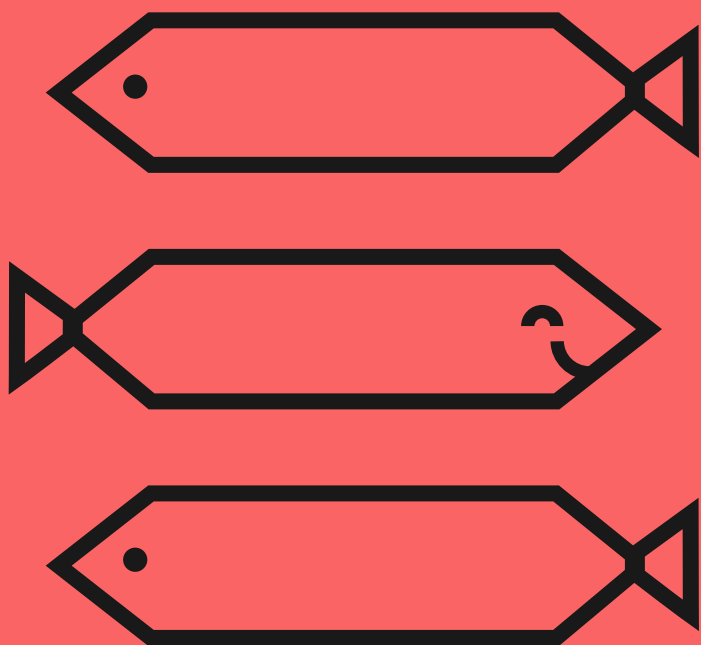




FREMTIDENS LAKSEOPPDRETT



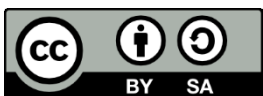
Teknologirådet

RAPPORT 01 | 2012

FREMTIDENS LAKSEOPPDRETT

ISBN 978-82-92447-50 – 5 (trykket utgave)
ISBN 978-82-92447-51 – 2 (elektronisk utgave)

Utgitt: Oslo, april 2012
Omslag: Commando Group
Trykk: ILAS Grafisk
Elektronisk publisert på: www.teknologiradet.no



FORORD

Norge er verdensledende innen lakseoppdrett. Det er et klart politisk ønske om en sterk, bærekraftig næring og fortsatt nyskaping i sektoren. Samtidig har næringen utfordringer med blant annet rømming og lakselus.

Drift i tråd med regjeringens kriterier for en bærekraftig havbruksnæring vil kreve at driftsforbedrende og biologiske tiltak kombineres med teknologiutvikling. Eksisterende teknologier må videreutvikles og forbedres, samtidig bør potensialet i nye teknologier kartlegges.

Hvilke virkemidler kan stimulere ønsket utvikling? Hvordan sikre teknologiutvikling på kort, mellomlang og langt sikt? Og hva er potensialet i lukkede oppdrettsanlegg? Dette er problemstillinger som drøftes i denne rapporten.

Ekspertgruppen for prosjektet har hatt følgende medlemmer:

- Karoline Andaur, WWF
- Tor Ole Olsen, Olav Olsen AS
- Geir Molvik, Cermaq
- Erik Sterud, Norske Lakseelver
- Harald Sveier, Lerøy Seafood Group
- Trond Williksen, Akva group
- Ulf Winther, SINTEF fiskeri og havbruk
- Åse Åtland, NIVA
- Edel Elvevoll, Universitetet i Tromsø og medlem av Teknologirådet

Teknologirådets prosjektleder Jon Fixdal har ledet prosjektet.

Teknologirådet skal gi uavhengige råd til Stortinget og øvrige myndigheter i viktige teknologispørsmål, og bidra til den offentlige debatten om teknologi. Vi håper denne rapporten kan bidra til en offensiv og nyansert debatt om videreutvikling av norsk oppdrettsnæring.

Tore Tennøe
Direktør, Teknologirådet

INNHOOLD

SAMMENDRAG	9
1. INNLEDNING	15
2. OPPDRETTSNÆRINGEN	18
2.1 RAMMER FOR DRIFT AV OPPDRETTSANLEGG I NORGE	20
2.2 NÆRINGENS UTFORDRINGER	22
2.3 NÆRINGENS ARBEID MED Å LØSE UTFORDRINGENE.....	26
2.4 TILTAK PÅ LENGRE SIKT	28
3. ÅPNE MERDER	30
3.1 FRA SMÅ TIL STORE MERDER	31
3.2 DAGENS MERDTEKNOLOGI – FORDELER OG ULEMPER.....	32
3.3 PÅGÅENDE FORSKNINGS- OG UTVIKLINGSARBEID	34
3.4 OPPSUMMERING	35
4. LUKKEDE MERDER	36
4.1 HVORFOR LUKKE MERDER?	37
4.2 TRE TYPER LUKKEDE ANLEGG	38
4.3 ULIKE GRADER AV LUKKING	40
4.4 FORSØK MED LUKKEDE ANLEGG OG PÅGÅENDE UTVIKLINGSPROSJEKTER	41
4.5 VURDERING AV LUKKEDE MERDER.....	46
4.6 KAN NÆRINGENS KONKURRANSEKRAFT SVEKKES?.....	57
4.7 ÅPEN VS. LUKKET TEKNOLOGI – EN OPPSUMMERING	59

5. POLITIKK FOR FREMTIDENS OPPDRETTSNÆRING	61
5.1 ØKT SATSNING PÅ TEKNOLOGIUTVIKLING OG INNOVASJON	62
5.2 NEDBYGGING AV BARRIERER MOT INNOVASJON.....	63
5.3 HOVEDELEMENTER I EN TEKNOLOGISATSNING	65
5.4 OM UTPRØVING AV LUKKEDE OPPDRETTSANLEGG	70
REFERANSELISTE	73
APPENDIX 1 NÆRMERE OM RØMMING OG LUS	75
APPENDIX 2 ULIKE TILTAK I OPPDRETTSNÆRINGEN	81

SAMMENDRAG

I 2011 var oppdrettsnæringen Norges tredje største eksportnæring. Det ble solgt laks og regnbueørret for 30,5 milliarder kroner, etter en produksjon på ca. 1,1 million tonn. Produksjonen representerte en dobling fra 2005. Næringen bidrar til betydelig verdiskapning i Norge og sysselsetter til sammen nærmere 25.000 mennesker i kjernevirksomheter og relaterte virksomheter.

Både Storting og regjering har uttrykt ønske om en fortsatt sterk oppdrettsnæring, og videreutviklingen av næringen er et nasjonalt anliggende. I Soria Moria II-erklæringen heter det:

«Norge skal være verdens fremste sjømatnasjon. Da må vi ligge i front kunnskapsmessig på områder som bærekraftig ressursbruk, havmiljø, klima, produktutvikling og marked. Derfor vil regjeringen styrke den marine forskningen, og stimulere til omstilling og nyskaping.»

I en verden med vedvarende befolkningsvekst, økende behov for mat og mindre landarealer tilgjengelig for matproduksjon, vil bruk av havet til produksjon av næringsrik og sunn mat trolig bli viktigere. Utviklingen av norsk havbruksnæring bør også sees i dette perspektivet.

NÆRINGENS UTFORDRINGER

Oppdrettsnæringen har utfordringer med blant annet rømming og spredning av lakselus. Regjeringen har lagt til grunn at videre vekst må skje innenfor rammene lagt i regjeringens strategi for bærekraftig havbruk. Det er satt mid-

lertidig stopp for tildeling av nye konsesjoner til myndighetene mener at næringen har kontroll med utfordringene.

ET SPEKTER AV TILTAK MED ULIKE TIDSPERSPEKTIV

Det vil kreve et spekter av tiltak å sikre drift innenfor bærekrafts-kriteriene, og næringen jobber aktivt med en rekke ulike tiltak for å løse de utfordringer den har. Teknologiutvikling vil stå sentralt, sammen med fokus på genetikk og ernæring, forbedrede metoder for lusebehandling og bedre lokalisering av oppdrettsanlegg, samt bedre driftsrutiner. Operasjonalisering av bærekraft-kriteriene vil i seg selv være svært viktig for å gi premisser for videre utvikling.

På kort til mellomlang sikt vil lakseoppdrett foregå med dagens produksjonssystem, med settefiskproduksjon på land og matfiskproduksjon i åpne nøter i sjø. Dette systemet er resultat av 40 års utvikling. Videre utvikling av nøter, teknologi for å fjerne lus, og teknologi som reduserer konsekvenser av menneskelig svikt, for eksempel ved håndtering av fisk, vil være viktig. Nedsenkbare merder kan bli aktuelt for bruk på eksponerte lokaliteter.

Ingen kan imidlertid si med sikkerhet hvilke teknologier oppdrettsnæringen vil trenge for å sikre drift i tråd med bærekraftkriteriene, og for fortsatt å være verdensledende om 10 og 20 år. Det kan komme til et punkt der det vil være behov for et teknologisk sprang, over til en grunnleggende ny teknologi. Det vil være uheldig dersom næringen havner i en situasjon med et åpenbart behov for nye løsninger, uten at det har vært gjort en innsats på å forberede et slikt eventuelt teknologiskifte.

LUKKEDE OPPDRETTSANLEGG – EN MULIGHET?

Lukkede oppdrettsanlegg i sjø, der det skapes en tett fysisk barriere mellom fisken og omgivelsene, kan bli et alternativ til åpne merder. Ved å lage en tett barriere kan faren for lusepåslag og rømming reduseres. Det er imidlertid usikkerhet knyttet til blant annet energiregnskap, fiskevelferd og driftssikkerhet, og i hvilken grad problemene med lus og rømming vil la seg løse.

Lukkede anlegg vurderes til bruk både i matfiskproduksjon og i produksjon av stor settefisk/”extended smolt” på opp til 1 kilo. Produksjon av stor settefisk kan gi en produksjonsgevinst gjennom bedre utnyttelse av MTB-kapasiteten.

Det pågår interessante utviklingsprosjekter med lukkede anlegg, og de mest modne av disse kan sies å være på et pilot-/demonstrasjons-stadium. Mangelen på empirisk basert kunnskap om produksjon i lukkede anlegg i sjø fører til et unyansert og lite informert offentlig ordskifte, og vanskeliggjør en politikk-utvikling som eventuelt kan fremme fornuftig bruk av denne teknologien.

VIDEREUTVIKLING AV NÆRINGEN BØR FØLGE TO SPOR PARALLELT

Vi trenger en politikk som legger til rette for en utvikling av næringen, der det uavhengig av produksjonsvolum sikres drift i tråd med regjeringens bærekraftkriterier, og legges til rette for at næringen fortsatt skal kunne være verdensledende. Videreutviklingen av norsk oppdrettsnæring bør derfor følge to parallelle spor i årene som kommer.

- Det bør satses på videreutvikling av eksisterende teknologi, fôrutvikling, biologiske løsninger, bedre driftsrutiner, vaksinasjonsmetoder etc.
- Det bør gjøres en innsats for å få en best mulig forståelse av potensialet i lukket teknologi og eventuelle andre umodne men potensielt løfterike teknologier.

Denne rapporten fokuserer primært på behovet for teknologiutvikling.

INNSPILL TIL POLITIKK

Vi foreslår en generell, økt satsning på teknologiutvikling og innovasjon i havbruksnæringen. For å gi en slik satsning ønsket moment og retning vil vi særlig peke på behovet for:

- Operasjonalisering av bærekraftkriteriene
- Styrket finansiering av fasiliteter for utprøving og kvalifisering av norsk havbruksteknologi
- Gjennomgang av virkemiddelapparatet for mulig fokusering
- Utprøving av lukkede oppdrettsanlegg

Det kan i tillegg være fornuftig at norske myndigheter utarbeider en teknologistrategi for oppdrettsnæringen. Det har ikke vært et hovedformål med denne rapporten å vurdere i detalj hvilke teknologier og teknologiområder som bør prioriteres i en slik satsning, men vi peker blant annet på følgende viktige teknologiområder:

- Utvikling/tilpassing av merder til eksponerte lokaliteter, herunder nedsenkbare merder.
- Utvikling og utprøving av nye notmaterialer, herunder behovet for eventuelle nye driftsrutiner knyttet til inspeksjon og håndtering av not.
- Nye teknologier for lusefjerning, som for eksempel laser, sentrifuger, elektriske gjerder og spylere.
- Nye teknologiske løsninger som reduserer risiko ved håndtering, for eksempel ved reduksjon i antall arbeidsoperasjoner.
- Ny teknologi for forbedret overvåking og økende grad av automatisering.
- Teknologi for å spore rømt oppdrettsfisk.
- Utvikling og utprøving av lukkede oppdrettsanlegg, med tilhørende systemer for blant annet oksygenering, filtrering og pumping av vann.

OPERASJONALISERING AV BÆREKRAFTKRITERIENE

Operasjonalisering av regjeringens kriterier for en bærekraftig havbruksnæring vil være det viktigste virkemiddelet for en fokusert og forutsigbar FoU-satsning for næringen. Det vil være svært viktig for å tydeliggjøre hvilke krav som vil bli stilt til næringen, samtidig som det vil gi klare signaler om hvordan innovasjonsarbeidet bør innrettes. Arbeidet pågår, men det bør ferdigstilles raskest mulig og gi klare og mest mulig kvantifiserbare mål.

STYRKING AV FASILITETER FOR UTPRØVING OG KVALIFISERING AV TEKNOLOGI

Uttesting av teknologi er en forutsetning for at teknologi kan tas i kommersiell bruk, og for å få den solgt. Med økt satsning på innovasjon og teknologiutvikling vil behovet for uttesting av teknologi øke.

Gjennomføringen av tester kan imidlertid være et tungt økonomisk løft for både gründere og mer etablerte virksomheter, og økonomisk støtte vil kunne

være avgjørende for å få gjennomført prosjektene. For å gjøre det lettere å få testet ut og verifisert teknologi, foreslår vi derfor:

- Bedret finansiering av testfasiliteter for havbruksteknologi. Det er viktig at tilgangen til slike anlegg er enkel og at det fremstår som et «lavterskeltilbud».
- En særskilt og teknologinøytral offentlig støtteordning for pilotprosjekter med ny oppdrettsteknologi, som nedsenkbare åpne merder, lukkede anlegg eller nye typer forankringssystemer.

GJENNOMGANG AV VIRKEMIDDELAPPARATET

Det finnes i dag et omfattende, norsk virkemiddelapparat hvor det kan søkes om støtte til forskning og utviklingsprosjekter innen havbruk. Støttemidlene er imidlertid spredt blant flere aktører, og det kan være vanskelig å orientere seg. Det er heller ingen virkemiddelaktør som har et overordnet ansvar for utvikling og kvalifisering av teknologi i oppdrettsnæringen. Disse forholdene kan representere en barriere mot utviklingen av fremtidens oppdrettsteknologi. Norske myndigheter bør derfor gjennomgå virkemiddelapparatet med tanke på antallet aktører, koordineringen mellom disse og mulighetene for mer effektiv ressursutnyttelse og bedret brukervennlighet.

NÆRMERE OM PILOTPROSJEKTER MED LUKKET OPPDRETTSANLEGG

Gjennomføringen av fullskala pilotprosjekter med lukkede merder under relevante forhold i Norge vil være viktig for å få en mest mulig reell forståelse av teknologienes fordeler og ulemper.

Fullskala pilotprosjekter vil imidlertid være kostnadskrevende, og viktig kunnskap kan etableres gjennom forsøk i mindre skala/laboratorietester. Slike forsøk bør for eksempel kunne gi viktig kunnskap om smittespredning ved ulike fisketettheter, og om grenseverdier for konsentrasjon av oksygen, karbondioksid og nitrogen.

Før lukket eventuelt kan kommersialiseres vil imidlertid fullskala pilotprosjekter være nødvendig. Under forutsetning av at det finnes konsepter som nærmer seg kommersialisering, bør det være en ambisjon å gjennomføre 3-4 pilotprosjekter med ulike konsepter for lukkede anlegg innen en 5 års periode. Innen hvert prosjekt bør det gjennomføres minimum 3 produksjonssykluser frem til utsett/slakting.

For å sikre et sammenlikningsgrunnlag med produksjon i åpne merder bør hvert pilotprosjekt inneholde en åpen referansemerd der tilsvarende produksjon gjennomføres. Forsøkene bør gjennomføres på en vitenskapelig måte slik at resultatene er direkte sammenliknbare med bruk av konvensjonell teknologi.

Forutsetningen for tildeling av støtte bør være at gründere/teknologibedrifter inngår samarbeid med etablerte oppdrettere. Gründerne/teknologibedrifter stiller med sin teknologi, mens oppdretterne bidrar med fisk, lokaliteter og oppdrettskompetanse.

Prosjekter som tildeles støtte må forplikte seg til å rapportere resultater i forhold til forhåndsbestemte parametere som kvalitet på ferdigprodusert fisk, fiskevelferd, rømningstall, lusepåslag, sykdomsutbrudd, fôrfaktor, utslipp og vannkvalitet, energiforbruk, særskilte driftsproblemer mm.

1. INNLEDNING

Det er en uttalt politisk ambisjon å ha en fortsatt sterk oppdrettsnæring i Norge. I Soria Moria II-erklæringen heter det:

«Norge skal være verdens fremste sjømatnasjon. Da må vi ligge i front kunnskapsmessig på områder som bærekraftig ressursbruk, havmiljø, klima, produktutvikling og marked. Derfor vil regjeringen styrke den marine forskningen, og stimulere til omstilling og nyskaping.»

Det understrekes også at det skal legges til rette for videre vekst i havbruksnæringen. Veksten skal skje innenfor rammene lagt i regjeringens strategi for bærekraftig havbruk. Det pekes særlig på behovet for å få kontroll med rømming og spredning av lakselus.

POLITISK AKTUALITET

Regjeringen har varslet at den i 2012 vil vurdere en økning av produksjonskapasiteten. I den havbrukspolitiske redegjørelsen fra 2011 forutsetter regjeringen at en slik økning skjer innenfor bærekraftige rammer.¹ Stortingsdebatten etter redegjørelsen viste bred politisk enighet om næringens betydning for sysselsetting og verdiskaping i Norge, og det ble uttrykt ønske om en sterk, bærekraftig næring. Samtidig understreket flere partier behovet for å løse de utfordringer næringen står overfor, og den betydning utvikling av ny teknologi kan ha i så måte.

¹ Regjeringens havbrukspolitiske redegjørelse 2011.

Miljø- og utviklingsministeren har pekt på lukkede anlegg som et mulig virkemiddel for å redusere problemer knyttet til rømming og lus. Fiskeri- og kystministeren og Nærings- og handelsministeren har begge pekt på den betydning teknologiutvikling kan ha for videreutvikling av næringen, og at potensialet for videre teknologiutvikling bør være stort.

VEKSTSCENARIER FOR NÆRINGEN OG BEHOVET FOR TEKNOLOGIUTVIKLING

Behovet for teknologiutvikling må vurderes i lys av ulike vekstscenarier for næringen. Produksjonen er doblet de siste 10 årene. Ved en eventuell ny doubling frem til 2020 eller 2030, blir det enda viktigere å utvikle teknologi som reduserer faren for at en produksjonsøkning får uakseptable miljøeffekter.

Samtidig er det viktig å understreke at lakseoppdrett er biologisk produksjon. En diskusjon av fremtidens oppdrettsnæring bør dermed vurdere både teknologiske og biologiske løsninger som kan bidra til bærekraftig drift. I tillegg vil blant annet lokalisering av anlegg og forbedret ernæring for oppdrettsfisken være viktig.

Denne rapporten handler primært om utvikling av teknologiske løsninger (de biologiske tiltakene er kort omtalt under kapittel 2.4). Rapportens hovedproblemstillinger er:

- Hvordan kan teknologiutvikling bidra til å redusere rømming og lusesmitte?
- Hvilke fordeler og ulemper kan lukkede anlegg ha sammenliknet med åpne merder i arbeidet med å sikre drift i tråd med regjeringens bærekraftkriterier?
- Hvordan kan teknologien tilpasses morgendagens lokaliteter, enten de er langt til havs eller i særlige sårbare områder nærmere land.
- Hvordan kan myndigheter stimulere utvikling av ønsket teknologi, både på kort og lengre sikt?

RAPPORTENS STRUKTUR

Kapittel 2 gir en kortfattet gjennomgang av oppdrettsnæringen. Hovedfokus er på næringens omfang i dag, gjeldende regelverk, næringens utfordringer, og arbeidet med å håndtere disse.

Kapittel 3 fokuserer på åpne merder, utvikling denne teknologien har gått gjennom, teknologiens betydning for utvikling av næringen, samt hvilke fordele og ulemper bruk av denne teknologien medfører.

Kapittel 4 fokuserer på lukkede oppdrettsanlegg. Det drøftes hvorfor det er interessant å lukke anleggene og ulike grader av lukking presenteres. Videre presenteres kort pågående utviklingsprosjekter med lukket teknologi, før bruk av lukkede merder drøftes i forhold til rømmingssikkerhet, kontroll med lakselus og andre parametere. Det drøftes også om bruk av slik teknologi kan svekke konkurransefortrinnene til norsk oppdrettsnæring.

I kapittel 5 fremmes forslag til en politikk for fremtidens oppdrettsnæring. Det legges særlig vekt på behovet for økt FoU-innsats, og hvordan dette kan stimuleres.

2. OPPDRETTSNÆRINGEN

Norges langstrakte kyst med rent sjøvann og gunstig temperatur, gir et unikt utgangspunkt for lakseoppdrett. Salget av laks og regnbueørret har vokst år for år, fra snaut 500.000 tonn i år 2000 til 1,1 million tonn i 2011. Av dette utgjorde laks ca. 95 %. Samlet eksportverdi var 30,5 milliarder kroner, hvilket utgjorde 58 % av de samlede eksportinntektene for norsk sjømat.²

Oppdrettsnæringen gir betydelig verdiskaping i Norge. Næringens bidrag til BNP i 2009 ble estimert til 22 milliarder kroner, snaut 1 % av BNP. Av dette bidro kjerneaktivitetene oppdrett, fiskeforedling og grossist med 9 milliarder, mens ringvirkninger i andre deler av norsk næringsliv var 13 milliarder.³ Det ble solgt laks tilsvarende 11 millioner måltider hver dag.

Oppdrettsnæringen sysselsetter 4800 personer i kjernevirksomheten, fordelt på drøyt 300 ulike virksomheter spredt over store deler av landet. Næringen er svært viktig for mange lokalsamfunn. Til sammen driver selskapene oppdrett innenfor 1200 tillatelser.⁴ Sysselsetting i relaterte virksomheter (teknologiselskaper, distributørledd, etc.) er beregnet til 20.000.⁵

² Tall fra FHL og Norsk sjømatråd

³ Sintef (2011)

⁴ SSB (2011); FHL (2011)

⁵ Sintef (2011)

Verdikjeden

Den totale produksjonen av en oppdrettslaks frem til slakteferdig fisk tar 2-3 år. Produksjonen kan deles i 5 faser:

1. Først befruktes egg fra såkalt stamfisk. Dette er voksen fisk med særlig ønskede genetiske egenskaper. 8-10 uker etter befruktning klekkes eggene og etter ytterligere 8 uker er yngelen klar for startfôring i egne tanker på land.
2. Yngel fores opp til vekten er ca 60-100 gram. Da kalles den smolt, og er klar for å overføres til sjø.
3. Vekstfasen i sjøen varer ca. 15-24 måneder, frem til fisken veier mellom 3-7 kilo, med en gjennomsnittsvikt på ca. 5.5 kilo. Vekstfasen skjer i merder i sjøen.
4. Fisken transporteres fra merdene til slakterier ved hjelp av brønnbåter. Der bedøves den før den slaktes, sløyes, pakkes i is eller fryses, og gjøres klar til forsendelse.
5. Foredling til sluttprodukt innebærer at sløyd fisk gjøres om til fileter, skiver, koteletter og andre produkter.

Fasen frem til smolten settes i sjøen kalles settefiskproduksjon. Fasene derfra og ut kalles matfiskproduksjon.

Oppdrettsanleggenes størrelse

Alle tillatelser til oppdrett fastsetter en øvre grense for maksimalt tillatt biomasse (MTB) innenfor tillatelsen. Biomassen er den øvre tillatte samlede vekten av all levende fisk som kan holdes i en gitt tillatelse til enhver tid (målt i kilo eller tonn). Et selskap kan ha mange tillatelser og flere lokaliteter i sjøen som fisken kan oppdrettes på. Mengden fisk som kan holdes på hver lokalitet blir bestemt av myndighetene etter grundige miljøundersøkelser. De største av dagens oppdrettsanlegg kan ha opp til 7000 tonn MTB. Et slikt anlegg vil omfatte 8-10 merder med omkrets på 157 meter på samme lokalitet.

2.1 RAMMER FOR DRIFT AV OPPDRETTSANLEGG I NORGE

Lakseoppdrett er regulert av 60 lover og forskrifter. Konsesjoner tildeles etter Lov om akvakultur. Loven stiller blant annet krav om at drift skal være miljømessig forsvarlig, at anlegg ikke er i strid med vedtatte arealplaner og vernetiltak, at det er foretatt en avveining av arealinteresser, og at det er gitt tillatelser også etter matloven, forurensningsloven, havne- og farvannsloven og vannressursloven. I tillegg vil naturmangfoldloven, som sektorovergripende lovverk, stille krav til at det ved tildeling av laksekonsesjoner fremgår hvordan ulike interessehensyn er vurdert.

REGJERINGENS BÆREKRAFTKRITERIER

I Regjeringens strategi for en bærekraftig havbruksnæring understrekes behovet for at næringen driver miljømessig og tilpasset havmiljø og biologisk mangfold. Regjeringens bærekraftkriterier er utviklet for å sette rammer for oppdrettsnæringen. Kriteriene omfatter fem fokusområder, med tilhørende målsettinger for næringen:⁶

FOKUSOMRÅDE	MÅL
Genetisk påvirkning og rømming	Havbruk bidrar ikke til varige endringer i de genetiske egenskapene til villfiskbestandene
Forurensning og utslipp	Alle oppdrettslokaliteter som er i bruk holder seg innenfor en akseptabel miljøtilstand, og har ikke større utslipp av næringssalter og organisk materiale enn det resipienten tåler
Sykdom, medregnet parasitter	Sykdom i oppdrett har ikke bestandsregulerende effekt på villfisk, og mest mulig av oppdrettsfisken vokser opp til slaktning med minimal medisinbruk
Arealbruk	Havbruksnæringa har en lokalitetsstruktur og arealbruk som reduserer miljøpåvirkning og smitterisiko
Fôrressurser	Havbruksnæringas behov for fôrstoff dekkes uten overbeskatning av de villlevende marine ressursene

Tabell 2.1: Regjeringens kriterier for bærekraftig oppdrett⁷

⁶ Fiskeri- og kystdepartementet (2009)

⁷ Vi kommer i denne rapporten ikke nærmere inn på forståelse, fordi dette er spørsmål som ikke er relatert direkte til rapportens teknologifokus.

De fem målene er i varierende grad operasjonaliserte, men det pågår et arbeid med å utvikle spesifikke kriterier for å vurdere måloppnåelsen innen hvert av fokusområdene. Operasjonaliserte kriterier vil være svært viktige for å fokusere teknologiutvikling (se kapittel 5), og for å kunne fastslå når oppdrettsvirksomhet faktisk foregår i tråd med målene i bærekraftstrategien. Hva vil det for eksempel innebære at næringen har “en lokalitetsstruktur og arealbruk som reduserer miljøpåvirkning og smitterisiko”? Og skal kravet om at oppdrett ikke skal ha «bestandsregulerende effekt på villfisk» tolkes som at enhver sykdomsfremkallende mekanisme spredt fra et oppdrettsanlegg har bestandsregulerende effekt og dermed er et brudd på kriteriene?

«NYTEK-FORSKRIFTEN» OG «NS 9415»

“NYTEK-forskriften”⁸ og Norsk Standard (NS) 9415 er særlig viktige for driftssikkerheten i oppdrettsnæringen. NYTEK-forskriften er blant annet utviklet for å begrense rømming fra flytende oppdrettsanlegg. Den stiller krav til anleggenes tekniske standard, dimensjonering, drift og vedlikehold. Forskriften revideres jevnlig, sist i 2011.⁹

Før et anlegg med fisk i kan legges ut må det være sertifisert av et akkreditert selskap. Miljøbelastning fra vind, bølger og strøm skal undersøkes og legges inn som parametere i vurderingen av hvor robust anlegg/nøter/fortøyning må være på den lokaliteten anlegget skal ligge på.

NS 9415 setter krav til dimensjonering og utforming av oppdrettsanleggene og hvordan dette skal dokumenteres, innbefattet beregnings- og prosjekteringsregler. Standarden angir også parametere som skal brukes for å angi lokalitetstilstanden.¹⁰

8 Forskrift om krav til teknisk standard for installasjoner som nyttes til akvakultur. Se www.lovdata.no

9 To andre sentrale forskrifter er Akvakulturdriftsforskriften og Internkontrollforskriften. De stiller begge krav til driften på anleggene

10 Mer informasjon hos Standard Norge, www.standard.no

2.2 NÆRINGENS UTFORDRINGER

Havforskningsinstituttet har vurdert miljøpåvirkninger av norsk fiskeoppdrett.¹¹ I instituttets oppdaterte vurdering fra 30. september i 2011 heter det:

«Smittepress av lakselus og genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks kommer fremdeles ut som de mest problematiske faktorene i denne analysen. Vi har vurdert at det er middels eller høy sannsynlighet for at miljøeffektene av oppdrett er i strid med målene i bærekraftstrategien langs norskekysten fra Rogaland til og med Finnmark.»¹²

Omfanget av utfordringene knyttet til lakselus og rømming varierer geografisk. Det er også en viss usikkerhet om problemenes omfang. Havforskningsinstituttet skriver:

“Rømming av fisk utgjør en viktig trussel mot de ville bestandene gjennom genetisk påvirkning som kan redusere tilpasningsevne og reproduksjonspotensial. Det er likevel mye vi ikke vet, spesielt om konsekvensene av genetiske interaksjonene, de underliggende mekanismene og ikke minst - de langsiktige effektene”.¹³

Samtidig påpeker Havforskningsinstituttet¹⁴ at det pågår betydelig kunnskapsutvikling om temaet.¹⁵

RØMMING¹⁶

Norske oppdrettere jobber aktivt med å begrense rømming,¹⁷ og er pålagt å rapportere rømminger umiddelbart. Statistikk for perioden 1994-2010 viser at mens antallet rømminger økte fra 272.000 i 2001 til 921.000 i 2006, falt tal-

11 Også Riksrevisjonen (2012) peker på utfordringene med lus og rømming

12 Havforskningsinstituttet (2010, 2011)

13 Havforskningsinstituttet (2011), s. 35

14 Et eksempel er havforskningsinstituttets pågående prosjekt om genetisk interaksjon mellom villaks og oppdrettslaks, presenter på Aquanor i august 2011. Se www.imr.no

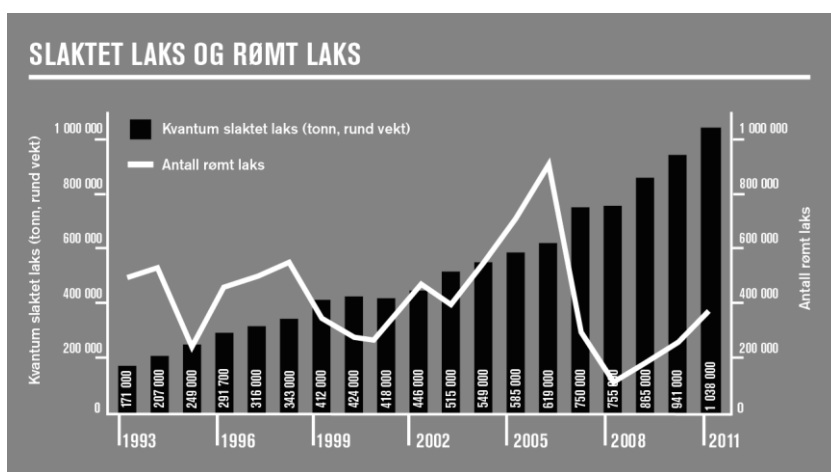
15 De av gruppens medlemmer som er representanter fra oppdrettsnæringen, Harald Sveier, Geir Molvik og Trond Williksen ønsker å påpeke at vill-laksen også er utsatt for genetisk press fra andre kilder, som klimaendringer og mattilgang

16 En noe mer utfyllende diskusjon av rømming og lus finnes i appendix 1.

17 Tiltakspakken Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (FHL) vedtok våren 2011 introduserer flere nye tiltak mot lakselus og rømming.

lene markert frem til 2008, se figur 2.1. Deretter har tallene steget igjen, og i 2011 rømte 370.000 laks.¹⁸

Hovedårsakene til rømming har variert over år. Hvis det fokuseres på *antallet* fisk som rømte er ca. 80 % av feilene knyttet til montering og håndtering av utstyr, og altså ikke at utstyret ikke holder teknisk mål.¹⁹ En viktig lærdom fra rømmingsstatistikken er at det trolig aldri vil være mulig å forhindre fullstendig at rømming skjer. Det gjelder uansett teknologi.



Figur 2.1: Antall rømt laks i forhold til slaktet volum

LUS

Oppdrettsnæringen arbeider aktivt med å redusere luseutfordringene. Beregninger viser at de totale mengdene av lakselus i anleggene ved smoltutvandringen er lavere nå enn tidligere, selv om lakseproduksjonen har økt. Dette fordi antallet lakselus per oppdrettsfisk er betydelig redusert (i forhold til tidligere),²⁰ og myndighetene krever behandling hvis det er mer enn én voksen hunnlus per to laks. I enkelte oppdrettsintensive områder har det likevel vært perioder med høyt infeksjonstrykk også i de senere år.²¹ Det er også svært mange oppdrettslaks i forhold til villaks (ca. 1000:1). Økninger i det samlede

¹⁸ Se pressemelding fra Fiskeridirektoratet 18. januar 2012.

¹⁹ Rømmingskommisjonen for akvakultur (2010)

²⁰ Lusedata.no

²¹ Havforskningsinstituttet (2011). Høyere infeksjonspress på laksesmolt er observert i Hardanger, Sognefjorden og Trondheimsfjorden.

antallet oppdrettsfisk kan dermed resultere i at det samlede antallet lus ikke går ned.

Lus representerer liten eller ingen trussel for den enkelte oppdrettslaks sin helse og velferd så lenge lusenivået holdes under de myndighetspålagte grensene. Oppdrettslaksen er imidlertid en viktig faktor i spredningen av lakselus til vill laksefisk, og det er denne lusen som er et problem for villfisken.²²

Lakselus er en parasitt som fører til svekkelse, redusert vekst og i verste fall død for laksefisk med høy infeksjon. Hardt angrepet sjørret kan dessuten endre adferd og avbryte næringsvandringen i fjordene. De søker da tilbake til ferskvann på et tidligere tidspunkt enn normalt, og blir mindre og i dårligere kondisjon enn de ellers ville vært. Ville lakse- og sjørretpopulasjoner kan svekkes hvis det totale lakseluspresset blir for stort. Lakselus spredd fra oppdrettsanlegg utgjør en tilleggsbelastning. Dette vil kunne være alvorlig for våre ville bestander av laksefisk.

Lus representerer en betydelig utgift for oppdrettsnæringen, med ca. 500 millioner kroner i direkte tap (tapt tilvekst ved sulting og stress, økt dødelighet på grunn av stressbelastning), utgifter til antilusemiddel, leppefisk og ekstraarbeid til avlusing, vekttap på grunn av stress, mulig tap av fisk osv.

AREALKONFLIKTER

Beregninger viser at næringen bruker 0,5 % av tilgjengelig sjøareal innenfor grunnlinjen til oppdrett av laksefisk, et areal tilsvarende Andøya i utstrekning. Det er visse konflikter knyttet til oppdrettsnæringens arealbruk. Det regjeringsoppnevnte Arealutvalget pekte på at drift kan "... innebære negative konsekvenser for andre brukere av økosystemets tjenester, som for eksempel fiskere eller villaksinteresser."²³ Utvalget har registrert en økning i brukerkonflikter med blant annet kommuner, regionale aktører og statlige sektormyndigheter.

²² Hvis det ikke fantes villfisk ville oppdrettsnæringen fortsatt måtte behandle mot lakselus, for å hindre at den ble et helseproblem. Da ville imidlertid behandlings-grensene, som i dag er 0,5 voksne hunn-lus per oppdrettsfisk, kunne heves.

²³ Arealutvalget (2011), s.14

HENSYNET TIL VILLAKSEN

Norske myndigheter har som uttalt ambisjon å bevare og gjenoppbygge laksebestander som sikrer mangfold innen arten og utnytter dens produksjonspotensiale.²⁴ Verdens bestander av vill atlantisk laks har imidlertid minket med 80 % de siste 30 årene. 1/3 av de gjenværende og sårbare bestandene er hjemmehørende i norske elver. Norge har derfor et særskilt ansvar for bærekraftig forvaltning av atlantisk laks, og vi har forpliktet oss til å gi dem særskilt vern gjennom den internasjonale laksevernkonvensjonen NASCO og i egne Stortingsvedtak.²⁵

Villaksen i Norge har en krevende situasjon, som resultatet av mange samvirkende årsaker. Sur nedbør og annen forurensning, endret næringstilgang i havet, beskatning av villaksen, elveinngrep, kraftutbygging og parasitten *Gyrodactylus salaris* er blant disse. Med oppdrettsnæringen har det kommet nye potensielle trusler mot vill laksefisk. Det pågår en diskusjon om hvor store disse er, men lakselusen var årsaken til at regjeringen i 2010 utsatte den varselede kapasitetsøkningen i næringen.

Totalbelastningen for flere lakseelver er blitt så stor at både i 2010 og 2011 var ca. 120 av landets ca. 450 lakseelver stengt for alt fiske, med den begrunnelse at bestandene i disse ikke tåler noen form for beskatning.²⁶ I ytterligere 180 elver ble det innført strenge reguleringer i form av kortere fiskesesong, utstyrsbegrensinger, områdefredninger i elva og fangstkvoter. Det ble stedvis innført maksimumsmål for å verne store og spesielt verdifull gytefisk, og i mange elver var det utstrakt brukt av selvpålagt gjenutsetting av fisket laks.

Sportsfiske etter laks generer store inntekter både til grunneiere/ fiskerettighetshavere og lokalsamfunn langs lakseelvene. En beregning fra 2009 anslo en samlet omsetning knyttet til laksefiske til ca 1,13 mrd., fordelt på 380 millioner ved salg av fiskekort og 750 millioner i tilleggstjenester. I tillegg genererer villaksnæringen mellom 2500 og 2900 årsverk.²⁷ Stengningene og reguleringene som ble gjennomført i 2010 medfører et inntektstap for villaksnæringen.

24 St.prp. nr. 32 (2006-2007)

25 Ibid.

26 Regulering av fiske etter laks, sjørøret og sjørøye i vassdrag og sjø for 2010, Direktoratet for naturforvaltning

27 St.meld. nr. 9 (2011-2012)

FORUTSETTER DRIFT I TRÅD MED BÆREKRAFTKRITERIENE

Vi vil i denne rapporten legge til grunn at norsk lakseoppdrett skal drives i tråd med Regjeringens kriterier for en miljømessig bærekraftig havbruksnæring. Kontroll med rømming og lakselus-situasjonen vil, sammen med andre tiltak, være avgjørende for å nå målene. Effektiv og bærekraftig arealbruk vil være avgjørende for at næringen skal kunne vokse. Samtidig må samfunnet være villig til å avsette tilstrekkelig egnet areal.

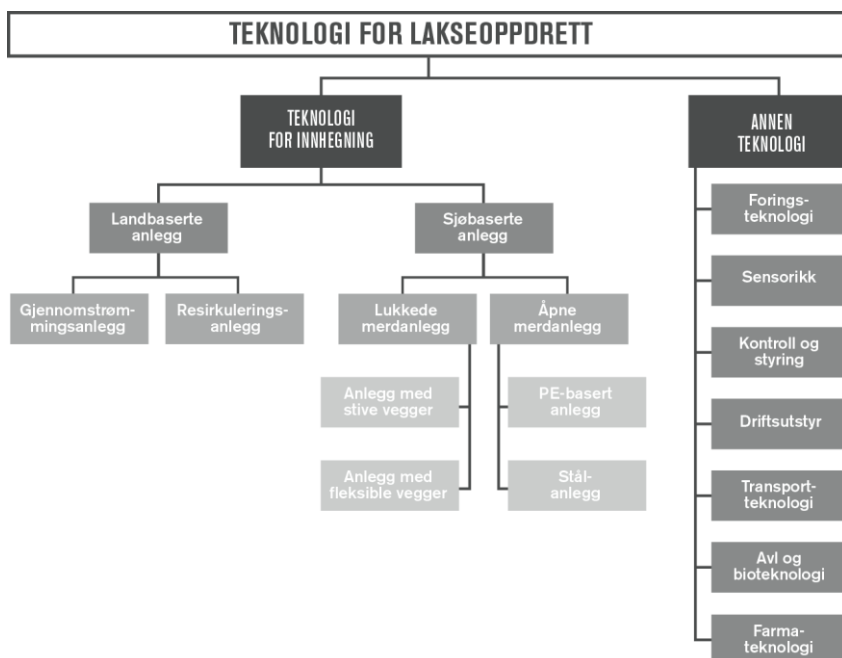
2.3 NÆRINGENS ARBEID MED Å LØSE UTFORDRINGENE

Arbeidet med å redusere næringens utfordringer og sikre drift i tråd med bærekraftskriteriene inkluderer et bredt spekter av tiltak. Ved årsskiftet 2011/2012 foregikk det for eksempel 70 prosjekter for lusebekjempelse. Tiltakene for å redusere næringens utfordringer kan deles i (en liste over til sammen 25 tiltak i disse tre kategoriene finnes i appendix 2):

- Biologiske/medisinske tiltak (som vaksineprogrammer, utvikling av funksjonelt fôr og utskilling av rømt oppdrettslaks i lakseelvene).
- Driftsforbedrende tiltak (som bedre brakkleggingsrutiner og bedre lokalisering av oppdrettsanlegg).
- Tiltak knyttet til utvikling av utstyr/teknologi og til bruk i ulike faser av verdikjeden (som utvikling av bedre notmaterialer og mekanisk fjerning av lus ved hjelp av spyling med saltvann).

Mange av tiltakene er av forebyggende karakter (som vaksine og bedre notmaterialer), mens andre er mer «reparerende» (som sporing av rømt fisk). En varig reduksjon av næringens utfordringer forutsetter at hovedfokus er på forebyggende tiltak.

Næringen bruker også i dag en rekke ulike teknologier i alle faser fra smoltproduksjon og sjøanlegg til slakting av fisk. Teknologien kan grovt sett deles i to hovedgrupper som vist i figur 2.1 nedenfor. Den venstre grenen i figuren viser den teknologien som brukes til å innhegne fisken, merd-teknologien. I den høyre grenen finner vi all annen teknologi som brukes i ulike faser i oppdrettsvirksomheten. Dette omfatter blant annet ulike typer sensorer, brønn-



FIGUR 2.1 SKJEMATISK OVERSIKT OVER TEKNOLOGI I OPPDRETTSNÆRINGEN

båter, systemer for å føre fisken, systemer for å ta fisken opp av merdene til slakting, og teknologi for mekanisk lusefjerning. Til denne grenen kan vi også føye biologiske tiltak, som utvikling av nye fôrtyper og vaksinasjonsprogrammer.

Merdteknologien kan deles i to grupper: dagens merdteknologi med flyter og not, og lukkede merder. Den første gruppen er kommersielt tilgjengelig, for den andre gruppen er den teknologiske modenheten ulik og begrenset (se kapittel 4.4).

Problemene knyttet til rømming og lus knytter seg primært til vekstfasen i sjø (rømming fra settefisk anlegg skjer også). Det er også i sjøfasen det vesentlige av biomasseproduksjonen foregår. Vi skal derfor i det følgende ha et hovedfokus på teknologi til bruk i sjøfasen. Merdteknologien er i tillegg interessant fordi den er helt sentral i forhold til eksponering mot lus og forhindring av rømming, samtidig som den politiske interessen for lukkede anlegg bidrar til å aktualisere denne teknologien.

Det er viktig å understreke at merdene inngår i større systemer av teknologier, sammen med blant annet teknologier til bruk for lusefjerning og til håndtering av fisk. En diskusjon av videreutvikling av dagens merdteknologi er derfor i realiteten en diskusjon av et sett teknologier knyttet til innhegning og håndtering av fisk. Det samme vil gjelde for et lukket anlegg (se kapittel 4).

2.4 TILTAK PÅ LENGRE SIKT

Tidsperspektivet er viktig når vi drøfter videreutvikling av oppdrettsnæringen. På kort til mellomlang sikt vil biologiske tiltak, forbedring av driftsrutiner og videreutvikling av teknologi som i dag er kommersielt tilgjengelig trolig være viktigst for å håndtere næringens utfordringer.

Det vil ta lenger tid før hel nye teknologier, og teknologier som er på et tidlig stadium i utviklingsforløpet, eventuelt kan bidra vesentlig til en mer bærekraftig næring. Dette gjelder de prosjekter ekspertgruppen kjenner til innen lukkede anlegg.

Det er likevel usikkert hvilke teknologier som på lengre sikt vil gi det viktigste bidraget til arbeidet med å redusere næringens utfordringer. Ingen kan med sikkerhet si at næringen ikke vil kunne bli avhengige av helt nye teknologier for å sikre bærekraftig drift. Næringen har doblet produksjonen de siste 10 årene. Vi vet ikke om en ny dobling neste tiårsperiode vil kunne være mulig uten at helt ny teknologi tas i bruk. Næringen kan komme til et punkt der det vil være behov for et teknologisk sprang, over til en grunnleggende ny teknologi. Eksempler på slik ny havbruksteknologi kan være nedsenkbare merder (med nøter) og lukkede oppdrettsanlegg.

Det vil være svært uheldig dersom næringen havner i en situasjon med et åpenbart behov for nye løsninger, uten at det har vært gjort en grundig innsats for å vurdere potensialet i nye teknologier.

Arbeidet med å sikre drift i tråd med bærekraftkriteriene bør derfor følge to spor parallelt, og hvor det ikke er snakk om «enten eller» men bør være «både og». Det bør satses på videreutvikling av eksisterende teknologi, fôrutvikling, bedre driftsrutiner, vaksinasjonsmetoder etc., samtidig som det bør gjøres en innsats for å få en best mulig forståelse av potensialet i lukket teknologi og eventuelle andre umodne men potensielt løfterike teknologier.

TEKNOLOGIUTVIKLING I ET BREDERE PERSPEKTIV

Utvikling av ny teknologi er ikke bare viktig for å løse næringens utfordringer. Det kan også representere en mulighet for næringsutvikling og innovasjon i Norge. Vi har brede og svært gode kompetansemiljøer på dagens oppdretts-teknologi, og norske kompetansemiljøer har unike forutsetninger for å ligge i forkant av utviklingen av ny teknologi, og til fortsatt å være verdensledende teknologileverandører. I tillegg har vi tilgang på unik kompetanse fra blant annet offshore-næringen og fra byggebransjen. Mulighetene for kompetanse-overføring og samarbeid mellom de ulike næringene bør undersøkes. Det kan bidra til både å optimalisere mulighetene for en bærekraftig næring og for fortsatt å sikre Norges posisjon som verdensledende teknologileverandører til havbruksnæringen.

I et lengre tidsperspektiv, med vedvarende global befolkningsvekst, økende behov for mat, mangel på ferskt vann og mindre landarealer tilgjengelig for matproduksjon, vil bruk av havet til produksjon av næringsrik og sunn mat trolig bli viktigere. Det har lenge vært snakket om den "blå revolusjon" og «den blå åker», og i følge FNs organisasjon for mat og landbruk (FAO) rykker dette stadig nærmere. Produksjon av norsk laks vil isolert sett neppe spille noen stor rolle her selv om vi med dagens produksjon dekker sjømatbehovet til 35 millioner mennesker. Det viktige er at all kunnskap som er generert om fiskeoppdrett, fiskehelse og ernæring samt miljøarbeid, kan gi et betydelig bidrag og være en viktig eksportartikkel fra Norge fremover.

Vedvarende teknologikutvikling vil trolig være viktig for å opprettholde Norges posisjon som verdensledende innen helt sentrale fagdisipliner som fiske-ernæring, fiskehelse, genetikk, drift av sjøanlegg, miljøovervåkning og utstyrs-teknologi. Laksen er en av de oppdrettsarter som har best evne til å utnytte de fôr-ressurser man gir den.²⁸ Selv om laksen ikke nødvendigvis skal spille hovedrollen i den blå revolusjonen, kan kunnskap generert i norsk havbruksnæring spille en sentral rolle. Vi kan ikke per i dag si hvilken vekst en blå revolusjon eventuelt vil kunne gi grunnlag for innen norsk havbruk, men behovet for å håndtere næringens utfordringer vil neppe bli mindre.

²⁸ Utnyttelsen er betydelig mer effektiv enn hos dyr produsert på land, som sau, svin og kylling.

3. ÅPNE MERDER

Matfiskproduksjon foregår i dag i åpne merder. Merdene er utviklet gjennom 40 år, og er en helt sentral teknologi i dagens oppdrettsnæring. Dagens kommersielt tilgjengelige merdteknologi kan deles i to hovedgrupper:

- Landbasert akvakultur med bruk av lukkede kar for å innhegne fisken (smoltproduksjon).
- Akvakultur i sjø eller ferskvann med bruk av merder for innhegne fisken.

I Norge foregår smolt- og settefisk-produksjonen på land, mens brorparten av biomasseproduksjonen fra settefisk til slakteferdig fisk foregår i sjø i åpne merder. En merd består av tre hovedkomponenter: flytekrage, not/ innhegning, samt forankring. Det finnes to hovedretninger innen kommersiell merdteknologi, PE-baserte merder (PE står for polyetylen, et plastprodukt), og stålmerder. Valget mellom disse påvirkes av flere faktorer:

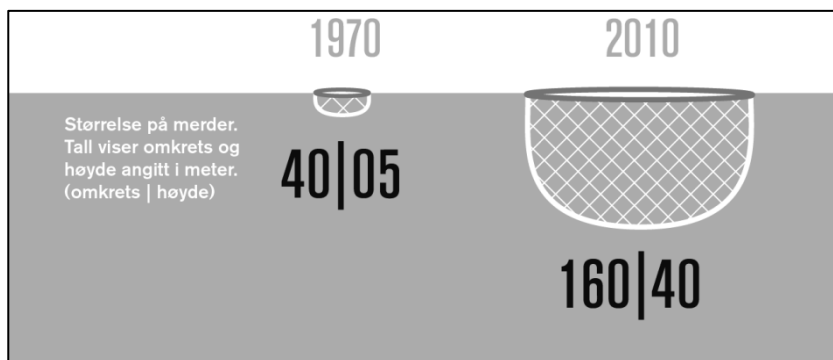
- mulighet for å ha optimal vannkvalitet
- tilrettelegging for praktisk drift/operasjon
- tilpasning til eksponering på de ulike lokaliteter
- predatorbeskyttelse (sel, sjøløve, etc.)
- sikkerhet
- erfaring og tradisjon i de ulike regioner

PE-merder er den dominerende teknologien i Norge. Merdene har en sirkulær flytekrage, som oftest bestående av to PE-rør festet inntil hverandre. Oppå disse er det en gangbro, og det er et gjerde på innsiden mot fisken.

Stålmerder brukes blant annet mye i Chile og Canada. Noe av årsaken er at chilenerne har større behov for beskyttelse mot predasjon fra sjøløver. Det legges normalt et grovmasket beskyttelsesnett rundt alle nøtene i disse anleggene.

3.1 FRA SMÅ TIL STORE MERDER

De første merdene ble utviklet for ca. 40 år siden. Flytekrager av trykkimpregnert treverk og flyteelementer av isopor har siden blitt erstattet av fleksible PE-rør med stor oppdrift. Selve grunnkonseptet der en flytende ramme med gjerde på toppen holder en enkeltvegget not, er imidlertid uforandret. Utviklingen er først og fremst karakterisert ved en kraftig økning i flytekragenes omkrets og notposens volum, samt en betydelig økning av dimensjonene på merder, nøter og fortøyninger. Mens de første merdene hadde en omkrets på ca. 40 meter og flytekragen bestod av et plastrør med diameter på 16 cm, har de antatt mest brukte merdene i dag en omkrets på 157 meter (se illustrasjon i figur 3.1). Hver av de to PE-rørene i flytekragen har diameter på opp til 60 cm. Det jobbes med å utvikle og teste merder med omkrets på 200 meter. Utstyret gjennomgår en kontinuerlig oppgradering for å tåle de belastningene det utsettes for.



Figur 3.1: Illustrasjon av vekst i merdstørrelse fra 1980 til 2010

Tilsvarende har både merdvolumet og antall fisk per merd steget kraftig, se tabell 3.1. I de største, moderne merdene er volumet 128 ganger større enn i merdene som ble benyttet i oppdrettsnærings første år. En merd med omkrets på 200 meter vil kunne ha et volum som er opp til 250 ganger det de første merdene hadde. Antall fisk som én merd kan inneholde er økt fra noen få

tusen til 250.000. Fra og med 1. januar 2013 innføres imidlertid en øvre grense på 200.000 fisk per merd, for med det å begrense konsekvensene ved eventuelle havari.²⁹

Utviklingen av større merder har bidratt til at produksjon av laks er svært arealeffektiv.

Årstall		1970 - 2000				2000-2015		2015 ->
Merdenes størrelse	Omkrets (m)	40	60	90	120	157	160	200
	Dybde (m)	5	10	15	20	30	40	25-50
	Volum (m ³)	637	2 865	9 669	22 918	58 845	81 487	Opp til 160 000
Faktor		1	5	15	36	92	128	Opp til 250

Tabell 3.1: Merdstørrelser fra 1970 til i dag, og mulig videre utvikling

3.2 DAGENS MERDTEKNOLOGI – FORDELER OG ULEMPER

Dagens merdteknologi har fordeler og ulemper. De største fordelene er:

- Det er en etablert og velprøvd teknologi som man etter hvert har betydelig erfaring med å håndtere. Dette er en sterkt medvirkende årsak til at dagens oppdrettsnæring kan produsere fisk så effektivt som den gjør.
- Kostnaden ved å gi fisken tilfredsstillende plass er lav, noe som er en fordel både med hensyn til fiskevelferd og sykdomsforebygging.
- Kostnadene ved å anskaffe og drifte teknologien er så lave at det gir et godt grunnlag for storskala, kommersiell produksjon.
- Teknologien gjør det mulig å bruke de naturlige bevegelsene i vannmassene langs kysten. Dette gir god vanngjennomstrømming og gjør det enkelt å sikre fisken vann av god kvalitet med gunstig temperatur.

²⁹ Se pressemelding fra Fiskeri- og kystdepartementet datert 20. desember 2011.

- Selve teknologien (altså merden) krever minimale varige fysiske miljøinngrep. Anlegg og enkeltkomponenter kan enkelt flyttes fra en lokalitet til en annen, eller tas opp av sjøen igjen.
- Flytekragen i PE-merder er fleksibel. I bølger vil selve kragen bøye seg, og dette gir robusthet i moderat eksponerte lokaliteter. For stålmerder er bidrar hengsler mellom de ulike deler av konstruksjonen til å gjøre den fleksibel, men stål-merder er ikke så fleksible som PE-merder. De brukes derfor i utgangspunktet på mindre eksponerte lokaliteter.³⁰

De største utfordringene med denne teknologien er:

- Noten som brukes i åpne merder gir eksponering for rømming, fordi den kun er en enkel barriere mellom fisken og omgivelsene, og flenger i noten åpner for rømming.
- Åpne merder gir eksponering for lakselus og andre organismer og smittestoffer. Lusen har “fri vei” til vertsfisk hvor den kan vokse og utvikle egg.
- Lokalisering av anleggene påvirker eksponeringsgraden for lakselus.
- Hvis næringen skal utnytte mer eksponerte lokaliteter, vil det kunne være behov for å utvikle merdteknologien slik at den tåler røffere vær, sterkere og mer variert strøm, større bølger og sterkere vinder.
- Åpen teknologi gir liten fysisk kontroll av utslipp. Avføring fra fisken og fôrspill vil falle gjennom noten og spres utover avhengig av strømmen på lokaliteten. Fôrspill kan gi punktbelastning under merdene ved høy biomasse, og utslipp fra oppdrettsanlegg er det største enkelt-utslippet av næringssalter langs kysten. Det er likevel ikke grunnlag for å si at slike utslipp i dag utgjør et problem (se også kapittel 4.5.4).³¹
- Håndtering av not medfører operasjoner som kan være risikofylte.
- Det har vært reist kritikk mot de visuelle virkningene av store oppdrettsanlegg. Den enkelte observatør må selv vurdere hvordan et slikt anlegg fremstår.³²

³⁰ Stålmerder må dimensjoneres opp hvis man beveger seg ut i mer eksponerte farvann. I Chile anvendes det nå stål-merder med langt kraftigere dimensjonering enn de stålmerder som tradisjonelt har vært anvendt. Dette skyldes at man beveger seg ut i mer eksponerte farvann.

³¹ Se for eksempel Havforskningsinstituttet på www.imr.no, Fredriksen et. al. (2011) og Selvik et. al. (2011).

³² Det kan hevdes at ingen større produksjonsanlegg er uten visuelle virkninger, det være seg en gård, et vindkraftanlegg eller en jernbane.

Ulempene ved åpne anlegg kan sies å være knyttet til utfordringer næringen står overfor med hensyn til lus og i en viss grad i forhold til rømming.

Utbedringen av dagens merdteknologi vil gå parallelt med andre tiltak for å sikre bærekraftig drift (jf. kapittel 2.4). Det er imidlertid interessant å vurdere hvilke forbedringer av selve teknologien – som notmateriale, størrelse, flytekrage driftsrutiner m.m. – som kan forbedres og hvilken betydning dette kan ha i forhold til å redusere næringens utfordringer.

3.3 PÅGÅENDE FORSKNINGS- OG UTVIKLINGSARBEID

Det pågår et kontinuerlig arbeid for å gjøre eksisterende merdteknologi bedre. Forbedringstiltakene er ulike avhengig av om vi snakker om å redusere farene for rømming eller problemene med lus.

En andel av rømmingen skyldes hull i not. Hull kan oppstå som resultat av slitasje (for eksempel fra bunnring) eller som følge av en plutselig påkjenning (for eksempel fra en propell eller drivgods). Det pågår arbeid for å forbedre notmaterialet. En mulighet er å erstatte dagens not-tråd med tråder som er forsterket, slik at en eventuell flenge i noten ikke fører til at noten revner. En annen mulighet er å erstatte trådbaserte nøter med mer robuste materialer. Det finnes for eksempel plast-kompositter som er svært sterke og fleksible nok til å kunne brukes i merder. Dette materialet har man erfaringer med fra japansk oppdrett i mange år. I Norge er det gjort forsøk blant annet innen torskeoppdrett. Erfaringene er så langt gode, men denne typen notmaterialer medfører en del utfordringer ved håndtering på grunn av stivheten i selve materialet. Det er også mulig å ta i bruk helt andre materialer, som polymerer, keramer, og metaller som legeringer av kobber. Utvikling av nye festeordninger for bunnringen på not, slik at belastningen reduseres, er også viktig.

Modellberegninger fra Havforskningsinstituttet indikerer imidlertid at det vil kunne bli nødvendig å redusere antallet fisk per kubikkmeter i større merder for å opprettholde en tilfredsstillende vannutskiftning og oksygennivå i merden, for å oppnå et godt merdmiljø for fisken.³³ Dette er imidlertid lokalitetsavhengig. Økt merdstørrelse gir dermed ikke nødvendigvis en tilsvarende økning i antall fisk per merd.

³³ Havforskningsinstituttet (2011)

Ved bruk av mer eksponerte lokaliteter vil det kunne være aktuelt å senke merden for å unngå belastningene i havoverflaten ved de verste stormene. Det finnes allerede i dag nedsenkbare, åpne merder med not og krage, men disse brukes ikke i Norge og foreløpig primært for å unngå nedising i områder der det er et problem (primært i Bottenviken). Denne teknologien kan videreutvikles og oppskaleres for bruk på eksponerte lokaliteter i norske havområder.

Det er svært sjelden at selve flytekragen havarerer.³⁴ Det pågår likevel et kontinuerlig arbeid for å redusere mulighetene for havari ytterligere. Dette omfatter blant annet utvikling av mer robuste flytere med større bæreevne/oppdrift, økt styrke på flyteelementene (rørene) gjennom optimalisering av materialvalg og dimensjonering til ulike lokaliteter, utvikling av mer robust innfesting mellom merd og fortøyning, forbedringer av oppheng og innfesting av bunnring, og nye systemer for demping av bevegelser og reduksjon av rivningsrisiko mellom bunnring og not.

Problemene med lus vil ikke påvirkes ved bedringer av not eller flytekrage. Så lenge merden er åpen vil eksponeringen for lus og andre smittestoffer være der. Reduksjon av luseproblemet innenfor dagens teknologi må derfor skje ved hjelp av forbedringer i metoder og rutiner for overvåking og avlusning, gjennom utvikling av tiltak som hindrer lusen å sette seg på fisken (for eksempel ved bruk av vaksiner, funksjonelle fiskefôr, samt skjørt i de øverste vannlagene), eller bruk av lokaliteter som reduserer eksponering mot villaks. Samtidig vil som nevnt forflytting av oppdrettsanlegg til mer eksponerte lokaliteter lenger ut mot åpent hav kunne redusere faren for smittespredning.

3.4 OPPSUMMERING

Åpne merder har vært avgjørende for utviklingen av oppdrettsnæringen. Dagens merder er et resultat av 40 års utvikling, og det arbeides kontinuerlig med å gjøre merdene mer robuste og driftssikre. Notene gir eksponering for rømming og eksponering mot lus, men som nevnt i kapittel 2.3 arbeides det med en rekke tiltak (teknologiske så vel som biologiske) for å redusere problemene med rømming og lus innenfor rammene av åpne merder. Per i dag vet vi ikke sikkert hvilke løsninger som vil gi de viktigste bidragene, og hvor store bidragene vil være.

³⁴ Se Rømmingskommisjonen for oppdrettsnæringen

4. LUKKEDE MERDER

Å lukke en merd innebærer at det lages en tett fysisk barriere mellom oppdrettsfisken og omgivelsene. Men lukkede anlegg kan utformes ulikt avhengig av hva man skal lukke mot og i hvor stor grad man ønsker lukking. Det kan tenkes plassert på land eller i sjøen, og anlegg i sjøen kan tenkes flytende i overflaten, nedsunket eller stående på havbunnen.

Det finnes per i dag ikke kommersielt tilgjengelige lukkede anlegg som muliggjør kommersiell oppdrett i det volum som finnes på de fleste lokalitetene i Norge. Hvis vi derimot legger til grunn den produksjon de minste oppdretterne i Norge har, tilsvarende én konsesjon (780 tonn MTB), finnes det leverandører av lukkede anlegg som tilbyr et slikt anlegg (se kapittel 4.4).³⁵

Det er likevel hevet over tvil at lukking av et oppdrettsanlegg reiser nye utfordringer, bla. i forhold til fiskehelse og -velferd, energibruk, arealtilgang, pumping av vann ved eventuell driftsstans og i forhold til økonomi/lønnsomhet. Det kan også stilles spørsmål ved om bruk av lukkede anlegg kan rokke ved Norges største naturlige fortrinn som oppdrettsnasjon – tilgangen til rent havvann og gode strømforhold (se kapittel 4.6). I tillegg vil lukkede anlegg kunne kreve bruk av annen teknologi til blant annet forankring, overvåking og avfallshåndtering.

Vi skal i det følgende først se på årsakene til at man kan ønske å lukke et anlegg, og hvordan dette kan gjøres. Deretter skal vi sammenlikne lukkede anlegg med åpne merder i forhold til viktige parametere for oppdrett av laks.

³⁵ Selskapet Agrimarine kan i følge egen presentasjon levere slik anlegg.

4.1 HVORFOR LUKKE MERDER?

Flere argumenter har vært trukket frem til fordel for lukkede anlegg. De mest sentrale av disse argumentene er:

1. Hindre rømming av fisk – en sterkere fysisk barriere mellom fisken og omgivelsene gjør rømming direkte fra merden vanskeligere.
2. Hindre spredning av lakselus – en barriere mot omgivelsene forhindrer direkte eksponering mot lakselus så sant inntak- og avløpsvannet renses/behandles. Samtidig kan henting av vann fra større vanddyp (20-25 meter) hvor det er lite eller ingen lakselus sikre vanntilførsel med lite lus.
3. Hindre spredning av andre sykdomsagens – også her er barrieren mot omgivelsene viktig. Vannbehandling kan være viktig for å hindre spredning av smitte fra vann som pumpes inn i merden.
4. Samle opp organisk materiale for å hindre spredning av dette i sjøen og for eksempel bruke det i gjødselproduksjon.³⁶
5. Potensiell kostnadsgevinst gjennom bedre utnyttelse av MTB-kapasitet, bedre forutnyttelse og redusert svinn.

Lukking med hovedformål å hindre rømming skiller seg fra hovedformål 2-4. Disse dreier seg primært om vannbehandling i ulik form, mens lukking mot rømming dreier seg om å skape en innhegning for fisken som minimaliserer muligheten for at fisken skal kunne rømme. Samtidig vil ulike grader av lukking påvirke muligheten for å realisere de potensielle gevinstene ved lukking.

NÆRMERE OM POTENSIALET FOR PRODUKSJONGEVINSTER

Hvis og når lukkede oppdrettsanlegg tas i bruk i lakseoppdrett i Norge vil det trolig skje gjennom en gradvis innføring, og det er ikke gitt at slike anlegg vil brukes i hele matfiskfasen. En mulighet er å bruke lukkede anlegg til produksjon av extended smolt»/stor settefisk, dvs. fisk mellom 2/300 og 1000 gram. I denne fasen kan fisken være særlig sårbar for lus og andre påkjenninger. Lukkede anlegg kan være et alternativ som gjør det mulig å trygge denne fa-

³⁶ Dette forutsetter at evt. slik gjødsel brukt på land ikke medfører avrenning til elver eller sjø.

sen. Dette vil i så fall innebære at dagens produksjonsprosess med to hovedfaser (jf. kapittel 2) deles i tre faser (se også figur 4.1).

Ved bruk av lukket teknologi til produksjon av stor settefisk vil vekstfasen i åpne merder i sjø blir kortere. Dermed vil man kunne gjennomføre flere produksjonsrunder mellom to brakkleggingsperioder for en produksjonssone. Dette vil kunne skje dersom fisk mellom 100 gram og 1 kg blir holdt utenfor MTB-regnskapet, slik Areal-utvalget har foreslått (i dag inngår all fisk som er en del matfiskproduksjonen i åpne nøter i MTB-regnskapet).³⁷

Den potensielle gevinsten gjennom økt produksjon per lokalitet kan om ønskelig tas ut ved å redusere antall lokaliteter, med tilhørende kostnadsreduksjoner. Bruk av smoltnøter (nøter med mindre maskevidde tilpasset smolt) vil ikke lenger være nødvendig, og dermed vil kostnader kunne reduseres. En kortere produksjonstid vil også gi bedre utnyttelse av lokalitetene mellom brakkleggingsperiodene.

Utviklerne av flere av konseptene som presenteres nedenfor fremhever «stor settefisk» som et aktuelt bruksområde for deres teknologi.

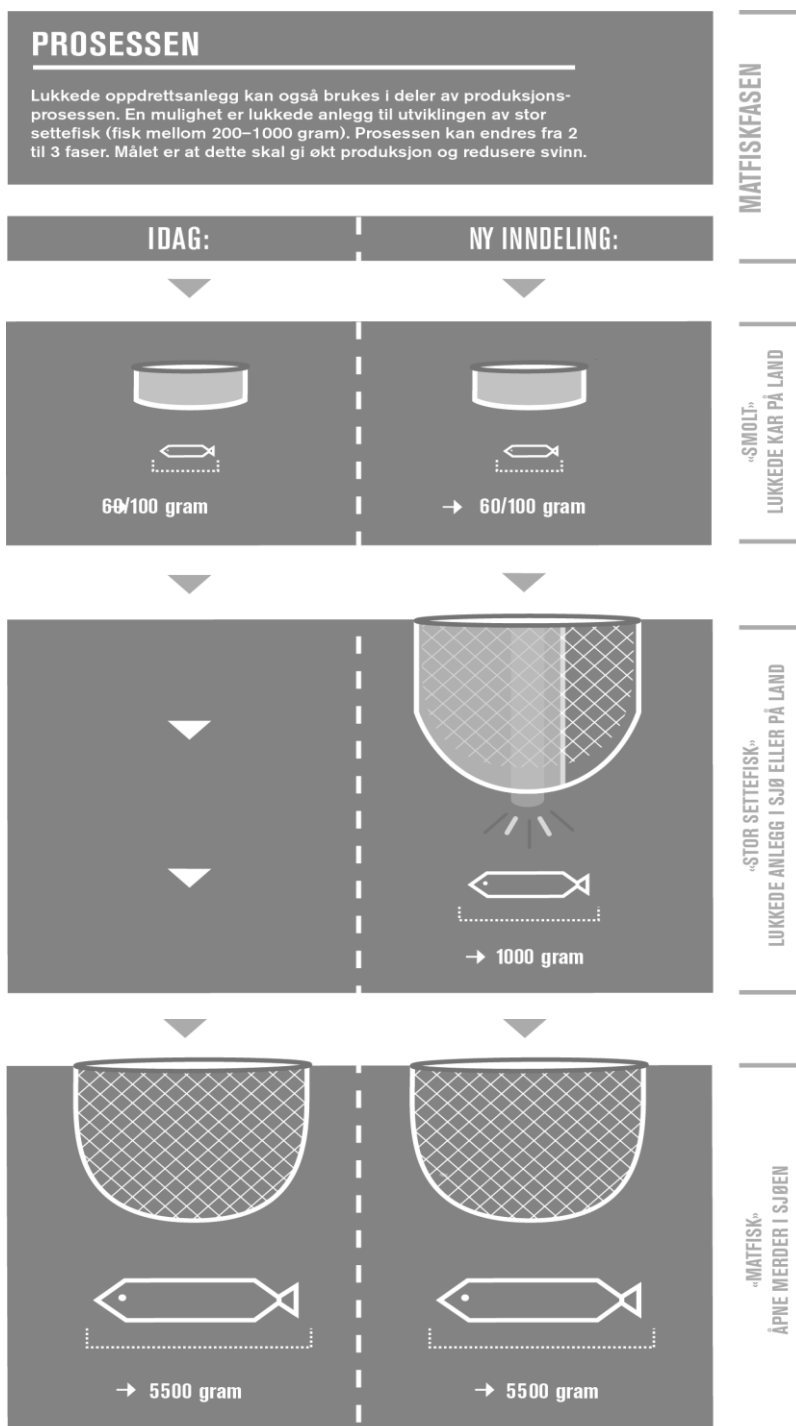
4.2 TRE TYPER LUKKEDE ANLEGG

Vi kan skille mellom tre hovedgrupper av lukkede anlegg:

- Flytende, lukkede anlegg med rigide vegger, for eksempel i glassfiber eller betong.
- Flytende, lukkede anlegg med fleksible vegger, for eksempel i form av en plastduk.
- Lukkede og nedsenkede anlegg, stående på bunnen, for eksempel i betong.³⁸

³⁷ Regjeringen har gitt tillatelse til å produsere stor settefisk på land. Dette vil kunne gi en tilsvarende produktivitetsgevinst som produksjon av stor settefisk i lukkede sjøanlegg. Hvis Areal-utvalgets anbefalinger tas til følge vil produksjon av stor settefisk i sjø kunne holdes utenfor MTB-regnskapet.

³⁸ Også overflateanlegg kan være bunnfaste, for eksempel ved at de er festet til bunnen gjennom såkalte strekkstag.



Figur 4.1: Illustrasjon av mulig tredeling av produksjonsprosessen

Det går et vesentlig skille mellom de flytende og de nedsenkede anleggene. Laks har en svømmeblære som er avhengig av luft for å opprettholde svømme-funksjonen, og kan maksimalt være neddykket i 3 uker før den må ha tilgang på luft. En laks fyller blæren ved å snappe luft i vannoverflaten. Et permanent nedsunket anlegg vil derfor kreve at det kan skapes luftlommer i anlegget som gir fisken samme mulig til å “fylle på” med luft.

En annen vesentlig forskjell vil være mulighetene for inspeksjon. Et lukket anlegg på havoverflaten gir mulighet for en viss visuell inspeksjon ovenfra. Et lukket anlegg på bunnen naturlig nok være mindre tilgjengelig. Samtidig vil håndtering av fisken trolig kreve mer komplekse operasjoner.

Vi skal i det følgende fokusere på flytende lukkede anlegg i sjøen. Denne avgrensningen er gjort dels fordi det er her utviklingen av anlegg for produksjon av stor settefisk eller matfisk synes å ha kommet lengst, dels fordi lukkede anlegg på land vil gi arealbehov som etter ekspertgruppens mening gjør slike anlegg mindre aktuelle.³⁹

4.3 ULIKE GRADER AV LUKKING

Vi kan skille mellom ulike nivåer for lukking av en merd, der hvert nye nivå adderer nye elementer til det foregående, og hvor kompleksiteten stiger for hvert nivå.⁴⁰

Nivå 1:

- Pose eller rigid konstruksjon – for å danne barriere mellom fisken og omgivelsene
- Pumping av vann inn og/eller ut – for å sikre nok vann av tilfredsstillende kvalitet. Vannmengden vil kunne variere ettersom man tilsetter oksygen til vannet eller ikke. Ved bruk av redusert vannmengde kan CO₂-fjerning fra oppdrettsvannet være aktuelt. Ved svært lave vannforbruk kan fjerning av ammoniakk være nødvendig. Dersom ammoniakk må fjernes vil det uansett være nødvendig med lukking på nivå 4.

³⁹ Stor settefiskproduksjon på land kan dessuten føre til økt vannbruk og økte utslipp. Miljøovervåking er derfor viktig.

⁴⁰ Basert på Rosten et. al. (2011)

Nivå 2 = Nivå 1 og i tillegg:

- Dobbel rømmingssikring
- Fjerning av lakseluslarver fra avløp eller innløp ved filtrering
- Filtrering av partikler (fôr, feces) fra avløp herunder systemer for fôroppsamling – for å hindre avfall. Mekanisk filtrering og slambehandling.

Nivå 3 = Nivå 2 og i tillegg:

- Fjerning av bakterier, virus og andre patogener fra vanninntak.

Nivå 4 = Nivå 3 og i tillegg:

- Biologisk vannbehandling for minimalisering av vannforbruk, og fjerning av større mengder organisk materiale, nitrogen og fosfor. Aktuelle systemer er Resirkuleringssystemer for akvakultur (RAS), og løsninger med bruk av organismer for å øke renseeffekten for organiske materialer og salter.

Jo mindre vann man ønsker å bruke, og desto flere faktorer/hensyn man ønsker å sikre seg mot (lus, andre patogener, etc.), desto mer vannbehandling vil være nødvendig.

4.4 FORSØK MED LUKKEDE ANLEGG OG PÅGÅENDE UTVIKLINGSPROSJEKTER

De siste 20-30 årene har det vært gjort flere forsøk med lukke oppdrettsanlegg, og det pågår prosjekter også i dag. Tidligere forsøk har vært gjennomført i blant annet Norge, Island, USA, Spania og Canada. Det er gjennomført evalueringer av flere av forsøkene.

Det 5-årige norske forskningsprosjekt «Lukkede produksjonsanlegg på land og i sjø» fra 1989-1993 vurderte blant annet energikostnader, metoder for vannbehandling og metoder for flytting og sortering av fisk.⁴¹ Det norske prosjektet konkluderte med at mens erfaringene med forsøk med lukket teknologi

⁴¹ Norges forskningsråd (1994).

fra 1980-tallet var dårlige, var det på begynnelsen av 1990-tallet mulig å bygge langt mer driftssikre og effektive anlegg. Studien mente man var på god vei mot å finne løsninger på flere av de sentrale utfordringene. Imidlertid hadde ingen lyktes i å etablere kommersiell drift.

En kanadisk studie fra 2008 tok for seg 42 forsøk med lukkede anlegg (hvorav et fra Norge).⁴² Studien vurderte blant annet hvordan anleggene var utformet, fiskens oppvekstforhold, sykdomsspredning i anleggene og økonomiske konsekvenser. Studien viste at ingen av konseptene brukes i storskala kommersiell oppdrett. Årsakene var ulike, og omfattet blant annet høye investerings- og driftskostnader, problemer med god nok forankring av flytende lukkede anlegg, og dårlig fiskevelferd.

En kanadisk rapport fra 2010 vurderte økonomien i ulike konsepter for lukket teknologi.⁴³ De konkluderte med at alle konseptene ville ha vesentlig dårligere økonomi enn en åpen merd, og at kun et av dem kunne forventes å gi avkastning i et tre-års perspektiv. Studien er imidlertid basert på forutsetninger som gjør at resultatene ikke nødvendigvis er direkte overførbare til Norge.⁴⁴

PÅGÅENDE PROSJEKTER

Blant pågående prosjekter for utvikling av lukkede merder kan vi nevne følgende:⁴⁵

Preline Fishfarming Systems har laget en prototype på et oppdrettsanlegg der laks vært føret opp gjennom en hel produksjonsfase i horisontale rør med diameter på 2.5 meter som ligger flytende i vannoverflaten.⁴⁶ Vannet ble pumpet inn i rørene fra en dybde på 25-30 meter. Hensikten er å minimere mengde skadelige organismer i vannet, herunder lakselus. Vannstrømmen gjennom rørene kan reguleres, for å optimalisere oksygeninnhold og for å gi fisken best mulig svømmeforhold.

42 Studien var finansiert av det Kanadiske forskningsrådet. Se Chadwick et. al (2010).

43 Boulet et. al. (2010).

44 Studien understreker blant annet at dersom lukket teknologi modnes og spres i markedet vil kostnadene kunne reduseres betydelig. Samtidig baserer studien seg på vurderinger av et anlegg med produksjon på 2500 tonn matfisk per år, men det er ikke gitt at matfiskproduksjon vil være hovedfokus. I tillegg sammenlikner studien inntekt etter tre år. Hvis lukket teknologi har en levetid på 25 år kan det diskuteres hvorvidt tre års perspektiv gir et korrekt bilde av økonomien i et slikt prosjekt.

45 Dette er korte beskrivelser basert på informasjon fra selskapene, for å gi leseren et kort innblikk i pågående prosjekt. Teknologirådet har ikke hatt anledning til å etterprøve oppgitte tall. Flere av selskapene har frigitt betydelig mer informasjon enn det som gjengis her. Prosjektene som omtales her gir ikke en fullstendig oversikt over alle utviklingsprosjekter som pågår i dag.

46 www.preline.no

Målet for Prelines teknologiutvikling er å bygge anlegg for produksjon av det de kaller «extended smolt» med vekt opp til 850 – 1000 gram. De mener produksjon i lukkede anlegg vil kunne gi tryggere oppvekst uten parasitter, predatorer, sykdommer og forurensning.

Forstudiet førte frem til slakting av 44 laks av god kvalitet med snittvekt på 4,5 kilo (bløget). Samtidig avdekket studien flere utfordringer ved denne type konstruksjoner, men viste også muligheter spesielt ved oppføring av smolt frem til ca 1 kilo størrelse. Det jobbes nå med å videreutvikle prosjektet i et oppskalert pilotanlegg der det vil brukes elliptiske rør som er 14 meter bredt og 6 meter høyt, og med et totalt volum for oppdrett på 2.000 m³. Dette gjøres i et samarbeid mellom gründer og oppdrettsfirmaet Lerøy Vest AS.

Agrimarine er et kanadisk selskap som har utviklet en lukket merd i glassfiber. Merden er i hovedsak sylindrisk med en svakt kuleformet bunn. Vann slippes inn gjennom spalter i sidene av merden, og dette skal sikre utskiftning av vannet, strøm for fisken å svømme i, samt oppsamling av avfallsstoffer. Avfall samles inn og kan brukes til gjødsel på land. Per i dag er en tank på 3000 kubikkmeter i drift i sjø nord for Vancouver i Canada og et anlegg med fire tanker har gjennomført to vellykkede produksjonssykluser av regnbueørrett i ferskvann i Kina. En tank på 5.500 m³ er under konstruksjon og planlegges montert i sjøen utenfor Vancouver etter nyttår. En tank på 10.000 kubikkmeter er på designstadiet.⁴⁷

Tankene opererer med et pumpesystem der 3 millioner liter vann skiftes ut hver time. Det tilsettes oksygen. Energien som kreves til å drifte pumpene er i følge selskapet 25 – 30.000 kWh for en 3.000 m³ merd per år. *Agrimarine* oppgir at pumpehøyden for vannet inn i anlegget er 10 cm.

Agrimarine har i dag to prøve- og forsøkskonsesjoner i Norge. Den første er for matfiskproduksjon og på 780 MTB (tilsvarende en tradisjonell konsesjon). Her er det inngått intensjonsavtale med Lingalaks. Den andre prøvekonsesjonen er for post smolt produksjon i lukket anlegg opp til 1,0 kilo og på 500 MTB. Her er det inngått intensjonsavtale med Smøla Klekkeri og Settefisk AS.

Aquadome er et lukket oppdrettssystem formet som en halvkule og utført i glassfiberarmert polyester. Det er utviklet en prototype med en diameter på 10 meter. Det pumpes vann i halvkulen, og vannet kan hentes fra valgfri dybde.

⁴⁷ www.agirmarine.com, samt personlig kommunikasjon.

Dette er ment å sikre at vanntemperatur i domene kan reguleres, og dermed gi optimale vekstforhold for fisken.

Det pågår en uttesting av prototypen i Dirdal i Norge, i samarbeid med EWOS Innovation. Det ble satt ut settefisk på 400 gram i mars 2011, og forventet slakting er i april i 2012.⁴⁸ Samtidig som settefisk ble satt ut i domene ble det satt ut settefisk i tilsvarende mengde og størrelse i en tradisjonell, åpen merd i umiddelbar nærhet til domene. Dette for å sammenlikne vekst og fiskevelferd.

Aquadome kan produseres i ulike materialer (metall, tre, glassfiber) avhengig av hva som passer best på den enkelte lokalitet. I tillegg til oppdrett av laks kan konstruksjonen brukes til produksjon av blant annet blåskjell og kveite. Utviklerne av Aquadome ser for seg at oppdrettsanlegg med Aquadome kan ligge så nærme land at man kan ha pumper etc. på land, og samtidig unngå bruk av brønnbåt ved oppsamling av fisk før slakting. Dette vil kunne redusere produksjonsprosessens kompleksitet. Det jobbes med å utvikle en større dom med diameter på 27,5 meter.

Botngaard gjennomfører i samarbeid med blant andre Innovasjon Norge og SINTEF Fiskeri- og havbruk et prosjekt hvor det utvikles en duk til å kle uten-på vanlige merder.⁴⁹ Duken tenkes bruk i to ulike varianter. For det første som et såkalt permaskjørt, der de øverste 5 meterne fra vannoverflaten og nedover langs merden kles med duk. Dette er ment å begrense luspåslaget betydelig, siden lusen i stor grad oppholder seg i de øverste 5 meterne av vannsøylen.

Botngaard jobber også med et konsept der en hel merd skal kles med duk, slik at det blir et fullstendig lukket anlegg med mulighet for oppsamling av forspill og fiskeavføring. Anlegget er primært tenkt for oppdrett av settefisk opp til 800 gram, og vil forkorte tiden i åpen sjø med 8-10 måneder. Teknologien er på denne måten ment å kunne bidra til å øke biomassen i settefiskanlegg og dermed frigjøre MTB i åpne merder, hvilket i sin tur skal kunne øke den samlede produksjonen. Både permaskjørtet og en eventuell hel merd kledd i duk kan delvis bruke dagens teknologi med flytekrage ved oppheng av duken.

Coast Innovation AS har i samarbeid med selskapet *FLO AS* utviklet et konsept for «flytende lukket oppdrett». Her skal et antall tanker i stål festes på en større flytende ramme og vann skal hentes fra under merdene. Ett slikt anlegg vil tilsvare en konsesjon på 780 MTB.⁵⁰

48 EFAF AS Leithegruppen på Facebook

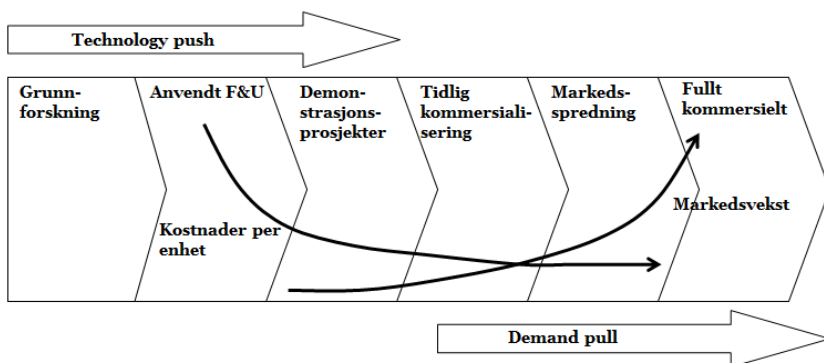
49 www.botngaard.no

50 Informasjon direkte fra selskapet

Det foreligger skisser til lukkede anlegg i betong, hvor kompetanse fra olje- og gassnæringen brukes til å tenke nytt om hvordan merder kan utformes.

Figur 4.1. viser hvordan teknologiutvikling kan beskrives som seks faser fra grunnforskning til fullt kommersielt produkt. Innledningsvis er kostnadene per enhet høye, og markedet ikke-eksisterende eller lite, og teknologien prøves ut i mindre skala. Etter hvert må imidlertid teknologien skaleres opp, og testes ut på nytt, for å kvalifisere den som et kommersielt produkt. Ettersom produktet nærmer seg markedet vil markedskreftene spille en viktigere rolle, og bidra til å gjøre teknologien kommersielt tilgjengelig.

Som det fremgår av beskrivelsene ovenfor har de ulike konseptene ulik teknologisk modenhet. En rimelig vurdering vil være å si at det mest modne er på stadiet «Tidlig kommersialisering» over mot «Markedsspredning».⁵¹ Andre kan best beskrives som demonstrasjonsprosjekter, mens atter andre er enda tidligere i utviklingsforløpet. Til forskjell fra dette befinner dagens åpne merder seg i kategorien «Fullt kommersielt».



Figur 4.1: Faser i en teknologiutviklingsprosess

Den store utfordringen ligger i å få de ulike komponentene i et lukket anlegg (pumper, filtre, oppsamling av avfall) til å virke sammen over tid og sikre trygg produksjon av slakteferdig fisk i god kvalitet. Ser vi derimot på flere av de teknologiske komponentene som brukes, som pumper og filtre, er disse kommersielt tilgjengelige. Det samme gjelder materialene som brukes. Fra settefiskproduksjon har vi dessuten relevant erfaring fra pumping og filtrering

⁵¹ Agrimarine er det eneste som bruker sitt anlegg i kommersiell produksjon, men i liten skala (tilsvarende 1/4 av én norsk konsesjon).

av vann, og for oppsamling og håndtering av avfall. Settefiskproduksjonen har også gitt oss erfaringer med håndtering av stor biomasse i lukkede anlegg. Selv om dette er smolt og ikke matfisk, bør kunnskapen kunne være av interesse ved eventuell bruk av flytende lukket anlegg.

4.5 VURDERING AV LUKKEDE MERDER

Egnetheten til alternative teknologiske løsninger (i forhold til dagens åpne merder) må vurderes i forhold til en rekke kriterier. I det følgende skal vi vurdere lukket teknologi i forhold til 8 parametere som vi anser som særlig viktige:

- | | |
|---|--------------|
| • Rømmingssikkerhet | • Energibruk |
| • Mulighet for luse- og sykdomskontroll | • Arealbruk |
| • Fiskevelferd | • Miljø |
| • Driftssikkerhet | • Kostnader |

En drøfting av disse utfordringene vil gi et bedre grunnlag for å vurdere i hvor stor grad og under hvilke forutsetninger et lukket anlegg vil kunne bedre mulighetene for drift i tråd med bærekraftkriteriene.

4.5.1 RØMMINGSSIKKERHET

I utgangspunktet skal alle oppdrettsanlegg være konstruert som rømmingssikre for det stadium av fisk og den lokaliteten anlegget er beregnet for. Dette følger av kravene i «NYTEK-forskriften» og NS9415, og gjelder både åpne og lukkede anlegg. Hvis rømming allikevel skjer, kan det være resultat av:

- Menneskelig feil knyttet til håndtering av fisk og utstyr
- Menneskelige feil ved andre risikofylte operasjoner
- Brekkasje eller havari av hele anlegg eller enkeltkomponenter
- Feil dimensjonering av utstyr i forhold til fiskestørrelse og lokalisering

Faren for menneskelige feil i forbindelse med risikofylte operasjoner vil i prinsippet være den samme i lukkede anlegg som i tradisjonelle merdanlegg. Det kan imidlertid være en forskjell i konsekvensene av menneskelige feil. Nøtene kan være en særlig utsatt komponent ved risikofylte operasjoner, og nøtene kan i seg selv være årsaken til at slike operasjoner gjennomføres. Det kan være opphaling i forbindelse med avlusing, fjerning av groe, eller andre operasjoner der selve nota må håndteres mens fisk står i den.

Samtidig er det interessant å vurdere om bruk av lukket teknologi kan redusere *antallet* risikofylte operasjoner, og med det muligheten for menneskelige feil som i sin tur kan føre til rømming. Dersom lukket teknologi kan redusere antallet operasjoner, for eksempel som følge av potensielt reduserte sykdomsproblemer i merdene (se eget avsnitt nedenfor), vil dette kunne redusere antallet håndteringer. På den annen side vil lukkede anlegg kunne forutsette egne teknologispesifikke operasjoner, som medfører en risiko for den aktuelle type anlegg.

Rømming som resultat av brekkasje, totalt havari eller annen utstyrssvikt skal i utgangspunktet forhindres ved å følge krav beskrevet i NYTEK-forskriften og NS 9415.

Lukkede anlegg reiser imidlertid en del andre utfordringer enn åpne. Et flytende lukket anlegg vil for eksempel kunne ha vesentlig større strømfang enn et åpent anlegg, og presset på konstruksjon, koblinger og fortøyningskomponenter vil derfor øke. På den annen side vil åpne merder med nøter være mer utsatt for drivende gjenstander enn for eksempel en glassfibertank, og vi vet ikke om en fleksibel flytekrage vil tåle påkjørsler bedre enn en rigid. Til alle slike argumenter er det å si at dette er laster som det skal beregnes dimensjonerende krefter for. På generelt grunnlag er det derfor ingen grunn til å si at det vil bli redusert eller økt sannsynlighet for rømming fra lukkede anlegg som resultat av utstyrssvikt.

Flytende lukkede anlegg vil, som dagens notbaserte anlegg, være sammensatt av ulike komponenter der noen kan vise seg å være spesielt sårbare. Som vist ovenfor er det stor forskjell på konseptene til for eksempel Agrimarine, Preline og Coast Innovation både med hensyn til geometri og materialvalg, og sårbarheten må vurderes særskilt for hvert enkelt konsept. Nåværende erfaringsgrunnlag gir ikke grunnlag for å konkludere om noen anleggskonsepter eller løsninger har en større innebygget rømmingssikkerhet enn andre.

4.5.2 KONTROLL MED LAKSELUS

Sammenliknet med en åpen merd vil en lukket merd gi lavere direkte eksponering mot lus. Hvis det skapes en tett, fysisk barriere mellom fisken og omgivelsene vil lakselus hindres fra å drive passivt inn i merden som i dag. Lus vil da kun komme inn gjennom vann som pumpes inn i merden, og spres videre gjennom vann som slippes ut av merden.

Det er vanligvis svært få aktive luselarver dypere enn 25 meter. Derfor vil henting av vann fra større dyp kunne redusere lusepåslaget til et minimum, men trolig ikke fjerne det helt. Filtrering av vannet kan være nødvendig for ytterligere å redusere eksponeringen for lusesmitte. Samtidig vil filtreringen påvirke energiregnskapet, se kapittel 4.5.6.

Det betyr at lukking på nivå 1 ikke nødvendigvis vil være tilstrekkelig for å eliminere lusepåslag, men det vil kunne gi bedre kontroll med inn-slipp av lus i anlegg. Med de mulighetene man har for medikamentell behandling av lus regner vi med at lukkede anlegg har et potensiale for å fjerne problemet med lakselus slik vi kjenner det i dag. Dette fordrer imidlertid at man kan bekjempe eventuelle luseutbrudd, også i de fisketettheter det vil kunne være snakk om (for eksempel 75 km/m³), og at vann som slippes ut av lukkede anlegg er lusefritt.

Bruk av andre virkemidler som avl, leppefisk og andre tiltak (jf. kapittel 2.4) kan også gi reduserte luseproblemet innen tradisjonelle, åpne merder. Samtidig trenger vi mer kunnskap om hvordan lus, ved et eventuelt utbrudd, spres i lukkede anlegg med høy fisketetthet.

4.5.3 FISKEVELFERD

Fiskevelferd er en utfordring for alle typer anlegg. Miljøet i en merd påvirkes av en rekke forhold, som temperatur, saltholdighet, oksygennivå, CO₂-nivå, mengden oppløste og partikulære avfallsstoffer, samt forekomst av alger, annet plankton og sykdomsfremkallende organismer. Vanngjennomstrømming er i stor grad bestemmende for flere av disse parameterne, men også årstidsvariasjoner og fisketetthet spiller en rolle. Dårlige miljøforhold som fisken ikke mestrer kan føre til mindre produksjon, redusert motstandskraft mot sykdom og større svinn.

Når en merd lukkes må fiskens velferdsparametere reguleres kunstig gjennom pumping og filtrering av vann, tilsetning av oksygen, fjerning av avfallsstoffer

etc. I dagens matfiskproduksjon har man en øvre tetthetsbegrensning på 25 kg/m³ (dvs. at minimum 97,5 % av volumet i en merd er vann). Denne grensen er satt slik at man anser den totale vannkvaliteten til å være akseptabel ved fisketetthet under denne grensen.

Dersom lukkede anlegg skal hente vann fra større dyp vil dette kunne føre til problemer med gassovermetning (i første rekke nitrogen), noe som kan medføre at vannet må luftes før bruk. Dypvann vil også ha en annen temperaturprofil enn overflatevann. Dette kan påvirke fiskens vekstmønster og tilveksthastighet, men på ulikt vis. Ved å hente varmere vann fra større dyp kan man gi bedre vekstforhold i perioder med svært kaldt overflatevann. På den annen side vil vann fra dypere vannlag kunne redusere vekst om sommeren dersom vann-temperaturen i de øverste meterne av vannsøylen er mer gunstig. Skulle det derimot bli for varmt vann i overflaten kan dette i seg selv begrense veksten, og henting av kaldere vann kan være en fordel.

Innhenting av dypvann kan også være en kilde til andre sykdomsfremkallende organismer (parasitter/bakterier/virus), og det kan være en mulighet for at oppdrett i lukkede anlegg vil gi helt andre helsemessige utfordringer enn i åpne. Blant annet vil det kunne være fare for økt sårdannelse.⁵² For å motvirke eventuelle problemer med parasitter eller bakterier kan det bli behov for behandling av vannet med UV-bestråling eller ozonering.

Lukkede anlegg vil etter all sannsynlighet kreve fastsatte minimumsverdier for oksygen og maksimumsverdier for CO₂ og nitroser avfallsstoffer. Når disse grensene er fastsatt av veterinærmyndighetene vil alle lukkede systemer måtte legge disse til grunn for utforming og drift av anlegg. Det har derfor ikke noen hensikt å vurdere de ulike nivåene av lukking opp mot dette, og lukkede anlegg kan vurderes under ett. Tatt i betraktning alle de naturlige variasjonene fisken opplever i et åpent anlegg, og under forutsetning av at myndighetene fastsetter minimumsverdier for vannkvalitet i lukkede anlegg og at det benyttes nødvendig vannbehandling, kommer lukkede anlegg i utgangspunktet verken bedre eller dårligere ut enn åpne anlegg i vurderingen i forhold til fiskevelferd.

Det skal påpekes at oppdrettere har mulighet til å påvirke fiskens miljø gjennom valg av oppdrettslokalitet, regulering av fisketetthet og styring av fiskens

⁵² Veterinærinstituttet peker i Fiskehelserapporten for 2011 på faren for økt sårdannelse i lukkede sjøanlegg. Instituttet mener dette kan komme fra bakterier som *Tenacibaculum* og *Moritella*. Dette kan trolig skyldes friksjon/mikroskader mot vegg og/eller ha sammenheng med dannelse av biofilm (personlig kommunikasjon).

aktivitet gjennom fôringsregimet. Det vil også kunne være stor variasjon mellom ulike lokaliteter med tanke på de velferdsskapende parameterne. Lokaliseringen av anlegg har vært gjenstand for betydelig optimaliseringsfokus, og næringen har vist stor evne til å finne lokaliteter med stadig bedre bæreevne.

TETTHETSAVHENGIG VELFERD?

De aller fleste redegjørelser for lukkede anlegg legger til grunn at det er sannsynlig at slike anlegg vil måtte operere med til dels betydelig større fisketettheter enn det som tillates i åpne anlegg. Selv om vannkvaliteten forutsettes å være god i slike anlegg (jf. resonnementet ovenfor) må det stilles spørsmål om ikke fisketetthet i seg selv er en del av et velferdsaspekt.

Laksen veksler i perioder av sitt liv mellom å være territoriell og tilnærmet stimfisk. Tetthetene i slike stimer, for eksempel under smoltutvandring, vil være betydelig under oppdrettstettheter. Vi har få holdepunkter som antyder tetthetsavhengig velferd eller ved hvilke tettheter det går en eventuell grense. På den annen side har man få erfaringer med å håndtere store tettheter av stor fisk, og man vil få ekstra utfordringer ved oppblomstring av lakselus eller sykdom fordi smitte mellom individer blir lettere. Man har heller ikke et tilstrekkelig erfaringsgrunnlag til å kunne konkludere med hvordan sykdom vil kunne smitte ved de fisketettheter som vil være nødvendig i lukkede anlegg.

Vi legger likevel til grunn at sterkt økt tetthet vil kunne oppleves som negativt av fisken, og at lukkede anlegg som forutsetter slik øket tetthet for å sikre økonomisk bærekraftig drift dermed vil kunne få redusert dyrevelferd i forhold til åpne anlegg med dagens tetthet.

Det kreves imidlertid mer kunnskap om forholdet mellom fisketetthet og fiskevelferd. Det bør vurderes om lukkede anlegg kan operere med større fisketettheter enn dagens grense på 25 kg/m³. Muligheten for regulering av vannkvalitetsparametre i lukkede anlegg gir grunnlag for å stille dette spørsmålet. En eventuell høyere grense vil kunne ha stor betydning for lukkede anleggs produksjonskapasitet, og dermed for økonomien i prosjektene. Hvor en ny grense for lukkede oppdrettssystemer eventuelt bør settes, må selvsagt være gjenstand for grundige vurderinger.

I en helhetlig vurdering av velferdsperspektivet må også velferden til leppefisken og eventuelle andre luse-spisende fisk (som rognkjeks) inngå. Som et direkte resultat av problemet med lakselus, brukes det i dag årlig mer enn 10

millioner leppefisk. Ved lave lusetall kan det for eksempel bli en utfordring at leppefisken ikke får tilstrekkelig næring.

Til syvende og sist er det kun gjennom praktiske erfaringer med drift av lukkede anlegg at vi kan få svar på om det kan etablere tilfredsstillende fiskeveileferd i de tettheter anleggene krever for å være økonomisk drivverdige.

4.5.4 MILJØ

Oppdrett av laks medfører utslipp av organisk stoff og næringssalter. KLIF har påpekt at utslippene er små sammenliknet med mengden som naturlig er i omløp, men at utslippene av næringssalter fra oppdrettsanlegg er de største langs kysten. I en nylig avsluttet undersøkelse gjennomført av en ekspertgruppe nedsatt av Fiskeri- og kystdepartementet i samråd med Miljøverndepartementet, vurderte utslipp av næringssalter i de to fjordsystemer med høyest oppdrettstetthet (Hardangerfjorden og Boknafjorden) er det ikke påvist forhøyede konsentrasjoner av næringssalter.⁵³ Samtidig påpekes det at det kan oppstå forhøyede konsentrasjoner i fjordområder med dårlig vannutskiftning, og at dette vil kunne medføre forurensning lokalt.

Noe av utslippene løses umiddelbart opp i vann, mens noe forblir partikkelbundet. Den partikkelbundede andel utgjør i følge KLIF om lag 3/4 av totalt organisk stoff og fosfor, og 1/3 av nitrogen. Næringen jobber aktivt med å redusere forspill fordi dette medfører et direkte tap.

Lukkede anlegg vil gi mulighet for å samle opp partikler fra et anlegg, og det jobbes med metoder for å samle det og bruke det til energiformål. Hvis dette gjennomføres, og man finner anvendelser og avsetning for det oppsamlede materialet, vil det være et pluss ved lukkede oppdrettsanlegg. Utslipp som umiddelbart løses opp vil derimot ikke kunne fanges eller tas med filtre.

Gitt at utslippene fra åpne anlegg i dag samlet sett ikke vurderes å utgjøre et problem, er det ikke grunnlag for å si at bruk av lukket teknologi slik sett vil redusere et miljøproblem. Bruk av lukket teknologi vil derimot kunne åpne for bruk av lokaliteter med resipientforhold som ikke tillater bruk av åpne merder, og dersom utslippsbelastningene fra åpne merder skulle øke kan bidraget fra lukkede anlegg bli viktigere. Dette forutsetter selvsagt oppsamling av utslipp fra anleggene.

⁵³ Fredriksen et. al (2011).

4.5.5 DRIFTSSIKKERHET

Spørsmålet om driftssikkerhet i et lukket anlegg er sammensatt. For det første dreier det seg om driftssikkerhet for selve merden, dvs. hvor trygg den vil være mot havari. Dette vil delvis avhenge av hvilken type lukket merd man snakker om. Flytende, lukkede merder kan havarere hvis de blir påkjørt av en båt eller ved konstruksjonsfeil. For øvrig er spørsmålet om havari nært knyttet til faren for rømming, som er behandlet ovenfor.

Det andre aspektet ved driftssikkerheten vil være fare for systemfeil og driftsstans av pumper, filtre etc. Dette vil i sin tur sette fiskens, velferd, liv og helse, og dermed produksjonens økonomi i fare. Midlertidig driftsstans vil derfor være uakseptabelt, og man må ha tilstrekkelig med backup-systemer som forhindrer dette. Ved eventuelle større lukkede anlegg med flere lukkede tanker samlet (slik vi ser i dagens anlegg med flere åpne merder på samme lokalitet) blir det viktig å forsikre seg om at eventuell svikt i systemet for en tank ikke får konsekvenser for de øvrige tankene, slik at hele fiskebeholdningen ikke settes i fare.

Vi legger til grunn at dersom antallet avanserte systemer for drift øker, desto mer øker den generelle risikoen for driftsstans. Samtidig synes det klart at det nettopp er driftssikkerheten, og det å få alle komponentene til å fungere tilfredsstillende sammen over lang tid, som trolig er den største utfordringen ved drift av lukkede anlegg.

En annen potensiell utfordring med hensyn til driftssikkerhet er at lukkede anlegg kan utsettes for vertikale krefter, dels som følge av at det fylles med vann fra større havdyp som dermed også er kaldere enn vannet på utsiden, dels pga. av vann med høyere saltinnhold.⁵⁴ Dette kan stille krav til ekstra oppdrift. Det er et hensyn som må ivaretas ved design av merden, og en utfordring som må løses før anlegget kan godkjennes.

En potensiell fordel med lukkede anlegg knytter seg til den reduserte tilførsel av vann som åpne merder kan oppleve som følge av manetpåslag på notene. I tillegg har man også sett blokkering av oksygentilførsel til fiskene pga alger som produserer toxiner som ødelegger gjellenes evne til å ta opp oksygen. Dette kan i prinsippet unngås i et lukket system der vanninntaket kan kontrolleres, men det vil kreve svært fine filtre, noe som vil påvirke energiregnskapet

⁵⁴ Agirmarine rapporterer at for deres 3000 m³ merd har de ca. 30 tonn økt vekt inne i merden som følge av forskjell i temperatur og saltinnhold. Dette utgjør 1 % av den samlede vekten av vannet inne i merden. Tall fra personlig kommunikasjon med Agirmarine.

(se kapittel 4.5.6). Dersom vann i lukkede anlegg hentes fra større dyp (dvs. under algebeltet) er det imidlertid ikke gitt at det vil bli et stort behov for filtrering for å fjerne alger.

Igjen er det kun gjennom å høste driftserfaringer at man kan få fullgode svar på hvorvidt og hvordan tilfredsstillende driftssikkerhet kan oppnås. Samtidig bør erfaringene fra settefiskproduksjon på land og fra olje- og gassnæringen i Nordsjøen kunne være interessante. I begge tilfeller har man utviklet avansert teknologi med god driftssikkerhet. Og selv om det er vesentlige forskjeller mellom petroleumsanlegg som skal håndtere olje og gass, og havbruksanlegg hvor levende fisk skal produseres til kvalitetsmat, bør det kunne være interessant å undersøke potensialet for kunnskapsoverføring.

4.5.6 ENERGIREGNSKAP

Et lukket anlegg vil ha behov for å pumpe eller på annen måte forflytte vann inn og ut av merden, enten for å hente inn friskt vann eller ved resirkulering av brukt vann. Dette krever elektrisk energi, enten direkte eller via drivstoffdrevne aggregater.⁵⁵ Kostnadene er direkte knyttet til vannmengde og løftehøyde.⁵⁶ Pumpingen vil påvirke klimaregnskapet og økonomien til oppdrettsaktiviteten (se nedenfor).

Eventuell oppsamling av avfall og foredling til gjødsel vil også kreve energi. Det samme vil filtrering av vann for å unngå lusesmitte (jf. ovenfor). Desto mer finmasket duk som kreves for tilfredsstillende filtrering, desto mer energikrevende vil filtreringen bli.

I Preline-konseptet (se kapittel 4.4.) flyttes vannet i systemet ved hjelp av store saktegående propeller, det er ikke snakk om pumping. Agrimarine (samme avsnitt) pumper vannet til 15-20 cm overhøyde. Uansett valg av konsept er det rimelig å anta at det *ikke* er behov for å pumpe vann til betydelig overhøyde. Likevel vil det kreve mer energi enn et åpent anlegg, der vannet flyter fritt inn og ut, og dermed benytter seg av vannets naturlige forflytninger.

Selskapet Agrimarine presenterte på Teknologirådets høring i oktober i 2011 egne tall om energiforbruket knyttet til vannforsyning av én tank på 3000 m³

⁵⁵ Den aller største energiinnsatsen ved lakseoppdrett er energien knyttet til føret. Det er imidlertid ikke fokus her.

⁵⁶ I følg selskapet Flygt (personlig kommunikasjon) kan følgende brukes som en tommelfingerregel: Energikostnad (i kW) = vannmengde (m³/sek) x løftehøyde (meter) x14. Konstantfaktoren 14 inneholder en energieffektivitet på 80 %.

fra januar til september. Forbruket beløp seg til 25.000 kWh. Dette tilsvarer årsforbruket til en middels stor norsk enebolig. Fiskemengden i tanken var 50.000 smolt som vokste fra 55 gram til 750 gram i perioden.⁵⁷

4.5.7 AREALBRUK

De største enhetene som brukes i flytende lukkede anlegg i dag er på 3000 m³ sammenliknet med 60.000 m³ for en merd med 157 meter omkrets og 30 meter dyp not. Det må altså et betydelig større antall enheter til for å produsere den samme mengden fisk i lukkede systemer som i åpne anlegg. Selv om det kan forventes at vellykkede forsøk med lukket teknologi vil føre til utvikling av større merder, vil de være betydelig mindre enn åpne merder.

SINTEF har regnet på arealkonsekvensene dersom man først forutsetter at all produksjon foregår i lukkede merder med en omkrets på 157 meter og notdybde på 35 meter, og så vurderer å bytte alle disse med lukkede merd på 3000 m³ og fisketetthet på hhv. 25 kg/m³ og 80 kg/m³. Beregningene viser at arealbeslaget vil øke med en faktor på hhv. 15 og 5.⁵⁸

Det er imidlertid ikke gitt at lukkede anlegg vil gi en tilsvarende økning i areal med ferdselsforbud eller i areal med fiskeforbud, men hvor mye disse arealene vil øke er det vanskelig å si. Uansett må bruk av lukkede anlegg forholde seg til regjeringens mål om å effektivisere arealbruken i oppdrettsnæringen, jf. bærekraftstrategien.

Et annet viktig aspekt ved arealutnyttelse er lokalisering. Siden lukket teknologi gir mulighet for det, vil det trolig være et ønske om å plassere lukkede anlegg nærmere etablert infrastruktur på land. Dette kan gjøre at forflytningen av oppdrettslokaliteter lenger fra land og mot eksponerte områder reverseres. Dette kan øke konfliktnivået med andre bruksinteresser knyttet til kystområdene, som for eksempel friluftsliv og hytteeiere. For andre brukergrupper som for eksempel kystfiskere er det mulig å tenke seg både redusert og økt konfliktnivå.

Samlet sett er det dermed vanskelig å vurdere arealbruken av flytende lukkede anlegg opp mot åpen teknologi, men det er grunn til å tro at man kan forvente større arealbehov og økning i visse typer konflikter.

⁵⁷ Teknologirådet har ikke hatt mulighet til å etterprøve dette energiregnskapet.

⁵⁸ SINTEF (2011)

4.5.8 ØKONOMI

I en tidlig fase av utviklingen av en ny teknologi er det vanskelig å vurdere i detalj hvordan økonomien ved utvikling og bruk av teknologien vil være. Dette gjelder også for lukkede oppdrettsanlegg. Vi skal i det følgende gjøre en del overordnede vurderinger og peke på en del faktorer som kan påvirke økonomien.

Lønnsomheten i lukkede anlegg vil bli avgjort av de samlede investerings- og produksjonskostnadene. SINTEF (2011) har fortatt en vurdering av kostnadene for hhv. åpne merder, flytene lukkede anlegg og lukkede anlegg på land. Vurderingen konkluderer med at investerings-kostnadene for flytene, lukkede anlegg er fra 10 til 30 ganger høyere enn for åpne merder.

Når det gjelder produksjonskostnadene så vil energikostnadene øke, og økonomien i eventuell foredling av avfall til gjødsel er usikker. Vi kjenner heller ikke kostnadene ved å drifte systemene med pumper, filtre etc. Både reservedeler, vedlikehold og overvåking/tilsyn vil påvirke kostnadene.

SINTEF påpeker imidlertid at det kan ligge en potensiell gevinst i at lukkede anlegg for «stor settefisk» gjennom økt antall smoltutsett kan redusere antall produksjonsdager i åpne merder i sjø og øke den samlede produksjonskapasiteten betydelig (slik vi også argumenterte for i kapittel 4.1). Med andre ord vil regnskapet trolig avhenge av om vi snakker om produksjon av stor settefisk eller produksjon av matfisk.

Andre potensielt kostnadsreducerende faktorer for produksjon i lukkede anlegg kan være lavere kostnader til behandling av lus, lavere førkostnader, mindre svinn, og eventuell lønnsom videreforedling og salg av oppsamlet avfall. Videre vet vi fra andre sektorer at økende teknologisk modenhet normalt fører til reduserte kostander. En slik utvikling bør kunne forventes også for lukkede anlegg.

Et annet spørsmål er hva nedskrivningstiden for investeringskostnadene på lukkede oppdrettsanlegg bør være? Hvis en lukket merd kan stå vesentlig lenger i sjøen enn en åpen merd før den må byttes ut, kan det argumenteres for en lengre nedskrivningstid. Dette kan i sin tur påvirke det økonomiske regnestykket. På den annen side må man også ta hensyn til at pumper, filtre og andre komponenter kan ha behov for hyppigere vedlikehold og utskifting.

Samtidig må et lukket anlegg være økonomisk robust, slik at det kan tåle perioder med lave til moderate priser. Havbruksnæringen er en svært sykklisk næring hvor lakseprisen svinger betydelig.

HVA ER ALTERNATIVKOSTNADENE?

I en sammenlikning av kostnadene for drift innenfor åpne og lukkede anlegg må man også ta med alternativkostnadene, dvs. de kostnader næringen vil få i arbeidet med å løse sine utfordringer gitt at lukket teknologi *ikke* tas i bruk.

Dette vil kunne omfatte for eksempel midler til leppefisk og andre lusebe-kjempende tiltak, kostnader ved bruk av skjørt ved avlusning og tiltak for å bedre driftssikkerheten. Samtidig må man ta med i en slik vurdering at enkelte av disse kostnadene også i større eller mindre grad vil kunne påløpe innenfor rammene av drift i lukkede anlegg.

Eventuelle innskjerpinger i miljøkravene til næringen vil også kunne påvirke regnestykket. Hvis for eksempel grensen for lusebehandling settes enda lavere vil det kunne øke næringens kostnader og påvirke sammenlikningen mellom åpen og lukket teknologi. Krav om sporing av all rømt fisk vil kunne ha en tilsvarende effekt.

Beregning av alternativkostnadene vil åpenbart være heftet med betydelig usikkerhet. Det prinsipielt viktige her er at en vurdering av økonomien i lukkede anlegg ikke kun er et spørsmål om produksjons- og driftskostnader for slike anlegg, men også av hva de alternative kostnadene er. I et slikt regnestykke bør også eventuelle reduserte kostnader som følge av redusert håndtering av utfordringer ved rømming og lus inngå.

Samlet sett viser de ovenstående betraktningene at det er vanskelig å gjennomføre økonomiske vurderinger uten empiriske data å forholde seg til, og uten slike beregninger er det vanskelig å ta stilling til potensialet i lukket teknologi. Dette er hovedårsaken til at gjennomføring av pilotprosjekter vil være viktig (se kapittel 5.4).

4.5.9 UTFORDRENDE – MEN IKKE UMULIG

Utvikling av kommersielt tilgjengelige flytende lukkede anlegg for storskala oppdrett må overkomme flere utfordringer, hvorav tre skiller seg ut. Det er for det første å få pumpesystemer, filtre og andre komponenter til å fungere tilfredsstillende sammen over tid, uten driftsstans. Her bør kunnskapen fra

norsk settefiskproduksjon kunne være til god hjelp. Denne produksjonen er avhengig av uavbrutt drift, og man har vært gjennom en rivende teknologisk utvikling.

For det andre må det dokumenteres at helse og -velferd knyttet til den biologiske produksjonen er tilfredsstillende. Begge deler krever at det etableres gode driftsrutiner (for fjerning av begroing, sortering av fisk, etc.). Dette vil kunne være helt nye driftsrutiner, som skiller seg fra de som brukes i åpne anlegg. Vi trenger også kunnskap om hva det økologiske fotavtrykket til et lukket anlegg vil være.

Til sist kan både drifts- og investeringskostnader bli en utfordring. Hvis kostnadene blir for høye vil ikke teknologien bli kommersielt interessant for oppdrettere⁵⁹, og hvis ikke oppdretterne vurderer teknologien som interessant vil man ikke få spredning i markedet med etterfølgende teknologioptimalisering og kostnadsreduksjoner. Samtidig vil kostnadsbildet og økonomien i eventuelle prosjekter med lukket teknologi kunne se ulik ut avhengig av om slik teknologi skal brukes til produksjon av stor settefisk eller til matfiskproduksjon. Også på dette punktet er kunnskapsgrunnlaget mangelfullt.

Konstruksjonsmessig ligger det få utfordringer i å konstruere og bygge selve innhegningen for fisken. Norske ingeniører har svært høy kompetanse på å konstruere flytende, marine konstruksjoner.

4.6 KAN NÆRINGENS KONKURRANSEKRAFT SVEKKES?

Norsk oppdrettsnæring er konkurranseutsatt fra andre produsenter av laks så vel som andre matvarer og akvakulturprodukter. Det er de gode naturgitte forholdene og den åpne teknologien som har ført til at høykostlandet Norge er konkurransedyktig innen lakseoppdrett. Investeringer og pålegg som øker kostnadene kan svekke konkurransekraften. Som ovenfor nevnt vil lukket teknologi med dagens rammebetingelser trolig ikke kunne konkurrere med åpne anlegg.

⁵⁹ Teknologirådet har hatt møter med representanter for Preline, Agrimarine og Aquadome. Samtlige understreker at deres produkter må kunne konkurrere på pris med åpne merder for å være aktuelle.

Tilsvarende vil i prinsippet enhver teknologiutvikling som gjør det lettere å produsere laks i andre land kunne svekke konkurransekraften til norske produsenter. Potensielt sett kan utvikling av kommersielt tilgjengelig lukket teknologi bidra til dette, men det er på ingen måte gitt at en satsning på lukket teknologi i Norge vil svekke konkurransekraften. For det første vil utvikling av slik teknologi også kunne finne sted i regi av aktører i andre land, slik tilfellet er med Agrimarine. For det andre er konkurransekraften til norsk oppdrettsnæring ikke bare begrunnet i tilgangen til gode lokaliteter, men også til det vi kan kalle den samlede Norske havbruksklyngen. Dette omfatter teknologi-leverandører, kompetansen til de ansatte på anleggene, besetningen på brønnbåter, ansatte i foredlingsleddet, den norske FoU-kompetansen, etc. Denne samlede kompetansen lar seg ikke like lett duplisere som en merd/et lukket oppdrettsanlegg, men den er svært viktig for å kunne nyttiggjøre seg teknologi og produsere fisk så effektivt som det i dag gjøres i Norge. En satsning på lukket teknologi bør imidlertid inngå i en bredere teknologiutviklingsstrategi, se kapittel 5.

I debatten om konkurransekraft er det samtidig viktig å skille mellom to faktorer:

- En innsats for å *utvikle teknologien* og høste erfaringer med den.
- Eventuelle påbud om å *ta teknologien i bruk* i større eller mindre deler av produksjonsprosessen.

En økt innsats for å *utvikle* teknologi for lukkede anlegg, og *høste erfaringer* med denne teknologi, kan finne sted uten at konkurransekraften svekkes. Skulle derimot norske oppdrettere bli pålagt en kostnadsdrivende produksjonsform (lukkede anlegg) som deres utenlandske konkurrenter ikke er pålagt, kan det få svært negative virkninger for konkurransekraften både mot andre lakse- og fiskeproduserende nasjoner og mot annen matvareproduksjon som kylling, svin og rødt kjøtt.

Ekspertgruppen legger derfor til grunn at det er uaktuelt med pålegg om bruk av teknologi som ikke er kommersielt tilgjengelig, og at investerings- og produksjonskostnadene må spille en sentral rolle ved vurdering av teknologisk modenhet.

Samtidig er det mulig å tenke seg at utvikling av slik teknologi på sikt kan representere et konkurransefortrinn for den norske oppdrettsnæringen. Dette kan for eksempel skje hvis teknologien bidrar til mer bærekraftig drift og kra-

vene til bærekraftig produksjon globalt skjerpes ytterligere, eller hvis etterspørsele etter mer bærekraftig produsert fisk øker. Det kan også gi et konkurransefortrinn dersom produksjon av stor settefisk kan bidra til mer effektiv kapasitetsutnyttelse.

4.7 ÅPEN VS. LUKKET TEKNOLOGI – EN OPPSUMMERING

Drøftelsene ovenfor gjør det ikke mulig å konkludere med hensyn til om lukkede oppdrettsanlegg vil kunne være bedre egnet enn åpne anlegg til å sikre drift i tråd med bærekraftkriteriene. Dette skyldes primært at de fleste konseptene ikke er ferdig utviklet, vi vet ikke hvor robuste de vil være for ytre påkjenninger, og vi mangler empirisk basert kunnskap om drift i lukkede anlegg.

På kort til mellomlang sikt vil produksjon foregå i åpne anlegg, og som ovenfor nevnt pågår det et kontinuerlig arbeid med å bedre drift og redusere utfordringer.

I teorien synes det å bygge en tett barriere mellom fisken og omgivelsene å være gunstig med tanke på å redusere utfordringer med lus og rømming. Men vann skal pumpes og filtreres, kreftene i bevegelsene i vannmassene skal kontrolleres, nye driftsrutiner må etableres, og driftsvolumer og -kostnader må kunne konkurrere med dagens produksjon. I tillegg vet vi at tidligere forsøk med lukkede anlegg har møtt problemer, blant annet i forhold til dyrevelferd og økonomi.

Likevel: utvikling av lukkede anlegg er trolig ingen «månelanding». Enkeltkomponenter som pumpene og filtrene som kreves er kommersielt tilgjengelige og de konstruksjonsmessige utfordringene er overkommelige. Samtidig har man fra settefiskproduksjon bred erfaring med drift av lukkede anlegg der man pumper, renser og filtrerer vann og samler opp avfallsstoffer. I deler av produksjonsprosessen brukes sjøvann. Dette er verdifull kunnskap å ta med seg videre.

Det pågår interessante utviklingsprosjekter innen lukket teknologi, men vi vet ikke om disse vil bli tatt i bruk i storskala drift. Næringens utfordringer, verdens økende behov for sunn mat, og muligheten for mer bærekraftig og effektiv produksjon, tilsier at vi bør forsøke å få best mulig forståelse av potensialet i lukket teknologi. Fraværet av slik kunnskap gjør det svært vanskelig for

norske myndigheter å utvikle en politikk som eventuelt kan stimulere bruk av lukket teknologi, dersom det skulle være ønskelig.

Det er kun gjennom å høste praktiske erfaringer med teknologien at vi kan få svar på spørsmål om økonomi, dyrevelferd, energibruk, arealbehov etc. Selv om tidligere prosjekter med lukket teknologi har vært delvis mislykket, betyr ikke det at alle pågående og fremtidige prosjekter er dømt til å lide samme skjebne. Dette skyldes blant annet at oppdrettsnæringens generelle kunnskapsbasis har utviklet seg voldsomt siden de første forsøkene med lukket teknologi, og at vi vet stadig mer om fordeler og ulemper med ulike materialer, om drift av oppdrettsanlegg etc.

Samlet sett bør derfor mulighetene for å lykkes med lukkede anlegg være bedre nå enn den var for 10 -15 år siden.

5. POLITIKK FOR FREMTIDENS OPPDRETTSNÆRING

Verdens behov for sunn og effektivt produsert mat øker i takt med befolkningsveksten, og verdens matvareorganisasjon regner med at det økte behovet for sjømat må dekkes av akvakulturnæringen. Dette gir et godt grunnlag for norsk oppdrettsnæring.

Samtidig er produksjonsvekst i næringen utsatt i påvente av en avklaring av utfordringene med blant annet rømming og lus. Vi trenger en politikk som legger til rette for en ønsket videreutvikling av næringen, der det uavhengig av produksjonsvolum sikres drift i tråd med regjeringens bærekraftkriterier.

For å få dette til er innovasjon avgjørende, og vi foreslår en generell, økt satsning på teknologiutvikling og innovasjon i havbruksnæringen. I tillegg vil vi foreslå en styrket finansiering av testfasiliteter for havbruksteknologi, støtte til pilotprosjekter og verifikasjon av nesten moden teknologi, og at det (under forutsetning av at det finnes egnede kandidater) gjennomføres pilotprosjekter med lukkede oppdrettsanlegg.

5.1 ØKT SATSNING PÅ TEKNOLOGIUTVIKLING OG INNOVASJON

Vi begrunner behovet for økt satsning på teknologiutvikling og innovasjon med den betydning teknologiutvikling har hatt og fortsatt vil ha for oppdrettsæringen, slik vi har vist i de foregående kapitlene.

Disse vurderingene samsvarer med nyere forskning som understreker at innovasjon vil være avgjørende for å løse næringens utfordringer og for videre vekst (som vi forutsetter er bærekraftig).⁶⁰ Den samme forskningen indikerer en sterk korrelasjon mellom høy innovasjonsrate i havbruksnæringen, reduksjon i produksjonskostnader og produktivitetsvekst. Siden 1990 har de samlede FoU-utgifter i oppdrettsnæringen doblet seg. Målt i kroner per kilo produsert fisk gikk imidlertid investeringene ned fra drøyt 5 kr/kg i 1990 til snaut 1,5 kr/kilo i 1998. De siste 10-12 årene har investeringene i FoU ligget stabilt i underkant av 1,5 kr/kilo produsert fisk.⁶¹

Vi mener derfor innsatsen på innovasjon og teknologiutvikling bør økes. Dette vil være viktig for at Norge skal kunne være verdens ledende sjømatnasjon, og bør kunne være til gagn for alle impliserte:

- For norske lakseoppdrettere kan det bli en forutsetning for videre vekst.
- For Norge som oppdrettsnasjon kan det bidra til en bærekraftig næring som gir betydelig verdiskaping og inntekter.
- For norske kommuner og arbeidstakere kan det bidra til flere arbeidsplasser i både kjernevirksomhetene og tilgrensende virksomheter.
- For teknologiutviklere og gründere kan det øke mulighetene for å fullføre utviklingsprosjekter og kommersialisere teknologien.
- For teknologi- og utstyrsleverandører til havbruksnæringen kan det bidra til at de fortsatt vil være verdensledene.
- For bestander av vill laksefisk kan det redusere totalbelastningen fra eksterne faktorer.
- For miljøet kan det bety at oppdrettsnæringen gir et mindre fotavtrykk.

⁶⁰ Asche et. al. (2012)

⁶¹ Asche et. al. (2012)

- For lokale arbeidsplasser knyttet til sportsfiske av villaks kan det bidra til trygging av arbeidsplasser.

HAV 21 skal på oppdrag av Fiskeri- og kystdepartementet utarbeide en samlet FoU-strategi for all marin forskning de kommende årene. Et av temaene som skal dekkes er miljøvennlig havbruksteknologi. Vårt forslag om en økt satsning på innovasjon og teknologiutvikling understreker viktigheten av dette arbeidet (se også kapittel 5.3).

5.2 NEDBYGGING AV BARRIERER MOT INNOVASJON

Det kan være flere grunner til at investeringer i FoU (målt i kroner/kilo) i oppdrettsnæringen ikke har økt de siste 10-12 årene:⁶²

- Mange oppdrettsselskap er for små til å kunne investere vesentlig i innovasjon.
- Større selskap, som har råd til å investere i innovasjon, vil ikke nødvendigvis kunne tilegne seg hele den potensielle økonomiske gevinsten av FoU. Dette kan dels skyldes at teknologi spres i markedet og dermed at noe av konkurransefortrinnet forsvinner, dels at investeringene i innovasjon kan være så høye at man ikke kan ta tilsvarende betalt for sluttproduktet (fisken) uten å få svekket konkurransekraften.
- Leverandørindustrien, som er viktig for FoU i næringen, er avhengig av etterspørsel etter nye produkter, og denne etterspørselen påvirkes i betydelig grad av konjunktorene i næringen.

Disse potensielle barrierene mot innovasjon og teknologiutvikling i oppdrettsnæringen reflekterer tre mer generelle og delvis relaterte utfordringer ved innovasjon og teknologiutvikling:

- Høye kostnader, som gjør at man ikke klarer å fullføre prosjektene
- Tidkrevende prosjekter, som kan tære kraftig på de økonomiske ressursene.

⁶² Asche et. al. (2012)

- Høy risiko, der frykt for at prosjektet ikke skal lykkes, med påfølgende økonomisk tap, gjør at utviklingsprosjekter nedprioriteres, ofte til fordel for mer etablert drift. Løsninger som ikke lar seg realisere vil medføre at betydelig innsats og midler må avskrives. Det betyr at også større selskap, som kan ha råd til å gjennomføre slike prosjekter, velger å nedprioritere dem. Konsekvensen blir at kompetansen de besitter ikke brukes til mer radikale utviklingsprosjekter.

For mindre teknologiselskap, som har stått for den innledende teknologiutviklingen, representerer det ofte en tilleggsutfordring å skulle skalere opp virksomheten og orientere seg mer mot salg og markedsføring når teknologier nærmer seg kommersialisering. Det krever annen type kompetanse og ofte en større organisasjon.

Noen prosjekter *skal* falle fra i fasen mellom innledende utviklingsarbeid og kommersielt produkt, rett og slett fordi de ikke er gode nok. Problemet er at også løfterike prosjekter kan stoppe opp. Utfordringen er å få utviklet disse prosjektene langt nok til at god funksjonalitet kan dokumenteres, og til at kostnadene er lave nok til at det kan bli interessant for brukere av teknologien.

De ovenfor nevnte barrierene mot innovasjon vil kunne vokse i årene som kommer. Mye av teknologiutviklingen i oppdrettsnæringen har vært inkrementell, dvs. en lang rekke mindre forbedringer av eksisterende teknologi. Hvis næringen skal ta større teknologiske sprang vil det kunne kreve mer radikale innovasjoner, der det utvikles helt ny teknologi (for eksempel lukkede anlegg, helt nye metoder for fjerning av lus, etc.). Slikt innovasjonsarbeid er normalt mer ressurskrevende enn det inkrementelle, og dette har flere konsekvenser:

- Arbeidet vil i større grad kunne kreve mer spesialistkompetanse.
- Deltakende selskap vil måtte ha betydelige innovasjonskapasitet, både finansielt og i forhold til personell. En konsekvens av dette vil trolig være at de større oppdrettsselskapene og store teknologileverandørselskapene vil måtte spille en enda viktigere rolle i innovasjonsarbeidet. Mindre selskap ofte ikke vil ha ressursene som kreves.
- Myndighetens rolle blir viktigere, fordi behovet for risikoavlastning øker.
- Behovet for fokusering av innsatsen øker, for med det å sikre mest mulig effektiv utnyttelse av de ressurser som investeres.

De tiltak vi foreslår i det følgende er ment å hjelpe næringen å overkomme barrierene, og med det til å videreutvikle næringens kompetanse og til å opprettholde posisjonen som verdensledende.

I tillegg vil vi understreke at norske myndigheter bør stimuleres til økt samarbeid og kompetanseutveksling både mellom ulike aktører innen bransjen (som teknologileverandørindustri, teknologifokuserte FoU-miljøer og oppdrettsselskaper) og mellom havbruksnæringen og andre relevante næringer (som olje- og gassnæringen). Vi mener dette vil kunne være en klar fordel for å overkomme barrierer og lykkes med nye og mer radikale innovasjonsprosjekter.

5.3 HOVEDELEMENTER I EN TEKNOLOGISATSNING

For å stimulere en ønsket teknologiutvikling i oppdrettsnæringen vil vi særlig peke på behovet for:

- Operasjonalisering av bærekraftkriteriene
- Styrket finansiering av fasiliteter for utprøving og kvalifisering av norsk havbruksteknologi
- Gjennomgang av virkemiddelapparatet for mulig fokusering
- Utprøving av lukkede oppdrettsanlegg

Det kan i tillegg være fornuftig at norske myndigheter utarbeider en teknologistrategi for oppdrettsnæringen (for eksempel etter modell av den som er laget i OG21)⁶³. Det har ikke vært et hovedformål med denne rapporten å vurdere i detalj hvilke teknologier og teknologiområder som bør prioriteres i en slik satsning (jf. problemstillingene i kapittel 1), men vi har blant annet pekt på:

- Utvikling/tilpassing av merder til eksponerte lokaliteter, herunder nedsenkbare merder.
- Utvikling og utprøving av nye notmaterialer, herunder behovet for eventuelle nye driftsrutiner knyttet til inspeksjon og håndtering av not.

⁶³ HAV21 er en mulig arena for utarbeidelsen av en slik strategi.

- Nye teknologier for lusefjerning, som for eksempel laser, sentrifuger. Elektriske gjerder og spylere.
- Nye teknologiske løsninger som reduserer risiko ved håndtering, for eksempel ved reduksjon i antall arbeidsoperasjoner.
- Nye systemer for demping av bevegelser og reduksjon av rivingsrisiko mellom bunnring og not i åpne anlegg.
- Ny teknologi for forbedret overvåking og økende grad av automatisering.
- Teknologi for å spore rømt oppdrettsfisk.
- Utvikling og utprøving av lukkede oppdrettsanlegg, med tilhørende systemer for blant annet oksygenering, filtrering og pumping av vann.

5.3.1 OPERASJONALISERING AV BÆREKRAFTKRITERIENE

En vellykket FoU-satsning bør være fokusert og skape forutsigbarhet for næringen. Det viktigste virkemiddelet for å få dette til er at bærekraftkriteriene operasjonaliseres (jf. kapittel 2). Det er kun da man vil vite nøyaktig hvilke krav som vil bli stilt til næringen, og det vil ha stor betydning for innretting av forsknings- og innovasjonsarbeid. Operasjonalisering av kriteriene er i tillegg viktig fordi:

- Kriteriene er teknologinøytrale, og gir dermed rammer for enhver oppdrettsvirksomhet, uavhengig av teknologi og produksjonsvolum. De er avgjørende for at næringen, norske myndigheter og andre berørte skal kunne vite om norsk oppdrettsnæring faktisk driver i tråd med de overordnede kriteriene.
- De operasjonaliserte kravene vil gi viktig informasjon ved design og utvikling av nye teknologier, både i forhold til hvilke teknologier som vil være viktigst, og hvilke funksjonskrav teknologiene må imøtekomme.
- Det gir forutsigbarhet for næringen.

Kriteriene er i varierende grad operasjonalisert, men det bør snarest utvikles spesifikke kriterier for å vurdere måloppnåelsen innen hvert fokusområde. Samtidig er det viktig å understreke at operasjonalisering verken er eller må bli *forutsetning* for teknologit utvikling. Slik utvikling må uansett finne sted, operasjonalisering av kriteriene er viktige for å gi utviklingen fokus og fremdrift.

5.3.2 STYRKET FINANSIERING AV UTPRØVING AV HAVBRUKSTEKNOLOGI

Uttesting av teknologier en forutsetning for at teknologi kan tas i kommersiell bruk, og for å få den solgt. Vi har i denne rapporten pekt på en rekke viktige teknologier for oppdrettsnæringen, og med en økt satsning for innovasjon og teknologiutvikling vil behovet for uttesting av teknologi øke.

Det finnes i dag flere fagmiljøer i Norge hvor det kan gjennomføres ulike typer tester.⁶⁴ Det er imidlertid en utfordring at gjennomføringen av tester kan være så kostnadskrevende at det blir en barriere for ønsket utvikling. En faktor som bidrar til dette er at uttesting av nytt utstyr med fisk i ikke er mulig uten at det er godkjent etter "NYTEK»-forskriften og NS 9415. Dette gjør uttestingen meget kostbart, og kan fungere som en barriere mot teknologiutvikling.

For å gjøre det lettere å få testet ut og verifisert teknologi, foreslår vi:

- Bedret finansiering av testing og testfasiliteter for havbruksteknologi. Det er viktig at tilgangen til slike anlegg er enkel og at det fremstår som et «lavterskel-tilbud».
- En særskilt offentlig støtteordning for fullskala pilotprosjekter med ny oppdrettsteknologi. Slike prosjekter kan i enkelte tilfeller være svært kostnadskrevende. Eksempler på slike prosjekter kan være nedsenkbare åpne merder, lukkede anlegg og nye typer brønnbåter. Det kan være et svært tungt økonomisk løft for både gründere og mer etablerte virksomheter (jf kapittel 5.2), og økonomisk støtte vil kunne være avgjørende for å få gjennomført prosjektene.

For prosjekter som vurderes som gode nok, bør det gis tilstrekkelig støtte til at pilotprosjektet gjennomføres. Størrelsen på støtten vil naturlig nok avhenge av prosjektets karakter.⁶⁵

Et tilleggstiltak kan være å gi utvalgte testsentre eller fagmiljøer tillatelse til på selvstendig grunnlag rimelig raskt å kunne godkjenne utstyr for uttesting, og dermed fjerne behovet for kostnadskrevende godkjenningsprosesser etter NYTEK og NS 9415.

⁶⁴ For eksempel SINTEF Fiskeri og havbruk og EWOS Innovation.

⁶⁵ Tildelinger må være i tråd med EØS-regelverket for statsstøtte.

5.3.3 GJENNOMGANG AV VIRKEMIDDELAPPARATET

Et mest mulig effektivt virkemiddelapparat vil være viktig for å stimulere teknologiutvikling og avlaste selskapenes risiko. Det finnes i dag et omfattende, norsk virkemiddelapparat hvor det kan søkes om støtte til forskning og utviklingsprosjekter innen havbruk (se egen boks på neste side). Virkemidlene dekker de aller fleste faser fra grunnforskning til støtte til kommersialisering. Derimot kan vi observere:

- Støttemidlene er spredt over en lang rekke aktører i et virkemiddelapparatet som kan oppfattes som vanskelig å orientere seg i.
- Det er ingen virkemiddelaktør som har et særskilt og overordnet ansvar for utvikling og kvalifisering av teknologi i oppdrettsnæringen.

Begge disse forholdene kan representere barrierer mot utviklingen av fremtidens oppdrettsteknologi. Et eksempel kan illustrere spredningen i støtteapparatet: Prosjektet «Optimalisert postsmolt» i regi av Marine Harvest med samarbeidspartnere har mottatt 3-årig støtte fra Norges forskningsråd for blant annet å teste ut produksjon av stor settefisk i lukkede anlegg.⁶⁶ Samtidig skal Miljøteknologiordningen, som administreres av Innovasjon Norge, finansiere blant annet kommersialisering av miljøteknologi som både skal tildeles nyetableringer og prosjekter innen teknologiverifisering og utprøving av teknologi. Målgruppen er små, mellomstore og store bedrifter som skal i gang med pilot- og demonstrasjonsprosjekter.⁶⁷ Det er selvsagt positivt at det finnes virkemidler som tildeler støtte til prosjekter som «Optimalisert postsmolt», men spørsmålet er om spredningen er optimal med tanke på ressursutnyttelse og brukervennlighet.

Som ledd i en fokusert FoU-innsats for oppdrettsnæringen bør derfor norske myndigheter gjennomgå det virkemiddelapparatet med tanke på antallet aktører og koordineringen mellom disse.

I tillegg kan selve søknadsprosessen være krevende. Det er selvsagt viktig at søker i tilstrekkelig grad kan dokumentere prosjektets formål, innhold og ressursbruk. Problemet er hvis kravet til søknadens form og innhold blir for stort. Da kan selve søknadsprosessen bli en barriere mot innovasjon. Tilbakemeldinger vi har mottatt kan tyde på at flere virksomheter som driver teknologiutvikling i og for oppdrettsnæringen opplever dette som en utfordring.

⁶⁶ Se informasjon på Forskningsrådets hjemmesider

⁶⁷ Se www.innovasjonnorge.no/miljotek

Virkemiddelapparatet

Norges forskningsråd, med blant annet:

HAVBRUK-programmet. Dette er et program som tildeler støtte til prosjekter fra grunnforskning til utvikling av ny teknologi. Et eksempel på tildelt støtte er prosjektet «Optimalisert postsmolt» som skal vurdere i hvilken grad produksjon av større smolt i lukkede anlegg kan redusere svinn, sykdomsutbrudd og lusepåslag.

MAROFF-programmet som skal «bidra til å realisere Regjeringens maritime strategi for fremme av innovasjon og miljøvennlig verdiskaping i de maritime næringer.» Programmet gir blant annet støtte til innovasjonsprosjekter i og for næringslivet.

Fiskeri- og havbruksnærings forskningsfond:

Fondet skal «bidra til økt verdiskaping og bærekraft i sjømatnæringen. I dialog med næringen utformer FHF strategier for forskning og utvikling (FoU), tar initiativ til og finansierer FoU-prosjekter, og driver forskningsformidling.»

Innovasjon Norge:

- Marint Verdiskapingsprogram er orientert mot sjømat og biprodukter, og leverandøring til disse.
- IFU-kontrakter som skal stimulere samarbeid mellom en kunde (for eksempel lakseoppdretter) og en teknologileverandør.
- Miljøteknologiordningen, som disponerer 500 millioner fordelt over tre år. Ordningen dekker alle teknologier som direkte eller indirekte forbedrer miljøet. Det er rettet mot både små, mellomstore og store bedrifter som skal i gang med pilot- og demonstrasjonsprosjekter. Støtte kan gis til prosjektering og utvikling av pilot- og demonstrasjonsanlegg, investerings-kostnader ved bygging av anlegget, og kostnader med igangkjøring og testing etter driftsstart.
- Skattefunn-ordningen.

Såkorfond er fond som går inn i teknologiselskaper på et tidlig tidspunkt i utviklingsprosessen, og ofte tar betydelig risiko med hensyn til mulig fremtidig avkastning. Tidsperspektivet er gjerne langt. I Norge finnes en rekke slik private fond, og noen offentlige (både nasjonale og regionale). Eksempler på disse er Sarisa seed, ProVenture seed og Investinor. Det sistnevnte er et statlig investeringsselskap som investerer i teknologiutviklings-prosjekter når disse nærmer seg kommersielt produkt. Forutsetningen er at all teknologisk risiko er eliminert, og at kun er finansiell risiko gjenstår.

5.4 OM UTPRØVING AV LUKKEDE OPPDRETTSANLEGG

Vi diskuterte i kapittel 4 muligheter og utfordringer ved bruk av lukkede oppdrettsanlegg. Vi påpekte at det per i dag finnes for lite empirisk kunnskap om drift av slike anlegg i Norge. Fraværet av slik kunnskap gjør det vanskelig for norske myndigheter å utvikle en politikk som eventuelt kan stimulere bruk av lukket teknologi, og det gjør det vanskelig å få en velinformert offentlig debatt om hvilken rolle slike anlegg kan spille i norsk oppdrett i fremtiden. Vi ønsker derfor å knytte noen særskilte kommentarer til behovet for kunnskapsutvikling om lukkede anlegg.

Som nevnt i kapittel 4 vil trolig den største utfordringen ved bruk av lukkede anlegg være å få tilfredsstillende driftssikkerhet for slike anlegg som en helhet. Pumper, filtere, oksygeneringsanlegg, system for håndtering av avfall etc. må fungere sammen, for med det å sikre trygg produksjon av fisk i tilfredsstillende kvalitet til rett tid. Før lukkede anlegg kan kvalifiseres for salg vil det derfor være nødvendig å demonstrere teknologien gjennom fullskala pilotprosjekter.

Fullskala pilotprosjekter vil imidlertid være kostnadskrevende, og på flere punkt vil det kunne være mulig å etablere viktig kunnskap gjennom forsøk i mindre skala/laboratorietester. Slike forsøk bør for eksempel kunne gi viktig kunnskap om smittespredning ved ulike fisketettheter, og om grenseverdier for konsentrasjon av oksygen, karbondioksid og nitrogen (se også nedenfor). Slike grenseverdier kan i sin tur være viktig for fastsettelse av eventuelle offentlige krav til oppdrett i lukkede anlegg, og gi viktig informasjon til design av lukkede anlegg.

Risikoen ved utprøving av helt ny teknologi, som lukkede anlegg, vil være vesentlig høyere enn ved en rekke andre teknologiutviklingsprosjekter. Ambisjonen om å være verdens ledende sjømatnasjon, og å ligge i front kunnskapsmessig på blant annet produktutvikling og nyskaping, tilsier derfor at utprøving av denne teknologien bør være et viktig offentlig anleggende.

TIDSPERSPEKTIV OG AMBISJONSNIVÅ

Under forutsetning av at det finnes tilstrekkelig mange konsepter som nærmer seg kommersialisering, bør det være en ambisjon å gjennomføre 3-4 fullskala piloter innen en periode på 5 år, dvs. innen utgangen av 2016. Hensikten med pilotprosjektene vil være å få testet ut teknologien med alle komponenter i full drift, og å få god empirisk kunnskap om hvordan lakseoppdrett i lukkede

anlegg vil arte seg i forhold til driftssikkerhet, fiskehelse, økonomi, energiregnskap etc.

For prosjekter som støttes bør det gjennomføres minimum 3 fulle produksjonssykluser. Det vil være ønskelig å høste erfaringer både med prosjekter rettet mot produksjon av «extended smolt» og prosjekter der lukket teknologi brukes i matfiskproduksjon.

FORUTSETNINGER FOR TILDELING AV STØTTE

Følgende krav bør som et minimum oppfylles før tildeling av støttemidler:

- Gründer/teknologileverandør må gjennom tidligere pilotprosjekter i mindre skala ha dokumentert teknologiens potensial.
- Det må etableres et formelt samarbeid mellom teknologi-utvikler/grunder og en etablert oppdretter. Oppdretteren skal bidra med fisk og oppdrettskompetanse. En etablert oppdretter regnes i denne sammenheng som en oppdretter som allerede har konsesjon for og erfaring med å produsere laks i åpne merder.
- Gründer/teknologileverandør og oppdretter må forplikte seg til å rapportere resultatene fra pilotprosjektet til bevilgende myndighet, Fiskeridirektoratet og eventuelle andre relevante myndighetsorganer. Rapporteringen bør omfatte dyrevelferd, produksjonskostnader, lusepåslag, sykdomsutbrudd, rømninger, utstyrssvikt, driftsproblemer, energiforbruk, förfaktor og økning av utslipp, samt eventuelle andre parametere som vurderes som avgjørende.
- Forsøkene bør gjennomføres på en vitenskapelig måte slik at resultatene er direkte sammenliknbare med bruk av konvensjonell teknologi.

Dersom pilotprosjektet ved sin avslutning vurderes som vellykket kan prøve-konsesjonen automatisk omgjøres til en permanent konsesjon. Det vil gi insitament for det enkelte selskap til å bruke ressurser på utvikling av ny teknologi. Samtidig foreslår vi at fisk produsert innenfor disse pilotprosjektene holdes utenfor MTB-regnskapet, slik at det gir grunder og oppdretter et ekstra økonomisk insentiv. Produksjon tilsvarende én av dagens konsesjoner (780 MTB) gir normalt 1000-1200 tonn fisk vil kunne ha en salgsverdi på 25-30 millioner kroner.⁶⁸

⁶⁸ Regnestykke basert på 5 kg gjennomsnittlig slaktevekt.

For prosjekter som tildeles støtte bør det gis forsøkskonsesjoner med forenklet saksbehandling. Konsesjonenes varighet bør tilpasses den tid det vil ta å gjennomføre et tilstrekkelig antall produksjonssykluser for å høste de nødvendige erfaringene med teknologiene.

Utover prosjekter som gis offentlig støtte, bør det også, utenfor det konsesjonsbelagte MTB-regimet, kunne åpnes for aktører som for egen regning ønsker å teste ut lukket produksjon. Det forutsettes at disse ellers forholder seg til gjeldene lover og regler for drift av akvakulturanlegg.

TETTING AV SÆRSKILTE KUNNSKAPSHULL

Parallelt med arbeidet med å teste ut lukkede oppdrettsanlegg bør er det flere kunnskapshull som bør tettes. Dette vil være viktig for å få et best mulig kunnskapsgrunnlag for utvikling og eventuell bruk av lukket teknologi. Blant disse spørsmålene er:

- Vil økende fisketetthet i lukkede anlegg for hhv. «stor settefisk» og matfiskproduksjon påvirke fiskevelferden?
- Hvilken fisketetthet kan aksepteres i lukkede anlegg?
- Er NYTEK-forskriften egnet for utvikling av lukkede oppdrettsanlegg (forskriften gjelder i dag også for slike anlegg)? Hvilke endringer bør eventuelt gjøres?
- Hvilke minimumsverdier for oksygen og maksimumsverdier for CO₂ og nitrose avfallsstoffer bør være gjeldende for fiskeoppdrett i lukkede anlegg?

Fiskeri- og kystdepartementet bør ta ansvar for at disse spørsmålene besvares, og delegere oppgavene til relevante fagorgan. Arbeidet bør påbegynnes umiddelbart og gjennomføres raskest mulig. Det bør være ferdigstilt før resultatene fra pilotprosjektene foreligger.

REFERANSELISTE

Arbeiderpartiet, Senterpartiet og Sosialistisk venstreparti (2009): *Politisk plattform for flertallsregjeringen*. (Soria Moria II).

Arealutvalget (2011): Effektiv og bærekraftig arealbruk i havbruksnæringen.

Asche, Frank, Kristin Helen Roll og Ragnar Tveterås (2012): *FoU, innovasjon og produktivitetsvekst i havbruk*. Magma, nr. 1, 2012.

Boulet, David, Alistair Struthers and Éric Gilbert (2010): *Feasibility Study of Closed-Containment Options for the British Columbia Aquaculture Industry*.

Canadian Science Advisory Secretariat (2008): *Assessing potential technologies for closed-containment, saltwater salmon aquaculture*.

Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (2011): *Styrket miljøfokus i havbruksnæringen*. Notat.

Fiskeri- og kystdepartementet (2011): Havbrukspolitisk redegjørelse

Fiskeri- og kystdepartementet (2009): Strategi for en miljømessig bærekraftig havbruksnæring.

Fredriksen, Stein; Kjersti Sjøtun, Hartvig Christie, Trine Dale, Hein Rune Skjoldal, Vivian Husa og Yngvar Olsen (2011): *Vurdering av eutrofieringssituasjonen i kystområder, med særlig fokus på Hardangerfjorden og Boknafjorden*. Rapport.

Havforskningsinstituttet (2011): *Oppdatering - Risikovurdering miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett 2011*. Fisken og havet, særnummer 3.

Havforskningsinstituttet (2010): *Risikovurdering – miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett*. I Fisken og havet, særnummer 3.

Norges forskningsråd (1994): *Forskningsprogrammet Lukkede produksjonsanlegg på land og i sjø. Rapportsammendrag*.

Olafsen, Trude, Merete Gisvold Sandberg, Kristian Henriksen, Heidi Bull-Berg, Ulf Johansen, Arne Stokka (2011): *Betydningen av fiskeri- og havbruksnæringen for Norge i 2009*. SINTEF Fiskeri- og havbruk.

Riksrevisjonen (2012): *Riksrevisjonens undersøkelse av havbruksforvaltningen*. Dokument 3:9 (2011–2012)

Rosten, Trond Waldemar, Yngve Ulgenes, Kristian Henriksen, Bendik Fyhn Terjesen, Eirik Biering, Ulf Winther (2011): *Oppdrett av laks og ørret i lukkede anlegg – forprosjekt*. SINTEF Fiskeri- og havbruk.

Rømmingskommisjonen for akvakultur (2010). Årsmelding.

Selvik, John Rune, Torulv Tjomsland, Tore Høgåsen, Hans Olav Eggestad (2011): TEOTIL: Kildefordelte tilførsler av nitrogen og fosfor til norske kystområder i 2009 - tabeller og figurer

Statistisk sentralbyrå (2011): Temaside om havbruk, www.ssb.no

St.prp. nr. 32 (2006-2007): *Om vern av villaksen og ferdigstilling av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder*.

APPENDIX 1 NÆRMERE OM RØMMING OG LUS

I det følgende presenteres en noe mer utfyllende vurdering av oppdrettsnæringens utfordringer med rømming og lus, jf. kapittel 2.2.

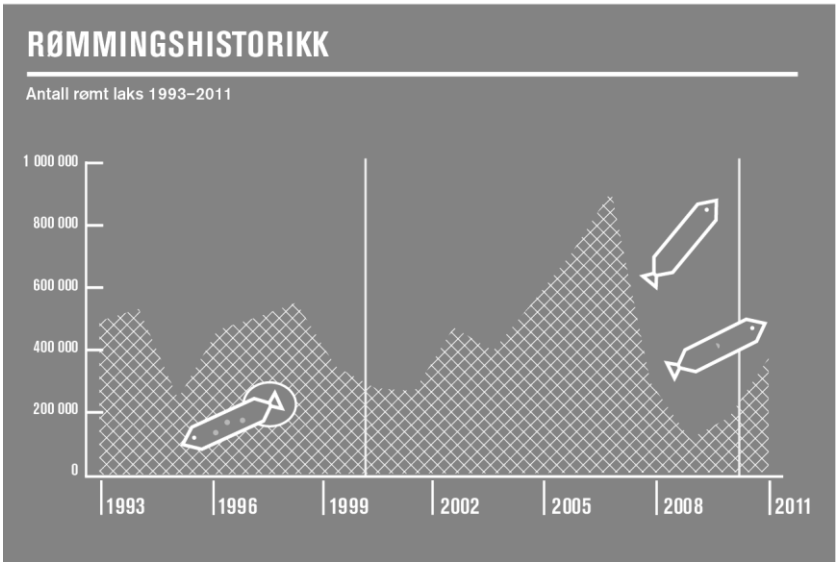
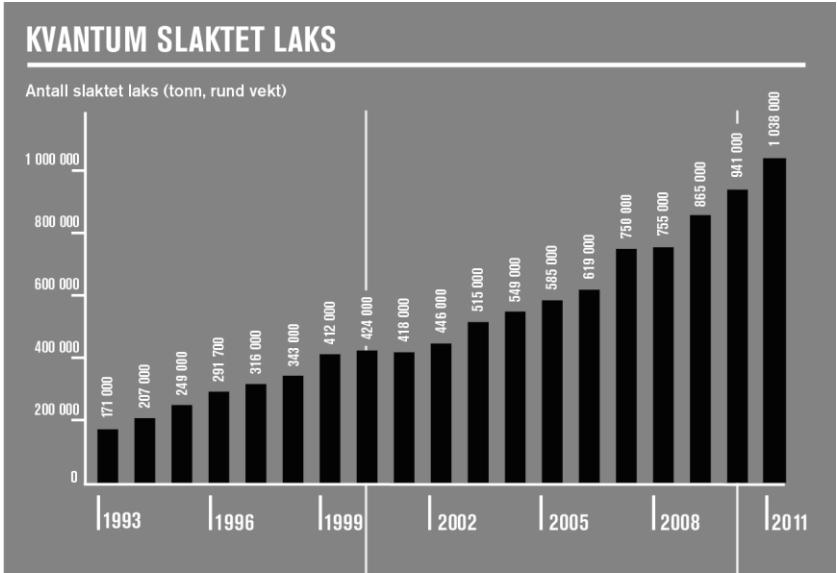
NÆRMERE OM RØMMING

Norske oppdrettere jobber aktivt med å begrense rømming,⁶⁹ og er pålagt å rapportere rømminger umiddelbart.

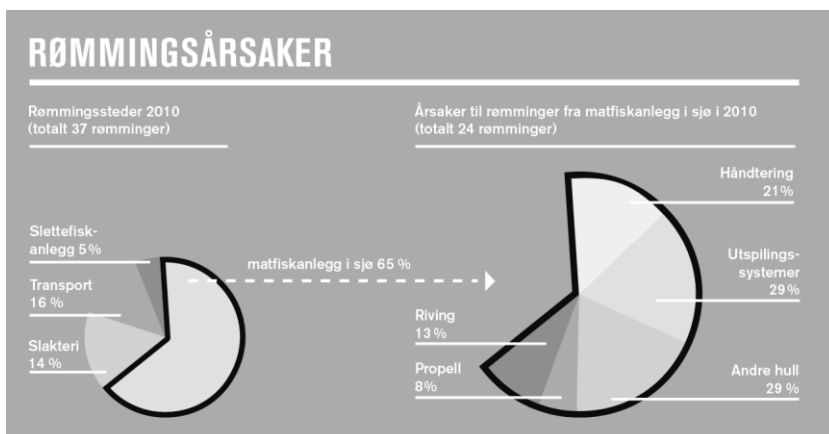
Hovedårsakene til rømming har variert over år. Rømmingskommisjonen for Akvakultur fastslår i sin årsrapport for 2010 at hvis det fokuseres på *antallet* fisk som rømte er ca. 80 % av feilene knyttet til montering og håndtering av utstyr, og altså ikke at utstyret ikke holder teknisk mål. Menneskelig svikt er altså en vesentlig årsak til rømming. Figur A.2 viser for 2010 hvor i verdikjeden rømming finner sted, og årsakene til rømming fra matfiskanlegg i sjø. Dette peker på to viktige forhold:

- Selv om teknologiutvikling er viktig vil det aldri være mulig å fullstendig forhindre at rømming skjer. Det gjelder uansett teknologi.
- Teknologi og utstyr bør utformes slik at det er robust og minimaliserer muligheten for og konsekvensene av menneskelig svikt

⁶⁹ Her bør tiltakspakken Fiskeri- og havbruksnæringens landsforening (FHL) vedtok våren 2011 nevnes. Pakken introduserer flere nye tiltak mot lakselus og rømming.



Figur A.1: Rømmingshistorikk fra 1993 frem til i dag (nederste figur) sett i forhold til produsert kvantum (øverste figur).



Figur A.2 viser for 2010 hvor i verdikjeden rømming finner sted

NÆRMERE OM LAKSELUS OG SMITTE

Lakselus er den vanligste parasitten på laks. Lakselusa påfører laksefisk skade ved å spise av slim, skinn og blod. Hudskadene dette medfører kan være livstruende for små fisk. Når laksungene vandrer ut av elvene som såkalt smolt har de en typisk størrelse på 13-16 cm og 30-50 gram. For slik fisk er 3-5 lakselus regnet som skadelig. Angrep fra lakselus åpner for andre infeksjoner fra for eksempel bakterier og sopp.

For oppdrettslaksen representerer det liten eller ingen trussel for den enkelte laks sin helse og velferd dersom lusenivået holdes under de myndighetspålagte grensene. Oppdrettslaksen er imidlertid en viktig faktor i spredningen av lakselus til vill laksefisk.⁷⁰ Vill laks og sjørøret får problemer hvis de blir infisert med for mange lus. Lakselus fører til svekkelse, redusert vekst og i verste fall død for fisk med høy infeksjon. For sjørøret ser man prematur tilbakevandring til ferskvann. Disse negative effektene kan i verste fall svekke reproduksjonspotensialet til ville bestander. Naturlig nok er effekten størst på bestander som fra før er svekket av andre årsaker.

Beregninger viser imidlertid at de totale mengdene av lakselus i anleggene ved smoltutvandringen er betydelig lavere nå enn tidligere, selv om lakseproduksjonen er økt.

⁷⁰ Hvis det ikke fantes villfisk ville oppdrettsnæringen fortsatt måtte behandle mot lakselus, for å hindre at den ble et helseproblem. Da ville imidlertid behandlings-grensene, som i dag er 0,5 voksne hunn-lus per oppdrettsfisk, kunne heves.

sjonen har økt. Dette fordi antallet lakselus per oppdrettsfisk er betydelig redusert,⁷¹ og hver oppdrettslaks har lite lus fordi myndighetene krever behandling hvis det er mer enn 1 voksen hunnlus per to laks. Det er imidlertid svært mye oppdrettslaks i forhold til villaks (ca. 1000:1). Utfordringen for en næring som jobber aktivt med reduksjon av lusemengdene er at selv om antallet lus per oppdrettsfisk reduseres, kan økninger i det samlede antallet oppdrettsfisk resultere i at det samlede antallet lus ikke går ned.

Vill laksefisk påvirkes imidlertid ikke av den lusa som er inne i oppdrettsanleggene, men den lusa som er spredd utenfor anleggene. Det er derfor viktig å sjekke lusesituasjonen for villfisken. For 2011 sier Havforskningsinstituttet følgende:

*«I enkelte områder med mye oppdrett har infeksjonstrykket fra lakselus på vill laksefisk forverret seg i år sammenlignet med i fjor. Særlig sjøørreten er hardt rammet, og i enkelte områder med mye oppdrett ble også laksesmolten utsatt for mye lus. Lyspunktene er at det i noen områder er funnet mindre lus i år enn i fjor, og laksesmolten kom seg sannsynligvis ut av mange fjorder før infeksjonspresset økte».*⁷²

Lus representerer en betydelig utgift for oppdrettsnæringen, med ca. 500 millioner kroner i direkte tap (gjennom tapt tilvekst på grunn av sulting og stress og økt dødelighet på grunn av stress), utgifter til kjemikaliebruk, leppefisk og ekstraarbeid til avlusing, mulig tap av fisk osv.

Lakselus

Lakselusa *Lepeophtheirus salmonis* tilhører hoppekrepsfamilien, og finnes naturlig i alle havområder på den nordlige halvkule. Lakselusa er vertsspesifikk og avhengig av laksefisk for å fullføre livssyklusen. Den trives dårligere dess mindre salt det er i vannet, og vil ramle av laksen /sjøørreten når denne går opp i elven.

Lakselusa produserer egg i lange eggstrenger. Fra eggene klekkes frittsvevende larver som spres med vannet til nye vertsdyr, der de fester seg på huden og etter hvert utvikles til voksne lakselus. Lakselusa spres svært lett, og den er den mest vanlige parasitten på vill laks.

⁷¹ Lusedata.no

⁷² Havforskningsinstituttet (2011). Høyere infeksjonspress på laksesmolt er observert i Hardanger, Sognefjorden og Trondheimsfjorden.

Resistensutvikling

All omfattende og langvarig bruk av legemidler mot sykdomsfremkallende organismer vil føre til at organismene utvikler toleranse mot disse legemidlene. Graden av toleranse avgjør om man kaller det nedsatt følsomhet eller resistens. Både nedsatt følsomhet, resistens mot enkeltpreparater og resistens mot flere lakseluspreparater (multiresistens) er tidvise og gjentakende problemer for lakseindustrien. Da mister legemidlene sin virkning, slik at det i enkelte områder kan være vanskelig å holde lusenivåene under de grensene myndighetene har satt for å beskytte villfisk.

Havforskningsinstituttet fremhever at faren for økende resistensutvikling mot dagens kjemiske behandlingsmidler mot lus er stor, men vektlegger samtidig at næringen har gjort en meget god jobb med bekjempelse.

TILTAK MOT LAKSELUS

Det er i dag klare grenser for hvor mye lakselus laks i oppdrettsanlegg kan ha. Mattilsynet har etablert retningslinjer for hvordan parasitten skal bekjempes.

I flere år er lakselus behandlet med orale midler, badbehandling, og leppefisk. Videre er samordnede vinter- og våravlusninger for hele næringen svært viktig for å få ned lusetallene. I tillegg er oppdrettere i et område pålagt å ha en samordnet plan for forebygging og bekjemping av lus (samordning etter luseforskriftens § 6).⁷³ Slike planer skal blant annet inneholde:

- rutiner for telling av lakselus
- rutiner og metodikk for behandling (inkludert koordinering av behandlinger og dokumentasjon på at behandling kan gjennomføres innen fastsatt frist)
- rutiner og metodikk for evaluering av behandlingseffekt
- rutiner for bruk av leppefisk
- rutiner for brakklegging av akvakulturanlegg
- opplysninger om hvilke andre akvakulturanlegg planen er samordnet med
- informasjon om hvordan hensyn til ville bestander av laks og sjørøret er ivarettatt.

⁷³ Forskrift om bekjempelse av lus i akvakulturanlegg. Se www.lovdata.no

Det gjennomføres for tiden ca. 70 ulike prosjekter for bekjempelse av lakselus med en samlet kostnad på 1.2 milliarder kroner.⁷⁴ Næringen har selv tro på at det er mulig å løse utfordringen med lakselus basert på tiltakene i handlingsplanen og videre utvikling av behandlingsstrategier.⁷⁵

⁷⁴ Se www.lusedata.no.

⁷⁵ WWF og Norske lakseelver deler ikke denne oppfatningen, og mener strengere regulering og tiltak er avgjørende

APPENDIX 2 ULIKE TILTAK I OPPDRETTSNÆRINGEN

Som nevnt i kapittel 2.3 vil arbeidet med å sikre drift i tråd med bærekraftskriteriene innebære at det gjennomføres et bredt spekter av ulike tiltak. Disse kan grovt sett deles i biologiske/medisinske tiltak, driftsforbedrende tiltak, og tiltak knyttet til utvikling av utstyr/teknologi og til bruk i ulike faser av verdikjeden (listen nedenfor er ikke ment å være uttømmende):

BIOLOGISKE TILTAK

- Utvikling av funksjonelt fôr som styrker laksens forsvarssystem mot parasitter og forhindrer at lakselusen setter seg og vokser på oppdrettsfisken.
- Vaksinerings av laksen, for å unngå at lus setter seg på oppdrettsfisken.
- Avl for å utvikle oppdrettsfisk som er mer motstandsdyktig mot lus.
- Bruk av leppefisk for å spise lus av fisken i merdene
- Utvikle steril fisk som kan forhindre genetisk interaksjon med villfisk.
- Sporing av rømt oppdrettsfisk.
- Nye typer kjemisk og medikamentell behandling mot lus.

Av disse tiltakene er det første fem av forebyggende karakter, mens de to siste kan beskrives som «reparerende».

DRIFTSFORBEDRENDE TILTAK

- Utvikling av bedre driftsformer, som optimalisering av brakkleggingsregimer, blant annet tilpasset lokale havstrømmer og tidspunktet for brakklegging. Koordinert brakklegging av områder er også viktig.
- Forflytting av merder og oppdrettsanlegg til mer eksponerte havområder med mindre arealkonflikter
- Bedre lokalisering av oppdrettsanlegg, blant annet på lokaliteter med stor vannutskiftning.
- Modellering av spredning av lus og sykdommer
- Etableringen av et overvåkings-program for lakselus. Et slikt program bør ha oppdaterte geografiske oversikter over utbrudd og resistensutvikling. Dette vil kunne gi verdifull informasjon om spredning av smitte og grunnlag for fastsetting av egnede tiltak, som for eksempel brakklegging.

UTVIKLING AV «HARDWARE»-TEKNOLOGI

- Uttesting av ulike fysiske innredninger som f.eks skjørt rundt merdene for å hindre luserikt overflatevann (0-5m) å komme inn i merden.
- Redusere eksponeringen av laksen for lakselus ved aktivt bruk av føring og lys teknologi. På dagtid kan dypvannsføring holde fisken dypere enn 5 meter, på natten kan bruk av undervannslys trekke fisken ned i dypet og dermed unngå overflatevannet hvor konsentrasjonen av frittsvømmende lakseluslarver er størst.
- Utvikling av ny og mer robust notteknologi som reduserer faren for rømming, samt forbedring av flyter og fortøyninger.
- Videreutvikling av dagens utstyr som brukes på lokalitetene og til transport av fisken.
- Utvikling av ny merdteknologi, herunder lukkede anlegg.
- Utvikling av teknisk standard for settefiskanlegg for å redusere faren for rømming fra landbaserte anlegg

Tiltakene nevnt ovenfor er av forbyggende karakter. I tillegg kommer flere tiltak av mer «reparerende» art:

- Elvesperringsmekanismer for å hindre oppdrettslaks å gå opp i elvene.

- Mekanisk fjerning av lus, for eksempel ved spyling med sjøvann eller bruk av laser for å “skyte” lus av fisken i merdene.
- Utvikling av metoder for å spore rømt fisk tilbake til bedrift.
- Utvikling av metode for enkelt å skille rømt laks fra villaks i elv slik at rømt laks kan tas ut fra vassdragene der nivåene er for høye.
- Utvikling av metoder for å ta ut rømt laks fra elvene.

Pb. 522 Sentrum
0105 OSLO

Prinsens gate 18
Norway

T: +47 23 31 83 00
F: +47 23 31 83 01

www.teknologiradet.no
post@teknologiradet.no