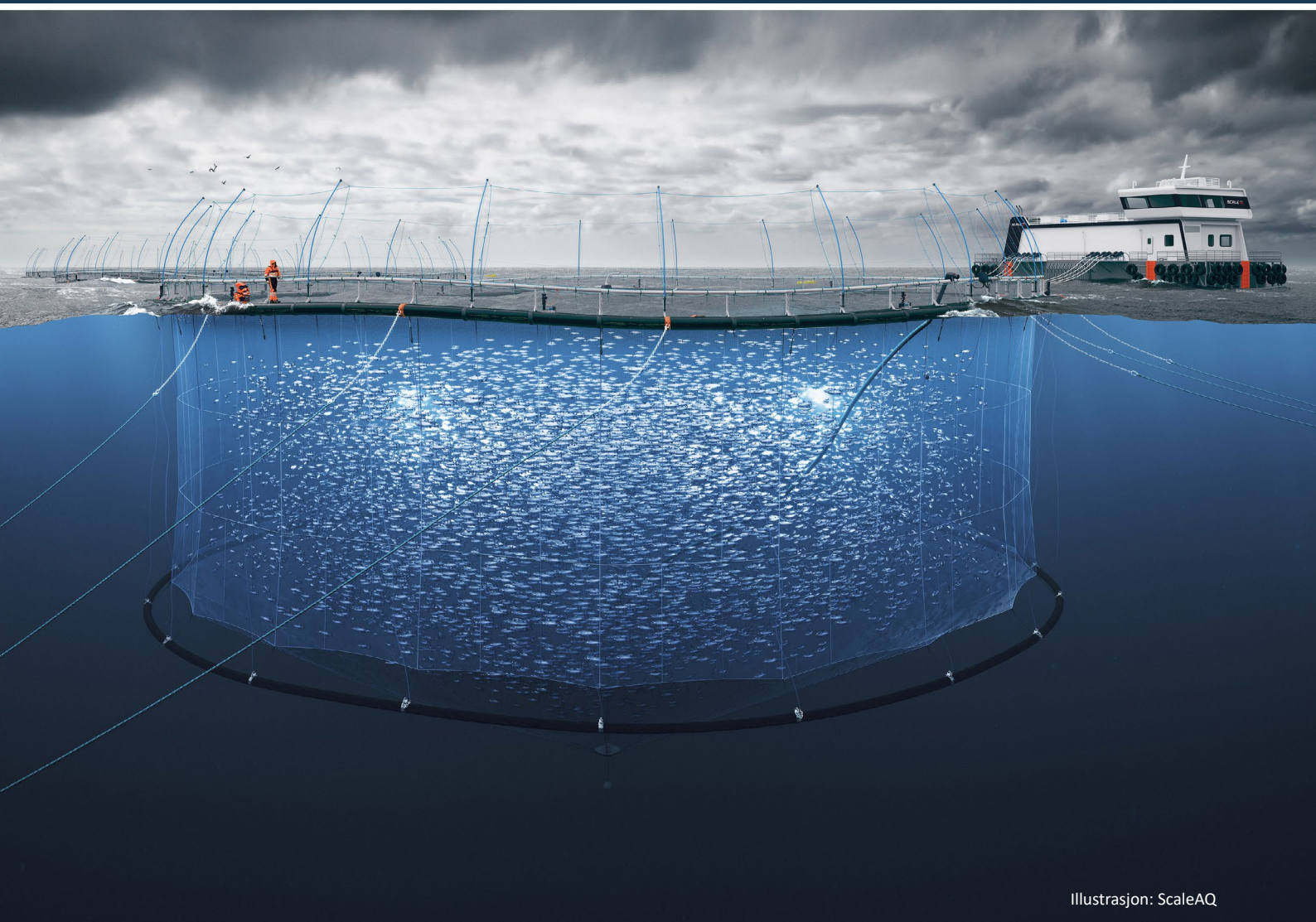


Energi i Havbruk

OPTIMAL ENERGIBRUK PÅ OPPDRETTSANLEGG

Delrapport | Januar 2021



Illustrasjon: ScaleAQ

Øvrige prosjektpartnere Energi i Havbruk:

ENOVA



SINTEF



NTNU



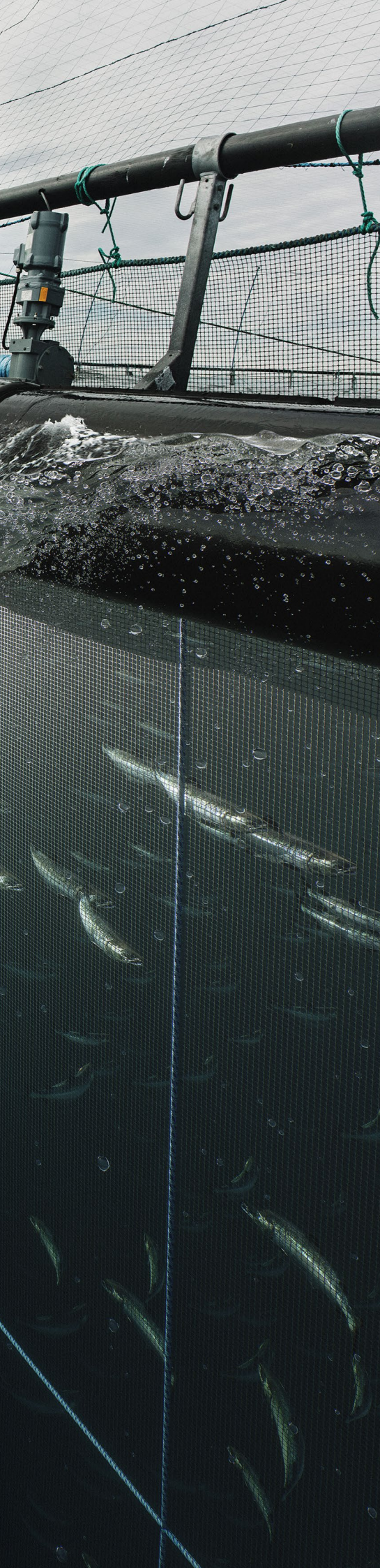
Delfinansiert av:



Trøndelag fylkeskommune
Trøndelagen fylkhentjelte



Illustrasjon: ScaleAQ



INNHold

1 Innledning	4
2 Konklusjon og anbefalinger	6
3 Definisjoner og begreper	8
4 Energiforbruk på oppdrettsanlegg	12
5 Barrierer og utfordringer	18
6 Veien videre	22
7 Sentrale rapporter og utredninger	24

Prosjekt
Energi i Havbruk

Tittel
Delrapport: Optimal energibruk på oppdrettsanlegg

Årstall
Januar 2021

Utgitt av
RENERGY - Renewable Energy Cluster | renergycluster.no

Delfinansiert av
Trøndelag fylkeskommune

Prosjektansvarlig
Thomas Bjørdal
thomas@renergycluster.no | +47 958 93 289

Utforming
FI - Fremtidens Industri AS | www.fi-nor.no

INNLEDNING

Denne rapporten er del av hovedprosjektet «Energi i Havbruk», initiert av fornybarklyngen RENERGY i samarbeid med havbruksklyngen NCE Aquatech Cluster. Hovedformålet med rapporten er å spre kunnskap om energibruk i oppdrettsnæringen, samt øke bevisstheten og identifisere tiltak for mer effektiv energibruk.

På tradisjonelle kystnære oppdrettsanlegg kan energiforbruket grovt sett deles i to kategorier; forbruk på fôrflåten, og forbruk knyttet til båt og transport. I rapporten tar vi for oss energiforbruket, -behovet og -effektiviseringstiltak som er direkte relatert til fôrflåten, og ikke energiforbruk tilknyttet bruk av andre fartøy eller øvrig transport.

Det er i dag gitt i underkant av 1200 tillatelser til drift i matfiskproduksjon i havbruksnæringa. Disse tillatelsene er fordelt på 1031 lokaliteter, eller oppdrettsanlegg, pr. 2020. Normalt er ca. 1/3 av disse brakklagt, det vil si uten fisk og ikke i drift. Verdiskapingen fra alle disse små industrianleggene er enorm. Tall fra Norges Sjømatråd viser at det i 2019 ble eksportert fisk fra norsk havbruk til en verdi av 76,5 milliarder kroner.

Økt produksjon, lavere utslipp

Det er store ambisjoner for næringen. I rapporten «Verdiskaping basert på produktive hav i 2050» (NTVA og DKNVS, 2012), estimeres et potensial for en femdobling av produksjon av laks og ørret innen 2050. Denne utviklingen forutsetter imidlertid at næringens miljøutfordringer løses, som utfordringer knyttet til lus, miljøpåvirkning fra rømt laks - og klimagassutslipp.

I SINTEF-rapporten «Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017» fra 2020 estimeres klimagassutslipp fra produksjon av laks å være kun 18 prosent av utslippet som relateres til produksjon av europeisk biff. Ser man bort ifra de produktene som fraktes med fly, som ferskpakket fisk til Shanghai, har lakseprodukter fra oppdrett et utslipp tilsvarende 6.5– 8.4 CO₂-ekvivalente pr. kg spiselig laks i markedet.

Selv om proteiner fra oppdrettsnæringen har et lavere klimagassavtrykk enn produksjon av proteiner på land, er det fortsatt et stort energiforbruk og et fremtidig økende energibehov.

Norge har som klimamål å redusere klimagassutslipp fra ikke-kvotepliktig sektor, som havbruksektoren, med 50 prosent innen 2030, og 90 prosent innen 2050. Målene er ytterligere konkretisert i Regjeringens klimaplan 8. januar 2021, der flere tiltak vil ha direkte konsekvenser også for havbruksnæringen. CO₂-avgiften skal trappes opp fra rundt 59 kr pr. tonn i dag, til 2000 kr pr. tonn i 2030. Fra 2024 vil det trinnvis innføres krav til lavutslipp for servicefartøy i havbruksnæringen.

Behov for optimaliserte energiløsninger

Fortsetter drift av anlegg som i dag, betyr det betydelig økning i utslipp frem mot 2050. Det er derfor avgjørende med utvikling av nye teknologiske- og gode systemløsninger som kan bidra til at havbruksnæringen skal kunne vokse bærekraftig.

Økt produksjon vil kreve nye anlegg. Miljøutfordringer og krav om avstand mellom lokaliteter, gjør at det fremover må ses på nye lokasjoner til havs eller på land. Samtidig krever landbasert oppdrett mer energi sammenlignet med kystnære oppdrettsanlegg, mens oppdrettsanlegg til havs vil kreve nye off-grid energiløsninger for å gå over fra tradisjonelle dieselaggregat.

Miljø- og energiutfordringer knyttet til nye og eksisterende oppdrettsanlegg, samt økt behov for matproduksjon til havs, gjør det derfor helt nødvendig med optimaliserte energiløsninger. Selv om utviklingen går i riktig retning, er det fortsatt et stort uutnyttet potensial for mer effektivt energibruk og reduksjon av klimagassutslipp. Skal vi lykkes med dette er næringen avhengig av effektive og forutsigbare løsninger som gjør det enklere å ta del i det grønne skiftet på vei mot nullutslippssamfunnet.

Bidragstyttere

Takk til MOWI, SinkabergHansen og Grieg Seafood for samtaler og deling av erfaringer fra næringen. Takk til Fjord Maritime for informasjon og deling av data om energiforbruk ved norske oppdrettsanlegg.

Om «Energi i Havbruk»

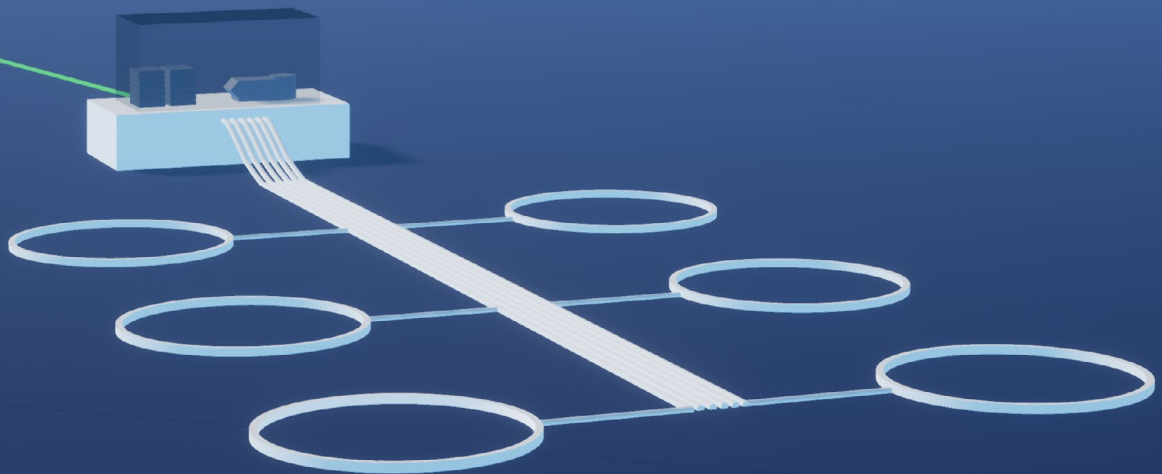
Fornybar energi skal på kort tid overta for fossile drivstoff. Havbruksnæringen er essensiell for fremtidig verdiskaping og bærekraftig matproduksjon.

Prosjektet «Energi i havbruk» er initiert av Renewable Energy Cluster i samarbeid med NCE Aquatech Cluster. Prosjektet skal arbeide for mer energieffektive løsninger og reduserte klimagassutslipp gjennom å utvikle tekniske og organisatoriske løsninger som tar hensyn til behov, premisser og rammer i havbruksnæringen. Et sentralt mål i prosjektet er å etablere løsninger som fungerer for både havbruksnæringen og energibransjen.

Partnere i prosjektet er:

- RENERGY - Renewable Energy Cluster
- NCE Aquatech Cluster
- SinkabergHansen
- SINTEF
- NTNU
- NTE
- ENOVA

Prosjektet er delfinansiert av Trøndelag fylkeskommune.



KONKLUSJON OG ANBEFALINGER

Omlag 60 prosent av norske oppdrettsanlegg er elektrifisert gjennom tilknytting til strømnettet på land. Resterende anlegg driftes av kun diesellaggregat, eller en hybridløsning med batteri og diesellaggregat.

Skal vi få de rundt 400 gjenstående eksisterende oppdrettsanleggene, og ikke minst nye anlegg, over på nullutslipp, må det gjøres en samlet gjennomgang av teknologi, utstyr og prosesser som er nødvendig i produksjonen. Ut ifra dette må det utvikles teknologier og energisystemer som er optimalisert både med hensyn til effektbehov og de biologiske kravene fra næringen, slik at man reduserer kostnader og andre barrierer som hindrer overgang til nullutslippsløsninger.

Begrenset nettkapasitet

Utfordringen er ikke enkel, og består av flere faktorer. Mange av dagens ikke-elektrifiserte anlegg kan teoretisk sett kobles til strømnettet. På kartet kan avstanden til nærmeste tilkoblingspunkt kunne tilsa at dette enkelt vil la seg gjøre. Derimot er det nettkapasiteten som kan sette en effektiv stopper for nettilknytning. Å elektrifisere et anlegg ved nettilkobling kan ofte gjøres til en relativt lav kostnad, men dersom nettet må bygges ut for å tåle den økte belastningen, utløses anleggsbidrag som kan gi betydelige merkostnader for oppdrettsselskapet.

Fra diesel til e-fuels

På grunn av miljø- og arealutfordringer er tendensen at oppdrettsanleggene trekkes lengre og lengre ut fra fjord og skjærgård. Avstandene til nærmeste tilknytningspunkt blir dermed lengre – og kostnadene høyere. Skal disse anleggene ha nullutslipp, må det utvikles innovative løsninger som reduserer kostnader til nettilknytting der det er mulig, og nye løsninger for energitilgang uten nett, såkalt off-grid, der det er eneste mulighet. I praksis er det snakk om overgang fra diesel og aggregater til utslippsfrie e-fuels, eksempelvis hydrogen og brenselcelle-aggregater.

Egen energiproduksjon fra vind eller sol vil ikke gi tilstrekkelig energi til å oppnå nullutslipp. Den variable energien må kompenseres med omfattende lagringsreserver over mange uker med for lite produksjon.

I kombinasjon med eksempelvis hydrogenlager og brenselceller, kan lokal energiproduksjon likevel være aktuelt der det gir spesielle fortrinn.

Mest å spare på fôringsprosessen

Det beste energitiltaket er alltid å bruke mindre energi. Får man energiforbruket på fôrflåtene ned, vil det være mer oppnåelig å løse utfordringen med tilstrekkelig kapasitet på strømnettet, og til og med finne løsninger for lokal energitilførsel for anlegg uten realistisk tilgjengelig nett. På oppdrettsanlegget er det selve fôringen av fisken som krever mest energi; rundt 70 prosent av det totale forbruket. Selv små reduksjoner på energibruken til fôring gir derfor totalt sett betydelig større effekt enn store reduksjoner på andre prosesser.

Ut fra et bedriftsøkonomisk ståsted vil det være mye enklere å få innført ENØK-tiltak der ENØK-tiltaket også gir reduksjon av andre kostnader. En liten prosentvis reduksjon av fôrkostnadene, har en svært stor betydning for den totale besparingen for et oppdrettsselskap. Samtidig vil en liten reduksjon av energi som brukes til fôring bety en stor endring for det totale energibehovet.

Innovativ fôringsteknologi er med andre ord en viktig nøkkel for å oppnå nullutslipp. Ved å stimulere til utvikling av nye løsninger som både tar sikte på å få ned energiforbruket knyttet til fôringen, samtidig som man finner løsninger for bedre utnyttelse av fôret vil man både redusere kostnader og klimagassutslipp.

Anbefalte strategiske satsingsområder

Les mer om hvert enkelt satsingsområde i kapittel 6.

Fremtidens forflåter

Utvikling av helhetlige teknologiløsninger og energisystemer som er optimalisert både med hensyn til effektbehov og biologiske krav.

Utvikle ny foringsteknologi

Optimalisering av eksisterende kompressorløsninger, og videreutvikling av ny teknologi, eksempelvis vannbåren foring.

Energihub-er

Nye modeller og løsninger for områdebasert forsyning av fornybar energi, eksempelvis semimobile moduler med hydrogen som energibærer.

Forretningsmodeller

Energi som tjeneste; bygge nye samarbeidskonstellasjoner og verdikjeder for energiforsyning.

Utviklings- og forskningskonsesjoner for nullutslippsløsninger

Dette vil på svært kort tid gi betydelige utslippskutt, og ikke minst gi norske teknologibedrifter et forsprang i eksportmarkeder for ny grønn teknologi.

DEFINISJONER OG BEGREPER

Både oppdrettsnæringen og kraftnæringen kan være komplisert for utenforstående. Dette kapittelet tar sikte på å kort introdusere og forklare sentrale begreper som er brukt gjennom rapporten. For utdypende informasjon, vises det til andre rapporter og oppgaver henvist til i kapittel 6/7.

Konsesjon og lokalitet

Akvakultur og oppdrett er en konsesjonsbasert næring og tildeles normalt løpende etter søknad. For kommersielt oppdrett av matfisk som laks, ørret og regnbueørret i sjøvann er det antallsbegrenset og tildeles av myndighetene i tildelingsrunder. Tildeling av konsesjon for matfisk skjer i et tottrinssystem hvor først Fiskeridirektoratet vurderer hvilke søkere som skal få tilsagn. Deretter behandler koordinerende myndighet, pr. i dag fylkeskommunen, søknad om lokalitet, et sjøareal langs kysten hvor det kan settes opp et oppdrettsanlegg for produksjon. Prosessen med lokalitetsklarering skjer i samhandling med vertskommuner og andre relevante sektormyndigheter. Først når lokaliteten er klarert og andre vilkår i tilsagn er oppfylt, får man rett til drift. Både tillatelser og lokaliteter angis i MTB, eller maksimal tillat biomasse.

Oppdrettsanlegg

Det finnes ulike typer oppdrettsanlegg, og det er fire ulike systemer som benyttes i norsk lakseoppdrett i dag: Tradisjonelt oppdrett, lukkede anlegg på land, lukkede anlegg i sjø og eksponerte anlegg. I denne rapporten ser vi først og fremst på tradisjonelt oppdrett, som er den dominerende metoden som benyttes. I tradisjonelt oppdrett vokser lakseyngel i kar på land til den er blitt 80-100 g og kalles smolt. Da overføres smolten til åpne merder i sjø, hvor den lever og vokser til laksen har blitt 4–5 kg, da er fisken slakteklar.

Et tradisjonelt oppdrettsanlegg består av 6–12 merder der fisken blir tilført fôr fra en fôringsflåte. Fôringen skjer via fôringslinjer ut til merdene. Den forsyner alle nødvendige tekniske enheter og systemer med elektrisitet. Flåten er en lagringsplass for fôr og nødvendig utstyr til daglig drift. I tillegg har den ofte kontrollrom, oppholdsrom, kjøkken, bad og lugar for mannskap om bord.

Energiløsninger

I dag er det primært to måter å tilføre energi til fôrflåten på; enten fra strømmettet, eller fra energiproduksjon eller energibærere om bord. I praksis betyr dette fossil drift ved bruk av dieselaggregat, eller hybride løsninger med styring- og kontrollsystemer, batteripakke og dieselaggregat. Slike løsninger kan også være tilknyttet strømmettet, der nettet ikke har tilstrekkelig kapasitet. Tilknytning til strømmettet omtales ofte som landstrøm, eller elektrifisering. Mange tradisjonelle kystnære oppdrettsanlegg har allerede blitt elektrifisert ved nettilkobling, og flere i næringen velger å installere batterihybridløsninger for å redusere dieselforbruk og dermed klimagassutslipp.

Begreper om energi

ENØK og Energiledelse

Begrepet ENØK står for energiøkonomisering og handler om å bruke energi på en økonomisk måte. Slike tiltak er assosiert med det private hjem, men er like aktuelt for industrien og inngår i energiledelsesprosessen. Kort forklart vil ENØK-tiltak gå ut på å sløse mindre og få mer ut av hver kilowatttime. Typiske ENØK-tiltak kan være å skifte ut gammel teknologi som halogenpærer med LED-pærer. Det kan være installasjon av styringssystemer som sørger for at man ikke bruker unødvendig energi på oppvarming i rom som ikke er i bruk store deler av dagen. Det kan også være større tiltak som etterisolering, installasjon av varmepumpe eller vannbåren varme i gulv.

Spenning

Enheten for spenning i et elektrisk anlegg er volt (V) og sier, enkelt forklart, noe om det arbeidet som må gjøres for å drive strømmen gjennom kablene. Elektrisk spenning er også kjent som elektrisk potensialforskjell. Vanlige husstander i Norge har tilgang til en spenning på 230 V, mens enkelte nyere bygg kan ha 400 V.

NETTILKNYTNING

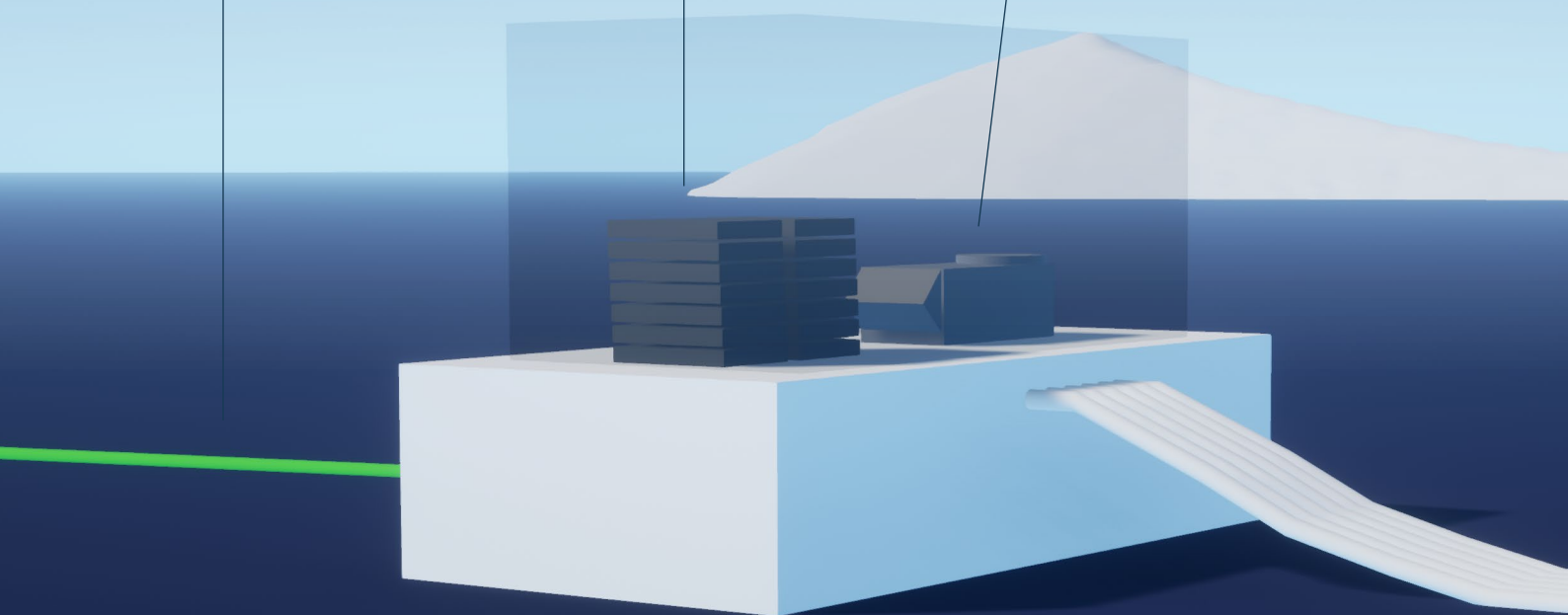
Ansett som den beste løsningen for å få ned utslipp, så langt det er kostnadsmessig forsvarlig. Størrelsen på anleggene og avstand til strømnettet på land avgjør investeringskostnaden. Langt fra alle anlegg kan kobles til landstrøm.

BATTERI

En hybridløsning med batteripakke er en gunstig måte å kutte diesel-forbruket på fôrflåten. Næringen peker på dette som en god løsning, spesielt der det er for lang avstand til strømnettet på land.

AGGREGAT

Produserer strøm på fôrflåten ved bruk av fossile energibærere. Fordelen med aggregat er at de er billige, produserer strøm etter behov og er en velkjent teknologi i næringen.



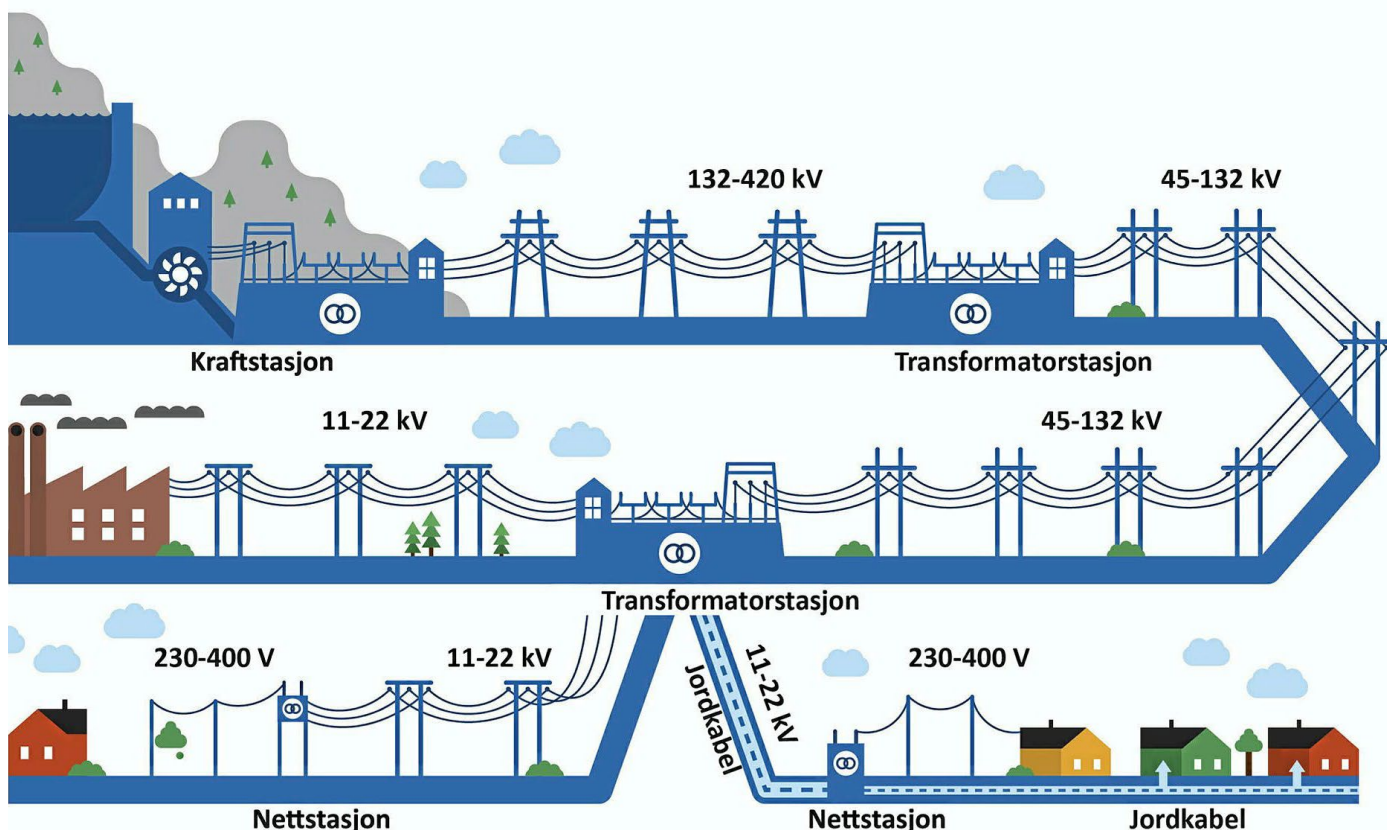
Figur 1: Ulike energiløsninger på en fôrflåte. Illustrasjon: RENERGY



Eksempel på en forflåte. Foto: AKVA group

Oppdrettslokaliteten ved Heilhornet i Nordland. Foto: SinkabergHansen





Figur 2: Enkel beskrivelse av de ulike delene med typisk spenningsnivå i det norske strømnettet. Transmisjonsnett/sentralnett: Eies hovedsakelig av Statnett, binder sammen kraftsystemet i Norge og har høyt spenningsnivå (typisk 300 kV og 420 kV). Regionalnett: Eies av lokale nettselskaper og binder sammen transmisjonsnett og distribusjonsnett, typisk spenningsnivå mellom 66 og 132 kV. Distribusjonsnett: Eies også av lokale nettselskaper og transporterer strøm ut til sluttbruker. Typisk spenningsnivå fra 22 kV og ned til 230 volt. Illustrasjon: BKK Nett

Elektrisk strøm

Elektrisk strøm, eller strømstyrken måles i ampere (A), og sier noe om antall elektroner som strømmer i ledningen i et gitt tidsintervall. Jo høyere strøm, jo raskere vil man kunne lade eksempelvis et batteri på forflåten.

Effekt

Måles i watt (W) og sier noe om hvor mye energi som kan leveres eller mottas pr. tidsenhet. Effekt kan berignes fra strømstyrken (A) og spenning (V): Effekt = strømstyrke x spenning. Når man snakker om anleggets kapasitet er det som regel snakk om antall watt, eller kilowatt (kW).

Kilowatttime (kWh) er et mål på energiforbruket, og er effekten ganget med tiden den brukes. Eksempelvis har en komfyr som krever 2000 watt og som står på i én time, et energiforbruk tilsvarende 2 kWh.

Strømnettet

Det er ofte store avstander mellom produksjon og forbruk, og et velutbygd strømnett har stor betydning for om et oppdrettsanlegg kan koble seg til strømnettet. Strømnettet må kunne håndtere variasjonene i forbruk og produksjon av kraft, som kan forekomme på kort og lang sikt. Nettet må dimensjoneres for å håndtere toppene i kraftforbruket, og tilkobling av oppdrettsanlegg vil gi stor belastning på eksisterende nett.

Tilknytting av et oppdrettsanlegg til nettet vil i medføre kostnader til nettforsterkning. Det kan være mindre kostnader, eller svært store, avhengig av omfang. Nettselskapene skal fastsette anleggsbidrag for å dekke anleggskostnadene ved nye nettilknytninger eller ved forsterkning av nettet til eksisterende kunder. Hovedprinsippet er at investeringer i nettet som utløses av kunde, betales av kunden som utløser investeringen. Anleggsbidraget for oppdrettsanlegg kan komme opp i flere titalls millioner, der det medfører for eksempel nye trafoer eller nytt nett.

Strømnettet frakter strøm fra leverandør og ut til kunder i Norge og består av tre deler; sentralnett, regionalnett og distribusjonsnett. Sentralnett, eller transmisjonsnett, driftes og eies av Statnett og binder sammen kraftsystemet i Norge. Regionalnett og distribusjonsnett eies og driftes av lokale nettselskaper. Førstnevnte har høyere spenningsnivå og binder sammen sentralnett og distribusjonsnett, mens siste sørger for leveranse av strøm til sluttbruker. Figur 2 viser en enkel oversikt av hvordan strømmen transporteres fra produksjon til forbruker.

For oppdrettsanlegg vil den nærmeste strømlinjen i hovedsak være distribusjonsnett som leverer 11-22 kV eller 230-400 V, og for de aller fleste vil det være de laveste spenningsnivåene som er tilgjengelig.

4 |

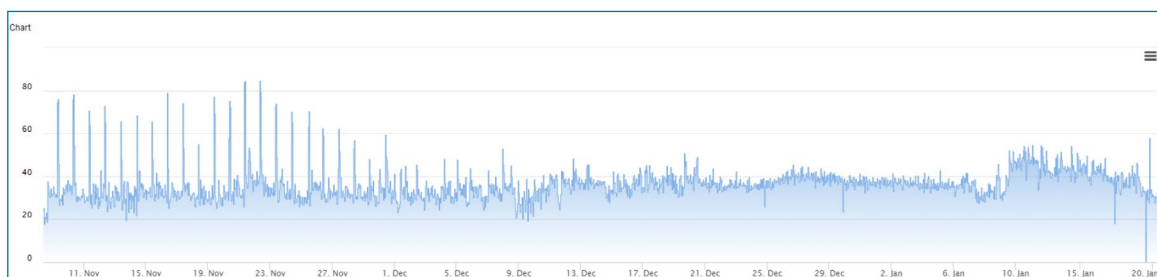
ENERGIFORBRUK PÅ OPPDRETTSANLEGG

Energibehovet og energiforbruket på fôrflåten kan deles inn i fire deler; energibehov til fôring, belysning i merder, ensilasje/sirkulasjon, og oppholdsrom/kontrollrom.

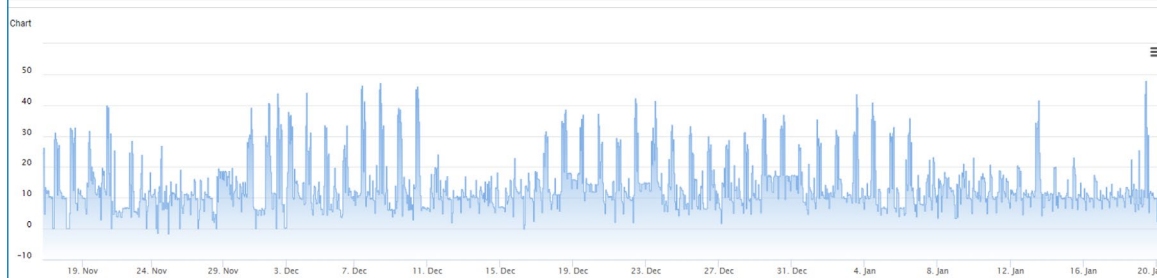
Energiforbruket varierer med fiskeproduksjon, størrelse på anlegg og øvrig bruk av energi på fôrflåte. Selv om det er mange faktorer som spiller inn på det totale energibehovet, er det de mest energikrevende prosessene i løpet av produksjonen som er førende for dimensjoneringen av energitilførsel og produksjon på anlegget. Generelt sett, vil den klart største andelen av energiforbruket gå til fôringsprosessen.

Det er også store variasjoner fra anlegg til anlegg. Store flåter med storbemannning og mange merder vil ha en helt annen grunnlast og betydelig større topplaster enn et mindre anlegg med få merder og nyutsatt fisk. Døgnforbruket er størst under foring, som i størst grad gjennomføres i dagslys, og det daglige energiforbruket kan variere fra 400 Kwh til 1300 Kwh. Se figur 3 under, med energidata fra Fjord Maritime.

1



2



3



Figur 3:

1) Et bemannet, større anlegg i Nord Norge med 8 foringslinjer. Effektforbruk siste 24 timer er 1110 Kwh.

Frem til starten av desember er topplasten til foring tydelig, etter dette er fisken hentet ut og anlegget brakklagt.

2) Et mindre, fjernbemannet anlegg på Vestlandet med kun 4 foringslinjer til 3 merder. Effektbruk pr døgn 440 Kwh.

3) Energiforbruk gjennom et døgn på en større flåte i Midt Norge. 8 foringslinjer til 8 merder i start av produksjonen. Døgnforbruket på denne flåten ligger på 1300 Kwh. Kilde: Fjord Maritime

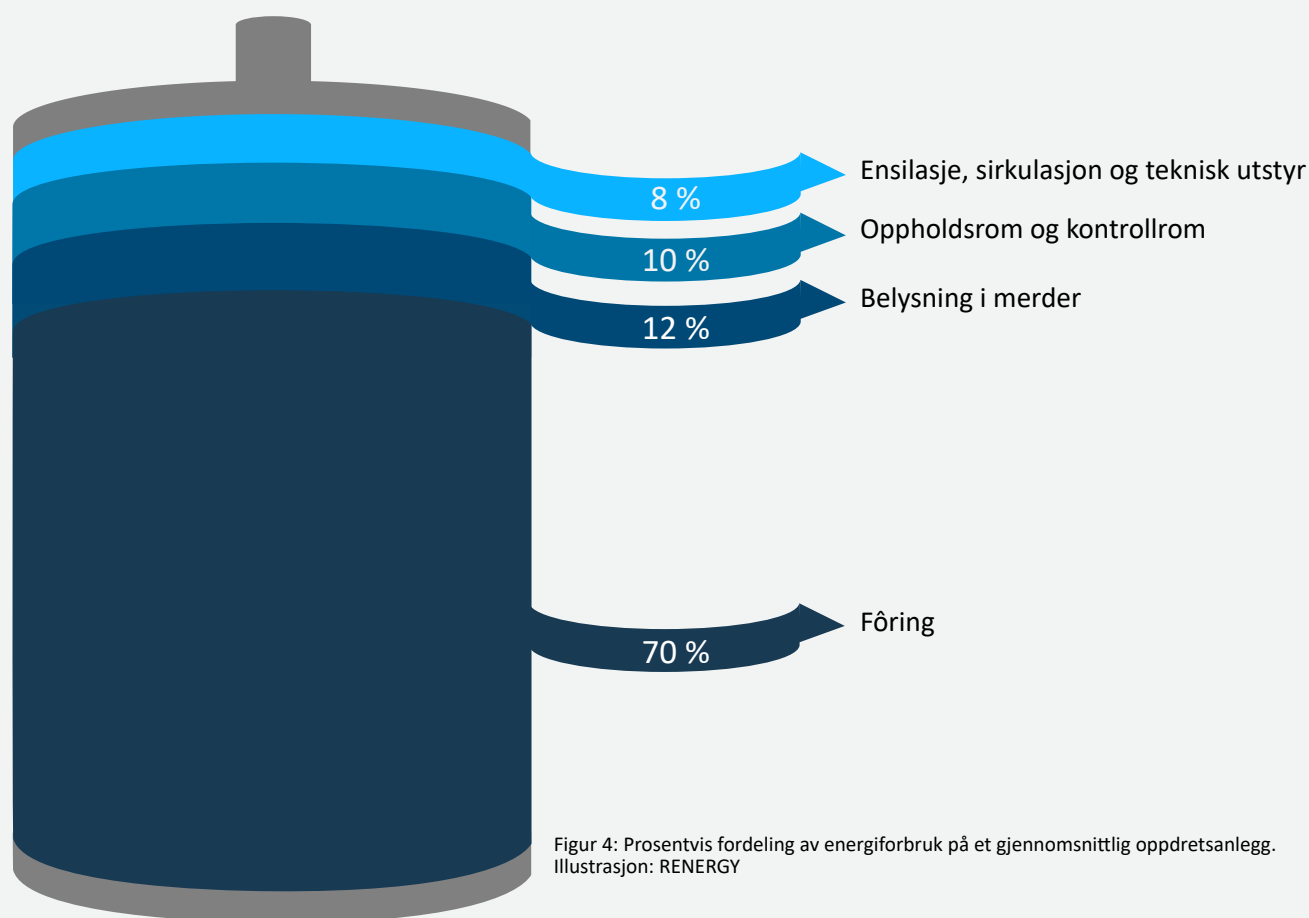
Hittil har energioptimaliserende tiltak i vært som ombygginger og tilleggskomponenter på eksisterende anlegg. Videre tilkoblinger hindres av kostnadsdrivende faktorer som effektbehov på flåte og avstand til land, pålagt periodevis brakklegging, og manglende kapasitet i strømmnett. Det er også en trend i retning av større anlegg med større energibehov lengre fra land, og vekst nordover langs kysten med svakere strømmnett.

Utformingen av eksisterende oppdrettsanlegg og prosessfunksjoner er gjort uten å vektlegge effektbruk og energiform. Fiskevelferd står i sentrum, og hensynet til biologi er førende. Oppdrettsselskapenes hovedfokus er å produsere sunn og frisk fisk med høy kvalitet, og energi er strengt tatt kun én av flere faktorer for å sikre gode vilkår for effektiv og lønnsom produksjon.

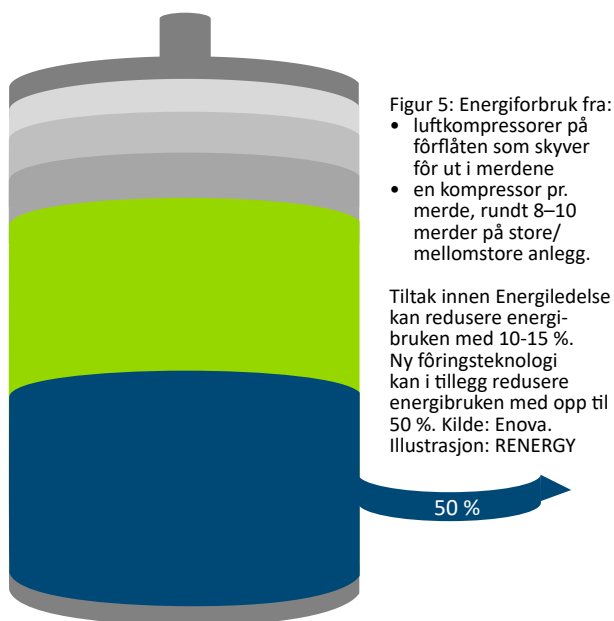
Enova lanserte i 2020 en liste over 10 anbefalte tiltak, som bedrifter har hatt gode erfaringer med å gjennomføre. Tiltakene på lista er valgt ut fordi de ikke krever lange og omfattende prosesser, og at de hver for seg gir en stor gevinst. Enovas anbefalte tiltak kan du lese i kapittel 6. I figurene på neste side vises prosentvis fordeling av energiforbruk på en gjennomsnittlig fôrflåte, samt enkeltvis potensial for reduksjon av energiforbruk for hver av inndelingene. Aktuelle tiltak må ses i en helhet., fordi de kan ha innvirkning på hverandre, og gjennomføringen av ett tiltak kan redusere gevinsten av et annet.

De mest energikrevende prosessene er som regel knyttet til fôring og fôrflåte, og her finnes det mange alternativer for å få ned energibruken. Batteri for å optimalisere driften, landstrøm og ny teknologi, er sammen med rutiner og god oversikt effektive og lønnsomme tiltak. Energiledelse i oppdrettsnæringen er en kontinuerlig forbedringsprosess som kan gi gevinster både for fisk, energibruk og regnskap.

Energiforbruk på oppdrettsanlegg



Figur 4: Prosentvis fordeling av energiforbruk på et gjennomsnittlig oppdrettsanlegg.
Illustrasjon: RENERGY



Fôring

Fôring av fisk er kjernevirksomheten på et oppdrettsanlegg, og også den mest energikrevende prosessen. Tradisjonell fôringsteknologi blåser fôr fra fôrflåten og ut i merdene ved bruk av kompressorer som skyver fôr ut i merden gjennom luft.

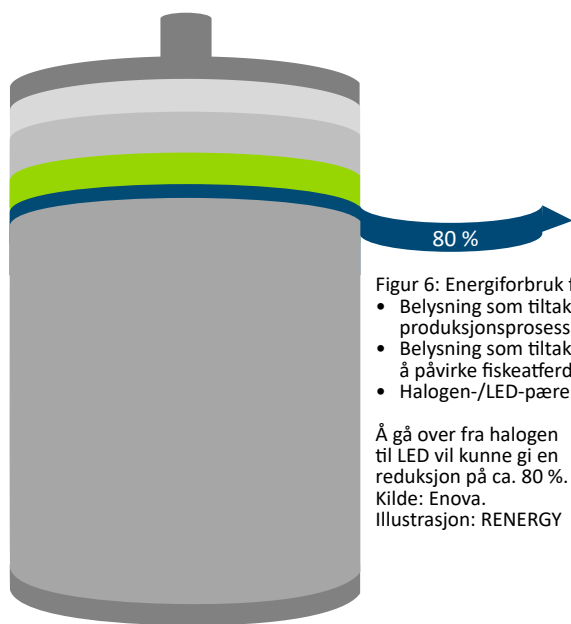
Et typisk oppdrettsanlegg har som regel mellom seks og tolv merder pr. anlegg. Fôret transporteres ut til merdene med luft som produseres av 4–12 blåsere som står på flåten. Hver fôrblåser har som regel en effekt på 22 eller 30 kW. Fisken må fôres på den lyse tiden av døgnet, noe som igjen betyr begrenset mulighet for å spre forbruket utover er begrenset.

Driftssikkerhet og oppetid på det elektriske anlegget er også av stor betydning for personell, fiskevelferd og produksjonsresultat. Ved en strømstans, og dermed stopp i fôringen, kan de største anleggene tape produksjon på opp mot 100 tonn pr. dag. De alvorlige konsekvensene ved strømstans gjør at driftssikkerhet må tillegges vekt ved vurdering av nye energikilder og løsninger for energitilførsel.

Siden fôring har en så avgjørende betydning for både produksjonsresultat og økonomi, vil dermed selv små endringer i fôringsprestasjoner eller produksjonssikkerhet også ha størst betydning i vurderingen av lønnsomheten i prosjektet.

Optimal utfôring er avgjørende for fiskevelferd, fôrutnyttelse, oppnådd produksjon og økonomi. Skal nye løsninger for å få ned energiforbruket til fôring utvikles, må dette skje uten at det går på bekostning av disse faktorene. Ny teknologi for utfôring bør også representere en forbedring for skånsom transport av pellets og mulighet til å tilpasse utfôring til fiskens appetitt og spiseadferd.

En løsning for å få ned energiforbruket er å ta i bruk vannbåren fôring. Tester utført av leverandører av denne teknologien viser til et reduksjonspotensial på mellom 70–90 prosent, sammenlignet med luftfôring. Bare et fåtall leverandører tilbyr dette i dag, og utstyret er i tillegg kostbart. Bransjen nøler derfor med å ta i bruk teknologien. Få leverandører, og dermed liten konkurranse, gjør det utfordrende å gi økonomisk støtte til utbygging av teknologien.



Figur 6: Energiforbruk fra:

- Belysning som tiltak i produksjonsprosess
- Belysning som tiltak for å påvirke fiskeatferd
- Halogen-/LED-pærer

Å gå over fra halogen til LED vil kunne gi en reduksjon på ca. 80 %.

Kilde: Enova.
Illustrasjon: RENERGY

Belysning i merder

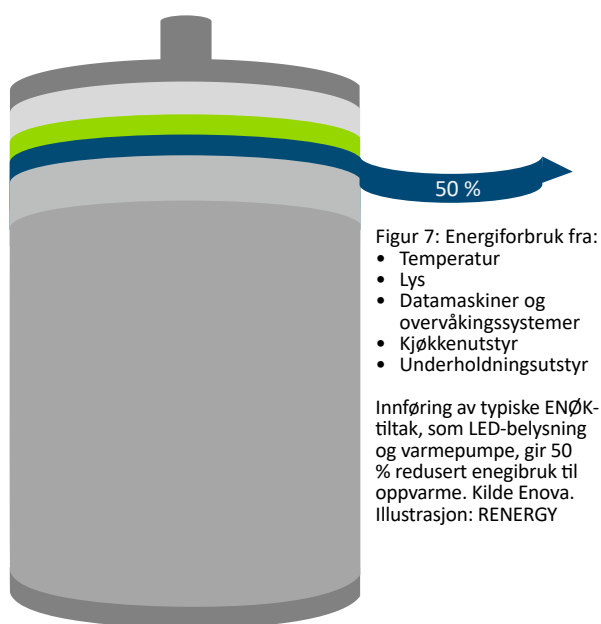
Belysningene i merdene er viktig for bærekraftig og effektiv produksjon. Belysning brukes for å utsette kjønnsmodning, sikre rask tilvekst ved å effektivisere måten de spiser og utnytter fôret på. Noen tester også ut bruk av lys-systemene for å minimere påslag av lakselus ved å stimulere fisken til å svømme dypere og dermed gjøre leveforholdene til lusen dårligere.

LED-lamper er langt mer effektive enn tradisjonelle halogenpærer, og forskjellen i effektbehov mellom tradisjonell halogenbelysning og ny LED-teknologi kan komme opp i faktor ti. Reduksjonen er derfor betydelig ved utskifting i tillegg til lengre levetid og færre utskiftninger. Tilbakemeldingen fra næringen tilsier at så godt som samtlige anlegg allerede har gått over til LED-belysning. Dette fordi det er den beste teknologien som er tilgjengelig, til en relativt lav kostnad.

Selv om et lavere energiforbruk til belysning i merder kan gi økonomisk gevinst i form av lavere kostnader, er driftssikkerhet det viktigste. Dette fordi lyset styrer fiskens adferd. Det er derfor kritisk å unngå strømbrydd ved merdene. Fisken tåler at lyset forsvinner, men dersom lyset kommer brått tilbake vil dette medføre risiko for en panikkreaksjon der all fisken trekker ned i merden. Det kan igjen føre til massedød og rømming.

Derfor er driftssikkerheten rundt lyssystemet særdeles viktig, av både sikkerhetsmessige og økonomiske grunner. I tillegg må endringer i bruk av lys som virkemiddel, hvor tiden med lyspåvirkning av fisken øker, tas i betraktning da det kan føre til at energiforbruket likevel vil være på et relativt høyt nivå

Halogenpærer har i lang tid vært i en utfasing og siden 1. september 2018 har det vært forbud i EU og Norge mot å produsere nye halogenpærer. Dette gjør at det har vært og er en naturlig overgang til LED-belysning grunnet krav fra myndigheter.



Oppholdsrom og kontrollrom

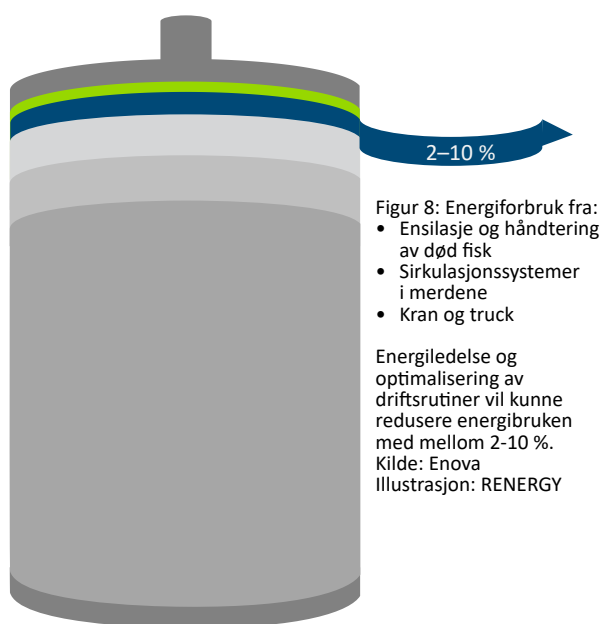
Fisken og miljøet rundt overvåkes og reguleres for å sikre best mulige leve- og vekstforhold. For å gjøre dette må det ofte være personell til stede gjennom hele døgnet, og flåten må være en trygg og komfortabel arbeidsplass for mannskapet.

Den største delen av energibehovet på selve fôrflåten, går med til temperaturregulering av innemiljøet, i tillegg til lys, datamaskiner, kamerasystemer og annet utstyr. Reduksjon av energibruk her vil tilsvare tiltak på private boliger; Installering av varmepumpe er effektivt, smartstyring av oppvarming, og overgang til LED-lys og lysstyring, i tillegg til holdningsendring i betydning energiledelse.

Energibehovet på flåten er relativt konstant, men vil variere med antall personer om bord, årstid og produksjonskapasitet på anlegget. Større anlegg krevet større flåte, mer personell og høyere energibehov.

Energiforbruket til oppholdsrom og kontrollrom er en liten del av totalt energiforbruk på anlegget, likefult representerer det en vesentlig del av grunnlasten, eller det energibehovet som er konstant gjennom et døgn.

En reduksjon av energiforbruket vil faktisk ha stor betydning for dimensjoneringen av en hybridløsning. Selv om hvert enkelt tiltak er lite hver for seg, vil innføring av enkle ENØK-tiltak, som av LED-belysning og varmepumpe, ha en viktig betydning totalt sett, spesielt for å redusere andelen aggregatdrift på hybridanlegg.



Ensilasje, sirkulasjon og teknisk utstyr

Det er i tillegg mengder med annet teknisk utstyr på anlegg og fôrflåte som er viktig for å ivareta den daglige driften. Betydningen av dette er kanskje ikke størst med tanke på strømforbruk, men driftssikkerheten er desto viktigere for å kunne ivareta kritiske funksjoner og forsvarlig drift.

Den største andelen av energibehovet til teknisk utstyr går med til å håndtere fisk som dør eller får sykdom i merdene under produksjon. Det stilles krav om å fjerne «dødfisk» minst en gang daglig for å sikre sunne forhold i merden. Fordi fisk og fiskeavfall råtner fort og ikke tåler lagring over lengre tid, er det nødvendig å behandle avfallet. Denne prosessen kalles ensilering. Når man oppdager død eller syk fisk, må fisken fraktes ut av merdene og samles i en container for så å kvernes, ensilering og lagring.

Ved bruk av luseskjørt og lignende, kan det til tider være behov for å bruke pumpesystemet for å sikre økt vannsirkulasjon i merden. Pumpesystemet har, ved bruk, et betydelig effektbehov. Derfor må mulig bruk tas høyde for i det totale energibehovet

Siden prosessene i seg selv er energikrevende, vil reduksjon av energiforbruk begrense seg til typiske energiledelsestiltak hvor man vurderer og optimaliserer driftsrutinene for å få mest mulig effektiv energibruk.

BARRIERER OG UTFORDRINGER

Havbruksnæringen er positivt innstilt til utslippsfrie energiløsninger, og velger utelukkende landstrøm i dag der det er mulig. Samtidig peker de på utfordringer knyttet til begrensninger i nettkapasitet og investeringskostnader som blir for høy.

Elektrifisering i oppdrettsnæringen fremstilles som en relativt enkel sak med store utslippskutt og besparelser i energikostnader. Basert på avstandsmålinger og antagelser om tilgjengelig kapasitet, er det rapportert at over 80 prosent av oppdrettslokasjoner langs Norges kyst kan kobles til strømmettet på land, men likevel er det kun 60 prosent av anlegg som har vært i drift i 2019 som er tilkoblet. Havbruksnæringen er positivt innstilt til utslippsfrie energiløsninger, og velger utelukkende å koble lokasjoner til strømmettet i de områdene det er økonomisk gunstig. Samtidig peker de på flere utfordringer som er avgjørende for om et anlegg forsvarlig kan kobles til strømmettet eller ikke. Hver lokalitet kan ikke vurderes kun ved bruk av linjal og anslagsvise beregninger, det krever også innsikt i driftsforholdene på oppdrettsanlegget og kunnskap om tilgjengelig kapasitet ved anleggene.

Kapasitet i eksisterende nett og kostbare utbygginger

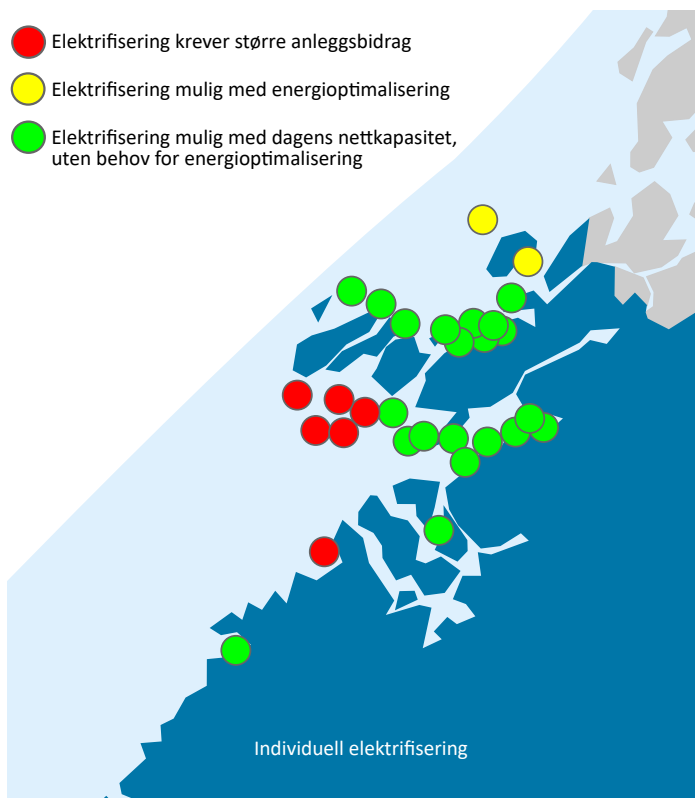
DNV GL har i rapporten «Fullelektrisk fiskeoppdrett», utarbeidet for Energi Norge og Sjømat Norge i 2018, anslått at 80 prosent av all produksjon kan elektrifiseres via landstrøm til en relativt lav kostnad. Forutsetningene for beregningene baserer seg på at nærmeste høyspentlinje, målt i avstand fra anlegget,

har kapasitet og tar ikke høyde for områder hvor flere oppdrettsanlegg må belaste det samme strømmettet. Funn gjort av Sofie Møller, i hennes masteroppgave om elektrifiseringspotensialet i Trøndelag, viser at det teoretiske potensialet kan ligge rundt 80 prosent, men det vil kreve store energireduserende tiltak for anleggene og kan ikke ta hensyn til at flere anlegg kobles til samme strømmett.

Oppdrettsanlegg ligger ofte et godt stykke fra tett bebyggelse, i områder hvor det tradisjonelt er lavt strømforbruk og begrenset kapasitet i strømmettet.

- Elektrifisering krever større anleggsbidrag
- Elektrifisering mulig med energioptimalisering
- Elektrifisering mulig med dagens nettkapasitet, uten behov for energioptimalisering

Figur 9: Kartet viser potensial for elektrifisering av samtlige anlegg i Trøndelag med tilgjengelig nettkapasitet. Energiopptimalisering innebærer blant annet mer energieffektive føringssystemer, LED-belysning, varmepumpe og batterilagring. Kilde: Møller, 2019. Illustrasjon: RENERGY



Figur 10: Kartene sammenligner elektrifisering av ett-og-ett anlegg (venstre) og samtlige anlegg (høyre) nord i Trøndelag, opp imot tilgjengelig nettkapasitet. Energiopptimalisering innebærer blant annet mer energieffektive foringssystemer, LED-belysning, varmepumpe og batterilagring. Kilde: Møller, 2019. Illustrasjon: RENERGY

De fleste oppdrettsanleggene som vil koble fôrflåten til strømmettet på land, må ut med større investeringer for å bygge ut nettet slik at det er dimensjonert for energibehovet. Derfor er det lite realistisk å gå ut fra at det nærmeste koblingspunktet nødvendigvis har leveringskapasitet.

Dersom vi ser flere eller alle oppdrettsanlegg i et gitt område under ett, vil det bety helt andre kapasitetsutfordringer enn om man vurderer de individuelt. Selv med store energireduserende tiltak vil en del slike områder medføre store nettførsterkninger og nettutbygginger for å imøtekomme det samlede energibehovet. Et godt eksempel fra oppgaven til Møller, er området Nærøysund nord i Trøndelag. Teoretisk, om man vurderer hvert enkelt anlegg mot nettet, kan 21 av 29 ikke-elektrifiserte anlegg kobles til strømmett. Med en gang man ser på anleggene samlet mot dagens nett, er det kun 7 av 29 anlegg som kan kobles til uten å utløse anleggsbidrag til nødvendige nettførsterkninger.

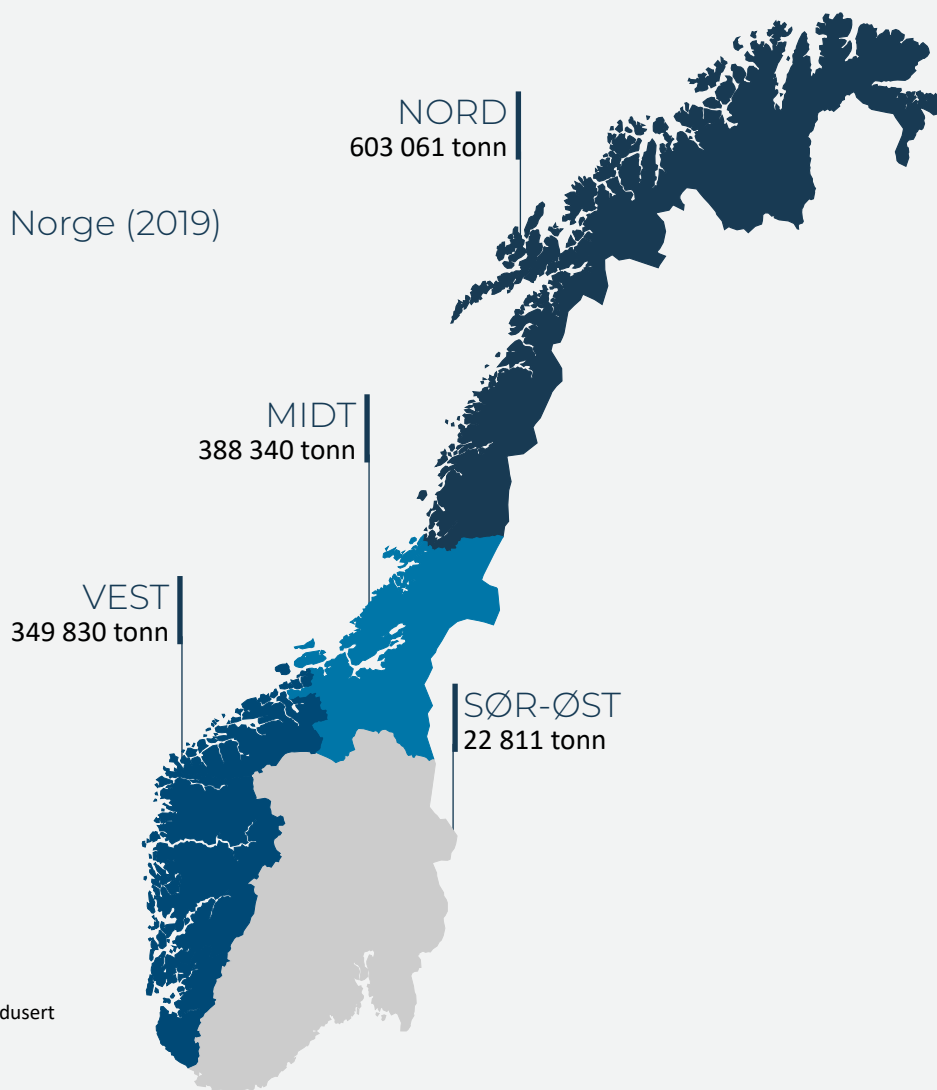
Rundt 70 prosent av de elektrifiserte anleggene ligger sør i Trøndelag. Individuelle vurderinger tilsier at 14 av de 24 ikke-elektrifiserte anleggene kan kobles til nett i dag. Selv om nettet i de sørlige delene av fylket i større grad er bedre utbygd med tanke på kapasitet sammenlignet med nord, vil det reelle tallet på antall lokaliteter som kan elektrifiseres, være lavere. Dette skyldes de samme utfordringene som i nord, hvor flere av anleggene vil måtte koble seg til samme punkter i områder hvor nettkapasiteten ikke er høy nok.

Ut fra intervjuer og samtaler med næringen, er andelen oppdrettsanlegg som er elektrifisert størst sør i landet. Beveger vi oss nordover i landet blir avstandene mellom lokasjon og eksisterende nett større og det blir dyrere å koble til eksisterende nett. Dette bekreftes også av ferske tall fra en statuskartlegging for Miljødirektoratet gjennomført av aPOINT i samarbeid med Kontali Analyse og Doxacom. Hovedfunnene i rapporten viser at ca. 60 prosent av eksisterende oppdrettsanlegg i Norge er tilkoblet landstrøm, dersom man vurderer de anleggene som er i drift.

Tallene viser en tydelig trend på høyere andel lokaliteter som er hybridisert nord i landet. I samtale med bransjeaktører, bekreftes dette og de sier at det meste som er mulig å tilknytte nettet er allerede tilknyttet. Dette forklares med store avstander til eksisterende nett og høye kostnader knyttet til anleggsbidrag.

Masteroppgaven "Energiomlegging av oppdrettsanlegg i Finnmark" (Mørk, 2020) tar for seg potensialet for landstrømstilkobling for 29 anlegg i Finnmark. Her ble 15 anlegg vurdert som teoretisk lønnsomme å koble til eksisterende nett, basert på avstandsmålinger og et fast anslag på 550.000 NOK i anleggsbidrag. For enkelte anlegg vil dette kunne stemme godt, men eksempler i oppgaven viser også til enorme tilleggskostnader dersom nettet ikke har kapasitet. For et av anleggene var det vurdert ekstra kostnader for 50 millioner NOK i anleggsbilag.

Lakseproduksjon i Norge (2019)



Figur 11: Oversikt og fordeling av antall tonn produsert laks i Norge i 2019. Kilde: Fiskeridirektoratet. Illustrasjon: RENERGY

En annen kostnad som ble avdekket var krav om oppgradering av kommunikasjonslinjer grunnet nye regler for innsamlingssystemer til smarte strømmålere. Investering i slike fiberforbindelser kan alene koste opp mot én million NOK pr. lokalitet, i tillegg til anleggsbidrag.

Biologiske faktorer og brakklegging

Produksjonsvolum og kontinuitet i drift har stor betydning for nedbetalingstiden ved elektrifisering av lokaliteter. Havbruksnæringens kjernevirksomhet er å produsere sunn og frisk fisk med høy kvalitet og god fiskehelse, energibesparende tiltak kan ikke skje på bekostning av fiskens helse. Lakselus eller utbrudd av sykdommer vil påvirke energibehovet grunnet behov for energikrevende behandling, biosikkerhetstiltak og redusert produksjonsvolum.

Lakselus, sykdomsbildet og vannparameterne er tre faktorer som har mye å si for fiskehelse, fiskens appetitt og dermed også energibruken i et oppdrettsanlegg. Flytende lukkede og semi-lukkede oppdrettsanlegg er teknologi som kan ha fordeler sammenlignet med tradisjonelle nettbaserte merder, hvor man bedre kan ha kontroll på vannkvaliteten og lus i systemet.

Samtidig, vil slike anlegg kreve nye systemer og mer energi fordi vannet må skiftes ut jevnlig. Nødvendig oksygenproduksjon ved slike systemer er også en vesentlig forbruker av energi.

I perioder mellom slakting og utsetting, må lokaliteter av helse- og miljøhensyn rutinemessig legges brakk. Under brakklegging er det ingen produksjon av fisk i anleggene. Rundt 1/3 av alle anlegg med driftstillatelse er til enhver tid brakklagt og i denne perioden blir merder og utstyr desinfisert, rengjort og inspisert. Det er en minimumsperiode for brakklegging på åtte uker for alle anlegg, i tillegg kan Mattilsynet og Fiskeridirektoratet vedta lengre brakkleggingstid for enkelte lokaliteter og koordinert brakklegging av et område av hensyn til fiskehelse og miljøpåvirkning.

Norskekysten er delt inn i totalt 13 produksjonsområder (PO). Næringsaktører i enkelte områder samarbeider tett og jobber blant annet med soner hvor man har kollektiv brakklegging over lengre perioder. Dette gjøres for å beskytte den yngre fisken mot mulig smitte fra eldre fisk. Enkelte soner, som områdene rundt Midt-Norge, kan ha kollektiv brakklegging i seks måneder. I et økonomisk

perspektiv kan dette være en utfordring med tanke på nedbetalingstiden knyttet til installasjon av landstrøm.

Krevende områder med større smitteutbrudd eller andre biologiske faktorer kan også føre til buffersoner hvor det er forbudt med anlegg innenfor sonen. Slikte buffersoner gjør at enkelte lokaliteter har mindre forutsigbarhet. Dersom man må flytte lokaliteten etter tre til fem år vil det i det i flere tilfeller være økonomisk utfordrende med landstrøm.

Begrenset tilgang på ny teknologi

Ny fôringsteknologi som vannbåren fôring anslås å kunne gi store energibesparelser. I følge AKVAgrou, som tilbyr teknologien, har tester vist et redusert energibehov mellom 70–90 prosent, sammenlignet med luftfôring. Teknologien er fortsatt under testing og endelige resultater for fisk av ulik størrelse er ikke nødvendigvis tilstrekkelig pr. i dag. Det ligger også utfordringen knyttet til at utstyret er kostbart og kun et fåtall leverandører kan tilby teknologien. Det er ikke ønskelig for bransjen å binde seg til en leverandør og det er utfordrende for offentlige virkemidler å gi økonomisk støtte for utbygging av teknologi som ikke har større konkurranse i markedet.

Bransjen selv sier at fôringsteknologien har liten utvikling og domineres av et fåtall aktører. Teknologiene er like, og da er det naturlig at oppdretteren i stedet for å se etter nye løsninger, er opptatt av pris. Et nytt fôringssystem vil kreve store investeringer, og energieffektiviseringen i seg selv vil ikke forsvare en slik investering. Bransjen er tydelig på at det må flere aktører på banen, og dersom de kan vise til store besparelser i fôrforbruket, så vil næringen raskere kunne bite på.

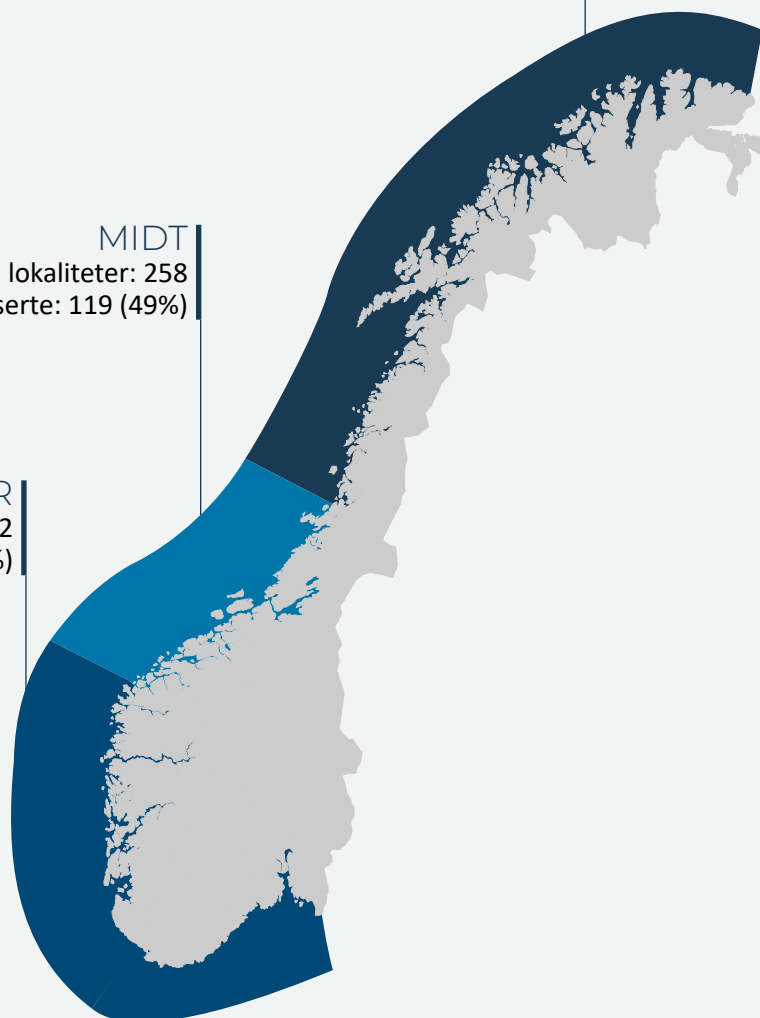
Oppdrettslokaliteter i Norge (2020)

Antall lokaliteter:	1031
• Elektrifiserte:	467 (57 %)
• Hybrid:	30 (4 %)
• Diesel:	329 (40 %)

VEST OG SØR
Antall lokaliteter: 362
Elektrifiserte: 173 (67%)

MIDT
Antall lokaliteter: 258
Elektrifiserte: 119 (49%)

NORD
Antall lokaliteter: 411
Elektrifiserte: 175 (53%)



Figur 12: Oversikt over oppdrettslokaliteter i Norge i 2020. Oversikten er basert på en kartlegging for Miljødirektoratet gjennomført av aPOINT i samarbeid med Kontali Analyse og Doxacom. Av de 1031 lokalitetene, er om lag 719 i drift. Rundt 1/3 av alle anlegg med driftstillatelse er til enhver tid brakklagt. Illustrasjon: RENERGY

VEIEN VIDERE

Med over 1000 oppdrettsanlegg spredt langs hele kysten er norsk havbruksnæring en svært desentralisert industri, ofte beliggende i eksponerte områder langt fra annen infrastruktur. Der annen norsk industri i over 100 år har benyttet våre fornybare energiresurser som et fortrinn, vil det for mange av oppdrettsanleggene derfor være en stor utfordring å gå over fra enkel, veletablert og forutsigbar dieseldrift til helt nye løsninger for drift basert på fornybar energi.

Sikker tilgang på energi er kritisk, både av biologiske og økonomiske hensyn. 60 % av anleggene er nå elektrifisert på tradisjonelt vis via nettilknytning. Sikker, ren og i de fleste tilfeller, billigere enn diesel som energikilde.

Dette er også et markedsmessig fortrinn, da dette er den eneste fisken i verden som har vokst opp i anlegg drevet av fornybar energi. De resterende 40 % av anleggene byr på større utfordringer, men derigjennom også muligheter for å utvikle nye løsninger for utslippsfri oppdrett i områder langt fra kraftnettet. Norsk havbruksnæring er et ypperlig hjemmemarked for å realisere slike pilotprosjekter, og ikke minst videreutvikle pilotene til kommersielle løsninger for internasjonale markeder.

Overordnet må fokuset rettes mot å utvikle teknologi- og systemløsninger som reduserer effektbehov og energibruk. Gode demo- og pilotprosjekt for validering av løsningene vil bidra til å redusere strukturelle barrierer og utløse potensialer for optimalisering og bedret lønnsomhet i nye nullutslippsløsninger, og slik akselerere omstillingen til fornybar energiforsyning. Vi anbefaler satsinger innenfor disse områdene:

Fremtidens foringsflåter

Når fremtidens oppdrettsanlegg skal utvikles, må det gjøres en samlet gjennomgang av teknologi, utstyr og prosesser som er nødvendig i produksjonen. Det må utvikles helhetlige teknologiløsninger og energisystemer som er optimalisert både med hensyn til effektbehov og biologiske krav. Energibruk må balanseres opp mot tilgang, og nullutslippsanlegg vil nødvendigvis bestå av både rene off-grid anlegg til hybridanlegg med optimaliserte kombinasjoner landstrøm dimensjonert til lav grunnlast, og batteri dimensjonert for effekttopper.

Utvikle ny fôringsteknologi

Optimalisering av eksisterende løsninger, og videreutvikle ny teknologi, som vannbåren foring. Uavhengig av teknologi må en mer energieffektiv fôring ikke gå på

bekostning av fôringsprestasjoner og produksjon. Foringssystemer innebærer store investeringer, det må derfor utvikles optimalisering av eksisterende luftbåren teknologi, i tillegg til utvikling av flere løsninger for vannbåren foring, eller helt ny teknologi med stor energibesparing.

Energihub-er

Nye modeller og løsninger for områdebasert forsyning av fornybar energi. Det kan være semimobile moduler med hydrogen som energibærer. Utstyrt med brenselcelle kan slike moduler også ha merkapasitet for lading av batteri-dieselhybrid fartøy. Man kan også se for seg flytende eller øybaserte installasjoner, fordelingspunkter med høyspent fra nett som skal fleksibelt fordele lavspenning til nærliggende anlegg.

Forretningsmodeller

Bygge nye samarbeidskonstellasjoner og verdikjeder for energiforsyning, kort sagt energi som tjeneste. Det kan innebære å utvikle systemleveranser som alternativ til enkeltteknologier og nisjeleveranser og nye finansieringsmodeller som for eksempel leasing. Det er allerede, gjennom prosjektet Energi i havbruk, igangsatt et samarbeidsprosjekt mellom NTE og Sinkaberg Hansen med formål om å utvikle nye forretningsmodeller.

Utviklings- og forskningskonsesjoner for nullutslippsløsninger

Ved å utnytte konsesjonssystemet for havbruk og fiskeri vil man kunne eskalere utviklingstakten. Dagens utviklingskonsesjoner for miljøløsninger i havbruksnæringen, eksempelvis havmerder, vil gi investeringer på 5-6 milliarder kroner i nye miljøløsninger. En tilsvarende konsesjonsutlysning med nullutslippskrav på anlegg og fartøy vil føre til banebrytende løsninger innen smart energiteknologi, off-gridløsninger, batteri- og hydrogenteknologi. Dette vil på svært kort tid gi betydelige utslippskutt, og ikke minst gi norske teknologibedrifter et forsprang i eksportmarkeder for ny grønn teknologi.

10 anbefalte tiltak fra Enova

Her er et utvalg av tiltak fra Enova, som andre bedrifter har hatt gode erfaringer med å gjennomføre. Tiltakene på lista er valgt ut fordi de ikke krever lange og omfattende prosesser, og at de hver for seg gir en stor gevinst.

Les mer om tiltakene på nova.no/kunnskap/oppdrettsanlegg

Energiledelse inkludert EOS

Energiledelse bidrar til at lønnsomme tiltak blir identifisert og gjennomført slik at energibehov, kostnader og klimautslipp reduseres.

Energisparepotensial: 2-10 % av den totale energibruken

Andre gevinster: Forutsigbare kostnader, struktur og kultur for forbedringsarbeid, i tillegg til økt konkurranseevne.

Etablere landstrøm på fôrflåteanlegg

Å konvertere fra fôrflåteanlegg basert på dieselaggregat til kablet landstrøm gir økt virkningsgrad.

Energisparepotensial: 60-70 % reduksjon av den totale energibruken.

Andre gevinster: Utslippsreduksjoner ved konvertering fra fossilt drivstoff til elektrisitet.

Etablere batterihybriddrift på fôrflåteanlegg

På fôrflåteanlegg som ikke kan kobles til stasjonær landstrøm kan det installeres batterilagring, gjerne kombinert med solcelle eller vindmølleteknologi.

Energisparepotensial: 20-50 % reduksjon av totalt dieselforbruk.

Andre gevinster: Reduserte utslipp og effektopper.

Rutine for drift av fôrblåseanlegg

Å etablere gode rutiner for rengjøring og vedlikehold av fôrblåseanlegg sikrer optimale driftsforhold for blåsemaskiner og fôringssløyer.

Energisparepotensial: 10-15 % av energibruk til blåsemaskin.

Etablere LED-belysning på flåter og i merder

Det er mye å spare på å erstatte konvensjonell lysteknologi med LED-belysning og lysstyring, både over og under vann.

Energisparepotensial: 80% av energi til belysning.

Vurdere alternativ utfôringsteknologi

Det å erstatte konvensjonell utblåsing av fôr med annen fôringsteknologi kan redusere energibehovet til fôring.

Energisparepotensial: 50 % av energibruken til fôrblåsing.

Andre gevinster: Reduserte utslipp av mikroplast.

Optimal drift av hjelpebåt

For hjelpebåter som brukes til drift av flåte/merdeanlegg bør drivlinje/energiløsning vurderes. Elektrisk drivlinje og øko-kjørekurs/driftskurs for driftsoperatører kan også være hensiktsmessig.

Energisparepotensial: 5-50 % av dieselforbruk til hjelpebåt.

Optimal design av rør og pumpeløsning

Reduser strømningsstapet ved å optimalisere rørføringer og inn/utløp av tanker. Pumper og motoreffekt bør tilpasses etter behov, unngå overdimensjonering og vurder frekvensstyring.

Energisparepotensial: 5-30 % av energi til pumpedrifter.

Optimalisering av oppvarmingsløsning på fôrflåte

Vurder om det er tilgjengelig overskuddsvarme for eksempel fra dieselaggregat, som kan utnyttes til oppvarming. Bruk av varmpumpeløsning kan også være aktuelt.

Energisparepotensial: 10-50 % av energibruk til oppvarming.

Optimal oppvarming av arbeids- og oppholdsrom

Varmpumpe bør installeres for oppvarming av arbeids- og oppholdsrom.

Energisparepotensial: 50 % av energibruk til romvarme.

SENTRALE RAPPORTER OG UTREDNINGER

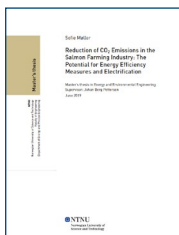
I arbeidet med denne rapporten har vi gjennomgått mange av de mest relevante rapporter og utredninger fra de siste årene. Vi har valgt å ikke kildehenvise detaljert i teksten, men heller samle de mest sentrale rapportene og utredningene her.



Grønt skifte i havbruk - Laks på landstrøm kan kutte 300 000 tonn CO₂
(ABB, Bellona, 2018)



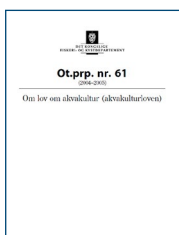
Fullelektrisk fiskeoppdrett - Prosjekt for Energi Norge og Sjømat Norge
(DNV GL, 2018)



Reduction of CO₂ Emissions in the Salmon Farming Industry: The Potential for Energy Efficiency Measures and Electrification
(Sofie Møller, NTNU, Masteroppgave, 2019)



Nøkkeltall fra norsk havbruksnæring 2019
(Fiskeridirektoratet, 2019)

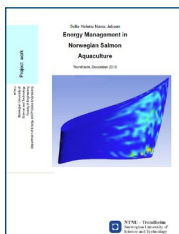


Om lov om akvakultur (akvakulturloven), Ot.prp. nr. 61; 2004-2005
(Fiskeri- og kystdepartementet, 2005)



Verdiskaping basert på produktive hav i 2050

(NTVA og DKNVS, 2012)



Energy Management in Norwegian Salmon Aquaculture

(Sofie Helene Næss Jebsen, NTNU, Prosjektoppgavem 2019)



Energiomlegging av oppdrettsanlegg i Finnmark

(Thea Mørk, NMBU, Masteroppgave, 2020)



Greenhouse gas emissions of Norwegian seafood products in 2017

(SINTEF, 2020)



Bedre datagrunnlag i havbrukssektoren

(Kontali, Doxacom, aPOINT, notat for Miljødirektoratet, 2020)

Energi i Havbruk

OPTIMAL ENERGIBRUK PÅ OPPDRETTSANLEGG

Delrapport | Januar 2021

Utgitt av: RENERGY - Renewable Energy Cluster

Delfinansiert av: Trøndelag fylkeskommune

Prosjektansvarlig: Thomas Bjørdal
thomas@renergycluster.no | 958 93 289



www.renergycluster.no