

# Drift av eksponerte oppdrettslokaliteter – hvor trykker skoene?

*Lakseoppdrett drives i dag på lokaliteter som er mer eller mindre eksponerte for strøm, bølger og vind. Hva er de viktigste begrensningene eller utfordringene for sikker og forsvarlig drift på de mer eksponerte lokalitetene? Hvor trykker skoene for oppdrett på eksponerte lokaliteter? Hvilke operasjoner eller tekniske løsninger er det behov for videreutvikling av? Disse spørsmålene har midt-norske aktører i fellesskap forsøkt å finne svarene på.*

Av: Merete G. Sandberg, Andreas Myskja Lien og Leif Magne Sunde, SINTEF Fiskeri og havbruk AS, Kristine Vedal Størkersen, NTNU samfunnsforskning ved Studio Apertura, Lars Helge Stien, Havforskningsinstituttet og Finn Victor Willumsen, AquaCulture Engineering AS (ACE)

## Samarbeid for å knekke koden

Eksponert oppdrett er et begrep som brukes i økende grad i forbindelse med havbruk. Det er imidlertid et begrep som både brukes og tolkes forskjellig. Det kan for eksempel tolkes etter lokalitetsklassene i Norsk Standard NS 9415. En annen tolkning kan være antall dager det er mulig med tilstedeværelse og ha manuelt tilsyn med merdene. I dette prosjektet har vi valgt å definere eksponerte lokaliteter som «oppdrettslokaliteter som er mer utsatt for bølger, strøm og/eller vind enn de fleste lokaliteter er i dag».

Desto mer et oppdrettsanlegg ligger eksponert for vind, bølger og strøm, desto større er utfordringen med å gjennomføre de nødvendige operasjoner som kreves for lakseproduksjon i sjø og oppfyllelse av Akvakulturdriftsforordningen. Teknologi og metoder som benyttes i dag tillater i begrenset grad arbeid i tung sjø og sterk strøm, noe som gjør at tidsvinduet for gjennomføring av operasjoner krymper.

Oppdrettsbedrifter (figur 1), leverandørbedrifter og forskningsmiljøer i Midt-Norge har et spesielt fokus på oppdrett av laksefisk på eksponerte lokaliteter. Temaet har gjennom næringsklyngen akvARENA vært på dagsorden siden 2009. Ved å beherske og ta i bruk mer eksponerte lokaliteter vil det åpnes nye muligheter for å øke verdiskapingen i norsk havbruk. For næringsaktørene representerer mestring av oppdrett på mer eksponerte sjøområder en mulighet for mer

tilgjengelig areal med bedre produksjonsbetingelser med tanke på vannmiljø. For leverandørene betyr utvikling av nye løsninger, som bedre utstyr og tjenester, styrking av konkurransekraft også i en internasjonal sammenheng.

AquaCulture Engineering AS (ACE) har vært prosjekteier for prosjektet «Erfaringer

FIGUR 1



Oppdrett på eksponerte lokaliteter – krevende for folk, fisk og utstyr

FOTO:AQUALINE

og analyser fra drift av oppdrettsanlegg på eksponerte lokaliteter», der en bredt sammensatt gruppe av oppdrettselskaper, leverandører og FoU-aktører, samt næringsklyngen akvARENA har vært involvert. Prosjektet ble finansiert av aktørene selv og Regionalt Forskningsfond Midt-Norge.

## Metoder og utvalgsriterier

Funnene er basert på intervju med ansatte og observasjon under gjennomføring av operasjoner på fire oppdrettslokaliteter i Midt-Norge. I tillegg ble det innsamlet informasjon om lokalitetene, driftsdata og avviksrapporter fra alle anleggene.

De fire lokalitetene er ikke av de mest ekstreme med hensyn til bølger og strøm når man studerer lokalitetsundersøkelsen

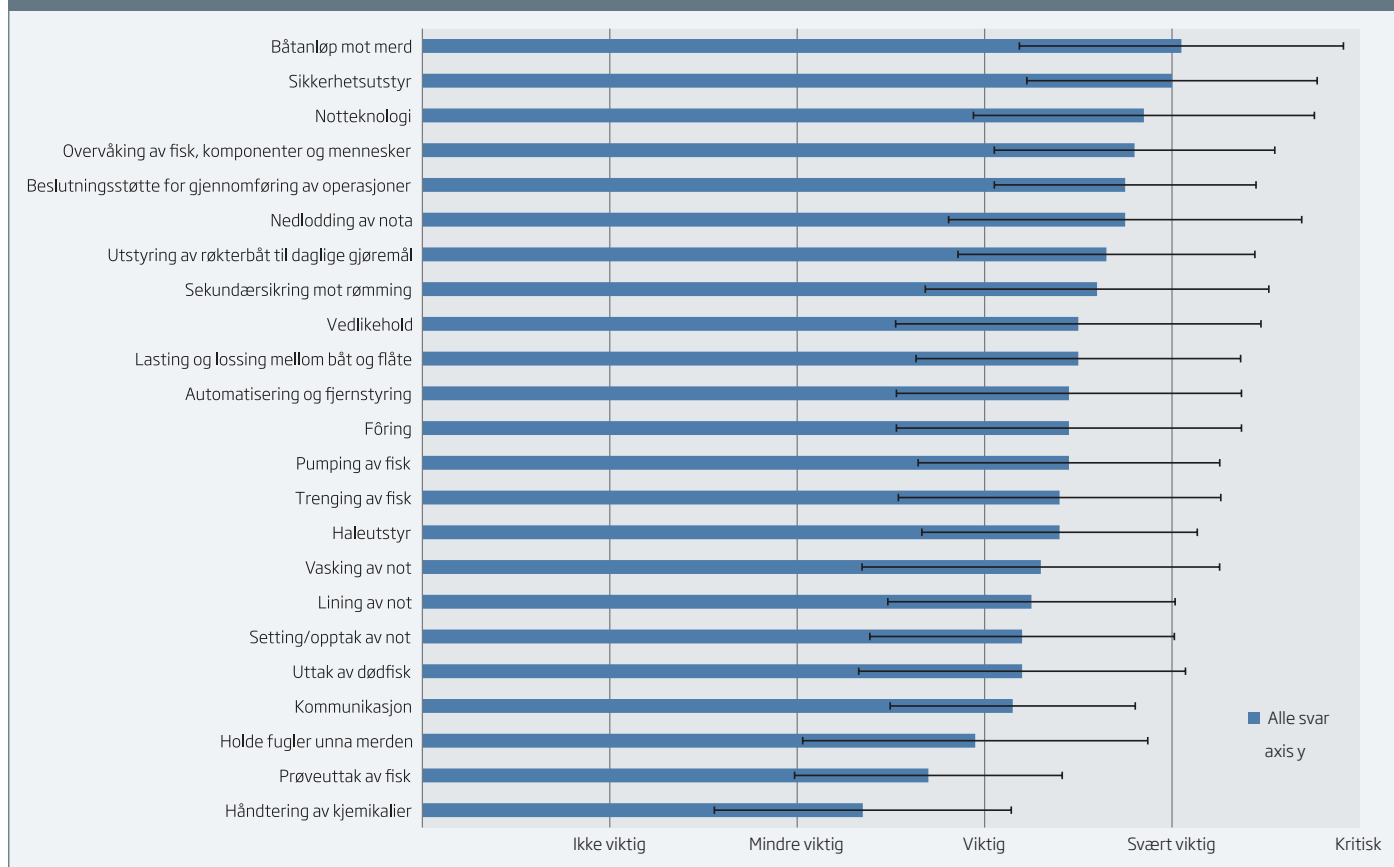
(kategorisert i lokalitetsklassene Cb, Cc, Db, Dc og Eb), men de er valgt ut av oppdretterne i prosjektet og anses som eksponerte innad i de respektive oppdrettselskaper på bakgrunn av hvor ofte operasjoner kan gjennomføres, eller om det er store utfordringer med å få gjennomført dem.

Det ble også gjennomført en spørreundersøkelse basert på utsagn fra intervjuene. Denne gikk ut på å prioritere teknologi og operasjoner som må forbedres for å løse utfordringer ved eksponerte lokaliteter. Undersøkelsen ble besvart av 20 personer fra 18 ulike selskaper, forvaltningsorganer og organisasjoner i næringen i hele Norge.

På slutten av prosjektet ble det gjennomført en workshop for å kvalitetssikre resultatene med oppdrettere og leverandører i næringen.

FIGUR 2

## UTFORDRINGER MED EKSPONERTE LOKALITETER



### Teknologi og aktiviteter

Basert på uttalelser fra røkterne som ble intervjuet, og svarene i spørreundersøkelsen knyttes de største utfordringene til båtanløp mot merd, notteknologi, overvåking av fisk, komponenter og mennesker, beslutningsstøtte for gjennomføring av operasjoner og nedlodding av not. (Figur 2) Sikkerhetsutstyr ble også rangert høyt i spørreundersøkelsen, men ettersom mange bedrifter er engasjert i utviklingsarbeid på dette området, blir det holdt utenfor her.

### Båtanløp mot merd

Røkterne må til enhver tid vurdere risikoen for rømming. Store operasjoner som avlusing, sortering og flytting av fisk krever at store båter legges helt inntil merdene, noe som kan øke faren for skade på utstyr og rømming (figur 3). Slike båter kan gi store belastninger på anlegget som forsterkes med økt eksponering for strøm, bølger og vind. Store operasjoner er derfor avhengige av rolige forhold, og på eksponerte lokaliteter snevres dermed tidsvinduet inn. Disse utfordringene krever nye løsninger for båtanløp og fortøyning ved merdene.

FIGUR 3



Store båter legges helt inntil merdene, noe som kan øke faren for skade på utstyr og rømming

FOTO: AQUALINE

### Notteknologi

Nylnonnoter er relativt skjøre og det er kritisk å holde gjenstander som kan skade nota borte. Dette gjelder alt fra båtpropeller til førsprederer. De siste årene har 2/3 av all fisk som har rømt sluppet ut gjennom hull i nota (Jensen, et al., 2010). Det finnes alternativer til nylonnot, men ingen er per i dag blitt tatt i bruk i noen stor grad i Norge. Ved utvikling av ny notteknologi er det viktig å tenke på hvordan den kan implementeres i daglig drift.

### Overvåking

Lokaliteter som ligger på kysten gjør også reisen ut til lokaliteten risikabel. Enkelte dager er det ikke forsvarlig å reise ut i det hele tatt. Kamera og muligheter for å styre føringssystemene fra en landbase er viktige i en slik sammenheng. I tillegg til kamera kan andre overvåkningsløsninger også bidra til tilsyn og å holde kontroll på at komponenter er intakte.

### Beslutningsstøtte

Beslutninger om å reise ut på anlegget, eller å gjennomføre en operasjon, baseres i dag på erfaring og skjønn. Dette gjør at det legges stort press på røkterne på flåten om å vurdere riktig. En utsatt operasjon kan få konsekvenser for fiskevekst og miljø, mens en operasjon som gjennomføres når det ikke er forsvarlig, kan resultere i ulykker. Et beslutningsstøtteverktøy for når en operasjon kan gjennomføres, vil kunne lette presset på ansvarshavende på flåten. Denne vil ikke lenger måtte begrunne beslutningen med å utsette en operasjon kun med egne vurderinger. Et slikt verktøy vil også kunne redusere utgifter knyttet til eventuelle avbrutte operasjoner, samt risiko for uønskede hendelser som personskade og rømming.

### Nedlodding av not

Bunnring er en utbredt metode for å spile ut og lodde ned nota, men den har sine utfordringer. Sterk strøm kan deformere og forflytte en not betraktelig (Lader, et al., 2009), og skape kontaktslitasje mellom nota og kjettingene som holder bunnringen, noe som er en av hovedgrunnene til hull (Jensen, 2011). Heving og senking av bunnringen krever bruk av kran, noe som er vanskelig og risikabelt i store bølger. Når det andre løftet tas i kjettingen, er det gjerne en lang løsende som slenger frem og tilbake og kan treffe de som jobber på båtdekket. Det er et behov for å se på andre løsninger for nedlodding av nota og heving og senking av denne.

Kort oppsummert bør videre studier dreie seg om følgende:

- Utvikling av ny teknologi/metoder for å utvide tidsvinduet for operasjoner, slik at operasjonene kan gjennomføres under tøffere miljøforhold. Dette kan være løsninger som muliggjør gjennomføring av operasjoner uten bruk av kran.

FIGUR 4



Det er en utfordring å få gjennomført oppgavene på merdkanten når mye av kreftene går med på å holde seg fast.

FOTO: AQUACULTUREENGINEERING (ACE)

- Utvikling av ny teknologi for mer skånsom interaksjon mellom komponenter og mellom konstruksjoner og båter.
- Utvikle teknologiske løsninger som reduserer risikoen for feilhandling og som er mer automatisert for å redusere skaderisiko.
- Objektive kriterier for når operasjoner kan gjennomføres, for eksempel i forhold til vær.

### Risiko og utfordringer for personellet

Intervjuene og observasjonene viste at de viktigste utfordringene for personsikkerhet



**maskon**

ET SELSKAP I LT GRUPPEN

www.maskon.no

## High Speed Vaccination



SalMar var de første til å ta i bruk vaksinemaskinene fra Maskon og har i dag 3 anlegg. Bjørn Hembre (Settefisksjef) hos SalMar begrunner valget slik;

«Vi benytter Maskon sine vaksinemaskiner fordi de presterer vaksinerings av god kvalitet, har høy kapasitet og krever svært lite bemanning. Dette i sum gir god lønnsomhet.»



### Innmatingsmodul

Modul for helautomatisk innmating og singulering av fisk til vaksinemaskin.

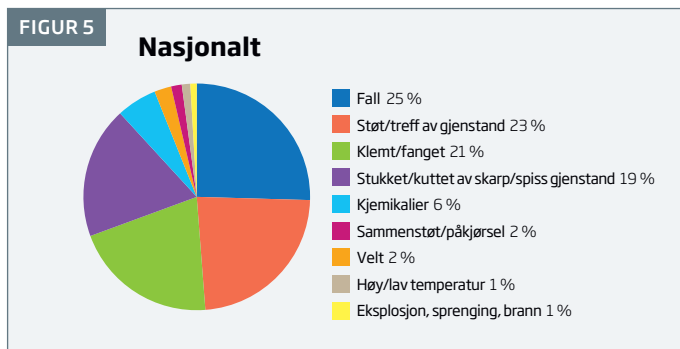


### Bedøver

Automatisk 2-kammer bedøver for kontinuerlig drift og mengdekontroll.

- Kamerabasert teknologi for individuell styring av nål på stikkpunkt og lengde. Dokumentert meget høy presisjon og generell kvalitet for stikking
- Bemanningsbehov 1 operatør. Meget betjeningsvennlig
- Håndterer usortert 35 – 150 grams fisk – leverer ut sortert i 5 vektclasser
- Finnes i 2 versjoner: VX8 med 8 injeksjonsenheter, kapasitet opptil 20.000 fisk/time og VX4 med 4 injeksjonsenheter, kapasitet opptil 10.000 fisk/time.

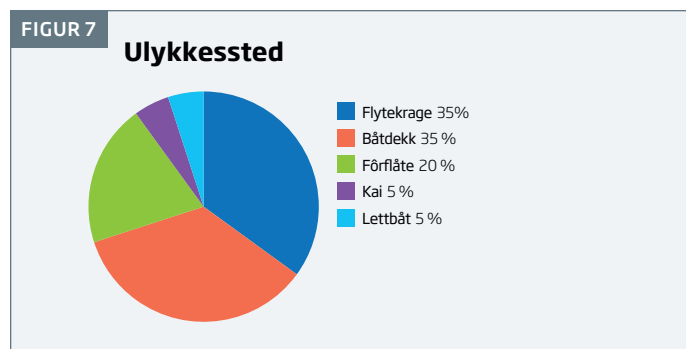
MASKON - www.maskon.no - Stjørdal, Norway - Tlf. +47 74 80 30 40



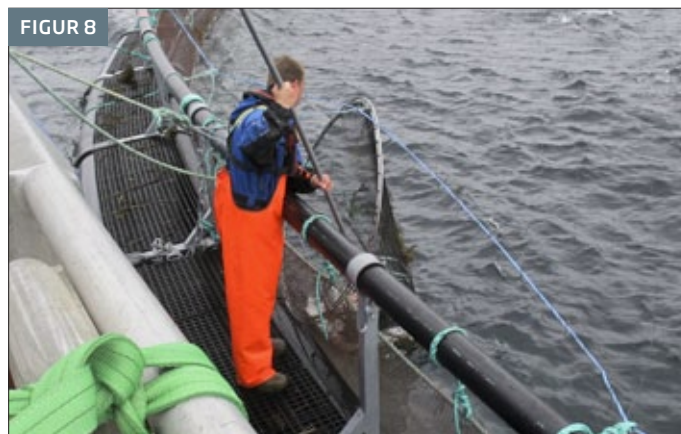
Arbeidstilsynets statistikk over personskader i havbruk fordelt på ulykkeskategorier, 2003–2009.



Personskader på lokaliteter i prosjektet fordelt på ulykkeskategorier (n=20 avviksrapporter) Salomonsen 2010.



Ulykkessted på lokaliteter i prosjektet (n=20 avviksrapporter).



Det er viktig å holde kontroll på dødfisken for å oppfylle Akvakulturdrifts-forskriften. FOTO: ANDREAS MYSKJA LIEN

i eksponert fiskeoppdrett, utover at man til enhver tid må passe på at fisken holder seg i live og i merdene, er ergonomi, arbeidsorganisering og kompetanse.

Noen røkttere sliter med belastningsplager og skader grunnet dårlig ergonomi. Spesielt medfører lining av not og uttak av fisk med høy tunge løft og vanskelige arbeidsstillinger (figur 4).

Flere sider ved arbeidsorganiseringen utfordrer sikker røktting. Det kan være utfordrende å planlegge oppgavene når man må forholde seg til vær, dagslys og uforutsette omstendigheter (som fartøyers ruteplan). Mange operasjoner gjennomføres i mørke og med sterk vind. I tillegg foregår fortsatt alenearbeid. Arbeid under vanskelige forhold øker sannsynligheten for at en ulykke inntrer, og forverrer konsekvensene.

Mange av beslutningene tas basert på erfaring. Med unntak av noen få lokaliteter, der røkterne selv har satt grenser, finnes det svært få objektive kriterier for når en kan gjennomføre en operasjon. For eksempel tas beslutningen om å gjennomføre tilsyn på merden og dødfiskuttak ofte etter en runde med båten for å «kjenne» på været. Da kreves god kunnskap om egne og utstyrets begrensninger for å kunne ta forsvarlige avgjørelser, og røkttere med praktisk erfaring, utdanning og sikkerhetsbevissthet er uvurderlige, spesielt på eksponerte lokaliteter. Det kan være vanskelig å få tak i personell med denne kompetansen.

Røkterne har ansvar for store mengder levende fisk. Det viktigste for dem er å ha kontroll på fisken og at den vokser godt. Oppdages for eksempel et hull i en not, må dette repareres så fort som overhodet mulig, selv om det er uvær. Røkterne vil da kunne komme i skvis, og stå ovenfor å vurdere egen sikkerhet i forhold til fiskens.

En gjennomgang av avviksrapporter fra sist utslaktet generasjon fisk fra de fire lokalitetene, viste at ulykkeskategoriene som dominerer er de samme som i Arbeidstilsynets statistikk

(Salomonsen, 2010) (figur 5). Ved de fire eksponerte lokalitetene er det flest fallrelaterte ulykker (figur 6) og ulykkene skjer i hovedsak på arbeidsbåten eller på flytekragen (figur 7). Dette kan ha en sammenheng med at flere operasjoner blir utført i urolig sjø, og at det er vanskeligere å oppholde seg på et dekk og en flytekrage som tidvis er i kraftig bevegelse.

For å ivareta personellens sikkerhet må næringa bruke ressurser på:

- Utstyr og organisering som kan gi mindre belastende arbeid
- Planlegging av oppgaver, med nok folk samt tidsbuffer i leveringsfartøyenes rutetider, for å redusere alenearbeid og arbeid under vanskelige forhold

I tillegg bør næringa, i samarbeid med offentlige instanser, sørge for:

- Opplæring som gir arbeidstakere praktisk og sikkerhetsmessig kompetanse
- Å vurdere hvordan man kan prioritere personsikkerhet i alt arbeid, uten at det går ut over fiskevelferd eller miljø

### Fiskevelferd

For de fire undersøkte lokalitetene var dødeligheten størst de første månedene etter utsett. En stor del av denne dødeligheten skyldtes smitte fra settefiskanlegget (IPN eller Pseudomonas), eller generelt at en del av settefisken ikke tålte transporten og overgangen til sjø. Det vil derfor være mye å hente på å forbedre helsestatus og kvaliteten på smolten, og trolig også håndteringen av smolten som blir satt ut, da det ble rapportert om en del sår

## Tabell 1: Behov og tema for FoU

Hovedfunnene i det gjennomførte forprosjektet gir en status på behovet for videre arbeid i forhold til mestring av sikker drift på eksponerte lokaliteter, og resultatet er et forslag til prioriterte forskningsrelaterte problemstillinger for videre arbeid med temaet.

### AKTUELLE TEMA FOR VIDERE FOU-ARBEID INNEN «DRIFT AV OPPDRETTSANLEGG PÅ EKSPONERTE LOKALITETER»

Tema	Behov
Innhente informasjon og analysere data fra drift på dagens eksponerte lokaliteter	Det er behov for at faktabasert kunnskap om situasjonen/ tilstanden for fisk, utstyr og mennesker på dagens eksponerte lokaliteter blir systematisk og standardisert innsamlet slik at man lettere kan forske på årsaksforhold i kommersielle anlegg. Målsetning må være å kunne analysere og forstå sammenhenger basert på en standardisert innsamling av drifts- og miljødata fra et større antall lokaliteter spredt langs kysten. Dette vil være nyttig i forhold til forebyggende rømmingsarbeid, økt forståelse om lakselus, underlag til utvikling av ny teknologi, og for å sikre og dokumentere at fiskevelferden blir ivaretatt i et fremtidig enda mer eksponert oppdrett.
Interaksjoner mellom fartøy og anlegg	To veier/hovedprinsipper bør belyses for å forbedre operasjoner: a) Finne nye og bedre tilpasninger for utstyr og gjennomføring av operasjoner, fortsatt med bruk av fartøy, b) Finne nye måter å «drifte på» uten bruk av båt, dvs. eksempelvis betjene alt fra «flyter».
Fôringssystem	Det er flere utfordringer med dagens fôringssystem når de skal opereres på mer eksponerte lokaliteter, blant annet fôrslanger som flyter på overflaten og løsner. Det er behov for helhetlig utvikling av nye prinsipper for fôringssystemer.
Problemstillinger relatert til not	For å få til bedre «sikring» av nøter, så må man se på hele «systemet» under ett det vil si nota sammen med alle de andre komponentene (eks. bunnring, flytekrage, fortøyninger, bunnlodd etc.). Man må lage systemer som minker risiko for at man kan gjøre feil, og løsningene må standardiseres.
Sikkerhet, overvåkning og beslutningsstøtte	Det finnes mye tilgjengelig utstyr, men det er ikke integrert og det er ikke god nok dataflyt mellom systemene. Systemene må snakke sammen, samt tas i bruk (standardisere). Tid, brukervennlighet og vedlikehold av systemene er kritisk og de må ha sekundærsikring (back-up systemer).
Behov for standardisering, samt utvikling av protokoller og prosedyrer	Både leverandører, oppdrettere og forskningspartnere ser behov for standardisering som en nødvendig vei å gå for videre profesjonalisering av oppdrettsbransjen. Man bør lære fra andre bransjer, spesielt oljebransjen, om hvordan tenke helhetlig om standardisering av operasjoner. Det bør initieres konkrete aktiviteter for standardisering og utvikling av protokoller for ulike områder og systemer.
Fastsettelse av mer objektive kriterier for operasjoner (Operasjonelle grensetilstander)	Mer objektive kriterier eller grenser må fastsettes for operasjoner. Når kan de gjennomføres? Når må de stoppes? Næringen bør arbeide for å ha mer objektive mål for sine operasjoner, som kan understøtte og supplere det menneskelige skjønn. Dette vil kunne benyttes for å utvikle beslutningsstøtteverktøy for de som utfører drift og operasjoner på oppdrettsanlegg.

## OK MARINE

www.okmarine.no  
post@okmarine.no  
+47 922 84 091

### LEPPEFISKSKJUL/ KINATARE



Egner seg også godt til Rognkjeks

### LEPPEFISKTEINER



Art.nr. 9103 E  
Leppefiskeine m/sorteringsrist

### MÆRER/NETT



Art.nr. 9308  
Art.nr. 93040



### VÅTHOV



Art.nr. 9310

**VI LEVERER ALT  
INNEN TAUVERK OG  
TEINEFISKE I GOD  
KVALITET TIL  
GUNSTIGE PRISER**

og finneskader. Når det gjelder dødelighet eller velferdsproblemer som spesielt skyldes oppdrett på eksponerte lokaliteter, er det lite som indikerer at velferden er dårligere på eksponerte lokaliteter enn ellers, snarere tvert imot. Dødeligheten ved lokalitetene var ikke unormalt høy, henholdsvis 14, 10, 15 og 5 %. Dette kan være en indikasjon på at en muligens, ved å flytte oppdrettsanleggene ut mot havet, utsetter fisken for mindre smitte.

For å ivareta fiskevelferd på eksponerte lokaliteter må næringen bruke ressurser på:

- Hindre deformasjon av not som kan gi sterkt redusert merdvolum eller danne lommer som fisken kan fanges i, med påfølgende stress, skjelltap og oksygenmangel.
- For anlegg utsatt for store bølger bør bølgehøyde registreres, og det bør også undersøkes om høye bølger stresser fisken og om det oppstår slag og sårskader på fisken.
- Kontinuerlig registrering av vannmiljøet i merdene (temperatur, oksygen, partikkeltetthet, planteplankton), hvordan merdene holder fasongen i sterk strøm og bølger, fiskeadferd under ekstremvær (kan måles med ekkolodd), strømhastighet og sannsynlige dødsårsaker.

Dette siste punktet er spesielt viktig for at en skal kunne danne seg et erfaringsgrunnlag for hvilke fiskevelferdsproblemer som kan oppstå, og basert på dette treffe

nødvendige tiltak. Standardisert datainn-samling er selve nøkkelen for å ha et best mulig informasjonsunderlag.

### Anbefalinger for veien videre

Dette arbeidet er ikke en uttømmende analyse, men har sortert landskapet, og gir grunnlag for videre arbeid innen «drift av eksponerte oppdrettslokaliteter», se tabell 1. For at en videreutvikling av teknologi og prosedyrer for eksponert oppdrett skal lykkes, må det bringes en større grad av objektivitet inn i erfaringsoppbyggingen og forskningen. Dette kan blant annet gjøres ved at nye løsninger gjennomgår en omfattende testing og utprøving før de tas i bruk ved kommersielle anlegg. Testingen må gjøres på en standardisert måte, der det stilles krav til denne type testing og tilhørende dokumentasjon. Kravene bør utformes i samarbeid med oppdrettere, leverandører og relevante fagmiljøer. Dette er en viktig del av en videre profesjonalisering av oppdrettsnæringen.

Arbeid med utvikling for å mestre drift og operasjoner på eksponerte oppdrettslokaliteter vil også få stor nytteverdi for eksisterende lokaliteter som ligger mer skjermet. Bedre og sikrere løsninger er noe som vil komme hele oppdrettsbransjen til gode. Det er viktig å erkjenne «hvor skoen trykker», da en ser at dagens eksponerte lokaliteter driftes på grensen av det som er praktisk mulig. Det videre arbeidet bør ha fokus på å skape en større grad av standardisering i teknologien og prosedyrene

på tvers av leverandører og oppdrettselskaper, noe som krever et tett samarbeid mellom oppdrettere, leverandører og relevante fagmiljøer.

Artikkelen er basert på rapporten «Erfaringer og analyser fra drift av oppdrettsanlegg på eksponerte lokaliteter». SINTEF-rapport A22528 (ISBN-978-82-14-05431-6), som er tilgjengelig på [www.sintef.no/eksponert](http://www.sintef.no/eksponert)

### Referanser

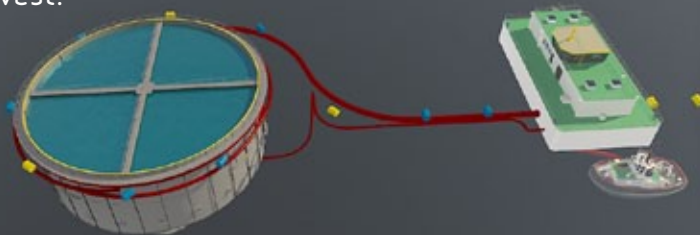
- Jensen, Ø., Dempster, T., Thorstad, E.B., Uglem, I., Fredheim, A. *Escapes of fishes from Norwegian sea-cage aquaculture: causes, consequences and prevention* (2010) *Aquacult. Environ. Interact.*, 1, pp. 71–83
- Jensen, Ø. *Slitasje på not fra bunnringkjetting*. (2011) Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, prosjekt # 900192, faktaark
- Lader, P., Moe, H., Jensen, Ø., Lien, E., *Nøter med høy soliditet – modellforsk.* (2009) SINTEF rapport SFH80 A106030. ISBN 9788-82-14-04946-6.
- Salomonsen, C. *HMS i havbruk – en kartlegging av forholdene i oppdrettsanlegg av matfisk med fokus på røkerne*. (2010) SINTEF. ■

# LUKKET MERD

Lukket Merd er et samarbeidsprosjekt (IFU prosjekt / Innovasjon Norge) mellom Aquafarm Equipment AS og Marine Harvest.

Uni Miljø og AGA er prosjektdeltakere i et planlagt FoU program.

Lukket Merd er nå sertifisert etter NS 9415 og er klar til å settes i produksjon.



For ytterligere opplysninger se [www.aquafarm.no](http://www.aquafarm.no)