter legges om til nullutslippsdrift gjennom incentiver og stegvise krav, at støtteordninger for land- og ladestrømsanlegg og batterier til båter og skip videreføres, samt at det skapes et marked for elektrifiseringsløsninger som benytter seg av energibærere som hydrogen og ammoniakk der batterielektriske løsninger ikke strekker til. Samtidig må nettselskapene kunne bidra til å sikre nok kapasitet.



c. Hvilke løsninger trenger vi?

Elektrifisering av oppdrettslokaliteter og mindre båter bygger i dag på moden teknologi. Det er ikke tilfelle for større fartøy, som brønn-, fôr- og transportbåter. Deler av havbruksnæringen følger allikevel den generelle teknologiutviklingen i den maritime næringen, og har blant annet tatt i bruk batterihybride brønnbåter som bidrar til å redusere utslippene noe.

Neste kapittel tar et dypdykk i tilgjengelig teknologi og anbefalinger for hvordan gjennomføre elektrifisering, fra nettkobling på land og helt ut til tilkoblingspunkt på merdkanten. Kapitlet ser også på tilgjengelig teknologi for å elektrifisere båter og fartøy som brukes i daglig drift eller opererer sporadisk med servicetjenester til oppdrettsanleggene.

Hydrogen og ammoniakk

For å nå målet om nullutslipp for alle fartøy i havbruksnæringen, er det trolig nødvendig med bruk av hydrogen og ammoniakk som hovedenergibærere, gjerne støttet av batterier. Dette er utdypet i kapittel 4e under.

Det foregår en intens teknologiutvikling i maritim næring generelt om bruk av slike energibærere, med flere pilotprosjekter både innenlands og internasjonalt. Slik nullutslippsteknologi bør allerede nå være med i vurderingen når nye fartøy planlegges for havbruksnæringen, og at det som minimum tas høyde for fremtidig oppgradering.

Offshore oppdrett og større lukkede anlegg

Denne rapporten har primært sett på nullutslipp til luft fra konvensjonelle, sjøbaserte oppdrettsanlegg som benytter åpne merder. Samtidig er det en trend i næringen med større offshoremerder/semi-offshore merder og større

lukkede farmer. Slike anlegg kan ha et vesentlig større energibehov: De har vesentlig større energibehov, enten på grunn av større produksjon av fisk eller på grunn av energikrevende prosesser som pumping av vann (lukkede anlegg). Effektbehovet kan fort bli flere MW per lokalitet.

Selv med større effektbehov og avstand til land er det tilgjengelig teknologi for å drifte disse utslippsfritt, også for offshore og eksponert oppdrett som er forventet å ligge langt fra land. Typisk avstand fra land for en offshore-anlegg er 50-150 km og eksponert oppdrett i farvann 10-50 km fra land.

Det finnes både teknologi og kunnskap fra andre industrier som kan benyttes for å redusere eller fjerne klimagassutslipp helt fra disse nye anleggstypene.

Hvis tilgang på kraft fra land er begrenset kan hybridløsninger være aktuelle, med en eller flere energikilder/-bærere for å senke effektbehovet fra land. Her finnes det mange kombinasjoner som kan være aktuelle.

Hydrogen og ammoniakk i kombinasjon med batterier og solceller bør vurderes. Det er en rivende utvikling innen disse teknologiene. Nullutslippsteknologi bør allerede nå være med i vurderingen ved planlegging av offshoreanlegg og større lukkede anlegg, og at det som minimum tas høyde for fremtidig oppgradering.

Tilsvarende energimiks bør vurderes for tradisjonelle lokaliteter som har en krevende beliggenhet/mobilitet som gjør kraft-fra-land lite realistisk.



4. Løsningene som tar oss til 100% elektrifisering i havbruket



CO₂

De påfølgende underkapitlene vil, omhandle dagens status og eksisterende og nye tekniske løsninger for kraft fra land, kraft til merdkanten, elektrifisering av utstyr på lokaliteten, og hvordan man kan komme i havn med nullutslipp fra mindre og større fartøy.

Hvert underkapittel kan leses uavhengig av de andre underkapitlene.



a. Kraft fra land

Elektrisk kraft fra land er i de fleste tilfellene den smidigste måten å fullelektrifisere en lokalitet på. Overføring av elektrisk energi, eller kraft, bestemmes av spenningsnivå og strømstyrke slik: Jo høyere spenningsnivå, desto mindre strøm.

På kilometerlange overføringer av strøm, som kraft fra land til oppdrettslokaliteter, vil et høyere spenningsnivå, for eksempel 22 000 volt (22 kV), ofte være økonomisk og praktisk siden langt mindre og rimeligere kabeltverrsnitt kan benyttes. 22 kV er utbredt i det norske distribusjonsnettet som vi finner langs stort sett hele kysten vår, og det byr på følgende fordeler for tradisjonelle oppdrettsanlegg:

- Anses som sikrere på grunn av strengere krav
- Avstand er ikke en begrensende faktor
- Ingen praktiske kapasitetsbegrensninger
- Bruk av lettere og tynnere kabler
- Lavere overføringstap

Kraftkabel med integrert fiberoptikk

En typisk oppdrettslokalitet trenger mellom 250 og 500 kilowatt (kW) til basisdriften av fôrflåten. I tillegg trengs 100-200 kW ekstra for helelektrifisering av lokaliteten. Det inkluderer strøm til merdkanten for elektrifisering av utstyr som notvaskere og mulighet for lading/landstrøm til fartøy på flåten eller ute på merdkanten. Kraftbehovet kan dekkes med et standard kabeltverrsnitt på rundt 35 mm² per leder/fase ved 22 kV og overføring over lengre distanser.

Kraftkabel med fiberoptikk vil også legge til rette for stor overføringskapasitet av data til land. Med økende digitalisering i havbruksnæringen, vil fiberkommunikasjon fra flåte til land løse utfordringene med å overføre store datamengder.

Ekstrakostnaden for å integrere fiberkabel i kraftkabelen er neglisjerbar i et større prosjekt. Det å tilrettelegge for god digital infrastruktur samtidig som man elektrifiserer en lokalitet kan gjøre elektrifisering enda mer attraktivt.

Papirarbeidet

Etter valg av tilkoblingspunkt på land må nettselskapet arrangere en tilkobling til distribusjonsnettet i en nærliggende nettstasjon. Samtidig er det nødvendig med konsesjonssøknad til NVE og aksept fra Kystverket på plassering av kabel.

Kraftkabelen fra land tas inn til et eget rom med bryteranlegg på fôrflåten. Dette bryteranlegget kobles til en transformator som senker spenningen til aktuelt nivå, typisk 400 eller 690 volt. Et lavspent bryteranlegg distribuerer deretter strøm til forbrukere på fôrflåten, ladepunkter/landstrøm til fartøy og til merdene.

Hurtiglader for båter (DC)

Det kan være mer effektivt og raskere med likestrøm (DC) til lading/landstrøm for fartøy, dersom fartøyet er forberedt for dette. Det er slik hurtiglading av elbiler/elbusser gjøres, og gjerne via standarden Combined Charging System (CCS) type 2. CCS kan levere inntil 350 kW og har standardiserte plugger og kommunikasjon mellom lader og mottager.

Over halvparten av norske oppdrettsanlegg har kraft fra land i dag. Majoriteten kjører på spenningsnivå opp mot 1000 volt. Dette spenningsnivået er ikke en standard i Norge, og kan være en flaskehals for ytterligere elektrifisering og utslippskutt. Dersom overføringskapasiteten ikke tillater utvidelse, kan såkalt "peak shaving" med batterier, for å ta effekttopper, være et alternativ til oppgradering av eksisterende installasjon.



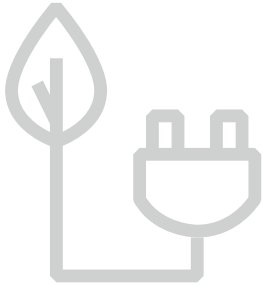
Anbefalinger

Velg spenningsnivå 22 kV «høyspent» og kraftkabel med integrert fiberoptikk som gjør installasjonen fleksibel og fremtidsrettet. Sjekk mulige støtteordninger (Enova osv.) og ta høyde for behandlingstid hos aktører som nettselskap, NVE og Kystverket.



Referanser/lenker

[Norges vassdrags- og energidirektorat \(NVE\)](#)
[Kystverket](#)
[Enova](#)
[Combined Charging System](#)
[Bremnes Seashore, verdens første helelektriske oppdrettsanlegg](#)
[Podcast om grønt skifte i havbruk med ABB og Bellona](#)



b. Kraft til merdkanten

Strøm til fôrflåten utvides til merdene ved en eller flere dedikerte avganger fra det lavspente bryteranlegget omtalt over, typisk 400 eller 690 volt. Dette muliggjør elektrifisering av arbeidsoperasjoner som tradisjonelt benytter fossilt drivstoff, for eksempel notvaskere.

Et spenningsnivå på 400 volt er mest sannsynlig for utstyr/bruk på merdkanten. Hvis det er lengre distanser fra fôrflåte til merdene kan det være hensiktsmessig å velge et høyere spenningsnivå for å redusere tverrsnittet på kabelen. Det gir lavere installasjonskost. Valg av høyere spenningsnivå, for eksempel 690 eller 1000 volt, vil potensielt betinge en transformator for å redusere spenningsnivået. Dette vil kreve en FEB-DOK-analyse (regner på strømmer og spenningstap) for å komme frem til hva som er mest hensiktsmessig.

Valg av spenningsnivå til merdkanten må avgjøres ut fra en helhetsvurdering av antatt, fremtidig kapasitetsbehov (se under), kabellengder og utstyrets spenningsnivå.

200 kW til merdkanten

Det anbefales å legge til rette for en kapasitet på minst 150 - 200 kW til merdkanten for å være sikret mot fremtidige økninger i effektbehovet, uavhengig av spenningsnivå.

Selv om elektrifisering av sjøfasen av lakseoppdrett byr på en rekke HMS-fordeler, som kutt av utslipp til luft, redusert støy og vibrasjon og mindre risiko for spill ved fylling av diesel, er forskriftsmessig håndtering og standardisering av elektrifiseringen vital.

Standardisering og sikkerhet

Vi har erfart at utstyr i henhold til IEC/EN 60309-1/2⁷ er godt egnet til formålet. Standarden kan benyttes opp til 1000 volt og 800 ampere, i temperaturer mellom 25 kuldegrader og 40 varme-grader C og tilbys i beskyttelsesgrad IP44 (beskyttelse mot vannsprut og objekter over 1 mm), godt egnet for utendørs bruk.

Plugger/kontakter som er strømløse når de ikke er tilkoblet (mekanisk forrigling) bør velges. Videre bør alle strømsløyferne til merdkanten utrustes med jordfeilvarsling og nødstoppbrytere som legger relevant del av anlegget «dødt» dersom en jordfeil oppstår eller en av bryterne aktiveres.



Anbefalinger

150 - 200 kilowatt (kW) elektrisk kraft til merdkanten, velg standard plugg/kontakt samt nødstoppløse og mekanisk forrigling for strømløse plugg når tilkoblingen brytes.



Referanser/lenker

[Norges vassdrags- og energidirektorat \(NVE\)](#)
[Kystverket](#)
[Enova](#)
[Combined Charging System](#)
[Bremnes Seashore, verdens første helelektriske oppdrettsanlegg](#)
[IEC/EN 60309-1/2 plugg og kontakter for tilkobling av kabler](#)
[Podcast om grønt skifte i havbruk med ABB og Bellona](#)



c. Elektrifisering av utstyr på lokaliteten, som notvaskere

Elektrifisering av lokaliteten dekker alt fra selve fôrflåten, arbeidsoperasjoner og servicetjenester, til transport med landstrøm for elektriske eller hybridelektriske fartøy.

Elektrifisering av utstyr byr på fordeler utover nullutslipp. Elektriske motorer har en virkningsgrad på rundt tre ganger forbrenningsmotorer, og kan dermed kutte majoriteten av energiforbruket. I tillegg reduseres støy og vibrasjoner fra kraftgenerering og risikoen for spill/utslipp ved fylling av drivstoff på lokaliteten.

Elektrifisering

Arbeidsoperasjoner på merdene inkluderer vask av noten. Selv om elektriske notvaskere i dag ikke er hylleware, kan fossildrevne utgaver bygges om til elektrisk drift, noe blant annet Bremnes Seashore har gjort på Loddetå.

Lading/landstrøm

Lading/landstrøm til servicebåter, arbeidsfartøy, ROV-operasjoner, brønnbåter osv. kan leveres fra både fôrflåte og merdkanten, med kost/nytte som må vurderes for hver lokalitet. Avgang fra et lavspenn bryteranlegg på fôrflåten er uansett kilden.

Dersom det er snakk om overføring av større kraftmengder til fartøyet, kan konvertering til likestrøm (DC) være mer effektivt. Det reduserer behovet for konvertering til likestrøm på skipet, men betinger konvertering på lokaliteten.

Det er slik hurtiglading av elbiler/elbusser gjøres, og gjerne via standarden Combined Charging System (CCS) type 2. CCS kan levere inntil 350 kW og har standardiserte plugger og kommunikasjon mellom lader og mottager.

Hybrid for sjeldne operasjoner?

De mest kraftkrevende arbeidsoperasjonene, med kortvarig behov i megawatt-klassen og sjelden utførelse, som avlusing av fisken fra lektere og ringspyling/-vask, kan synes krevende å forsvare i et kort og mellomlangt perspektiv. Men, en hybridløsning med kraft fra land, egen energiproduksjon på lekter/fartøy og eventuelt batterier kan allikevel sørge for arbeidsoperasjoner med lavere utslipp enn hva som er vanlig i dag.



Anbefalinger

Elektrifiser regelmessige service/arbeidsoperasjoner og tilby lading/landstrøm til både små og store fartøy.



Referanser/lenker

[Norges vassdrags- og energidirektorat \(NVE\)](#)
[Kystverket](#)
[Enova](#)
[Combined Charging System](#)
[Bremnes Seashore, verdens første helelektriske oppdrettsanlegg](#)
[Podcast om grønt skifte i havbruk med ABB og Bellona](#)



d. Nullutslipp fra mindre fartøy

Majoriteten av mindre arbeids- og persontransportbåter for havbruksvirksomheten i Norge kan være helelektriske og dermed kutte alle utslipp til luft og sjø.

Batterielektriske, nullutslippsfartøy regnes som velprøvd teknologi, med en rekke ferger og andre fartøy i regulær drift i inn- og utland. Utviklingen innen batteriteknologi de siste årene har typisk gitt en årlig forbedring i energitettheten, det vil si vekt/volum per energienhet, på rundt ti prosent. Prisen har falt tilsvarende. Denne utviklingen vil trolig fortsette de nærmeste årene og føre til at merkostnaden for batteribaserte arbeids- og persontransportbåter krymper. I mellomtiden kan Enova stille med støtte for å vippe valget i utslippsfri retning.

Elektriske båter i drift innen havbruk

Det finnes allerede helelektriske arbeids- og persontransportbåter. Evoy leverer for eksempel persontransportbåten til verdens første helelektriske oppdrettsanlegg, Bremnes Seashores anlegg på Loddetå. Kystteknikk Yards leverer arbeidsbåt på 45 fot til Norcod. Denne arbeidsbåten går i batteridrift hele dagen, betjener to lokaliteter og er utstyrt med batteripakke på 264 kWt.

En helelektrisk løsning består hovedsakelig av ladetilkobling (typisk 400 volt vekselstrøm med omformer til likestrøm, alternativt direkte likestrømslading), styringssystem, batteribank og omformere for likestrøm til vekselstrøm for frekvensomformer(e) til elektriske fremdriftsmotor(er), laster som vinsj og hydraulikkaggregat og andre forbrukere om bord, som lys, varme og ventilasjon.

Rent teknisk kan de fleste konvensjonelle arbeids- og persontransportbåter ombygges til elektrisk fremdrift, både innen- og utenbordsløsninger, men lønnsomheten kontra ny båt må vurderes fra sak til sak.

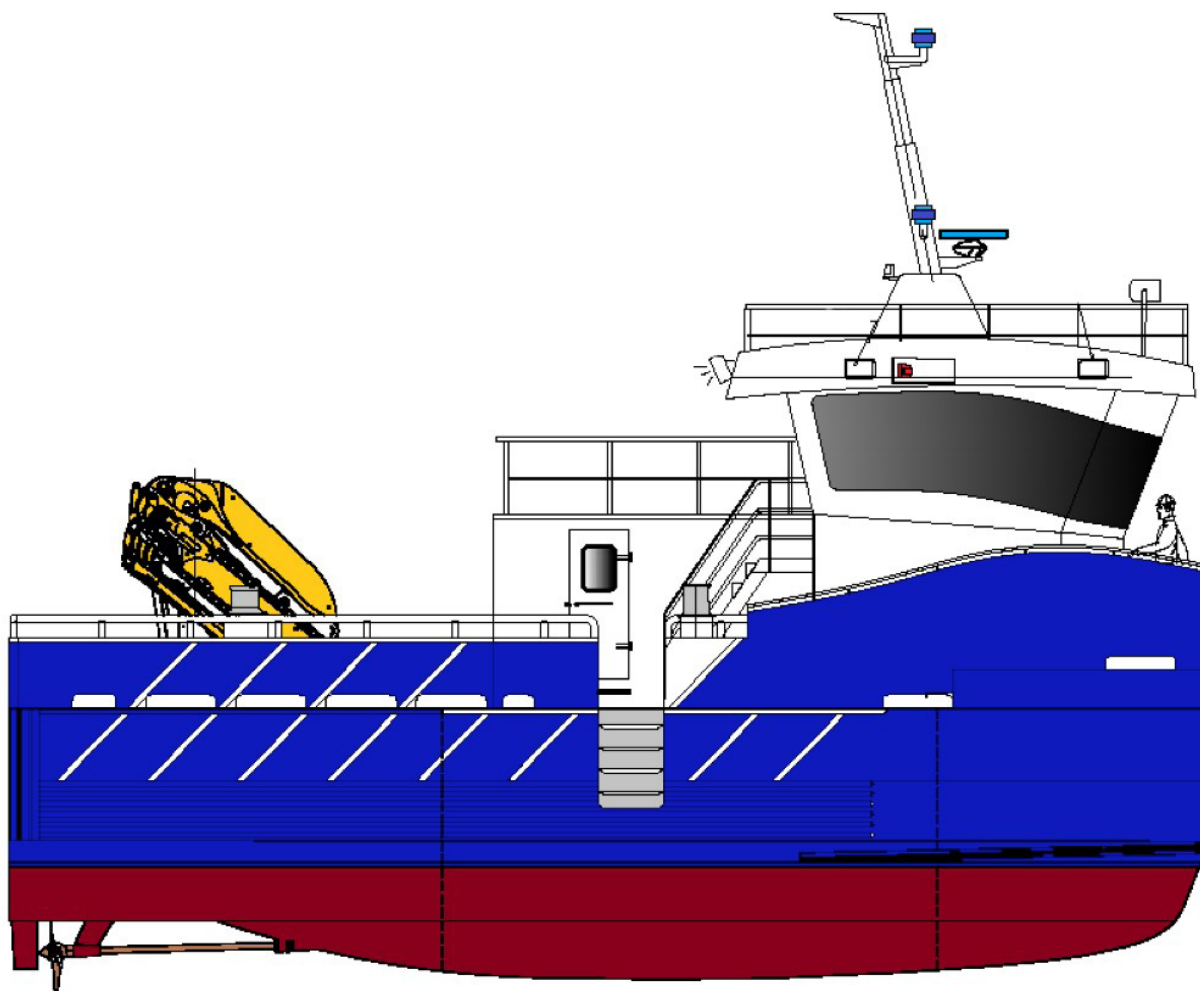
En rekke med fordeler

Foruten utslippsfri drift, byr batterielektriske båter på fordeler som redusert støy og vibrasjoner – bra for både fiske- og menneskehelse, mindre og enklere vedlikehold, 60-70 % kutt i drivstoffkostnader og null risiko for utslipp eller overfylling av drivstoff.

Driftsmønsteret er viktig for å avgjøre om elektriske båter er en farbar vei. Beslutningsprosessen om valg av energibærer bør inneholde et scenario med lademulighet på lokaliteten(e) som båten betjener. Hurtig-/lynlading er også viktig å vurdere. Jo raskere lading og flere ladesteder, desto høyere driftstid og lengre rekkevidde.

Standardisering er smart

Standardisering av lading/landstrøm gjør det enklere for serviceselskaper og tredjepartsoperatører å betjene flere anlegg og kunder. Standardisering bør dekke spenningsnivå og -type (vekselspenning/likespenning), plugg og kontakter og styring av ladingen. Et alternativ er likestrømsbasert hurtiglading med Combined Charging System (CCS) type 2. CCS er svært utbredt innen hurtig/lynlading av kjøretøy og støttes av tilnærmet alle kjøretøyprodusenter, også av busser og lastebiler. Kapasiteten er inntil 350 kW og har standardiserte plugg og kommunikasjon mellom lader og mottager.



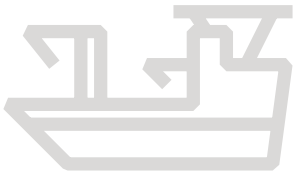
Anbefalinger

Det er ingen grunn til å vente med helelektriske arbeids- og persontransportbåter, standardisere lade/landstrømløsninger, jo høyere ladehastighet desto høyere driftstid, vurder lademulighet på lokaliteten(e) og ekstra plass til oppgradering av batteripakke, velg anerkjente partnere til løsninger og støtte for driften gjennom fjernbaserte online-løsninger.



Referanser/lenker

[Enova, sjøtransport inkl. havbruk](#)
[ABB elektrifiserer arbeidsbåt for Norcod](#)
[Evoy](#)
[Combined Charging System CCS](#)
[Podcast om grønt skifte til sjøs med ABB og Bellona](#)



e. Nullutslipp fra store fartøy for logistikk som brønn-, fôr- og transportbåter

For at sjøfasen av lakseoppdrett skal bli helt utslippsfri, må også større fartøy utstyres med nullutslippsteknologi. Dette inkluderer større servicefartøy, fôr-, brønn-, og slakteribåter, hvor ren batteridrift neppe er realistisk i nær fremtid. Selv om pilotering av utslippsfri teknologi, med energibærere som ammoniakk og hydrogen, er på gang i maritim industri generelt og havbruk mer spesifikt, blir det neppe hyllevare med det første. Likevel vil det å ta høyde for slik teknologi og energibærere for nybygg lønne seg for bærekraft og grønt skifte på sikt.

Kjør utslippsfritt på lokaliteten

Det finnes kommersielt tilgjengelig teknologi for å redusere utslipp som hybride fremdriftssystemer med batterier. De reduserer både drivstofforbruk og utslipp. Reduksjonen vil være større dersom både havner og lokaliteter kan tilby landstrøm/lading som utnyttes maksimalt. Det er særlig ved lokalitetene at utslippsfri, drift kan ha mest for seg. Det reduserer støy,

vibrasjoner og utslipp til både luft og vann (partikler fra fossilt drivstoff), i tillegg til å gjøre fartøyet mer driftssikkert. Et slikt grep bidrar til bedre helse og miljø for både fisk, mennesker og natur, redusert drivstofforbruk og mindre slitasje på maskineri.

Nullutslippsfartøy i fremtiden

Utslippsfrie, større fartøy for havbruksnæringen kan følge to hovedspor:

- Brenselcelle som mates med hydrogen eller ammoniakk
- Stempelmotor som mates med grønn⁸ ammoniakk, -hydrogen eller -biobrensel.

Brønnbåter bygges i dag typisk med elektrisk drevet propell med kraft fra dieselgenerator, noen av dem hybridelektriske med batterier (se fakta-boks for eksempler). Dieselmaskinene kan i dag mates med LNG og i fremtiden med hydrogen og ammoniakk. Alternativt kan maskinene erstattes med brenselceller med hydrogen eller ammoniakk som energibærere. Batteri vil alltid være en del av løsningen for å sikre stabilitet og robusthet i systemet.

Fôrbåter bygges typisk med LNG- eller dieselmotor som driver hovedpropellen eller med PTO/



PTI-gir (power take off/power take in). Sistnevnte er koblet til en elektromaskin som mater effekt til propellen og/eller effekt til hjelpesystemene om bord. Hjelpesystemene er i tillegg matet fra mindre dieselgeneratorer.

Både hovedmaskinen og eventuelle hjelpemaskiner kan erstattes med LNG/ammoniakk/hydrogen-maskiner eller brenselceller matet med ammoniakk eller hydrogen. Ammoniakk med skrubber og hydrogen byr på utslippsfri drift til luft. Batteri er en del av løsningen for å øke robustheten, men kan også dimensjoneres til å gi reservekraft (UPS/avbruddsfri strømforsyning) til systemet.

Flere fordeler

Foruten utslippsfri drift, kan nullutslippsfartøy by på fordeler som redusert støy og vibrasjoner – det innebærer mindre og enklere vedlikehold, reduserte drivstoffkostnader og mindre risiko for utslipp/overfylling av fossilt drivstoff. Under drift gjør et batteri at systemet også blir mer robust.

Driftsmønstre, tilgang på utslippsfrie energibærere, kompetanse, muligheter for lading og landstrøm i havn og på lokaliteter spiller inn på valg av nullutslippsteknologi for større fartøy. Beslutningsprosessen om hybridelektriskraft- og fremdriftssystem og størrelse på batteripakke bør inneholde et scenario med landstrøm/lade-

mulighet på lokaliteten(e) som båten betjener. Hurtig/lynlading er også viktig å vurdere. Jo raskere lading og flere ladesteder, desto høyere driftstid og lengre rekkevidde.

Standardisering

Standardisering av lading/landstrøm gjør det enklere for serviceselskaper og tredjepartsoperatører å betjene flere anlegg og kunder. Standardiseringen bør dekke spenningsnivå og -type (vekselspenning/likespenning), og spesielt plugger, kontakter, styring og sikkerheten ved strømovertøringen og ladingen. Ladingen blir mindre utfordrende når det ikke er behov for å lade på minutter, men kan gjøres på timesbasis, som er designbasen for denne type mellomstore båter.

For de minste servicebåtene kan et alternativ være likestrømsbasert hurtiglading med Combined Charging System (CCS) type 2. CCS er svært utbredt innen hurtig/lynlading av kjøretøy og støttes av tilnærmet alle kjøretøyprodusenter, også av busser og lastebiler. Kapasiteten er inntil 350 kW og har standardiserte plugger og kommunikasjon mellom lader og mottager.



Anbefalinger

Løsning basert på elektriskhybride kraft- og fremdriftssystemer gir best nytte når fartøyet kjører i utslippsfri modus på lokaliteten, vurder lade/landstrømsmulighet i både havn og på lokalitetene, forbered for utslippsfri fremtid med plass til større batteripakke og klargjør for nye energibærere som ammoniakk og/eller hydrogen ved fremtidig oppgradering.



Referanser/lenker

[Enova, sjøtransport inkl. havbruk](#)
[Hybrid brønnbåt FrøyGruppen](#)
[Hybrid brønnbåt Nova Sea Service](#)
[Ocean Hyway Cluster, HyAqua](#)
[Innsiktsartikkel hos TU om hydrogen](#)
[Håndbok: Ammoniakk som maritimt drivstoff \(DNV GL/Sjøfartsdirektoratet\)](#)
[Combined Charging System CCS](#)
[Podcast om grønt skifte til sjøs med ABB og Bellona](#)

5. Virkemidler for et helelektrisk havbruk



Rapporten «Klimakur 2030», som utredet tiltak som kan kutte ikke-kvotepiktige utslipp med 50% innen 2030, viste at det er betydelig potensial for utslippskutt i havbruksnæringen. Med tilknyttet aktivitet som brønnbåter og fôrbåter, kan det potensielt kuttes utslipp av 2 millioner tonn CO₂. Likevel har de politiske visjonene for utslippskutt i oppdrettsnæringen til nå vært alt annet enn ambisiøse.

Potensialet følges ikke opp i Klimaplan 2021-2030, regjeringens konkretisering av hvordan utslippskuttene skissert i Klimakur 2030 kan realiseres. Regjeringen tar sikte på å stille krav som sørger for null- og lavutslippsløsninger for oppdrettsanlegg, men med forbehold om at det er mulig. Og de mener det er usikkert om utslippspotensialet kan nås – avhengig av hvor mange lokaliteter som blir vurdert til at forholdene ikke ligger til rette for lav- eller nullutslippsløsninger.

Klimaplanen tydeliggjør behovet for en langt mer ambisiøs politikk på området. Dagens situasjonsanalyse, tilgang på teknologi samt framtidsutsiktene for utvikling av andre nullutslippsløsninger for fôrflåter og båter tilsier at det er realistisk å sette et mål om at all lakseproduksjon i Norge foregår med nullutslipp i sjøfasen innen 2030. I tillegg bør det stilles krav om å fase inn nullutslippsløsninger for tilknyttede aktiviteter som brønnbåter og fôrbåter. For å realisere disse målene må det imidlertid på plass en tydelig politikk, med målrettede krav og insentivordninger som støtter opp under disse målene.

Politiske føringer

For å oppnå mål om nullutslipp i sjøfasen av lakseproduksjon innen 2030, mener vi to nøkkeltiltak er grunnleggende:

- Etablere nasjonal målsetting og sektorstrategi for nullutslipp i havbrukssektoren
- Innføre helhetlig klimabudsjettering for hele verdikjeden, og rapportering som standard for alle aktører

Samtidig foreslår vi følgende konkrete krav til oppdrettsnæringen:

Nye konsesjoner og nye typer konsesjonsordninger

- Enhver vekst i næringen skal basere seg på nullutslippsløsninger, med krav til nullutslipp ved alle nye lokaliteter gjeldende senest fra 2025

Innfasing av nullutslipp for eksisterende lokaliteter

- Stille krav til omstilling av eksisterende lokaliteter til nullutslippsløsninger innen 2025, også for eksisterende anlegg som flyttes
- For lokaliteter der infrastruktur eller andre sentrale forhold gjør innføring av nullutslippsløsninger "særlig vanskelig", kan det vurderes en unntaksordning med forlenget frist. Forlengelse bør ikke overstige tre år.

Fôrflåter

- Nye fôrflåter skal bygges med nullutslippsløsninger
- Det må legges til rette for energibesparende arbeidsoperasjoner (som f.eks. undervannsfôring)

Arbeidsoperasjoner

- Identifisere og legge til rette for nye energibesparende arbeidsoperasjoner som f.eks. notbørsting fremfor spyling

Landstrøm/lademulighet for større skip

- Tilrettelegging for landstrøm/lademulighet for fôrbåter og brønnbåter ved merd/fôrflåte vil gjøre oppdrettsanlegg til en viktig del av en større ladeinfrastruktur for maritim sektor langs kysten

Båter

- Alle nye arbeids-, service- og lokalitetsbåter tilknyttet daglig drift på oppdrettsanlegg må være nullutslipp innen 2025
- Alle nye større båter må være nullutslipp innen 2035

Nybygg av fôr- og brønnbåter i dag

- Må bygges ferdig tilrettelagt for nye energibærere som gir nullutslipp
- Må kunne drives fra dag én med batteri-hybrid som sikrer utslippsfrie arbeidsoperasjoner ved anlegg

Økte CO₂-avgifter

- Følge opp regjeringens forslag om økning av CO₂-avgift til 2000 kr/tonn, for å gjøre tilbakebetalingstid på investeringer kortere.

Støtteordninger

Transportsektoren til lands og til havs elektrifiseres i høyt tempo med virkemidler som virker. Skal elektrifiseringstakten i oppdrettsnæringen øke må støtteordningene styrkes og målrettes bedre.

Her ligger utfordringen: Det må komme på plass en systemtankegang som sikrer nullutslippsløsninger for hele oppdrettsnæringen. I dag fokuserer virkemiddelapparatet i stor grad på enkeltprosjekter, uten et tydelig overordnet mål om en utslippsfri næring.

Enova-direktør Nakstad beskrev på Enovakonferansen i 2020 at 2030 kun var en port vi passerer på vei til 2050-målet om null utslipp. Hvis det skal bli en realitet, må virkemiddelapparatet i langt større grad sikre at investeringene som gjøres i dag er compatible med, eller som minimum legger til rette for, nullutslipp.

Gjennom arbeidet med denne rapporten er tilbakemeldingen fra næringsaktører og teknologileverandører at støtte fra Enova er grunnleggende for å få til større prosjekter. Enova har hatt et svært vellykket program for landstrøm som potensielt kan kutte cirka halvparten av utslippene til næringen. De har utbetalt støtte til 46 landstrømsprosjekter siden 2017, noe som innebærer at nesten fire av fem nye landstrømtilkoblinger har mottatt støtte i de tre årene siden forrige undersøkelse av elektrifiseringsgraden av lakseoppdrettet. Det er imidlertid ikke lenger mulig å søke om støtte til landstrømtilkobling fra Enova, da teknologien ansees som moden.

Som diskutert tidligere i rapporten gir batteri-hybridisering begrenset klimanytte. I stedet for å gi støtte til batterier på lokaliteter med dieselgenerator bør man vurdere muligheten for å kunne gi støtte til landstrømtilkobling på anlegg der dette er særlig krevende og kostbart.



Innretting av virkemidler

- Virkemiddelapparatet må i langt større grad sikre at enkeltprosjekter leverer eller kan legge til rette for nullutslipp
- Støtte til batteripakker bør forbeholdes lokaliteter med landstrømtilkobling som er underdimensjonert for å elektrifisere alle arbeidsoperasjoner
- Anlegg som er spesielt krevende å elektrifisere med landstrøm bør kunne søke støtte til dette, til brenselcellesystem for hydrogen- eller ammoniakkdirift, eller til kraftproduksjon på selve lokaliteten med vind/sol/bølger
- Enova bør vurdere å satse på brønnbåter
 - Få på plass en ordning som tar investeringskostnadene ned for nye energibærere

Nettselskapenes rolle

Rapporten har fokusert på de tekniske løsningene, og ikke behandlet spesifikt hvordan nettselskapene påvirker elektrifiseringen. NVE, som setter rammene for nettselskapene, samt nettselskapene selv spiller imidlertid en nøkkelrolle i elektrifiseringsarbeidet. Oppdrettsnæringen forteller om svært varierende tilgang på nett og kapasitet med store lokale variasjoner, men også ulike tilnærminger til elektrifisering av havbruket hos nettselskapene. Det kan være utfordringer med å få landstrøm i det hele tatt, eller kapasitet nok, og årsakene kan variere.

Parallelt med denne rapporten jobber Bellona også med en rapport om nettselskaper og –regulering, hvor målet er å komme frem til forslag til endringer i måten nettselskapene blir regulert på, føringer for driften, og potensielt et system for utveksling av beste praksis-erfaringer.



Fotnoter

- 1 Med elektrifiseringsgrad eller elektrisitetsandel av energiforbruket menes i denne sammenhengen hvilken andel av utslippene som har blitt kuttet med elektrisitet sammenliknet med hvis all energibruk var fossile drivstoff. Elektrisitetsgraden av energiforbruket målt i GWh vil være lavere pga. forskjellen i effektivitet mellom generator-/forbrenningsmotor- og elektrisk drift.
- 2 Flyfrakt av laks til markedene er den største enkelt-bidragstyren til det totale klimaavtrykket til norsk oppdrettslaks. Ser man bort fra flyfrakt – som flerdobler klimaavtrykket i alle verdikjeder den inngår i – bidrar fôringrediensene med mellom 75% og 83% av laksens klimagassutslipp. Samtidig er dette komplekse områder som krever en lengre tidshorisont for å finne gode alternativer som gir nullutslippsløsninger.
[Winther, U. et al. 2020, Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017, SINTEF Ocean AS](#)
- 3 Andelen hybrid kan være noe høyere pga. manglende rapportering. Totalt antall lokaliteter undersøkt er høyere enn summen av regionene fordi ikke alle undersøkte lokaliteter har kjent beliggenhet.
- 4 Vi har ikke samlet data på andre båttyper enn disse, som for eksempel brønnbåter. Datamaterialet inneholder videre kun informasjon om båter eid av oppdrettselskapene, altså ikke innleide fartøy e.l.
- 5 <https://elbarometer.no/>
- 6 Potensialet for reduserte klimagassutslipp og omstilling til lavutslippsamfunnet for norsk oppdrettsnæring, 2021. Utarbeidet for Enova.
- 7 https://en.wikipedia.org/wiki/IEC_60309
- 8 Energibærere produsert fornybart uten klima- eller miljøpåvirkning
- 9 Klimakur 2030

Rapporten er utarbeidet i samarbeid mellom Bellona og ABB

Bellona

Miljøstiftelsen Bellona er en uavhengig ideell stiftelse som arbeider for å løse verdens klimautfordringer blant annet gjennom å identifisere og gjennomføre bærekraftige klimaløsninger. Vi arbeider med økt økologisk forståelse og vern av natur, miljø og helse. Bellona er engasjert i de viktigste nasjonale og internasjonale miljøspørsmål i verden i dag. Bellona har gjennom mange år jobbet med havbruksnæringen med sikte på å kutte klima- og miljøpåvirkningen til både produksjon, fôr og tilknyttede aktiviteter.

ABB (ABBN: SIX Swiss Ex) er et ledende globalt teknologiselskap som driver omstillingen av samfunnet og industrien for å oppnå en mer produktiv og bærekraftig fremtid. Gjennom å koble programvare til sine produkter innen elektrifisering, robotisering, automatisering, motorer og omformere, skaper ABB løsninger som løfter teknologiens muligheter til nye høyder. ABBs fremgang bygger på mer enn 130 års teknologisk lederskap og drives fremover av rundt 105 000 talentfulle medarbeidere i over 100 land. www.abb.com

Om samarbeidet

I denne rapporten bidrar ABB med informasjon om tekniske løsninger og kommer med anbefalinger fra sitt perspektiv som teknologileverandør. Bellona har gjennomført en undersøkelse av energibruken i havbruket og utformet tiltakspunkter rettet mot myndigheter og næring.

bellona.no

abb.no



—
ABB/Bellona forbeholder seg retten til å foreta tekniske endringer eller endre innholdet for dette dokumentet uten forvarsel. ABB/Bellona påtar seg ikke ansvar for eventuelle feil eller mulig mangel på informasjon i dette dokumentet.

—
ABB AS - hovedkontor
Snarøyveien 30
1360 Fornebu
+47 22 87 20 00
contact.center@no.abb.com

abb.no

BELLONA

—
Miljøstiftelsen Bellona
Rådhusgata 28
0151 Oslo
+47 23 23 46 00
info@bellona.no

bellona.no