

Fisken og havet, særnummer 3-2003
ISSN 0802 0620

Havbruksrapport 2003

Redaktører: Arne Ervik
Anders Kiessling
Ove Skilbrei
Terje van der Meeren

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET, februar 2003



Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk, har som hovedoppgave å videreutvikle kunnskapen om laksefisk, marine arter og skalldyr slik at produksjonen kan forbedres. Dette skal sikre hensynet til både næring og samfunn når det gjelder helse, miljø, matkvalitet og etikk. Satsingsområdene til Senter for havbruk er miljøeffekter av havbruk, velferd/helse, trygg og god mat samt videreutvikling av marine oppdrettsarter.

Havbruksrapporten skal gi leseren en kortfattet oversikt over det som har skjedd siste året innen havbruk og havbruksforskning, samtidig som den skal skissere utviklingstendenser i havbruksnæringen. Årets rapport er som vanlig todelt. Den første dekker forhold knyttet til laksefisk og marin fisk, den andre tar opp spesielle tema, i dette tilfelle rammebetingelser, matvaretrygghet, dyrevelferd og interaksjoner mellom miljø og havbruk.

Oppdrett av laks og regnbueørret dominerer fortsatt norsk havbruk, og interessen er særlig knyttet til produksjon, markedsforhold og helsestatus for laksefisk. Innen oppdrett av marin fisk er det viktig å få fram informasjon om arbeidet med å utvikle og optimalisere produksjon av yngel, settefisk og matfisk.

Gjennom EØS-avtalen er Norge forpliktet til å følge EUs vanddirektiv. Dette vil få betydning for havbruksnæringen, det vil også forslaget til nye avgrensninger av matfiskproduksjon som nylig er framlagt av et utvalg nedsatt av Fiskeridirektøren. Andre viktige momenter er hvordan oppdrettsanleggene kan lokaliseres, og hvordan moderne metoder kan brukes til å utvikle kystsoneplaner og til å vurdere hvordan oppdrettsaktiviteten påvirker miljø og samfunn.

Norsk sjømat er helsebringende og har god kvalitet. Det er viktig å informere om hvordan matvaretryggheten ivaretas gjennom kontroll av fremmedstoffer, og å understreke betydningen av god hygiene. Andre tema som berører næringens omdømme er dyrevelferd samt bruk av legemidler og kjemiske stoffer for å hindre begroing på merdene. Kartlegging av miljøvirkninger og kontroll med bruken av

slike stoffer er av stor betydning for næringens fremtid.

Debatten om fiskeoppdrett virkelig påvirker de ville bestandene er livlig, både hva angår genetisk påvirkning og spredning av sykdommer og parasitter. Det foreligger nå en god del kunnskap om disse sammenhengene, og rapporten summerer opp resultatene av den forskningen som er utført.

Forventningene til havbruksnæringen er store, men det er mye som skal på plass før den kan erstatte oljen, det gjelder ikke minst hvordan næringen kan tilpasse seg miljøet. Vi har derfor spurt noen sentrale premissleverandører om hvilke forventninger de har til utviklingen de 10 til 15 neste årene. Det er interessant å se hvor samstemte de er, til tross for ulike utgangspunkt.

Havbruksrapporten er avhengig av at folk tar seg tid til å skrive artikler, og redaktørene takker for den velvilje vi har møtt når vi har spurt om bidrag. Denne takken går ikke minst til forfattere utenfor Havforskningsinstituttet. De har gjort det mulig å øke den faglige bredden og opprettholde tradisjonen med at rapporten skal favne videre enn de aktiviteter som foregår innenfor instituttets vegger.

Artiklene i denne rapporten er skrevet slik at de skal være lett tilgjengelige, og inneholder ikke kildehenvisninger. Dersom noen av leserne ønsker mer informasjon, eller å diskutere innholdet i rapporten, kan forfatterne kontaktes på e-postadressene som står bakerst i rapporten. Redaksjonskomiteen er også gjerne behjelpelig med å svare på spørsmål eller formidle kontakt.

Redaksjonskomiteen for *Havbruksrapport 2003* har bestått av (i alfabetisk rekkefølge) Arne Ervik, Anders Kiessling, Ove Skilbrei og Terje van der Meeren.

Ingunn Bakketeig og Berit M. Gullestad har lest korrektur, Hugh Allen har oversatt sammendraget til engelsk og bidratt med kapittel 3.1.6. John M. Ringstad har stått for den grafiske designen.

Denne rapporten refereres slik: This report should be cited:
Ervik, A., Kiessling, A., Skilbrei, O. og van der Meeren, T. (red.), 2003. Havbruksrapport 2003. Fisken og havet, særnr. 3-2003.

Forord	3
Sammendrag	6
Summary	9
Framtiden for norsk havbruk Ole J. Torrissen	13
KAPITTEL 1: LAKSEFISK	
1.1 Produksjon av laks og regnbueørret i 2002 Janne Mork	16
1.2 Helsesituasjonen hos laksefisk i 2002 Torkjel Bruheim, Geir Bornø, Kjell Flesjø, Hege Hellberg, Agnar Kvellestad og Brit Hjeltnes	20
KAPITTEL 2: MARINE ARTER	
2.1 Oppdrett av torsk Ørjan Karlsen og Grethe R. Adoff	28
2.2 Oppdrett av kveite Tore S. Kristiansen, Torstein Harboe og Ragnar Nortvedt	31
2.3 Piggvar – glemte muligheter i Norge? Per Gunnar Kvenseth	36
2.4 Flekksteinbit i oppdrett – status og utfordringer Inger-Britt Falk-Petersen, Atle Foss, Helge Tveiten, Sigrun Espelid og Inger Andreassen	38
2.5 Mer leppefisk, takk! Per Gunnar Kvenseth, Johan Solgaard og Johan Andreassen	44
2.6 Skjell – miljøvennlig fremtidsnæring Sissel Andersen, Stein Mortensen, Øivind Strand, Peter Hovgaard og Thorolf Magnesen	47
2.7 Blåskjelldyrking – bæreevne, skjellkvalitet og avgiftning Tore Strohmeier, Jan Aure og Arne Duinker	51
2.8 Hummer – vår nye marine oppdrettsart? Asbjørn Drenstvig, Tore S. Kristiansen og Tormod Drenstvig	54
2.9 Helsesituasjonen, potensielle problemer og forebyggende tiltak Hogne Bleie	57
KAPITTEL 3: VEKSELVIRKNINGER MELLOM MILJØ OG HAVBRUK	
3.1 RAMMEBETINGELSER FOR HAVBRUK	
3.1.1 EUs rammedirektiv for vann – hva vil det bety for fiskeri- og havbruksnæringen? Jakob Gjøsaeter	62
3.1.2 Forslag til ny avgrensingsform for fiskeoppdrett: Fortsatt utvikling krever nye grep Jens Chr. Holm	64
3.1.3 Lokalisering av oppdrettsanlegg Arne Ervik	67

3.1.4 Potensielle miljøkonsekvenser ved havbeite med kamskjell og hummer Tore Strohmeier, Øivind Strand, Knut E. Jørstad, Stein Mortensen og Ann-Lisbeth Agnalt	70
3.1.5 GIS som verktøy for rasjonell havbruksplanlegging Inge Døskeland	73
3.1.6 Miljøvirkninger av oppdrett versus sosioøkonomiske aspekter Timo Mäkinen	78
3.2 TRYGG MAT FRA REINT HAV	
3.2.1 Dokumentasjon av trygg sjømat Anne-Katrine Lundebye Haldorsen, Kåre Julshamn og Bjørn Tore Lunestad.....	82
3.2.2 Hygiene og matvaretrygghet Erik Slinde	85
3.3 MILJØ - FISKEVELFERD - ET KOMPROMISS?	
3.3.1 Hvordan kan vi dokumentere god eller dårlig velferd hos oppdrettsfisk? Tore S. Kristiansen, Jon-Erik Juell, Howard I. Browman, Anders Kiessling og Frode Oppedal	87
3.3.2 Bruk av legemidler i oppdrettsnæringen Ole B. Samuelsen	90
3.3.3 Miljøvenleg drift – bruk av notrullar Håkon Otterå, Kjersti Sjøtun, Gro van der Meeren, Karin Boxaspen og Geir Lasse Taranger	94
3.4 PÅVIRKNING PÅ VILLE BESTANDER	
3.4.1 Fangst i sjø av rømt laks og regnbueørret Ove T. Skilbrei	96
3.4.2 Genetiske konsekvensar av rømt oppdrettslaks; kva veit vi no, og kva følgjer får kunnskapen? Øystein Skaala	100
3.4.3 Genetisk modifiserte organismer i fremtidig oppdrett – fordeler og ulemper Geir Dahle	104
3.4.4 Interaksjoner villaks – lakselus – oppdrettslaks: Hvor står vi, hva er målet? Jens Christian Holst, Frank Nilsen, Lars Asplin og Marianne Holm.....	107
KAPITTEL 4: FRAMTIDSVYER	
4.1 Miljøutfordringer for norsk oppdrettsnæring Maren A. Esmark	110
4.2 Fiskeoppdrett og miljø i 2015 Bjørn Myrseth	112
4.3 Framtidsvyer for oppdrettsnæringen i Norge Miljømessige utfordringer – noen personlige betraktninger Håkon Kryvi	115
Forfattere i Havbruksrapport 2002.....	117

I løpet av 2002 ble det slaktet ca. 444 000 tonn atlantisk laks og ca. 77 000 tonn regnbueørret i Norge. Sammenlignet med foregående år utgjorde dette 8 % økning for laks og 17 % økning for ørret. Første halvår 2002 var preget av at en høy andel slakteklar fisk ble stående i merdene og utgjøre et stort slaktepress. Med lave priser, minsteprisproblematikk, likviditetsslakting og slakting på grunn av kjønnsmodning, ble våren 2002 vanskelig for norsk oppdrettsnæring. Andre halvår ble oppdrettsfisken utsatt for rekordhøye temperaturer og vekstreduksjon i august og september, etterfulgt av kompensasjonsvekst i siste kvartal. Gjennom hele 2002 har også den norske lakse- og ørretnæringen møtt stadig større utfordringer i sine markeder, gjennom en kursutvikling som slett ikke fremmet konkurransekraften til den norske laksen.

Erfaringer fra 2002 viser nok en gang at nye sykdommer dukker opp og at "gamle" kan slå til igjen. Dette understreker nødvendigheten av å holde en kontinuerlig fokus på smitte- og sykdomsforebyggende tiltak. Rapporteringssystemet for meldepliktige sykdommer må bli bedre, og et godt rapporteringssystem bør utvikles, slik at man får bedre oversikt over forekomst og tap ved alle typer sykdommer. Helsesituasjonen i 2002 var preget av problemer med deformiteter, katarakt, vintersår og infeksjøs pankreasnekrose (IPN). Antall utbrudd av infeksjøs lakseanemi (ILA) viste nedgang. Det var også problemer med nye sykdommer som parvikapsulose, hjerte- og skjelettmuskelbetennelse og piscirickettsiose. Lakselussituasjonen er under kontroll, men utgjør fremdeles et stort problem med smittepress mot villfisk og det stadig behovet for kjemisk avlusning. De unormalt høye temperaturene gjennom sommeren ga store helseproblemer i Sør-Norge, både som direkte stressfaktor og gjennom bl.a. manetoppløsting. Forbruket av medikamenter er fortsatt lavt, særlig for antibiotika. Bruk av vaksiner med oljeadditiv er i dag en forutsetning for lønnsomt oppdrett. Bivirkninger av vaksinen på fisken vekker imidlertid bekymring.

Angående de marine artene var det i 2002 en kraftig økning i produksjonen av torskeyngel. Dette resultatet skyldes stor produksjon hos relativt få produsenter. Fremgangen i 2002 skyldes derfor i liten grad store nyvinninger, men gjenspeiler økt erfaring og etablering av nye anlegg. Det forventes fortsatt vekst i antall produserte torskeyngel, noe som vil gi betydelig utslag i matfiskproduksjonen om et par år. Fortsatt suksess med torsk som oppdrettsart er blant annet avhengig av at en greier å løse problemer knyttet til yngeldeformiteter og dødelighet i tidlig yngelfase. Det er også viktig å få utarbeidet en standard for settefiskens kvalitet og størrelse.

For kveite er det også fremgang i yngelproduksjonen. Selv med færre produsenter økte produksjonen fra året før. Fremdeles sliter produsentene med å få nytt

produksjonskapasiteten, fordi tilgangen på egg gjennom året ikke er god nok. Yngelkvalitet er også et område der det gjenstår mye. Det er forventet en ytterligere vekst i yngelproduksjonen de nærmeste årene. Matfiskproduksjonen av kveite har vært begrenset av lav yngelproduksjon, variabel yngelkvalitet og relativt dårlig vekst i matfiskanleggene, men forventes neste år å passere 1000 tonn.

Andre marine arter som i dag er i kommersielt oppdrett i Norge er piggvar og flekksteinbit. Interessen for piggvar er økende. Norge er nettoeksportør av piggvaryngel fra intensiv produksjon, med en liten matfiskproduksjon på noen få hundre tonn per år i tillegg. Selv om vi har mange og til dels store varmtvannsressurser i form av spillvarme fra industriell aktivitet, er det ennå ikke foretatt noen totalkartlegging eller lagt opp til en målrettet utvikling av disse mulighetene. Ved bruk av lys og spillvarmeressurser burde det være mulig å produsere matfisk av piggvar som kan konkurrere med søreuropeiske piggvaranlegg.

Flekksteinbit krever kaldt vann og egner seg derfor svært godt for oppdrett i Nord-Norge. Ett yngelproduksjonsanlegg og to matfiskanlegg for flekksteinbit er i drift per i dag. Flere anlegg er under planlegging, og et selskap skal i vinter starte forsøk med flekksteinbit i merd. De biologiske og produksjonsmessige flaskehalsene innen oppdrett av steinbit synes løst, men det er selvsagt rom for forbedring innen de fleste delområder når det gjelder å optimalisere produksjonen.

Andre interessante arter for marint oppdrett er hummer og leppefisk. Hummer er i dag gjenstand for økende etterspørsel, og er et av de best betalte sjømatproduktene. Oppdrett av hummer blir derfor stadig mer aktuelt, og den senere tids utvikling innen biologi, teknologi, fôr, juridiske forhold, pris og marked, gjør at landbasert mathummeroppdrett har gode betingelser for kommersialisering og gode forutsetninger for å lykkes. Leppefisk brukt på den rette måten er det mest lønnsomme og miljøvennlige alternativet for kontinuerlig kontroll med lakselus ved oppdrett av laks og sjøørret. Tilgangen på leppefisk er i dag basert på innfangning fra sjøen. Tilgangen er begrenset for de mest brukte artene, og utvikling av leppefiskoppdrett vil derfor være et alternativ.

Produksjonen av blåskjell har hatt en positiv utvikling de siste to årene, og den er på god vei til å bli en betydelig næring i Norge. Den gode utviklingen i blåskjellnæringen er i stor grad et resultat av økt satsing på å løse problemet med alggifter samt mer realistiske forventninger i næringen. Vekselvirkningene mellom miljøet og utformingen av blåskjellanlegg er også av stor betydning for et godt produksjonsresultat. Produksjonen av stort kamskjell og østers har flere problemer som må løses før disse artene kan oppnå tilsvarende volum som blåskjell. Alt tyder på at dette

vil skje, men fremdriften er avhengig av både næringens prioriteringer og tilgangen på ressurser til forskning og utvikling.

Helsestatusen innen oppdrett av torsk og kveite var i året som gikk generelt god, spesielt med tanke på smittsomme sykdommer. Næringen opplevde likevel tap på grunn av høye sjøvannstemperaturer og vannkvalitetsproblemer relatert til enkelte driftsformer. Miljørelatert stress svekker fiskens motstandskraft mot smittestoff, noe som øker risikoen for sykdom.

EUs rammedirektiv for vann trer i kraft fra 2006 og vil bidra til å sikre oppdrettsnæringen gode miljøforhold. Det baseres på økologiske miljømål for alle vannforekomster, og regelmessig overvåkning av deres økologiske status. Økologisk status bestemmes ut fra tilstanden til de biologiske komponentene i økosystemene. Sist høst ble det lagt fram en innstilling som foreslår et nytt system for regulering av matfiskanlegg. Her inngår det en standardisert overvåkning av miljøpåvirkningen, og denne overvåkingen samsvarer godt med de prinsippene som legges til grunn for vannrammedirektivet. Havbruksrapporten gir et sammendrag av denne utredningen, som går inn for en fortsatt begrensnig av produksjonsmengde på lokalitet og konsesjon samt rutinemessig overvåkning av miljøtilstanden i anleggene.

For å videreutvikle havbeite med kamskjell og hummer er det ønskelig med mer kunnskap om blant annet genetisk struktur hos ville bestander og lokalitetenes bæreevne. Dessuten bør det etableres strategier basert på forebyggende helsearbeid for å hindre at virksomheten ikke fører til utilsiktede negative virkninger på ville bestander og spredning av patogener og parasitter i det naturlige miljø.

Det legges opp til en kunnskapsbasert forvaltning av oppdrettsnæringen. Dette åpner for en mer fleksibel lokalisering av oppdrettsanlegg, og Havforskningsinstituttet arbeider derfor med en metodikk som kan brukes til å regulere påvirkningen fra anleggene etter den regionale bæreevnen. Vi kan da utnytte de områdene som er tilgjengelige for oppdrett ved å konsentrere produksjonen her, samtidig som vi kan skjerme følsomme områder. Vi kan også trekke flere hensyn inn i vurderingen, slik som for eksempel smittespredning, eutrofiering og merdmiljø. Slik informasjon er viktig for planlegging i kystsonen. Rapporten beskriver hvordan GIS (geografisk informasjonssystem) kan brukes for å finne fram til arealer som er godt egnet til oppdrett og der konfliktnivået er lavt. Havbruksrapporten presenterer også en teknikk som kan nyttes til å vurdere miljøkostnadene ved fiskeoppdrett opp mot den betydning denne næringen har for næringslivet. Dette kalles livsløpsanalyse, og rapporten gir et eksempel på en slik analyse fra Finland.

Det er viktig å kunne dokumentere at norsk sjømat er trygg, og at den er skikkelig kontrollert for giftstoffer, bakterier og parasitter. Havbruksrapporten gir en oversikt over gjeldende regelverk og overvåkning som viser at produktene tilfredsstillende strenger kravene som er stilt.

Den tar også opp betydningen av god hygiene, og peker på at det ennå er rom for forbedringer på dette området.

Det forebyggende helsearbeidet har ført til en kraftig reduksjon i bruken av legemidler i oppdrettsnæringen. Omfattende forskning gjør at vi dag har effektive medisiner for de ulike fiskearter, og at vi vet hvordan vi kan bruke dem hensiktsmessig. Det finnes også alternative metoder som rensefisk som har utstrakt bruk til bekjempelse av lakselus. Vi vet òg mye om miljøvirkningene av de legemidlene som er brukt. På noen viktige områder mangler det fortsatt standardiserte metoder for å teste egenskaper som er viktige for å vurdere miljøeffektene.

Oppdrettsnæringen har betydelige utslipp av kobber fra stoffer som brukes for å hindre begroing på nøtene som fisken står i. Et alternativ til impregnering er å skifte nøtene ofte og la dem tørke mellom hver gang de er i sjøen slik at påvekstorganismene dør. Dette prøves nå ut i kommersiell skala, og resultatene viser at en kan holde nøtene rene uten bruk av antigroestoffer.

Forbrukerens fokus på oppdrettsfiskens levevilkår øker, særlig i EU og USA, men også i Norge. En fersk stortingsmelding om dyrevelferd signaliserer økte krav til næring og forvaltning. Oppdrettsnæringen har en rekke problemer knyttet til fiskens velferd. Havforskningsinstituttet har derfor prioritert dette området i sin strategiplan, og har bygd opp flere spesiallaboratorier hvor en kan forske på atferd, stress-, smerte- og sansefysiologi samt vekstbiologi. "Merdmiljølaboratoriet" ved Matre havbruksstasjon er den siste tilveksten til dette metodeapparatet. Der kan en studere atferd og fysiologi til både individer og grupper av fisk i et meget godt overvåket miljø.

Havbruksaktivitet kan påvirke de ville populasjonene på mange måter; ved spredning av sykdom, parasitter og ved at fisk rømmer ut i det naturlige miljøet. Mens mengden av rømt laks sannsynligvis hadde vært synkende over noen år, er det klare indikasjoner på at det rømte forholdsvis mye laks i 2002. Fangsten av rømt regnbueørret har steget over flere år i tråd med økningen i produksjonen. En stor andel av fangsten av den rømte fisken foregår i sjø. Dette innebærer at fiske i sjø rettet mot rømt fisk kan redusere problemet noe, i alle fall for rømt regnbueørret som er mer stasjonær etter rømning enn laksen.

Et høyt antall rømt regnbueørret og laks i utvandningsruten for villsmolten er bekymringsverdig med hensyn til den rømte fiskens potensielle betydning som vert for lakselus. Høye rømningstall kan motvirke den positive trenden en har sett de siste årene med lavere påslag av lakselus på utvandrende villsmolt av laks. For sjøørrestammer som har opphold i ytre fjordområder med mye lakselus er situasjonen mer bekymringsfull.

Det er spesielt to problemstillinger som har vært diskutert i forbindelse med de mulige genetiske effektene av rømt laks; tap av genetisk variasjon gjennom domestiseringen, og påvirkning av villaksens egenskaper og evne til å overleve. En sammenligning gjort av Havforskningsinstituttet mellom

de fem største oppdrettslinjene og villaks fra fire elver, viser at oppdrettslaksen hadde vesentlig lavere arvelig variasjon enn det som ble observert hos de ville bestandene. Undersøkelsen bekreftet også at avlslinjene er isolerte enheter. Dessuten viser undersøkelser gjennomført ved Norsk institutt for naturforskning og andre institusjoner at oppdrettslaks skiller seg fra villaks også i sammensatte egenskaper som vekst, aggresjon og antipredator-adferd. Disse sammensatte egenskapene er karakterer som man vet påvirker overlevelse i naturen. Imidlertid er det vist at gytesuksessen hos rømt laks ofte er lav, og at overlevelsen for avkom av oppdrettslaks er lavere enn for villaks. Dette tyder på at gentransporten fra rømt til vill laks har gått seinere enn antatt. Men når det først skjer en innkrysning, kan effekten på bestanden av villaks i form av redusert overlevelse være stor. Resultatene tilsier at vi fremdeles har mange intakte bestander av villaks, men at det er gode grunner for å intensivere arbeidet med å redusere rømningen fra norske oppdrettsanlegg.

Genteknologi har en rekke bruksområder innen havbruk, som utvikling av vaksiner og forbedret diagnostikk ved påvisning av sykdom. Genmodifisering av organismen

produsert i akvakultur muliggjør forbedringer av dens produksjonsegenskaper, men er forbundet med mange mulige kontroverser i forhold til rømning og påfølgende potensiell påvirkning av økosystemet, etiske problemstillinger og forbrukers holdning til genmodifiserte organismer.

Norge har en unik kyst som gir uante muligheter for havbruk. Forventningene til framtidens havbruksnæring er da også store, men det er viktig å være oppmerksom på at det er svært mye som skal på plass før den kan erstatte oljeindustrien. En faktor som kan bli begrensende er hvordan virksomheten påvirker miljøet, vi må derfor komme fram til omforente standpunkt om hvilken påvirkning vi vil akseptere fra en stor oppdrettsnæring. Debatten om dette er ikke kommet skikkelig i gang, i den siste delen av Havbruksrapporten har vi derfor bedt om synspunkter fra en miljøverner, en oppdretter og en forvalter. Som man kunne vente er vinklingen forskjellig og synspunktene til dels ulike, men de er samstemte på to punkter. De mener alle at havbruk har et stort potensial, men at det bare kan realiseres dersom alle involverte tar miljøspørsmålene på alvor og håndterer dem på en forsvarlig måte.

Summary

In 2002, some 440,000 tonnes of Atlantic salmon and about 77,000 tonnes of rainbow trout were harvested in Norway. In comparison with the previous year this was an increase of 8 percent for salmon and 17 percent for trout. During the first half of 2002, large numbers of harvestable fish were held in sea-cages, raising the pressure to slaughter the fish. Because of low prices, the minimum price policy, liquidity harvesting and harvesting made necessary by sexual maturation, the spring of 2002 was a difficult season for the Norwegian aquaculture industry. During the latter half of the year, the fish suffered from high temperatures and a reduction in growth in August and September, followed by compensatory growth during the final quarter of the year. Throughout the year, the Norwegian salmon and trout farming industry faced steadily tougher market competition, a consequence of exchange rate trends that by no means favoured the competitiveness of Norwegian salmon.

Once again, our experience in 2002 was that new diseases appear while “old” ones might turn up again. This is a situation which emphasises the continuous need to pay attention to measures to combat diseases and infections. The reporting situation for reportable diseases needs to be improved, and a good reporting system needs to be developed in order to provide us with a better overview of the occurrence of, and losses due to, all types of disease. The health situation in 2002 was characterised by problems of deformities, cataracts, winter sores and infectious pancreatic necrosis (IPN). There was a drop in the number of outbreaks of infectious salmon anaemia (ISA). There were also problems caused by new diseases such as parvicapsulosis, heart and skeletal muscle inflammation, and piscirickettsiosis. The salmon louse situation is under control, but is still a severe problem, with infection pressure vis-à-vis wild fish and the ever-present need for chemical delousing. The abnormally high temperatures throughout the summer resulted in major health problems in Southern Norway, both as a direct stress factor and because they produced large jellyfish blooms. Medicine consumption is still low, particularly as regards antibiotics. The use of vaccines containing oil adjuvants is currently a *sine qua non* for profitable operation. However, the side-effects of the vaccine on the fish are a source of anxiety.

Where marine species are concerned, 2002 saw a major increase in production of cod fry. A relatively small number of producers have made significant contributions to this result. The progress made in 2002 is thus less due to major new gains than to greater experience and the establishment of new facilities. We can expect to see a continued strong growth in the number of cod fry produced, a trend that will have important effects on the production of fish for consumption in a couple of years. Continued success with cod as a farmed species depends among other things on

solving problems related to deformities in fry and mortality in the early fry stages. It is also important to develop a standard for the quality and size of the produced fry.

There has also been progress in the production of halibut fry. Even with fewer producers in activity, production increased beyond the level of the previous year. Producers are still finding it difficult to utilise their full production capacity because eggs are not available in sufficient quantities throughout the year. The quality of fry is another area in which much remains to be done. A further increase in the production of fry can be expected within the next few years. The production of halibut for consumption has been held back by low fry production, variable fry quality and relatively poor growth in on-growing facilities, but is anticipated to surpass 1000 tonnes next year.

Other marine species currently being farmed commercially in Norway include turbot and spotted seacat. Interest in turbot is growing, and Norway is a net exporter of turbot fry from intensive production, as well as producing a few hundred tonnes of fish for consumption. Although we have many, often large-scale, warm-water resources in the form of waste water from industrial activity, no overall survey or goal-oriented development of these resources has been made so far. The utilisation of light and waste-water resources should enable us to produce turbot for the table that are capable of competing with southern European turbot farms.

Spotted wolffish require cold water, and are thus highly suitable for farming in Northern Norway. A fry production facility and two on-growing plants are currently in operation. More facilities are being planned, and this winter a company is due to start trials of spotted wolffish in sea-cages. The biological and production bottlenecks in wolffish production seem to have been solved, although of course there is still room for improvement in most aspects of production optimisation.

Other interesting species for marine aquaculture include lobster and labrids. Lobsters are currently in growing demand and are among the most expensive seafood products. Lobster farming is thus becoming more and more likely, and recent developments in biology, technology, feed, legal aspects, price and markets mean that land-based lobster production enjoys good conditions for commercialisation and good chances of success. Used in the right way, labrids are the most profitable and environmentally friendly alternative method of continuous control of salmon lice in salmon and trout farming. Labrid availability is currently dependent on catches at sea. The availability of the most widely utilised species is limited, and the development of labrid farming would thus be an alternative.

Mussel production has displayed a positive tendency during the past two years, and is currently well on the way to becoming a considerable industry in Norway. The good development in the mussel farming industry is largely a result of the increased efforts that have been put into solving the problem of toxic algae, as well as of more realistic expectations within the industry. Reciprocal influences between the environment and the design of mussel farms are also of great importance for good production results. King scallop and oyster production has encountered a number of problems which will have to be solved before these species can be produced in volumes similar to mussels. The indications are that this will happen, but progress depends on the priorities of the industry itself and the availability of resources for research and development.

The state of health in cod and halibut farming was generally good last year, particularly as regards infectious diseases. However, the industry suffered losses due to high seawater temperatures and water-quality problems related to certain types of operation. Environmentally related stress weakens the resistance of the fish to infectious agents, which increases the risk of infection.

The EU's Water Quality Directive comes into force in 2006 and this will help to ensure that the aquaculture industry benefits from good environmental conditions. The Directive is based on ecologically based environmental goals for all bodies of water, as well as regular monitoring of their ecological status. Ecological status is determined on the basis of the state of the biological components of ecosystems. This fits well in with the environmental monitoring programme that was proposed last autumn as part of a new system for regulating the production of Norwegian fish farms. This report offers a summary of this study, which supports a continuation of the limitations in quantity produced per locality and permit, in addition to routine monitoring of the environmental condition of aquaculture installations.

In order to further develop sea ranching of scallops and lobsters we need better knowledge of the genetic structure of wild stocks and the carrying capacity of localities, while strategies based on preventive health care should also be established in order to prevent fish farming activities from producing unexpected negative effects on wild populations and the spread of pathogens and parasites into the natural environment.

A more knowledge-based management of the aquaculture industry is currently in the planning phase. This will open up the possibility of more flexible localisation of fish farms, and the Institute of Marine Research is therefore working on a methodology, which can be used to regulate the effects of fish farms according to local carrying capacity. This will enable us to exploit the areas that are available for aquaculture by concentrating production in them, while sensitive areas remain under protection. We can also take into consideration several other aspects such as the spread of infection, eutrophication, and the sea-cage environment. Information of this sort is important for coastal-zone

planning, and the report describes how geographical information systems (GIS) can be utilised to identify areas suitable for aquaculture, with low levels of conflicting usage. The Aquaculture Report also presents a technique that can be used to evaluate the environmental costs of fish farming vis-à-vis the importance of this sector for the industry. This is called life-cycle analysis, and the report offers a Finnish example of such an analysis.

It is important to be able to document that Norwegian seafood is safe and that it has been adequately checked for the absence of toxins, bacteria and parasites. The Aquaculture Report provides an overview of current regulations and monitoring systems, which demonstrates that products meet the strict requirements that are in force. It also takes up the importance of good hygiene, and points out that there is still room for improvement in this area.

Efforts in preventive health care have led to a significant reduction in the use of medication in the aquaculture industry. Comprehensive research programmes have given us effective medicines for each species of fish, and the knowledge to use them appropriately. There are also alternative methods such as cleaner fish (wrasse), which are widely used to combat salmon lice. We also know a great deal about the environmental effects of the medicines that are in use, but in certain important areas we still lack standardised methods for testing the characteristics that are important in evaluating their effects on the environment.

The aquaculture industry is responsible for significant releases of copper from substances that are used to prevent algal fouling of the net pen. An alternative to impregnation is to change the nets at frequent intervals and allow them to dry out before they are returned to the sea, so that the growth organisms die off. This is currently being tried out on a commercial scale, and the results show that nets can be kept clean without the use of antifouling agents.

Consumer interest in the living conditions of farmed fish is growing, particularly in the EU and the USA, but also in Norway itself. A recent Parliamentary White Paper on animal welfare warns of stricter demands to be made of industry and the public sector. The aquaculture industry faces several problems related to fish welfare, and the Institute of Marine Research has therefore prioritised this area in its strategic plan, and has built up a number of special laboratories in which research can be done on behaviour, stress, pain and sensory physiology, and growth biology. In "The sea-cage environment laboratory" at Matre Aquaculture Research Station, which is the latest addition to this methodology apparatus, the behaviour and physiology of individuals and groups of fish can be studied in a highly monitored environment.

Aquaculture activities are capable of affecting wild populations in a variety of ways: via the spread of diseases and parasites and by fish escaping into the natural environment. While the number of escaped salmon has probably been falling for several years, there are definite indications that relatively many salmon escaped in 2002.

Catches of escaped rainbow trout have been rising for several years, in step with increasing production. A large proportion of the catches of escaped fish are made in the sea. This suggests that fishing for escaped fish in the open sea may be capable of reducing this problem to a certain extent, at least as far as rainbow trout are concerned, since these fish are more stationary after escaping than salmon.

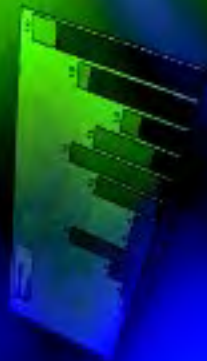
Large numbers of escaped rainbow trout and salmon in the emigration route for wild smolt are a source of anxiety, in view of the potential of the escaped fish to act as a host for salmon lice. High numbers of escaped fish could negate the positive tendency we have observed during the past few years, with a lower incidence of salmon lice being found on emigrating wild salmon smolt. The situation as regards sea trout strains that remain in outer fjord regions with high incidences of salmon lice is more worrying.

Two problems in particular have been discussed in connection with potential genetic effects of escaped salmon: loss of genetic variation through domestication, and the effects on the natural characteristics and survivability of wild salmon. A comparison of the five most important lines of cultivated fish with wild salmon from four rivers, carried out by the Institute of Marine Research, showed that the cultivated salmon had a significantly narrower range of genetic variation than was observed in the wild stocks. The study also confirmed that the breeding lines are isolated units. Studies carried out by the Norwegian Institute for Nature Research and other institutions have also demonstrated that farmed salmon differ from wild salmon in such complex characteristics as growth, aggression and anti-predator behaviour. These complex characteristics are features that are known to affect survival in the wild. However, it has been demonstrated that spawning success in escaped salmon is often low, and that the survival rates of the offspring of escaped salmon are lower than those of wild salmon. This suggests that genetic transfer from escaped

salmon to their wild cousins has happened more slowly than was previously assumed. However, once crosses do occur, there can be major effects on stocks of wild salmon, in the form of reduced survival rates. The results indicate that we still have many intact populations of wild salmon, but that there is good reason to intensify efforts to reduce escapes from Norwegian fish farms.

Genetic engineering has several applications in aquaculture, including the development of vaccines and improved diagnosis of disease. The genetic modification of organisms produced in aquaculture makes it possible to improve their production characteristics, but such techniques are associated with several potential controversies related to escapes and their potential for affecting the ecosystem, problems of aesthetics and consumer attitudes to genetically modified organisms.

Norway has a unique coastline which offers undreamt of potential for aquaculture. Expectations with regard to the aquaculture industry of the future are also great, but it is essential to realise that much remains to be done before it will be capable of replacing the offshore industry. One possible limiting factor is the effects of the industry on the environment. For this reason, we need to arrive at an agreed point of view as regards the effects that we are prepared to tolerate from a large aquaculture industry. Debate on this question has not yet really begun, and in the last part of the Aquaculture Report, therefore, we have asked for the points of view of an environmental activist, a fish farmer and a representative of the aquaculture authorities. As might be expected, the three have different perspectives and their points of view differ to some extent, but all agree on two aspects. They all believe that aquaculture has great potential, but that this potential can only be realised if all parties involved take the environmental aspects seriously and deal with them in a responsible manner.



2009 2010 2011 2012 2013 2014

2022 2023 2024 2025 2026 2027 2028 2029 2030 2031

2016 2017 2018 2019 2020 2021

2007 2008 2009 2010 2011 2012

2002 2003 2004 2005 2006



Framtiden for norsk havbruk

Ole J. Torrissen, Havforskningsinstituttet

Norsk havbruk er i dag hovedsakelig en råvareproduksjon basert på unike naturgitte fortrinn og nærhet til markedene i Europa. En råvareproduksjon er karakterisert av et lite antall standardprodukter basert på priskonkurranse og produsert gjennom en åpen teknologi. Oppdrettsnæringens hovedfokus har derfor vært høyest mulig produksjon til lavest mulig kostnad, og innen gitte minimumskriterier for kvalitet og leveringsdyktighet. Trenden de siste årene har vært en stadig mer rendyrking av kostnadseffektiv råvareproduksjon gjennom en strukturendring i havbruksnæringen, der mindre oppdrettselskaper er kjøpt opp av store, internasjonale, integrerte selskaper som kontrollerer hele produksjonskjeden fra stamfisk til matfisk og før.

Veksten i norsk produksjon av oppdrettslaks har vært styrt gjennom kapasitetsreguleringer der begrensning i oppdrettsvolum og førkvoter har vært hovedelementene. Når det gjelder andre arter i oppdrett som torsk, kveite og blåskjell, har biologiske flaskehalsar vært den produksjonsbegrensende faktoren. Den lange produksjonstiden, to–tre år, har gjort at marked og pris i liten grad har påvirket produksjonsveksten. Den siste tiden har vi imidlertid sett at pris- og markedssituasjonen i langt større grad gir direkte utslag i produksjonsvolumet. Den videre vekst i norsk havbruksnæring vil imidlertid først og fremst bli bestemt av hvor godt oppdrettsnæringen greier å håndtere miljøproblemene.

Hvor går havbruksnæringen?

Havbruksnæringens strategi på å utnytte naturgitte forhold gir stor sikkerhet med hensyn til fremtidig kvantitativ vekst i norsk havbruksnæring. Globalt vil vi se en mangel på sjømat, og en kostnadseffektiv produksjon av råvarer for den internasjonale sjømatindustrien vil bli etterspurt. Det er derfor et betydelig potensial for økt produksjon i Norge. Baksiden av medaljen er at verdiskapingen ved en ren råvareproduksjon er relativt lav i forhold til bearbejdede eller markedstilpassede produkter.

Vi kan derfor med relativt stor sikkerhet si at produksjonen av laks og ørret vil fortsette å øke. Utviklingen når det gjelder nye arter er imidlertid mer usikker. Produksjonen av torsk vil øke til over 10 000 tonn i løpet av tre–fire år. Videre vekst i torskeoppdrett vil kreve løsning på flere biologiske flaskehalsar i tillegg til at en greier å etablere markeder som er villige til å gi en akseptabel pris. Kveiteproduksjonen vil på kort sikt vise en moderat årlig økning, men når det gjelder kveite gjenstår mye forskning før en kan oppnå forutsigbarhet både i yngel- og matfiskproduksjonen. Høstingen av blåskjell vil i stor grad være avhengig av kostnadsnivå i produksjon og forekomst av algetoksiner.

Fiskeridepartementets strategiplan 2001-2003 ”Verdier fra havet – Norges framtid” har en visjon om at vi i Norge skal eksportere sjømat for ca. 150 milliarder kroner i 2020. Det innebærer en nær femdobling av dagens eksportverdi. Skal det kunne oppnås må oppdrettsnæringen fortsatt vise en meget sterk produksjonsvekst, og uten tvil må laksefisk ta en vesentlig del av denne veksten. Det er også uten videre klart at det må være en meget sterk vilje til vekst dersom en slik økning i produksjonsvolumene skal kunne realiseres, en vilje som må gjenspeiles i målrettede tiltak for å løse de produksjonsbegrensende flaskehalsene.

Hva vil være produksjonsbegrensende i lakseproduksjonen?

Det blir ofte stilt spørsmål om hvor mye oppdrettsfisk som kan produseres i Norge. Det spørsmålet kan ikke og vil heller aldri kunne besvares. Produksjonstaket vil i ytterste konsekvens bestemmes av kryssingspunktet mellom hva samfunnet setter som akseptable miljøkonsekvenser og hvilke miljøpåvirkninger oppdrettsnæringen forårsaker.

Det er tildelt rundt 850 konsesjoner for laks og ørret, ca. 250 for andre fiskearter og ytterligere 450 for skjell. All virksomhet, uansett om det er på sjø eller land, vil i større eller mindre grad til sist påvirke det marine miljø. Spørsmålet er derfor ikke om havbruksnæringen påvirker miljøet, men om påvirkningen er innen akseptable grenser. For landbasert industri blir utslipp til luft og vann regulert gjennom utslippstillatelser, og det er den enkelte virksomhets ansvar å dokumentere utslippenes omfang og konsekvens. Et næringsnøytralt organ fastsetter grensene for hva som er akseptabelt og utøver kontroll.

Når det gjelder havbruksnæringen er oppgaven med å dokumentere utslipp og konsekvenser av disse utslippene ikke blitt tatt av næringen selv, men av ulike forvaltningsorgan og andre nærings- eller fritidsaktører som mener seg skadelidende. Argumentasjon for hva som er akseptable grenser har derfor blitt satt ut fra egeninteresser, heller enn fra en helhetlig faglig vurdering og vektning av de ulike interesser. Etter min mening har dette gitt en sterkt politisert debatt som har framtvunget forslag til tiltak som neppe vil ha vesentlig betydning for de miljømessige konsekvenser av havbruk.

Det bør i forvaltningen av havbruksnæringen legges opp til systemer som premierer bærekraftig vekst. Tar vi laksefisk som eksempel, vil mange i dag si at grensen for akseptable nasjonale utslipp av rømt fisk og lakseluslarver allerede er overskredet. Det er derfor viktig at forvaltningen tar ansvar for å fastsette akseptable grenser for påvirkninger fra havbruksvirksomhet samt at næringen tar ansvar for å løse de mest åpenbare konfliktområdene – rømt oppdrettsfisk og lus.

- Det rømmer fisk fra norske oppdrettsanlegg som aldri før, og de aller fleste rømminger skyldes svikt i utstyr eller mangelfulle og dårlige rutiner. Oppdretterne har få insitamenter for å begrense rømmingen ut over at den rømte fisken representerer en verdi. Mye tyder på at mange oppdrettere forholder seg til rømming ut fra rent økonomiske perspektiver, der risiko for tap settes opp mot behov for investeringer, forsikringskostnader og økte driftskostnader. Min oppfatning er at rømmingsproblemet må løses gjennom en kombinasjon av økonomiske insitamenter og kraftige straffetiltak. Et effektivt middel ville uten tvil være om utslipp av fisk ga direkte konsekvenser for tillatt produksjon påfølgende år, for eksempel ved at utslipp under en gitt grense ga 10 % reduksjon i tillatt produksjonsvolum påfølgende år, mens utslipp over grensen ga 20 % varig reduksjon i tillatt produksjonskvantum.
- Lakselus og utslipp av luselarver er uten tvil ett av oppdrettsnæringens store problem, både hva angår produksjonskostnader, men spesielt i forhold til miljøbelastninger. Det er også store begrensninger i hvor stor grad problemet kan løses med kjemikaliebehandling. Slik behandling i seg selv kan påvirke miljøet, og i tillegg kan/vil lusa over tid utvikle resistens mot behandlingsregimene. Lakseluslarvene er frittstående i vannmassene i to–tre uker. Luselarvene vil derfor kunne spres over meget store områder, og det er lite som tilsier at man kan lokalisere seg bort fra luseproblemet. Nasjonale laksefjorder vil neppe ha noen som helst betydning for problemene med lus på villaks. Problemet med lakselus kan bare gis en endelig løsning gjennom utvikling av en vaksine. Kostnadene med å utvikle en slik vaksine vil være høy, i størrelse 100–200 millioner kr. Men prisen burde ikke være avskrekkende for oppdrettsnæringen når en sammenligner med hva det koster med kjemisk behandling av laksen for å bli kvitt lusa. De årlige utgiftene vil her overstige kostnadene med en vaksineutvikling.

Å finne en løsning på luseproblemet er i hovedsak et ansvar for oppdrettsnæringen. Jeg har også for lakselusa stor tro på at å knytte tillatt produksjon opp mot reelle og dokumenterbare utslipp vil være et kraftig og godt insitament for å finne løsninger på problemet.

Vil problemene bli mindre for rene marine arter?

Det er svært lite som tyder på at de miljømessige problemene med oppdrett av andre fiskearter vil bli mindre enn for laks og regnbueørret. Laksefisk er i miljømessig sammenheng på mange måter den ideelle oppdrettsart. Skillet mellom en reproduktiv fase i ferskvann og en vekstfase i sjøvann setter en barriere både når det gjelder overføring av smitte mellom vill og oppdrettet fisk, men også mellom forskjellige generasjoner av oppdrettsfisk. I tillegg er det en meget solid barriere når det gjelder kryssing mellom vill og oppdrettet fisk.

De to alvorligste parasittene for laks er *Gyrodactylus salaris* og lakselus. De infiserer i henholdsvis ferskvann og sjøvann. *Gyrodactylus salaris* vil dø når laksesmolten kommer i sjøvann, og lakselus vil dø når stamfisken vandrer opp i elvene. Skifte av vannmiljø skaper altså en smittebarriere mellom generasjoner. For marine arter som torsk, hyse eller kveite vil vi ikke ha en slik barriere. Det er altså en klar risiko for at sykdoms- og parasittproblemene i rent marint oppdrett kan bli minst like problematiske som for laksefisk.

Marin fisk som for eksempel torsk vil gyte i produksjonsmerdene. Det vil altså være en fare for genetiske interaksjoner mot ville bestander under normale produksjonsbetingelser, ikke bare ved rømming. I torskoppdrett må en ta hensyn til dette både når det gjelder anleggets lokalisering, men ikke minst når det gjelder valg av stamfisk og avlsprogram.

Er oppdrett liv laga?

Faren ved å trekke fram næringens utfordringer i dag og samtidig peke på de problem som må løses for å få utnyttet potensialet fullt ut er at de positive elementene forsvinner. Det er viktig at vi i vårt arbeid med å redusere de uheldige virkningene fra norsk havbruk husker at:

- Oppdrett av laksefisk er den mest ressurseffektive kjøttproduksjonen vi har i Norge. Det brukes ca. 50 % av førmengden for å produsere 1 kg laksekjøtt sammenlignet med svin og fjørfe.
- Ingen annen kjøttproduksjon har så liten innvirkning på produksjonsarealet.
- Ingen annen kjøttproduksjon bruker så lite antibiotika per kg kjøtt produsert. Ingen annen dyreproduksjon har så friske dyr.
- Oppdrett er den eneste norske kjøttproduksjon som er økonomisk lønnsom.

Kapittel 1

Laksefisk



Janne Mork, Kontali Analyse AS

Første halvår 2002 ble preget av at en stor andel slakteklar fisk ble stående i merdene og utgjøre et stort slaktepress. Med lave priser, minsteprisproblematikk, likviditetsslakting og slakting på grunn av kjønnsmodning, ble våren 2002 en tøff periode for norsk oppdrettsnæring. Man lyktes derfor ikke i å få en vedvarende bedring av prisene. Andre halvår ble biologien satt på prøve av spesielle temperaturforhold. Vi fikk rekordtemperaturer og vekstreduksjon i august og september, etterfulgt av kompensasjonsvekst i siste kvartal. Gjennom hele 2002 har også den norske lakse- og ørretnæringen møtt stadig større utfordringer i sine markeder, gjennom en kronekursutvikling som langt ifra har virket i favør av konkurransekraften til den norske laksen.

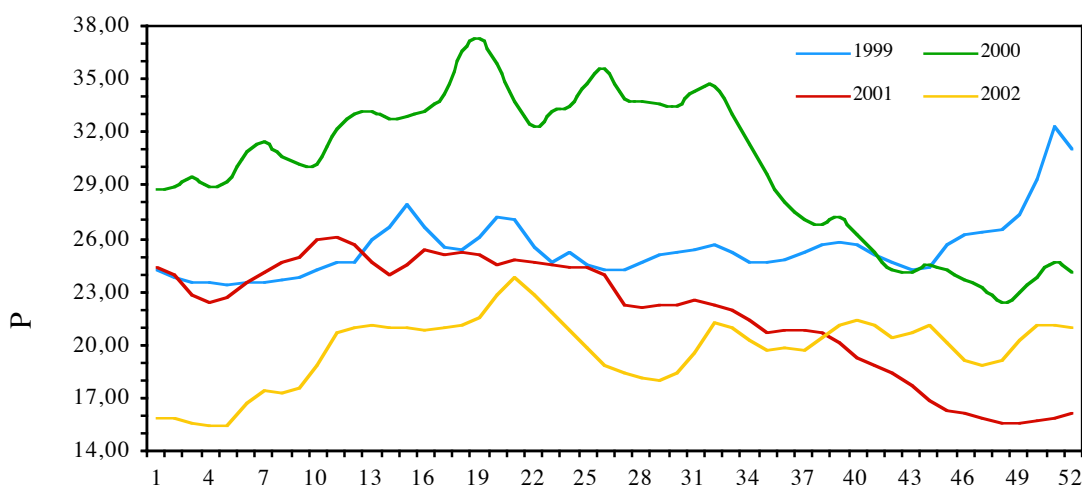
I løpet av 2002 ble det slaktet ca. 444 000 tonn rund bløgget vekt (wfe) atlantisk laks og ca. 77 000 tonn (wfe) regnbueørret i Norge, til sammen 523 000 tonn (wfe). Sammenlignet med foregående år utgjorde dette 8 % økning for laks og 17 % økning for ørret. Samlet slaktekvantum økte fra ca. 477 000 tonn (wfe) i 2001; altså en økning på 46 000 tonn (wfe) eller 10 %.

Salgskvantumet av laks og regnbueørret ble på til sammen 530 000 tonn (wfe) i 2002, mot 477 000 tonn (wfe) i 2001. Bak forskjellen mellom slaktekvantum og solgt kvantum ligger en vurdering av endringer i fryselaagerbeholdning gjennom året.

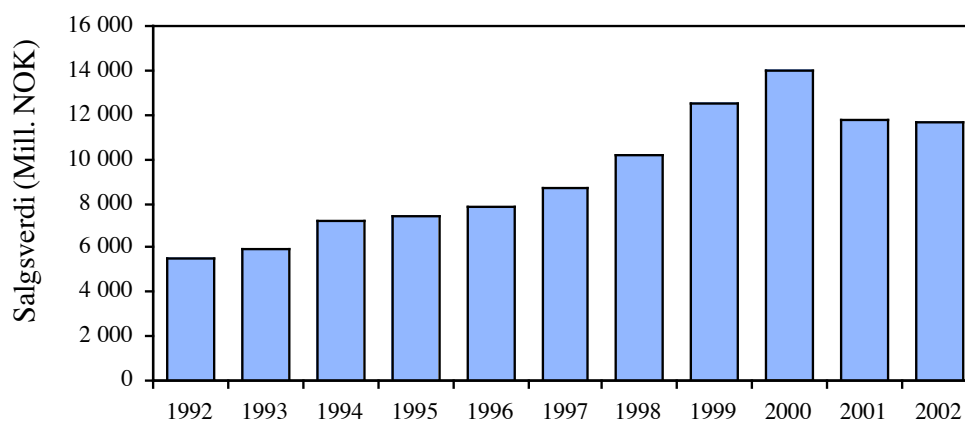
Med et prisnivå på begynnelsen av året som lå rundt 15,50 kr/kg sløyd superior laks fob (free on board) slakteri, hadde man bare en vei å gå. Utviklingen var da også positiv fra uke 1-21 (Figur 1), med en oppgang fra 15,85 kr/kg til 23,78 kr/kg. Dessverre ble dette et vendepunkt hvor prisene igjen gikk ned og ble liggende og svinge rundt 20,00 kr/kg ut året. Dermed endte 2002 med en gjennomsnittspris på 19,94 kr/kg; en nedgang fra 22,08 kr/kg året før. Prisene for regnbueørret viste en tilsvarende prosentvis utvikling fra 2001 til 2002.

Verdien av eksport og innenlandsk salg av norske lakseprodukter sank med 4 %, mens tilsvarende utvikling for ørretprodukter ble en økning på 23 % (Figur 2). Samlet sett utgjør regnbueørret en mindre del av totalen. Den totale eksportverdien av laks og ørret sank derfor fra 11,2 mrd. kr i 2001 til 11,0 mrd. kr i 2002.

Det største markedet for norsk laks er EU-markedet, hvor om lag 63 % av den norske laksen går. I løpet av 2002 viste EU-markedet en svak volumøkning, og dette gjenspeiles også i de kvanta som ble eksportert fra Norge og inn i EU. Med en tilbakegang på ca. 2 % i første kvartal, fulgt av ca. 5 % vekst i både andre og tredje kvartal, og ca. 1 % vekst i fjerde kvartal, ble det samlet sett over hele året en forsiktig økning av det totale volumet i EU-markedet fra 478 000 tonn (wfe) i 2001 til 487 000 tonn (wfe) i 2002. USA-markedet, som tar imot ca. 3 %, og Japan-markedet, som står for ca. 10 % av den norske lakseeksporten, viste



Figur 1 Utvikling av ukentlig gjennomsnittspris for superior norsk atlantisk laks 1999-2002 (NOK/kg sløyd superior kvalitet fob slakteri).
Development of the weekly average price of Norwegian Atlantic salmon (NOK/kg gutted, superior quality fob processing plant).



Figur 2 Verdien av eksportert og innenlandsk salg av norsk laks og regnbueørret i 1992-2002.
The value of sales (export and domestic) of Norwegian salmon and rainbow trout 1992-2002.

små endringer fra 2001. Det vi kaller andre markeder vokste derimot til å bli et stadig viktigere målområde for eksport av norsk laks i løpet av siste halvdel av 2001 og videre inn i 2002. Dette eksportvolumet økte fra 72 000 tonn (wfe) i 2001 til 91 000 tonn (wfe) i 2002.

Styrkingen av den norske kronen har helt klart hatt en negativ effekt for konkurransekraften til norske lakse- og ørretprodukter i våre viktigste markeder. I forhold til de viktigste handelsvalutaer for nevnte produkter; Euro, US dollar og japanske yen, styrket den norske kronen seg i 2002 med henholdsvis 10, 29 og 14 % i forhold til året før.

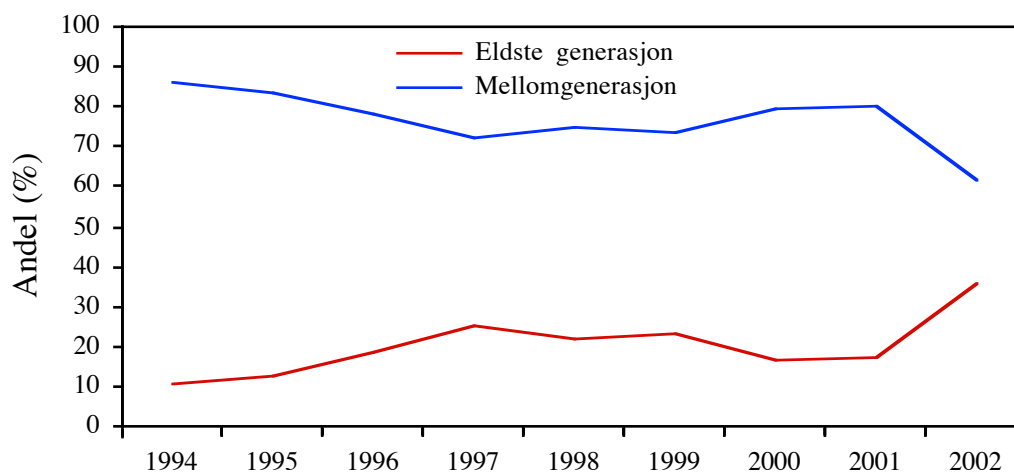
På verdensbasis er salget av atlantisk laks totalt estimert til 1 051 000 tonn (wfe) i 2002. Prosentvis er dette en forholdsvis svak økning fra året før, da samlet salgskvantum var på 982 000 tonn (wfe). Norge ser ikke ut til å ha greid å heve markedsandelen sin av det totale salget av atlantisk laks opp på det nivå vi befant oss på for noen år siden (50-55 %), og endte i 2002 med en markedsandel på 42 %.

For å forstå noe av bakgrunnen for utvikling i kvantum, priser og marked, må vi nødvendigvis inn på biologien bak

denne matvareproduksjonen, og hvilke sammenhenger det er mellom biologi og marked.

Ved inngangen til 2002 var trenden både synkende priser og slaktekvantum. Samtidig stod det en unormalt stor andel av fisk fra den eldste generasjonen igjen i sjøen. Denne fisken var slaktemoden, men på grunn av prispress prøvde oppdretterne å utsette slaktingen så langt det lot seg gjøre. Dette medførte at store deler av denne fiskegruppen ble restriktivt føret for å holde vekta nede. Utover våren så prisene ut til å bedre seg, og mot slutten av mai var de oppe på det som skulle vise seg å bli toppnoteringen i 2002. Da var slaktepresset så stort av 2000-generasjonslaks at prisene sank på ny. I tillegg til størrelsen på fisken var årsakene til slaktepresset både problemer med kjønnsmodning, tetthetsbestemmelser og likviditetsproblemer.

Til alt hell hadde den etterfølgende 2001-generasjonen av laks samtidig den laveste gjennomsnittsvekten for tilsvarende generasjon noensinne. Dette hadde sin hovedårsak i lav vekt ved utsett. I tillegg var det en del utgang på grunn av vintersårskader og ryggdeformiteter i denne generasjonen. Antallet fra denne generasjonen var derfor også lavere



Figur 3 Biomasseandel for hver av generasjonene av laks i forhold til total biomasse (per 31.05.02).
Each generation's share of the total biomass of salmon (as per 31.05.02).

enn for tilsvarende generasjon året før. Dermed var biomassesituasjonen rimelig spesiell utover våren 2002, der eldste generasjon stadig utgjorde en betydelig større andel av biomassen enn hva vi hadde sett historisk (Figur 3).

I juni/juli snudde utviklingen. Slaktepresset fra 2000-generasjonen begynte å avta, og vi fikk for første gang dette året en lavere stående biomasse enn vi hadde sett ett år før. I det samme tidsrommet begynte rapportene om høye sjøtemperaturer å komme. Enkelte lokaliteter på Vestlandet hadde opplevd temperaturer som begynte å nærme seg det ubehagelige for laksen. Dette skulle senere vise seg å bli situasjonen for store deler av oppdretterne i Sør-Norge i løpet av august og september. Uvanlig høye sjøtemperaturer gjorde at laksen (og også noe av regnbueørreten) fikk problemer med oksygentilgangen. Resultatet var nedsatt appetitt og redusert eller kanskje i verste fall stagnert vekst i denne perioden. Også enkelte oppdrettere nord for Trøndelag opplevde høye sjøtemperaturer, mens flertallet i Nordland, Troms og Finnmark nok hentet mest positive effekter ut av den økte temperaturen, da man i disse områdene stort sett hadde temperaturer som befant seg innenfor det som er betegnet som det optimale temperaturområdet for laksen.

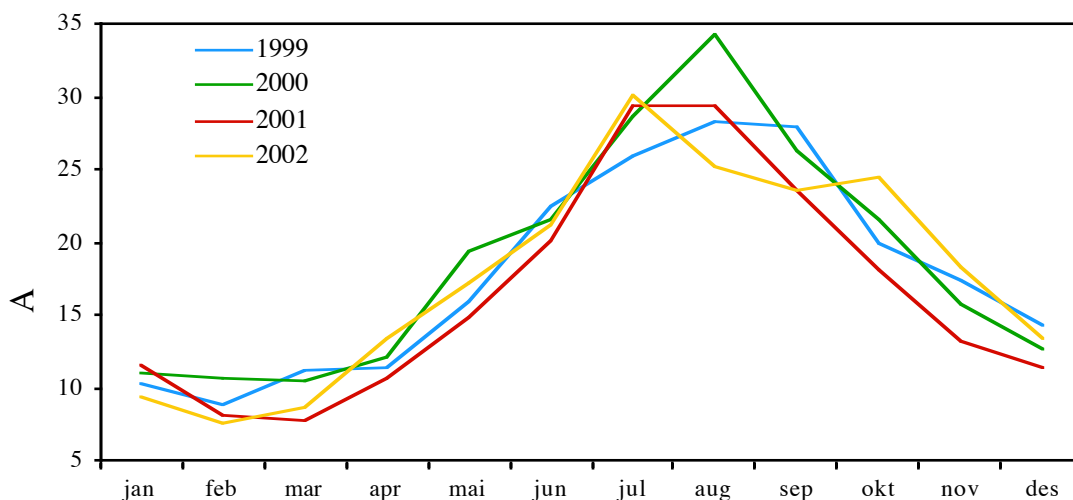
En stor andel fisk av 2001-generasjonen ble altså ytterligere satt tilbake i vekt etter de to varme månedene, men i løpet av oktober og november tok appetitt og fôrforbruk seg for alvor opp igjen. I tillegg til at den nye generasjonen nå begynte å ta en større andel av fôret, viste det seg at 2001-generasjonen hadde en betydelig evne til kompensasjonsvekst. Fra å starte året med en vekt 28 % lavere enn tilsvarende generasjon året før, hadde fisken ved utgangen av desember bare 8 % lavere vekt enn 2000-generasjonen hadde i desember 2001.

Det var også tøffe tilstander i settefiskanleggene i løpet av vinteren og våren 2002. Det var mye liten yngel som gikk

tapt på grunn av IPN. Dette ble i stor grad erstattet med nye rogninnlegg eller eventuelt ny yngel, slik at en stort sett fikk satt ut så mye smolt som planlagt. I løpet av våren og sommeren 2002 ble det satt ut 93 mill. laksesmolt (1-åring), mot 91 mill. året før. Høstutsett (0-åring) ble på 44 mill. mot 43 mill. året før. Totalt sett en svak økning i smoltutsett (+ 2 %), og det høyeste utsett vi har sett på laks i Norge så langt. I utsett av smolt av regnbueørret så vi i 2002 en nedgang på 17 %, fra 27,3 mill. i 2001 til 22,7 mill. Med bakgrunn i dårlige priser, ser det ut til at en del av de oppdretterne som har hatt varierende satsing på regnbueørret har trukket seg ut av ørretnæringen i løpet av dette året.

I tillegg til nevnte IPN-problematikk, fikk vi i løpet av vinteren og våren 2002 flere utbrudd av ILA. Disse kom tidlig på relativt lave og stabile temperaturer, og det var knyttet stor spenning til om vårens temperatursvingninger (som er gunstig for ILA-utbrudd) skulle bringe enda flere utbrudd. Heldigvis ble det med de tidlige utbruddene, der den angrepne fisken stort sett var slakteklar fisk av 2000-generasjonen. ILA-utbruddene fikk derfor ikke særlig store konsekvenser. De tidligere omtalte vintersår-problemene ble derimot verre enn vanlig dette året, med utbrudd langs store deler av kysten og relativt stor dødelighet i enkelte anlegg, spesielt på 0-åring av 2001-generasjonen og også noe på 1-åring av 2002-generasjonen. I tillegg var det noe problemer med regnbueørret, som vanligvis ikke blir hardt angrepet av denne sykdommen.

Det totale fôrsalget i 2002 økte med 6 % fra 2001 til ca. 733 000 tonn. I tråd med biomassestatus, markedssituasjon og sjøtemperaturer, viser trenden gjennom året lave salgstall i januar og februar, mens våren og forsommeren viser noe bedre resultater. På ettersommeren gikk fôrsalget igjen tilbake sammenlignet med året før, mens salget igjen tok seg bra opp i løpet av årets siste kvartal. Månedsrekorden



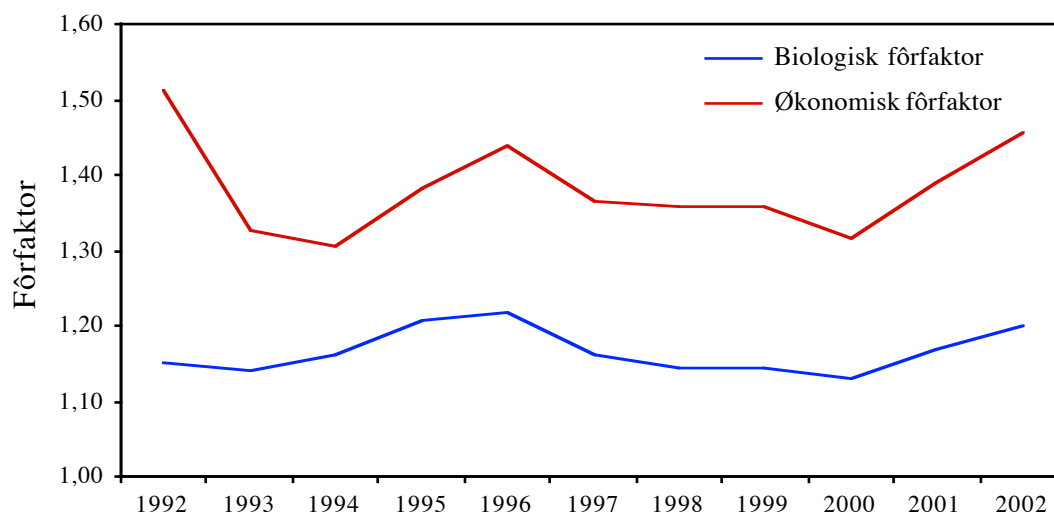
Figur 4 Relativ utføring til atlantisk laks per måned 1998-2002 (mengde tonn utfôret per tonn stående biomasse).
Relative feed rate for salmon per month 1998-2002 (tonnes of feed per tonnes of standing biomass).

fra august 2000, på 101 500 tonn står likevel trygt, da ingen måneder dette året kom over 94 000 tonn i samlet salgskvantum. Ser man også på kurvene i Figur 4, som viser relativ utfôring (mengde utfôret/stående biomasse), finner man også at dette året fikk en unormal profil med to topper (hovedtopp i juli, og en liten topp i oktober).

Med bakgrunn i blant annet stor andel stor fisk på restriktiv fôring gjennom vinter og vår, nedsatt appetitt på grunn av høye sjøtemperaturer på sensommeren, og svinn på grunn av sykdom som IPN, ILA og vintersår, fikk vi en

ytterligere forverring av fôrfaktoren dette året (Figur 5). Den biologiske fôrfaktoren økte, fra 1,17 i 2001 til 1,20 i 2002, mens den økonomiske fôrfaktoren økte fra 1,39 til 1,46.

Essensen av dette blir at 2002 vil bli husket som et år der det verken økonomisk eller biologisk gikk særlig godt for den norske lakse- og ørretnæringen. Så å si det eneste som utviklet seg noe særlig i positiv retning dette året var salgskvantum.



Figur 5 Årlig økonomisk (kg fôr/kg laks, rund bløgget vekt) og biologisk (kg fôr/kg laks, levende vekt) fôrfaktor 1992-2002.
Annual economic (kg feed/kg salmon, whole fish equivalent) and biologic (kg feed/kg salmon, live weight) feed conversion ratio 1992-2002.

1.2

Helsesituasjonen hos laksefisk i 2002

Torkjel Bruheim, Veterinærinstituttet Trondheim

Geir Bornø, Veterinærinstituttet Harstad

Kjell Flesjå, Veterinærinstituttet Sandnes

Hege Hellberg, Veterinærinstituttet Bergen

Agnar Kvellestad, Seksjon for fiskehelse, Veterinærinstituttet Oslo

Brit Hjeltnes, Avdeling for fiske- og skjellhelse, Regionale laboratorier, Veterinærinstituttet

Erferinger fra 2002 viser igjen at nye sykdommer stadig dukker opp og at "gamle" sykdommer kan slå til igjen. Dette viser hvor nødvendig det er med kontinuerlig fokus på smitte- og sykdomsforebyggende tiltak. Rapporteringssystemet for meldepliktige sykdommer må bli bedre, og et godt rapporteringssystem for andre sykdommer bør utvikles, slik at man får bedre oversikt over forekomst og tap ved ulike sykdommer.

Helsesituasjonen i 2002 var preget av fortsatte problemer med alvorlige produksjonslidelser som deformiteter og katarakt. Av smittsomme sykdommer var infeksjøs pankreasnekrose (IPN) også i 2002 den mest utbredte sykdommen (Tabell 1). Vintersår, en tilstand som er relatert til både smitte og miljø, er fremdeles et alvorlig sykdomsproblem. Antall utbrudd av infeksjøs lakseanemi (ILA) viser nedgang i 2002. Det er heller ingen spredning av denne sykdommen til nye områder.

Det har også vært problemer med nye sykdommer som parvikapsulose, hjerte- og skjelettmuskelbetennelse og oppblomstring av "gamle" sykdommer som piscirickettsiose. Lakselussituasjonen er under kontroll, men med det stadige behovet for kjemisk avlusning og belastningen for villfisk, utgjør lakselusa fremdeles en stor utfordring. De unormalt høye temperaturene gjennom sommeren ga store helseproblemer i Sør-Norge, både som direkte stressfaktor og gjennom bl.a. manetoppblomstring.

Forbruket av medikamenter er fortsatt lavt, særlig for antibiotika. Bruk av vaksiner med oljeadjuvans er i dag en forutsetning for lønnsomt oppdrett. Fortsatte tilfeller av alvorlige bivirkninger av vaksinasjon vekker imidlertid bekymring.

HELSESITUASJONEN FOR LAKSEFISK I OPPDRETT

VIRUSSYKDOMMER

Infeksjøs pankreasnekrose – IPN

IPN har i lengre tid vært et av de største sykdomsproblemene innen oppdrett av laksefisk. Ved Veterinærinstituttet er det diagnostisert utbrudd av klinisk IPN i 174 anlegg i 2002, derav 70 settefiskanlegg. Det er laks som rammes hardest, bare et fåtall av utbruddene har vært på regnbueørret. Sykdommen forekommer i alle deler av landet, men

problemene har erfaringsvis vært størst i Midt-Norge. Utbrudd kan forekomme til ulike tider i fiskens livsløp, men utbrudd noen uker etter sjøsetting har vært vanligst. Dernest kommer utbrudd i settefiskfasen, særlig rundt startfôring. Tap knyttet til sykdommen varierer stort, fra nærmest ubetydelig til svært høyt. I 2002 var forekomst og tap i matfiskanlegg på et moderat nivå sammenlignet med forutgående år. Derimot ble det, særlig i Midt-Norge, rapportert flere utbrudd på startfôringsyngel i settefiskanlegg enn det en har sett den senere tid. En del av disse utbruddene har gitt dramatiske tap. De fleste oppdrettsanlegg vaksinerer mot utbrudd etter sjøsetting. Effekten av vaksinen i felt er til dels vanskelig å evaluere, men den synes å være begrenset.

Nyere forskning har vist at intensive driftsforhold (høy tetthet, høy oksygenering, lav vanngjennomstrømning) i settefiskfasen gir mye høyere tap ved IPN-utbrudd etter sjøsetting. Det er også vist at det er store forskjeller i virulens (sykdomsfremkallende evne) mellom ulike virusisolater. Det er en forholdsvis stor genetisk variasjon i motstandsdyktighet overfor IPN. I et lengre tidsperspektiv er det således håp om å få avlet frem en laks som er vesentlig mer robust overfor IPN-problemet.

Infeksjøs lakseanemi – ILA

Det siste året har det vært en nedgang i antall ILA-utbrudd (Tabell 1). Av i alt 12 utbrudd, var det bare tre som var primære utbrudd i den forstand at de ikke hadde noen kjent relasjon til tidligere utbrudd (etablerte ILA-bekjempelsessoner). Fylkene Sogn og Fjordane og Troms var mest berørt med henholdsvis fire og fem utbrudd, mens Hordaland, Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal har hatt ett utbrudd hver. Den geografiske utbredelsen av ILA er altså stabil. I Troms kan ureglementert behandling av bl.a. død fisk i forbindelse med sykdomsutbrudd ha bidratt til at problemene er blitt større. I Sogn og Fjordane har situasjonen over lengre tid vært bekymringsfull. Det er grunn til å tro at uten de nåværende brakkleggingstiltakene, ville situasjonen vært langt vanskeligere. I løpet av 2002 er det utarbeidet en ny nasjonal handlingsplan mot ILA hvor vaksinasjon inngår som et mulig bekjempelsestiltak.

De siste årene er ny og mer følsom metodikk (RT-PCR) for påvisning av virus, og metodikk for påvisning av antistoffer (serologi) tatt i bruk. Slik metodikk brukes aktivt for å fremskaffe ny kunnskap rundt bl.a. virusutbredelse og sykdomsutvikling. Det er dokumentert at en lavgradig

smitte kan finnes i et anlegg i mer enn ett år før det kommer utbrudd. Det samme er tilfelle i merder med gjenværende fisk på lokaliteter som slaktes ut etter ILA-utbrudd i deler av anlegget. Den snikende utviklingen av sykdom krever til enhver tid gode driftsmessige tiltak for å bryte smitteveiene. Dette har bl.a. ført til en stadig sterkere fokusering på rutine for transport og desinfeksjon.

Pankreassykdom – Pancreas disease (PD)

I 2002 ble pankreassykdom påvist på 12 matfisklokaliteter, to av disse tilfellene var på regnbueørret. Antall utbrudd var på samme nivå som i 2001, og det var flest utbrudd i områder og fjordsystem der sykdommen var kjent fra før. Over tid er det likevel en tydelig tendens til at PD sprer seg. Alle påvisninger av PD siden 1995 har vært i Hordaland og Sogn og Fjordane. Sykdommen er forårsaket av et virus som ser ut til å være knyttet til sjømiljøet. PD opptrer særlig på fisk som har stått mer enn 5-6 måneder i sjøen. Dødeligheten kan variere, men er ofte langvarig og betydelig. Store økonomiske tap knyttet til redusert tilvekst er vanlig. Det er også tap knyttet til nedsatt kvalitet som slakt. Sykdommen kan være vanskelig å fange opp, idet den ofte er snikende og også gjerne opptrer samtidig med andre sykdommer.

BAKTERIESYKDOMMER

Piscirickettsiose

Piscirickettsiose er en infeksjonssykdom hos laksefisk forårsaket av en bakterie som heter *Piscirickettsia salmonis* (Figur 1). Sykdommen er kjent i Norge fra slutten av 1980-tallet og ble først kalt "leverbetennelse hos laks" på bakgrunn av de mest karakteristiske sykdomsforandringene. Det var 51 påvisninger i tiden 1988-1992 i anlegg langs kysten fra Rogaland til Trøndelag. I Norge har nesten alle påvisningene vært på laksesmolt i tiden august–desember. Sykdommen er ikke registrert på regnbueørret i Norge. I alle tilfellene har fisken vært eksponert for sjøvann, enten etter sjøvannstilsetning i settefiskanlegget, eller etter utsett i sjø.

Etter flere år med få og sporadiske tilfeller fikk man høsten 2002 utbrudd i 18 anlegg (derav to settefiskanlegg) fra Hordaland i sør til Nord-Trøndelag i nord, med tyngdepunkt i Møre og Romsdal og Sogn og Fjordane.



Figur 1 Laks med piscirickettsiose. Syk fisk med gul, flekkete lever, blødninger og bleke gjeller. *Salmon suffering from piscirickettsiosis. Diseased fish showing a yellow mottled liver, systemic hemorrhages and pale gills.*

Noen av utbruddene har trolig forbindelse med hverandre, idet utbrudd er påvist på yngel og smolt levert fra et settefiskanlegg som seinere viste seg å ha denne sykdommen. Trolig har den varme sommeren ført til gunstige forhold for bakterien i sjømiljøet. Som tidligere år har det vært lav dødelighet. I enkelte utbrudd har det dødd mye fisk, men i disse tilfellene kan også andre faktorer ha medvirket til dødeligheten.

Syk fisk er sløv og svømmer i overflaten langs notkanten. Det er særlig leveren som skades, men forandringer påvises også i nyre, milt, hjerte, hjerne og hud. Fisken kan ha knuter eller sår i huden, og hos enkelte fisker er hudlesjoner det eneste synlige tegn på sykdommen. En kan se lyse knuter på lever og andre indre organer. Noen fisk får gul lever, massiv blødningstendens og bleke gjeller.

Piscirickettsiose er kjent fra Chile siden 1980-tallet. Der er piscirickettsiose den mest tapsbringende sykdommen og har ført til en dreining mot oppdrett av atlantisk laks i stedet for coholaks. Også Irland har hatt utbrudd av piscirickettsiose i 2002. I likhet med Norge har de vanligvis

Tabell 1 Oversikt over registrerte nye tilfeller av furunkulose, bakteriell nyresyke (BKD), infeksjøs pankreasnekrose (IPN) og infeksjøs lakseanemi (ILA) hos laksefisk i perioden 1997–2002.

Overview of diagnosed new cases (farms with salmonids) with furunculosis, bacterial kidney disease (BKD), infectious pancreatic necrosis (IPN) and infectious salmon anaemia (ISA) in the period 1997-2002.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Furunkulose	4	1	2	6	3	0
BKD	15	0	3	3	3	1
IPN*						174
ILA	6	13	14	23	21	12

* Tall for årene 1997-2001 er utelatt fordi usikkerhet i innrapporteringen har gitt for lave antall

bare sporadiske påvisninger. Infeksjonen er ellers kjent fra vest- og østkysten av Canada, men er av begrenset betydning. Antibiotikabehandling har begrenset effekt. Vaksiner er tilgjengelige, men ser ut til å ha liten effekt under naturlige forhold. Bedre vaksiner basert på nyere teknologi er under utvikling.

Andre bakteriesykdommer

Effektive vaksiner har redusert furunkulose til kun sporadisk opptreden de siste årene (Tabell 1). I 2002 ble ikke sykdommen registrert i noe anlegg. Atypisk furunkulose skyldes en gruppe bakterier som ligner mye på den klassiske furunkulosebakterien. Slike bakterier påvises av og til på laks (og på mange andre arter), både som tilfeldige funn og i forbindelse med dødelighet. I 2002 ble atypisk furunkulose påvist på laks i forbindelse med moderat dødelighet i et settefiskanlegg i Nordland. Bakteriell nyresyke (BKD) er påvist i ett anlegg i Troms (laks). Kaldtvannsvibriose er påvist på uvaksinert regnbueørret i ett anlegg i Nordland. Utbruddet medførte høy dødelighet. Klassisk vibriose er påvist i et fåtall anlegg både på regnbueørret og laks, til dels med høy dødelighet. Et settefiskanlegg som pga. ferskvannsmangel tok inn ekstra mengder sjøvann, fikk utbrudd til tross for bruk av godkjent UV-behandlingsutstyr. *Yersinia ruckeri* er påvist fra laks (åtte anlegg) og regnbueørret (ett anlegg) i Møre og Romsdal, Sør-Trøndelag og Nordland. Både settefisk- og matfiskanlegg har hatt infeksjonen.

PARASITTSYKDOMMER

Lakselus - *Lepeoptheirus salmonis*

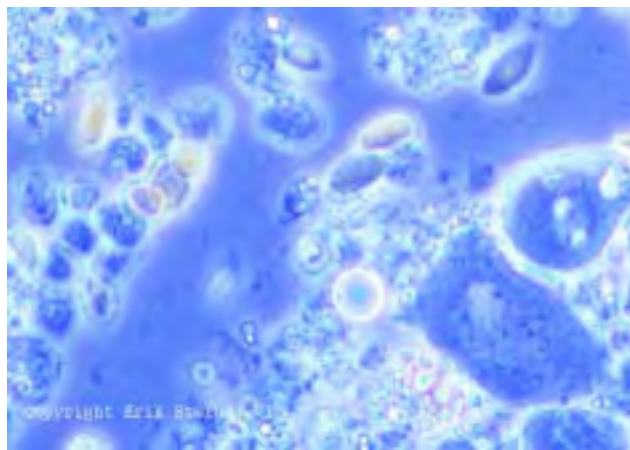
Lakselus fortsetter å være en alvorlig helsemessig utfordring, men er under kontroll i forhold til oppdrettfiskens helse. Dette krever imidlertid stadig bruk av kjemiske avlusningsmidler. En nedadgående trend i bruken av leppefisk medfører også trolig noe høyere behov for kjemisk avlusning. Foreløpig har en ikke sett resistensutvikling som gir grunnlag for alvorlig bekymring. De resistensmekanismer som er påvist, gir lavgradig resistens, og det er ingen tendens til økning i forekomst av slik resistens. I enkelte regioner gir skottelus (*Caligus elongatus*) like store problemer som lakselusa. De høye temperaturene sommeren 2002 medførte trolig noe økt behandlingsbehov, særlig i Midt-Norge.

Parvicapsula sp.

Våren og forsommeren 2002 ble det registrert sykdomsutbrudd på laks i fem nordnorske matfiskanlegg (to i Troms og tre i Finnmark), der årsaken ble funnet å være infeksjon med en myxosporidieart i slekten *Parvicapsula* (Figur 2). Affisert fisk var i magert til normalt hold. Nesten all fisk hadde sparsomme til moderate blødninger i øyekammeret. Et fåtall fisk hadde punktblødninger på innsiden av gjellelokket eller i huden under fremre delen av buken. På pseudobranchier kunne en se et gulhvitt belegg, og gjellevevet som ligger i kontakt med pseudobranchien virket tæret bort. Enkelte fisk hadde også blødninger til bukhulen. Leveren var sterkt gul og muskulaturen var blek.

Ved mikroskopi kunne en påvise store mengder parasittsporer, spesielt i pseudobranchiene, men også i lever og nyre

hos undersøkte fisk. Dette er de første kjente tilfellene av parvikapsulose hos norsk oppdrettsfisk, men sykdommen er kjent fra oppdrettslaks og villaks i USA og Canada. I de norske sykdomsutbruddene var det stort sett høstmolt som ble rammet, selv om parasitten også ble funnet i vårsmolt i ett anlegg. Dødeligheten i anleggene som ble rammet varierte fra 3-50 %. Parasitten vil være gjenstand for forskningsmessig oppfølging i tiden fremover, for å avdekke parasittens livssyklus samt for å øke kunnskapen om sykdomsutviklingen.



Figur 2 En spore av *Parvicapsula* sp.
Tissue smear showing a *Parvicapsula* spore.

Gyrodactylus salaris

Gyrodactylus salaris ble påvist på laks i tre settefiskanlegg i 2002. Det første settefiskanlegget er et genbankanlegg for villaks. Dette anlegget hadde infeksjon med parasitten også på slutten av 1970-tallet, men parasitten ble da utryddet. Det er ikke kjent hvordan parasitten nå har kommet inn i anlegget, men avstanden til et smittet vassdrag (Bjerka) er kort. Det er heller ikke kjent hvordan parasitten kom inn i ett av de to andre settefiskanleggene, men også dette ligger i nærheten av et smittet vassdrag (Ranaelva). Det tredje settefiskanlegget fikk smittet laks fra anlegget ved Ranaelva.

Spiroucleus barkhanus

Parasitten ble i 2002 påvist i to matfiskanlegg i sjø i Nord-Norge; et anlegg med laks hvor det tidligere har vært høy dødelighet pga. spironukleose, senest høsten 2001, og et anlegg med sykdom hos sjørøye.

ANDRE HELSEPROBLEMER

Vintersår

Sårproblemer har vært, og er fortsatt hyppig forekommende både på laks og regnbueørret. De største tapene ved sykdommen er knyttet til nedklassifisering av slakt, mens dødeligheten gjerne er moderat. Sykdommen rapporteres ikke, derfor finnes det ikke gode oversikter over forekomst og variasjon fra år til år. Sår kan opptre i ulike faser og til ulike årstider, men problemene er gjerne størst vinterstid i matfiskanlegg. Det var også inntrykket fra 2002 med flere

utbrudd på senvinteren.

Årsaksforholdene er ofte sammensatte. Hyppigst isolerte patogene agens er bakterien *Moritella viscosa* (gml. navn: *Vibrio viscosus*). Andre patogene bakterier som ulike *Vibrio* spp. og *Flexibacter/Flavobacterium* spp. blir også påvist. Vaksinasjon for *M. viscosa* gjennomføres enkelte steder, men effekten er noe uviss. Ved harde angrep med *M. viscosa* blir det foretatt antibiotikabehandling, men med varierende effekt.

Epiteliocystis/gjellesykdom

Gjellebetennelse forekommer først og fremst hos sjøsatt laks, gjerne få uker til måneder etter sjøsetting, og kan over tid gi høy dødelighet. Høsten 2002 var det flere tilfeller hvor det viktigste funnet var uttalt vevsdød i gjellene. Årsaken er ukjent, men antas å være infeksiøs. Det er usikkert om fisken kan ha hatt med seg ett eller flere smittestoffer fra ferskvannsfasen. I mange tilfeller påvises ansamlinger i celler av en spesiell type bakterier (epiteliocystis), men antallet varierer mye fra tilfelle til tilfelle. Varierende antall parasitter (trichodinider og *Ichthyobodo* sp.) påvises også ved gjellebetennelse. Bakterier gir i få tilfeller sekundærinfeksjoner. Det er isolert et paramyxovirus fra laks med gjelleskade, og det arbeides med å undersøke betydningen av dette funnet.

Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse - HSMB

Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse ble påvist og beskrevet første gang i 1999. Sykdommen opptrådte den gang på noenlunde samme tid i anlegg både i Nordland, Trøndelag, Møre og Romsdal og i Rogaland. Siden 1999 har det vært 12-15 utbrudd i året. I 2002 var det imidlertid en økning av forekomsten med totalt 24 påvisninger. Hovedtyngden av utbrudd er i Midt-Norge, men sykdommen er påvist fra Agder i sør til Helgeland i nord.

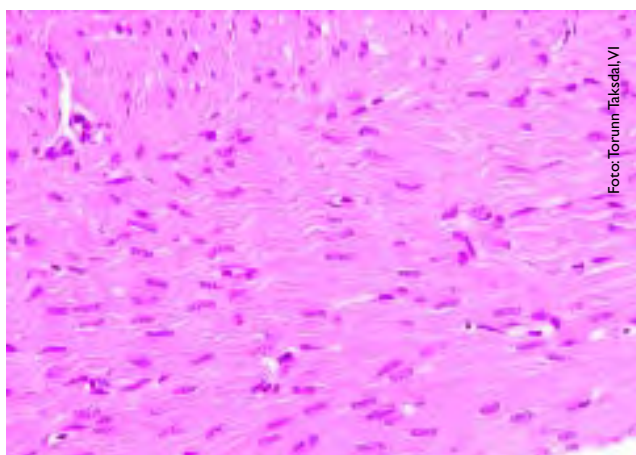


Foto: Torunn Taksdal, VI

Figur 3 Normalt hjerte hos laks (kompakt del).
Normal salmon heart (compact layer).

Sykdommen angriper laks og er kun registrert i sjøanlegg. Utbrudd er sett til ulike tider på året, gjerne med en topp vår og forsommer. Det synes å være en overvekt av påvisninger på høstutsatt fisk med utbrudd 5-9 md. etter utsett. Dødelighet knyttet til sykdommen er stressrelatert og varierer fra nærmest ubetydelig til opp mot 10 %. Fisk med fremskreden hjerte- og skjelettmuskelbetennelse viser nedsatt appetitt og avvikende oppførsel ("sviming"). Det er vanligvis ingen spesielle ytre forandringer på fiskene. Obduksjon viser at hjertet er lyst og gjerne noe slapt. Leveren er ofte lys, og det er gjerne væskeopphopning i bukhulen. Av og til kan det være blødning til hjertesekk.

Histopatologisk undersøkelse (mikroskopi av vevssnitt) viser omfattende betennelsesforandringer i alle deler av hjertet (Figur 3 og 4). Tilsvarende forandringer sees også i rød muskulatur (ytre muskellag), men ikke like konsekvent som i hjertet.

Årsaken til hjerte- og skjelettmuskelbetennelse er foreløpig uklar, men visse erfaringer indikerer at sykdommen er overførbart. Det er likhetstrekk med sykdommer som pancreas disease (PD) og kardiomyopatisyndrom (CMS). Sykdommen vil få forskningsmessig oppfølging i tiden fremover med sikte på å beskrive sykdomsutvikling og -opptreden og utrede årsaksforhold.

Kardiomyopatisyndrom (CMS)

CMS er en lidelse av ukjent årsak som karakteriseres ved store hjerteforandringer. Sykdommen rammer stor laks, noe som medfører betydelige økonomiske tap. CMS er ikke rapporteringspliktig. Dermed finnes det ingen god oversikt over forekomsten, men diagnosen forekommer forholdsvis hyppig i materiale innsendt til Veterinærinstituttet. CMS kan opptre samtidig med andre sykdommer som ILA og PD, noe som kan være en utfordring for det diagnostiske arbeidet.

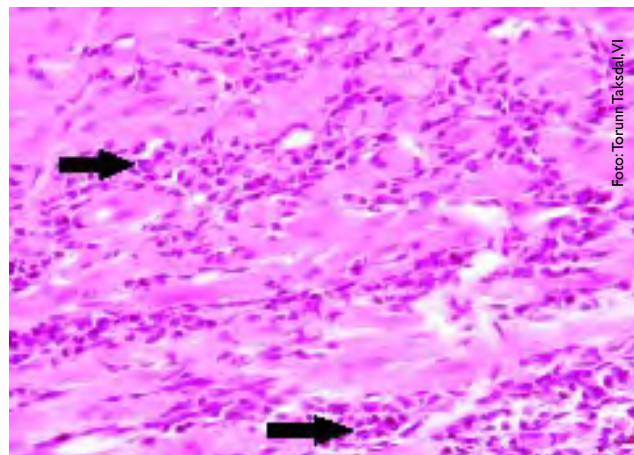


Foto: Torunn Taksdal, VI

Figur 4 Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse: Hjertemusklaturen er infiltrert av betennesceller (piler).
Cardiac and skeletal muscle inflammation: Inflammatory cell infiltration in the cardiac muscle (arrows).



(Foto: Terje van der Meer)

Figur 5 Kolonimaneten *Muggiaea atlantica* som gjorde skade på fisk i sjøanlegg på Vestlandet sommeren og høsten 2002. The siphonophore *Muggiaea atlantica* which harmed fish in netpens on the west coast of Norway late summer 2002.

Hemoragisk diatese (hemoragisk smoltsyndrom)

Denne sykdommen, som gir blødninger og anemi, forekommer på smolt på ettervinteren i settefiskanlegg. Det er gjerne de samme anleggene som rammes år etter år. Også i 2002 ble det påvist en del tilfeller over hele landet. Det er som regel liten dødelighet, men sykdommen kan i noen tilfeller gi et visst tap. Et problem ved sykdommen er at den diagnostisk kan forveksles med viral hemoragisk septikemi (VHS) og infeksiøs hematopoetisk nekrose (IHN). Dette er alvorlige og eksotiske virussykdommer, noe som nødvendiggjør avkrefteende undersøkelser.

Manetskader

På ettersommeren 2002 opplevde en rekke anlegg langs kysten skader knyttet til manetinvasjon (*Muggiaea atlantica*) (Figur 5). Problemene var størst i Rogaland og Hordaland. Manetene syntes å ha en nokså tilfeldig opptreden. Enkelte fjordsystem gikk fri, og enkelte anlegg kunne være kraftig affisert mens nærliggende naboanlegg gikk fri. *Muggiaea atlantica* er varmekjær og holder seg i overflatelaget. Det er trolig det varme vannet i august som har ført til spesielt store mengder av denne arten. Det var stor dødelighet som til dels oppstod samtidig i ulike fjordsystemer.

Maneten har „hale“ med brennceller. Død fisk og svimere hadde skader i munnhulen, spesielt under gjellelokkene og på gjellebuebrusken. Man så også skader på kjeven samt svulne gjeller med blødninger. Fisken blødde svært lett fra

gjellene. Hudskader ble også observert, mens det var lite å se på indre organer. Fiskehelsetjenestene opplyser at noen lokaliteter hadde ettervirkninger av manetangrepet utover høsten, med nedsatt appetitt, gjelleproblemer og generelt nedsatt motstandskraft.

Deformiteter

Ryggradsmisdannelser fortsetter å være et betydelig problem, men forekomsten varierer stort mellom ulike utsett og fiskegrupper. Hjertedeformiteter synes å være mer et problem på regnbueørret enn laks. Cyster på rognsekk er registrert som problem på stamfisk. Tilstanden medfører at rognen må vrakes.

Høye vanntemperaturer

De uvanlig høye temperaturene førte til noe direkte dødelighet, men bare i et fåtall anlegg. Temperaturene medførte imidlertid utbredt appetittsvikt og dermed tilveksttap. I tillegg så man manetangrep og oppblomstring av sykdomsproblemer relatert til de høye vanntemperaturene.

Pigmentflekker i filet

Dette synes å være et økende problem som kan gi betydelige tap i form av nedklassing. Fisken viser ingen ytre tegn, men problemet registreres ved slaktning og filetering. Det er gjort innledende undersøkelser av denne tilstanden, og mye tyder på at man kan utelukke skader/traumer i forbindelse med håndtering.

Katarakt

Øyesykdommen katarakt er fortsatt et stort og hyppig forekommende problem. Nye fôrtyper som er spesialkomponert for å hindre kataraktutvikling er tatt i bruk, og vil forhåpentligvis være med og redusere omfanget fremover. Katarakt er i 2002 også registrert i ferskvann, noe som oppleves som en ny manifestasjon.

Vaksineskader

Til tross for høyt fokus på denne problematikken gjennom lengre tid, sees det fortsatt uakseptabelt høy bivirkningsgrad på enkelte utsett. I tillegg til sammenvoksninger i buken og pigmentavleiringer, ser en i slike uttalte tilfeller innvekst av betennelsesvev i indre organer som lever og bukspyttkjertel (pankreas). Vaksinasjon er et ønsket og effektivt sykdomsforebyggende tiltak, men bivirkningsgraden er bekymringsfull både med tanke på tap knyttet til tilvekst, dødelighet og nedklassifisering, og ut fra et velferdsmessig synspunkt.

DYREVERN

Fisk er i dag vårt viktigste husdyr, og fisk er også i antall det mest brukte forsøksdyret i Norge. Dette har gjort at dyrevernmessige aspekter har kommet stadig mer i fokus både for dyrevernorganisasjoner, forbrukere, oppdrettere og myndigheter. Det arbeides med å komme frem til velegnede velferdsindikatorer, og det pågår en diskusjon om fiskens evne til smerteopplevelse. Oppdrettsfisk er omfattet av dyrevernloven og fiskesykdomsloven med tilhørende forskrifter og retningslinjer. På slutten av 2002 kom stortingsmeldingen om dyrehold og dyrevelferd hvor også fisk er omtalt.

FORBRUKET AV ANTIBIOTIKA OG ANTIPARASITTMIDLER

Bruk av vaksiner og smitteforebyggende tiltak har ført til at forbruket av antibiotika er kraftig redusert de siste ti årene. Foreløpige beregninger for 2002 tyder på at forbruket av antibiotika fortsatt ligger på et lavt nivå. For omfanget av kjemisk parasittbehandling er situasjonen mer uklar. Bl.a. kan nye tilbakeholdstider som følge av harmonisering til EUs regelverk ha hatt betydning for behandlingsregimer.

HELSESITUASJONEN FOR VILL LAKSEFISK

Lakselus

I Sør-Norge fant man lavere infeksjon på vill laksefisk enn forutgående år, mens dette ikke var tilfelle i Nord-Norge. Overvåkning i Sognefjorden viste lite lus på utvandrende laksesmolt, antakelig både på grunn av lite luseproduksjon i anleggene og mer ferskvann i overflatelaget, og fordi

bestanden av oppdrettsfisk her var betydelig redusert i forbindelse med ILA-sanering. Sannsynligvis var lus ikke noen viktig dødsårsak for villaks i dette området. Lavere intensitet i infeksjonene av sjørørret fra Vestlandet tyder også på svakere smittepress, men infeksjonsnivået gir stedvis fortsatt skader og tidlig tilbakevandring.

I Troms og Finnmark fant man lav infeksjon på laksesmolt under utvandring, sannsynligvis fordi utvandringen skjedde før produksjonen av lus toppet seg. Sjørørret og sjørøye hadde derimot mer lus enn på lenge i Midt-Norge og Nord-Norge. Dette kan bety at grensen på 0,5 voksne hunnlus i gjennomsnitt per fisk gir for mye lus her, at oppdrettsfisken generelt har mer lus enn denne offentlige grenseverdien, eller at en liten gruppe fisk med mye lus påvirker den totale luseproduksjonen sterkt. Mye tyder på at rømming av oppdrettsfisk forekom hyppigere i 2002, og disse kan øke produksjonen av lakselus.

Gyrodactylus salaris

I løpet av 2002 ble *Gyrodactylus salaris* påvist i to nye vassdrag, Halsanelva og Hestdalselva, der utløpene ligger med kort avstand fra hverandre i Halsanfjorden i Vefsn kommune i Nordland. Det er grunn til å tro at smitten først kom til Halsanelva, og at smitekilden er en av de infiserte elvene i Vefsnfjorden. Smitteveien er imidlertid ukjent. Hestdalselva ble trolig smittet ved at lakseunger med *G. salaris* vandret i vann med lav salinitet fra Halsanelva.

Andre sykdommer

Med høye sommertemperaturer med liten vannføring i store deler av landet, kunne en frykte oppblomstring av sykdommer som bl.a. furunkulose. Dette har imidlertid ikke skjedd, noe som også kan ha sammenheng med liten oppgang av fisk som igjen er knyttet til den lave vannføringen. Heller ikke en alvorlig bakterieinfeksjon som bakteriell nyresyke er påvist i 2002. Atypisk furunkulose er påvist på en stor laks fra Orkla. Klinisk IPN-utbrudd er registrert på lakseyngel i et kultiveringsanlegg i Møre og Romsdal. Katarakt er de senere årene påvist på utvandrende vill laksesmolt. Tilstanden er satt i forbindelse med svikt i smoltifiseringsprosessen. Årsaken til denne svikten er ikke fastslått, men det er kjent at lav pH og høyt aluminiumsnivå i ferskvann forårsaker mangelfull smoltifisering hos villaks. Kardiomyopatisyndrom (CMS) er påvist på tilbakevandrende villaks.

Takk

Rapporten baserer seg på resultater fra diagnostisk arbeid ved Veterinærinstituttets laboratorier samt samtaler med utvalgte fiskehelsetjenester. Det rettes takk til en rekke forskere i Veterinærinstituttet for gode bidrag. En spesiell takk til velvillige fiskehelsetjenester.

Kapittel 2

Marine arter



2.1

Oppdrett av torsk

Ørjan Karlsen, Havforskningsinstituttet
Grethe R. Adoff, Bergen Aqua AS

Det siste året har det vært en formidabel økning i produksjon av torskelyngel. Ved årsskiftet var det 21 yngelprodusenter, og det er tildelt 270 konsesjoner på matfisk. Antall produserte settefisk har økt fra om lag en halv million i 2001 til trolig over tre millioner i 2002. Fremgangen i 2002 skyldes i liten grad store nyvinninger, men gjenspeiler økt erfaring og etablering av nye anlegg. Det forventes en økende produksjon av torskelyngel, og den årlige produksjonen kan lett komme opp i 10 millioner yngel i løpet av de nærmeste årene. Det er viktig at man får utarbeidet en standard for kvalitet og størrelse på settefisk. Tidligere har satsingen på torsk strandet på lav salgspris, lite tilgjengelig yngel, manglende kunnskap og erfaring samt for dårlig vekst, hovedsakelig grunnet tidlig kjønnsmodning. Til tross for en økende produksjon bør prisnivået for yngelen være forenlig med lønnsomhet både i matfisk- og i yngelproduksjonen.

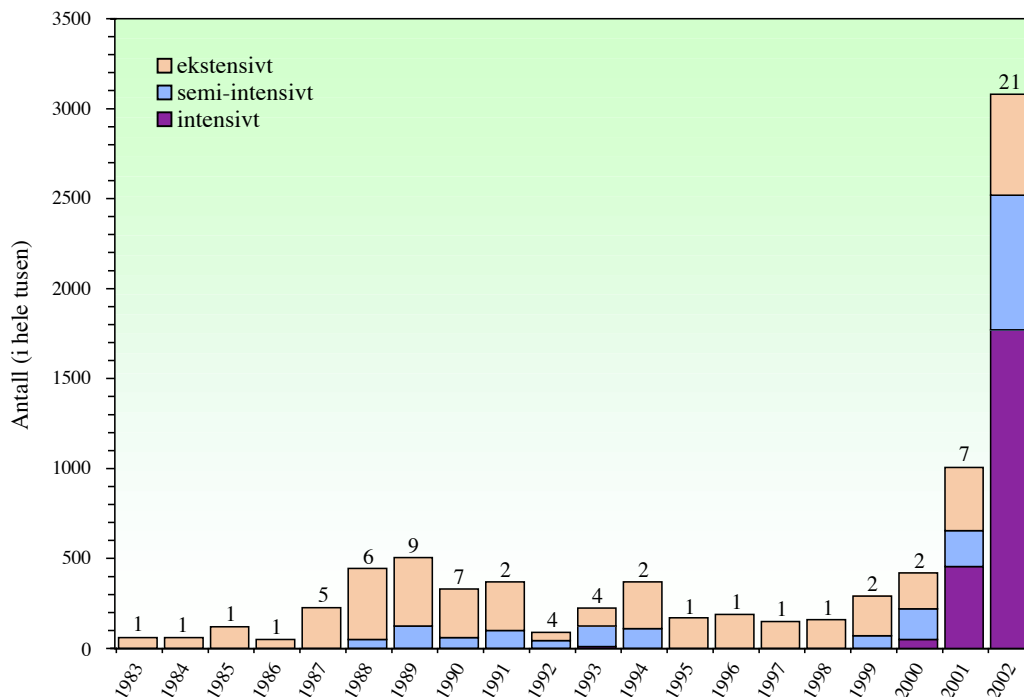
YNGEL

Yngelanlegg og produksjon

Den store økningen i yngelproduksjonen skyldes både at

kunnskapen om produksjonen er blitt bedre, og at antall produsenter har økt. Fra å være to til tre produsenter på midten av nittitallet, er det nå 21 torskelyngelanlegg (Figur 1). I tillegg produserer også enkelte kveiteyngelanlegg torskelyngel. De fleste anleggene er landbaserte og benytter intensiv produksjonsteknologi. Det er per i dag kun to anlegg som har semi-intensiv eller ekstensiv produksjon. Disse har imidlertid stått for nesten 50 % av fjorårets produksjon (Figur 1). Kun fem av anleggene hadde en produksjon på mer enn 200 000 yngel.

Produksjonsstørrelse på yngel regnes per i dag for 5 gram, og for enkelte anlegg ca. 2 gram. Produksjonstiden til 2 gram er ca. 100 dager. Salg av små yngel forutsetter at den er sortert for å unngå store størrelsesvariasjoner. Det er også gunstig at yngelen er vaksinert for vibriose med en bad- eller dyppvaksine. Det er i dag tilgjengelig vaksiner utviklet for torsk som regnes for å gi god beskyttelse. Liten yngel selges til settefiskanlegg eller matfiskanlegg som har et mottaksapparat for denne fiskestørrelsen. For å utnytte det store vekstpotensialet yngelen har, vil det være en fordel at fisken går på oppvarmet vann frem til utsett i matfiskanlegg. Det er imidlertid få anlegg som har spesialisert seg på å ta



Figur 1 Produksjon av torskelyngel i Norge fra 1983 til og med 2002. Tall over søylene angir antall oppdrettere. (Kilde: Oppdrettere og forskningsinstitusjoner).
Total production of cod fry in Norway 1983-2002. Numbers above the bars represents number of producers. (Source: Producers and research institutes).

imot liten yngel i en vekstfase frem til settefisk på 100–200 gram.

Rognproduksjon

De fleste yngelanleggene har per i dag egen stamfisk og produserer rogn primært til eget forbruk. Flere av anleggene har lysstyrt stamfisk, og legger dermed opp til en årstidsuavhengig produksjon. Selv om hovedproduksjonen av egg er fra februar til april, var rogn tilgjengelig store deler av året, og flere anlegg har solgt rogn til andre oppdrettere. Prisen på rogn har variert fra 7 000 til 15 000 kroner per liter. Den blir transportert til yngelanleggene like før klekking. Rognen pakkes i poser som tilsettes oksygen på toppen før posene lukkes. Deretter pakkes eggposene i rognkasser og sendes. Størst etterspørsel etter rogn var det i sommermånedene og tidlig høst.

Kvaliteten på rognen har vært noe variabel, noe man antar kan skyldes redusert kvalitet fra stamfisk med forskjøvet gytetid for første gang. Det forventes at kvaliteten på egg på slike grupper blir bedre etter andre gyting på en unormal årstid. Den gode tilgangen på rogn er meget lovende for yngelproduksjonen. Dette gjør at det er mulig å utnytte kapasiteten i anleggene, og at dårlige larvegrupper kan avsluttes og erstattes med nye larver. Det er fremdeles stor usikkerhet når det gjelder kvalitetskriterier på egg. Kvalitetskriterier som brukes er flyteevne, befruktningsprosent og symmetri i celledeling. Det er usikkert om problemer i yngelfasen kan knyttes til eggkvalitet.

Produksjonsteknologi og resultater

Produksjonsteknologien for startfôring av torsk yngel som brukes er hos de fleste produsenter basert på erfaringer med produksjon av marin yngel i Sør-Europa. Standardrutiner for levendefôr (rotatorier og *Artemia*) i tillegg til alger er mest vanlig. Største forskjell fra annen marin yngel er det lave temperaturoptimum på 10–12 °C hos torsk yngel. Det brukes i de fleste tilfeller alger i rotatoriefasen, men dyrking av levende alger eller bruk av algepasta varierer mellom de enkelte produsenter. I tradisjonell yngelproduksjon er rotatorier levendefôr i de første 20 til 30 dager etter startfôring, mens fôring med *Artemia* varierer fra 20 til 60 dager med en overlappingsperiode mellom disse to fôrtypene.

Det har vært gjort flere lovende forsøk med direkte overgang fra rotatorier til tørrfôr, og trolig vil denne metoden bli testet ut videre. Vanlig tørrfôrtilvenning starter fra dag 30 til 40 når fisken er ca. 0,1 gram. Det er fullt mulig å starte tilvenning til tørrfôr (weaning) tidligere, men dette krever større innsats, spesielt på utfôringsteknologi og rengjøring av kar. Det er imidlertid kommet flere fôrtyper på markedet som kan brukes til tidlig weaning helt ned til dag 3 til 13 etter klekking, men det er en stor utfordring å få dette til i kommersiell skala. Det er grunn til å tro at innsatsen blir stor for å lykkes med dette i den videre utvikling av torsk yngelproduksjonen.

Det er store variasjoner i overlevelse og vekst i yngelproduksjonen. Selv om enkelte grupper har hatt god overlevelse, er den gjennomsnittlige overlevelsen ganske lav.

En overlevelse på 10 % frem til ca. 0,2 gram regnes som meget bra. Erfaringer fra fôring med naturlig dyreplankton viser at potensialet for tilvekst er > 15 % daglig vektøkning i levendefôr fasen. Dette har vist seg vanskelig å oppnå med bruk av rotatorier i intensive systemer. Vel 14 % daglig vektøkning er imidlertid observert i forsøk i mindre kar (1,5 m³) hvor tilgangen på rotatorier var svært god. Dette tyder på at tilgangen av rotatorier i forhold til larvemengde spiller en avgjørende rolle for veksten. Forbedringer i larvenes vekst i kommersielle anlegg kan trolig gjennomføres ved bruk av større rotatorier, mer intensiv rotatorieproduksjon, bedre anriking, optimalisering av fôringsrutiner i larvekar samt et godt karmiljø. Tidlig bruk av formulert fôr kan også være en mulighet for å øke veksten.

Problemområder

Ettersom produksjonen har økt, har også enkelte problemer vist seg å være knyttet til spesielle faser i produksjonen. Spesielt har en økende dødelighet vært knyttet til stadiet rundt dag 40 etter klekking, gjerne forbundet med en oppblåst svømmeblære. Det er usikkert om dette skyldes ernæring, vannkvalitet, gassovermetning eller annet. I USA og Canada er det de to siste årene observert dødelighet på torsk yngel som følge av nodavirus (VER). Selv om dette ikke er oppdaget i Norge, er det viktig at det gjennomføres analyser for å vurdere tilstanden hos norsk oppdrettstorsk, slik at eventuelle tiltak kan treffes på et tidlig tidspunkt.

Det er i varierende grad registrert flere typer deformiteter hos intensivt produsert yngel. Den hyppigste typen er knyttet til feilutvikling i ryggraden, men deformiteter i hode og kjeve forekommer også. Dette forekommer kun i intensivt produsert yngel, og det arbeides med å finne årsak til dette.

Den totale anleggskapasiteten i 2002 var på ca. 85 millioner yngel. Hvis dette skal utnyttes tilsvarer det en matfiskproduksjon på 250 000 tonn. Det er grunn til å stille spørsmål om dette er en gunstig utvikling for næringen, eller om man ønsker en langsommere utvikling som er fundamentert på en gradvis utbygging av yngelproduksjon, matfiskanlegg, teknologi og marked. Produksjonen av torsk yngel kan lett komme opp i 10 millioner per år i løpet av de nærmeste årene. Produksjonen har økt betydelig, men samtidig har prisen falt fra vel 15 til 5 kroner per stykk. Kapasiteten i matfiskoppdrett er ikke bygd ut i takt med yngelproduksjonen. Det er ca. 50 konsesjoner i aktiv drift. Foreløpig er det kapasitet til å ta unna dagens yngelproduksjon, men med den forventede økning av antall yngel er det behov for relativt store investeringer i matfiskproduksjonen. Dette er i dag vanskelig, da bl.a. bankene er tilbakeholdne med å låne ut penger. Til tross for en økende produksjon bør prisnivået på torsk yngel være forenlig med lønnsomhet både for matfisk og yngel.

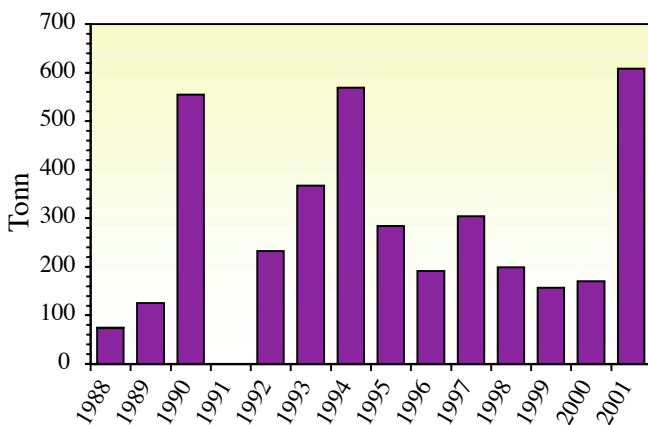
MATFISK

Matfiskproduksjon

Matfiskanlegg for torsk vil etter hvert ha et produksjonsnivå i likhet med lakseanlegg. Fra små til store anlegg forventes

til dels store forskjeller i driftsrutiner, f.eks. på fiskens atferd, effekt av tetthet, sortering og fôringsrutiner. De erfaringer og resultater man har fra små anlegg kan kanskje ikke overføres direkte til store enheter. Det bør derfor gis anledning til å drive FoU-arbeid i forbindelse med oppskalering av anleggene.

Den varme sommeren 2002 medførte et stort veksttap. Flere oppdrettere på Vestlandet hadde stagnasjon i vekst i to sommermåneders mens temperaturen var nær 20 °C. Dette i seg selv medførte ikke dødelighet, men oppblomstring av maneter i det varme vannet drepte mye torsk, og risikoen for sykdomsutbrudd, spesielt vibriose, økte. Torsk vokser dårligere på sterkt lys, og enkelte har valgt å tildekke merdene om sommeren eller tidlig høst for å redusere lysintensiteten. Dette kan muligens også redusere forskjellen mellom lysintensiteten dag og natt, slik at lysmanipuleringen blir mer effektiv både for å oppnå bedre vekst og for å utsette alder ved kjønnsmodning.



Figur 2 Mengde norsk oppdrettstorsk solgt til konsum i perioden 1988-2001. Data fra 1991 er usikre og derfor ikke inkludert. Figuren inkluderer heller ikke oppfôret villfisk. (Kilde: Fiskeridirektoratet, www.fiskeridir.no). *Harvest of cod from Norwegian cod farms during 1988-2001. The statistics for 1991 are uncertain and therefore excluded. Ongoing of juveniles caught from the sea are not included.* (Source: The Directorate of Fisheries, www.fiskeridir.no).

Salg av oppdrettstorsk er ennå på et rimelig beskjedent nivå (Figur 2), men de relativt sett store utsettene av yngel vil nødvendigvis medføre en betydelig økning i omsatt volum de neste par årene. Figur 2 inkluderer ikke oppfôret villfisk, antagelig er volumet av dette over 1000 tonn.

Fôr og leverstørrelse

I de siste årene er det gjennomført flere fôringsforsøk for å avklare forholdet mellom næringsstoffene protein, fett og karbohydrater i fôret med hensyn til tilvekst, leverstørrelse og fôrutnyttelse. Generelt ser det ut til at god vekst for torsk mellom 200 og 800 gram kan opprettholdes med ganske varierende fôrblendinger ved 8 °C. Fettinnhold (opptil 28

%) har liten effekt på tilvekst, men fôr med høyt innhold av fett gir høyere leverindeks. Innholdet av karbohydrater har en svak negativ effekt på vekst, mens økende innhold av proteiner (fra 36 til 66 %) gir bedre tilvekst. Leverstørrelsen kan i stor grad forklares ut fra forholdet mellom protein og fett i fôret, karbohydrater har liten effekt. Derimot blir fôrutnyttelsen dårligere med økte mengder av karbohydrater i fôret.

Kjønnsmodning

Tidlig kjønnsmodning hos torsk er fortsatt antagelig det største hinderet for lønnsomt oppdrett. Normalt vil torsk i oppdrett kjønnsmodne ca. 22 md. etter klekking, som regel med en snittstørrelse rundt to kilo. Totalt sett taper torsken gjennom gytingen fra 25 til 35 % av kroppsvekten. Hunnene taper mest vekt. Av den fjerdedelen av totalvekten som hannene normalt taper gjennom gytesesongen, er tapet fordelt med ca. 35 % fra melke, 20 % fra lever og 45 % fra muskel. Hos hunnene er fordelingen ca. 22 % fra rogn, 21 % fra lever og 57 % fra muskel.

Torsken viser en kompensasjonsvekst etter gyting, og vektetapet vil normalt være erstattet i løpet av sommeren. Det er funnet at redusert vekst regulert gjennom fôrtilgang før fisken er ett år gammel, reduserer andelen modne fisk. Imidlertid vil dette vekstetapet være for høyt til at det kan anbefales som praktisk metode. Foreløpig ser det derfor ut til at den fornuftigste måten å utsette alder ved modning på er ved bruk av kontinuerlig tilleggslys.

Forsøk i merder på Vestlandet har vist at kontinuerlig tilleggslys fra sommeren før første gyting vil utsette modningen med fire til seks måneder. I utendørs karforsøk kan tilleggslys med høy lysintensitet stoppe modningen i hvert fall ett år, men man vet ikke nøyaktig hvor mye lys som er nødvendig for å stoppe modningen. Det arbeides med å finne hvilke lysintensiteter som er nødvendige. Dette arbeidet fortsetter for å avklare mekanismene bak kjønnsmodningsprosessen, hvordan kjønnsmodningen kan manipuleres, og i hvilken grad avl kan bidra til senere modning.



Oppdrettstorsk klar for kjøkkenet.
Farmed cod ready for the kitchen.

2.2

Oppdrett av kveite

Tore S. Kristiansen og Torstein Harboe, Havforskningsinstituttet
Ragnar Nortvedt, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)

Den positive trenden med økende yngelproduksjon av kveite fortsatte også i 2002. Selv med færre produsenter økte produksjonen med om lag 200 000 yngel fra året før. Fremdeles sliter produsentene med å få nyttet produksjonskapasiteten fordi tilgangen på egg gjennom året ikke er god nok. Yngelkvalitet er også et område der det gjenstår mye. Det er forventet en ytterligere vekst i yngelproduksjonen de nærmeste årene. Matfiskproduksjonen i 2001 og 2002 var fortsatt bare 350-400 tonn, men noen få oppdrettsanlegg har bygd opp en stor biomasse de siste årene, slik at allerede neste år kan vi passere 1000 tonn. Matfiskproduksjonen har vært begrenset av lav yngelproduksjon, variabel yngelkvalitet og relativt dårlig vekst i matfiskanleggene, noe som gir lang produksjonstid. I 2002 førte den varme sommeren til høy dødelighet på kveite i merdanlegg i Sør-Norge, og dette viser at riktig lokalisering av anlegg og forbedret produksjonsteknologi vil være viktig for å lykkes med kveiteoppdrett.

YNGELPRODUKSJON

Stamfiskernæring

Havforskningsinstituttet har gjennom de fire siste år gjennomført et samarbeid med Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt (prosjektledelse) og det kommersielle oppdrettsselskapet FISKEY på Island innen ernæringsbetinget eggkvalitet hos kveite. To prosjekter har vært gjennomført og finansiert av Norges forskningsråd (1999–2001) og av Nordisk Ministerråd (2000–2002). Gjennom en stegvis strategi har man utviklet en ny resept på stamfiskfôr til kveite. Denne resepten er tilgjengelig fra Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES), tidligere Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Både egg fra Island og fra Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon har vært samlet inn gjennom gytesesongen og analysert for thyroïdhormon (T_3) og for kjemisk sammensetning av ulike næringsemner. Man har kartlagt naturlig variasjon i eggens sammensetning etter at morfisker har spist ulike dietter under modning av rognen (vitellogenese). Kunnskap om slik variasjon vil være en viktig referanseramme for fremtidige undersøkelser av gytesuksess og avkommets levedyktighet.

Samarbeidet har også generert kunnskap om minimumsbehov for enkelte næringsemner. Gjennom prosjektperioden er det dessuten påvist at økt innhold av eksempelvis vitamin C i morfiskens diett gir direkte utslag i eggens innhold av samme komponent. Det ble funnet en generell trend

til at vitamininnholdet i flere kommersielle dietter økte i tidsepoken fra 1997 til 2002, og at suksess i klekkeriene kunne knyttes til denne endringen, samtidig som det også ble påvist positive sammenhenger med enkelte fettsyrer. Forhøyet kobberinnhold i enkelte egggrupper ga økt dødelighet i klekkeriet. En naturlig oppfølging av prosjektets resultater vil være å fokusere nærmere på eggsammensetningens betydning for kveitelarvenes overlevelse og kvalitet frem til startfôring. Dette fordi næringsreservene i egget er den eneste næringen larvene må klare seg med i den relativt lange tidsperioden frem til den begynner å spise. Vår sluthypotese er at eggens energiinnhold bør være i fokus i det videre arbeidet.



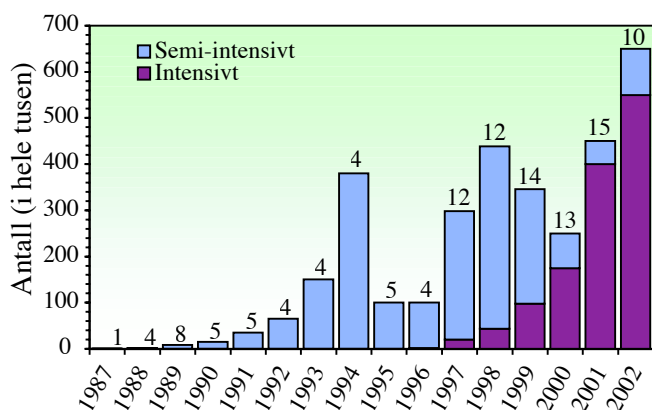
Bildet viser villfanget storkveite (hunn) levert til Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon. The picture shows wild female halibut delivered at Institute of Marine Research, Austevoll Aquaculture Research Station.

Produksjonsmetoder av yngel

Kveitens utvikling gjennom tidlige stadier deles inn i faser som omfatter egg, plommesekk, startfôring og yngel. Kveiten er porsjonsgyter, og egg og melke strykes ut av morfisker manuelt. Eggene blir befruktet umiddelbart etter stryking og deretter overført til egginkubatorer. Om lag ti dager etter befruktning blir eggene overført til siloer hvor de klekkes og tilbringer plommesekkfasen. Sammenlignet med annen marin fisk er plommesekkfasen hos kveite svært lang. Larvene lever av den store plommesekken i over 40 dager. Ved slutten av denne plommesekkperioden har de utviklet funksjonell munn og tarm, og er i stand til å spise. Larvene blir da overført til kar med levendefôr og alger for startfôring. Larvene blir de første 30 til 50 dagene føret

med levende anrikt *Artemia* eller hoppekreps (copepoder) filtrert fra sjøen eller poller. Når de har passert metamorfose blir de gradvis tilvendt et granulert tørrfôr (formulert fôr).

I løpet av metamorfosen vandrer det venstre øyet over til høyresiden. Larven blir flat og pigmentert på øyesiden og legger seg ned på bunn med den upigmenterte venstresiden. Larvene går nå over til yngelstadiet, og blir etter hvert overført til grunne kar eller lengdestrømsrenner for tilvenning og videre oppfôring med tørrfôr. Det blir stadig arbeidet med en forbedring av formulerte fôr slik at perioden med levendefôr kan reduseres. Et hovedproblem ved tidlig introduksjon av formulerte fôr er at vannkvaliteten forringes som følge av lekkasje av viktige næringsemner fra fôret ut i vannet før fôrpartikkelen blir spist.



Figur 1 Produksjon av kveiteyngel i Norge fra 1987 til og med 2002. Tall over søylene angir antall oppdrettere. (Kilde: Oppdrettere og forskningsstasjoner fram til 2000, deretter G. Adoff ved Bergen Aqua AS).
Total production of halibut fry in Norway 1987-2002. Numbers above the bars represents number of producers (Source: Producers, research institutes and G. Adoff at Bergen Aqua AS).

Som det fremgår av Figur 1 har det vært en radikal omlegging av produksjonsmetoden hos yngelprodusentene. Det er kun en aktør som produserer yngel etter en semi-intensiv metode basert på poser i sjøen og filtrering av naturlig plankton. De øvrige produsentene benytter en hel-intensiv metode med dyrket *Artemia*, og produksjonen er uavhengig av årstid. Etter hvert som oppdretterne får erfaring med de forskjellige deler av produksjonen, ser man bedre hvor ting kan gjøres enklere og hvor ytterligere forskning og utvikling trengs.

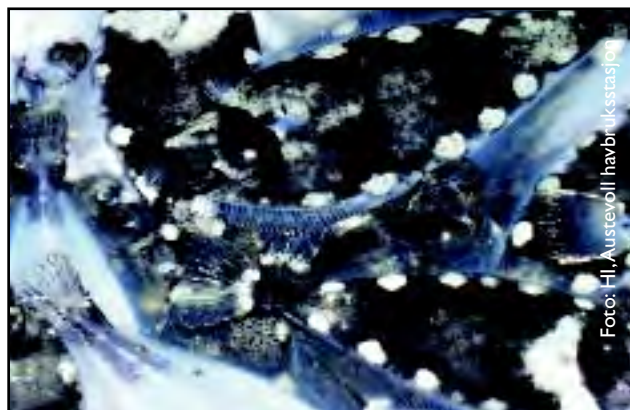
Fremdeles er tilgangen på egg gjennom året en begrensende faktor for totalproduksjonen av yngel. Flere produsenter har stamfiskbestander som er lysmanipulert til å gyte utenfor normal årstid. Sammenlignet med torsk tar det mye lenger tid å manipulere kveite, opptil tre år fra man begynner lysmanipuleringen til man får egg av god kvalitet. Kontroll med temperatur er også en viktig forutsetning. Noen produsenter har i dag bestander som gir brukbare egg uavhengig av årstid. Plommesekkfasen er også en flaskehals.

Ute i næringen er det fremdeles larvegrupper som har meget høye andeler av deformerte larver. Av deformasjoner er gaping (låst underkjeve i åpen posisjon) den viktigste. Ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon var andelen normale larver våren 2002 om lag 70 % i gjennomsnitt (12 larvegrupper).

Omleggingen til intensiv produksjon har medført større variasjon i yngelkvalitet (Figur 2). Andelen yngel med manglende pigmentering og ufullstendig øyevandring er i dag for stor, dette skyldes i første rekke ernæringsmessige mangler ved de levende fôrorganismene. Havforskningsinstituttet leder et prosjekt der byttedyret *Artemia* blir anrikt med ulike emulsjoner. Emulsjonene gir ulikt næringsinnhold i *Artemia*, som igjen blir gitt som fôr til kveitelarvene. Forsøkene har vist at fettinnhold i *Artemia*, både i kvalitet og mengde, påvirker yngelkvalitet. Prosjektet er et samarbeid mellom NIFES (tidligere Fiskeridirektorates ernæringsinstitutt), SINTEF og Havforskningsinstituttet, og er finansiert av Norges forskningsråd.

Kvalitetsforskjeller mellom ulike stammer og sorteringer av *Artemia* er kjent. Dette gir seg utslag i variasjon av klekkeprosent, overlevelse gjennom anrikningsfasen og i hvilken grad *Artemia* kan anrikes. Forsøk utført i 2002 viste at ved å forlenge tiden før anrikning fra de foreskrevne 24 timer til over 30, forbedret vi næringsinnholdet signifikant. Disse forsøkene viser at man må beherske alle deler av produksjonen for å oppnå et tilfredsstillende resultat. Det er derfor viktig å forenkle produksjonen der dette er mulig. Et eksempel på dette er at de fleste yngeloppdrettere i dag benytter algepasta heller enn å dyrke algene selv. Forsøk utført ved Havforskningsinstituttet viser at det er ingen signifikante forskjeller i vekst og overlevelse ved bruk av algepasta eller levende alger. Arbeidsbesparelsen er derimot stor.

Arbeidet med å bedre yngelkvaliteten er et svært viktig område for å øke lønnsomhet og produksjon i næringen. Ved Havforskningsinstituttet vil forskningen på dette området bli styrket de kommende år gjennom prosjektet "Intensiv yngelproduksjon av kveite – larvekultur og ernæring" som er finansiert av Norges forskningsråd.



Figur 2 Normal- og feilpigmentert kveiteyngel.
Normal and malpigmented halibut fry.

MATFISK

Produksjon

I 2001 ble det ifølge Fiskeridirektoratets statistikker solgt 376 tonn kveite til en gjennomsnittspris på 76 kroner per kilo (Tabell 1). Uoffisielle salgstall for 2002 er ca. 350 tonn (Grethe Adoff, Bergen Aqua AS), noe som var mindre enn forventet. En uvanlig varm seinsommer i 2002 førte til svært høye sjøtemperaturer i Sør-Norge og høy dødelighet på kveite som gikk i merder i sjøen. Også nord for Stad førte finværet til temperaturer over 16 °C og sterkt redusert fôrinntak og vekst. Produksjonen er fortsatt begrenset av mangel på settefisk, men også lav og variabel vekst i anleggene er faktorer som har ført til redusert produksjon og lang produksjonstid. Dette skyldes ujevn kvalitet på settefisken, ugunstige temperaturforhold i anleggene (kald vinter og varm sommer) og oppdrettsteknologi og oppdrettsmiljø som er for dårlig tilpasset kveitens behov. Et fåtall relativt store oppdrettselskap står nå for mesteparten av produksjonen. Flere store aktører i Nordland, Møre og Romsdal, Hordaland og Rogaland har de siste årene tatt inn mye settefisk. Det er bygd opp stor biomasse av kveite i kar og sjøanlegg, delvis basert på islandsk yngel, så vi forventer at produksjonen kan passere 1000 tonn allerede neste år.

Tabell 1 Salg av oppdrettskveite fra ulike fylker i 2001 og i Norge i 1994-2001.

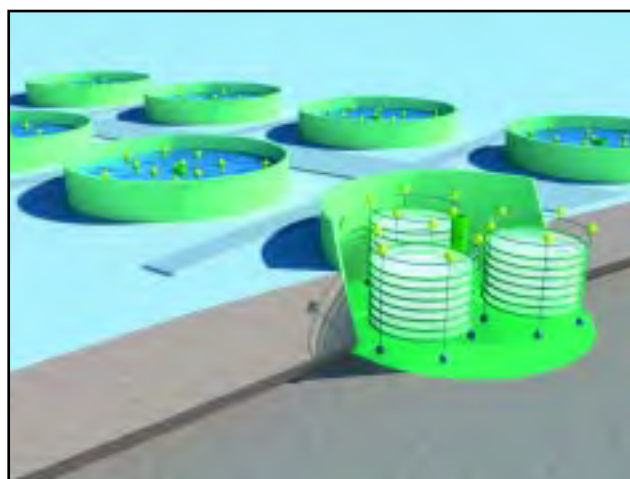
(Kilde: Fiskeridirektoratet, www.fiskeridir.no)
Production of farmed halibut in the Norwegian counties 2001, and in Norway 1994-2001.
 (Source: The Directorate of Fisheries, www.fiskeridir.no).

Fylke	Tonn	1 000 kr	Kr/kg
Finnmark	0		
Troms	0		
Nordland	74	5 941	80
Nord-Trøndelag	0		
Sør-Trøndelag	0		
Møre og Romsdal	193	14 773	77
Sogn og Fjordane	0		
Hordaland	107	7 511	70
Rogaland	2	155	78
Agder/Østlandet	0		
I alt 2001	376	28 380	76
I alt 2000	549	39 119	71
I alt 1999	451	28 904	64
I alt 1998	290	19 095	66
I alt 1997	113	8 680	77
I alt 1996	138	8 798	64
I alt 1995	134	8 168	61
I alt 1994	63	3 360	53

Produksjonsmetoder

Når yngelen kommer fra yngelprodusenten plasseres de i små grunne kar eller lengdestrømsrenner. Grunne kar har høyere vannutskiftningsgrad og vannhastighet, noe

som sammen med fiskens aktivitet vil gjøre dem relativt selvrensende slik at de har god vannkvalitet. Ulempen er at fôret får kortere oppholdstid. Ved denne størrelsen spiser og vokser fisken best ved ca. 14 °C, og det er viktig å ha riktig og stabil temperatur for å utnytte det høye vekstpotensialet til kveiteyngelen. Etter hvert som fisken vokser, ser det ut til at kveitene krever et større totalareal å boltre seg i. I små 1-2 meters kar vil det etter hvert oppstå mistrivsel, og man får uro i karet, bittskader på øyne og finner, og redusert vekst. Kveitene er mest aggressive i forbindelse



Figur 3 Hyllesystem for utplassering i store kar eller merder bestående av nett utspent mellom rørringer. (Kilde: Aqualine AS, <http://home.c2i.net/aqualine/kveitehyller.htm>)
Shelves, made of stacks of net trampolines, are used to increase the bottom surface in the halibut cages or tanks. (Source: Aqualine AS, <http://home.c2i.net/aqualine/kveitehyller.htm>)

med fôring, og fisk som tar fôr blir oftest angrepet. Høy fisketetthet i karene med små kveiteyngel (etter tørrfôrtilvenning) gir mindre aggresjon og bittskader samt bedre vekst (sammenligning mellom 2000, 4000 og 8000 stk. 0,3 gram yngel per 2 m² ved start). Problemene blir redusert ved hyppig sortering av yngelen, og når yngelen flyttes over i større og dypere kar eller merder. Aggressiviteten avtar med økende størrelse, og er et lite problem når fisken passerer 0,5 kg.

Videre oppdrett foregår både i landbaserte anlegg og i merder i sjøen. Siden kveitene ligger på bunnen mesteparten av tiden, er tilgjengelig bunnareal mer viktig enn volum. Når fisken er vel 200 gram kan de settes i merder med trampolinebunn. For å øke liggearealet blir det brukt hyller som monteres i kar eller henges i merder (Figur 3). Fordelene med merdanlegg er at de er relativt billige, men ulempene er at en har liten kontroll med miljøet og fiskene, slik at lokalisering i områder med gunstige temperaturer er nødvendig for å oppnå akseptabel produksjonstid. Områder med høye sjøtemperaturer om sommeren må unngås, hvis ikke må man ha mulighet for å senke merdene ned på dypet til kaldere vann. Et mulig alternativ er også bruk av lukkede merder (poser), hvor man kan regulere dypet vannet tas

inn fra. Siden de består av stive rammer og hyller, tåler kveitemerder langt mindre bevegelse enn laksemerder, og det kreves derfor lokaliteter med lav bølgehøyde. Kveitene vil også bli urolige og stresset når bunnen beveger seg.

For å redusere produksjonstiden har noen oppdrettere investert i karanlegg med resirkulering, hvor vann-temperaturen kan økes om vinteren. Dette gjør det mulig å først sette ut fisken i sjøen når de er større enn 500 gram (Nils Jensen, Dønna Marine Holding AS). Fordelen med landbaserte anlegg er at man har bedre kontroll med fisken, samt at temperatur, oksygen, lysforhold og døgnrytme i større grad kan kontrolleres. Fisken vil dermed få bedre vekst og redusert produksjonstid. Ulempen er de høye investeringskostnadene, høye pumpekostnader og stort arealbehov. Et nytt anlegg på Tustna på Nordmøre ble etablert i 2002 (Tustna Kvitefarm AS). Der forsøker man oppdrett i store lengdestrømsrenner som er stablet i flere høyder, noe som reduserer arealbehovet betydelig. Med en helårlig yngelproduksjon vil behovet for egne settefiskanlegg med miljøkontroll øke, siden kveiten vokser svært langsomt ved vintertemperaturer under 6 °C.

Vekst, føring og trivselsatferd

Styret for NFR-programmet *Marine arter i oppdrett* satte 5 kg gjennomsnittsvekt av kveite som mål etter 30 måneder.



Figur 4 Klipp fra videofilm som viser kveite i kar med høy tetthet der noen kveiter svømmer eller "dupper" i overflaten. Antennen (rammen i bakgrunnen) registrerte individer som svømte nær antennen, slik at en kunne finne en sammenheng mellom vekstrate og overflatesvømming.

A frame from a video recording, showing a tank with high stocking density, where some halibuts are swimming at the surface, now and then lifting their head above water. An antenna (the frame in the background) is recording PIT-tagged individuals swimming close to it.

Dette var et mål satt på grunnlag av oppnådd vekst i kortere forsøk. Målet er ikke nådd for større grupper i produksjon, selv om de hurtigst voksende individer i gruppene viser at målet er realistisk. De fleste anlegg bruker i dag rundt dobbelt så lang tid til 5 kg størrelse. Årsakene til dårlig vekst er en kombinasjon mellom dårlig yngelkvalitet, variable og suboptimale miljøforhold, samt tidlig kjønnsmodning og redusert vekst hos hannene. I forsøk hvor føropptaket er målt hos enkeltindivider, har det vist seg at det er en lineær sammenheng mellom vekst og førinntak. Videre øker førutnyttelsen med økende vekstrate. Lav vekst og høy førfaktor skyldes derfor at kveitene spiser for lite.

Nye forsøk ved Havforskningsinstituttet har vist at fisk som svømmer mye i overflaten (Figur 4), har sterkt redusert vekst. Mye overflatesvømming er derfor et dårlig tegn for oppdretteren. Dette er også i samsvar med inntrykket oppdretterne har, og kan trolig tolkes som mistrivsel. Svømmingen kan tolkes som et forsøk på å komme vekk fra det aktuelle oppdrettsmiljøet. For eksempel ble det observert høy svømmeaktivitet og lav appetitt i kveitemerder på Nordmøre under de høye sommertemperaturene i 2002 (Inge Midtbø, Nordic Seafarm ASA). Videre viste forsøkene ved Havforskningsinstituttet redusert vekst og økende svømmeaktivitet ved økende tetthet i karene til stor kveite (2-10 kg). Ved forsøk i kar med bare tre fisk som alle hadde tilgang på hver sin kasse med sand (med en PIT-antenne som registrerte om fisk lå i kassa), viste det seg at kveitene kunne ligge urørlig i mer enn ni timer. Særlig rundt midnatt hadde kveitene en lengre hvileperiode. Kveitene foretrakk å ligge i hver sin kasse, men de hadde også mer sosiale perioder i løpet av dagen hvor de lå flere i samme kasse. Disse resultatene kan tyde på at kveiten liker å ligge rolig og uforstyrret i lengre perioder på et sandunderlag. Uro i karet og høy svømmeaktivitet gir en ond sirkel av mer svømmeaktivitet, som igjen gir bølger av aktivitet, stress og lav beitemotivasjon.

UTFORDRINGER OG BEGRENSNINGER

Tilgang på kvalitetsyngel

Den største begrensningen for videre utvikling av matfiskoppdrett av kveite er lav og ustabil yngelproduksjon. Kvaliteten på yngelen er også for dårlig, særlig av den intensivt produserte yngelen som har en stor del feilpigmentering og ufullstendig øyevandring. Kveiteyngel med ufullstendig øyevandring ender gjerne opp som tapere i anleggene, mens feilpigmentering har mindre effekt på veksten. Feilpigmentering reduserer imidlertid produktkvaliteten. Yngelen stammer stort sett fra vill stamfisk eller førstegenerasjons oppdrettsfisk, og avkommet har varierende og til dels dårlige vekstegenskaper i oppdrett. På grunn av stor etterspørsel etter yngel blir "alt som kan svømme" satt i produksjon, og yngelprisene er ikke i samsvar med kvaliteten på produktet. En sterk forbedring i yngelkvaliteten samt utsortering av settefisk med deformasjoner og defekter vil derfor være viktig for å redusere produksjonstid og kostnader. Slike tiltak vil også øke kvaliteten på sluttproduktet.

Tidlig kjønnsmodning

En betydelig begrensning er problemet med tidlig kjønnsmodning hos hannfisk, noe som fører til vekststagnasjon på opptil et halvt år, lang produksjonstid og dårlig fôrutnyttelse. Ved å endre døgnrytmen med tilleggsbelysning har man i kar innendørs kunnet øke vekst og redusere andelen kjønnsmodne fisk. Den behandlingen som har gitt best resultat er å holde kveitene på kontinuerlig lys til sommeren når de er vel to år gamle, for deretter gå over til simulert naturlig lysrytme. Med denne behandlingen modnet 25 % av hannene kommende gytesesong, og det var ingen modne fisk neste sommer. Neste gytesesong modnet mesteparten av hannfisk, men den var da kommet opp i slaktbar størrelse (> 3 kg). Man har mindre erfaring med bruk av lys utendørs, men resultater fra torsk tyder på at det er mindre effekt av tilleggslyset, og at det er vanskeligere å overstyre den naturlige døgnrytmen. På sikt vil en seleksjon på sein kjønnsmodning være et viktig avlskriterium.

Fôr og fôrtilgjengelighet

For å få bedre vekst og fôrutnyttelse må en større andel av kveitene spise mer. Det finnes lite systematisk forskning på faktorer som smaklighet av fôret (hvilke stoffer utløser fôringsrespons), sammenheng mellom utfôringsstrategi og fôrinntak, hvordan sosiale interaksjoner påvirker fôrinntak, osv. Forsøk ved Havforskningsinstituttet med bruk av synkefôr og flytefôr i kar og merder har gitt nokså like resultater, og det ser ut som om kveiten kan læres til å beherske ulike måter å fange fôret på. Ved høye tettheter vil fôring på bunnen kunne føre til at mye av fôret kommer under fisken, og fôrtilgjengeligheten blir derfor lav. Metoder som holder fôret svevende i vannsøylen vil trolig øke fôrtilgjengeligheten og gi bedre vekst.

Det produseres i dag utfôringsystemer som fanger opp fôret i vannsøylen og resirkulerer det. Et slikt system kan tilpasse fôringen til fiskens appetitt (Storvik AS), og er nå tatt i bruk i kveitemerder av kommersielle oppdrettere. Dette systemet er relativt dyrt, og det er beregnet på store merder og dype kar med mye fisk. En prototyp av en enkel billig "fôrfontene" til bruk i mindre kar og merder ble utviklet og testet ved Havforskningsinstituttet i 2002, med godt resultat. Dette systemet er basert på en oppadgående vannstrøm som holder fôret i vannsøylen. Et alternativ er bruk av ekkolodd til å overvåke fiskens fôringsrespons, dvs. fisk som letter fra bunnen. Fisken må da læres til å spise i vannsøylen. I kar brukes også spillfôr (todelte avløp), hvor man kan sjekke om fôret blir spist. Ved å bruke denne typen systemer kan også fôringen styres etter appetitt. Man har god kontroll på fôrinntaket og kan lettere ta hensyn til kveitens varierende beitemotivasjon.

Lokalisering og teknologi

Både landanlegg og merdanlegg bør lokaliseres i områder med høy vintertemperatur og relativt lav sommertemperatur (< 15 °C). Slike områder finnes gjerne i fjorder med dype terskler og i eksponerte områder fra Vestlandet til Lofoten. Kravet til vanntemperatur står til dels i konflikt med kravet til smult farvann for lokalisering av kveitemerder. Det arbeides nå med utvikling av kveitemerder som tåler mer bølger, uten at dette forplanter seg til hyllene kveiten ligger på. Urolig bunn vil stresse kveiten. Et alternativ kan være å utvikle nedsenkbare merder som kan senkes til gunstig vanntemperatur og unngå bølgepåvirkning. Et problem både i store kar og merder er kontrollen med svinn, oppsamling og telling av død fisk. Her mangler det fortsatt tilfredsstillende metoder. Også merdskifte og kontroll med begroing byr på noe større problemer enn for laksemerder. Den optimale kveitemerden eller kveitekaret er ennå ikke konstruert.

Framtidig FoU-behov

Både yngel- og matfiskoppdrett av kveite er ennå på utviklingsstadiet, og forskningsbehovet er stort på alle områder. Som nevnt må kvaliteten på settefisk bli bedre, og man må komme fram til metoder for å redusere tidlig kjønnsmodning hos hanner. Videre må kveiten tilbys et miljø den trives og vokser i, slik at vekstpotensialet blir utnyttet og produksjonstida går ned. Vi må lære oss å tolke kveitens atferd for å kunne få tidlig varsel om mistrivsel og dårlig vekst, og vi må gjennomføre flere forsøk for å forstå kveitens grunnleggende behov. Fra 2003 starter Havforskningsinstituttet en studie for å undersøke kveitens evne til å lære og mestre ulike oppdrettssituasjoner. Overfor markedet vil det i framtiden trolig også bli viktig å dokumentere at fisken har god velferd (se kap. 3.3.1). Kar og merder må utvikles til bedre å kunne dekke kveitens behov for bunnareal og bunnsubstrat, samtidig som fôrtilgjengelighet og kontroll med fôrøpptak økes. Forsøksstasjonene må få bedre fasiliteter for produksjon og hold av forsøksfisk og gjennomføring av forsøk under kontrollerte betingelser. Det er viktig at næringsaktørene utveksler erfaringer med hverandre. Forskning og næring må få en enda tettere kontakt, slik at de viktigste problemstillingene kan prioriteres og at alle aktørene kan få en brattere læringskurve.

Det er også viktig at man kommer i gang med utplukk av stamfisk som gir avkom som trives i oppdrett, og at et avlsprogram startes. Det er nå bevilget penger til første trinn til utbygging av en avlsstasjon for kveite i Bodø, som vi får håpe kan bli et nasjonalt prosjekt med tilstrekkelig omfang. For mer informasjon om kveiteoppdrett, se <http://kveitemanualen.imr.no/>.

2.3

Piggvar - glemte muligheter i Norge?

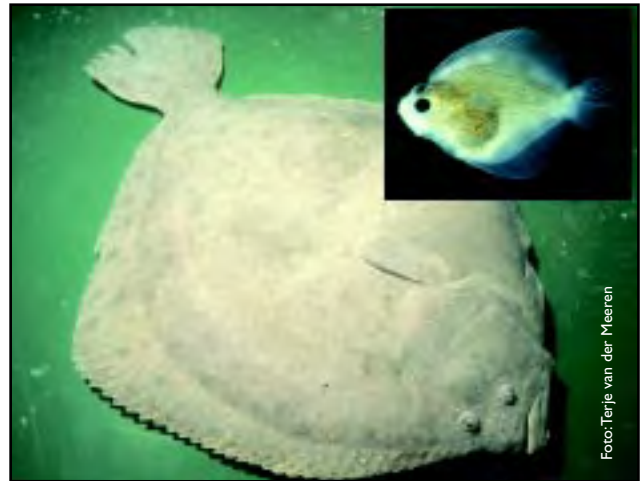
Per Gunnar Kvenseth, Norsk Sjømatcenter

Norge var verdensledende innen utvikling av piggvar-oppdrett i 1987. I dag er vi nettoeksportør av piggvaryngel fra intensiv produksjon, og har en liten matfiskproduksjon på noen få hundre tonn per år. Selv om Norge har mange og til dels store varmtvannsressurser i form av spillvarme fra industriell aktivitet, har vi ennå ikke foretatt noen totalkartlegging av disse mulighetene. Heller ikke har vi utviklet fullgode teknologiske løsninger for å utnytte potensialet til intensiv og lønnsom produksjon av ettertraktet sjømat dyrket ved temperaturer høyere enn det som er naturlig for norskekysten. Med dette potensialet burde vi både teknisk, kunnskaps- og markedsmessig satse på å utvikle oppdrett både av piggvar og andre høyprisarter som et supplement til masseoppdrett av laks og regnbueørret. Skal vi nå vyene som er trukket opp for den fremtidige sjømatnasjonen Norge, bør vi både satse og handle nå!

Hvor ble det av satsingen på oppdrett av piggvar i Norge? I 1987 var Norge det ledende landet i verden angående yngelproduksjon av piggvar. Med Victor Øiestad i spissen (for tiden aktiv i Spania med å utvikle piggvaroppdrett), produserte LMC (Lagoon Management and Construction AS) 70 000 piggvaryngel som ble solgt til Spania for videre oppføring. Kvaliteten på yngelen vakte internasjonal oppsikt, jevn størrelse og fullpigmentert. Yngelen var produsert i store plastposer i et ferskvann, omgjort til saltvannsbasseng (Ljøsnesvannet) i Øygarden kommune, kun et par steinkast unna verdens mest moderne klekkeri for torskeyngel i dag – Cod Culture Norway. Fra LMCs stamfisksenter hos Blom Fiskeoppdrett ble det solgt piggvaregg til 100 000 kr per liter til andre klekkeri i Europa. For de som ikke er helt innvidd i piggvarens biologi, inneholder en liter egg ca. 1 mill. eggkorn. Piggvarlarvene i posene i Ljøsnesvannet ble starfôret med plankton som hovedsakelig ble samlet inn fra sjøvannsbassenget. I ettertid fulgte flere andre anlegg etter samme modell i Norge, i hovedsak i Vestlandsregionen; Øygarden, Austevoll, Os etc. I 1989 var ti anlegg i drift for ekstensiv produksjon av piggvaryngel for salg til Spania. Dette gjorde at Norge dominerte denne produksjonen i noen år. I 1990 var produksjonen ca. 600 000 yngel.

Metoder som baserer seg på startfôring av marine fiskelarver med hovedvekt av naturlig plankton egnert seg godt i en tidlig fase av utviklingen. Det er forholdsvis lett å få til ”noe” overleving, og kvaliteten på produsert yngel blir som oftest meget god. Ulempen er ustabilitet i produksjonen, begrensede muligheter til sesonguavhengig produksjon og mulighetene for direkte kontakt med naturlig forekommende virus, bakterier og parasitter. I Spania hadde man ikke muligheter til å kopiere norsk semi-ekstensiv teknologi, men

fulgte opp med å lage landbaserte ”poser” eller ”basseng”, der de prøvde å etterligne produksjonsmetodene i Norge. Ved hjelp av drivhuslignende overbygg kunne spanjolene gjennomføre tre til fem produksjonssykluser per år. Etter hvert har man gått over til hel-intensive produksjonsmetoder, der man er helt uavhengig av naturlig plankton. Flere av de norske produsentene fikk også problemer med sykdom (i hovedsak virus – VNN). Utover på 90-tallet ble den norske produksjonen overtatt av et produksjonsanlegg som produserte etter intensive metoder.



Bildet viser yngel av piggvar (innfelt) og gytemoden stamfisk.

The picture shows turbot fry (upper right corner) and turbot female ready for spawning.

Mulighetene for piggvaroppdrett i Norge

Fra dette anlegget er det i dag overskudd av piggvaryngel i Norge. Det vil si at det produseres yngel etter helintensive metoder i større mengder enn det er kapasitet eller interesse for å utnytte i matfiskoppdrett. Det er synd. Mulighetene for å bygge ut landbaserte matfiskanlegg for piggvar i Norge er flere. Optimal veksttemperatur for piggvar i matfiskfasen er i størrelsesorden 15–18 °C. Ved å utnytte spillvarmeressurser i Norge kan vi styre temperaturen og holde den optimal i hele vekstfasen. Dette vil gi oss store fordeler sammenlignet med for eksempel Spania og Portugal (Figur 1), som baserer sin matfiskproduksjon av piggvar på naturlig sjøvann som pumpes opp fra havet. Den søreuropeiske løsningen gir høye energikostnader og variasjoner gjennom året. Dette resulterer i senere tilvekst og tidligere kjønnsmodning enn det vi kan oppnå ved styring av lys og temperatur. Mye av piggvaren som kommer på markedet fra anlegg sør i Europa er derfor i størrelse 1,2–1,8 kg. Fisk over 2,5 kg oppnår en betydelig høyere pris og blir foretrukket. Sør i Europa

bruker piggvar i overkant av 30 måneder på å vokse fra 5 g til 2 kg. I norske anlegg basert på spillvarme kan tilsvarende størrelse være oppnådd etter 20 måneder. Dette vil virke sterkt inn på totaløkonomien i piggvaroppdrett.

I Norge er det utredet flere større matfiskanlegg for piggvar, men de fleste har ennå ikke kommet utover ”papirstadiet” eller småskala testproduksjon.

Konkrete planer

Sustain Tech AS har planer om utnytting av spillvarmressursene i Porsgrunnområdet, der det er tilgang til 3 500 m³ per time ferskvann med 35 °C. Blandet ut til ideell saltholdighet og ideell temperatur, 15–18 °C, er det tilgang på 10 000 m³ per time. Ved vanlig karteknologi (sirkulære gjennomstrømningskar) med et vannforbruk på 0,3 liter per minutt per kg fisk, er dette nok vann og energi til en årlig produksjon på 750 tonn slaktepiggvar. Ved å gå over til lengdestrømskarteknologi i fem etasjer (med effektiv fjerning av partikler og CO₂ samt reoksygenering), er det kalkulert at den årlige produksjonen kan komme opp i 2 700 tonn slaktefisk. Med ti etasjer er potensialet 5 500 tonn slaktefisk årlig. Ved god utnytting av spillvarmressursene i hele Grenlandsområdet, og et vannforbruk på 0,1 liter per minutt per kg fisk, er det beregnet et årlig produksjonspotensial på 10 000 tonn slaktefisk per år. Disse vyene må også vurderes i forhold til totalmengden piggvar på markedet i Europa, som er i størrelsesorden 13 000 tonn per år, der oppdrett utgjør ca. 6 000 tonn. I Norge produserer Stolt Sea Farms anlegg ved Øye Havbruk i Kvinesdal ca.

250 tonn slaktefisk årlig.

Produksjon av piggvar utenom Europa

Kina seiler opp som en potensiell produsent av piggvar. På 1990-tallet er det bygd opp flere piggvaranlegg med hjelp fra engelske eksperter. Pan Marine AS har også startet produksjon av piggvar i Qingdao i Kina. I 2001 var totalproduksjonen av piggvar i Kina 300–400 tonn. Produksjonen i 2002 er anslått til ca. 1 000 tonn. Piggvar oppnådde gode priser i Kina i 2001 med 25–45 US \$, mens prisen i 2002 har ligget rundt 20 US \$.

Forskningsbehov i Norge

For å utvikle lønnsom produksjon av piggvar i Norge er de største forskningsbehovene innen optimalisering av matfiskfasen. Et matfiskanlegg som satset på produksjon i grunne lengdestrømsrenner i flere etasjer, viste seg å gi så mange driftsmessige problemer at anlegget nå er under ombygging til tradisjonelle sirkulære karløsninger. Norge produserer i dag flere piggvaryngel enn det er interesse eller kapasitet til å føre videre i matfiskanlegg. For torsk og laks er det utviklet kunnskap om styring av lys og temperatur for å øke vekst og utsette kjønnsmodning. Ved å benytte denne kunnskapen på piggvar, bør det være mulig å produsere piggvar av en størrelse og mengde som etterspørres på det europeiske markedet. Ved all utvikling av nye og etablerte oppdrettsarter bør det holdes aktiviteter både mot forebyggende og kurerende helsearbeid, inklusiv utvikling av effektive vaksiner.



Foto: Terje van der Meeren

Figur 1 Innendørs matfiskanlegg for piggvaryngel hos Stolt Sea Farm AS i Lira, Spania.
Indoor ongrowing unit for turbot juveniles on Stolt Sea Farm's turbot plant at Lira, Spain.

2.4 Flekksteinbit i oppdrett – status og utfordringer

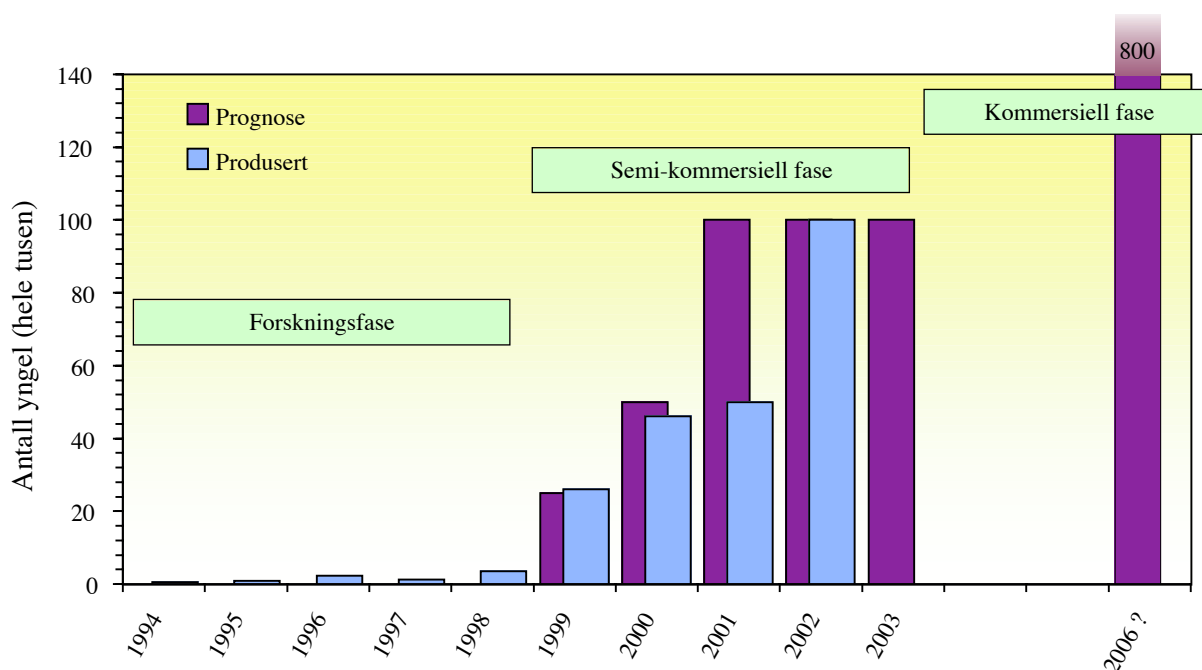
Inger-Britt Falk-Petersen, Atle Foss
og Helge Tveiten, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø
Sigrun Espelid, Fiskeriforskning AS
Inger Andreassen, Troms Steinbit AS

Flekksteinbit er en art som helt klart er velegnet for oppdrett på kaldtvannlokaliteter. Ett yngelproduksjonsanlegg og to matfiskanlegg for flekksteinbit er i drift per i dag. Flere anlegg er under planlegging, og et selskap skal i vinter starte forsøk med flekksteinbit i merd. De biologiske og produksjonsmessige flaskehalsen innen oppdrett av steinbit synes løst, men det er selvsagt rom for forbedring innen de fleste delområder når det gjelder å optimalisere produksjonen. Det bør rettes videre forskningsinnsats mot styrt reproduksjon og miljøoptimalisering når det gjelder stamfiskhold. Videre er det behov for praktiske eggskillingsteknikker og skånsomme desinfeksjonsmidler, samt bedre vannbehandlingsteknikker gjennom den lange inkuberingsfasen. Startfôr, vekstfôr og miljø gjennom ulike vekstfaser kan også forbedres, og det er særdeles viktig at helseovervåkingen videreføres ved anleggene.

Fersk steinbitfilet er en delikatesse som både privat-husholdninger og restaurantbransjen setter stor pris på. Kvaliteten på den lekke, hvite kultiverte flekksteinbitfileten er i denne sammenheng utmerket. I tillegg fanges det

begrensede mengder av vill steinbit, slik at markedet er åpent for oppdrettsfisk. Det er muligens bare mangel på mer storstilt nasjonal markedsføring og prøvelansering av virkelig store volum av det kultiverte produktet som har hindret en rask oppskalering av flekksteinbitproduksjonen. Det er også interessant at tekstilbransjen viser stor interesse for det sterke og elegante "biproduktet" flekksteinbitskinnet representerer. Skinnet brukes bl.a. til vester, belter, sløyfer, vesker, bøker, som element i jakker, kjoler og hodeplagg, og som møbeltrekk. Flekksteinbitens høye filetandel og den relativt gode veksten ved lave temperaturer som denne arktisk-boreale arten trives ved, gjør den spesielt aktuell som oppdrettskandidat på lokaliteter med tilgang på kaldt vann.

De første flekksteinbiteggene ble kunstig befruktet ved stryking av innfanget stamfisk fra Barentshavet i regi av et NFR-finansiert forskningsprosjekt ved Norges fiskerihøgskole i 1993. Avkommet fra disse og neste generasjoner inngikk etter hvert i stamfiskbestanden ved et anlegg for produksjon av flekksteinbityngel (Troms Steinbit AS) på Senja. Utvikling av flekksteinbit som oppdrettsfisk



Figur 1 Yngelproduksjon av flekksteinbit ved Troms Steinbit AS (produsert og planlagt produksjon i hele tusen). Utvikling av den kommersielle fasen er ikke begrenset av biologiske produksjonsfaktorer.
Production of juvenile spotted wolffish at Troms Steinbit AS (produced and planned production in thousands). Further development of commercial production is not restricted by biological factors.

har foregått i samarbeid mellom forskningsmiljøet i Tromsø (Norges fiskerihøgskole (UiTø), Fiskeriforskning AS, Akvaplan-NIVA AS og Troms Steinbit AS).

Prioriterte forskningsoppgaver har omfattet optimalisering av miljø og før til både larver, yngel, matfisk og stamfisk, samt kartlegging av faktorer som påvirker egg- og yngelkvalitet, reproduksjon og vekst, produksjonstekniske utfordringer og ikke minst forskning tilknyttet helseproblemer hos oppdrettsfisk. Dessuten har et visst markedsarbeid foregått parallelt med den første småskala-produksjonen av flekksteinbit fra matfiskanlegg.

Dagens status

Det er per i dag etablert ett yngelproduksjonsanlegg (Troms Steinbit AS, Rubbestad, Senja) og to matfiskanlegg for flekksteinbit (Tomma AS og Råkenes Fisk). Troms Steinbit har fem generasjoner stamfisk i sitt anlegg. Denne lysesstyres og produserer egg både høst og vår/sommer. En tredje gruppe stamfisk er satt under lysesstyring, slik at selskapet i 2004 vil ha tre bestander som gyter med fire måneders mellomrom. Anlegget har en produksjonskapasitet på 100 000-120 000 yngel, og yngelproduksjonen de siste sesongene har vært 70 000, 30 000 og 40 000 yngel (hhv. vår 2001, høst 2001 og vår 2002: Figur 1).

Produksjonsmessig er flaskehalsene løst, og planer for videre oppskalering av yngelproduksjonen er klare. Markedet for yngel er imidlertid fortsatt lite ettersom det ikke er bygget flere enn ett matfiskanlegg. Årsaken til manglende etablering av nye matfiskanlegg ser ut til å være høye inngangsinvesteringer i landbaserte anlegg (ca. 10 mill. kr per 100 tonn), kombinert med tørke i kapitalmarkedet generelt, og til marinfiskprosjekter spesielt. Det ser ut til at videre utvikling vil være avhengig av risikoavlastning for at aktørene skal ta den høye risikoen ved inntreden i oppdrett av flekksteinbit. Flere anlegg er under planlegging (ett matfiskanlegg i Ballangen er ferdigprosjektert og to forprosjekter for matfisk er ferdigstilt: hhv. Kvedfjord Havbruk og Brødrene Karlsen). Det er også nylig etablert et selskap som skal starte forsøk med steinbit i merd i Finnmark (Loppa Steinbit).

Det må også nevnes at i Canada er det etablert forsøksanlegg for småskalaproduksjon av gråsteinbit i Quebec-regionen, og flere aktører både her og på Newfoundland har satt grå- og flekksteinbit på kartet som nye interessante oppdrettsarter. På Island bygges det i dag opp et pilotanlegg for yngelproduksjon av flekksteinbit. Her har man også fra tidligere erfaring med produksjon av gråsteinbit. I samarbeid med norske aktører er det i anlegget på Island planlagt å teste ut vekstegenskaper hos ulike stammer av flekksteinbit. Dessuten er aktører i Chile interessert i å starte forsøksproduksjon av flekksteinbit.

Stamfisk og reproduksjon

En forutsetning for vellykket yngelproduksjon er en god stamfiskbestand. Steinbit har vært oppbevart i relativt grunne lengdestrømsrenner under høye tettheter og har ikke vist aggresjon eller tendenser til å være stresset (Figur 2). De er blitt føret med kveitefôr. Det er viktig at føret er flytende i



Figur 2 Stamfisk av flekksteinbit.
Spotted wolffish brood stock.

lengdestrømsrennene. På den måten sikres alle individene et likeverdig mattilbud til enhver tid. Føret har stor betydning både for vekst, eggkvalitet og generell helsetilstand hos stamfisken. Det gjenstår imidlertid å optimalisere føret til nye kaldtvannsarter i oppdrett.

Villfisk som ble samlet inn fra Barentshavet og oppbevart ved 3-10 °C ved havbruksstasjonen i Tromsø, viste gjennom flere sesonger en gytetopp i oktober når vanntemperaturen var i ferd med å synke. Det ble imidlertid etter hvert heldigvis mulig å holde vanntemperaturene lavere (under 6 °C under den siste del av gonadeoppbyggingen), tilnærmet lik de temperaturer arten er tilpasset i naturen. Forsøk med gråsteinbit både i Flødevigen og ved Norges fiskerihøgskole, har vist at eggmodning og eggkvalitet påvirkes av for høye temperaturer under eggets vekstfase (vitellogenese). Temperaturen som stamfisken eksponeres for når eggene sluttmodnes og klargjøres for befruktning, har imidlertid en langt mer uttalt negativ effekt på eggkvaliteten.

Studier ved Norges fiskerihøgskole (NFH) har vist at en økning i temperatur fra 4 til 8 °C i denne perioden resulterer i en betydelig (25 %) reduksjon i eggoverlevelse. En optimal temperatur for hold av stamfisk gjennom gytesesongen kan derfor være så lav som ca. 4 °C. Det er ikke klarlagt hvordan mordyrets omgivelsestemperatur senere påvirker embryoutvikling og overlevelse. Ved anlegget på Senja benytter man dypvann som har relativt jevne og gunstige lave temperaturer hele året, et temperaturregime som ligner mer på det flekksteinbiten opplever i naturen.

Stamfisk mellom 4 og 13 kg har produsert fra 8 000 til 300 000 egg av 5-6 mm størrelse. Eggproduksjonen øker med fiskens størrelse og alder, og store hunnfisker har de største eggene. Det finnes hunner som ikke modner hvert år. Ung fisk (< 5 år) oppvokst i fangenskap har vist seg å ha lavere eggproduksjon, ofte mindre eggdiameter og en dårligere eggkvalitet, enn egg fra eldre og større oppdrettsfisk og villfisk. Fisk oppvokst i fangenskap har

ikke vist tidligere kjønnsmodning enn det som er rapportert fra naturlige bestander. Men ettersom veksten er hurtigere har de blitt kjønnsmodne ved en lavere alder.

Hunnfisken må strykes innen ganske kort tid etter ovulering. Dette innebærer at stamfisken må overvåkes nøye i forventet gyteperiode. Når kjønnsåpningen har utvidet seg og eggene tilsynelatende sunket noe ned i den allerede godt utbulende buken, må fisken bedøves (5 % benzokain) og strykes forsiktig. Steinbiten er en totalgyter, og alle egg gytes i en omgang. Ofte må det strykes flere hannfisk for å få en tilstrekkelig mengde sperm for å sikre 100 % befruktning av eggene. Steinbit produserer svært små volum med melke, og bidraget fra enkeltfisk har variert betydelig både i mengde og kvalitet. Befruktningsprosenten for ulike egggrupper har variert mellom 38–100 %, de beste har vært mellom 90 og 100 %. I mange tilfeller skyldtes lav befruktningprosent kritisk lave spermkonsentrasjoner.

Forsøk med cryopreservering av melke har hittil ikke gitt tilfredsstillende resultater. Studier gjennomført ved Norges fiskerhøgskole viser at kjønnsmoden hannfisk av steinbit generelt sett har svært lave nivå av kjønns-hormoner (androgen og progesterin) som er relatert til spermatogenese og spermiering. Det er derfor nærliggende å tro at både lav sperm tetthet og spermvolum kan skyldes at syntesen av disse hormonene er forhindret. Hos andre fiskearter er det funnet at faktorer i miljøet (stor tetthet, manglende skjul og passende partner, dominans fra andre individer) som fisken oppfatter som "stressende", resulterer i redusert syntese av kjønnssteroider med påfølgende lav spermproduksjon. Andre studier viser at slik miljøindusert reduksjon i spermproduksjon i mange tilfeller kan avhjelpes ved at hannfisken stimuleres hormonelt slik at syntesen av kjønnssteroider øker, noe som i sin tur vil føre til økt spermproduksjon. Hormonell regulering og stimulering av spermproduksjon er imidlertid en kompleks prosess som involverer flere ulike hormoner på flere ulike nivå (hjerne-hypofyse-gonader).

Ved NFH er det satt i gang forsøk der hensikten er å undersøke effekten av enkelte av disse hormonene på spermproduksjon. Disse forsøkene har gitt lovende resultater med tanke på økt spermproduksjon, men er for innledende å regne når det gjelder å kartlegge hvilke mekanismer som er kritiske i denne prosessen. Det er derfor et åpenbart og stort behov for forskningsinnsats med for å kartlegge hvordan faktorer både i det indre (hormonelle) og ytre miljø påvirker spermproduksjon og spermkvalitet. NFH har nå også tatt i bruk og gjennomført forsøk der Computer Assisted Sperm Analysis (CASA) er blitt brukt til å vurdere spermkvalitet hos steinbit. Ved bruk av CASA får man et objektivt mål på bl.a. andelen bevegelige celler, spermcellens svømmehastighet og svømmemønster. Metoden har vist seg spesielt godt egnet for bruk på steinbit, da sperm fra denne arten er bevegelig over svært lang tid.

Parentale (foreldre), og da særlig maternale (mor) effekter har i den senere tid (også innen forskning på pattedyr) vist seg å kunne ha stor betydning for både for utviklingen av embryoet og senere livsstadier, faktisk helt fram til voksen

alder. Parentale effekter på eggkvalitet er et problemområde som frem til nå er blitt lite studert, men som etter hvert har fått større oppmerksomhet. Det er grunn til å anta, og da særlig hos eggleggende dyr, at mordyret under eggmodningen (oogenesen) overfører regulatoriske faktorer til egget som er viktige for normal embryoutvikling. Dersom det er mulig å kartlegge hvilke faktorer som er sentrale i bestemmelsen av eggkvalitet (normal embryoutvikling), vil man kunne få et mål på hvordan faktorer i miljøet (både indre og ytre) påvirker eggkvalitet, og hvordan disse kan manipuleres i en fordelaktig retning. Ved en kartlegging og kvantifisering av parentale faktorer av stor betydning for normal embryoutvikling, er det også åpenbart at dette vil være et viktig verktøy i et fremtidig avlsprogram og utvelgelse av stamfisk for steinbitoppdrett.

Ved NFH er den fysiologiske (hormonelle) kontrollen av de ulike fasene (hhv. eggets vekst og sluttmodning) av rognutviklingen delvis kartlagt gjennom studier av plasmanivået av sentrale kjønns-hormoner (østrogener, androgener og progesterin). Gjennom eggets vekstfase viser steinbiten endringer i hormonnivå (østradiol og testosteron) som har klare likhetstrekk med det vi finner hos laksefisk, selv om absoluttnivået av disse hormonene er betydelig lavere hos steinbit. Det er også funnet at en forhøyet temperatur i denne fasen resulterer i en utsettelse av gytetidspunktet, noe som trolig kan forklares med en negativ effekt av temperatur på nivået av kjønns-hormoner. Mekanismene bak dette er ikke kjent, og det er her behov for en betydelig innsats med tanke på å kartlegge sentrale hormonelle faktorer. I løpet av sluttmodningen av egget viser imidlertid steinbiten en steroidprofil (progesterin) som er svært ulik den man finner hos laksefisk. Dette innebærer bl.a. at steinbiten danner progesterin som ikke er til stede hos laksefisk, men som er funnet hos flere flatfisk (deriblant kveite). Forsøk ved NFH pågår nå for å finne ut hvilken fysiologisk funksjon disse progesterinderivatene kan ha. Dette er et omfattende arbeid, og det er her et klart behov for økt forskningsinnsats (bl.a. på muligheten for at maternale progesterin påvirker eggkvalitet). Ved NFH er det utviklet antistoffer og etablert radioimmunoassay (RIA) for de kjønnssteroidene som er mest sentrale i reproduksjonsutviklingen hos steinbit (også progesterinderivatene). Med dette er man godt rustet til å gjennomføre fremtidige studier av stamfisk.

Egginkubering

Steinbit har indre befruktning i naturen, og eggene gytes i skjul i huler eller under steiner. Eggmassen som gytes før første celledeling, er klebrig og pakkes til en kompakt ball av hunnfisken. Denne voktes så av hannfisken gjennom den lange inkuberingsperioden. I oppdrett prøver man å hindre eggene i å klebe seg sammen for lettere å kunne røkte ut døde egg. Dette har vært gjort ved å røre forsiktig i eggene eller spre dem på en relativt stor flate de første timer etter overføring til sjøvann; etter den tid mister de klebeevnen. Ved Troms Steinbit AS jobber man imidlertid med mer praktiske metoder til å skille store eggmengder.

Inkubering har foregått i oppstrøms 20 liters klekkeenheter med rist (Figur 3) og i større klekkebakker. Steinbiteggene

er store og har svært lang inkuberingstid, mellom 800 og 1 000 døgngrader. Antall døgngrader til klekking avtar ved lave inkuberingstemperaturer. Ved konstant 4 °C inkubering klekker larvene rundt 800 døgngrader og ved 8 °C først rundt 940 døgngrader. Larvene som klekker fra egg inkubert ved 4 °C er større og har mindre plommemasse igjen sammenliknet med de som inkuberes ved 6 og 8 °C. Larvestørrelse er også positivt forbundet med eggstørrelse. Overlevelsen varierer dessuten med klekketidspunkt og inkuberingstemperatur. Klekking kan strekke seg over flere uker, men larver som klekkes rundt "normal"-klekketoppen har høyest overlevelse gjennom de tidlige vekststadier. Totaloverlevelsen og normalklekkeprosenten har vært høyest i egggrupper inkubert ved konstant 6 °C, eller naturlig synkende sjøvannstemperaturer (fra 8 eller 6 °C ved innlegging til ca. 3 °C ved klekking). Hovedtyngden av eggdødeligheten registreres i perioden to til fire uker etter befruktning. Total overlevelse til klekking har variert fra 0 til 78 %. Ved Troms Steinbit AS har gjennomsnittsoverlevelsen vært rundt 24-25 % de siste sesonger (inkludert grupper som er kasserte tre uker etter innlegging) og 40-60 % eksklusiv kasserte egggrupper.

For å øke eggoverlevelsen har det vært nødvendig å desinfisere eggene med glutaraldehyd (150 ppm i 5 min.) en eller to ganger per måned gjennom første 2/3 av inkuberingsfasen. Forsøk ved NFH har vist at høyere konsentrasjoner og hyppigere behandlinger har ført til klekkeproblemer. Det er ønskelig å komme bort fra glutaraldehyd-behandlingen. Andre desinfeksjonsmidler har

vært utprøvd ved Troms Steinbit AS de siste to sesonger, med gode resultater. Desinfeksjonsmidler som ikke gir herding av eggskallet, har gitt mulighet for hyppigere behandlinger, noe som har redusert arbeidsinnsatsen til røkting av egg. Videreutvikling av effektive metoder for behandling og egggrøtting er viktig i forhold til en mer kostnadseffektiv produksjon av yngel. Vannbehandlingsteknikker (UV, ozonering, filtrering) kan muligens utfylle eller erstatte kjemisk behandling.

Eggene er følsomme for miljøvariasjoner i inkuberingsperioden, og utilsiktet temperaturøkning og kortere vannstopp i inkuberingsenhetene har ført til fremprovosert klekking. Mekanisk forstyrrelse av egg på tidlige utviklingsstadier (transport f.eks.) øker dødeligheten, mens øyeroegn tåler tilsvarende forstyrrelser godt. Forsøk med transport av egg under befruktning viser at dette også er en mulig periode for eggtransport.

Larver og yngel

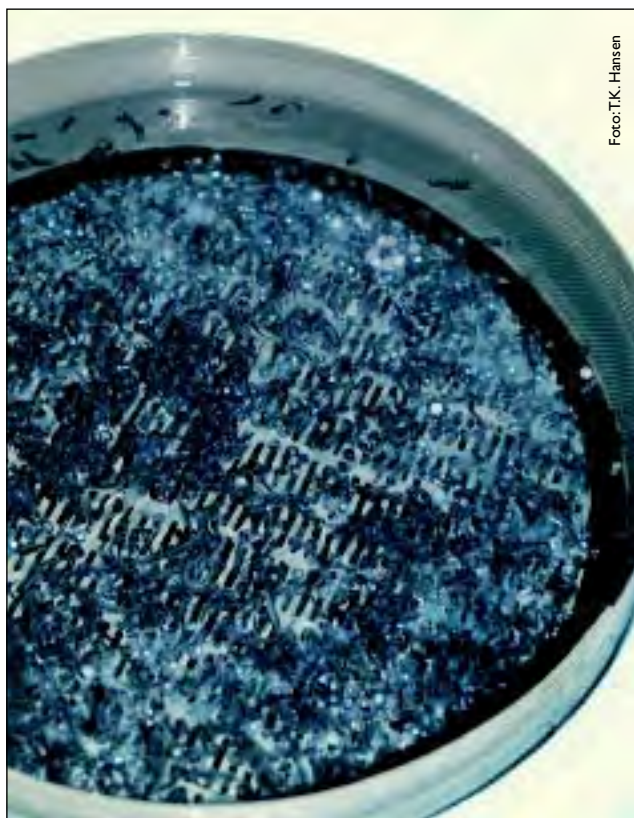
Steinbitlarvene klekker generelt på et velutviklet stadium, med usedvanlig godt differensierte indre og ytre organer og strukturer. De er 22-24 mm lange ved klekking, og veier fra 80 til 110 mg. En plommerest, et brusaktig skjelett og tynnere hud er det som skiller dem morfologisk fra et juvenilt individ, og gjør at de gjerne omtales som larver. I naturen har de en pelagisk fase som strekker seg over flere uker, der de ernærer seg av tidlige stadier av ulike krepsdyr i tillegg til fiskelarver.

Normalt klekkede steinbitlarver er aktivt interessert i fôr like etter klekking. De kan oppføres på både levende og formulert fôr. De går ivrig løs på både hoppekreps, fiskelarver og saltkreps (*Artemia*), likeledes frosset dyreplankton. Kommersielt tilgjengelig startfôr for marine larver fra Skretting (Marin nutra) har vært mye brukt og gir bra vekst. Et formulert fôr under utvikling ved Fiskeriforskning (H.K. Strand) har imidlertid gitt bedre vekst og overlevelse hos både grå- og flekksteinbitlarver. Nye testfôr fra andre produsenter (bl.a. Danafeed) har også gitt meget lovende resultater. Det er imidlertid klart behov for ytterligere optimaliseringsarbeid når det gjelder startfôr til flekksteinbit. Startfôring og tidlig vekstfase har vært gjennomført i grunne, små lengdestrømsrenner som betinger flytende fôr (Figur 3). Godt renhold av oppføringsenhetene og kontroll med vanngjennomstrømning og forfordeling er viktig.

I løpet av den 3-4 uker lange startfôringsfasen har best vekst til nå vært registrert ved 12 °C, men overlevelsen har vært bedre ved 6 og 8 °C. Veksten tar av etter 3-4 uker når sultgruppen (de individene som ikke spiser) er dødd ut. Når flekksteinbityngelen er 5-6 uker (over 300 mg våtvekt) avtar dødeligheten betraktelig. Yngelen kan nå sorteres over i større lengdestrømsrenner eller kar. Etter fire måneder er snittvekten ca. 4 gram og etter 6-7 måneder 10-30 gram ved 7-8 °C (Figur 4).

Matfisk

Fra 100 grams størrelse vokser flekksteinbiten godt ved lave vanntemperaturer. Ved en snitt-temperatur på 5,2 °C har fisken nådd en slaktevekt på 4,5 kg etter tre år fra



Figur 3 Steinbitlarver som klekkes i inkubator.
Hatching wolffish larvae in incubator.

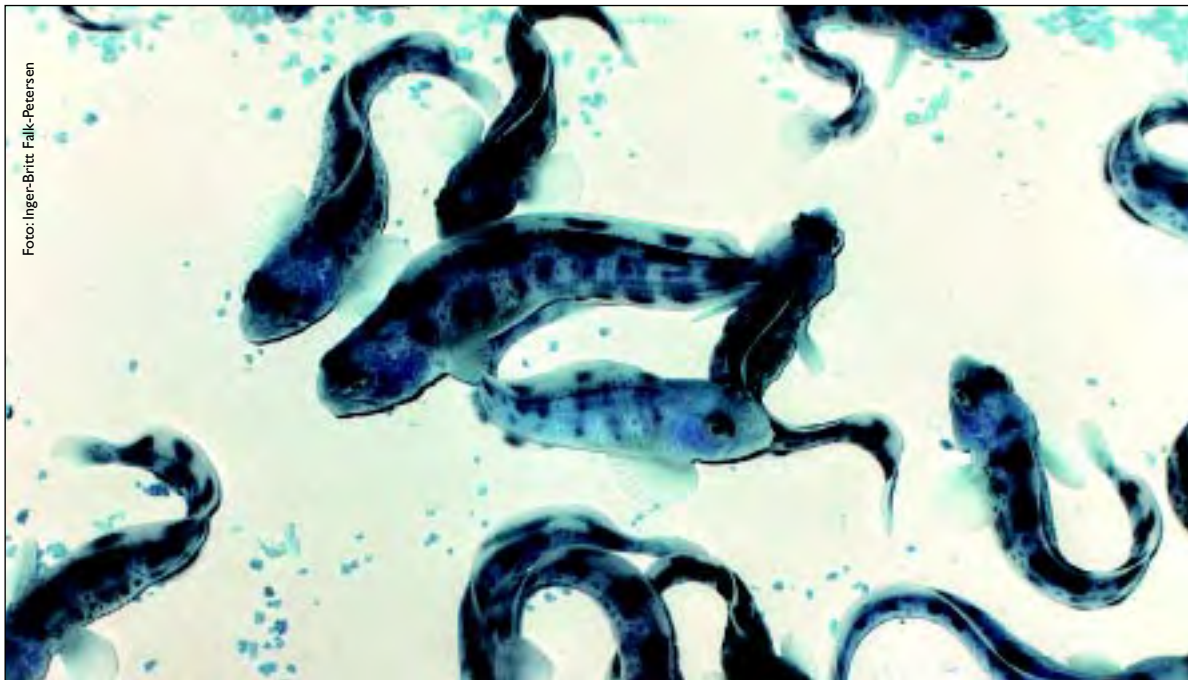


Foto: Inger-Britt Falk-Petersen

Figur 4 Juvenil flekksteinbit i grunn lengdestrømsrenne.
Juvenile spotted wolffish in a shallow raceway.

startfôring. Fisken har vært holdt i store lengdestrømsrenner og tettheter rundt 80-100 kg/m². Dødeligheten, registrert i en reell oppdrettssituasjon, har så langt vist seg å være akseptabel: 19 % fra 100 grams fisk til slakt. Men her er det klare forbedringsmuligheter.

Kjønnsmodning ser ikke ut til å påvirke vekstegenskapene vesentlig før steinbiten har nådd slaktevekt. Flekksteinbit har derfor gode produksjonsegenskaper som matfisk. Oppdrettet flekksteinbit gir høyt filetutbytte, nesten dobbelt så høyt som villfisk, og den har god holdbarhet etter slaktning. Forsøk har vist at sløyd med hode kan den lagres på is i 14 dager.

Vannkvalitetsbehov i vekstfasen

Oppdrett av flekksteinbit vil skje på land i hele eller deler av livsløpet. Intensivt oppdrett krever større ressurser og gir høyere produksjonskostnader enn oppdrett i merd, noe som gjør et sterkt fokus på kostnadselementer nødvendig i hele produksjonsprosessen. Sjøvann av stabil lav temperatur vil måtte hentes fra stort dyp eller fra marint grunnvann. Høye kostnader med begge disse vannkildene gjør det ønskelig å intensivere bruken av sjøvannet. Med denne bakgrunnen har NFR-prosjektet "Flekksteinbit i oppdrett – fokus på vannkvalitet" (NFR 134066/120) søkt å kartlegge artens spesifikke krav til vannkvalitet, og å definere de optimale betingelsene for maksimal vekst og fôrutnyttelse. Kontrollerte forsøk har undersøkt artens respons til lavt (hypoxia) og høyt (hyperoxia) oksygeninnhold i vannet. Videre er det undersøkt effekter av metabolitter som karbondioksid og ammoniakk, redusert salinitet samt samspillet mellom oksygen og ammoniakk. Flekksteinbiten har vist seg å være svært tolerant overfor endringer i vannkvaliteten, med svært god vekst selv i sjøvann med saltinnhold på 12 ‰. Toleransegrenser for oksygen (høyt

og lavt), karbondioksid og ammoniakk ligger langt over det man har observert hos f.eks. laks og torsk.

Steinbiten har en svært god fôrutnyttelse (fôrfaktor 0,6-0,8 i våre forsøk), selv om fôret som eksisterer på markedet stort sett ikke er optimalt for arten i denne fasen. På grunn av lav optimaltemperatur har oppdrett av arten foreløpig vært begrenset til Nord-Norge, men toleransen for lave saliniteter vil gjøre det mulig å utnytte marine grunnvannsressurser langs hele norskekysten, da disse oftest holder under 10 °C. I tillegg vil bruk av brakkvann eller sjøvann, overmettet med oksygen, kunne redusere vannforbruket til et minimum. Utfordringer i den videre optimaliseringen av vekstfasen hos flekksteinbit vil være å kartlegge artens miljømessige behov (daglengde og lysintensitet, optimaltemperatur gjennom hele vekstfasen). I tillegg bør artens krav til tetthet i oppdrettsmiljøet undersøkes nærmere. Dette gjelder også utvikling av fôr med optimalt næringsinnhold og ideelle fôringsregimer.

Helsestatus

Fiskeriforskning har hatt et NFR-finansiert strategisk instituttprogram for å undersøke flekksteinbitens immunforsvar og mottakelighet for aktuelle smittsomme sykdommer. Siste året er det også bevilget midler over NUMARIO-programmet til et prosjekt med formål å overvåke helsetilstanden i oppdrett av flekksteinbit, samt etablere et nettverk for utveksling av kunnskap mellom oppdrettere, forvaltning, fiskehelsetjeneste og forskning. I overvåkingsprosjektet er helsestatus på flekksteinbit fulgt gjennom et helt år i tre anlegg. Det er generelt lite sykdomsproblemer på fisken og dødeligheten er lav, mindre enn den "naturlige" dødeligheten hos laks og annen marin fisk i oppdrett.

Den eneste bakteriesykdommen som er registrert på flekksteinbit er atypisk furunkulose. Utbrudd har forekommet både på villfanget stamfisk og på oppdrettsfisk, ofte utløst av en eller annen form for stressbelastning, men dødeligheten er oftest lav. Atypiske *A. salmonicida* tilhører en svært heterogen gruppe bakterier, og fenotypiske og genotypiske metoder er tatt i bruk for å karakterisere og sammenligne isolater både fra steinbit og andre arter. Målet er å lage en vaksine som gir beskyttelse mot alle varianter av atypiske *A. salmonicida* som finnes i miljøet. Vaksiner er testet ut med godt resultat i laboratorieforsøk, men det gjenstår å prøve dem ut i feltforsøk.

Infeksiøst pankreasnekrose-virus (IPNV) og viral nervenekrose (VNN, også kalt VER) er påvist å gi sykdom på en rekke arter i oppdrett, og larver og yngel er mest utsatt. I laboratorieforsøk har injeksjonssmitte med isolater av IPN-virus fra kveite og laks ikke gitt dødelighet på flekksteinbit >10 gram. Yngel (ca. 0,3 gram) som har vært badsmittet eksperimentelt med virus har imidlertid resultert i dødelighet, og viser at flekksteinbityngel er mottakelig for sykdommen. Nodaviruset som forårsaker VNN har gitt store tap av piggvar- og kveiteyngel i Norge, og sykdommen er et økende problem i marint oppdrett over hele verden. Injeksjon av virusinfisert materiale fra kveite har gitt høy dødelighet på flekksteinbit av 10 grams størrelse i laboratorieforsøk, mens smitte via vannet ikke har gitt sykdom på fisk av denne størrelsen. Hos yngel derimot resulterer vannbåren smitte i dødelighet, og det viser at de tidlige livsstadier er mest mottakelig for sykdommen.

Parasitter er kanskje det største problemet i oppdrett av steinbit. Flagellaten *Ichthyobodo necator* (costia) og ciliaten *Trichodina* fester seg til overflaten av hud og gjeller, og det er særlig yngel som er følsom for disse parasittene. *Trichodina* er hyppigst forekommende, og fisken og vannet bør overvåkes for å ha kontroll på mengden parasitter i

anlegget. Behandling foretas ved behov; formalin har vist seg mest effektivt, men man bør finne frem til mer skånsomme behandlingsmetoder. Filtrering og UV-behandling av vannet har vært meget effektivt for å unngå parasittproblemer på yngel. *Gyrodactylus* og *Pleistophora* er registrert på større steinbit, men i begrenset omfang. *Pleistophora* er en mikrosporidie som lever intracellulært i skjelettmuskulaturen. Infeksjonen trenger ikke gi ytre synlige symptomer, men mikroskopering av snitt fra muskulatur kan avdekke infiserte muskelceller. Ved kraftige infeksjoner kan det utvikles byller i muskulaturen, noe som i verste fall vil redusere kvaliteten på salgsproduktet. Gjelle- og hjerteforandringer er registrert på tilsynelatende frisk fisk; gjelleforandringer er vanlig på all oppdrettsfisk, mens hjerteforandringene bør undersøkes nærmere for å finne ut hvilke stadier i livssyklus som affiseres og hvor utbredt problemet er i en populasjon.

Avsluttende kommentarer

Der er i dag egentlig ingen biologiske eller produksjonsmessige enkeltfaktorer som fungerer som flaskehals i forbindelse med flekksteinbitoppdrett. Flaskehalsen ligger heller i bedrifts- og markedsutvikling. Det betyr imidlertid ikke at den biologiske produksjonen er ferdig optimalisert, her er det fremdeles stort rom for forbedring innen de fleste områdene. Det er for eksempel behov for videre forskningsinnsats innen styrt reproduksjon og miljøoptimalisering i forbindelse med stamfiskhold. Når det gjelder den lange inkuberingsfasen vil det være ønskelig å finne frem til bedre teknikker for skilling av egg, desinfeksjonsmidler, forbedret vannbehandling og storskala klekkesystemer. Startfôr, vekstfôr og miljø gjennom de ulike vekstfaser må ytterligere optimaliseres, og oppfølging av helseovervåking ved anlegg bør absolutt videreføres.

Referanser kan fås ved henvendelse til forfatteren.

2.5

Mer leppefisk, takk!

Per Gunnar Kvenseth, Norsk Sjømatcenter
 Johan Solgaard, Villa Miljølaks AS
 Johan Andreassen, Villa Leppefisk AS

Leppefisk brukt på den rette måten er det mest økonomisk lønnsomme og miljøvennlige alternativet for kontinuerlig kontroll med lakselus ved oppdrett av laks og sjøørret. Norge har, som det eneste av de store lakseproduserende nasjonene, rike naturlige forekomster av leppefisk langs kysten, som kan utnyttes til lusebeiting i oppdrettsnøtene. Innfangning av leppefisk kan gi arbeidsplasser til kystfiskere. Norske forskningsmiljø er i ferd med å utvikle metoder for yngel- og settefiskproduksjon av den største leppefiskarten; berggytt. Torsk, kveite, steinbit og piggvar i oppdrett vil mest trolig også gi nye utfordringer når det gjelder utvendige parasitter som lakselus på oppdrettslaks. Det vil være utenkelig bare å øke bruken av kjemiske løsninger for å redusere disse problemene. Norske veterinærmyndigheter, fiskerimyndigheter samt strategiplaner for bekjempelse av lakselus, anbefaler alle aktiv bruk av leppefisk som et naturlig førstevalg.

Lakselusa er en naturlig forekommende parasitt hos laksefisk i sjøen. Norske farvann har to typer lus. Vanlige lakselus, *Lepeophtheirus salmonis*, forekommer kun på laksefisk. Den andre, noe mindre skottelus, *Caligus elongatus*, er funnet på flere enn 80 fiskeslag. Det er den vanlige lakselusa som har gitt de største problemene for laksefisk i sjøen i Norge. Mye har vært skrevet om lakselusas virkning og effekter overfor de viltlevende bestander av laks og sjøørret. Spesielt høsten 2001 "raste" debatten i forskjellige medier om denne forskningen og om årsaker og virkning. Debatten har til tider vært følelseladet og usakelig, og har i liten grad brakt oss nærmere noen løsning på problemene. Vi må slå fast at lakselus er et problem både for laksefisk i det fri og laksefisk i oppdrett, og at de tiltak som er satt inn til nå har redusert, men ikke løst problemet. Oppdrettere, villfiskinteresser og forvaltningen må arbeide sammen for å finne løsninger.

Stortingsmelding nr. 12–2002 "Rent og rikt hav" – Havmiljømeldingen ble godkjent i statsråd 15. mars 2002, og slår fast at hovedelementet innen sektor havbruk er "3-årig målrettet innsats for å få gjennomført effektive tiltak mot lakselus og rømming". Fiskeridepartementets miljøpolitiske mål for havbruksnæringen er nedfelt i departementets miljøhandlingsplan for 2000–2004. Ett av tre hovedmål i miljøhandlingsplanen er :

- Effektiv og miljøvennlig bekjempelse av lakselus

Bruk av leppefisk til å redusere problemene med lakselus ved oppdrett av laks og regnbueørret i nøter i sjøen er ikke

av ny dato i Norge. Allerede i 1976 gjorde pioneropdrettere i Batalden i Sogn vellykkede forsøk. På det meste ble det årlig brukt i størrelsesorden 4 millioner leppefisk til denne viktige miljøjobben.

Gjennom intensivt oppdrett, som med dagens oppdrett av laks og ørret i Norge, har antall verter for lakselus økt dramatisk. Årlig settes det ut i størrelsesorden 150 millioner smolt. Mye av fisken har en vekstperiode i sjøen på mer enn 12 måneder. Dette gir 200–300 millioner individer laksefisk i oppdrett som er potensielle verter for lakselusa. Tilgangen på verter er stor året igjennom. Stor tetthet av verter og kort avstand mellom vertene gir gode forhold for lakselusa til formering, spredning og etablering.

Utfordringene i denne situasjonen ser vi tydelig ved Villa Miljølaks AS sin FoU-konsesjon for storskalaforsøk med å kontrollere lakselus ved hjelp av leppefisk. Selv om det knapt er påvist kjønnsmoden hunn lus med egg i anlegget, utsettes fisken for gjentatte "angrep", dvs. påslag av chalimusstadier av lakselus. Denne lusa kan ha opphav enten hos villfisk (dette er lite trolig da mengden av disse er meget lav), fra rømt oppdrettsfisk eller annen oppdrettsfisk fra anlegg som har reproduserende lus.

Fordeler med bruk av leppefisk

Leppefisk brukt til bekjempelse av lakselus har fordeler fremfor alle andre eksisterende middel i dag. Her må vi ta forbehold om utvikling av en fremtidig vaksine, men etter det vi forstår ligger en effektiv vaksine mot lakselus et godt stykke inn i fremtiden. Sentrale forskere som arbeider innen området kan i dag ikke garantere at problemet med lakselus lar seg løse ved hjelp av en vaksine.

- Brukt på den rette måten holder leppefisk lakselus kontinuerlig under kontroll fra utsett og frem til slakting.
- Leppefisk foretrekker de største matbitene, som er hunn lus, og reduserer derfor reproduksjon hos lakselusa til et minimum.
- Aktiv bruk av leppefisk er med på å forlenge "levetiden" til de kjemiske løsningene som er utviklet til lusekontroll, og motvirker derved utviklingen av resistens gjennom å redusere antall og hyppighet av kjemiske behandlinger.
- Leppefisk anbefales som førstevalg ved bekjemping av lakselus av:
 - Nasjonal handlingsplan mot lus på laksefisk

- Terapianbefaling fra Statens Legemiddelkontroll og Statens dyrehelsetilsyn

Utfordringer

Utfordringer ved bruk av leppefisk til kontroll med lakselus er flere:

- Tilgang på leppefisk
 - Tilgangen på bergnebb, som er den dominerende arten til små laks, er god, og gir ingen begrensning i dag eller ved økt bruk til i hvert fall 10 millioner bergnebb årlig.
 - Tilgangen på grønnlyt og berglyt, som er de dominerende leppefiskartene brukt til lusekontroll hos stor laks, er begrenset. Allerede i dag er det vanskelig å tilfredsstille etterspørselen. Fremtidig økt bruk av disse artene må komme fra fisk som er produsert, klekket og vokst opp i spesielle settefiskanlegg. Dette blir et helt avgjørende arbeid i forhold til å dekke etterspørselen av leppefisk til stor laks i fremtiden. Av disse to artene er det berglyten som peker seg ut som den mest interessante, da den er mest robust, tåler mest håndtering, og faktisk beiter lus ved temperaturer ned mot 3 °C.
- Sykdom og parasitter
 - Leppefisk har egne sykdommer og parasitter. Det har vært gjennomført flere forskningsoppgaver for å kartlegge dette samt undersøke mulighetene for at disse kunne overføre problemer til laks og ørret. Hittil er det ikke påvist problemer hos leppefisk som kan overføre problemer til laks og ørret.
- Effektivitet i lusekontroll
 - Effekten i lusekontroll ved bruk av leppefisk har variert. Årsakene til dette kan være flere, men mye kan oppnås ved å ta hensyn til leppefiskens i selve driftsopplegget og gjennom driftsrutinene på det enkelte oppdrettsanlegg.

Nyttig tilbakemelding

Det vi mener må til for at de fleste oppdrettere skal få ønsket resultat ved bruk av leppefisk, er en grunnleggende kompetanseheving i praktisk bruk av rensefisk. Kort sagt ta hensyn til fisken. Villa Leppefisk AS har over en 10-årsperiode levert ca. 4-5 millioner leppefisk til et stort antall oppdrettere fra Agder til Finnmark. Erfaringene til brukerne langs kysten er uhyre verdifull både for oss og andre oppdrettere. Derfor har vi etablert rutiner med årlig innhenting av erfaringer ved hjelp av tilbakemeldingsskjema. Dette har gitt en mengde informasjon som er systematisert og som sammen med resultatene fra forskning på feltet, danner erfaringsbasen som benyttes ved anbefalinger angående optimal bruk av leppefisk.

Likevel er vi hele tiden interessert i nye tilbakemeldinger

av erfaringer, både de positive og de mindre positive, problemer som erfares ved bruk av leppefisk og løsninger på problemer. På denne måten kan vi være i stand å gi stadig bedre råd og veiledning, og utvikle bruken av leppefisk til et bedre alternativ i kampen mot lakselusa.

Med denne bakgrunn har vi kommet frem til følgende kritiske faktorer som bør følges for at leppefiskens skal fungere optimalt:

- Motivasjonen til driftspersonell ved anlegget.
- Leppefisk må inkluderes i driftsplanleggingen med hensyn til bl.a. maskevidde og skifting av not.
- Leppefisk må ha høy kvalitet, noe som bl.a. bestemmes av fangst, transport, utsetting i merd og håndtering.
- Valg av riktig utsettingsstrategi.
- Overvåke lusenivået og begroingsstatus.
- Drift og utforming av dødfiskhåv.
- Bruk av "hus" til leppefisk.
- Fôring av leppefisk.

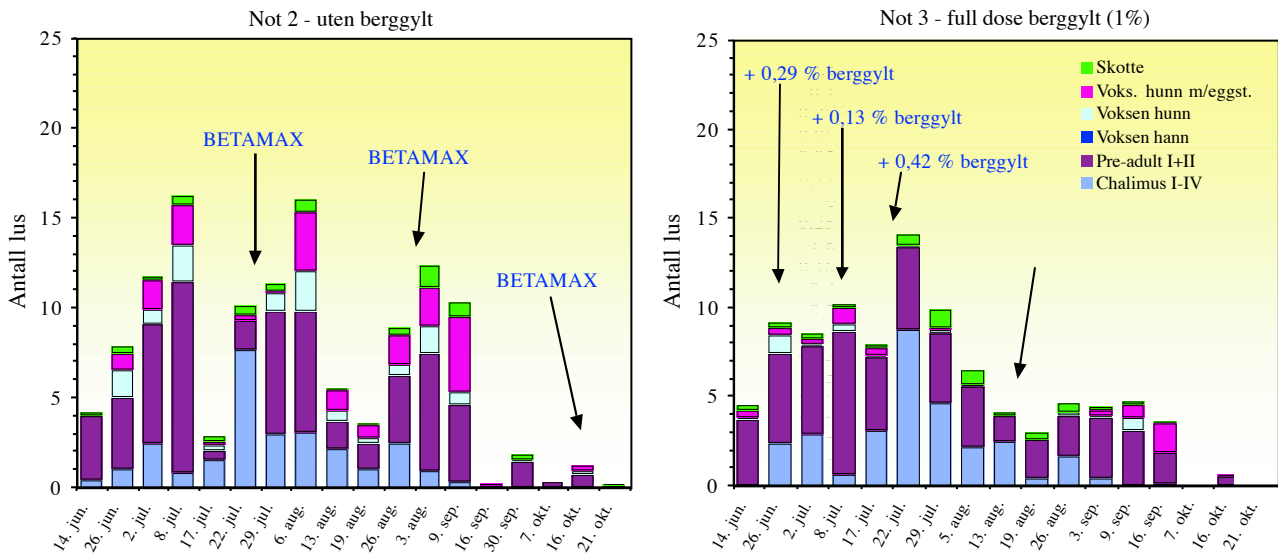
Det meste av driftsrutiner for å oppnå et godt resultat ved hjelp av leppefisk er bygd opp omkring disse enkle prinsippene. Vi jobber for øvrig med å få leverandørene av driftsplanleggingsprogrammet (Farmcontrol og Superior) til å inkludere en egen registreringsbit for leppefisk. Utfyllende opplysninger om de fleste sider ved leppefisk og leppefiskbruk går vinteren 2003 som artikkelserie i fagbladet Norsk Fiskeoppdrett.

Bruk av rensefisk: en vinn-vinn-situasjon

Aktiv og riktig bruk av rensefisk er en vinn-vinnsituasjon både for villfiskinteressene og oppdrettsnæringen. Dersom en unngår at lakselusa formerer seg i oppdrettsnotene, bør dette føre til redusert smittepress på villlevende laksefisk. De kjemiske løsningene, både gjennom bad og fôr vil man alltid kunne ha i beredskap dersom effekten av leppefisk skulle feile. Oppdrettsnæringen ville være godt tjent med å beholde et kontinuerlig lavt nivå av lakselus ved hjelp av en biologisk bekjempelsesmåte. Dette ville gi økt fisketrvsel, bedre tilvekst og positiv miljøprofil.

I tillegg vil en økt bruk av rensefisk kunne gi meningsfylt arbeid til deler av de minste båtene i kystflåten som i dag sliter både med kvoter og økonomi. Båter, bruk og fiskere kan omskoleres til fangst og omsetning av rensefisk for leveranser til oppdrettsnæringen.

Det skal om kort tid utarbeides en ny luseforskrift for de kommende år. Her er det viktig at man finner frem til en forskrift som er fornuftig å følge ut fra en total vurdering for livet langs kysten vår. Forsøk ved Villa Miljølaks AS sin forskningskonsesjon viser at reproduksjonen av lus fra et anlegg med aktiv bruk av leppefisk, er mindre enn fra et anlegg som bruker kjemikalier til avlusning. Det man imidlertid må akseptere er en del flere små lus på laksen. Dette er nødvendig for at lusa skal bli stor nok for leppefiskens – hvis ikke må man bruke kjemikalier i tillegg for å holde seg innenfor forskriften. Men små lus produserer ikke flere lus! Derfor bør den nye forskriften gi mulighet for



Figur 1 Utvikling av lakselus i merder med stor laks. Not 2) Merd uten tilsetning av berggylt, BETAMAX angir tidspunkt for kjemisk avlusning. Not 3) Merd tilsatt 1 % berggylt for kontroll med lakselus. % angir tidspunkt for tilsetning (+) eller utfisking (-) av berggylt (siste notskifte: 14. juni).
 Development of sealice in net pens with big salmon. Not 2) Net pen without addition of ballan wrasse, BETAMAX denotes time for chemical delousing. Not 3) Net pen with addition of 1 % ballan wrasse to control sealice infections. % denotes time for addition (+) or removal (-) of ballan wrasse (last change of net: 14 June).

å ha litt flere smålus enn den hittil har tillatt. Figur 1 viser hvor mye voksen lus man har på laks ved bruk av leppefisk og ved bruk av kjemikalier (kilde: Villa Miljølaks 2002).

Det totale nivået av kjønnsmoden lus er langt lavere ved bruk av leppefisk enn ved tradisjonell behandling, også hos stor laks. Dermed er produksjonen av lakselus fra anlegget med aktiv bruk av leppefisk bare en brøkdel sammenlignet med et tradisjonelt drevet anlegg.

Men den nye luseforskriften kan faktisk redusere bruken av leppefisk ytterligere. Med dette menes at hvis en ny luseforskrift krever at nivået for smålus (halvvoksne) og nye påslag (chalimus-stadiet) senkes, så vil ikke leppefisk klare denne situasjonen. Effekten av leppefisk øker etter hvert som lusen vokser. En ny forskrift som fokuserer sterkt på de minste lusestadiene vil være en effektiv måte til å redusere bruken av leppefisk. Resultatet vil bli økt bruk av kjemikalier. Man må se på totalbildet ved fastsettelsen av en slik forskrift. Det som må vektlegges er hvor mye kjønnsmoden lus som produseres i anlegget. Ved bruk av leppefisk må vi kunne akseptere at det finnes små lus på fisken – lus som jo kommer fra andre steder. Dersom alle oppdrettsanlegg i et gitt geografisk område benytter leppefisk, vil produksjonen av lus fra anleggene forsvinne da leppefisk spiser de "voksne" lusene.

Femårig prosjekt

Villa Miljølaks samarbeider med Havforskningsinstituttet og Norsk Sjømatssenter i Bergen. Forsøkene gjennomføres i en FoU-konsesjon på Vestnes utenfor Molde. Utviklingen i lakselus i anlegget telles ukentlig på 20 fisk fra hver av nøtene. Resultatene fra forsøkene og annen interessant informasjon legges fortløpende ut på prosjektets hjemmeside www.leppefisk.no. Forsøkene var finansiert gjennom FUNN-

ordningen i 2001. For resten av forsøksperioden er det innvilget økonomisk støtte fra SkatteFUNN.

Tradisjonelt er beiteeffekten til leppefisk lavere ved lave temperaturer, men foreløpig vet vi ikke eksakt hvor denne grensen går. Noen oppdrettere har rapportert om god effekt av leppefisk gjennom vinteren. Effekten vil variere med temperatur og art av leppefisk. I mange tilfeller er det rapportert at den største leppefiskarten, berggylt, ofte er aktiv lusebeiter gjennom hele vinteren, mens bergnebb går over i en passiv og dvaleligende tilstand når temperaturen i vannet blir lavere enn +5 °C.



"Dødskyset"
 "Kiss of death"

2.6 Skjell – miljøvennlig fremtidsnæring

Sissel Andersen, Havforskningsinstituttet
 Stein Mortensen, Havforskningsinstituttet
 Øivind Strand, Havforskningsinstituttet
 Peter Hovgaard, Høgskolen i Sogn og Fjordane
 Thorolf Magnesen, Scalpro AS

Skjell er utvilsomt et av de mest miljøvennlige alternativ for produksjon av dyr i havet siden de lever av planteplankton og andre partikler, og dermed befinner seg langt nede i næringskjeden. Det er svært gledelig at produksjonen av blåskjell har hatt en positiv utvikling de siste to årene, og den er på god vei til å bli en betydelig næring i Norge. Den gode utviklingen i blåskjellnæringen er i stor grad et resultat av økt satsing for å håndtere problemet med algegifter, samt mer realistiske forventninger i næringen. Dette viser at økt satsing på kunnskapsheving nytter. Produksjonen av stort kamskjell og østers har flere problemer som må løses før disse artene kan oppnå tilsvarende volum som for blåskjell. Alt tyder på at dette vil skje, men fremdriften er avhengig av både næringens prioriteringer og tilgangen på ressurser til forskning og utvikling.

Omsetning av skjell i Norge (1997–2001)

Med unntak av blåskjell har det ifølge Fiskeridirektoratet har det vært en nedgang i salg av alle skjell, unntatt blåskjell, i perioden 1998–2001 (Tabell 1).

Tabell 1 Tall fra Fiskeridirektoratet som viser salg av skjell produsert i Norge.
Sales of bivalves produced in Norway, numbers from the Directorate of Fisheries.

År	Kamskjell/Haneskjell (antall)	Østers (antall)	Blåskjell (tonn)
1997	159 000	147 000	502
1998	169 000	510 000	309
1999	536 000	650 000	662
2000	188 000	134 000	852
2001	112 000	38 000	913

Det har ennå ikke vært omsatt dyrkede kamskjell i Norge. Seashell AS i Trøndelag leverer de største fangstene fra ville bestander av stort kamskjell i Norge, og står for ca. 45 % av den totale høstingen i landet. Ifølge Seashell AS høstet de ca. 260 tonn stort kamskjell i 2002, mens det totalt ble høstet ca. 570 tonn, noe som tilsvarer 2,2–2,6 millioner stk. Omtrent 200–280 tonn gikk til markeder i Norge, resten gikk til eksport. Ifølge Fiskeridirektoratet gikk antall

skjellkonsesjoner i drift opp fra 132 i 1997 til 339 i 2001. Samtidig gikk antall timeverk på produksjonsenhetene opp fra 38 000 i 1997 til 144 000 i 2001, og har dermed gitt en betydelig økt sysselsetting i denne perioden.

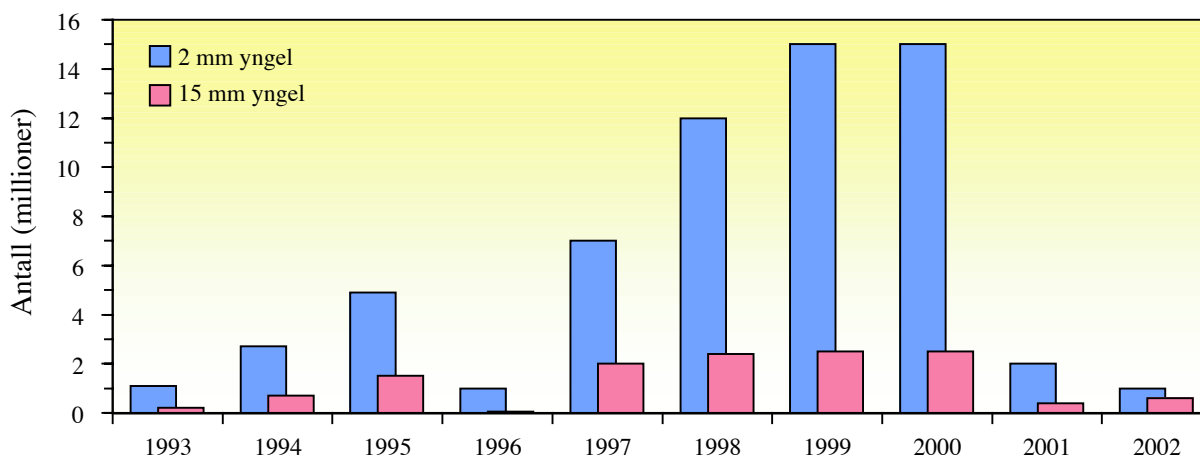
Sykdomskontroll av skjell

Helseovervåkingen av stort kamskjell er videreført i samarbeid med Veterinærinstituttet. Det er lagt hovedvekt på kontroll av stamskjell brukt i klekkeriet hos Scalpro AS. Det er ikke påvist sykdom i disse bestandene. Resultatene er formidlet til EUs referanselaboratorium for skjellsykdommer i Frankrike, i sammenheng med resultater fra britiske studier av kamskjell fangstet under tokt rundt De britiske øyer.

Norsk flatøsters er dokumentert fri for alvorlig sykdom, og resultatene fra helseovervåkingen av østers er brukt som grunnlag for å søke om status som sykdomsfri sone. Denne søknaden er under behandling hos EFTAs overvåkingsorgan, ESA. Frihet for sykdom er brukt som grunnlag for å utvikle en hensiktsmessig strategi for østersnæringen. Gjennom deltakelse i prosjektet "Norsk setteøsters til et europeisk marked" er utsettinger av norsk østersyngel foretatt på lokaliteter i Sør-Frankrike. Denne yngelen ble raskt smittet av sykdommer som finnes på lokalitetene, og overlevelsen var lav. Dette betyr at norsk flatøsters ikke er motstandsdyktig mot parasittsykdommene bonamiose og marteiliose. Det fokuseres nå på å få til en felles nordisk strategi hvor aktører i land som har tilsvarende sykdomsfrihet samarbeider om yngelproduksjon, men markedsfører regionale sluttprodukter.

Det ble sommeren 2001 meldt om funn av ville blåskjell med unormal skallvekst fra Kragerø-området. Undersøkelser av disse skjellene har avslørt grønne lesjoner i bløtdelene. Lesjonen ser ut til å være forårsaket av kolonier eller opphopninger av en mikroskopisk alge! Det finnes kun noen få funn av invaderende eller parasittiske alger, og funnene har derfor vakt oppsikt. Det arbeides med dokumentasjon og beskrivelse av funnene samt med en dialog med skjellnæringen med tanke på innrapportering av tilsvarende funn.

Det er i tillegg til de direkte, artsrettede tiltakene gitt innspill til EU i en pågående prosess hvor flere direktiver som regulerer handel med levende skjell er under revisjon. Endringene i regelverket kommer til å innvirke på skjellnæringen i hele EØS-området. Vi har brukt data fra



Figur 1 Produksjon av 2 og 15 mm kamskjellyngel hos klekkeriet Scalpro AS i perioden 1993–2002.
Production of 2 and 15 mm scallop spat at the hatchery Scalpro AS in the years 1993–2002.

overvåkning av kamskjell og østers til å sette fokus på reelle risikoområder. Dette er gjort som konkrete innspill i revisjonsarbeidet, både via EUs referanselaboratorium for skjellsykdommer og direkte til EUs veterinærkontor, SANCO i Brussel. Elementer fra dette arbeidet er også inkludert i innspill til norske veterinærmyndigheter.

Stort kamskjell: utvikling i produksjonen av larver og yngel - 2002

I årene 1998–2000 produserte Scalpro AS 12–15 millioner 2 mm yngel (postlarver) i klekkeriet (Figur 1). Etter overføring til vekstanlegg (land- og sjøbasert) ble vel 2 millioner 15 mm yngel solgt videre til dyrkere langs kysten fra Rogaland til Nord-Trøndelag. Selskapet startet i 2001 aktiviteter for å stabilisere produksjonen og øke andelen 15 mm yngel. I 2001–2002 ble det derfor etablert nytt sjøvannsinntak, bygget landanlegg for 2 mm yngel samt sorterings- og pakkeanlegg. Anleggsarbeidet og ombyggingene har imidlertid gitt betydelige problemer (bl.a. ustabile miljøforhold) for produksjon av larver i klekkeriet både i 2001 og 2002 (Figur 1).

I 2002 ble det gjennomført et normalt antall gytinger, men resultatene har vist at kondisjoneringen av stamskjell ikke fulgte normalt forløp. Klekkingen av egg var lav, og Scalpro AS hadde store problemer med overlevelsen for de fleste larvegruppene i klekkeriet. Best overlevelse ble funnet i et larvesystem med kontinuerlig gjennomstrømning av sjøvann. Et omfattende prøvetakingsprogram for bakterieanalyser ble gjennomført, og prøvene opparbeides nå på Havforskningsinstituttet.

Larver (dag 3 etter gyting) fra fire gytinger ble også overført til larvesiloer med gjennomstrømning hos Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon. Etter omkring tre uker ble larvene ført tilbake til Scalpro AS. Alle gruppene viste normal overlevelse i siloene, men andelen settlingsklare larver (dvs. klare til å feste seg) var lav (10 %) ved tilbakeføringen. Larvene settlet imidlertid normalt, men både overlevelsen og veksten var lav. Basert på resultatene har Scalpro AS nå byttet ut larvetankene med større tanker

(4000 liter) beregnet for kontinuerlig gjennomstrømning. I 2002 ble en større andel av larvene satt direkte på yngelsamlere i forhold til normalt system med kasser og finmasket duk. Samlerne ble overført til sjø, og yngelen sortert etter seks uker. Kasser med finmasket duk har vært satt direkte i landanlegget (Figur 2), der grovfiltrert (100 μ m) sjøvann tilføres. Vekst og overlevelse i 2002 har vært god både i landanlegg og i sjø, og totalt ble 600 000 yngel levert til 12 dyrkere på Vestlandet.



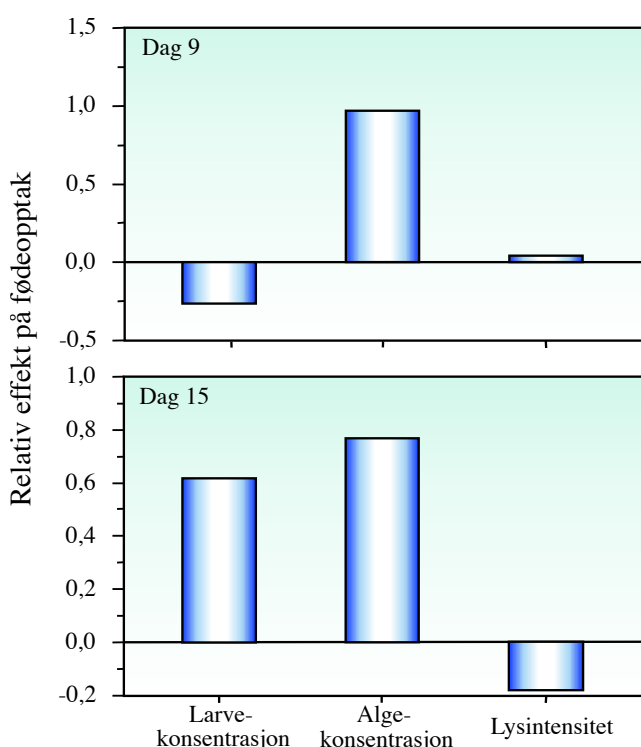
Figur 2 Det nye landanlegget for kamskjellyngel hos Scalpro AS på Rong i Øygarden.
The new land-based on-growth facility for scallop spat at Scalpro AS at Rong in Øygarden.

Stort kamskjell: larvene skal få et bedre oppvekstmiljø

Også de siste to årene har Havforskningsinstituttet arbeidet med å bedre oppdrettsmetodene for larver og yngel av stort kamskjell. Det er særlig fokusert på å bedre oppdrettsmiljøet for larvene i 5 000–8 000 liters gjennomstrømmingssystemer ("siloe") som er 4 meter høye. Ett av målene er å få mer kunnskap om hvordan larvenes fødeopptak og svømmemønster påvirkes av ulike miljøparametere, f.eks. lysintensitet og konsentrasjon av larver og fødalger. På

denne måten kan vi gi larvene et bedre tilpasset miljø, slik at veksthastighet og utbytte kan bedres. Et bedre oppdrettsmiljø vil også gjøre larvene mer motstandsdyktige mot sykdom.

Foreløpige resultater viser at effekter av algekonsentrasjon, larvetetthet og lysintensitet på larvenes fødeopptak er noe avhengig av larvenes alder. Figur 3 viser resultatene med en første komponent-analyse ("Principal component analyses", PCA). De tre faktorene til sammen forklarte 86,1 % og 93,8 % av variasjonen i fødeopptaket for henholdsvis 9 og 15 dager gamle larver. Figuren viser hvor mye de ulike faktorene skårer i forhold til hverandre, og om fødeopptaket øker eller minker ved økende verdier av faktorene. For de yngste larvene, 9 dager etter gyting, har både larvetetthet og lysintensitet liten effekt på spisehastigheten. Som



Figur 3 Relativ effekt av tre faktorer (algekonsentrasjon, larvekonsentrasjon og lysintensitet) på fødeopptaket hos to ulike aldersgrupper av kamskjellarver. Data er fremkommet ved multivariat analyse (PCA). Positivt tall for relativ effekt betyr at økende verdi av faktoren øker fødeopptaket hos kamskjellarvene, mens negativt tall betyr at fødeopptaket reduseres. Larvegruppens alder er gitt som dager etter gyting.
Relative effect of three variables: algal concentration, larval abundance and light intensity, on feeding rate of two different age groups of great scallop larvae. Data is from multivariate analysis (PCA). Positive numbers for relative effect means that increasing values of the variable enhance larval feeding rate, while negative numbers denotes reduced feeding. Larval age is given as days after spawning.

forventet har økende algekonsentrasjon en positiv effekt på fødeopptaket. Når larvene blir eldre, 15 dager etter gyting, har både algekonsentrasjon og larvetetthet en positiv effekt, dvs. at en økning i disse to faktorene gir en økning i fødeopptaket. Lysintensiteten har ved denne alderen en svakt negativ effekt på fødeopptaket. Hittil har vi hatt svært liten kunnskap om hvordan lys påvirker larvene. Normalt blir hele larvefasen gjennomført med vanlig rombelysning. Dette kan det bli en endring på, dersom det videre arbeidet viser at et annet lysmiljø gir bedre resultater. Arbeidet vil fortsette i 2003, og en sluttrapport vil bli sendt til oppdragsgiver (Norges forskningsråd) innen utgangen av året.

Stort kamskjell: bunnkultur

I arbeidet med å utvikle bunnkulturer med kamskjell har høy dødelighet som følge av predasjon fra taskekrabbe vært et hovedproblem. Det er tidligere vist at taskekrabbe foretrekker dyrkede fremfor ville kamskjell, og at dette i stor grad skyldes forskjeller i skallets styrke. For om mulig å kunne forklare de store forskjeller vi ser i skallstyrke, ble dette arbeidet videreført i 2002 med studier av mikrostrukturer i skallet hos dyrkede og ville skjell.

Hos flere næringsaktører blir det nå utprøvd ulike typer inngjerdinger for å hindre tilkomst av taskekrabbe til kamskjell i bunnkultur (Figur 4). Helland kamskjelloppdrett ANS har utviklet en gjerdeløsning som er dokumentert å være effektiv. Utsett av 18 000 kamskjell (50 mm skallhøyde) i oktober 2000 viser en overlevelse på 89 % etter 26 måneder. Skjell fra dette utsettet vil være høstingsklare i 2003, fire år etter klekking. Bruken av gjerder i havbeite med kamskjell er vurdert som meget lovende for å øke lønnsomheten i produksjonen. Med utgangspunkt i at gjerde på bunn effektivt hindrer taskekrabbens tilkomst til skjellene, er målsettingen nå å videreutvikle metodene for å korte ned eller å unngå den tradisjonelle mellomkulturfasen i nett eller kasser. Innledende forsøk utført i samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Helland kamskjelloppdrett ANS har vist at yngel plassert direkte på bunn vokser hurtigere enn yngel i mellomkultur. Liten yngel som settes direkte ut på bunn synes imidlertid å være utsatt for predasjon fra berggylt. Det er derfor nødvendig å klarlegge hvilke kamskjellstørrelser berggylten spiser. Økt kunnskap om



Figur 4 Stort kamskjell dyrket i inngjerdet havbeite.
Great scallop grown in fenced bottom cultures.

forholdet mellom predatorer og liten yngel vil være vesentlig for å videreutvikle en dyrkingsstrategi for kamskjell i inngjerdet havbeite.

Blåskjell: status og forskningsbehov

Det har vært gjort flere mislykkede forsøk i Norge på å dyrke blåskjell i en større kommersiell skala. Forsøkene har i vesentlig grad strandet på grunn av manglende kompetanse på alggifter. Situasjonen på dette området er blitt betydelig bedre i de senere årene. De gode produksjonsresultatene fra de to siste årene tyder på at blåskjellnæringen er i ferd med å "ta av" og bli en betydelig næring. Men det er fortsatt mye FoU-arbeid å gjøre for å utnytte potensialet og unngå tilbakeslag.

Den viktigste flaskehalsen hittil, algetoksiner, krever fortsatt store forskningsbehov innen både kjemi, toksikologi og økologi. Det kan være store lokale variasjoner av toksiner innen et skjellanlegg, og et grundig forskningsarbeid er nødvendig for å sikre representative prøver til sertifisering av skjellene. Algen, som er ansvarlig for DSP-forgiftning, har vist seg å ha en sterk tendens til å akkumulere i de indre deler av de store fjordene på Vestlandet, hvor det er stor tilførsel av ferskvann. En bedre forståelse av mekanismene bak denne prosessen kan hjelpe dyrkerne til å forutsi problemperioder og -områder, og planlegge produksjonen deretter. Arbeidet med å erstatte den lite presise musetesten med kjemiske tester bør fortsette. For enkelte av toksinene er det problemer med å fremskaffe standarder for den kjemiske analysen.

Kvaliteten på blåskjellene har vist seg å variere mye samtidig med at prisen på det europeiske markedet er avhengig av kvalitet. De viktigste kvalitetskriteriene er størrelse, matinnhold, skallstyrke, farge på innmaten og utvendig begroing på skallet. For skjell som skal omsettes levende, er evnen til overlevelse etter høsting en viktig faktor. Forhold som gir rask vekst og økning i fyllingsgrad er også viktige for å minske perioden med høstestopp etter gyting.

Dyrkingsstrategier, inklusiv utforming av anlegg og bruk av utstyr, må i stor grad tilpasses den enkelte lokalitet og utnytte lokalitetens muligheter. Det er mye som tyder på at en deling av produksjonen mellom ytre kystlokaliteter og indre fjordlokaliteter kan gi store fordeler. De indre områdene har ofte rikelige og dype yngelpåslag, mens de ytre kan mangle yngel. Problemet med forekomst av giftige alger er imidlertid størst i indre fjordlokaliteter. Problemet kan løses ved at de indre lokalitetene brukes til yngelproduksjon, og de ytre til produksjon av ferdige matskjell.

For å øke prosentutbyttet ved høsting, få raskere vekst og bedre matinnhold, bør skjellene tynnes så tidlig som mulig. I utlandet er det vanligst å gjøre dette ved å fylle et visst (lavt) antall i strømper og sortere etter størrelse for å øke jevnheten. Dette må gjøres maskinelt i Norge, og krever utvikling av utstyr med høy kapasitet og presisjon tilpasset norske forhold.

Et annet interessant område er kunstig "up-welling" (oppstrømming) i utvalgte områder. Målet er å tilføre næringsalter til overflatelagene slik at primærproduksjonen blir større. De beregninger og modelleringer som hittil er gjort, tyder på at bruken av ferskvann til dette formålet vil være mest kostnadseffektivt. Mer mat til skjellene, for eksempel om sommeren når det er lite næringsalter og skjellene er magre etter gytingen, kan bli av stor betydning for å levere skjell med god kvalitet i denne perioden.

Behovet for å bruke denne teknikken til avgiftning av skjell er mer tvilsomt, spesielt etter at innføring av kjemiske analysemetoder for alggifter og forhøyet grenseverdi av yessotoxin (YTX) har vist at det finnes mange lokaliteter i ytre strøk som regelmessig har lite problemer med alggifter. Ved å prioritere dyrking av matskjell i disse områdene med små giftproblemer, vil vi raskere få i gang en skjellnæring. Man kan da på et tidligere tidspunkt komme i gang med alle de andre problemene som også må løses, og som er nevnt foran (kvalitet, tynning, produkter, marked, etc.).

Flatøsters

Det ble i 2002 produsert 800 000 flatøstersyngel i klekkeri hos Scalpro AS. Det meste av denne yngelen ble dyrket videre i vekstanlegg i Agapollen hos Bømlø Skjell AS. Her holdes yngelen i et system med kontrollert tilførsel av vann og føde fra pollen. Det arbeides med å optimalisere driftsrutiner med hensyn til skjelltetthet, vannstrøm og håndtering av skjell som gir kosteffektiv og forutsigbar yngelproduksjon. Styring av algeproduksjon i pollen er en nøkkelfaktor i dette arbeidet, og bedriften har i samarbeid med Havforskningsinstituttet etablert et opplegg for styrt algeproduksjon i denne pollen. Bømlø Skjell AS har med godt resultat overvintret yngel i vekstanlegget i Agapollen, og dette gir mulighet for økt utnyttelse og fleksibilitet i produksjon av yngel i poller.

Siden sommeren 2000 er det gjennomført prøvedyrking for matskjell på 20 lokaliteter i Sunnhordland. Resultater i 2002 indikerer at det i denne regionen kan dyrkes frem konsumøsters (60 gram levende vekt) på fire år, og ned i tre år i pollene. Prøvedyrkingen har vist hvor viktig det er med høye temperaturer i sommer- og høstsesongen for god vekst hos flatøsters (Figur 5). Dersom det kan etableres kostnadseffektive dyrkingsmetoder i stor skala hvor man oppnår denne veksten, vil dette styrke muligheten for å kunne utvikle en større norsk østersnæring.



Figur 5 Vill flatøsters (670 gram) fra Austevoll med stor vekstsone fra den varme sommeren 2002. Wild flat oyster (670 gram) from Austevoll with large growth sone, summer 2002.

2.7

Blåskjell dyrking – bæreevne, skjellkvalitet og avgiftning

Tore Strohmeier og Jan Aure, Havforskningsinstituttet
Arne Duinker, Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)

Blåskjell lever av å filtrere planktonalger og andre små organiske partikler som finnes i sjøvannet. Under naturlige forhold påvirker vanligvis ikke skjellene algetettheten i sjøvannet, og de naturlige algekonsentrasjonene og strømforholdene bestemmer fødetilgangen. I et blåskjellanlegg, hvor det er en stor biomasse skjell konsentrert på et lite område, vil fødetilgangen også være bestemt av anleggets form, plassering i forhold til framherskende strømretning, skjelltettheten i anlegget og andre nærliggende skjellanlegg. I et typisk norsk anlegg er biomassen ofte for stor og fødetilgangen for lav. Fødebegrensning fører dermed til redusert vekst, kvalitet og lang avgiftningstid.

Det har overraskende nok vært få undersøkelser både i Norge og utlandet for å studere fødetilgangen til blåskjellanlegg. For å øke kunnskapene om dette området ble det utført intensive undersøkelser av et blåskjellanlegg i Lysefjorden, Rogaland i august/september 2002.

Beskrivelse av blåskjellanlegget

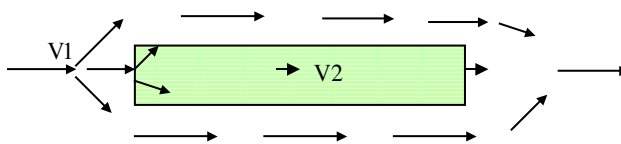
Blåskjellanlegget nær utløpet av Lysefjorden ble undersøkt mht. strøm, klorofyll, planteplankton, algetoksiner i skjellene og skjellkvaliteten (matinnholdet). Anlegget var totalt ca. 250 meter langt og 15 meter bredt og var samlokalisert med tre andre tilsvarende blåskjellenheter (Figur 1). Det var 10 bæreliner med ca. 1,5 meters avstand parallelt med lengdeaksen av anlegget. Bærelinenes dybde varierte mellom 1,5 og 3,5 m ettersom de hang i buer mellom bøyene. På bærelinene var det festet 5,5 meter lange blåskjellsamlere (svenskeband) med ca. 50 cm avstand. Strømforholdene i området var dominert av inn- og utgående tidevannsstrøm. Strømforholdene ved det undersøkte anlegget var påvirket av skjellanleggene oppstrøms ved utgående tidevannsstrøm (Figur 1). Skjellene i anlegget var litt over to år gamle (utsatt våren 2000) og biomassen skjell våren 2002 var anslått til 65 tonn, med størst biomasse i den sørvestre del av anlegget.

Strømforhold og fødetilgang

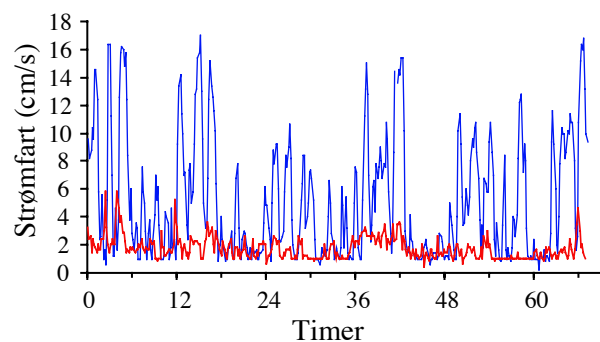
Skjellanleggets lengdeakse lå om lag parallelt med hovedstrømretningene i fjorden. Friksjonen fra skjell, bånd, tau osv. fører til at strømmen bøyes av rundt skjellanlegget, og strømmen inne i anlegget kan bli betydelig redusert (Figur 2). Ved inngående tidevann var strømmen allerede ca. 30 meter inn i anlegget redusert til ca. 25 % av strømmen i omgivelsene (Figur 3). I tillegg tappes vannet gradvis for alger etter hvert som det passerer de store tetthetene av filtrerende blåskjell innover i anlegget (Figur 4). Figur 5 viser at i 4 meters dyp ble om lag 60 % av algene forbrukt allerede 70 meter inn i anlegget ved inngående



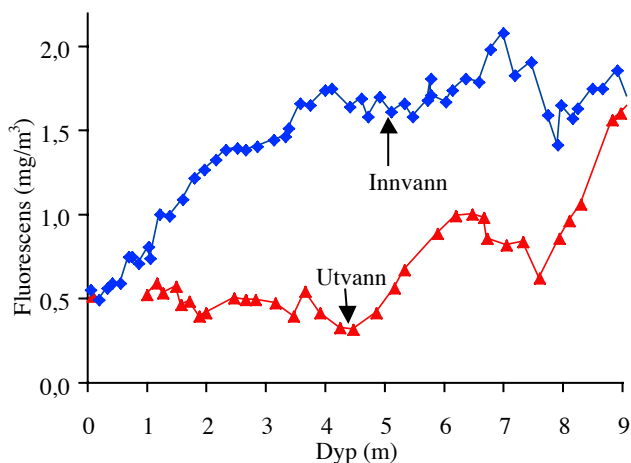
Figur 1 Kart over ytre del av Lysefjorden som viser plasseringen av skjellanleggene og hovedstrømretningene i fjorden. Map of outer Lysefjord and position of blue mussel farm units.



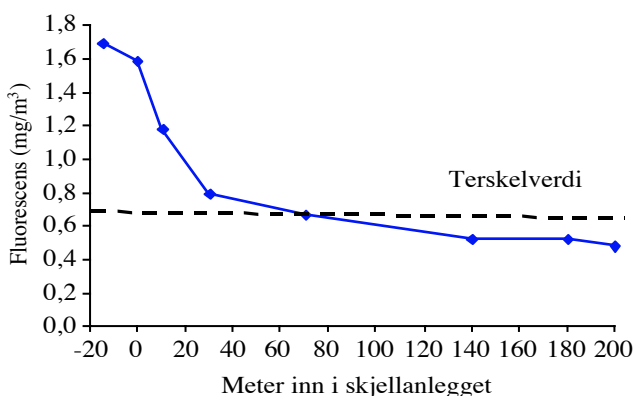
Figur 2 Prinsippskisse av strømmønsteret ved et skjellanlegg. V1 er strømfart i fjorden, V2 er strømfart i skjellanlegget. Water current pattern within and outside a mussel farm. V1 is the current speed in the fjord and V2 is the current speed inside the mussel farm.



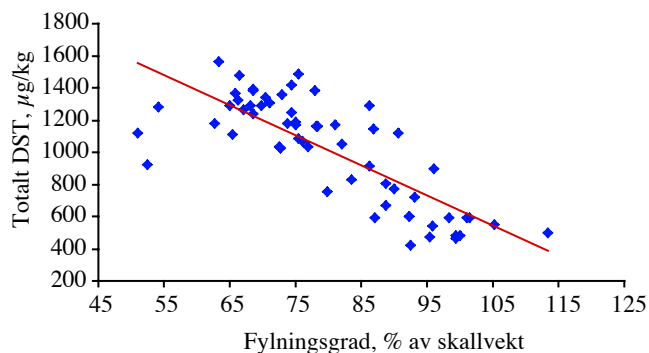
Figur 3 Strømhastighet i 4 meters dyp sørvest for anlegget - oppstrøms (blå) og ca. 30 meter inn i anlegget fra sørvest - nedstrøms (rød) (se Figur 1). Current velocities outside (blue) and inside (red) the mussel farm.



Figur 4 Fluorescens/klorofyll *a* (mg/m^3) målt i innstrømmende vann på sørvestsiden av anlegget (blå) og i utstrømmende vann på nordøstsiden av anlegget (rød). *Fluorescence/chlorophyll *a* in inflowing water at the southwest side (blue) and outgoing water at the northeast side of the mussel farm.*



Figur 5 Middelerverdi av fluorescens/klorofyll *a* (mg/m^3) målt i 4 meters dyp gjennom anlegget ved inngående tidevannsstrøm. *Mean fluorescence/chlorophyll *a* (mg/m^3) at 4 meter depth during ingoing tide.*



Figur 6 Innhold av DST-toksiner i blåskjell plottet mot fyllingsgrad av blåskjell. *DST toxins versus meat content in blue mussels.*

tidevannsstrøm i fjorden. Redusert strøm sammen med nedgang i algekonentrasjonene førte dermed til en betydelig reduksjon av fødetilbudet innover i det lange anlegget (se også Figur 4).

Kan algekonentrasjonene være begrensende for fødeopptaket?

Som nevnt foran ble om lag 60 % av algene på 4 meters dyp forbrukt allerede 70 meter inn i anlegget ved inngående tidevannsstrøm i fjorden. Fra ca. 70 meter og ut til enden av anlegget ble ytterligere ca 10 % konsumert, mens ca. 30 % av tilførte alger gikk ubenyttet gjennom anlegget (Figur 5). Det markert lavere fødeopptaket fra skjellene fra ca. 70 meter til enden av skjellanlegget (200 meter), indikerer at algekonentrasjoner under en gitt terskelverdi ikke er tilgjengelig som føde for blåskjell. Tidligere undersøkelser i utlandet viser til terskelverdier på ca. $0,5 \text{ mg}/\text{m}^3$ klorofyll *a*. Vår undersøkelse i august 2002 antydte ca. $0,7$ fluorescenseenheter som tilsvarer ca. $1,0 \text{ mg}/\text{m}^3$ klorofyll *a*. Terskelverdien vil trolig variere med strømhastighet, algekonentrasjon, algesammensetning, temperaturforhold, skjellstørrelse, skjelltetthet osv.

Mer mat gir mindre gift

Matinnholdet eller fyllingsgraden i et blåskjell er her definert som % dampet innmat av skallvekt. Fyllingsgraden og skjellstørrelsen varierte mye innen anlegget. De beste skjellene ble observert øverst i anlegget, i ca. 2 meters dyp, hvor strømforholdene var relativt gode. På ca. 4 meters dyp var skjellkvaliteten betydelig redusert pga. redusert strøm og fødetilgang. På 6 meters dyp, i underkanten av anlegget, var skjellene dekket av gul sjøpung. Dette førte både til lavere fyllingsgrad og lavere skjelltetthet enn på 4 meters dyp, til tross for at algekonentrasjonene og strømforholdene var betydelig bedre.

Giftinnholdet i blåskjellene (DST) viste en motsatt tendens sammenlignet med matinnholdet. De høyeste giftverdiene ble funnet i de delene av anlegget hvor det var lavest matinnhold i skjellene, mens delene med høyest matinnhold hadde de laveste giftverdiene (Figur 6). Dette skyldes trolig at høy fyllingsgrad og lavt giftinnhold begge var et resultat av bedre fødetilgang, noe som tyder på raskere avgiftning av skjellene ved høyere fødetilgang. Det er i tillegg verdt å merke seg at giftinnholdet i skjellprøver fra et skjellanlegg av denne typen kan variere med en faktor på opptil 4, avhengig av hvor prøvene tas i anlegget.

Hva bestemmer fødetilgang og bæreevne for et blåskjellanlegg?

Fødetilgangen til et skjellanlegg er bestemt av algekonentrasjonene i fjorden, strømmen gjennom anlegget og innstrømningsarealet. Bæreevnen for et blåskjellanlegg er her definert som den største biomasse skjell et anlegg kan ha uten at algekonentrasjonene i det tilførte fjordvannet reduseres under en gitt terskelverdi (se over). Vi antar dermed at når algekonentrasjonene i anlegget er høyere enn terskelverdien, vil skjellene være sikret en tilstrekkelig fødetilgang. Basert på data fra undersøkelsen er det laget en modell som beregner bæreevnen for et anlegg med høstklare skjell.

I Figur 7 har vi beregnet hvordan bredde-/lengdeforholdet i et skjellanlegg påvirker bæreevnen ved forskjellige strømhastigheter. I beregningene er overflatearealet til anlegget = 3000 m², total lengde på bærelinene = 2000 meter, avstanden mellom skjellbåndene ca. 0,5 meter og midlere filtreringsrate til skjellene er 2,6 m³/døgn per kg skjell. Vi har her satt at skjellene maksimalt skal ta ut 50 % av algene som tilføres anlegget. For et bredde-/lengdeforhold på 0,1 (her bredde = 17 m og lengde = 173 m) som er typisk for norske blåskjellanlegg, er beregnet bæreevne med bakgrunnsstrøm 8 cm/sek ca. 50 tonn. Øker vi bredde-/lengdeforholdet til 1,0, dvs. til et kvadratisk anlegg (55 x 55 m), øker bæreevnen til ca. 250 tonn. Dette viser at det er et betydelig potensial til å øke produksjonen i blåskjellanlegg ved å øke bredde-/lengdeforholdet. Økt bredde øker innstrømningsarealet og vanntransporten (reduert friksjon) og dermed fødetilgangen til et skjellanlegg. Figur 7 viser også at økning av bæreevnen ved økende strøm er størst for høye bredde-/lengdeforhold.

I Figur 8 er bæreevnen beregnet for et bredde-/lengdeforhold på 0,53 (bredde = 40 m, lengde = 75 m) med en terskelverdi på 1,0 mg/m³ klorofyll *a*. Vi ser for eksempel at bæreevnen øker med en faktor på 2,5 når den midlere klorofyll *a*-konsentrasjonen i fjorden øker fra 1,5–3,0 mg/m³, med midlere strøm på 8 cm/sek. Bæreevnen øker mest med økende strøm ved relativt høye midlere klorofyll *a*-verdier i fjorden.

Hva kan vi lære av dette?

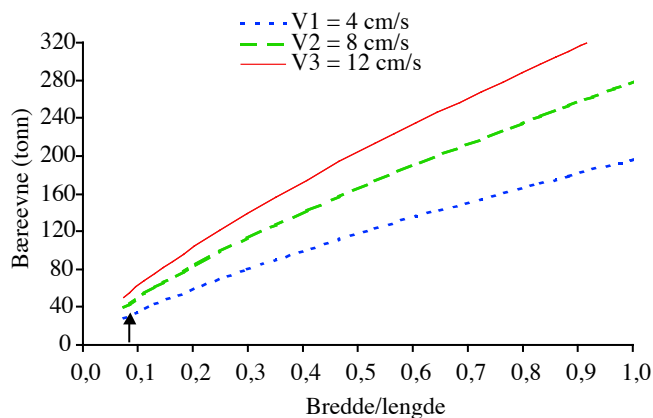
Målet for et optimalt oppsett av et blåskjellanlegg bør være både økt fødetilgang og samtidig mindre variasjoner i fødetilgang gjennom anlegget. En typisk situasjon på høsten er ofte et høyt matinnhold i skjellene ytterst i anlegget som avtar ned mot grensen for salg inn mot midten av anlegget. Tilsvarende, dersom en har en avgiftingssituasjon, kan skjellene ytterst være bortimot giftfrie, mens skjellene i midten av anlegget kan ha et giftinnhold langt over grenseverdien. Dette er en vanskelig situasjon i forhold til å levere jevn kvalitet, og i forhold til stor usikkerhet i prøvetaking til giftanalyser.

Undersøkelsen viser at når biomassen av skjell tilpasses bæreevnen til lokaliteten og skjellanlegget vil vi forvente: 1) økt og jevnere matinnhold i skjellene, 2) økt vekst og 3) raskere avgiftning av skjellene i giftfrie perioder.

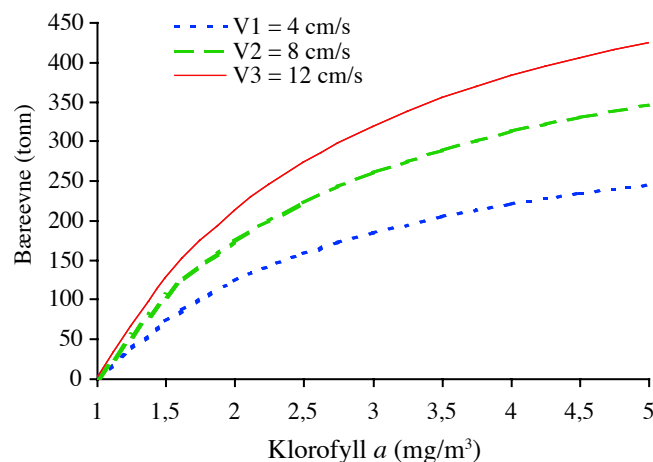
Bredere og kortere anlegg vil gi et bedre fødetilbud til alle skjellene og økt bæreevne pga. økt innstrømningsareal og vanngjennomstrømning. I forholdsvis lange anlegg vil vannet som strømmer gjennom anlegget etter hvert tømmes for alger, mens kortere anlegg vil unngå dette problemet. Dersom anlegget i tillegg tynnes riktig, vil dette ytterligere sikre at alle skjellene får like mye føde. Da unngår vi også for høye tettheter på båndene hvor skjellene sitter i flere lag og de innerste skjellene har lav fyllingsgrad og høyt giftinnhold som følge av dårlig fødetilgang.

Fødetilgangen er en nøkkelfaktor for et godt blåskjellanlegg, og forståelse av fødetilgang bør ligge til grunn for både oppsett, røkting og prøvetaking av et anlegg.

Vi ønsker å undersøke mulige miljøkonsekvenser på bunnmiljøet under blåskjellanlegg på ulike lokaliteter i 2003.



Figur 7 Beregnet biomasse av blåskjell i et anlegg på 3000 m² og med totalt 2000 meter bæreline som funksjon av bredde-/lengdeforholdet og midlere strømforskjell (V1-V3)
Calculated blue mussel biomass in a farm with a surface area of 3000 m² and total length of longlines 2000 m.



Figur 8 Beregnet biomasse av blåskjell i et anlegg på 3000 m², med totalt 2000 meter bæreline, bredde-/lengdeforhold 0,53 og terskelverdi 1,0 mg/m³ klorofyll *a* som funksjon av midlere klorofyll *a*-konsentrasjonene og midlere strømforskjell i fjorden. (V1-V3)
Calculated blue mussel biomass in a farm with a surface area of 3000 m², total length of longlines 2000 m, with/length ratio 0,53 and chlorophyll *a* threshold value 1,0 mg/m³.

2.8

Hummer – vår marine nye oppdrettsart?

Asbjørn Dregstig, Norwegian Lobster Farm AS
Tore S. Kristiansen, Havforskningsinstituttet
Tormod Dregstig, Høgskolen i Stavanger

Hummer er i dag gjenstand for en økende etterspørsel, og har blitt et av de best betalte sjømatproduktene i Norge og verden for øvrig. Både yngel, porsjonshummer og vill hummer etterspørres fra produsenter, restauranter og husholdninger. Oppdrett av hummer blir derfor stadig mer aktuelt, og den senere tids utvikling innen biologi, teknologi, fôr, juridiske forhold, pris og marked, gjør at landbasert mathummeroppdrett har gode betingelser for kommersialisering og gode forutsetninger for å lykkes. Den nye havbeiteloven gjør det også aktuelt å starte kommersielt havbeite med hummer.

I dag eksisterer det praktisk talt ingen kommersiell produksjon av mathummer noe sted i verden. I Irland og Storbritannia er der noen få hummerklekkerier som produserer yngel for utsetting i sjøen. Det eneste hummerklekkeriet som er i drift i Norge i dag ligger på Kvitsøy i Rogaland. Dette klekkeriet er et lite landbasert forsøksanlegg basert på resirkulering, med biofiltre og mekaniske trommelfiltre og stabil temperatur på 20 °C. Anlegget har kapasitet til å produsere over 25 000 små hummer, men blir nå benyttet til å gjennomføre et større FoU-prosjekt. Prosjektet, som ble satt i gang i 2000, ledes av Norwegian Lobster Farm AS, og er delfinansiert av SND-Rogaland, FUNN-ordningen i NFR og Rogaland Fylkeskommune. Samarbeidspartnere er Havforskningsinstituttet og Høgskolen i Stavanger. Det overordnede målet er å teste ut potensialet for oppdrett av porsjonshummer (300 g) i resirkulert sjøvann. Prosjektet inkluderer FoU-aktiviteter på biologi, teknologi, fôr, marked, vannkvalitet, sporbarhet, software og helseovervåking.

Yngelproduksjon

Yngelproduksjon av hummer har til nå basert seg på larver klekket av vill rognhummer. Behovet vil i startfasen være i størrelsesorden 500-1 000 rognhummer per million porsjonshummer produsert. Dersom man vil avle frem hummer med gode oppdrettsegenskaper og/eller ha helårlig produksjon av hummerlarver, vil det være nødvendig å beherske hele livssyklusen i oppdrett. En norsk hummer vil ved minstemålstørrelse (TL = 25 cm) gyte ca. 8 000 egg. Nær klekking plasseres hunnen i en gytetank med eller uten gjennomstrømmende vann. Eggene klekkes når det er mørkt, og larvene samles opp ved å sile avløpsvannet eller ved å fange dem med en liten finmasket håv i klekketanken. Tap av egg kan skje på grunn av håndtering eller infeksjoner, og kan føre til at antall larver som klekkes kan være betydelig mindre enn det gyttede eggantallet. De nyklekte larvene er svømmedyktige og glupske, og det er viktig at de fanges inn så raskt som mulig etter klekking (mindre

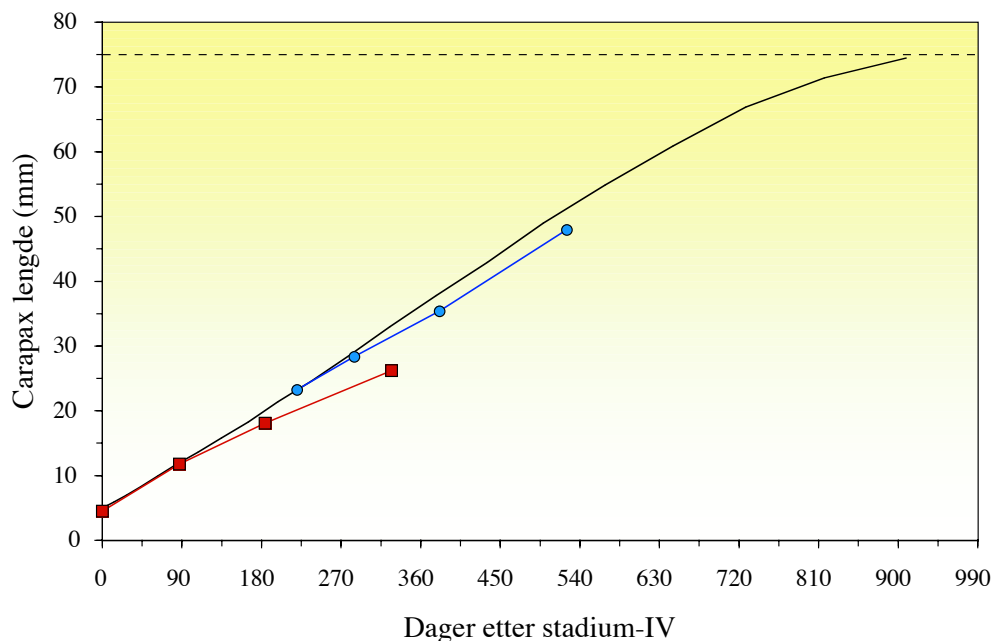
enn en time), og settes på føring for å unngå at de skader hverandre.

Oppdrett av hummer til første bunnlevende stadium (stadium IV) beherskes godt, og en rekke klekkerier i Amerika og Europa har rutinemessig produsert millioner for utsetting. Hummerlarvene oppdrettes i larvetanker, enten med oppstrøm og gjennomstrømming eller i stagnerende ”grønt” vann, med kraftig luftbobling, som skiftes annenhver dag. Larvene føres med levende *Artemia* eller frosne krepsdyr (kun i gjennomstrømstanker). Ved 18-20 °C tar det ca. to uker til IV-stadiet, og overleving fra I- til IV-stadiet ligger i storskalaproduksjon (>50 000 yngel) på 20-50 %. Høsting av IV-stadium hummer fra larvetankene gjøres for hånd, og det er viktig at de høstes kort tid etter skallskifte for å unngå skader og kannibalisme. Dette er en arbeidskrevende operasjon.

Intensiv produksjon

Hummeren vokser relativt raskt hvis den holdes på rundt 20 °C, og kan under gode forhold nå 250 gram to år etter klekking. Oppdrett av små hummer har stort sett foregått i enkle plastbur med perforert bunn, hvor hummeren har blitt føret med frosne krepsdyr og ulike typer formulert fôr. Siden hummeren er kannibalistisk må de oppdrettes i egne bur, noe som gjør oppdrettsfasen både dyr og vanskelig. Fram til de er ca. 5 cm lange kan de oppdrettes i fellesbur med skjellsand og mange skjulesteder, men dette fører til større vekstvariasjon og høyere dødelighet. For å utvikle normale klør må hummeren ha tilgang på skjellsand i burene den første måneden etter bunnslåing (V-stadiet). For å lykkes med denne produksjonen kreves det anlegg med stabil og høy temperatur, god og stabil vannkvalitet, et stort antall enkeltrom som må tilføres fôr og reingjøres automatisk, samt et tørrfôr som gir god vekst og hummer av ønsket kvalitet (noe som ikke finnes i dag). Man er også avhengig av å ha tilgang på billig energi (spillvarme) eller bruke resirkuleringsanlegg for å redusere energikostnadene til oppvarming av vann.

Hummeren vokser godt på en variert diett av ferske eller frosne naturlige byttedyr (inkludert levende eller frossen *Artemia*), men for å kunne automatisere føring og reingjøring er det nødvendig å bruke et formulert fôr (helst tørt) som kan føres ut i nøyaktige og små mengder. Det er gjort en rekke forsøk med ulike typer formulert fôr, de fleste til amerikansk hummer, men ingen gir mer enn 50-80 % av vekstraten til levende byttedyr som *Artemia* eller en variert diett med naturlig fôr. Mangel på et formulert tørt fôr som gir god vekst, normal pigmentering og god spisekvalitet



Figur 1 Rød linje markerer vekst for hummer klekket sommeren 2001. Blå linje markerer vekst for hummer satt inn i forsøket sommeren 2001, men som er klekket sommeren 2000. Linjen mellom de to siste punktene på kurvene viser vekst i perioden hvor de bare fikk torsketerfôr. Den sorte linjen markerer veksten man oppnådde med naturlig fôr. Den stiplede horisontale linjen på toppen viser grensen for porsjonshummerstørrelse [ca. 75 mm carapax lengde; total lengde ca. 21 cm (TL \approx 2,75CL)].
The red line shows the average growth curve of lobsters hatched summer 2001. The blue line shows growth of larger juveniles put into the experiment summer 2001 (hatched summer 2000). The line between the last two points of the curves shows the growth in the period where they were given only formulated cod feed. The black line is a similar growth curve obtained by Wickens & Beard (1991) on natural feed. The dotted horizontal line on the top shows the size of a portion sized lobster [approximately 75 mm carapax length; total length about 21 cm (TL \approx 2,75CL)].

på hummeren er kanskje den viktigste flaskehalsen for hummeroppdrett i dag.

Resultater fra Kvitsøy

Foreløpige biologiske resultater fra forsøkene ser lovende ut. Resultatene tyder på at målet om å produsere en porsjonshummer på 24-30 måneder er realistisk. Forsøkene

på Kvitsøy har gitt tilnærmet samme vekst for liten yngel føret med krepsdyr, og for stor hummeryngel (30-50 mm carapaxlengde) føret med kommersielt torskefôr, som det er oppnådd i utlandet med naturlig fôr (Figur 1). Den siste perioden av forsøket ble det føret bare med torskefôr. Veksten til liten yngel avtok i denne perioden, noe som delvis også skyldtes lite areal i burene.



Figur 2 Hummer føret med fôr uten pigmenter mister fargen og blir etter hvert lyseblå og til slutt hvit. Ved å tilsette pigmenter i føret kan dette motvirkes.

Lobsters given feed without pigments loose colour and become light blue, eventually white. This can be avoided by adding pigments to the feed.

Torskefôr er ikke et optimalt fôr til hummer, og mangler bl.a. pigmenter som gir naturlig skallfarge (Figur 2). Utvikling av et spesiallaget hummerfôr som gir bedre vekst og ønsket produktkvalitet er en nøkkelfaktor for videre utvikling. Forsøk med et fôr som inneholder ulike nivåer av astaxantin (pigment) er startet opp, og disse resultatene vil være tilgjengelige sommeren 2003. Videre har forsøkene vist at nyklekket yngel spiser de fleste pelleterte fôrtyper med god appetitt. Hos liten yngel ga naturlig fôr (mysider og andre krepsdyr) bedre vekst enn torsketerfôr, men et ukentlig tilskudd av naturlig fôr forbedret vekst og pigmentering. Bruk av skjellsand og skjul i karene hadde ingen betydning for vekst og overleving i enkeltbur, men skjellsand er nødvendig i en kortere periode etter bunnslåing for at hummerne skal utvikle knuseklo. Hummerens vekst var påvirket av bunnarealet i burene.

Marked og produktkvalitet

Resultatene fra markedsundersøkelser og produktkvalitet underbygger at kommersielt landbasert hummeroppdrett har

et potensial i Norge. Alle de fire markedsundersøkelsene som Norwegian Lobster Farm AS har gjennomført, og selskapets egne salgstall, dokumenterer at hummer oppnår en høy pris når kontinuerlige leveranser er mulig. De første porsjonshummerne ble også testet i kvalitets-sammenligninger mellom oppdrettet hummer og villhummer ved Gastronomisk Institutt i Stavanger høsten 2002. Selv om oppdrettshummeren hadde svakheter (bl.a. svak farge etter torskedietten), oppnådde porsjonshummeren gode resultater i testen. En ny test skal gjennomføres på porsjonshummer i april 2003 etter at fôrforsøket er gjennomført.

Teknologi

Flere ulike burtyper og mulige oppdrettskonsepter har blitt laget i prosjektet på Kvitsøy, og både vertikale og horisontale sirkulære enheter har blitt testet ut. Få burtyper har vist seg å være egnet under kommersielle oppdrettsbetingelser. Norwegian Lobster Farm AS har imidlertid utviklet et oppdrettskonsept for yngeloppdrett opp til 9 cm i total lengde. Dette er i dag kommersielt tilgjengelig. Videre har selskapet utviklet og tatt ut patent på et teknologisk konsept som inkluderer både yngel og mathummeroppdrett for helautomatisert intensiv produksjon. Det siste konseptet, som er basert på bruk av full resirkulering, inkluderer også et billedbehandlingsprogram for identifisering av enkeltindivider i kombinasjon med et sporingssystem (Alf Reime, Intentia AS) for biosikkerhet. Ved bruk av slik produksjonsteknologi, kan hummeranlegg lokaliseres hvor som helst langs norskekysten.

Kompetanse og behov for FoU

Havforskningsinstituttet har høy kompetanse på hummer som oppdrettsart (havbeite og intensivt oppdrett). I tillegg besitter flere forskningsmiljøer og aktører i næringen en

solid kompetanse innenfor biologi, teknologi, marked, vannkvalitet, helse, automasjon og prosessstyring. Næringen har likevel mange viktige FoU-oppgaver som må løses og optimaliseres. De mest akutte er utvikling av et hummerfôr samt optimalisering og utprøving av teknologi. Videre mangler kunnskap om toleranse og preferansegrenser for vannkvalitet, metabolitter (karbondioksyd, ammonium, m.m.), arealbehov relatert til størrelse, familievariasjon osv. Et forsøk på måling av hummerens ekskresjon/respirasjon blir gjort våren 2003 i samarbeid med Rogalandsforskning. Det er også behov for å utvikle en mer effektiv produksjon av bunnslått hummeryngel.

Landbasert oppdrett av hummer har tidligere vært ansett som en kapitalintensiv virksomhet med svært høy risiko. Resultatene fra den senere tids utviklingsarbeid indikerer imidlertid at en kommersiell oppstart kan bli foretatt med en betydelig lavere biologisk og økonomisk risiko, men dette forutsetter at de næringsmessige og forskningsmessige utfordringer i hele verdikjeden blir løst i riktig rekkefølge. Å strukturere og kombinere den eksisterende kompetansen må derfor prioriteres for å gi gode synergieffekter for alle aktører.

Det har ikke vært mulig å få finansiering fra Norges forskningsråd til dette arbeidet siden hummer ikke er en prioritert oppdrettsart. Næringen er fortsatt avhengig av ny kunnskap og en rask tilrettelegging av kompetanse i praktisk virksomhet. Selv om de største utviklingskostnadene vil falle på gründerbedriftene, må behovet for FoU ikke undervurderes i en kommersialiseringsprosess. Tilgang på FoU-midler og forskningsstøtte vil være nødvendig for å løse de nødvendige flaskehalsene for å bygge opp en lønnsom næring.

2.9

Helsesituasjonen, potensielle problemer og forebyggende tiltak

Hogne Bleie, Veterinærinstituttet Bergen

Akvakulturnæringen har de siste to årene opplevd fremgang innen oppdrett av artene torsk og kveite. Helsestatusen var i året som gikk generelt god, spesielt med tanke på smittsomme sykdommer. Næringen opplevde likevel tap på grunn av høye sjøvannstemperaturer og vannkvalitetsproblemer relatert til enkelte driftsformer. Miljørelatert stress svekker fiskens motstandskraft mot smittestoff, noe som øker risikoen for sykdom. Smitte mellom oppdrettsfasiliteter forekommer ofte ved kjøp og salg av fisk. Kjente og ukjente smittestoff fra naturen kan videre finne veien til marine oppdrettsarter. Tekniske løsninger og driftsrutiner må på bakgrunn av dette sikre et godt miljø, lite stress og strenge smittehygieniske tiltak.

Det har i de siste årene vært stor interesse for oppdrett av torsk. Satsingen på denne arten har ført til store investeringer i anlegg for produksjon av torskeyngel flere steder langs Norges kyst. De ulike klekkeriene har satset på forskjellig teknologi som er mer eller mindre avansert og sårbar. Noen satser på resirkulering av sjøvannet med eller uten oppvarming, andre på kontinuerlig pumping av friskt dypvann med ulik grad av fôrbehandling. Stamfisker kan være villfanget, fremfôret villtorsk eller helt oppdrettet, faktorer som en må ta med i risikovurderinger rundt helse og smittespredning. På matfisksiden er det fortsatt mange konsesjoner for marin fisk som ikke er i bruk, men en venter at oppdretterne vil sette ut torsk på flere nye lokaliteter med det første. Mye av den ferske torsken på markedet i dag er oppdrettet helt fra klekkeri til ferdig slaktestorsk, noe som gir den bedre sporbarhet og kontroll med fiskens helse. Det er fortsatt et betydelig potensial når det gjelder sykdomsforebygging i torskoppdrett.

Samtidig med all satsingen på torsk har det skjedd en svært positiv utvikling innen oppdrett av kveite, ikke minst på yngelsiden. Etter en del år med problemer i yngelfasen, produseres det meste av kveiteyngelen nå intensivt. Yngeltilgangen for matfiskprodusentene er som en følge av dette blitt sikrere enn tidligere, som det går frem av kapittelet om oppdrett av kveite. Til tross for en relativt lang oppdrettssyklus, er det nå stadig fersk oppdrettet kveite av høy kvalitet og verdi på markedet. Den varmekjære arten piggvar produseres ved hjelp av spillvarme fra prosessindustri, mens den mer klimatilpassede steinbiten avles så langt i mindre mengder nord i landet.

Selv om det er alvorlige smittsomme sykdommer vi frykter mest i alt husdyrhold, er helseproblemer mye mer enn bare smittestoff. Miljøfaktorer er svært viktige når det

gjelder trivsel og overlevelse. Selv om fisk tilsynelatende har det bra, kan ugunstige miljøforhold være stressende for fisken, slik at infeksjoner lettere kan oppstå. Er fisken svært stresset, kan selv de mest alminnelige bakterier fra miljøet gi infeksjoner, sykdom og dødelighet. Enkelte driftsformer i klekkerier for marin fisk kan føre til at stressfaktorer oppstår, som for eksempel lavgradig nitrogenovermetning i oppdrettsenhetene.

Denne artikkelen gir et kort innblikk i sammenhengen mellom enkelte miljøfaktorer, smittestoff og helseproblemer i marint fiskeoppdrett, en oversikt over aktuelle lidelser i året som var, samt et lite innblikk i hva som kan gi problemer i fremtiden. Det blir videre fokusert på forebyggende tiltak.

HELSEPROBLEMER I 2002

Året 2002 var preget av svært høye sjøtemperaturer på ettersommeren, spesielt sør for Stad. Dette medførte mange problemer, spesielt for oppdrettere av marin matfisk. Lav oksygengehalt i sjøen, økt behov for oksygen, fysiologisk ubalanse og stress var trolig noen av konsekvensene.

Torsk, yngel

På klekkeriene var det også i 2002 store tap på grunn av "flytere", som har en overfylt svømmeblære, der fisken mister likevekten og flyter opp til vannskorpen. Årsaken til problemet er ennå ikke kjent, men mange teorier har vært lansert. Ernæringsmessige forhold, gassovermetning, bakterieinfeksjoner og utviklingsdefekter er mulige årsaker. Rygggradsdeformiteter var også et relativt stort problem på torsk i året som gikk. Årsaken er også her ukjent.

Dødelighet med overvekst av bakterier i tarmen forekom på noen anlegg. I ett tilfelle ble det diagnostisert renkultur av *Vibrio*-bakterier fra tarmen. Leverskader som følge av feilstikking og deponering av vaksiner i leveren ble sett ved flere anledninger. Leveren strekker seg mye lenger bakover i buken hos torsk enn hos laksefisk, og det er derfor lett å treffe leveren ved vaksineringsprosedyrer.

Torsk, matfisk

Den varme sommeren førte til mye dødelighet i matfisk-anlegg for torsk. Dødeligheten oppstod ved sjøtemperaturer over 17–18 °C. Om dette var grunnet oksygensvikt eller annet fysiologisk stress er ikke klarlagt. Mange anlegg opplevde også i 2002 infeksjoner med bakterien *Vibrio anguillarum*, som finnes over alt i det marine miljøet. Det var da særlig *V. anguillarum* serotype O2b som ble isolert ved dødelighet på matfisk. Vaksinene har til nå

ikke beskyttet mot *serotype* O2b, men noen av de store vaksineprodusentene arbeider med å få slik vaksine ut på markedet i løpet av 2003. Se også omtale av vibriose i *Havbruksrapport 2001 og 2002*.

Katarakt ble rapportert fra flere torskeanlegg i året som gikk, uten at en kan si noe om utbredelsen av denne lidelsen hos torsk. To torskeanlegg har også fått stilt diagnosen kolikk, som følge av at tarmen satte seg fast i et brokk i krøset. Tarmene hos enkeltindivid var svært stygge og blodige. Torsken, som henholdsvis hadde en gjennomsnittsvekt på 30 gram og ett kg da problemene oppstod, svimet i overflaten av merden.

Torsk er som kjent mottagelig for en rekke parasitter. Det ble funnet flere ulike parasitter hos oppdrettet torsk, uten at det ble rapportert om noen dramatiske følger av parasittinfeksjonene. Nematodene *Hysterothylacium gadi* og *Echinorhynchus gadi* ble diagnostisert nord i landet. Den sistnevnte av disse forårsaket forstoppelse i tarmen hos villfanget torsk i merd. *Trichodina* og *Ichthyobodo* (costia) ble påvist på torsk flere steder i landet.

Kveite, yngel

Infeksjon med nodavirus forårsaker *Viral encefalopati og retinopati* (VER), som er en alvorlig sykdom i sentralnervesystemet. Sykdommen var fra midten av 1990-tallet en av de største hindringene for et gjennombrudd innen kveiteyngelproduksjon. De to siste sesongene har det vært færre utbrudd med denne sykdommen, trolig på grunn av bedre driftsrutiner, mindre stress for fisken og mer fokus på hygiene. Mye tyder på at smittestoffet, nodaviruset, introduseres til yngelanleggene vertikalt, altså fra stamfisk til avkom. Lidelsen er også omtalt i *Havbruksrapport 2001 og 2002*. I fjor var det ett utbrudd med VER i et yngelanlegg. Dette utbruddet ga høy dødelighet i enkeltenheter, men lav dødelighet totalt i anlegget. Virussykdommen *Infeksiøs pankreasnekrose* (IPN) har tidligere ført til dødelighet av kveiteyngel i tiden etter metamorfosen. Sykdommen ble ikke innrapportert i 2002. Både VER og IPN er meldepliktige sykdommer i gruppe-B etter fiskesykdomsloven.

Bakteriell gjellebetennelse samt infeksjoner med parasittene *Trichodina* og "costia" har ført til en del behandling med formalin. Disse infeksjonene henger ofte sammen med ugunstig vannkvalitet.

Kveite, matfisk

Kveiten er vanligvis en meget hardfør art i påvekstfasen og helt frem til slakting. Den trives likevel ikke i sjøtemperaturer fra om lag 15 °C og oppover. Under slike forhold vil fisken svømme mer eller mindre kontinuerlig, noe som er et tegn på stress. Slik svømmeaktivitet er også en stressfaktor i seg selv, som medfører forhøyet forbrøining og underskudd av oksygen. Appetitt og vekst stopper opp. Sjøtemperaturer på omkring 20 °C og over er dødelig. Bindevevet i huden går tilsynelatende i oppløsning, væskebalansen forstyrres, det beskyttende slimet forsvinner og en får en uttørring av huden.

På ettersommeren 2002 førte varmen til betydelig dødelighet

i flere kveiteanlegg i sjøen sør for Stad, noe en også opplevde noen steder i Hordaland sommeren 1997. Det ble ikke observert nevneverdig dødelighet på grunn av høy temperatur nord for Stad, der varmen likevel førte til indirekte tap som følge av appetittsvikt og tapt kondisjon.

Flere kveiteanlegg fikk diagnosen atypisk furunkulose, som er forårsaket av bakterien atypisk *Aeromonas salmonicida*. Den affiserte fisken var opptil 2 kg, og behandling med antibiotika ble gjennomført ved flere anledninger.

Piggvar

Det var ett utbrudd av VER i et yngelanlegg for piggvar i 2002. Smittekilden er ikke kartlagt. Stammen av nodavirus er ikke karakterisert ennå, men det er kjent at flere ulike nodavirusstammer kan infisere piggvar. Ellers har en påvist *Tricodina*-infeksjoner hos piggvaryngel relatert til ugunstig vannmiljø.

Steinbit

Steinbit er som kveite mottagelig for atypisk furunkulose. Det ble diagnostisert ett tilfelle av slik sykdom på steinbit i 2002. Gjellepatologi som følge av både *Tricodina* og "costia" ble observert nord i landet. *Tricodina* i hud var i enkelte tilfeller et så stort problem at fisken ble behandlet med formalin. Gassovermetning var i ett tilfelle trolig årsaken til dødelighet hos steinbit.

HVA KAN VI VENTE OSS FREMOVER?

Med stadig større biomasse med marin fisk må vi vente at "eksotiske" infeksiøse sykdommer kan føre til tap. Kjente sykdommer fra en art kan erfaringsmessig oppstå i nye verter.

Nodavirus

Fra Storbritannia har det blitt rapportert om VER i oppdrettet torsk. Denne var avkom av stamfisk villfanget i Irskesjøen. Et matfiskanlegg hadde kjøpt fisken fra klekkeriet da den veide mellom 1,5 og 3,5 gram. Kliniske tegn oppstod om lag to til tre uker etter innkjøp, og bestod av spiralsvømming i vannskorpen og på bunnen av tanken. Torsken ble mørk i fargen. Den samlede dødeligheten var kun rundt 2 % etter en periode på tre måneder. I et forsøk på å finne smittekilden ble flere fiskearter i leverandørklekkeriet undersøkt med tanke på nodavirus. Tunge, rødspette, hyse og flyndre, samt den aktuelle stamtorsken, ble undersøkt for nodavirus. Kun tungen fikk påvist viruset. Tungen, som var på yngelstadiet, og avkom av stamfisk villfanget rundt Isle of Man, utviklet sykdomstegn med appetittsvikt og blek farge. Etter noen måneder var all denne fisken død av sykdommen. Nodavirusisolatene fra torsk og tunge i Storbritannia ble ved hjelp av genetiske studier sammenlignet med isolatene fra kveite i Norge og Skottland. Studiene viste en meget stor grad av likhet mellom alle disse fire nodavirusstammene, (W.G. Starkey med flere, *Veterinary Record* 149:179-181, 2001).

Et torsk klekkeri i Newfoundland i Canada og et i New Hampshire i USA opplevde store tap på grunn av nodavirusinfeksjoner i 2002. Et hyseklekkeri i samme

regionen mistet det meste av sin produksjon på grunn av VER.

VHS

Viral hemoragisk septikemi (VHS), også kalt Egtvedtsyke, er ansett som "den store stygge ulven" blant fiskesykdommene. VHS er først og fremst en alvorlig og meget smittsom virussykdom hos oppdrettet regnbueørret i vassdrag nord på Kontinentet. I Norge er den en gruppe A-sykdom etter fiskesykdomsloven, noe som medfører meget strenge reaksjoner fra myndighetenes side om smitten blir påvist. Høsten 1994 var det et sykdomsutbrudd på piggvar i et landbasert matfiskanlegg på vestkysten av Skottland. All biomasse ble destruert og anlegget brakklagt. Smittekilden ble funnet å være ubehandlet våtfôr av oppmalt skrapfisk. I løpet av de siste ti årene har VHS-virus blitt isolert fra bestander av en rekke marine fiskearter, deriblant torskefisk, sild, piggvar og andre flyndrefisker. Også i våre nærområder har man påvist VHS-viruset i villfisk (Figur 1). Den kjente distribusjonen av VHS-viruset i europeiske farvann går frem av kartet under. Til nå har ikke VHS blitt påvist i marint oppdrett i Norge.

Andre aktuelle infeksjoner

Flere andre infeksjose sykdommer er kjent fra ulike arter villfisk og oppdrettsfisk. Av mange bakterier som kan gi sykdom hos marine fiskearter, bør nevnes *Mycobacterium marinum*, som gir en kronisk infeksjon med byller flere steder

i kroppen. Sykdommen, som ofte blir kalt fisketuberkulose, er et stort kvalitetsproblem for angrepet fisk. Også dette agenset smitter gjennom fôring av ubehandlet fisk og fiskeavfall. Se også omtale i *Havbruksrapport 2001*.

Virussykdommen *Lymphocystis*, kjent fra villfisk i våre farvann og fra oppdrett i Middelhavet, gir vortelignende utvekster på huden. Sykdommen er relativt godartet, men kan bane veg for andre infeksjoner gjennom huden. *Cod ulcus syndrom* (CUS), som trolig er forårsaket av et virus, er kjent fra villtorsk i Nordsjøen. Til nå har det ikke vært noen rapporter om CUS i norsk oppdrett. CUS er omtalt i *Havbruksrapport 2001*. Det er i tillegg vist at *Infeksiøst pankreasnekrose-virus*, (IPNV), som fører til sykdom hos et vidt spekter av arter, kan infisere torsk under eksperimentelle forhold.

FOREBYGGING

For å unngå helseproblemer i en oppdrettsfasilitet, er det svært viktig med nøye vurdering av både tekniske installasjoner og driftsrutiner med tanke på både et godt oppdrettsmiljø og lav smitterisiko. Når nye anlegg tilrettelegges bør risikoanalyser og fiskehelse være i fokus alt på tegnebrettstadiet.

Miljø

Etter den varme sommeren i 2002 bør sjøbaserte anlegg



Figur 1 Europeiske kystområder hvor VHS-viruset til nå er påvist i ville fiskebestander. Distribusjonen av viruset ble kartlagt i et EU-finansiert prosjekt, der det ble samlet inn 46 000 fisker fra 46 ulike arter. Det ble påvist 124 VHSV-isolater fra 12 arter. Kartet er giengitt med velvillig tillatelse fra dr. Stig Møllergaard, Fødevarerdirektoratet, Kontor for Husdyrssykdomme, Danmark.
Map showing locations in European coastal regions of detection of VHS-virus in wild fish stocks. The distribution of the virus was mapped in an EU-financed project, in which 46 000 fish samples from 46 species were collected. VHSV-isolates from 12 species were detected. The map is shown with the permission of Dr. Stig Møllergaard, Fødevarerdirektoratet, Kontor for Husdyrssykdomme, Denmark.

vurdere å ha tilstrekkelig dype merder til at fisken kan rømme ned til kaldere vann med høyere oksygengehalt. Erfaring fra torsk er at fisken søker ned i kaldere vann om den har muligheten. Ved oppblomstringer av farlige alger kan det også være gunstig for fisken å oppholde seg på dypere vann. Temperaturforhold, dybde og strømningsforhold er tre av flere faktorer som må vurderes før en legger ut en ny sjølokalitet. Ved høye temperaturer er det også ekstra viktig å ikke stresser fisken.

I landbaserte oppdrettsanlegg og klekkerier er det mange tekniske løsninger som kan innvirke på miljøet og medføre risiko. Bruk av sjøvann, som pumpes fra store dyp, og oppvarming av dette, kan lett føre til nitrogenovermetning, da løseligheten for gasser i vann går ned ved fallende trykk og økende vanntemperatur. Ved høy temperatur vil på den annen side oksygengehalten i vannet synke, dermed blir det mindre tilgjengelig surstoff for fisken.

Rutiner for lufting av vannet med stor nok kapasitet er helt essensielt. En bør videre være forsiktig med overdrevet oksygentilsetning til vannet, da heller ikke overmetning med surstoff er gunstig. Rør og andre installasjoner må heller ikke avgi giftige komponenter. Resirkulering av vann er også teknologi med flere risikofaktorer, eksempelvis smittespredning internt på et anlegg og oppbygging av avfallsstoff i vannet.

Smittevern

Smittevern kan deles inn i to deler: Det å unngå innføring av nye smittestoff til et anlegg og å begrense omfanget av eventuell smitte innenfor et anlegg.

Innlegg av befruktet rogn fra flere ulike stamfiskanlegg kan medføre økt helserisiko, blant annet med tanke på vanlige, men plagsomme smittestoff som nodavirus og IPN-virus. Kjøper bør sette strenge krav til dokumentasjon for smittestatus hos leverandører av rogn og yngel.

Bruk av villfanget stamfisk innebærer trolig en meget stor smitterisiko. Rekruttering av oppdrettet stamfisk vil trolig

være mye tryggere. Alle stamfiskrekrutter bør settes i en karantenemerid på en egnet lokalitet i god tid før flytting til stamfiskanlegget. Om mulig må relevante prøver tas ut og analyseres før innsett i stamfiskanlegget. Føring med avskjær, hel fersk eller frossen villfisk, er særlig risikabelt og kan få ekstreme konsekvenser som må unngås.

Grundig planlegging med gjennomtenkte tekniske løsninger og driftsrutiner, der en henter inn kunnskap og erfaring fra den eksisterende oppdrettsnæringen, vil trolig føre marint oppdrett langt i retning av kommersiell suksess. Mange ulike fagdisipliner bør trekkes inn i planleggingen av oppdrettsfasilitetene og de interne rutinene på et tidlig stadium.

Takk til bidragsyttere

En stor takk til de som har bidratt med opplysninger til denne artikkelen:

Renate Johansen, Hege Hellberg, Hanne R. Skjelstad, Geir Bornø og Kjell Flesjå ved Veterinærinstituttet; Torstein Harboe, Anders Mangor-Jensen, Audun H. Nerland og Erik Slinde ved Havforskningsinstituttet; William (Bill) Starkey, Charles McGurk og Hugh Ferguson ved Institute of Aquaculture, University of Stirling, Skottland; Ronald Cusack ved Department of Agriculture & Fisheries, Nova Scotia, Canada; samt en rekke oppdrettere og fiskehelsepersonell rundt hele den lange kysten vår.

Many thanks are owed to the people who were so kind as to share information contributing to this article:

Renate Johansen, Hege Hellberg, Hanne R. Skjelstad, Geir Bornø and Kjell Flesjå at the National Veterinary Institute, Norway; Torstein Harboe, Anders Mangor-Jensen, Audun H. Nerland and Erik Slinde at the Institute of Marine Research, Norway; William (Bill) Starkey, Charles McGurk and Hugh Ferguson at the Institute of Aquaculture, University of Stirling, Scotland; Ronald Cusack at the Department of Agriculture & Fisheries, Nova Scotia, Canada and several fish farmers and fish health personnel along the Norwegian coast.

Kapittel 3

Vekselvirkninger mellom miljø
og havbruk



3.1 Rammebetingelser for havbruk

3.1.1

EUs rammedirektiv for vann – hva vil det bety for fiskeri- og havbruksnæringen?

Jakob Gjøsæter, Havforskningsinstituttet

EUs vannrammedirektiv trekker opp retningslinjer for overvåkning og forvaltning av vannforekomster på land og i kystnære sjøområder. Formålet er å ivareta vannforekomstenes økologiske status, beskytte mot forurensning og sikre bruk som ikke forringer den økologiske status. Et grunnleggende prinsipp er at overvåkingen skal være knyttet til nedbørsfelt, vassdrag og utenforliggende sjøområder som disse drenerer til, og å se dette som helhetlige systemer.

Etter vannrammedirektivet skal det etableres *økologisk baserte miljømål* for alle vannforekomster, og det skal innføres regelmessig overvåking av deres *økologiske status*. Økologisk status skal bestemmes ut fra tilstanden til de biologiske komponentene i økosystemene. *Biologiske kriterier* vil derfor bli en forutsetning for å kunne definere økologisk status, og den respons et økosystem har på miljøpåvirkninger. I dag er klassifiseringskriteriene for miljøkvalitet i stor grad basert på kjemiske parametre. Biologiske kriterier er til nå lite benyttet. EU-kommisjonens forslag til rammedirektiv for vann (2000/60/EC) ble vedtatt av EU-parlamentet sommeren 2000. Vannrammedirektivet gjøres gjeldende for medlemslandene i EU og land tilknyttet EØS-avtalen, og skal tre i kraft 2006.

Strukturen i vannrammedirektivet

Vannrammedirektivet gir retningslinjer for

- hvilke vannforekomster som skal overvåkes
- hvilke elementer som skal inngå i overvåkingen
- hvordan tilstanden i vannforekomstene skal karakteriseres
- hvor ofte prøvetaking skal finne sted
- hvordan resultatene skal rapporteres
- hvordan kvaliteten i undersøkelsene skal ivaretas

Overvåkingen skal gi grunnlag for tiltak der vannkvaliteten ikke er god. Basert på overvåkingen skal det utarbeides forvaltningsplaner for vannforekomstene.

Vannforekomstene inndeles i grunnvann og overflatevann. Overflatevannet (surface waters) inndeles videre i følgende hovedkategorier:

- elver og rennende vann
- innsjøer
- brakkvannsområder og estuarier (transitional waters)
- kystområder

Alle vannforekomster, også kystvann, som vi skal konsentrere oss om her, skal tilhøre et nedbørsdistrikt. Kystvann er videre inndelt i regioner og typer basert på noen obligatoriske og noen valgfrie kriterier. Tabell 1 viser hvilke typer som er foreslått for norske farvann. Det er noe usikkert om type nr 13, som er en estuarie/brakkvannstype, ikke en kysttype, vil bli tatt med.

Den fineste inndelingen er vannforekomster (water bodies). I marin sammenheng kan dette være en fjord, et havneområde eller en åpen kyststrekning. Innen alle typene skal den økologiske status klassifiseres med hovedvekt på biologiske forhold. I overvåkingen skal en beskrive:

- biologiske komponenter (fauna, flora)
- hydrologiske/hydrofysiske komponenter og habitater
- kjemiske komponenter og forurensningskomponenter

De to siste punktene skal være en støtte for de biologiske komponentene. Der det skjer forandringer i de fysiske/kjemiske naturforholdene som følge av menneskelig påvirkning, skal virkningene karakteriseres ved de effektene dette har for de biologiske komponentene.

De biologiske elementene som skal inngå ved klassifisering av den økologiske status i marine miljøer er:

- planteplankton (artssammensetning, tallrikhet, biomasse)
- planter på bunnen inklusive påvekstlanger (artssammensetning, tallrikhet)
- hvirvelløse bunndyr (artssammensetning, tallrikhet)
- fisk (artssammensetning, tallrikhet, aldersstruktur)

Overvåking av fisk er obligatorisk i brakkvannsområder, men ikke i kystområder. Økologisk status skal klassifiseres etter et system med fem klasser. Disse betegnes som henholdsvis høy, god, moderat, svak og dårlig i forhold til den økologiske naturtilstanden for den aktuelle miljøtypen. Vannrammedirektivet gir generelle retningslinjer for hvordan klassene skal avgrensnes for hver av vannkategoriene og de tilhørende biologiske elementene. Direktivet gir også retningslinjer for klassifisering av hydrofysiske og hydrokjemiske elementer i de samme klassene.

Tabell 1 Eksempler på vanddirektivets foreslåtte inndeling i regioner og typer.
Examples of regions proposed by the EU Water Framework Directive.

Nr	Region	Type	Eksposering for bølger	Blandingsforhold	Oppholdstid
1	Barentshavet	Åpen kyst	Eksponert	Gjennomblandet	Dager
2	Barentshavet	Bukt	Moderat	Gjennomblandet	Dager
3	Norskehavet	Åpen kyst	Eksponert	Gjennomblandet	Dager
4	Norskehavet	Bukt	Moderat	Gjennomblandet	Dager
5	Norskehavet	Skjærgård	Moderat	Gjennomblandet	Uker
6	Norskehavet	Fjord	Beskyttet	Delvis blandet	Måneder
7	Nordsjøen Vest	Åpen kyst	Eksponert	Gjennomblandet	Dager
8	Nordsjøen Vest	Skjærgård	Moderat	Delvis blandet	Dager
9	Nordsjøen Vest	Fjord	Beskyttet	Lagdelt	Måneder
10	Nordsjøen Skagerrak	Åpen kyst	Moderat	Gjennomblandet	Dager
11	Nordsjøen Skagerrak	Skjærgård	Beskyttet	Delvis blandet	Uker
12	Nordsjøen Skagerrak	Fjord	Svært beskyttet	Lagdelt	Måneder - år
13	Nordsjøen Skagerrak	Estuarier	Beskyttet	Lagdelt	?

I prinsippet skal alle vannforekomster som får dårligere karakter enn god tilbakeføres til minst god. En har imidlertid en kategori som kalles sterkt modifiserte vannforekomster (heavily modified waters) som av økonomiske eller praktiske grunner ikke kan tilbakeføres til en god naturtilstand. Dette kan være kunstige magasiner til kraftverk eller lignende ferskvannforekomster. Det kan også være havner eller andre spesielle områder i sjøen.

Tidsplan

EU har satt opp en tidsplan som innebærer at overvåkingsprogrammene skal være fullt operative fra år 2006. Forslag til områdeinndeling/nedbørsfelt-distrikter og referanseområder skal foreligge i 2003. Endelig inndeling i nedbørsfelt-distrikter, utvelgelse av referanseområder og karakteristikk av områdene skal være på plass i 2004.

Betydning for fiskerier og havbruk

EUs vannrammedirektiv skal sikre rent vann og sunne økosystemer i våre kystområder, og forutsetter at forurenser betaler for opprydding. Kravet om rene og sunne habitater for våre fiskebestander og for oppdrettsorganismer vil uten tvil bli sentralt også for å få solgt produktene. Det er ikke urimelig at en form for "miljøsertifisering" av produktene vil komme i nær framtid. I utgangspunktet vil derfor fiskeri- og havbruksnæringen ha interesser som samsvarer med kravene i vanddirektivet.

Det vil neppe være mulig å unngå at den flora og fauna som finnes like under ett oppdrettsanlegg vil avvike fra "normalen" for den vanntypen anlegget ligger i, selv området som helhet ikke blir merkbart påvirket. Det er derfor viktig for næringen at kriteriene for god status for vannforekomstene, og de overvåkningssystemene som velges for å overvåke denne kvaliteten, blir slik at de ikke hindrer fiskeoppdrett og andre aktiviteter, dersom anleggene plasseres og drives slik at de ikke utgjør noen virkelig trussel mot omgivelsene.

Videre lesning

Selve vannrammedirektivet er tilgjengelig på engelsk og dansk, f.eks. via

<http://europa.eu.int/comm/environment/water/index.html>

som også gir mange andre nyttige referanser.

En fylldig konsekvensutredning omkring vannrammedirektivet finnes på

<http://www.sft.no/nyheter/dokumenter/>

vanddirektivet_konsekvensutredning051001.pdf

SFT har også en rekke andre nyttige referanser på sine nettsider www.sft.no.

Vannrammedirektivet er også behandlet på følgende sider:

<http://www.kystsonenol.no/> og <http://www.vanddirektivet.no/>.

3.1.2

Forslag til ny avgrensingsform for fiskeoppdrett: Fortsatt utvikling krever nye grep

Jens Chr. Holm, Fiskeridirektoratet

Det kan bli endringer i konsesjonsregimet for laks og regnbueørret i årene fremover. Et utvalg nedsatt av Fiskeridirektøren leverte sin innstilling i august 2002, og forslaget kan innebære at konsesjonsvolumet blir faset ut som avgrensende størrelse. Denne artikkelen gjengir i store trekk forslaget fra utvalget, men noen av konklusjonene er justert i ettertid. Dette står for forfatterens regning.

Biomasse eller fôrforbruk som konsesjonsavgrensning

Forslaget til ny avgrensning av matfiskeoppdrett for artene laks, ørret og regnbueørret er basert på at selve konsesjonen avgrenses av maksimal tillatt biomasse (Figur 1). Dette begrepet er forkortet til MTB som står for maksimalt antall tonn biomasse i anlegget (konsesjonen) til enhver tid. Forslaget skal i prinsippet kunne anvendes for enhver fiskeart i saltvann. Utvalget har vurdert ulike alternative avgrensingsformer på konsesjonsnivå, spesielt areal (i praksis dagens ordning) og fôrmengde (totalenergi), men samlet seg om forslaget om et biomassebasert konsesjons-

system. Det var først og fremst oppdretternes representanter i utvalget som ikke ønsket en fôrbegrensning av konsesjonen, mens representantene for offentlig forvaltning hovedsakelig kunne tenke seg en fôrregulert konsesjon.

Etter at utvalget har levert sin innstilling, har diskusjonen i en del av distriktslagene til oppdretterorganisasjonen FHL havbruk vist at det er ulike oppfatninger om hva som vil tjene oppdrettsnæringen best. Heller ikke de ulike forvaltningsetatene eller Fiskeridepartementet har bestemt seg for hva som foretrekkes. Så i skrivende stund (januar 2003) er det uvisst hva som blir valgt. Uansett vil det være logisk å velge en gjennomgående målestokk som enten er biomasserelatert (kalt MTB-alternativet) eller tuftet på fôrmengde (MTF – maksimalt tillatt fôrenergiforbruk). Dette vil være forenklende og tillate enklere beregninger og simuleringer når planlegging og styring skal gjennomføres.

Markedsbegrunnet fôrvote skal virke på konsesjonsnivå

I det nye regimet kan det inkluderes en markedsbegrunnet

Konsesjonsnivå:

Dagens	MTB <small>Maksimal Tillatt Biomasse</small>	MTF <small>Maksimal Tillatt Fôrenergi</small>
12000 m ³ KV	tonn fisk	Laks og Rb/laks: fôrvoten (fôrenergi)
Laks fôrvote (kg)	Laks og Rb/laks: fôrvoten (fôrenergi)	
Biomasse 65 kg/m ³ kons.vol.		

Lokalitetsnivå:

Tetthet 25 kg/m ³ faktisk.vol.	Minste tillatte oksygenmengde	Minste tillatte oksygenmengde
Biomasselokalitet 65 kg/m ³ lokalitetsklarering	Inngangsverdi: tonn fisk endret av MOM B, (C)	Inngangsverdi: tonn fisk endret av MOM B, (C)
	Regionale lusetall	Regionale lusetall

Figur 1 Oversikt over dagens konsesjonsavgrensning og over foreslåtte alternativer basert på maksimal tillatt biomasse (MTB) eller maksimal tillatt fôrenergi (MTF).
Overview of the present restrictions of the fish farm licences and of proposed restrictions based on maximum allowable biomass (MTB) or maximum allowable feed energy (MTF).

fôrkvote. Denne tilsvarer dagens fôrkvote, og representerer en annen og lavere beskranking enn den begrensningen som selve konsesjonsstørrelsen har, det være seg i form av biomasse (MTB) eller tillatt brukt fôrmengde (MTF). For utvalget var det vesentlig at reguleringsregimet ikke måtte endres som resultat av at en markedsbegrunnet fôrkvote legges inn eller tas ut.

Markedsreguleringen skjer på konsesjonsnivå, mens produksjonsregulering på lokalitetsnivå har andre formål (Figur 2). Markedsbegrunnede fôrkvoter bør innføres også for regnbueørret i de tilfeller hvor laks og regnbueørret drives innenfor samme konsesjon eller lokalitet. Oppdrett av regnbueørret uten markedsbegrunnet fôrkvote kan bare foregå i konsesjon og på lokalitet uten laks. Utvalget foreslo således ikke fôrkvoter ved ren regnbueørretproduksjon på egen lokalitet og i egen konsesjon. Argumentene for markedsbegrunnede fôrkvoter på laks var etter utvalgets oppfatning ikke relevant for regnbueørret. Utvalgets forslag er grunnlagt i hensynet til enklere kontroll, da det i dag er klare tegn på at fôr som blir rapportert brukt til regnbueørret uten fôrkvote istedenfor gis til laks når denne ikke er for langt unna.

Utvalget foreslår at måleenheten for den markedsbegrunnede fôrkvoten endres fra kg til totalenergi (joule), både ut fra ressurs-, miljø- og kvalitetsmessige hensyn. Dagens enhet har bidratt til å drive fôrsammensetningen mot mer energitette fôr. Fettinnholdet i laksefôr har økt fra 32 til 41 % siden perioden fra ordningen med fôrkvoter ble innført. Ved å innføre totalenergi som måleenhet for fôr, vil næringen i større grad kunne benytte alternative fôr

og fôringsstrategier. Dette vil gi både oppdretterne og fôrproduzentene større økonomiske og konkurransemessige spillerom.

Produksjonsregulering på lokalitetsnivå skal ikke tjene markedshensyn

Arealet for den enkelte lokalitet avgrenses som i dag på grunnlag av søknad, vedlagte tegninger og kartbilag, og ellers etter en konkret vurdering. Det stilles krav om at søker kartfester anleggets ytterkanter, det vil si fortøyningene. Utvalget foreslo mulighet for flyttesone innenfor hver enkelt lokalitet. Søker må tegne inn flyttesonen i søknaden. Utvalget foreslår at det fastsettes en øvre grense for flyttesonens størrelse i forskriften.

Det må utarbeides klare retningslinjer for avstand mellom lokalitetene. Utvalget så for seg en sammenheng mellom biomasse og avstand mellom lokaliteter. Lokaliteter med lavere biomasse må kunne ha kortere avstander seg imellom. Dersom en velger fôrenergi som størrelse i systemet, vil avstand ses i forhold til hvor mye fôr som kan brukes på lokaliteten.

For å bruke hele produksjonskapasiteten i en konsesjon, kreves det at en har godkjente lokaliteter som har tilstrekkelig kapasitet (målt som MTB, eventuelt MTF). Den enkelte lokalitet godkjennes for en gitt maksimal biomasse til enhver tid eller ut fra forbruk av fôrenergi over en periode. Begge disse må baseres på forundersøkelser. Dersom MTB/MTF-verdiene kommer over en fastsatt grense, skal belastningen på lokaliteten konsekvensutredes.

Konsesjon:



Lokalitetsklarering:

Lokalisering ifølge søknad, anledning til flyttesone
Lokalitetsavgrensning: inngangsverdi (biomasse/fôrenergi)
Lokalitetsavstand: biomasse/fôrenergi, veiledende forhold
Grense for vurdering av konsekvensutr.: biomasse/fôrenergi

Lokalitetsdrift:

Minstekrav oksygen (overgangsordning reell tetthet)
Bæreevne lokalitet: MOM-B undersøkelser (NS9410)
Regional bæreevne: Individuell, C-undersøkelser (NS9410)
Regional overvåkning lakselus (villfisk, rømt oppdrettsfisk)

Figur 2 Oversikt over elementer som inngår i konsesjonsavgrensning basert på maksimal tillatt biomasse (MTB) eller maksimal tillatt fôrenergi (MTF). Se teksten for nærmere forklaring.
Overview of the elements included in the restrictions of the fish farm licences based on maximum allowable biomass (MTB) or maximum allowable feed energy (MTF).

Det bør innføres en passivitetsregel på to år for matfisk-lokaliteter, og bortfall skjer automatisk dersom de ikke er tatt i bruk innen denne tid. Det settes krav om teknisk godkjenning av anleggene (jf. oppdrettslovens §16). Det er spesielt viktig med en slik typegodkjenning eller bransjestandard etter hvert som en større andel av lokalitetene har meget god bæreevne og tilsvarende høy biomasse. Det stilles krav om tilstrekkelig gode drifts- og beredskapsplaner. En ny driftsplan med utvidet innhold, og i forlengelsen av dette, tilsvarende krav om beredskapsplaner, skal øke bevisstheten og evnen til å forebygge rømming, samt begrense fremtidige rømminger. Disse virkemidlene forutsettes ivaretatt av revidert drifts- og sykdomsforskrift.

For å ivareta hensynet til fiskevelferd og -helse foreslår utvalget at det innføres krav til et minste oksygeninnhold i alle oppdrettsenheter. Dette må imidlertid først utredes og gjøres praktiserbart. Europarådets forslag om 6 mg oksygen per liter vann kan være retningsgivende her. I påvente av dette arbeidet ivaretas hensynet med krav til maksimal fisketetthet. Dagens tetthetsregel (25 kg fisk per m³ reelt volum i den enkelte oppdrettsenhet) foreslås derfor opprettholdt inntil videre.

Påvirkningen på den enkelte lokalitet foreslås overvåket med B-undersøkelse, som beskrevet i norsk standard (NS 9410). Den tillatte biomassen på den enkelte lokalitet gitt ved lokalitetsklareringen kan seinere økes eller reduseres avhengig av resultater fra B-undersøkelser og/eller C-undersøkelser (NS 9410). Faren for regional forurensning avhjelpes ved bruk av C-undersøkelser, eventuelt tilsvarende undersøkelser. Behovet for overvåkning vil bli vurdert i søknads- og driftsfasen, og omfanget er avhengig av de naturgitte resipientforholdene, hvilke andre oppdrets-

lokaliteter som er i bruk og størrelsen på andre menneskeskapt utslipp. Størrelsen på den enkelte lokalitet avgrenses i utslippstillatelsen, hvor også resultatene fra B-undersøkelsen og andre forhold legges til grunn. Dagens MOM-verktøy forutsettes utviklet videre for regional forurensning.

Utvalget foreslo overvåkningsprogrammer både for effekter av lakselus på vill laksefisk og omfang av rømt fisk i fjorder og i utvalgte elver. Utvalget så for seg at resultatet fra slike programmer måtte danne grunnlag for eventuelle regionale tiltak.

Viktige hensyn er ivaretatt

Virkemidlene som er nevnt ovenfor er ment å ivareta hensynene til fornuftig arealbruk, smitte- og sykdomsbekjempelse, fiskevelferd, miljøhensyn på lokalitetsnivå (organiske utslipp) og regional miljøbelastning (villaks, lakselus, rømming og forurensning). Utvalgets forslag krever ingen større prinsipielle endringer i dagens saksbehandlingsregime, men en del må legges om. Utvalget pekte på at det ligger store forenklingsmuligheter i å innføre selvbærende forskrifter. Dette vil kunne redusere ressursbruken på enkle saker og dermed frigjøre ressurser til mer kontroversielle saker og tilsynsarbeid.

Prinsippene i utvalgets nye avgrensningssystem må følges opp med utredninger som tallfester størrelsene, foreslår konverteringsregler samt nytt søknadsskjema og avklarer rollen til involverte etater. I tillegg er det identifisert behov for videre utredninger knyttet til noen av virkemidlene. Utvikling og konkretisering av prinsippene til praktisk forvaltning bør skje i et samarbeid mellom de ulike sektormyndighetene, forskning og representanter for næringen.

3.1.3

Lokalisering av oppdrettsanlegg

Arne Ervik, Havforskningsinstituttet

I gamle dager kunne fiskeren Markus synges: "Laksen er kar og laksen er far, han omsvømmer verdens ende", men det var før oppdrettsnæringen kom til. Nå for tiden svømmer laksen rundt i merder som ligger fast fortøyd der vi vil og der det passer oss. Oppdretteren har dermed ansvaret for hvor fisken skal leve, det kan være avgjørende ikke bare for fiskens ve og vel, men også for omgivelsene og for hans eget levebrød. Plasseringen eller lokalisering av oppdrettsanlegg er derfor en alvorlig sak som vi ikke kan ta lett på. Artikkelen gir en oversikt over de linjene Havforskningsinstituttet arbeider etter når det gjelder lokalisering, og tar opp tråden fra tidligere artikler fra Havbruksrapport og Havets miljø i 2001 og 2002.

Hva mener vi med lokalisering?

Å lokalisere betyr å stedfeste og kommer fra det greske "locus" som betyr sted. I forbindelse med havbruk har uttrykket blitt brukt i den opprinnelige betydning hvor anleggene skal ligge, mens avstanden mellom dem og størrelsen har vært regulert gjennom egne bestemmelser om minsteavstand, volum, biomasse og mengde fôr. Tilgangen på ledige områder har som regel vært god, slik at en har kunnet øke produksjonen ved å ta i bruk nye lokaliteter. Samlet har dette ført til at vi har mange relativt små anlegg som ligger spredt utover.

Med en slik struktur er det naturlig at de lokale miljøvirkningene har kommet i fokus. Det gjelder særlig bunnpåvirkningen under og nær anleggene, der en har hatt problemer med overbelastning og forurensning. En har derfor utviklet et system som kan regulere bunnpåvirkningen etter bæreevnen på lokaliteten. Bæreevne brukes her i betydningen hvor mye fisk en kan produsere uten å overskride grensene for akseptabel påvirkning.

Premissene for lokalisering av oppdrettsanlegg er nå i ferd med å endre seg. Det er ofte vanskelig å finne nye lokaliteter, og for å øke produksjonen må en produsere mer i de områdene som er tilgjengelige. Nye og mer fleksible reguleringer er også på trappene, slik at avstanden mellom og størrelsen på anleggene bedre kan tilpasses lokale forhold så vel som næringens behov. I tillegg kommer det til nye momenter, slike som økt oppmerksomhet omkring dyrevelferd, dokumentasjon av produksjonsforhold, virkninger på villfaunaen med mer.

Begrepet lokalisering er derved i ferd med å få en utvidet betydning, der en i tillegg til å ta stilling til hvor oppdrettsanleggene skal ligge også inkluderer hvor store de skal være og hvordan de skal utformes og drives. En slik lokaliseringsstrategi åpner for at fiskeoppdrett kan

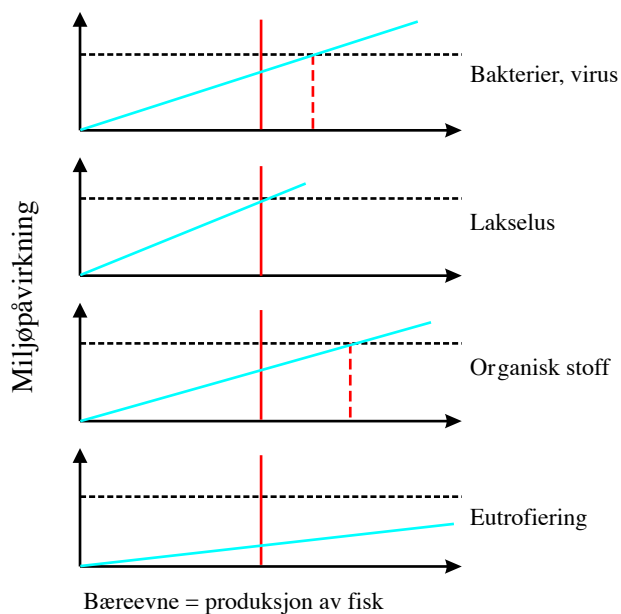
konsentreres med store anlegg eller klynger av anlegg i områder som er godt egnet. Det kan redusere antall områder som er berørt av oppdrett og gi større avstand mellom disse områdene. Vi kan da skjermes følsomme områder og redusere faren for smittespredning. Muligheten for større enheter kan også gi næringen frihet til å velge de driftsmåtene som gir best leveforhold for fisken og best lønnsomhet. Slik lokalisering forutsetter at hvert område behandles som en smittehygienisk enhet.

Tilpasning til regional bæreevne

Med bæreevne mener vi som nevnt hvor mye fisk vi kan produsere i et område. I de områdene som tåler stor produksjon kan påvirkningene berøre relativt store arealer, fordi områdene nødvendigvis må være forholdsvis store og åpne og dermed har et stort spredningspotensial. Vi snakker derfor om regionale påvirkninger. Sammenhengen mellom mengde utslipp og den påvirkningen de har på omgivelsene er da ofte indirekte og vanskeligere å forutsi og regulere enn de lokale påvirkningene. I forhold til regional påvirkning og bæreevne må vi også tenke helhetlig og ta hensyn til flere typer påvirkninger enn på lokalt nivå. Det betyr at vi må inkludere genetiske interaksjoner mellom ville og oppdrettede bestander, spredning av sykdommer og parasitter, effekter av legemidler og kjemikalier, endring av villfauna, algevekst, bunnpåvirkning og så videre.

De faglige utfordringene ved å tilpasse produksjonen fra oppdrettsanlegg etter regional bæreevne er derfor langt større enn for lokal bæreevne. Et fullverdig reguleringssystem krever for det første at vi kan fastsette objektive grenseverdier for tillatt påvirkning (miljøstandarder). Vi må også kunne beregne eller forutsi miljøvirkningene av et gitt oppdrettsanlegg i et gitt område. Endelig, etter at anlegget er kommet i drift, må vi overvåke påvirkningen i forhold til miljøstandardene. Når det er snakk om flere ulike påvirkninger slik som vi har regionalt, må vi regulere bæreevnen for hver av påvirkningene. Bæreevnen for hele regionen settes så lik den bæreevnen som gir lavest produksjon (Figur 1).

I første omgang er det ikke realistisk å utvikle hele det reguleringssystemet som er skissert ovenfor. Vi må derfor konsentrere oss om de viktige påvirkningene der vi har tilstrekkelig kunnskap. Det første vi må gjøre er å fastsette miljøstandarder som sikrer bærekraftig bruk av naturgrunnlaget. Dersom vi ikke kan nok til å gjøre det på et faglig grunnlag, må vi bruke føre-var-prinsippet. I lengden er likevel både miljøet og næringen best tjent med kunnskapsbaserte, objektive miljøstandarder. De beskytter miljøet bedre, og kan ikke så lett endres med politisk eller økonomisk press. Ettersom hensikten med å



Figur 1 Fastsetting av regional bæreevne. En fastsetter først bæreevnen for den enkelte påvirkning, og den påvirkningen som gir minst produksjon bestemmer bæreevnen for regionen. Svart linje angir sammenhengen mellom produksjon og miljøpåvirkning, stiplet blå grenseverdiene for tillatt påvirkning, stiplet rød bæreevne for den enkelte påvirkning og heltrukket rød linje angir bæreevnen for regionen.

Determining the regional holding capacity. One determines first the holding capacity for each individual impact, and let the one that gives the least production determine the holding capacity for the whole region. Black lines represent the relationship between the production and the environmental impact, blue broken lines the environmental quality standards and red broken ones the holding capacity for the individual impacts. The red line represents the holding capacity of the whole region.

tilpasse påvirkningen etter bæreevnen er å hindre uønskede økologiske endringer, bør miljøstandarder i størst mulig grad være knyttet til økologiske parametere. Dette er i samsvar med prinsippene i vannrammedirektivet fra EU.

Det kan være vanskelig å komme fram til omforente miljøstandarder. Beslutningsprosessen må imidlertid være åpen og gjennomiktig, og det er viktig å klargjøre hvilke kriterier som legges til grunn. Videre bør overvåkingen være mest mulig standardisert med hensyn til hvordan og når undersøkelsene skal gjennomføres.

Metode for lokalisering

Havforskningsinstituttet arbeider med å sammenfatte eksisterende kunnskap for å utvikle en generell metodikk for lokalisering av oppdrettsanlegg. I første omgang har en valgt å legge hovedvekten på smittespredning, eutrofiering, virkninger på mengde og produksjon av bunnfauna, miljøet

i merdene og fiskens velferd. I neste omgang når en får mer kunnskap, vil en trekke inn andre påvirkninger, det gjelder særlig genetisk påvirkning mellom oppdrettede og ville bestander.

Smittespredning. Sykdom og parasitter er et problem for villfisk så vel som for oppdrettsnæringen, og smitten spres både mellom oppdrettsanlegg og mellom anlegg og villfisk. For å kunne beregne transport og spredning av smitteorganismer har en derfor tilpasset en tredimensjonal numerisk sirkulasjonsmodell som er utviklet for Nordsjøen til bruk på kysten og i fjordene. En kan følgelig simulere vanntransport og derved transport og fortykning av partikler, herunder smitteorganismer. Det finnes også en god del opplysninger om smitteorganismenes overlevelse, eventuelle egenbevegelse og evne til å framkalle sykdom. En vil gjennomføre egne undersøkelser på de områdene der en mangler kunnskap.

Følgende opplysninger vil bli systematisert og kombinert:

- Transport og fortykning av vann og partikler
- Utslipp av patogener fra syke organismer
- Egenskaper hos patogener med betydning for transport (overlevelse ved ulike temperaturer og saltholdigheter, affinitet til partikler, egenbevegelse)
- Overlevelse, formering, utslipp, resistensutvikling
- Evne til å framkalle sykdom

Sammenstilling av disse opplysningene gir oss mulighet til å simulere smitterisikoen ved ulike lokaliseringer, og vi kan simulere utforming og effekt av smittebarrierer.

Eutrofiering er økt primærproduksjon som følge av økte tilførsler av næringssalter, i forbindelse med oppdrett inkluderer en også utslipp av partikler. De totale utslippene fra oppdrett har økt ettersom produksjonen har økt, selv om utslippene per tonn produsert fisk er redusert. På slutten av åttitallet ble det beregnet at en frigjorde om lag 90 og 18 kg av henholdsvis nitrogen og fosfor per tonn laks, tilsvarende tall i dag er ca. 50 og 10 kg. Fiskeoppdrett er likevel nå den langt største menneskeskapte kilden for næringssalter i Norge, og spørsmålet om eutrofiering reises stadig oftere. Med tanke på økt produksjon og ut fra behovet for å dokumentere de faktiske effektene av oppdrett, er det derfor nødvendig å vurdere disse forholdene nærmere.

Hvor stor del av næringssaltene som omsettes i utslippsområdet avhenger av oppholdstiden av vannet sett i forhold til delingstiden for algene. Dersom oppholdstiden er kort, blir algene ført ut av systemet, og algeveksten finner sted langs kysten der bæreevnen er meget stor. Omvendt, dersom oppholdstiden for vannet er betydelig lengre enn algenes delingstid, skjer produksjonen innen systemet. Dette har særlig betydning for bæreevnen i fjorder:

- Oppholdstid << algevekst – ingen regionale problemer
- Oppholdstid >> algevekst – kan skape regionale problemer i følsomme områder

- Oppholdstid ~ algevekst – kan eventuelt skape problemer i følsomme områder

Eutrofieringen vil bli simulert ved å kombinere den fysiske sirkulasjonsmodellen som er nevnt ovenfor med en kjemisk og biologisk modell, og resultatene vil bli nyttet til å beregne bæreevnen i fjorder og til å vurdere ulike strategier for lokalisering. De vil også bli brukt til å vurdere regional bæreevne for blåskjell dyrking og om slike anlegg kan benyttes som eutrofidempende tiltak.

Effekt på bunnproduksjonen. Reguleringene av påvirkning av bunnen under oppdrettsanlegg har som mål å hindre overbelastning og lokal forurensning. Dette er relativt godt ivaretatt, og det er utviklet effektive metoder som kan regulere påvirkningen. Tiden er derfor inne til å se nærmere på økologiske effekter av anleggene og til å undersøke om anleggene påvirker næringskjedene og produksjonsforholdene i den regionen der de ligger. Dette åpner for muligheten til å kombinere intensivt oppdrett med konvensjonelt fiske eller ekstensivt havbruk, der en produserer kreps eller har annen bunnkultur i regioner med stor oppdrettsaktivitet.

På bunnen er næringstilgangen liten når en kommer ned i dyp under 150–200 meter, og dyrelivet i fjordbassengene er næringsbegrenset, med små dyr og liten biomasse. Dersom vi plasserer store oppdrettsanlegg eller klynger av anlegg i slike områder, øker næringstilførslene, men de blir spredt over store arealer. Belastningen per flateenhet blir derfor

langt mindre enn de vi finner under anlegg som ligger på grunnere lokaliteter. Innledende undersøkelser viser at bunnfaunaen kan bli stimulert av slike tilførsler, det gjelder både for antall og størrelse av dyr. Det er imidlertid motstridende oppfatninger om hvordan oppdrettsanleggene påvirker fiske. En undersøker nå derfor hvordan store oppdrettsanlegg påvirker den regionale produktiviteten på bunnen av fjordbassenger. Undersøkelsene er særlig konsentrert om produksjonen av virvelløse dyr som lever nede i bunnen, men omfatter også dyr som lever på sedimentet og fisk.

Merdmiljø. Stedsvalget bestemmer sammen med størrelse, utforming og drift av anleggene vannkvaliteten inne i merdene, og derved også fiskens livsvilkår og velferd. En vil undersøke hvordan disse faktorene henger sammen og bruke resultatene til å videreutvikle en modell som simulerer vannkvalitet i merd. En vil også undersøke adferdsmessige og fysiologiske responser på suboptimale miljøforhold, og tar sikte på å etablere standarder for miljøkvalitet i merd.

Arbeid framover

Norge har naturgitte forutsetninger for oppdrett, men vi trenger en lokaliseringstrategi som setter oss i stand til å utnytte denne fordelene. Den vil gi næringen mulighet til å konkurrere på pris og kvalitet, og til å møte skjerpede krav med hensyn til miljø, dyrevelferd og produksjon. Havforskningsinstituttet vil prioritere dette feltet og arbeide videre med å videreutvikle et funksjonelt system for lokalisering av oppdrettsanlegg.



Framtidas oppdrettsanlegg kommer til å være store og ligge i åpne områder med stor bæreevne.

The fish farms of the future will be large and will be located in open areas with large holding capacity.

3.1.4

Potensielle miljøkonsekvenser ved havbeite med kamskjell og hummer

Tore Strohmeier, Øivind Strand, Knut E. Jørstad, Stein Mortensen og Ann-Lisbeth Agnalt, Havforskningsinstituttet

Fiskeridepartementet tar sikte på å ferdigstille forskrifter til lov om havbeite (Ot.prp. nr. 63) i 2003. Som grunnlag for dette arbeidet har Havforskningsinstituttet utredet potensielle miljøkonsekvenser ved havbeite med stort kamskjell og hummer.

En forutsetning for å få tillatelse til havbeite er at det ikke skal være noen risiko for skadelige virkninger på miljø, medregnet fare for skade på det biologiske mangfold, økologisk ubalanse eller spredning av sykdom (lov om havbeite, §3). Dette kan være vanskelig å vurdere i startfasen for virksomheten. Det er derfor nødvendig å foreta en oppsummering basert på våre egne erfaringer samt kunnskap fra andre land. En viktig betingelse for på sikt å kunne utvikle en bærekraftig næring i våre kystområder, er at vi i utgangspunktet setter rammebetingelser for havbeite som sikrer minimale potensielle følger for det marine miljø. Disse må likevel ses på som midlertidige og må korrigeres etter hvert som kunnskapsbasen utvides. Det er viktig å få frem at en havbeitenæring i prinsippet både kan gi negative og positive konsekvenser for miljøet.

I rapporten "Havbeiteloven – kunnskapsstatus og strategier" ble det presisert at genetiske og sykdoms- og helsemessige forhold ved havbeite kunne medføre varige, irreversible forandringer. Tiltak for å forhindre dette må derfor prioriteres. Andre mulige miljøkonsekvenser av havbeite er fremholdt som reversible, og har dermed en vesentlig lavere alvorlighetsgrad. I dette kapitlet har vi utdypet kunnskapsgrunnlaget, og vurdert mulige miljøkonsekvenser innen områdene sykdom og helse, genetikk og økologisk



Bildet viser kamskjell i sitt naturlige miljø.
The picture shows scallop in its natural environment.

bæreevne (under andre miljøkonsekvenser). Det er forsøkt tatt hensyn til flere spørsmål som er fremkommet i prosessen med utarbeidelse av forskrifter til lov om havbeite.

Sykdom og helse

Ved produksjon av setteorganismer er det et absolutt krav at virksomheten ikke fører til økt spredning av sykdomsfremkallende organismer i det naturlige miljø. Nødvendige tiltak og kontrollrutiner må iverksettes for at klekkesvirksomhet ikke skal fungere som en "smittesentral". Her må ulike strategier for klekkesvirksomhet vurderes; få store anlegg som forsyner store geografiske områder med setteorganismer, i forhold til mindre anlegg som forsyner et begrenset område.

Slik vi tolker lovforslaget vil Fiskeridepartementet få et mer konkret ansvar for å kontrollere at de utsatte organismene er fri for sykdom. Fiskeridepartementet har i dag ikke noe virkemiddelapparat som i tilstrekkelig grad kan ivareta denne sykdomskontrollen. Lov om havbeite aktualiserer således spørsmålene relatert til både sykdomsforskning, sykdomsforvaltning, diagnostikk, kontrolltiltak og ansvarsfordelingen overfor Landbruksdepartementet/veterinærmiljøene. Dette må innebære en styrking og oppbygging av sykdomsarbeidet på skjell i et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet. Det kan også være hensiktsmessig å etablere kompetanse på sykdom/diagnostikk på hummer.

Det er gjennomført få undersøkelser som omfatter helse og sykdom hos stort kamskjell. Kamskjellyngel i vekstanlegg er blitt infisert av *Polydora* med høy dødelighet. Det har også vært betydelig dødelighet i utsett av kamskjellyngel til mellomkultur, men denne dødeligheten skyldes sannsynligvis andre faktorer enn smittsom sykdom. Erfaring fra andre arter i oppdrett tilsier at vi bør følge nøye opp monokulturer med store tettheter. Det er da nødvendig å etablere kontroll og overvåking av organismer som nyttes i havbeite. Særlig vekt bør det legges på yngelproduserende enheter, slik at smitte ikke spres fra klekkeriene og til de lokale havbeiteområdene.

Det er foreslått flere tiltak for å redusere fare for spredning av smitte og parasitter:

- Bruk av stedege dyr reduserer risiko for smitteinnførsel
- Kysten bør deles opp i flere soner med ingen eller begrenset adgang til å flytte skjell mellom sonene. Ved sykdom vil en da ha friske soner, og hele næringen

- lammes ikke ved et lokalt utbrudd av sykdom
- ▶ For å unngå at stamdyr infiserer klekkerier er det nødvendig at skjellene settes i karantene hvor de undersøkes for sykdomsfremkallende organismer.
- ▶ Klekkeriene må kun levere sykdomsfri yngel. Yngelen må dermed undersøkes og gis en helseattest før de settes ut.

I dag er klekkeridriften både når det gjelder kamskjell og hummer basert på ville stamdyr. Ideelt burde stamdyrene oppbevares i et karanteneanlegg og undersøkes for sykdomsfremkallende organismer. Kun stamdyr uten påvist smitte og/eller mistanke om smitte må tas inn i klekkeriet. Inntak av stamdyr som er smittebærere vil kunne føre til spredning av sykdom og parasitter i anlegget med store følger for produksjon og drift. Klekkeri for produksjon av yngel for havbeitevirksomhet må selvfølgelig tilfredsstillende veterinærmyndighetenes krav til fysisk utforming samt ha tilfredsstillende og godkjente helse-/sykdomsrutiner ved driften. I den sammenheng er det grunn til å understreke at teknisk utforming og løsninger med vannbehandling, vannfordeling og avløp, bør være grundig vurdert for å hindre smittespredning. Ved sykdomsutbrudd vil en design med smittehygienisk isolerte enheter hindre at klekkeriet mister hele produksjonen.

Bare smittefri yngel skal settes ut i det naturlige miljø. Dette betyr at all produksjon skal kontrolleres for viktige sykdommer, og det må følge en helseattest med alt salg av yngel til havbeite. De som setter ut yngel må ha ansvar for at det foreligger godkjent helseattest. Når det gjelder sykdom etter at yngelen er satt ut i naturen, er det noe uklart hvor ansvaret i dag ligger. Organismene etter utsetting vil være å betrakte som villlevende bestander, og det er naturlig at dette sorterer under Fiskeridepartementet.

Fiskesykdomsloven forvaltes i sin helhet av Landbruksdepartementet, og det er behov for en avklaring i forbindelse med havbeiteoven hvor eventuelt delegering av ansvar til Fiskeridepartementet på noen områder bør vurderes. Det vil også være viktig å ha klar planer for tiltak dersom det blir påvist sykdomssmitte etter utsetting. Det må utarbeides planer for tiltak som kan settes i verk innenfor Fiskeridepartementets ansvarsområde for å hindre og redusere videre spredning med utgangspunkt i organismer på havbeite. Fiskeriforvaltningen har i dag ikke noe egnet virkemiddelapparat som ivaretar et sykdomsutbrudd i havbeite- og ville bestander.

Genetiske effekter

En forutsetning for optimal bruk i kultur hos en art er



Foto: Ann-Lisbeth Agnalt

Figur 2 Bildet viser utsetting av hummeryngel.
The picture shows newly released juvenile lobster.

kjennskap til hvordan genetisk variasjon er fordelt mellom populasjoner under naturlige forhold. Ved hjelp av moderne genetiske metoder kan populasjonsstrukturen kartlegges. Denne kunnskapen er nødvendig for å vurdere et eventuelt krav om bruk av stedeigne stammer og ikke minst, for å kunne vurdere risiko for negativ genetisk påvirkning. Er kamskjellbestandene genetisk sett like langs hele kysten vår, eller er de delt opp i flere mindre bestandsenheter der hver har sitt genetiske særpreg, utbredelsesområde og biologiske karakteristika? Krav om bruk av stedeigne stamdyr bør ideelt sett være motivert ut ifra slik dokumentasjon. Dersom det foreligger en omfattende dokumentasjon på at vi bare har én stor bestand, er det ingen genetisk basert begrunnelse for å kreve stedeigne stamdyr for havbeite. Ved utsetting i naturen vil de "kulturproduserte" organismene fritt kunne blande seg og reprodusere med ville individer av samme art. Eventuelle genetiske effekter av havbeitevirksomhet vil derfor kunne bli betydelige, og krav til stamdyr og yngel for utsetting må vurderes i dette perspektivet.

Det er behov for omfattende genetisk kartlegging av stort kamskjell i norske farvann. Dette bør gjennomføres ved bruk av flere genetiske metoder, inkludert mikrosatellitt-DNA-metoder. Kunnskap om genetiske geografiske variasjoner må legges til grunn for å vurdere bruken av lokale stamdyr i klekkeriene, eventuelt antall stamdyr som trengs til klekkeriet.

I utgangspunktet er det riktig at det stilles krav om å bruke lokale stamdyr. Situasjonen er noe ulik på hummer, da det på dette feltet finnes betydelig mer kunnskap. Undersøkelsen viser flere lokale stammer i Nord-Norge, mens den genetiske variasjon er minimal lenger sør. Gjennom et EU-prosjekt er hummeren i hele Europa undersøkt for en rekke genetiske system. Resultatene bekrefter at Norge har flere genetisk særpregede hummerbestander nord for polarsirkelen. Materialet er likevel i begrenset omfang analysert ved hjelp av de mest moderne mikrosatellitt-DNA-metodene, og bør suppleres med lignende analyser i de områdene der det planlegges havbeitevirksomhet. Etter hvert som kunnskapen øker, vil det sannsynligvis bli mer aktuelt med regionale stammer fremfor rent stedeigne dyr.

Andre mulige miljøkonsekvenser

Det er lagt vekt på forhold vedrørende bæreevne for havbeite med kamskjell. Hvor mye skjell kan det produseres i et område uten å overstige fødegrunnlaget, og hvordan kan skjell holdes i havbeite innenfor akseptable rammer med hensyn til virkning på miljø (eksklusiv genetikk og helse)? I disse vurderingene har vi tatt for oss produksjon, fødetilgang, vannbevegelse, næringsomsetning, sediment, artsdiversitet, fortrenkning av arter, konkurranse, forurensning, virkning på ville bestander (bestandsøkning) og høstingsmetoder. Innenfor flere av de omtalte områdene i denne delen er det i forhold til intensjonen i lov om havbeite om miljømessig forsvarlig drift, behov for økt kunnskap. Kunnskapsmangelen begrenser også våre muligheter for grundig vurdering av miljøpåvirkning innenfor enkelte områder.

Arealkrav og fødegrunnlag

Ved betraktninger om krav til areal for produksjon av

kamskjell i havbeite, vil tetthet av skjell, produksjonstid og overlevelse være de viktigste faktorene. Ved et produksjonsvolum på 100 tonn per år, som er antatt å være reell skala for en fremtidig kommersiell virksomhet, krever dette tre områder på 100 mål eller totalt 300 mål. I et havbeite vil man ha høye tettheter over et større område enn i naturlige bestander. Bæreevnen (basert på fødegrunnlag) til kamskjell i havbeite er lite kjent utover det som er erfart fra industrielt havbeite i andre land, men det er avgjørende at lokalitetene har god vannutskifting. Selv om havbeite hos oss i utviklingsfasen vil være i liten skala sammenlignet med industrielt havbeite i andre land, er det viktig å velge strategier som forebygger at en kommer i situasjoner med fødebegrensning.

Bæreevne i havbeite - virkning på miljø

Påvirkning av havbeite med kamskjell på bunnsedimentet er reversibelt, og det kan trolig ikke påvises varige negative konsekvenser. Det er mer sannsynlig at miljøforholdene bedres for andre organismer som følge av økt omsetning av organisk materiale. Det er ikke fare for uheldig reduksjon av oksygen i bunnmiljø. Dette skyldes lav biomasse per arealenhet i havbeite (ca. 1,5 kg m⁻²) og at kamskjell lever på steder med god vannutskifting.

Virkning på bunnstruktur, strømforhold og sedimentering er sannsynligvis beskjedent, meget lokalt og kortvarig. Det er vanskelig å tenke seg miljøkonsekvenser med bakgrunn i forurensning fra yngel som settes fri og finner føde i det naturlige miljø. Skjell kan motvirke forurensning og i første rekke eutrofiering som skyldes økt næringstilgang av nitrogen og fosfor.

Høsting og fangst av kamskjell med skrape eller trål innebærer omfattende miljøkonsekvenser og bør derfor ikke tillates. Områder regulert til havbeite kan være med på å styrke eller rehabilitere populasjoner som er svekket. Det er ikke fare for fortrenkning av andre arter som følge av konkurranse om levested eller ved økt tetthet, men det er uvisst om økt tetthet kan forandre sammensetningen av arter.

Fysiske installasjoner

Havbeite med hummer og kamskjell benytter svært forskjellige bunntyper. Formålet med å introdusere fysiske enheter i et havbeiteområde er også ulikt for de to artene. For kamskjell er det nødvendig å redusere predasjon, særlig fra taskekrabbe. Predasjon er også et problem spesielt for settehummeren, og et alternativ kan her være å introdusere fysiske enheter som skaper skjul for hummeren.

Under forutsetning av at byggematerialer ikke inneholder giftstoffer som kan lekke ut i miljøet (dette vil for øvrig være uforenlig med matproduksjon), kan vi ikke se at fysiske installasjoner i havbeiteområder representerer noen miljøtrussel. Etablering av kunstige rev for hummer kan tvert imot representere en habitatforbedring med økning av biodiversitet og biologisk produksjon. Det er også enkelt å utforme kunstige rev slik at de kan fjernes dersom dette vil være ønskelig i fremtiden. Selv et kunstig rev som "Muren" i Drøbaksundet har det vært diskutert å få fjernet. Dette vil selvfølgelig bli et økonomisk spørsmål.

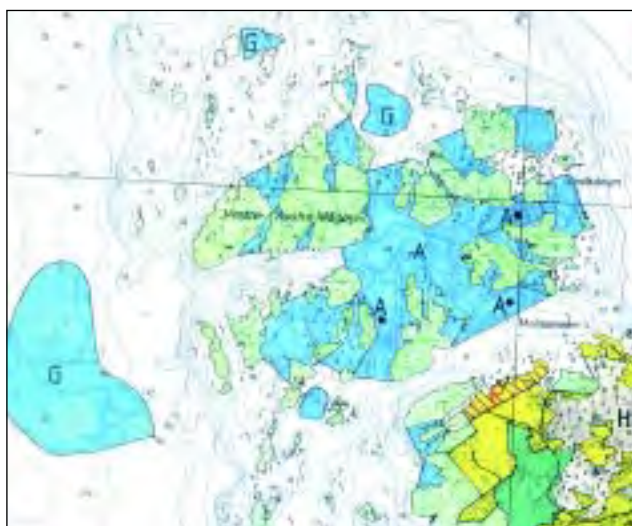
3.1.5

GIS som verktøy for rasjonell havbruksplanlegging

Inge Døskeland, Hordaland fylkeskommune

Bærekraftig vekst i havbruksnæringen i Hordaland er ett av fylkeskommunens mål i fylkesdelplan for kystsonen 2001–2004. Som regional utviklingsaktør ønsker fylkeskommunen å følge opp målene gjennom prosjekter knyttet til marin sektor.

I prosjektet "Akvavis" er ambisjonen å identifisere mest mulig egnede sjøarealer for havbruk, fordi mangel på gode og lite konfliktfylte lokaliteter er antatt å være en av flaskehalsene for videre utvikling i fylket. En annen viktig grunn til å starte arbeidet er etterspørselen etter plangrunnlag fra fylkeskommunens "hovedkunde", kommunene. Kommunene har anledning til å utarbeide juridisk bindende arealplaner for sjøområdene etter plan- og bygningsloven, inklusiv spørsmål om å tilrettelegge for havbruk (Figur 1). Fylkesnivået har i den forbindelse plikt til å rettlede kommunene i kystsoneplan-spørsmål. Det er derfor legitimt for fylkeskommunen å prøve å bidra med bedre metodikk, uten at fylkeskommunen dermed har ambisjoner om å overta forvaltningsansvar etter lover tillagt statlige myndigheter, eller gjøre "skattebetalt" konsulentarbeid for kommunene på bekostning av private firma. Fylkeskommunens rolle i prosjektet er å være et bindeledd mellom forskningsmiljøene og den praktiske arealforvaltningen som skjer i kommunene.



Figur 1 Eksempel på kommunal kystsoneplan.
Example of local authority coastal zone plan.

Analyse av arealkvaliteter og samfunnsinteresser er uendelig kompleks. Det er opplagt at vi ikke kan kartlegge eller få detaljoversikt over alle mekanismer eller interesser som virker i og på sjø, og særlig ikke på regionnivå.

Likevel har vi behov for å komme frem til en bedre metodikk basert på rasjonelle kriterier for å undersøke hvilke geografiske områder som er egnet til ulike oppdretts- og dyrkningsformer. En kan grovt hevde at en står overfor tre mulige reaksjoner på denne utfordringen.

- Dette er for komplisert til å regne på. Det må gjøres skjønnsmessige vurderinger.
- Det er mulig å finne svar, men vi mangler data.
- En kan prøve å komme et steg nærmere ved å utføre en analyse.

Alle reaksjonene er "riktige", men alle kan også være enige om at forvaltning og planlegging bør være tuftet på god informasjon og omforente kriterier for hva som er en god lokalitet. Situasjonen i dag er at de færreste kommuner har tilgang på gode data og kompetanse til å vurdere egnethet for havbruk. Analysen er derfor ment å være et administrativt innspill til en kommunalpolitisk planprosess etter plan- og bygningsloven.

Hordaland fylkeskommune vil i prosjektet utarbeide en GIS-modell (geografisk informasjonssystem). Informasjonen som inngår i en GIS-basert havbruksanalyse er variert og tverrsektoriell. På mange måter kan en si at analysen er et forsøk på å summere "epler og bananer". Ett eksempel kan være å identifisere områder som både tilfredstiller krav om dybde, eksponering, avstand til farled og naturområder. GIS er et av de verktøyene som kan være egnet fordi det gir mulighet til å visualisere og analysere informasjon ut fra sted som felles referansegrunnlag. Objektene i et GIS-kart er i tillegg knyttet opp til egenskapsdata i en database som muliggjør klassifisering, og bruk av systemet som en "kartkalkulator".

Ideelt sett er målet at prosjektet skal bidra til en løsning der en kommuneplanlegger i et nettbasert system skal få fram et kart som viser de best egnede områder for ulike former for oppdrett og dyrking i sjø. Kartsystemet skal være dynamisk for å kunne fange opp ny kunnskap om hva som kjennetegner en god lokalitet og nye eller reviderte datasett. Et videre trinn vil være å inkludere konkurrerende samfunnsinteresser for at planleggeren skal kunne utarbeide scenarier som viser effekten av ulike vektninger mellom bruk og vern. Første del av prosjektet starter i januar 2003 og er planlagt avsluttet i april 2004.

Havbruksanalyse

Det har vært produsert en rekke havbruksanalyser både nasjonalt, regionalt og lokalt i Norge. Det viktigste eksempelet er LENKA-prosjektet (1987–90). Det kan imidlertid virke som om det ikke har skjedd mye innen

metode- og modellutvikling siden dette prosjektet ble avsluttet. Muligens kan en hevde at det har vært tilbakegang i seinere år, på tross av at bedre verktøy (GIS), mer data, informasjon og kunnskap er tilgjengelig. Gjennomgang av noen lokale havbruksanalyser viser at metodikken ofte består i å legge en rekke kartfestede temadata oppå hverandre (overlay), uten at det fremgår hvordan vurdering av de ulike temaene virker inn på hverandre og hvordan de bør vektas innbyrdes. En vurderer ikke om dataene som finnes er dekkende eller tilstrekkelige til å lage en gyldig analyse som kan peke på de egnede områdene. Videre er arbeidet med å oppgradere data som vi vet er dårlige/usikre ofte usystematisk og tilfeldig. De fleste tar med andre ord utgangspunkt i data som er lett tilgjengelige, uten at det på forhånd blir laget en virkelighetsmodell som beskriver hva som egentlig trengs.

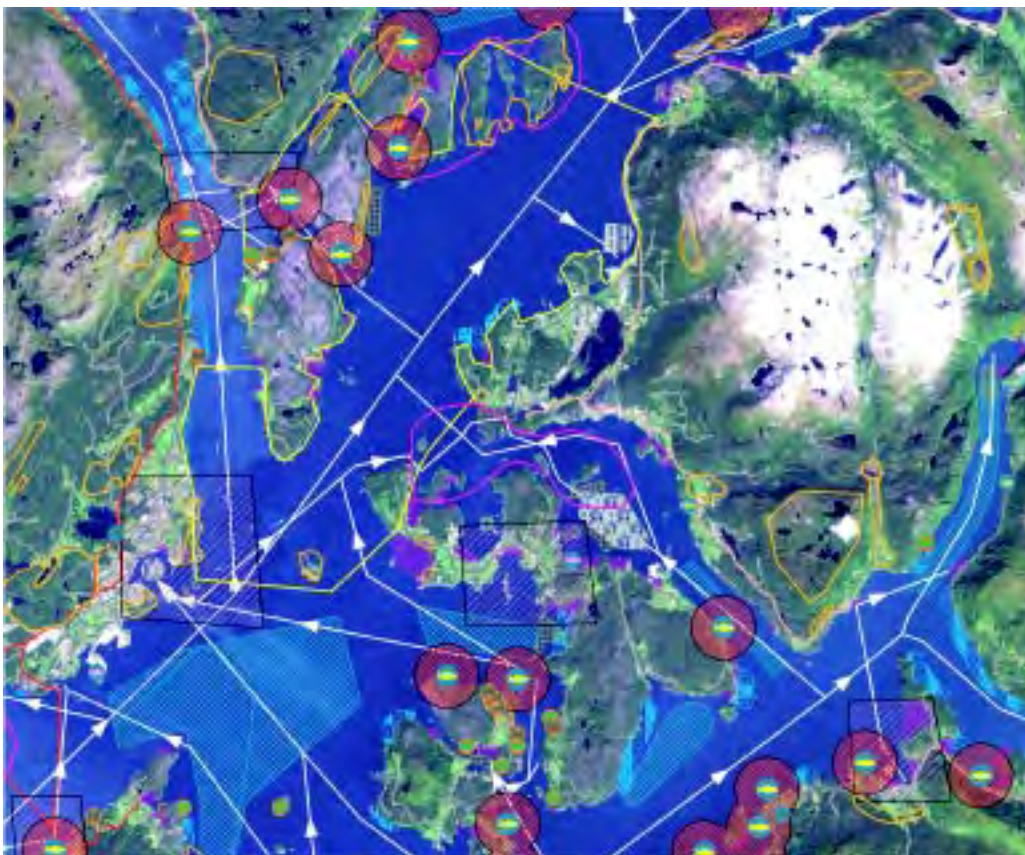
Kartinformasjon har tradisjonelt handlet mest om grunnkart-data som kystkontur, elver, høydekurver, veier, vann osv.. Det er etablerte rutiner knyttet til innsamling og distribusjon av denne type data. Analyser som "Akvavis" har derimot størst behov for temadata som skal analyseres sammen med grunnkartinformasjon. Eksempel er farleder, ankringsplasser, strøm, temperatur, resipientforhold osv. Det er bare i de siste årene at enkelte av disse datasettene er gjort tilgjengelig i en standardisert GIS-form. Tradisjonelt har informasjonen bare vært lagret hos de etatene som har hatt ansvar for temaet eller ressursen. Kystverket

har hatt farledsinformasjon, fylkeskommunen forminner og fylkesmannen verneområder. I tillegg har forskningsinstitusjonene mye georeferert datamateriale som i liten grad er tatt i bruk som informasjon for forvaltningen.

Datasettene bærer ofte preg av å være ment for internt bruk. Det er to forhold som viser dette. Det følger sjelden med "data om dataene" (metadata) som i sin enkleste form er en "etikett på flasken" som viser når innholdet ble produsert, av hvem og med hvilken metode og kvalitet. Videre er ofte syklus for revisjon og distribusjon av datasettene bare styrt av sektormyndighetene eller forskningsinstitusjonenes interne behov.

EU prosjektet "Seagis" (<http://www.hordaland-f.kommune.no/seagis/welcome.htm>) tok opp noen av utfordringene knyttet til bruk av GIS i kystsoneplanlegging, og utviklet blant annet et standardisert flytdiagramverktøy for å fokusere på nytten av å utarbeide virkelighetsmodeller, datamodeller og dermed synliggjøre arbeidsgangen i en GIS-analyse. Resultatene fra "Seagis" vil være grunnlaget for metodikken i dette prosjektet.

Flytdiagrammene og analysene kan deles inn i de som omhandler samfunns- eller natur-/miljøfaktorer. En kan strides om hvilke av disse systemene som er mest komplekse. Det er imidlertid helt klart at mange samfunnsinteresser er politisk styrt, mens de naturlige rammebetingelsene, som



Figur 2 Eksempel på tilgjengelige geodata på sjø.
Example of available marine and maritime geodata.

Faktorer	Parameter	Kamskjell mellom-kultur/hengekultur	Kamskjell bunnkultur	Blåskjell påslag	Blåskjell matskjell	Østers matskjell (Spesielle lokaliteter)
Abiotiske	Temperatur (°C) (optimalt)	12-18	12-14		10-20	16-20 18-20 for å bygge opp gonadene
	Temperatur (°C) (grenseverdier)	> 4 < 20	> 4 < 20		> 0 < 29	> 5 < 30
	Saltholdighet (%)	> 29 spesielt i kombinasjon med lav temperatur	> 29	> 15	> 4 17-32 er ideelt	> 25 Optimal ved 30-35
	Dyp (m)	5-50 (forankring)	5-50	>10 (larvene går dypest i brakkvann)	> 10 < 30-50 (forankring)	10-30
	Strøm (cm/sek)	< 15 (ca. 4 er ideelt)	4-15	25-75	25-75	25-75
	Bunnforhold	Ikke viktig (forankring)	Grov/fin sand	Ikke viktig (forankring)	Ikke viktig (forankring)	Ikke viktig (normalt festet til hard bunn, men også sand/grus/skjellsand)
	Arealbehov (mål)	> 5-10	> 50		4-5	
Biotiske	Eksposering	Kritisk Max bølgehøyde? Krever stabilitet Forhold bølgelengde/dyp	Krever stabilitet		Max bølgehøyde?	Mer eksponerte lokaliteter må vurderes, da tradisjonelle poller ofte er for små.
	Algetoksiner	Ikke kritisk	Kritisk ved høy konsentrasjon av giftalger	Ikke kritisk	Kritisk	Kritisk ved høy konsentrasjon av giftalger
	Primærprod.	Ikke kritisk	Ikke kritisk	Ikke kritisk	Kritisk (veksten begrenses hovedsakelig av fødetilgangen)	Utnytter fødetilgang godt – gir god vekst

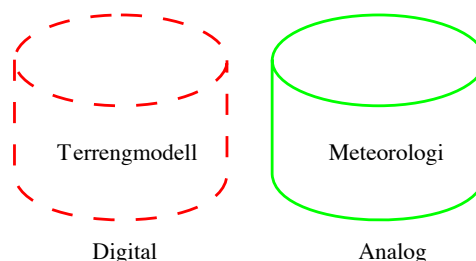
Tabell 1 Lokaliseringskriterier for skjellanlegg.
Criteria for the localization of shell farms.

for eksempel hydrografi, i større grad er gitt. Det er for eksempel ikke gitt at et område rundt et kommunalt avløp uten videre bør avskrives som uegnet for havbruk. Avløp kan flyttes eller renses, militære øvingsområder kan legges om, skjellsandkonsesjoner kan inndras, kulturminner kan frigis osv., forutsatt at det er politisk vilje til det. Prosjektet "Akvavis" vil derfor i første omgang fokusere på de naturgitte forutsetningene for oppdrett.

Trinn 1 er å identifisere parametere som er bestemmende for om et område er egnet til havbruksvirksomhet. Dette i motsetning til en vanlig tilnærming som er å søke etter kartdata som er lett tilgjengelige. For å komme frem til disse parametrene er det behov for nært samarbeid mellom forskningsinstitusjonene som kjenner artenes krav, næringen som har praktisk erfaring med lokalisering og GIS-spesialistene som kan systematisere informasjonen inn i et kartanalyse-verktøy. Når et bredt utvalg av viktige parametere er identifisert, settes temaene inn i diagrambokser avhengig av informasjonstype (Figur 2). Denne øvelsen vil synliggjøre en del viktige lokaliseringsfaktorer. Det vil også vise at tidligere manglende fokus på enkelte tema har naturlige forklaringer som at informasjon om temaet er vanskelig eller kostbar å skaffe (f.eks. dybdeinformasjon), eller at den ikke finnes (f.eks. utbredelse av lakselus). En har likevel oppnådd å peke på hva som kan være prioriterte områder for videre arbeid, og ikke minst har en synliggjort for beslutningstakerne hvilken informasjon som er utelatt. Bruk av GIS-verktøy gjør modellen dynamisk. I praksis kan en sammenlikne systemet med et elektronisk regneark. Etter hvert som en får inn nye tall, flere kolonner og nye funksjoner, variabler og vektninger, vil sluttsammenheng endre seg. På samme måte ser vi for oss et dynamisk kart over egne områder som endrer seg med ny kunnskap.

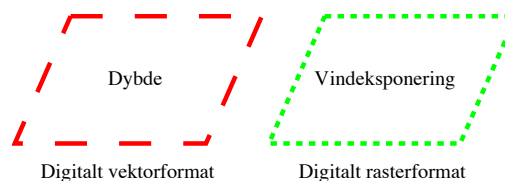
Vi har allerede begynt å se på lokaliseringskriterier for skjelldyrking, i første omgang bare ut fra artenes behov og uten å vurdere samfunnsmessige interesser. Som eksempel på informasjon som finnes i litteraturen har vi satt opp disse parametrene/temaene som basis for diskusjon (Tabell 1).

Den første utfordringen er at det ikke nødvendigvis finnes en konsensus mellom forskningsmiljøene, og mellom forskning og næringen selv, om hva som er et godt område for de ulike artene og dyrkingsformene. Videre er det hevdet at synergi- og antagonieffekter vil kunne føre til at kriterier som passer på én lokalitet kan være misvisende på en annen. En annen utfordring er å differensiere mellom hva som er optimale produksjonsforhold slik næringen ser det, og hva som er grenseverdier for artene, uavhengig av lønnsom produksjon.



Figur 3 Eksempel på symboler for geodatabaser.
Example of symbols of geodatabases.

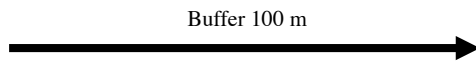
Ved hjelp av den enkle flyttdiagramteknikken fra "Seagis"-prosjektet vil parametrene fra tabellen først vises som geodatabaser som er kilder for informasjonen (Figur 3). Geodatabasene kan være enten i analog eller i digital form, men inneholder alle informasjon som kan kartfestes i et kjent referansesystem (f.eks. UTM).



Figur 4 Eksempel på symboler for geodata.
Example of symbols of geodata.

Ut ifra disse geodatabasene som enten finnes, kan lages, eller som eventuelt ikke blir tilgjengelige i nærmeste fremtid, velges det ut geodatasett (Figur 4). Informasjon som ikke allerede er digital må digitaliseres.

Trinn 2 i det videre arbeidet er å angi egnede intervaller for hvert enkelt parameter. I flytdiagrammet vises dette som utvalgsprosesser (Figur 5).



Figur 5 Eksempel på symbol for prosess.
Example of a symbol of a process.

Eksempler på slike intervaller fra tabellen er optimal temperatur, eksponering eller dybde, eventuelt grenseverdier for overlevelse for de ulike artene og dyrkingsformene. I eksempelet går en ut fra at egnede områder for bunnkultur av kamskjell vil ligge i dybdeintervallet 5–50 meter og at området bør være rimelig flatt (helling 0–10 grader).

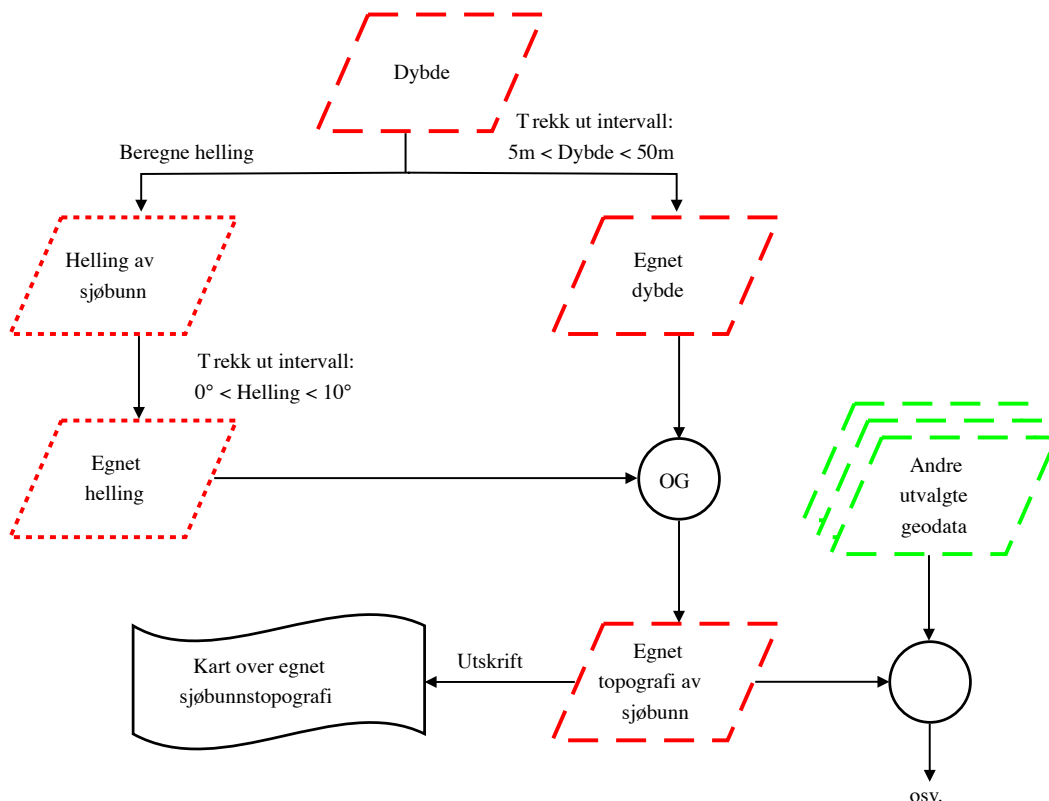
Selv denne enkle vurderingen ut fra ett datasett, dybde, vil kunne gi ny og verdifull informasjon for kommuneplanleggeren. Tilsvarende oppsett lages for flere parametere.

Trinn 3 i analysen er å kombinere flere delresultat med hverandre basert på vektninger om hvilke faktorer som er viktigst eller som kanskje ekskluderer et område.

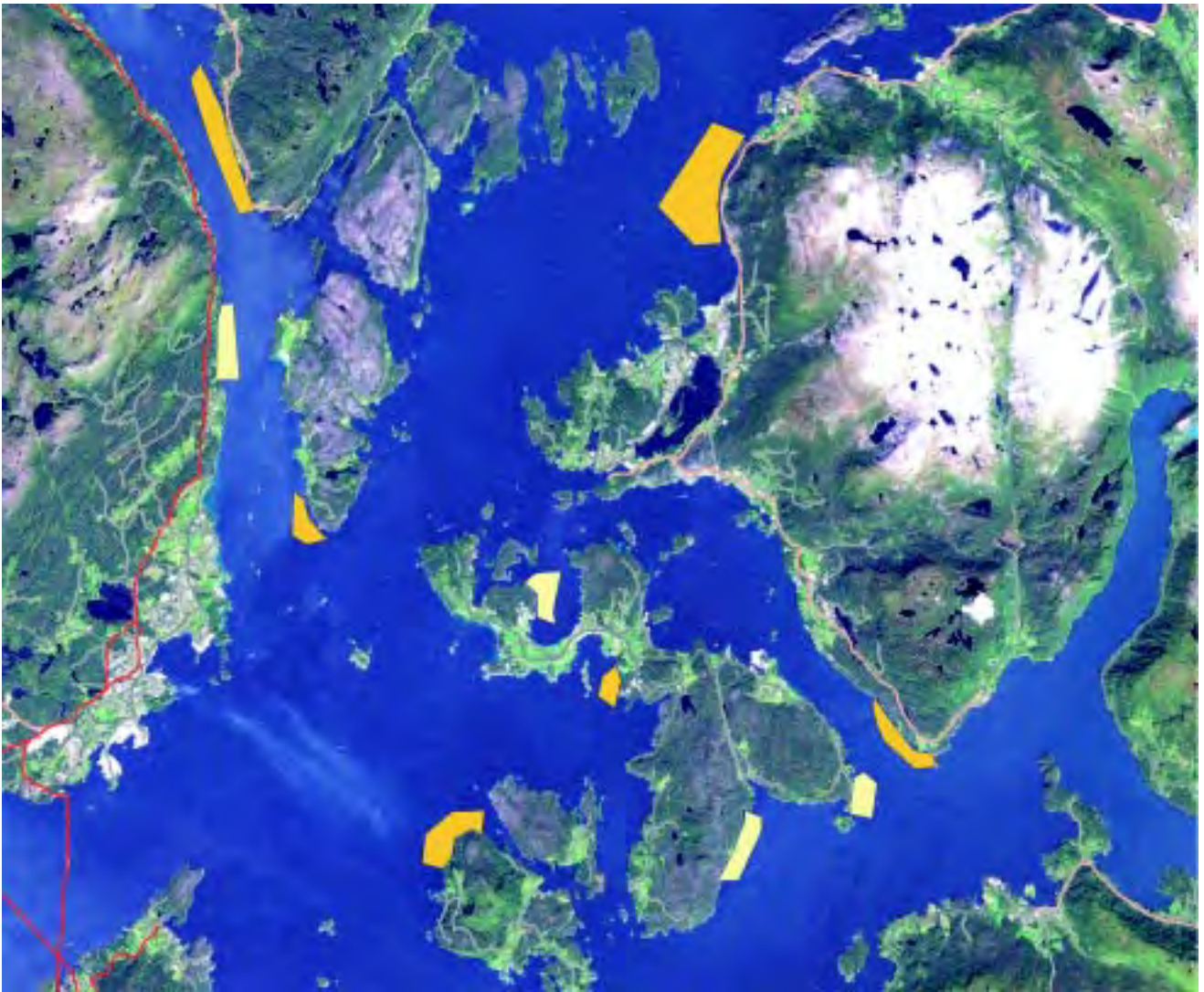
Når modellarbeidet er gjennomført, ser en for seg et flytdiagram laget med standard "Seagis"-symboler (Figur 6). Vi tror ikke flytdiagrammet vil være et endelig svar på lokalitetsproblematikken, men vurderer det som et godt verktøy for videre diskusjon. Ved hjelp av flytdiagrammet oppnår en å visualisere arbeidsgangen i analysen slik at grunnlaget for egnethetskartet (Figur 7) kan diskuteres i detalj, allerede før et eneste datasett er skaffet eller et kart er produsert. Videre ønsker vi i en fase 2 av prosjektet å teste ut modellen i avgrensede områder i fylket.

I denne fasen ser vi for oss et nært samarbeid med kommuner og næringen for å verifisere kartene mot den "virkelige verden". I tillegg håper vi at fokuset på manglende data, datakvalitet og metadata vil føre til økt innsats på dette feltet. I den grad nye og kvalitetssikrede data blir tilgjengelige, ønsker fylkeskommunen gjerne å formidle informasjonen i form av interaktive kart på Internett. Disse kan brukes direkte av kommuneplanleggerne.

Vil "Akvavis" løse arealproblemene i oppdrettsnæringen? Nepe på kort sikt, men vi håper at tverrfaglig metodeutvikling, forbedrede datasett og bruk av GIS i løpet av få år vil gjøre kommuneplanleggerens arbeid bedre og enklere. Ved å synliggjøre gangen i analyser med flytdiagram vil i alle fall metodikken bli synlig, og faren for manipulasjon mindre.



Figur 6 Eksempel på del av et flytdiagram.
Example of a part of a flowchart.



Figur 7 Eksempel på resultat av analyse, egnede områder for ulike former for havbruk.
Map illustration of analysis, areas suitable for different forms of aquaculture.

3.1.6

Miljøvirkninger av oppdrett versus sosioøkonomiske aspekter

Timo Mäkinen, Finnish Game and Fisheries Research Institute

Fiskeoppdrett påvirker omgivelsene, men er samtidig viktig for næringslivet i utkantområdene. Slike virkninger er det vanskelig å sammenligne, og det er derfor utviklet analyser som kan veie miljøhensyn opp mot sosioøkonomiske faktorer. Artikkelen presenterer resultatene fra en slik analyse i Finland.

Den dramatiske veksten i norsk produksjon av laks og ørret og den norske bransjens markedsføring har hatt fordeler for mindre akvakulturnasjoner som Finland. Det har bidratt til å åpne nye markeder og økt størrelsen av de eksisterende. På den andre siden stiller de norske selskapenes effektive organisering av produksjon og eksport mindre konkurrenter i skyggen, til og med på deres egne markeder. På midten av 90-tallet produserte for eksempel Finland årlig omkring 20 000 tonn regnbueørret for det innenlandske markedet. I dag har produksjonen falt til 15 000 tonn, og importert laks og ørret fra Norge dekker mer enn halvparten av Finlands forsyninger av fersk laksefisk.

På samfunnets dagsorden

I Finland, på samme måte som i Norge, utgjør akvakultur og utviklingen av den en viktig del av regionalpolitikken. I Finland er det gravgrendte strøk i skjærgårdshavet og på fastlandet som er hovedområdene for oppdrett. Lokale myndigheter ser positivt på at nye akvakulturprosjekter settes i gang, og bruker det tilgjengelige støtteapparatet for å fremme slik virksomhet.

Finsk akvakultur startet i ferskvann, men mesteparten foregår nå i Østersjøen, som er et følsomt brakkvannssystem. Det finske samfunnet setter også miljøspørsmål stadig høyere på dagsorden. For akvakultur betyr det et konsesjonssystem som tar sikte på å regulere og minske miljøkonsekvensene av denne virksomheten. Fordi oppdrett er en ny aktivitet i motsetning til fiske, jordbruk og andre tradisjonelle virksomheter i skjærgården, utpekes akvakultur som en av de mest sannsynlige årsakene til de endringene som er påvist i økosystem og vannkvalitet. Oppdrett er derfor tema for en til dels meget kritisk og tilsynelatende uendelig debatt som ellers er preget av lite dialog. Mest aktive i denne debatten er de tusenvis av hytteeiere som tilbringer somrene overalt i regionen.

Fritids- og miljøinteresser på den ene siden og regionalpolitiske hensyn på den andre er altså på kollisjonskurs i den finske skjærgården. Det er derfor en utfordring å få til en faktabasert og konstruktiv diskusjon, der saklige argumenter kan vinne fram.

Livsløpsvurderinger (LCA)

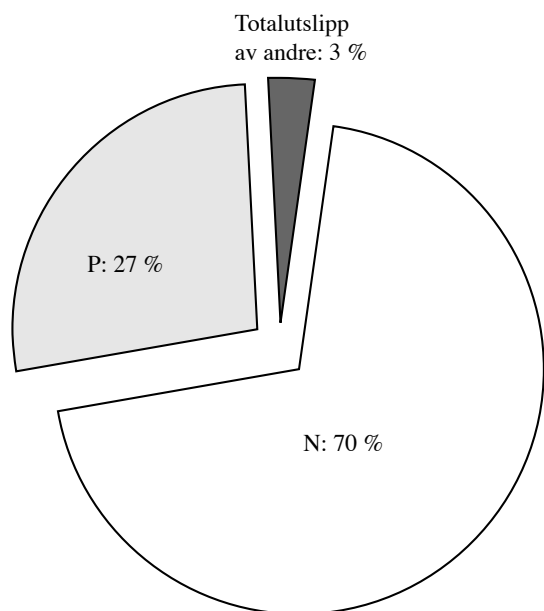
Vi kan bidra til å løse denne floken ved å gjennomføre kost/nytte-analyser som tar i betraktning både miljøhensyn og sosioøkonomiske faktorer. Resultatene kan da trekkes inn i vurderingen, og fremme balanserte avgjørelser som både ivaretar miljøet og gjør det mulig å realisere det potensialet som finnes for oppdrett. Det finnes ingen objektiv analyse som kan gjøre dette, men ved å benytte de metodene som finnes, og ved å legge opp til en åpen og gjennomiktig prosess som vektlegger de forskjellige elementene, kan vi likevel komme fram til omforente standpunkter.

Livsløpsvurderinger (Life Cycle Analysis - LCA) er en systematisk metode for å evaluere miljøvirkningene av produkter og tjenester. LCA evaluerer altså utslippene og de andre miljøkonsekvensene av produksjonen, og tar råmaterialene og alle fasene i produksjonens livsløp i betraktning. Sagt på en annen måte: den kartlegger produktets konsekvenser fra vugge til grav. Dette er en relativt komplisert prosess, og de viktigste elementene er kort presentert nedenfor.

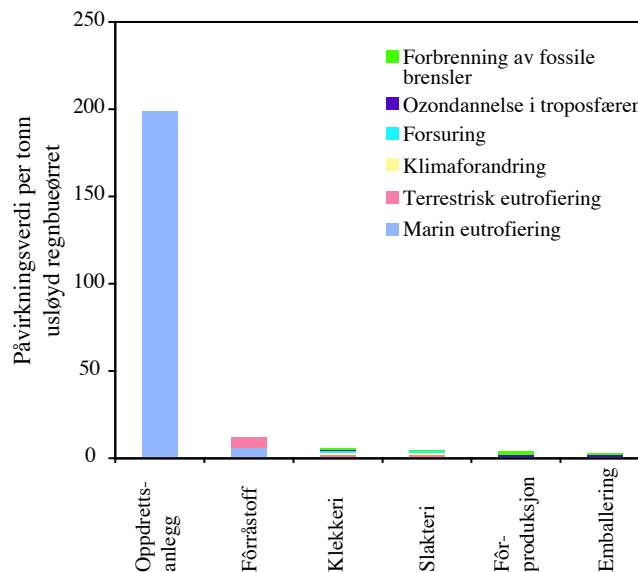
Første delen er en kartleggingsfase som kalles inventaranalyse (LCI - Life Cycle Inventory). Resultatene av en LCI er imidlertid ofte vanskelige å tolke, en LCA omfatter derfor også en såkalt livsløpseffektvurdering (LCIA - Life Cycle Impact Assessment). Miljøinngrepene blir her analysert i forhold til hvordan de påvirker miljøet. I LCIA blir miljøinngrep klassifisert innen flere påvirkningskategorier, som f.eks. klimaforandring, forsurening og eutrofiering. Når påvirkningskategoriene er klassifisert, blir klassifiseringsinngrepene multiplisert med karakteriseringsfaktorer for å beregne resultatene av påvirkningskategoriene. Påvirkningskategoriene som henviser til et bestemt produktsystem kan også deles på verdier som tillegges bestemte referanseområder, f.eks. Finland eller Europa. Hvis vi ønsker å aggregere verdiene av forskjellige påvirkningskategorier til en enkelt verdi, må disse vektet. Vektinger blir normalt bestemt av grupper av fageksperter. Innen LCIA er påvirkningskategoriene og karakteriseringsfaktorene mer eller mindre standardiserte, men vektleggingen kan variere i henhold til land, sammensetningen av ekspertgruppen eller tid.

LCA på finsk ørret

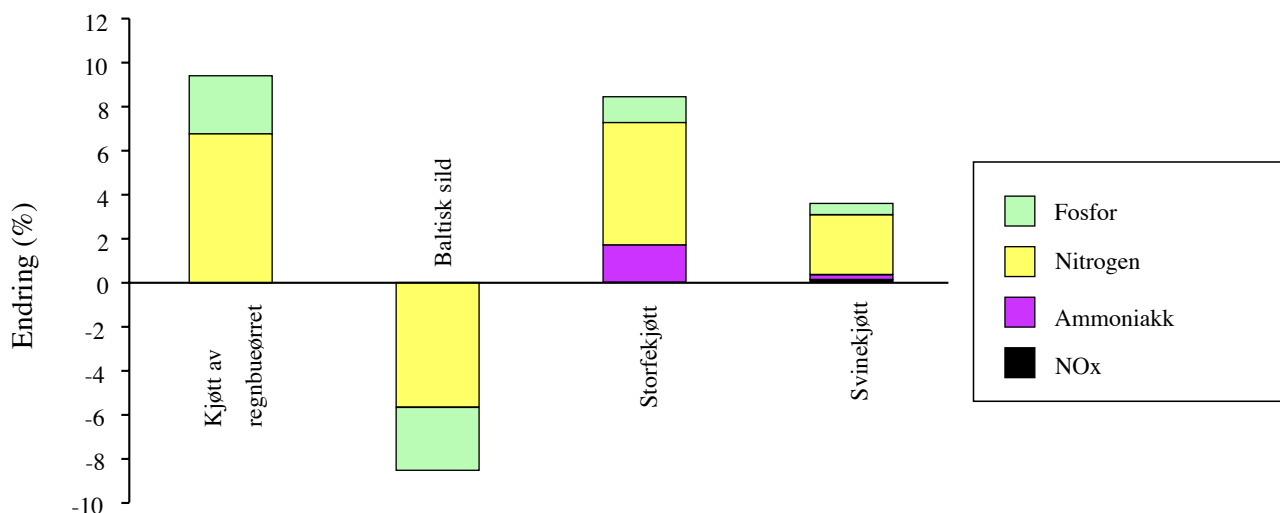
Det er gjennomført en LCA for alle faser av finsk oppdrett av regnbueørret. Mange LCA-er slutter med inventaranalysen, men her gikk en videre med virkningsevalueringen og forsøkte å evaluere de økologiske konsekvensene av



Figur 1 Bidrag fra forskjellige utslipp til total påvirkningsverdi av finsk produksjon av regnbueørret. Fosfor og nitrogen er de viktigste bidragsyterne.
Contribution of different emissions to the total impact value in the Finnish rainbow trout farming. Phosphorus and nitrogen are the most important emissions.



Figur 2 Bidragene fra de enkelte produksjonsfasene til total miljøpåvirkning innen finsk produksjon av regnbueørret.
Contribution of the different production stages to the total environmental impact in the Finnish rainbow trout production.



Figur 3 Bidrag fra viktige kjøtt- og fiskeproduksjoner (prosenttall) til utslipp som bidrar til eutrofiering av marine områder i Finland, beregnet for 10 000 tonn protein fra regnbueørret, baltisk sild, storfekjøtt og svinekjøtt. Legg merke til at virkningsverdien for sild er negativ, noe som tilsier en positiv virkning på miljøet.
Contributions of different meat products (in percentage) to the aquatic eutrophication emissions in Finland calculated for ten thousand tonnes of protein in rainbow trout, Baltic herring, cattle and pork meat. Note that the impact value for the herring is negative which means positive impact on the environment.

virksomheten. Det betyr at de økonomiske effektene ble delt på virkningsfaktoren, det er da underforstått at en høy økoeffektivitet betyr at en får "mer fra mindre". Figurene 1-3 viser en del av resultatene fra denne analysen. (<http://www.vyh.fi/palvelut/julkaisu/elektro/sy529/sy529.htm>) Østersjøen er som nevnt eutrof, og Figur 3 viser at sildefiske gir et positivt bidrag til å redusere algeveksten fordi det fjerner plantenæringsstoffer fra vannet.

Dersom en anvender disse resultatene på norske kystområder, der eutrofiering ikke er noe problem, vil derimot oppdrett ha høyere økoeffektivitet enn sildefiske. Det skyldes den høye energieffektiviteten i fiskerierne på de arter som brukes til fiskefôr.

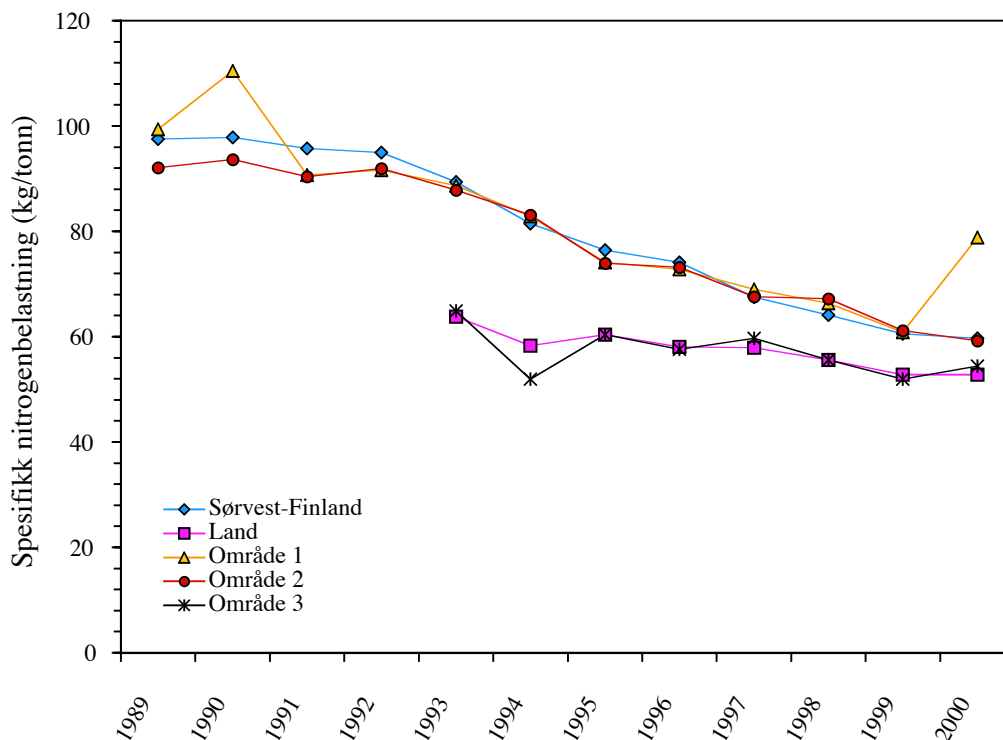
Den onde sirkelen av miljøkontrollen av oppdrettsindustrien i Finland

- Miljøkonsesjonskontoret begrenser utslipp av plantenæringsstoffer for hver konsesjonsrunde, med sikte på å opprettholde miljøstandarder og vannkvalitet.
- Gjennomsnittsproduksjon minker, konsesjonsperioden blir kortere, produksjonskostnadene øker, og produsenten avslutter enten virksomheten eller forsøker å redusere enhetskostnadene ved å kjøpe opp andre enheter.

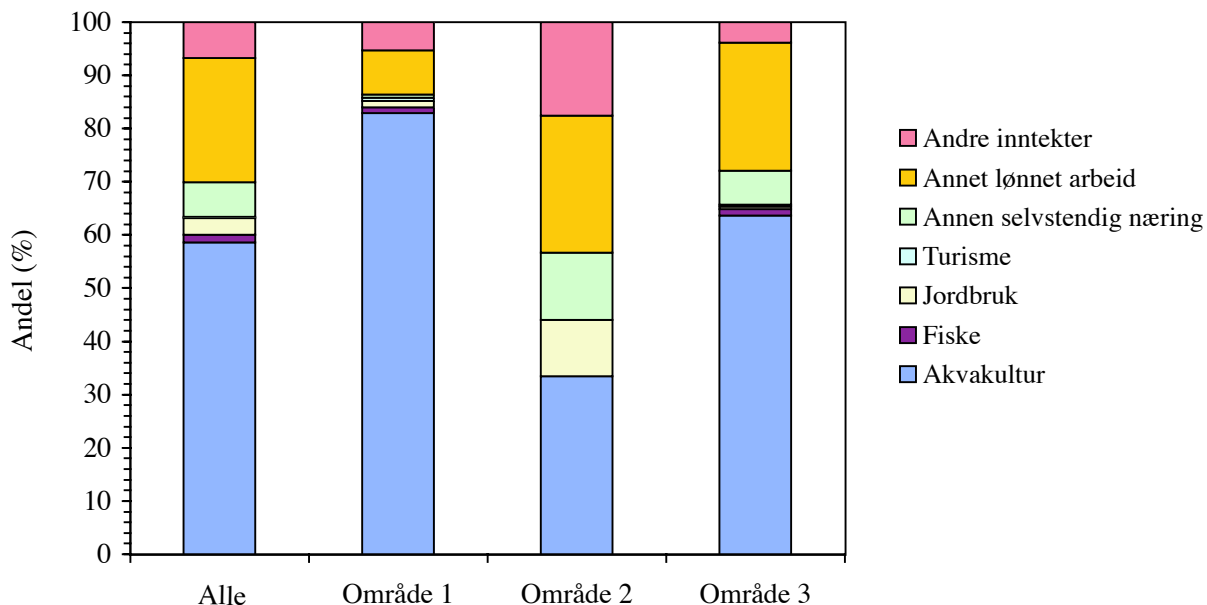
- Den gjennomsnittlige størrelsen av bedriftene øker og sysselsettingen reduseres, de mindre avdelingene innen selskapene som opererer flere anlegg finner det umulig å investere i miljø- og kvalitetstiltak, men forsøker å opprettholde aktiviteten så lenge som mulig.
- Driften av anleggene fungerer dårlig, relativ belastning av plantenæringsstoffer er høyere ved små enn ved store enheter. Dette er illustrert i Figur 4, der de to anleggene som har lavest relative utslipp (Åland og område 3), begge har større enheter enn de andre anleggene. Miljøet blir altså skadelidende ved bruk av små enheter, det blir også samfunnet og den sosioøkonomiske bærekraft.

AQCESS

Prosjektet "Aquaculture and Coastal Economic and Social Sustainability" – AQCESS (for ytterlige opplysninger gå til www.abdn.ac.uk/aqcess/index.html) fokuserer i mindre grad på miljødimensjonen enn på bærekraftens to andre dimensjoner; sosioøkonomisk bærekraft og samfunnsbærekraft. Enkelte forfattere foreslår en fjerde, institusjonell dimensjon for bærekraft, dvs. at de sosiale institusjonene støtter de tre andre dimensjonene. AQCESS-prosjektet vil presentere anbefalinger på hvordan vi kan skape og opprettholde en bærekraftig situasjon for akvakulturindustrien i deltagende land. Det virker som om mange av



Figur 4 Spesifikk nitrogenbelastning i kg/tonn fisk produsert i Sørvest-Finlands skjærgårdsområde, i Åland fylke og i de områder som er undersøkt av AQCESS-prosjektet.
Specific nitrogen load kg/tonnes fish produced in the Southwest Finland's Archipelago, in the Province of Åland and in the case study areas of AQCESS.



Figur 5 Inntektskilder for fiskeoppdrettere i de tre undersøkte områdene.
The source of livelihood of the fish farmers in the three case study areas.

disse anbefalingene vil ta den institusjonelle dimensjonen i betraktning. Lokalmyndighetene på forskjellige nivåer er de viktigste instansene for implementering av disse forholdsreglene. Norge, som har flere større akvakulturselskaper med tilhørende storskalafordeler, er svært forskjellig fra partnerlandene i AQCESS, som i tillegg til Finland består av Skottland, Irland, Portugal og Hellas. I de fleste av disse land er akvakultur praktisert i mindre

målestokk, for ikke å si som biaktivitet på familienivå. I Finland utgjør akvakultur bare en del av inntektene for oppdretterne i skjærgårdshavet (Figur 5). Et slikt mangfold av inntektskilder er også typisk for fiskerne i regionen.

Den største utfordring for fiskeoppdretterne er å skaffe seg de nødvendige miljøtillatelsene. Deres viktigste opponenter er som nevnt hytteeierne, da det imot noe over et hundretalls havbruksanlegg finnes mer enn tjue tusen hytter i skjærgårdshavet (Figur 6).



Figur 6 Eksempel på et område i Kustavi kommune med oppdrettsanlegg og hytter som illustrerer hvordan de sistnevnte er i overveldende flertall.
An example of a location in Kustavi municipality with fish farms and summer cottages showing the overwhelming number of the last ones.

En slik småskalaproduksjon av regnbueørret kan vanskelig konkurrere med norsk lakseproduksjon. Dette ville trolig være tilfellet selv om det strenge miljøreglementet tillot anlegg som var mer sammenlignbare med de norske i størrelse. I dag er gjennomsnittstørrelsen av finske oppdrettsanlegg ca. en femtedel av de norske. For å overleve i denne situasjonen er det nødvendig å spesialisere seg på de lokale markedene, f.eks. gjennom organisk produksjon eller ved å legge vekt på en annen kvalitetsfaktor.

Oppfatningen av bærekraft er helt avhengig av perspektivet, og lokalsamfunnet har en annen vinkling enn for eksempel det europeiske markedet. For dette markedet er en kostnadseffektiv, høyvolum produksjon som tillater import av billig norsk kvalitetslaks ønskelig, mens befolkningen i skjærgården gjerne velger et lokalt produkt, produsert i liten målestokk, og med en etikett som henviser til lokal kultur og tilhørighet. Vi har her en polarisering - på den ene siden globaliseringen, med sine krav om stordrift og stadige økende effektivitet - og på den andre lokalsamfunnet med dets egen kultur og livsstil. I en slik situasjon blir det ikke lett å utvikle en politikk for bærekraftig utvikling.

3.2 Trygg mat fra reint hav

3.2.1 Dokumentasjon av trygg sjømat

Anne-Katrine Lundebye Haldorsen, Kåre Julshamn og Bjørn Tore Lunestad,
Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)

I denne artikkelen vil vi diskutere noen sider ved sjømattrygghet, blant annet sammenligne forekomst av kontaminanter, bakterier og parasitter i norske sjømatprodukter i forhold til gjeldende regelverk på området.

Et program for analyser av fremmedstoffer i fisk og skaldyr ble igangsatt i 1994 ("Miljødatabasen"). I programmet inngår over 40 metaller, klorerte forbindelser (PCB, DDT og dets nedbrytningsprodukter, HCH samt HCB) og radioaktiv cesium 137. Dioksiner og dioksinlignende PCB (DLPCB) ble inkludert fra 1999. I tillegg er det egne programmer for medisinerester og forurensingsstoffer i oppdrettslaks, fremmedstoffer i ferdigproduserte sjømatprodukter og forurensingsstoffer og mikroorganismer i fiskefôr og skjell. Norge deltar også i EUs overvåkningsprogram knyttet til dioksin i mat og fôr, inkludert sjømat og fôr til fisk.

Tungmetaller

Tungmetaller er en naturlig del av miljøet, selv om forandringer av den kjemiske formen kan endre deres toksiske egenskaper. Fokuset på kvikksølv i mat, og spesielt sjømat, skyldes de tragiske forgiftningsskandalene som har funnet sted der kjemisk industri har vært synderen. Kvikksølv finnes naturlig i sjøvann både som organisk bundet kvikksølv (f.eks. metylkvikksølv) og uorganisk bundet kvikksølv. Det er den organiske formen som er giftig og volder bekymring. Kvikksølvinnholdet i filet av både torsk og laks er imidlertid lavt i forhold til den gjeldende grenseverdien på 0,5 mg/kg fiskemuskel som er fastsatt av EU og Codex for de fleste fiskearter. For visse rovfiskearter med lang levetid er den øvre grenseverdien imidlertid satt til 1 mg/kg. Kvikksølvinnholdet i torskfilet fra Barentshavet synes ikke å ha økt de siste 25 år (Tabell 1).

Tabell 1 Kvikksølvinnhold i torsk (mg/kg frisk vekt) fra Barentshavet fanget i 1976, 1995 og 2000. *Concentrations of mercury in cod (mg/kg wet weight) from the Barents sea collected during 1976, 1995 and 2000.*

År	Størrelse (kg)	Hg (mg/kg)
1976	2-5	0,03±0,01
1995	2-7	0,04±0,01
2000	3-6	0,03±0,01

Gjennomsnittinnholdet av kvikksølv i laksefilet har sunket fra 0,04 mg/kg frisk vekt i 1995 til 0,02 mg/kg frisk vekt i 2001.

Bly kan tas opp fra luft og fra næringsmidler. Mat og drikke er beregnet å utgjøre 70 % av det samlede blyopptaket hos voksne. I motsetning til kvikksølv, bidrar ikke sjømat betydelig til det samlede opptaket. Blykonsentrasjonen i filet av både torsk og laks er lavere enn 0,01 mg/kg frisk vekt (1,2). EU har en øvre grenseverdi for bly i fiskefilet på 0,2 mg/kg fiskefilet (i de fleste arter og 0,4 mg/kg i visse arter), og nivåene i norsk fisk utgjør bare noen prosenter av denne grenseverdien.

Kadmium er blant de fremmedstoffene helsemyndighetene er mest bekymret for. Dette skyldes grunnstoffets lange biologiske halveringstid i mennesket og stoffets giftvirkning på nyrene. Store befolkningsgrupper i den vestlige verden har et kadmiuminnhold i nyrene som er nær den mengden som gir helseproblemer. Det er da tilfredsstillende å registrere at norske sjømatprodukter ikke bidrar til denne bekymringen. Alle undersøkelser foretatt hos oss viser et kadmiuminnhold i filet av villfanget fisk så vel som laksefileter lavere enn 0,005 mg/kg (1,2). Dette er mindre enn 1/10 av den øvre grenseverdien på 0,05 mg/kg fiskefilet som EU har fastsatt (i de fleste arter og 0,1 mg/kg i noen få).

Dioksiner

Betegnelsen dioksiner omfatter stoffgruppene polyklorete-dibenzo-para-dioksiner (PCDD) og polyklorete-dibenzo-furaner (PCDF). Dioksiner er klorholdige, organiske stoffer, og det finnes i alt 210 ulike dioksinforbindelser (75 PCDD-forbindelser og 135 PCDF-forbindelser). Av disse 210 forbindelsene regnes 17 som særlig giftige. Dioksiner er tungt nedbrytbare og klassifiseres som globale miljøgifter. Stoffene er fettløselige og konsentreres derfor oppover i næringskjeden. Dioksiner er biprodukter fra en rekke kjemiske og industrielle prosesser som for eksempel produksjon av metaller, papirindustrien, avfallsforbrenning og forbrenningsmotorer. Det finnes også naturlige kilder til dioksiner, disse inkluderer skogbrann og mikrobiell omdanning.

Dioksiner består altså av en lang rekke ulike forbindelser som har til dels de samme toksiske effekter, men med ulik styrke. For en risikovurdering måler man de individuelle konsentrasjonene av alle giftige varianter (17

toksiske dioksiner). Det er laget modeller for å omregne konsentrasjoner av de ulike forbindelsene til toksiske ekvivalenter (TE). Antall TE i en prøve er et mål for det totale skadepotensialet. Etter dioksinskandalen i Belgia i 1999, da kyllingfôr ble forurenset med dioksiner, har disse stoffene vært i søkelyset. Dette har medført blant annet at det har blitt etablert øvre grenseverdier for dioksiner i både fôr og matvarer. EUs øvre grenseverdi for dioksin i fisk og fiskeolje til human konsum er henholdsvis 4 og 2 ng WHO-TE/kg. Til sammenligning er dioksinnivåene målt i norsk sjømat i regi av "Miljødatabasen" betydelig lavere enn dette. For eksempel er gjennomsnittsnivå av dioksin i oppdrettslaks 0,57 ng WHO-TE/kg, med et konsentrasjonsområde fra 0,12 til 1,2 ng WHO-TE/kg. Konsentrasjonene funnet i sild er i samme størrelsesorden som for laks, mens makrell har litt lavere dioksininnhold.

Polyklorerte bifenyler (PCB)

PCB er en stoffklasse som omfatter 209 ulike forbindelser som har fra 1 til 10 kloratomer i molekylet. PCB ble brukt i transformatorer og annet elektrisk utstyr som plastmykere, hydrauliske væsker og maling. PCB er tungt nedbrytbart, det klassifiseres som en global miljøgift og er ikke lenger tillatt brukt i den vestlige verden. Stoffene er fettløselige og konsentreres i næringskjeden. Det er faglig enighet om å måle sju enkelt PCB-kongenere (PCB₇: 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180) og angi deres sum som et mål på generell forurensning. Sum PCB₇ i filet av oppdrettslaks var 0,016 mg/kg i 2001, en verdi som er cirka 50 % lavere enn det som ble funnet for 1998. EU har foreløpig ikke øvre grenseverdi for PCB i matvarer, derimot har noen land nasjonale grenseverdier. Nederland har en grenseverdi i fisk for PCB₇ på 0,6 mg/kg. PCB anrikes i fiskens fettvev, og fet fisk inneholder derfor høyere konsentrasjoner enn mager fisk. Konsentrasjonene funnet i laksefilet er av samme størrelse som det som er målt i makrell og sild.

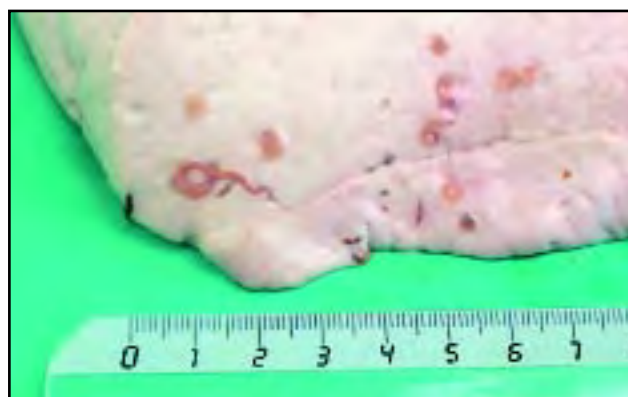
Medisinrester

I de senere år har omfattende bruk av vaksiner og en generell bedring i hygienens i oppdrettsanlegg medført en nesten eventyrlig reduksjon i bruken av legemidler til oppdrettsorganismer, som i denne sammenheng i all hovedsak vil si oppdrettet fisk. I løpet av ti år er bruken av antibiotika redusert med 95 %, mens vi i samme periode har hatt en årlig økning i produksjonen av oppdrettsfisk på ca. 25 %. I Norge er det etablert et omfattende system for å sikre at rester av slike legemidler ikke skal kunne finnes i uakseptable konsentrasjoner i sjømat. Dette inkluderer en godt regulert oppdrettsaktivitet og strenge regler for hvem som kan skrive ut og selge medisiner til fisk. All medisinbruk til oppdrettsorganismer blir registrert av Fiskeridirektoratet. Før fisk eller andre organismer i oppdrett blir tillatt slaktet eller høstet og senere omsatt, må det ha gått en på forhånd fastsatt minstetid mellom avsluttet behandling og slaktning eller høsting. Fiskeridirektoratet gjennomfører årlig et stort antall analyser for å sikre at ulovlige legemidler ikke brukes, og for å sikre at nivået av lovlig brukte legemidler er under internasjonalt aksepterte nivåer. Norge har nylig innført maksimumsgrenser (MRL, Maximum Residue Limits) for legemidler til sjømatorganismer i henhold til gjeldende EU-regelverk.

Bakteriologi

Forekomsten av kvalitetsforringende eller human patogene mikroorganismer i sjømat til eksport er omfattet av et regelverk som forvaltes av Fiskeridirektoratet. I norskprodusert sjømat finner en relativt sjelden bakterier som gir opphav til sykdom i mage-/tarmsystemet hos mennesker. Hovedgrunnen er trolig at temperaturen i miljøet der fisken lever ikke er særlig attraktiv for bakterier som trives i vår tarm. Sykdomsutbrudd som kan spores tilbake til sjømat opptrer likevel enkelte ganger, og gjør at den enkelte produsent og kontrollmyndighetenes arbeid for en bedret matvarehygiene er et prioritert innsatsområde.

En bakterie som utgjør en spesiell utfordring i produksjon av sjømat er *Listeria monocytogenes*. Denne bakterien kan forårsake sykdom hos mennesker og dyr, og kan finnes mange steder på og i organismer og i naturen. Bakterien kan gi sykdommen listeriose hos mennesker. Listeriose



Figur 1 Parasittisk rundorm eller kveis er vanlig forekommende på og i innvollene og i muskulaturen hos mange fisk i sjøen. Parasittene ses ofte som små hvite spiraler i hinnene som kler de indre organene hos fisk. På bildet ser vi kveis på leveren hos torsk. Kveis kan gi ubehagelige infeksjoner hos mennesker dersom de blir spist levende. Parasitten dør ved koking, steiking, skarpsalting, ved kombinasjonen tørking/salting og ved dypfrysing. Med dagens norske mattradisjoner ser infeksjoner med slike parasitter ikke ut til være noe stort helseproblem.

Parasitic roundworms, collectively known as "kveis" in Norwegian, are commonly found in the viscera and muscles of many marine fish species. Such parasites are often seen as small white spirals on the peritoneal lining of fish. The present picture shows "kveis" on the liver of cod. Parasitic roundworms of fish might give unpleasant infections in humans if ingested alive. These parasites die after cooking, frying, proper salting or a combination of drying and salting and after subjection to freezing temperatures. In the traditional Norwegian cuisine, fish are treated in such a way that infections with roundworms are not considered a major health problem.

opptrer nesten utelukkende hos gravide og personer med svekket immunforsvar. For personer som har en på forhånd svekket helse, kan infeksjon med *Listeria monocytogenes* være alvorlig. I Norge har vi i perioden fra 1982 registrert mellom 2 og 21 tilfeller av listeriose årlig. Selv om *Listeria monocytogenes* kan finnes på mange ulike produkter, er en særlig opptatt av bakterien i spiseferdige produkter som kjøttpålegg eller røykt laks. De seneste årene ser det ut til å ha vært en reduksjon i forekomsten av bakterien i risikoprodukter. Dette skyldes økt innsats hos produsenter og forvaltningsmyndigheter.

Parasitter

Alle levende organismer har parasitter på eller i kroppen, dette gjelder også fisk. Det er godt beskrevet i litteraturen at viltlevende marin fisk og oppdrettet fisk har en rekke større og mindre parasitter. Disse representerer, med få unntak, ikke noe kjent folkehelseproblem. Imidlertid er rundorm, som ofte går under navnet kveis, vanlig forekommende i innvollene og til en viss grad i muskulaturen hos mange fisk i sjøen (figur 1). Parasittene ses ofte som små hvite spiraler i hinnene som kler de indre organene hos fisk. Kveis kan gi ubehagelige infeksjoner hos mennesker dersom de

blir spist levende. Parasitten dør ved koking, steiking, skarpsalting, ved kombinasjonen tørking/salting og ved dypfrysing. Ifølge norsk kvalitetslovgivning må derfor all fisk som skal spises rå eller tilnærmet rå, fryses til minst -20 °C i 24 timer før den kan selges. Med norske mattradisjoner ser denne parasitten ikke ut til være noe stort helseproblem. Det må her nevnes at oppdrettsfisk ikke har denne typen parasitter. NIFES vil i framtiden øke sin forskningsinnsats på området trygg sjømat og parasitter.

Prioner

En ny gruppe smittestoff som kalles "prioner" har fått mye omtale i de seneste år. Smittestoffet har blant annet vist seg å kunne gi opphav til kugalskap hos storfe, og en spesiell variant av Creutzfeldt-Jakobs sykdom hos mennesker. Fisk har ikke vist seg å være bærer av denne typen smittestoff.

Det er alltid forbundet med en viss fare å innta mat enten det nå er for mye, for lite, mat med uheldig sammensetning eller som inneholder uheldige stoffer eller organismer. Dette gjelder også sjømat. De helsebringende egenskapene ved næringsstoffene i sjømat overgår imidlertid på en overbevisende måte påviste negative effekter.

3.2.2

Hygiene og matvaretrygghet

Erik Slinde, Havforskningsinstituttet

*”Vidunderlig, når fisk er frisk, smaker den faktisk ikke fisk”,
Piet Hein*

Verdien og betydningen av norske fiskerier kan vanskelig tallfestes i fortid og heller ikke i framtid. Forvaltningen i dag gjøres ut fra biologiske kriterier og ikke økonomiske. Vi har alltid hatt overflod av sjømat i Norge, og vår verdifastsettelse bærer preg av det. Vi behandler sjømat som en selvfølge, verdsetter den deretter, og kaster den med en gang vi ser den muligens kan være skjemt. Sjømaten i Norge er derfor alltid trygg å spise, og ufisk spiser vi ikke. Men vi har nå nådd grensen for hva vi kan ta ut i våre havområder. Verdiene av sjømat øker, spesielt internasjonalt, og kundene forlanger også kvalitet. I denne sammenheng må vi også tenke på hygiene, og hygienen i norsk sjømatnæring er ikke god nok. Vi må lære oss til å verdsette sjømat, vi må lære oss til at det finnes forskjellige kvaliteter av sjømat, og vi må bedre den hygieniske kvaliteten.

Forebyggende arbeid er det beste virkemiddel for at vi skal oppleve kvalitet og trygg mat. Det er den offentlige næringsmiddelkontrollen som skal sørge for at de retningslinjer som er fastsatt for næringsmidler oppfylles. Alle bedrifter skal ha et kvalitetssikringssystem som har til oppgave å ta vare på kvaliteten, som hindrer forurensning og gir kunden et godt og trygt produkt.

Gener er ikke farlige

All sjømat som tas opp av havet har en kvalitet som er gitt av artens gener, omgivelsene og den mat som er spist. Den genetiske kvaliteten vil for eksempel variere fra en torsk til den neste, slik som vi mennesker også er forskjellige. I et avlsprogram endres genene i den retning som vi velger, noe vi er velkjent med fra landbruket og fra produksjon av laks. Å ta fisk som tas opp fra havet er å sammenligne med å jakte på ville dyr, og fisk som er endret med genteknologi er i dag ikke på markedet. Sjømaten vi i dag spiser inneholder heller ikke gener som vi kjenner til er skadelige for oss mennesker. Vi kjenner heller ikke til at gener som næringsmiddel kan inneles i gode og dårlige. Gener som vi spiser er bare et næringsmiddel og som sådant meget sunt. Mest gener finner vi rogn eller kaviar, og dette betraktes som eksklusiv, næringsrik og delikat mat.

Det er med fiskefôr som med kraftfôr til våre husdyr; innblandingen av korn og oljer fra genetisk endrede planter, GMO, øker stadig. Mange er redd for såkalte GMO-produkter. Av de produktene som i dag er på markedet kjenner vi ikke til at de inneholder genetisk materiale som vi mennesker kan påvirkes av. Vi kjenner ikke til gensekvenser i maten som det er uheldig for oss å spise. Vi kan i dag

påvise korn som er genetisk endret ved genteknologi. Det praktiseres en føre-var-holdning når det gjelder tilsetning av slike produkter til fiskefôr. Men i en verden som sulter, og hvor genteknologi er et fantastisk redskap til å skaffe mer mat langt mer effektivt og målrettet enn ved utvalg og tilfeldige genendringer, vil mengden genteknologiske produkter øke i fremtiden.

Rein fisk fra reint hav

For at sjømat skal være trygg, må den komme fra et rent hav. Omgivelsene fisken svømmer i må være så rene som mulig slik at fisken får optimale vilkår til å vokse. Sjømat fra forurensede områder vil preges av dette. Radioaktivt materiale som Technetium fra Sellafield er eksempel på at forurensninger når langt og tas opp i sjømat på lik linje med andre tungmetaller som kvikksølv og sink. Organiske forbindelser fra oljesøl og plastindustri vil på samme måte samles opp i sjømaten vår. Avrenning fra land bringer bakterier til våre oppdrettsanlegg og virus til skjellanleggene, slik at vi kan bli syke av bakterier fra laks og får diaré av virus fra østers.

God fisk skal behandles godt

Når vi fanger sjømat og får den om bord i båten, er det viktig at den behandles skånsomt og hygienisk. Bilder fra våre fiskebåter og fiskemottak er ikke alltid like hyggelige å se på ut fra et hygienisk ståsted. Vi er altfor godt vant med sjømat her i landet. Den har derfor også relativt lav status. Mat skal behandles skånsomt, og vi ser altfor ofte at så ikke er tilfelle. Sjømat skal ikke utsettes for slag, og det skal være rent og pent der hvor maten behandles og oppbevares. Vi kan trygt si at respekten for fisk som mat er dårlig i fiskerinæringen.

Men det er når vi begynner å se på hygienen og hvor godt bakteriene har det i norske fiskerier, at vi virkelig trenger en mentalitetsendring. La oss starte med vannet som benyttes. Altfor mange kommuner har vannforsyning som ikke er god nok. Dette er et generelt problem innen næringsmiddelindustrien og et problem for oss forbrukere. Her trenger Norge en oppgradering av ferskvannressursene. Altfor mange kommuner leverer dårlig vann til deg og meg og til sjømatindustrien. Innen fiskeindustrien vasker en også mye med sjøvann, og det er viktig å være klar over at sjøvann ikke er rent, men fullt i bakterier og virus. Dette er noe som varierer med strømforhold, utslipp i området og temperatur. Bakterier trives i vann og i sjømatindustrien er det altfor mye søl slik at den hygieniske standard er mer eller mindre lik over alt. Alt er rett og slett like skittent. Vannsøl gir grunnlag for bakterievekst. Skitt skal først fjernes før det vaskes og desinfiseres.

En fiskefilet inneholder i utgangspunktet ingen bakterier. Når den så kommer til deg og meg og har opptil 1 million bakterier per gram, er det manglende hygiene og renhold som er grunnen. Nå er dette som regel det vi kaller ufarlige bakterier, men de gir tydelig signal om at det trengs en holdningsendring innen fiskeindustrien. Vi selger fisk til Japan som skal benyttes til sushi og sashimi, og vi spiser også dette selv i dag. Da må hygiene være god. Generelt kan vi si at den i dag ikke er god nok, spesielt gjelder dette om sommeren når varmen gjør at bakteriene vokser ekstra godt.

Lav temperatur er den viktigste faktoren for å holde god hygiene. Fisk krever null grader fra første stund. Da kan den være fersk i opptil to uker og lukte friskt. Men hvor finner vi null grader? Is som smelter har denne temperaturen, og bruken av is redder mange sjømatprodukter. Renhold innen bedriftene krever gode rutiner og produksjonslokaler av høy standard. Bakteriene skal ha det vanskelig. Det starter alltid med den personlige hygiene og hvor flinke vi er til å holde det rent og tørt rundt oss. *Hygiene er et motiveringsspørsmål*, vi trenger rett og slett en påminnelse med jevne mellomrom i form av en eller annen

matvareinfeksjon for at hygiene skal kunne være god nok. I dag kommer denne påminnelsen fra japanske kjøpere som helst ikke skal ha mer enn 10 000 ufarlige bakterier per gram i fileten, og fra skjellindustri som har feil lokalisering i forhold til kloakkutslipp.

Kravet til hygiene øker etter som sjømatindustrien utvikler seg, og nå vil vi ha porsjonspakket fileten, uten bein, og pakket i modifisert atmosfære. Fersk sjømat som behandles og oppbevares riktig, lukter friskt også etter to uker og er fortsatt et utmerket produkt.

Norsk sjømatindustri trenger en holdningsendring når det gjelder produkt og hygienisk kvalitet. At maten vår er trygg kan slås fast ut fra det enkle faktum at vi ikke registrerer for mange sykdomstilfeller som kan henføres til fisk i løpet av et år. Men vi kaster også fisk umiddelbart når vi "lukter" avvikende smak fordi vi er vant til å gjøre det. Ettersom sjømatmangelen internasjonalt blir større og større i årene som kommer og sjømat stiger i pris også her hos oss, vil det å kaste fisk ikke alltid være like lett. Vi må derfor begynne å arbeide med hygiene nå. Dette gjøres best ved å ta bakterieprøver, da ser en fort hvordan tilstanden er.

3.3 Miljø - fiskevelferd - et kompromiss?

3.3.1

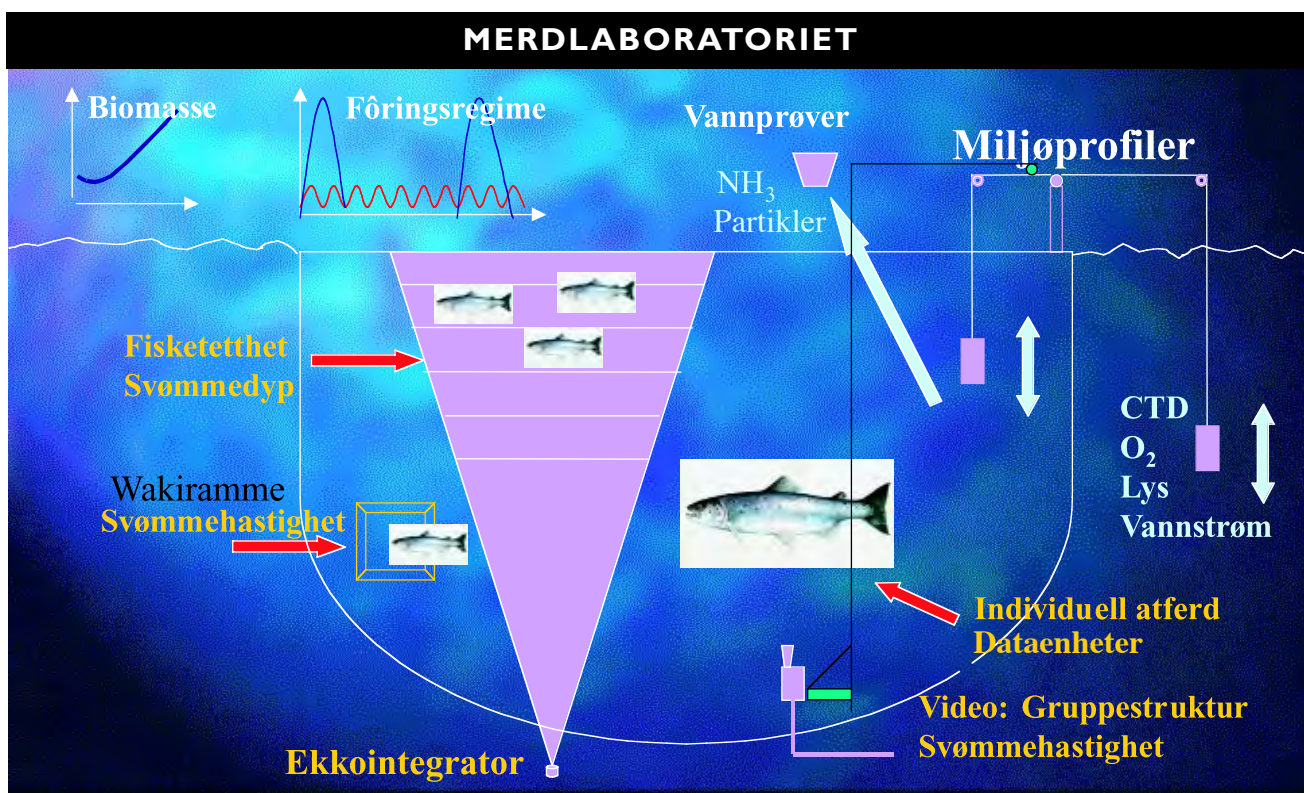
Ny stortingsmelding går inn for skjerpede krav til dyrevelferd:

Hvordan kan vi dokumentere god eller dårlig velferd hos oppdrettsfisk?

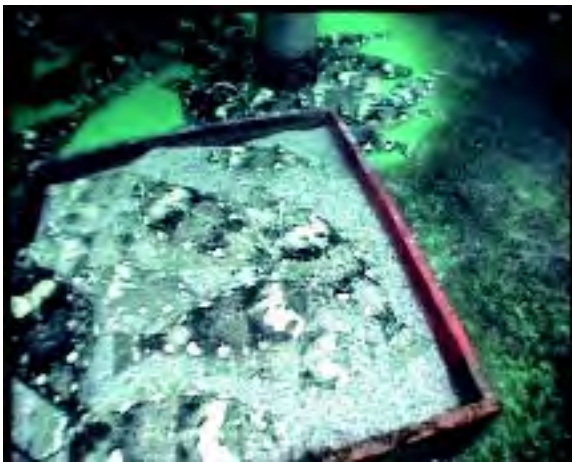
Tore S. Kristiansen, Jon-Erik Juell, Howard I. Browman, Anders Kiessling og Frode Oppedal, Havforskningsinstituttet

Når vi tar en fiskeart inn i oppdrett tar vi samtidig på oss et ansvar for hvor vel fisken ferdes gjennom livet, og vi har et juridisk ansvar for dyrets velferd i henhold til dyrevernsloven og oppdrettsloven. I en ny stortingsmelding om dyrevelferd (desember 2002) går en inn for en gjennomgang av dyrevernsloven for å utforme mer spesifikke krav til velferd for landdyr og akvatiske dyr. Tilsvarende arbeid pågår i EU. Det vil også komme endringer i oppdrettsloven, der en går bort fra generelle volumbegrensninger til regler som tar mer hensyn til fiskens behov og lokalitetens bæreevne. Forbrukere og dyreværnegrupper stiller i økende grad

spørsmål om oppdrettsfiskens velferd og om produktet er produsert på en etisk forsvarlig måte. Nest etter matvaresikkerhet, er dyrevern den viktigste årsak til at folk forandrer matvanene sine. Det er derfor av flere grunner nødvendig å kunne dokumentere oppdrettsfiskens velferdsstatus, og utvikle prosedyrer som sikrer fisken god velferd. Det er et stort forskningsbehov for å få en mer grunnleggende forståelse for fiskevelferd og å utvikle prosedyrer og metoder for å dokumentere velferdsstatus i det enkelte oppdrettsanlegg.



Figur 1 Skisse av det nye merdmiljølaboratoriet ved Matre havbruksstasjon. Detaljerte studier av fiskens miljø kan sammenholdes med observasjoner av enkeltindividets og gruppens endringer i for eksempel fisketetthet, svømmedyb, svømmehastighet og kroppstemperatur.
A schematic picture of the new "Cage environment laboratory" at Matre Aquaculture Research Station where detailed studies of the cage environment can be related to behavioural responses of individuals and groups (e.g. fish density, swimming depth and body temperature) in full scale production.



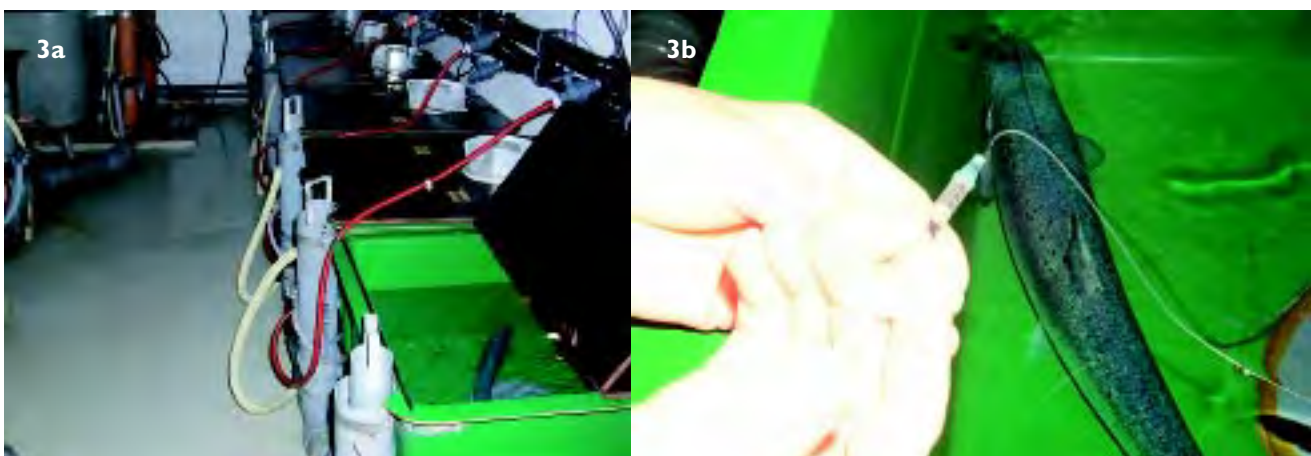
Figur 2 Kveite foretrekker å ligge i sand dersom den får velge, men ikke hvis tettheten blir for stor. *Halibut prefer to rest on sand if given a free choice, if the fish density is not too high.*

Laks og regnbueørret er Norges viktigste husdyr med over 200 millioner individer i sjøen, og utgjør både i vekt og antall langt mer enn den totale mengden av alle andre husdyr. Nye arter av flatfisk og torsk fisk er i ferd med å bli domestisert, og fiskeoppdrett er spådd å bli framtidens dominerende kystnæring. For å oppnå suksessfull og lønnsom produksjon, kreves et oppdrettsmiljø hvor fisken trives og vokser. For oppdretteren er det nødvendig å kjenne til artens spesifikke miljøbehov, muligheter og begrensninger ved valgt lokalitet og oppdrettsteknologi. Fisken må gis tilstrekkelig plass til å svømme, god vannkvalitet, en komplett diett, begrensede fysiske forstyrrelser og forsiktig håndtering. Den må også beskyttes mot sykdommer, skadelige organismer og andre former for skadelig miljø (fysisk og sosialt). Utvikling av prosedyrer sikrer oppdrettsfiskens velferd og velvære krever forskning for å skaffe ny informasjon om fiskens behov, toleranse og preferansegrenser. Redusert akutt og kronisk stress bidrar

til å gi fisken god velferd, og samtidig til mer effektiv produksjon og økt lønnsomhet.

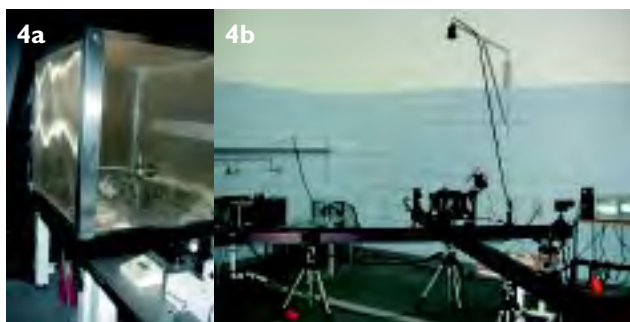
I oppdrettsnæringen er det en rekke fiskevelferdsproblemer som bør reduseres. I den intensive oppdrettssyklusen oppstår det en rekke produksjonslidelser som deformasjoner og skader, angrep fra patogener, parasitter og predatorer, håndteringsstress, feilernæring, m.m. For "nye" oppdrettsarter vil problemene trolig være størst, da vi kjenner mindre til artenes preferanser, toleranser og adaptive egenskaper, og tilgjengelig produksjonsutstyr er mindre tilpasset artenes miljøkrav og atferd. Perioder med stress pga. vannkvalitet og miljøforhold som overskrider fiskens toleransenivå er et problem i merder i sjøen. For eksempel var det i Sør-Norge i 2002 lange perioder med temperaturer som langt oversteg fiskens preferansegrenser og nærmet seg eller overskred fiskens toleransegrenser. Særlig var det stor dødelighet blant kveite og hyse i merder på Vestlandet, og økende dødelighet og sterkt redusert vekst hos laks og torsk. Både lokalisering av anlegg og oppdrettsteknologi (for eksempel notdybde) kan derfor ha stor betydning for fiskens velferd.

De ytre stressfaktorene skaper stressignaler som går fra fiskens sanseapparat (øyne, syn), vibrasjoner (sidelinjesystemet, ører) og nocisepsjon (berøring, irritasjon og vevsskader) og ledes gjennom ulike nervebaner til sentralnervesystemet. Ved for eksempel å stenge store mengder fisk inne i et kar eller merd, kan lave oksygenverdier og høye CO₂-verdier påvirke pH i blodet som igjen vil aktivere nervestress-signaler. Naturligvis vil styrken og varigheten av stressresponsen avhenge av hvilke nervebaner som blir aktivert, hvor lenge og hvordan stressfaktorene pågår. For eksempel vil transport i høye tettheter ikke ha så hurtig og sterk effekt som en brå innfangning og håving av fisk, men hvis transporten pågår lenge vil en få skadelige effekter. Vevsskader og sår vil ved siden av den første intense responsen føre til plager over lang tid mens vevet heles. Sensitiviteten for ulike behandlinger og stressfaktorer vil



Figur 3 Bildet fra individlaboratoriet for anestesi- og fysiologistudier ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Matre (3 a). Figur 3 b viser en metode for repetert blodprøvetaking fra en permanent implantert kanyle slik at en kan ta blodprøver uten å forstyrre fisken.

Fig. 3 a shows the present special facility for physiological studies of individual fish at IMR, Matre Aquaculture Research Station. Fig. 3 b shows a method for repeated blood sampling from permanent implanted cannula in undisturbed fish.



Figur 4 Laboratoriet for sansefysiologistudier ved Austevoll havbruksstasjon. Figur 4 a viser instrumentering for å måle elektrofysiologiske nerveimpulser, mens Figur 4 b viser kammeret der individets atferdsrespons på en sansestimulus kan analyseres i et tredimensjonalt rom.
Picture 4 a presents the electrophysiological (nerve signal) recording system. Picture 4 b shows the silhouette imaging behavioural analysis system. This system allows measurements of behaviour reactions to an introduced stimulus in the 3-dimensional space.

varierte fra art til art. En må utvikle effektive måter å måle stress på, og metoder for å forhindre skadelige stressnivåer som er tilpasset de ulike artene. Dette er viktig både fra et etisk og produksjonsmessig synspunkt.

Den nye stortingsmeldingen (nr 12. 2002-2003) om *Dyrehold og dyrevelferd* fremsetter "sunne dyr i gode miljøer" som overordnet mål for norsk dyrehold. Det foreslås (sitat): "en etisk plattform som skal være førende for vår holdning til og hold av dyr i vårt samfunn. Den etiske plattformen inneholder følgende: Dyr har egenverdi. Håndtering av dyr skal skje med omsorg og respekt for dyrs egenart. Dette innebærer å ta utstrakt hensyn til dyrs naturlige behov og aktivt forebygge sykdom, skader og smerte. Personer som har dyr i sin varetekt, skal ha kunnskap om dyrets atferdsbehov og dets krav til ernæring, sosialt og fysisk miljø og har ansvaret for at dyr får dekket sine grunnleggende behov, og at de får forsvarlig hjelp ved sykdom og skade. Dyr skal holdes i miljø som gir god livskvalitet. Funksjonsfriske dyr - fysisk og psykisk - skal være en forutsetning for alle typer avl. Før nye tekniske løsninger tas i bruk, skal det sannsynliggjøres at de ikke medfører redusert dyrevelferd. Nye driftsformer må belaste dyrene minst mulig.

Langsiktig målsetting for arbeidet med velferd hos de ulike artene er at utforming av miljøet skal møte dyrenes atferdsmessige behov og ikke påføre dyrene unødige belastninger. I arbeidet med å nå målene vil det bli fokusert på tiltak langs fem forskjellige strategier: Kompetente eiere - dokumentert kompetanse hos personer som holder dyr for næringsvirksomhet - holdningsskapende arbeid blant eiere av familie- og hobbydyr. Kunnskapsutvikling og kunnskapsformidling - styrking av nasjonale kompetanse-

miljøer innen velferd for landdyr og akvatiske dyr - forvaltningsstøtte på fagområdet dyrevelferd. Hensiktsmessig regelverk og kompetent tilsyn. Innsyn og forbrukerkommunikasjon. Påvirkning av internasjonale rammer for dyrevelferd.

Spesielt for akvatiske dyr i oppdrett fremsettes følgende mål: Utvikle gode velferdsindikatorer for fisk i oppdrett. Bedre bedøvningsmetoder i forbindelse med slakting. Styrket hensyn til dyrevelferd ved gjennomgang av eksisterende standarder for produksjonsregulering".

Fiskevelferd er i henhold til Havforskningsinstituttets strategiplan ett av satsingsområdene hvor vi tar mål av oss til å være en sentral premiss- og kunnskapsleverandør. Fiskevelferd er i dag et eget storprosjekt i instituttets program 8, hvor seks prosjekter inngår. Her inngår to prosjekter fra det strategiske instituttprogrammet "Velferd hos oppdrettsfisk (2001-2005)", som er ledet av Fiskeriforskning, med Havforskningsinstituttet og Landbrukshøgskolen som programdeltagere.

Programmet har som mål å bringe de nevnte forskningsinstituttene fram i den internasjonale forskningsfronten på velferd hos oppdrettsfisk, og øke kunnskapen om atferd hos fisk, med tanke på å integrere fagområdene atferd, fysiologi og fiskehelse som verktøy i arbeidet med fiskevelferd i oppdrettsnæringen.

Havforskningsinstituttets prosjekter omfatter studier av sammenheng mellom atferd og miljøvariasjoner i laksemerder, og det er bygd opp et unikt merdmiljølaboratorium i Matre for overvåking av miljøparameter og fiskeatferd. Det andre prosjektet starter i 2003 og er et grunnleggende dr.scient.-studium av kveitens læringsevne og evne til å mestre oppdrettsituasjonen. Andre pågående prosjekter ved Havforskningsinstituttet omfatter studier av kveitens "trivselatferd" (Figur 2), effekter av oljebaserte vaksiner på indre deformasjoner hos ørret, effekt av bruk av lys i merder på lokal fisketetthet, studier av de mest aktuelle oppdrettarters sansebiologi, og effekter og optimering av ulike bedøvelsesmidler og beroligende midler på laks (Figur 3).

Det sistnevnte prosjektet har fått en treårig forlengelse med støtte fra Norges fiskeriforskningsråd (NFR), der også effekt og optimering av anestesimidler for marine fiskearter skal inngå. Ved Austevoll havbruksstasjon har vi det siste året også investert i utstyr for elektrofysiologisk registrering av fiskens fysiologiske reaksjoner på omgivelsene, og hvordan sanseinformasjon blir samlet og kodet i sentralnervesystemet (Figur 4). Vi kan da spørre hva en fisk ved et gitt utviklingsstadium ser, lukter, hører og føler (berøring og vannbevegelser). Dette kan brukes for å evaluere fiskenes respons på ulike stimuli, for eksempel under ulike miljøforhold i oppdrettskar.

Vi tror en nasjonal satsing på økt kunnskap om fiskevelferd vil være en god og nødvendig investering for framtidens oppdrettsnæring.

3.3.2

Bruk av legemidler i oppdrettsnæringen

Ole B. Samuelsen, Havforskningsinstituttet

Bakterier, sopp, virus og parasitter forekommer naturlig på både villfisk og oppdrettsfisk. Imidlertid vil som regel oppdrettsfisken i større grad enn villfisken kunne utvikle sykdom pga. generelt dårligere leveforhold enn frittlevende fisk. I en oppdrettsmerd vil for eksempel tettheten av fisk være større og dermed også muligheten for smitteoverføring.

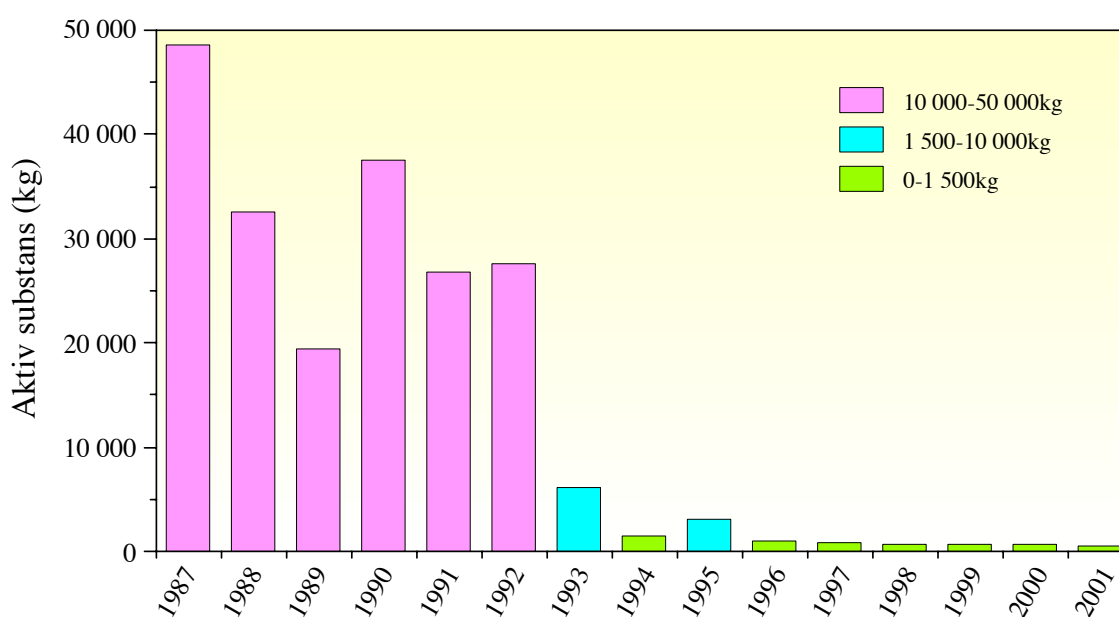
Siden starten har diverse sykdommer og parasittangrep påført norsk oppdrettsnæring tap i milliardklassen. De alvorligste sykdommene var tidligere bakterielle infeksjoner som forårsaket klassisk vibriose (*Vibrio anguillarum*), kaldtvannsvibriose (*Vibrio salmonicida*) og furunkulose (*Aeromonas salmonicida*). På grunn av manglende alternativer var behandling med legemidler den måten en kontrollerte disse infeksjonene på. Dette førte til et enormt forbruk av antibakterielle midler, som toppet seg i 1987 med 48,6 tonn pga. hyppige utbrudd av kaldtvannsvibriose, mens furunkulose var hovedgrunnen til det store forbruket i 1990 på 37,4 tonn (Figur 1). Utvikling av virksomme vaksiner kombinert med smitteforebyggende driftsrutiner, riktig ernæring og god vannkvalitet har imidlertid ført til en sterk nedgang i forbruket av antibakterielle midler de siste årene. I 2001 var det totale forbruket kun på 533 kg. I tidsrommet 1987 til 2002 har produksjonen av laks økt fra rundt 60 000 til om lag 500 000 tonn per år.

Medisinering

Medisinering av oppdrettsfisk skiller seg fra medisintildeling til husdyr ved at det ikke kan foretas enkeltvis doseringer til hvert individ. Legemidler til oppdrettsfisk gis via føret som gruppeterapi. Fisk som er syk grunnet bakterielle infeksjoner har ofte dårlig matlyst, og en medisinering kan derfor være en forbyggende, såkalt profylaktisk, behandling av den friske fisken mer enn en kurativ behandling av den allerede syke fisken. Dette fører ofte til at en god del av medisinføret ikke blir spist. Da flere av legemidlene tas opp i fisken i begrenset omfang og bare en mindre del metaboliseres i fisken, skilles det meste ut i uforandret form via urin og ekskrementer. Disse forholdene gjør at en stor del av legemidlene havner i miljøet i forbindelse med medisinering. I oppdrettsanlegg er det påvist rester av antibakterielle midler i villfisk og krepsdyr, fastsittende organismer som blåskjell og sekkedyr og i sedimentet under notposene. Det er også påvist bakterier som er blitt motstandsdyktige (resistente) mot antibakterielle midler i sedimentet og i blåskjell.

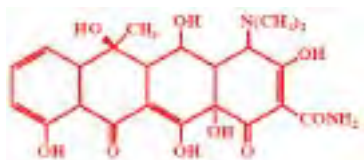
Dersom fiskepatogene bakterier blir resistente, vil det vanskeliggjøre behandling med antibakterielle midler ved en senere anledning.

Tidligere ble antibakterielle midler til bruk i fiskeoppdrett



Figur 1 Forbruk av antibakterielle midler i perioden 1987 - 2001. Tallene er angitt som reinsubstans. *The use of antibacterial agents in the period 1987 - 2001 given as active substance.*

som regel valgt ut fra tilgjengelighet, pris og effekt, mens lite ble gjort for å finne fram til hvilke midler som var best egnet. Derfor var sannsynligheten stor for at en brukte et legemiddel og doseringsregime som ikke var optimalt. I de senere år har imidlertid farmakokinetiske undersøkelser rundt opptak, fordeling, metabolisme og utskillelse av legemidler i fisk, samt studier av effekten ved ulike doser og doseringsregimer av medikamentet, vært høyere prioritert. Dette har ført til at en i dag har et betydelig bedre grunnlag for å anbefale hvilke antibakterielle midler som bør anvendes på ulike fiskearter (Figur 2) og hvilke doser og doseringsregimer som bør brukes.



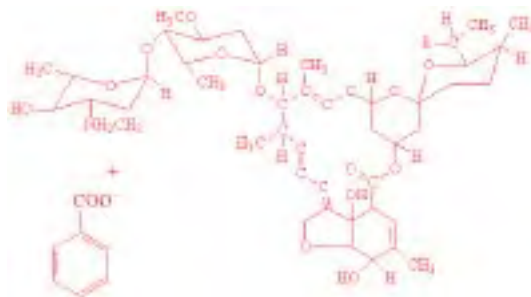
Figur 2 Strukturformelen til oksytetrasyklin, som tidligere var det mest brukte antibakterielle middelet. Det er i dag erstattet av oksolinisyre. *Molecular formula of oxytetracycline, the previous most used antibacterial agent in Norwegian fish farming. The most used antibacterial agent today is oxolinic acid.*

Laksefisk kan ofte være infisert med bendelmark (*Eubothrium* sp.) Redusert vekst og økt mottagelighet for andre sykdommer er ofte resultatet. Innvortes parasitter er også et estetisk problem dersom fisken omsettes rundt. De mest brukte midlene mot bendelmark er praziquantel og fenbendazol gitt via fôret. Forbruket av disse stoffene har imidlertid vært relativt stabilt og lavt og under 300 kg per år angitt som aktiv substans.

Lakselus

Lakselus er uten tvil det mest alvorlige helseproblem i dag i norsk lakseoppdrett. Den rammer laksen både direkte og indirekte. Direkte ved de skader laksen ved beiting på hud og blodvev slik at fisken mister blod og får sår som gir problemer med saltbalansen, og indirekte ved at skader på vertens hud åpner for sekundære infeksjoner av bakterier og virus. Per i dag bekjempes lakselusa stort sett ved hjelp av kjemiske midler, men det er å håpe at ulike forebyggende tiltak kan redusere bruken av disse. Tidligere var det organofosfatene metrifonat (Neguvon) og diklorvos (Nuvan) som var mest brukt. Disse er imidlertid ikke lenger godkjente til bruk på fisk og er erstattet med et middel i samme klasse, azametifos (Salmosan), samt pyretroidene cypermethrin (Exis, Betamax) og deltamethrin (Alfamax). Det var også et mindre forbruk av pyretrum (Py-Sal 25) og hydrogenperoksyd i årene 1994-97. Felles for disse medikamentene er at de anvendes som badbehandling. De siste årene har det også vært tilgang på avlusringsmidler gitt via fôret som kitinsyntesehemmerne diflubenzuron (Lepsidon) og teflubenzuron (Ektobann), og Slice der virkestoffet er emamectin (Figur 3). I 2001 ble det brukt 69

kg cypermethrin, 19 kg deltamethrin, 28 kg teflubenzuron og 19 kg emamectin.



Figur 3 Strukturformel for emamectin, som er det aktive stoffet i Slice. Emamectin er et syntetisk derivat av avermectin, som blir produsert av mikroorganismen *Streptomyces avermilitus*. Stoffet har en kompleks struktur. *Molecular formula for emamectin, the active compound in Slice. Emamectin is a synthetic derivative of avermectin, a compound produced by the micro-organism Streptomyces avermilitus. The compound has a complex molecular structure.*

Forekomsten av lakselus i et oppdrettsanlegg er påvirket av beliggenhet og driftsmessige forhold. Anlegg som er plassert langt fra land eller på eksponerte områder, har færre problemer med lakselus enn anlegg som ligger i fjorder eller på beskyttede lokaliteter. I de fjordene der saltholdigheten er lav (< 20-25), er det derimot lite eller ingen problemer med lakselus. Det er også mye som tyder på at luseplagen reduseres ved å unngå overlapping av årsklasser på ett anlegg, maksimere avstanden mellom anleggene, periodevis brakklegging av lokaliteter og måling av strømrøtning og strømstyrke når nye lokaliteter skal vurderes. For øvrig må det legges vekt på vanlig gode smittehygieniske tiltak som plukking av svimere og dødfisk.

I forbindelse med medikamentell behandling av lakselus er det viktig at både oppdretteren selv og veterinæren følger nøye med på hvordan parasittangrepet utvikler seg. Ved å observere og telle lus på individuelle fisk er det forholdsvis enkelt å danne seg et bilde av situasjonen. Deretter er det opp til veterinæren å bestemme hvilke tiltak som skal settes i verk. Når kjemikalier må brukes er det viktig at hele anlegget avluses samtidig, fordi avlusing av en enkelt merd er lite effektivt. Det samme resonnerementet kan brukes på enkeltanlegg. Synkronisert avlusing av alle anleggene i et begrenset geografisk område vil minke faren for reinfeksjon fra anlegg i nærheten.

Det arbeides også med å utvikle vaksiner mot lakselus. Når slike eventuelt vil komme i kommersiell produksjon er for tidlig å si.

Rensefisk

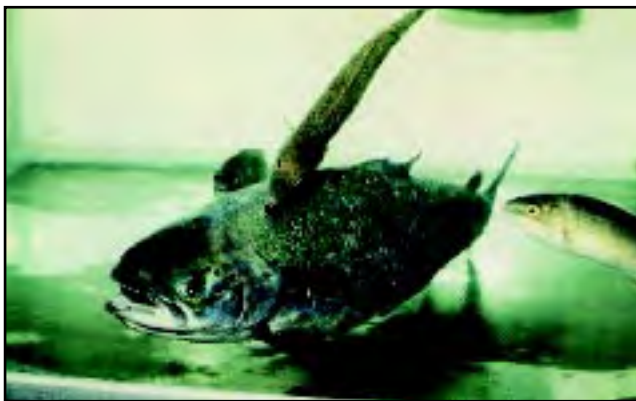
Bruk av rensefisk er en behandlingsmetode, men kan også ses på som forebyggende tiltak for å redusere bruken av medikamentell avlusning (Kap. 2.5).

Rensefisk er en velkjent biologisk betegnelse på fiskearter som har spesialisert seg på å beite på parasitter på andre fisk (Figur 4). De mest kjente rensefiskene finnes blant tropiske arter av leppefiskfamilien. Men det har vist seg at også leppefisk fra våre farvann har slik atferd. Denne egenskapen utnyttes i bekjempelsen av lakselus i oppdrettsanlegg. Spesielt bergnebb er effektive rensefisk for luseinfisert laks, men også grønngylt, grasgylt og rødnebb har i forsøk vist seg å kunne brukes. Imidlertid vil leppefisk ofte utvikle sykdommer som atypisk furunkulose og vibriose i fangenskap slik at dødeligheten kan være betydelig. Det er ikke påvist at disse sykdommene lar seg overføre til laks. Leppefisk brukes til avlusning av laks som er første år i sjøen siden større laks har en tendens til å bruke leppefisk som kosttilskudd. Forsøk med berggylt har imidlertid vist at små eksemplarer kan brukes på smålaks, mens større berggylt kan brukes også på laks som er andre året i sjøen. En annen fordel med bruk av berggylt er at den er aktiv store deler av året, mens de andre leppefiskene mer eller mindre går i dvale om vinteren.

I tillegg til å spise lus kan rensefiskene også beite på påveksten på merdveggen. I perioder med lite lus og dermed lite mat for rensefiskene, bør de føres for å unngå at de skader laksen ved for eksempel øyenapping. Øyenapping forekommer ved å bruke for mange og store leppefisk i forhold til beitegrunnet. Leppefisk som brukes i dag er innfanget villfisk, og ingen vet hvordan dette vil påvirke de lokale leppefiskbestandene over tid. Et viktig spørsmål er også om vill leppefisk kan bringe med seg smitte inni anleggene og den lar seg overføre til laksen. Kanskje bør det derfor være et mål at lakselus skal bekjempes med oppdrettet leppefisk.

Vurdering av miljøvirkninger

Siden det er klart at en ikke kan drive fiskeoppdrett helt uten bruk av legemidler, må en godta at noe legemidler tilføres miljøet under en medisinerings. Derfor er det svært viktig



Figur 4 Rensefisk (bergnebb) som spiser lus fra laks. Cleaner fish (Goldsinni wrasse) in action.

at nye legemidler og kjemikalier er testet mht. virkninger på miljøet før de tas i bruk i stor skala. Her må en skille mellom legemidler som brukes til badbehandling og legemidler som administreres via føret. For legemidler brukt til badbehandling er det viktig å ha kunnskap om akutte giftige effekter på vannlevende organismer, og om nedbrytningsprodukter og nedbrytningshastigheter i vann. For legemidler gitt via føret er i tillegg parametrene persistens og stabilitet i sediment viktige for å vurdere miljøeffektene.

Stabilitet er et mål for et legemiddels motstand mot nedbrytning forårsaket av mikrobiell metabolisme og/eller kjemiske prosesser. *Persistens* er et uttrykk for hvor mye av et legemiddel som forblir i sedimentet over tid, og avhengig av stabilitet og utvasking. Kunnskap om et medikaments stabilitet i sediment og persistens i sediment gir grunnlag for å beregne verdiene PEC (Predicted Environmental Concentration) og videre forholdet PEC/PNEC (Predicted No Effect Concentration) som brukes for å vurdere effekten av legemidler på miljøet. *PEC* angir hvilken konsentrasjon man kan forvente å finne av legemidler i miljøet, mens *PNEC* er den høyeste konsentrasjon av et legemiddel som ikke har effekt på marine organismer.

En mangler imidlertid retningslinjer og standardmetoder for testing av stabilitet og persistens. En kan derfor heller ikke vurdere realismen i PEC-verdier som estimeres med bakgrunn i total dose og volumet av sedimentet det blandes inn i.

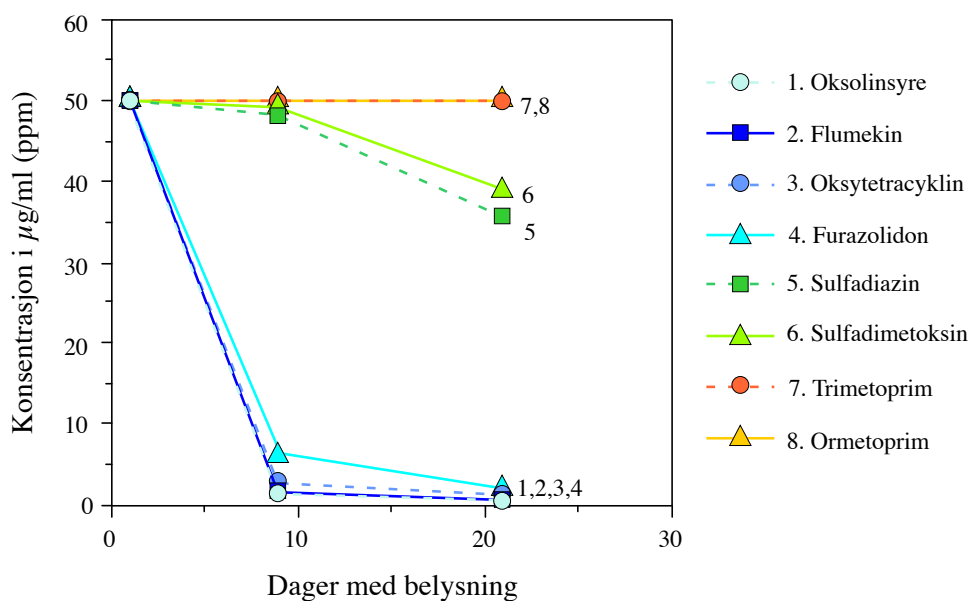
Fordi en mangler slike retningslinjer er det nasjonalt og internasjonalt stor variasjon i eksperimentelle oppsett, prøvetakingsmetoder og prosedyrer ved måling av stabilitet og persistens av legemidler i marine sedimenter. Dette kan gi seg utslag i for eksempel ulike halveringstider i sediment for samme legemiddel og vanskeliggjør sammenligning av resultater fra en undersøkelse til en annen. Totalt sett vanskeliggjør dette utarbeidelsen av enhetlige regler for bruk av legemidler i akvakultur. Strømhastighet, temperatur, bioturbasjon, fysisk og kjemiske egenskaper til legemiddelet og mengden organisk innhold i sedimentet har alle vært lansert som mulige parametre som påvirker persistens.

For legemidler som brukes til bad er det spesielt viktig å kartlegge stoffenes kjemiske nedbrytning i sjøvann og om sollys og temperatur påvirker nedbrytningshastigheten (Figur 5). Toksisitetstester mot et sett av standard planktonorganismer bør også inngå i slike miljøtester.

Tilgang til standardiserte prosedyrer for test av stabilitet og persistens vil være fordelaktig både for legemiddelprodusentene og for statens kontrollinstanser ved godkjenning av nye legemidler til bruk i oppdrett, og det vil bli mulig å sammenligne resultater fra en undersøkelse til en annen. Oppdrettsnæringen får standardiserte prosedyrer å henvise til ved spørsmål om testing og miljøvirkninger av legemidler. For forvaltningens del er det viktig at det lages gode regler for håndtering av legemidler og at en passer på at de håndheves.

Som en konklusjon kan en si at forebyggende helsearbeid er det aller viktigste og er å foretrekke fremfor kurativ behandling. Et mål for produksjonen av fisk og andre marine organismer må være å basere seg minst mulig på bruk av legemidler og kjemikalier. Når legemidler likevel

må brukes, skal anvendelsen være basert på kunnskap, både når det gjelder farmakologi og klinisk effektivitet. Sist, men ikke minst: De miljømessige konsekvenser ved bruk av legemidler må være utredet.



Figur 5 En ser av figuren at det er store forskjeller i nedbrytningstid mellom de ulike antibakterielle midlene. Oksolinsyre som brukes mest i dag brytes raskt ned.
Large difference in degradation caused by sunlight exists between antibacterial agents. Oxolinic acid is one of the most unstable compounds.

3.3.3

Miljøvenleg drift – bruk av notrullar

Håkon Otterå, Kjersti Sjøtun, Gro van der Meeren, Karin Boxaspen og Geir Lasse
Taranger, Havforskningsinstituttet

Eit nytt konsept med mekanisk notskifte vart testa ut i eit fullskala oppdrettsanlegg for laks. Bruk av mekanisk notskifte tillet ein annan form for drift, der ein kan skifte not ofte nok til å greie seg heilt utan å bruke noko form for antigroe-behandling av nøtene eller kjemikaliar ved reingjering. Med på kjøpet får ein betre arbeidsmiljø for dei tilsette, ein økonomisk gevinst og truleg også redusert fare for skade på nøtene.

Drift av eit oppdrettsanlegg fører med seg fleire miljøskadelege utslipp til omgjevnadane, meir eller mindre alvorlege, alt etter omfang og type. Koparstoff (Cu_2O) vert nytta i impregneringsstoff for oppdrettsnøter for å redusera begroinga av alger og andre organismar. KPMG har berekna utslappa av kopar frå oppdrettsindustrien til om lag 200 tonn per år, og av dette er truleg 80–90 % utvasking frå nøter som står i sjøen, resten frå notvaskeri. Det er eit mål å fjerna denne typen utslipp heilt innan 2005, noko som inneber at ein må finne andre typar antigroemiddel som er uskadelege, eller at ein ved hjelp av ny teknologi unngår heilt å bruka antigroemiddel i nøtene.

Gjennom eit samarbeidsprosjekt knytt til ein forsøks-konsesjon, vart ein slik teknologisk nyvinning testa ut i full skala. Rabben Mekaniske Verkstad AS har i samarbeid med Nye Starfisk AS utvikla eit system der elektrisk drivne notrullar vert nytta ved skifte av oppdrettsnøter, noko som



Figur 1 Skifting av grodd not ved hjelp av trommel. Ei ny, rein not vert samtidig tromla ut på motsett side av merden.

Change of net using the special drum. A new, clean net is concurrently set on sea at the opposite side of the cage.

gjer at arbeidet vert mykje lettare. Systemet kan monterast på nyare stålanlegg, og består i at det vert montert notrullar i heile merden sin breidde på to sider av merden. Kvar merd vert utstyrt med to nøter som er sydd saman, den eine står i sjøen medan den andre ligg tørt. På mindre enn ein halv time, og utan særleg manuelt arbeid, greier to personar å skifte not på eit 25 x 25 meters bur (Figur 1). Dette inneber at skifte av not kan gjerast så ofte som naudsynt for å unngå groing. Det reduserar det fysiske slitet for røktarane, og ikkje minst viktig; det vil truleg redusere notslitasjen og faren for skade på nota. Årleg rømer det mykje fisk frå norske oppdrettsanlegg, noko som er eit stort miljøproblem. Røminga kan delast inn i to hovudgrupper; små utslipp som skuldast mindre skader på not, og større "katastrofar" som skuldast t.d. havari på heile anlegg eller enkeltbur grunna uver, skade frå båtpropell eller rett og slett riving av nota ved notskifte. Begge disse skadegruppene bør kunna redusereast monaleg ved ny teknologi og endra driftsform.

Mål

Gjennom prosjektet hadde vi som mål å testa ut dei biologiske, driftsmessige og økonomiske sidene ved dette konseptet i full skala. Sentrale problemstillingar var:

- Vil hyppig notskifte gjere at ein slepp å bruke antigroe-handsaming av nøtene?
- Vil reinare nøter effektivisera bruken av leppefisk, og dermed redusera påslaget av lakselus? Leppefisk vert brukt i oppdrettsanlegg fordi dei har vist seg å vere effektive til å beite ned lakselus på laksen.
- Vil bruk av denne teknologien redusera notslitasjen og dermed redusera faren for røming?

Forsøksanlegget hadde fire bur, à 25 x 25 meter, alle utstyrte med notrullar. Det vart nytta uimpregnerte nøter. Ein gjorde så prøvetaking i anlegget frå utsett av smolt sommaren 2000 fram til slakting vinteren 2001/2002. Om lag 275 000 smolt vart sett ut i anlegget. Det vart også sett ut 6 000 leppefisk. Fleire forsøksbolkar vart gjennomførte; kvar bolk starta med fire reine nøter. To av merdane vart så haldne reine ved hyppige notskifte, og om naudsynt reingjering av nøtene på staden. Dei to andre merdane let ein gro ned så lenge som forsvarleg før dei vart reingjorde. Etter kvar bolk vart det tekne prøvar frå alle fire merdane, og ein samanlikna laks (lengde, vekt, mengde lakselus), tok prøvar av leppefisk (art, lengde, vekt, mageinnhald) og dokumenterte groinga på notveggane.

Notrullar erstattar koparstoff

Dei viktigaste resultatane frå forsøket var at ein gjennom forsøksperioden greidde å halda nøtene reine berre ved å



Figur 2 Hydroider var til tider ein dominerande begroingsorganisme.
Hydroids were dominating fouling organisms during parts of the year.

skifta not ofte nok, og utan å bruke antigroestoff på nøtene. Ein skifta not kvar 2.–7. veke, alt etter sesong, for dei to ”reine” nøtene, og tilsvarande kvar 8.–16. veke for dei to ein let gro ned. Teknisk verka systemet godt, og ein kan i eit slikt anlegg greie seg heilt utan å bruke koparstoff eller andre typar antigroemidlar på nøtene.

Dei potensielle biologiske fordelane ved hyppig notskifte var vanskeleg å dokumentera. Ein kan tenke seg at leppefisk som går i grodde nøter, og dermed har mykje alternativ føde, beitar mindre på lakselus enn leppefisk som går i reine nøter. Slike forskjellar mellom lusepåslag i nøter med eller utan groe greidde vi ikkje å finne, her er det andre tilhøve som også spelar inn. Storparten av leppefiskane i merdane vart borte i løpet av den første vinteren, noko som er vanleg m.a. fordi dei fleste leppefiskartane tåler dårleg låge temperaturar. Groinga på nøtene var dominert av filamentøse algar, hydroider og spøkelseskreps i sommarhalvåret (Figur 2). Om vinteren var det generelt registrert få fastsitjande organismar på nøtene, men noko spøkelseskreps og tanglopper.

Notrullar gjev miljøgevinst

Ein kan konkludere med at bruken av notrullar i oppdrettsanlegg gjev ein vesentleg miljøgevinst, og då særleg i form av redusert koparbruk. Det er og truleg at skader på not (og dermed røming) vert redusert med denne teknologien, samstundes med at arbeidsmiljøet for dei som arbeidar på anlegget vert monaleg forbetra. Analysar viser og at bruk av mekanisk notskift svarar seg økonomisk i høve til tradisjonell drift med vasking og impregnering av nøtene.

3.4 Påvirkning på ville bestander

3.4.1

Fangst i sjø av rømt laks og regnbueørret

Ove T. Skilbrei, Havforskningsinstituttet

Kartlegging av rømt oppdrettsfisk inngår som en av flere undersøkelser av miljøeffekter av havbruk som Fiskeridepartementet har finansiert ved Havforskningsinstituttet fra 2001. Denne artikkelen oppsummerer fordelingen av rømt fisk i Hordaland vha. tilgjengelige data fra og med 1997, og viser nye resultater fra prosjektet. Mengden rømt regnbueørret har økt vesentlig gjennom de siste fem årene, mens antall rømt laks har variert og ser ut til å bli høyt for innværende sesong. Selv om det tilsynelatende er en liten prosentandel av fisken i merdene som rømmer, blir de likevel fort overtallige i forhold til villaks i elv og spesielt i sjøfiske. Det store antallet rømt fisk i utvandringsruten for villsmolten er bekymringsverdig

med hensyn til denne fiskens potensielle betydning som vert for lakselus.

Oppdrettsfisken dominerer fangstene

Det har vært mye mer rømt oppdrettslaks enn villaks i Hordaland over en årrekke (se Tabell 1). Registreringer av mengden rømt laks avhenger av hvilket fiske man ser på, fordi den rømte laksens adferd/migrasjonsmønster ikke er identisk med villaksens. Fangststatistikk kommer i hovedsak fra følgende tre kilder:

- Fangst i kilenøter
- Utvidet garnfiske i sjø rettet mot rømt fisk
- Elvefangster

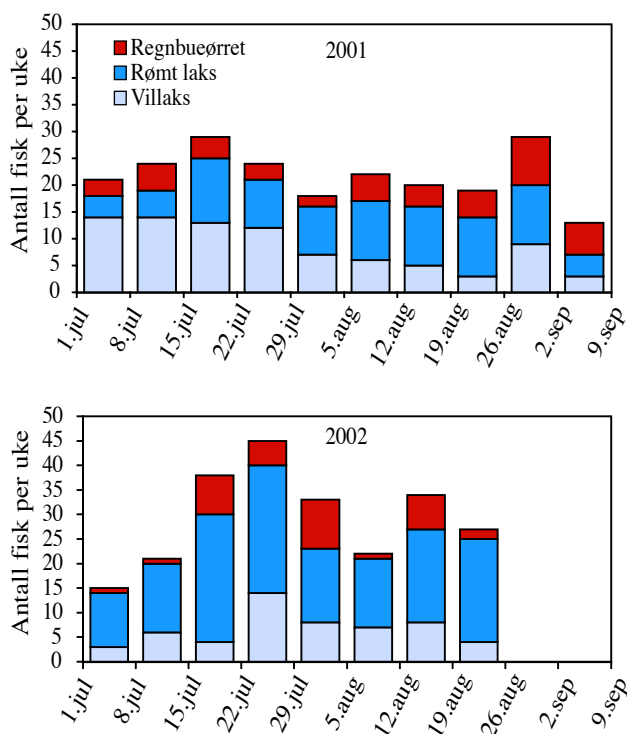
Tabell 1 Innrapportert fangst i tonn av laksefisk i kilenøter, elv, og i høst-/vinterfisket etter rømt oppdrettslaks i Hordaland 1997–2002.

Total catch in tonnes of salmonids in bag nets, rivers and during the autumn/winter fishery for escaped cultured salmonids in Hordaland county 1997–2002.

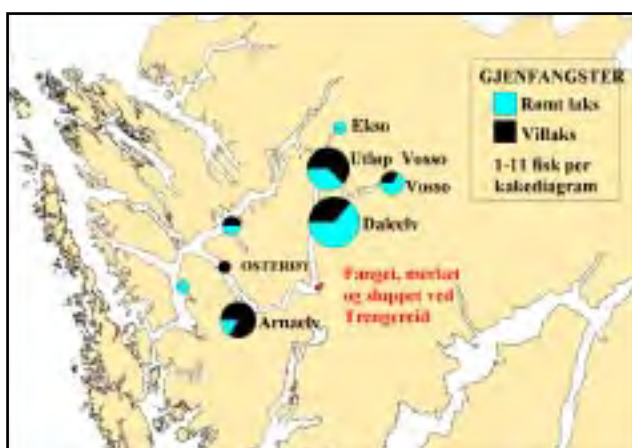
	1997	1998	1999	2000	2001	2002
<i>1) Fangst i kilenøter</i>						
Totalfangst	12,1	12,7	5,9	19,3	20,3	10,2
% oppdrettslaks	80	80	80	80	60	80
Anslag villaks	2,4	2,5	1,2	3,9	8,1	2,0
Anslag oppdrettslaks	9,7	10,2	4,7	15,4	12,2	8,2
<i>2) Høst/vinterfiske etter rømt fisk</i>						
Villaks	0,2	0,2			0,2	
Rømt laks	10,6	14,9	7,5	4,5	10,0	
Rømt regnbueørret	1,5	2,1	6,2	6,5	15,3	
<i>3) Fangst i elv</i>						
Totalfangst	7,7	7,1	8,2	9,8	8,5	9,1
% oppdrettslaks	55	55	50	40	30	60
Anslag oppdrettslaks	4,2	3,9	4,1	3,9	2,6	5,5
Totalfangst rømt laks	24,5	29,0	16,3	23,8	24,8	
Totalfangst villaks	6,3	6,1	5,3	9,8	14,4	5,6

Kilde: Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Hordaland, Statistisk Sentralbyrå og Havforskningsinstituttet. Anslagene over prosentvis fordeling av oppdrettsfisk er utarbeidet av Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Hordaland, ved Atle Kambestad.

Source: The County Governor of Hordaland, Statistics Norway (SSB) and the Institute of Marine Research. The estimates of the percentages of farmed salmon in catches are calculated by Atle Kambestad, the County Governor of Hordaland, Dep. of Environmental Affairs.



Figur 1 Fangst av villaks, rømt laks og regnbueørret i kilenot ved Trengereid i Sørkjolen i juli–august 2001 og 2002.
Catch of wild salmon and escaped farmed salmon and rainbow trout in bag net at the location Trengereid in Sørkjolen during July–August 2001 and 2002.



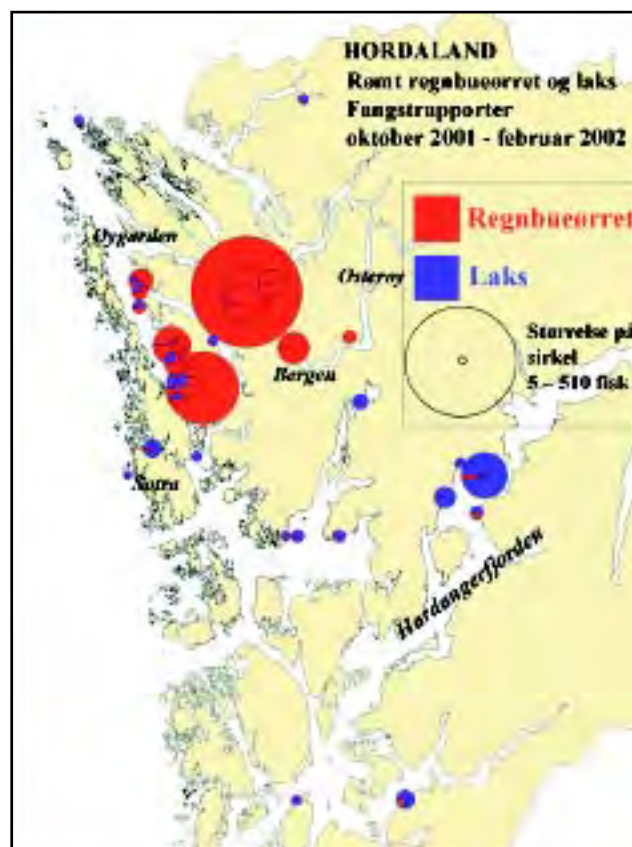
Figur 2 Geografisk fordeling av gjenfangster av vill- og oppdrettslaks som ble merket og sluppet fra kilenot ved Trengereid.
Geographical distribution of recaptures of wild and escaped farmed salmon tagged and released from bag net at Trengereid.

Oppdrettslaks på gytevandring

Mye av overvåkingen i Norge har vært foretatt med utgangspunkt i det tradisjonelle kilenot-fisket etter villaks på gytevandring langs kysten og på vei inn fjordene mot elvene. Mesteparten av fisken som tas i kilenøter i løpet av sommeren er likevel rømt oppdrettslaks (Tabell 1). I dette fisket kan det tas nyrømt umoden oppdrettsfisk, men mye vil være kjønnsmodnende oppdrettslaks på gytevandring. Dersom smolten rømmer som smolt om våren eller forsommeren, følger den villaksens vandringsrute ut i Norskehavet og returnerer ett eller flere år senere når den blir kjønnsmoden. Fordi den ikke føler tilhørighet til en spesiell elv, blir det imidlertid relativt tilfeldig hvilket fjordsystem den søker inn i og hvilken elv den går opp i. I prosjektet har villaks og rømt oppdrettslaks blitt fanget, merket og sluppet fra en kilenot ved Trengereid i Sørkjolen ved Osterøy. Selv om det ikke produseres laks i dette fjordsystemet, illustrerer totalfangsten i kilenoten gjennom sesongen og gjenfangstene av merket fisk at oppdrettsfisk både søker inn i fjordsystemet og vandrer opp i omkringliggende elver (Figur 1 og 2).

Mye rømt fisk tas på garn i sjøen

Siden midt på 90-tallet har Miljøvernavdelingen, Fylkesmannen i Hordaland, tilrettelagt for et utvidet garnfiske om høsten og vinteren. Fisket har åpnet 1. oktober og



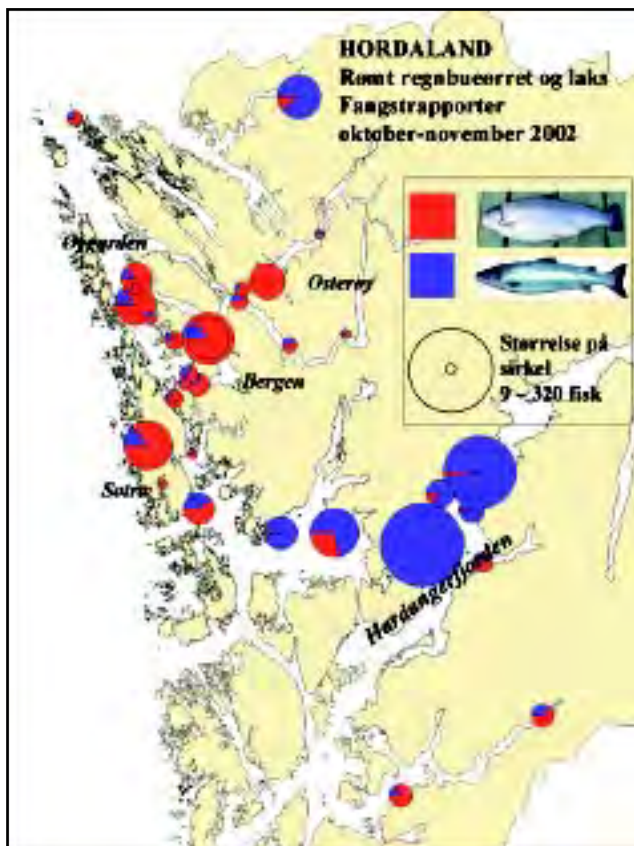
Figur 3 Geografisk fordeling av fangst av rømt oppdrettslaks og regnbueørret tatt i garn i høst-/vinterfisket 2001/2002.
Geographical distribution of catches of escaped farmed salmon and rainbow trout during the autumn/winter net fishery in 2001.

vart til 28. februar. Så seint på høsten har de aller fleste ville laksene allerede vandret opp i elvene slik at fisket i liten grad beskatter vill fisk. I Havforskningsinstituttets prosjekt om rømt fisk har vi ønsket å få mer detaljerte fangstopplysninger fra dette fisket enn det som kreves for å delta, og vi har inngått samarbeid med 20 % av fiskerne. På bakgrunn av opplysningene har vi kunnet sette opp kart over den geografiske fordelingen av rømt laks og regnbueørret, og beregnet fangst per innsats.

Fra sesongen 1997/1998 til 2001/2002 har de innrapporterte fangstene av laks fra høst-/vinterfisket variert mellom 4,5 og 14,9 tonn (Tabell 1). Det er grunn til å tro at det er en betydelig underrapportering i dette fisket. Det tas nok også en del rømt laks på garn ellers i løpet av sesongen. Det er alt i alt rimelig å anta at det er garnfisket som tar mest rømt oppdrettsfisk. I tillegg fanges det et ukjent kvantum på dorg og stang i sjøen.

Kraftig økning av rømt regnbueørret

I løpet av høstfisket 2001 satte fangsten av rømt regnbueørret ny rekord (Tabell 1). Oppdrett av regnbueørret i Hordaland har vokst fortere enn produksjonen av laks gjennom flere år. Dette gjenspeiles i rømningsstatistikken, som viser en tidobling av rapportert fangst av regnbueørret i løpet av



Figur 4 Geografisk fordeling av fangst av rømt oppdrettslaks og regnbueørret tatt i garn i oktober–november 2002.
Geographical distribution of catches by nets of escaped farmed salmon and rainbow trout during October–November 2002.

fire sesonger. Erfaringene tyder på at regnbueørret som rømmer sprer seg mindre etter rømning enn laksen, i hvert fall hvis den drettes opp inne i fjordene. Fangst, merking og utsetting av rømt regnbueørret fra Trengereid ved Osterøy har kun gitt gjenfangster i nærområdet, gjerne tett ved oppdrettsanlegg. Dette samsvarer med merkeforsøk gjort av Norsk institutt for naturforskning (NINA), som i tillegg har funnet større spredning ved slipp i mer åpne områder. Den geografiske fordelingen av fangstene av rømt regnbueørret høsten/vinteren 2001/2002 (Figur 3) samsvarer dermed godt med plasseringen av mange av oppdrettsanleggene som produserer regnbueørret.

2002 nytt toppår for rømning?

Etter bare to måneder av høstfisket i 2002 ble det fanget mye mer rømt fisk sammenlignet med samme tid i 2001. De to første månedene av høstfisket 2002 ble fanget nesten seks ganger så mye laks og minst like mye regnbueørret i forhold til oktober–november 2001. I 2002 var regnbueørreten mer spredd til ytre strøk (Figur 4), og laks dominerte i Hardangerfjorden. Den rømte laksen i Hardangerfjorden kom fra flere enn to kilder, ettersom vekten varierte fra 1–19 kg.

Rømt fisk kan spre lakselus

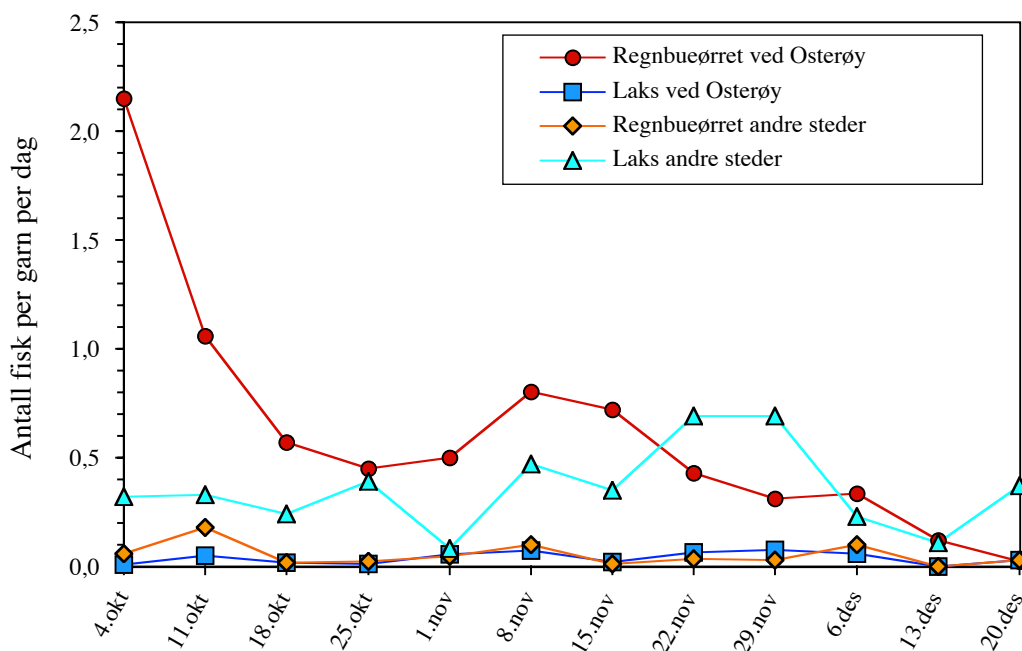
I tillegg til den mer omtalte problemstillingen vedrørende genetiske effekter av rømt fisk på villfisk, representerer fisk på rømmen et miljøproblem fordi de vanskeliggjør smittekontroll og fører til spredning av lakselus. Oppdrettsnæringen har redusert problemet med lakselus på fisk i merdene vesentlig de senere årene. Det er derfor uheldig at det er mye rømt fisk i sjøen som kan tjene som vert for lakselus. Mens akseptert grense er under én kjønnsmoden lus per fisk i merdene, kan rømt laks og regnbueørret bære med seg mange titalls kjønnsmodne hunnlus som produserer lakseluslarver som spres både til oppdrettsanlegg og svømmende laksefisk. Det er antatt at lakselus kan utgjøre en alvorlig trussel mot både sjøørret og utvandrende villsmolt av laks. Hvis det er mye rømt oppdrettslaks og regnbueørret med mye lakselus i sjøen gjennom vinteren, kan disse bidra med larver av lakselus om våren når den ville smolten krysser området for å komme seg til havs. Denne problemstillingen blir aktualisert dersom det er mye rømt fisk i området mellom elvene og kysten, slik vi ser på de to kartene (Figur 3 og 4), og blir potensielt alvorligere dersom høy salinitet i fjordene utvider lakselusens leveområde.

Fiske kan redusere problemet

Fordi regnbueørret ser ut til å holde seg i nærområdet etter rømning i større grad enn laks, blir det lettere å måle effekten av høstfisket på regnbueørreten. Høsten 2001 viste våre tall at de daglige fangstene per garn sank vesentlig i løpet av fiskets første åtte uker (Figur 5), noe som tyder på at antall regnbueørret ble gradvis redusert. Dette kan forklares med at regnbueørreten vandrer mindre etter rømning slik at fisket i nærområdet får større effekt.

Rundt 50 % rømt laks i elvene

I elvene er anslagene for innslaget av oppdrettslaks litt lavere enn i kilenotfisket, i overkant av 50 % i snitt for de siste seks årene. En av grunnene til dette kan være



Figur 5 Fangst per innsats (antall fisk per garn per dag) i høst-/vinterfisket 2001 delt inn i området nær Osterøy og resten av Hordaland.
Catch per unit effort (no fish/net/day) during the autumn 2001 fishery, split into the area close to the island Osterøy and the remaining part of Hordaland.

at oppvandringstidspunktet for oppdrettslaks er generelt seinere enn for villfisk. Dermed blir de mindre beskattet og rapportert. Ifølge Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Hordaland, viser tellinger av laks på gyteområdene seint på høsten ofte langt høyere innslag av oppdrettslaks enn hva sportsfisket om sommeren indikerte.

Det synes også klart at mange oppdrettslaks aldri vandrer opp i elvene. Anslagene for mengden oppdrettslaks i elvene er langt lavere enn kvantumet som tas i sjøen (Tabell 1). I sjøen tas mye umoden laks. Det er sannsynlig at mange ikke overlever fram til kjønnsmodning. I tillegg er det mulig, som flere har observert, at oppdrettsfisk kan slippe rognen i brakkvann og sjø.

Rømningens dilemma

Selv om mengden rømt oppdrettslaks i Hordaland klart overgår størrelsen på de ville bestandene, utgjorde den rapporterte totalfangsten for 2001 (fram til februar 2002) (Tabell 1) bare 0,05 % av biomassen på 53 000 tonn som

stod i merdene ved årsskiftet 2001/2002. For regnbueørret er tilsvarende tall 0,13 % av 11 500 tonn (ifølge Fiskeridirektoratets statistikk). Den reelle rømningen er riktignok høyere, men disse tallene indikerer at det for næringen sett under ett er en liten prosentandel som rømmer. Problemet er at volumet av oppdrettsfisk er høyt i forhold til bestandene av villfisk i oppdrettstunge regioner som Hordaland. Både enkeltepisoder, som det dessverre har vært mange av, og en konstant lav rømningprosent, fører til rømningstall som utkonkurrerer villaksen i antall. I en slik situasjon er det vanskelig å se for seg effektive tiltak for å beskytte sårbare ville bestander, bortsett fra oppvandringsfeller med fysisk kontroll av fisken som får vandre opp i elven.

På landsbasis oppgir Fiskeridirektoratet at de foreløpig har mottatt rapporter om at 610 000 regnbueørret og laks rømte i 2002. Dette er et tall det er knyttet usikkerhet til og som tilsvarer anslagene fra Norsk institutt for naturforskning for det totale innsiget av villaks.

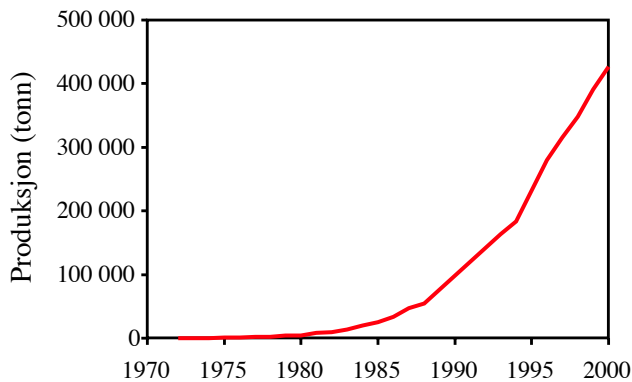
3.4.2

Genetiske konsekvensar av rømt oppdrettslaks; kva veit vi no, og kva følgjer får kunnskapen?

Øystein Skaala, Havforskningsinstituttet

Etter nokre år med nedgang i registrert rømming, fekk ein i 2002 rapportar om mykje rømt oppdrettsfisk, og mange spør om den norske villaksen vil gå tapt. Kva fakta har vi no om dei genetiske effektane av overføring av genmateriale frå rømt domestisert laks til villaks? Kva utfordringar ligg det her for forskning og forvaltning, og korleis kan vi møte desse utfordringane? Artikkelen gir ein oversikt over kva som har vore sentrale spørsmål og kva dei gjennomførte undersøkingane viser.

Debatten om mulege genetiske effektar på villaks som følgje av rømt oppdrettslaks strekkjer seg om lag 20 år bakover i tid. Alt i 1980-åra registrerte ein mykje rømt laks i elvar og i havet. I 1980 var oppdrettsproduksjonen i Noreg om lag 4 000 tonn, medan han i dag er kring 420 000 tonn (Figur 1). På verdsbasis er produksjonen av oppdrettslaks kring 970 000 tonn, medan fangsten av villaks er under 4 000 tonn i heile utbreiingsområdet.



Figur 1 Produksjonen av oppdrettslaks i Noreg 1970–2000.
Total production of cultured Atlantic salmon in Norway 1970–2000.

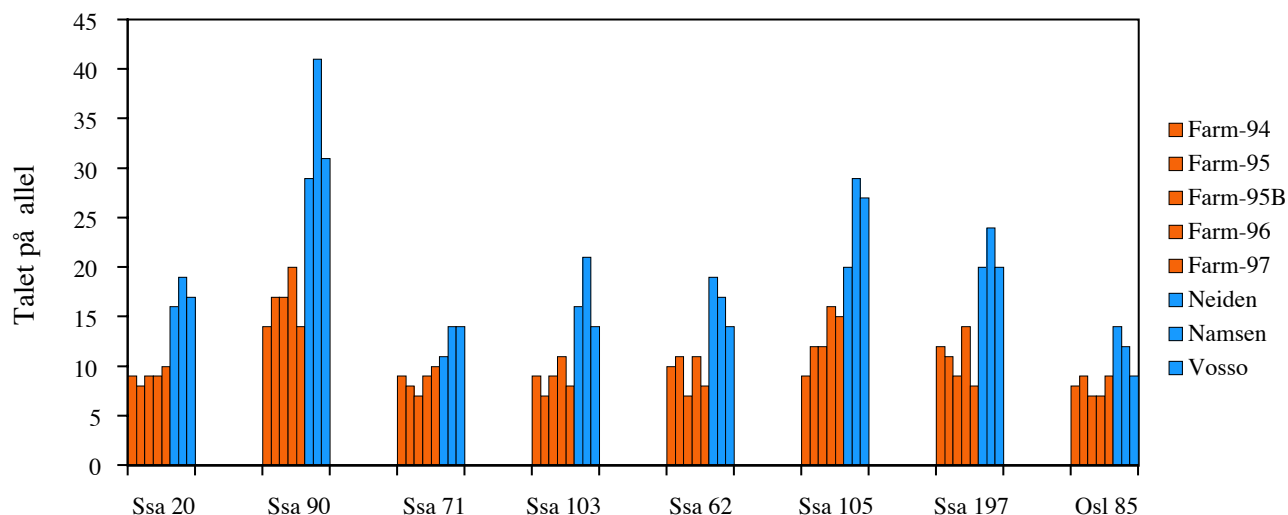
Observasjonane av rømt laks førte til uro over framtida for dei ville laksebestandane. Synet på problemet har vore delt, der laksebiologar og populasjonsgenetikarar er bekymra, medan andre meiner at dette ikkje er noko problem. Det er særleg to spørsmål som har vore reist i samband med genetiske effektar av rømt laks. Det første spørsmålet omhandlar tap av genetisk variasjon. Dersom oppdrettslaksen tapar arveleg variasjon gjennom avlsarbeidet, noko som er kjent frå andre kulturorganismar, så kan vedvarande innkryssing medføre at også villbestandar misser arveleg variasjon. Dette er i så fall eit tap av

naturressursar og difor ein uønska effekt. Det andre spørsmålet er korleis innkryssing av eigenskapar som er avla fram i oppdrett, vil påverka villaksen sine eigenskapar og evna til å overleva. Mekanismane ein kjenner som kan endra oppdrettslaksen sine eigenskapar er seleksjon for spesifikke eigenskapar og uspesifikk endring gjennom domestiseringa og tilpassing til oppdrettsmiljøet, samt skeivt utval knytt til etableringa av avlslinjene og genetisk drift over generasjonar.

Eit generelt problem som har hemma ei kunnskapsoppbygging som kunne kasta ljøs over dei genetiske spørsmåla gjennom 1980-åra har vore mangelen på gode genmarkørar hos laks. Dette hemma også kunnskapsutviklinga om den geografiske fordelinga av genetisk variasjon hos laks og om førekomsten og kva det tyder for lokalt tilpassa bestandar, som er eit kjernepunkt i diskusjonen.

Tap av genetisk variasjon i oppdrettslaks

I dei fleste samanlikningane som er basert på proteinkodande gen, har ein funne små reduksjonar i arveleg variasjon (allelisk diversitet), og små eller ingen reduksjonar i heterozygoti. Årsaka til dei små skilnadane i genetisk variasjon som er observert i fleire studiar, skuldast mest sannsynleg den låge graden av variasjon i proteinkodande gen hos laks, og tilhøyrande metodiske avgrensingar. Dette blir underbygd av resultata frå DNA-baserte undersøkingar. I Irland fant ein at oppdrettslinjer hadde frå 20 til 48 % færre allel enn vill laks, når ein undersøkte variasjonen i 15 DNA-mikrosatellittgen. Ved Havforskningsinstituttet samanlikna vi dei fem største oppdrettslinjene med villaks frå Neiden, Namsen, Vosso og Loneelva. I alle 12 DNA-markørane hadde oppdrettslaksen vesentleg lågare arveleg variasjon enn det som vart observert hos villaksbestandane (Figur 2). Total arveleg variasjon varierte frå 79 allel hos ei oppdrettslinje til 195 allel i Namsen-laks. Interessant nok hadde alle prøvar av oppdrettslinjene monaleg lågare allelisk variasjon enn villaksen. I gjennomsnitt vart berre 58 % av variasjonen hos dei fire villaksbestandane observert i dei sju store prøvane av oppdrettslinjene. Undersøkinga bekrefta også at avlslinjene er isolerte einingar. Ei direkte samanlikning av allelisk variasjon mellom ei avlslinje og den ville utgangsbestandane, viste at avlslinja hadde 50 % av variasjonen observert i den ville bestanden. Den genetiske distansen observert mellom avlslinja og utgangsbestandane var 2-6 gonger større enn distansen observert mellom ville bestandar. Konklusjonen på undersøkingane der ein har samanlikna den genetiske variasjonen i oppdrettslaks og villaks er difor at avlslinjer har klart lågare genetisk



Figur 2 Talet på allel (arveanlegg) i 8 mikrosatellitt-gen i norsk oppdrettslaks (oransje søyler) og villaks (blå søyler). *Number of alleles at 8 DNA microsatellite loci in farmed salmon (orange bars) and wild salmon (blue bars).*

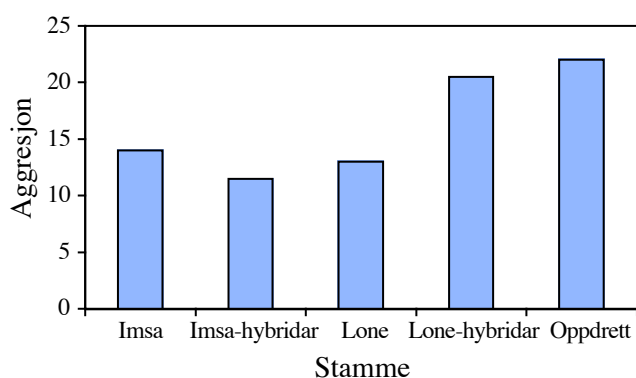
variasjon enn det ein finn i villbestandar.

Endringar i genetisk samansette eigenskapar

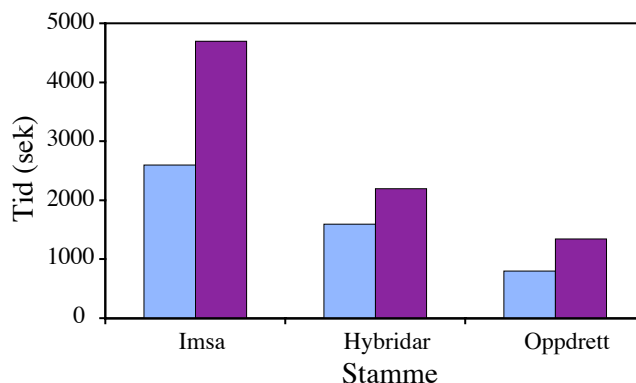
At oppdrettslinjer har redusert genetisk variasjon fortel likevel ikkje noko særleg om korleis avkom av oppdrettslaks overlever i naturen. Når dyr blir domestisert, blir miljøet deira og seleksjonskreftene dei er påverka av drastisk endra. Til dømes blir førtilgangen endra, og seleksjonstrykket frå predatorar fjerna. For å undersøkje mulege effektar av slike endringar, er det gjort laboratorieforsøk der ein har samanlikna oppdrettslaks og villaks i eigenskapar som vekst, kjønnsmodning, aggresjon, dominans og antipredatoratferd. Kunnskap om slike endringar er påkravd når ein skal prøva å forstå korleis og i kva grad gentransport frå rømt oppdrettslaks påverkar villaksen. På grunn av høg arvbarhet for vekst og den aktive seleksjonen for vekst i avlsprogramma, er det ikkje uventa at oppdrettslaks veks langt betre enn villaks. Likevel har ein inntil nyleg visst lite om kva mekanismar som ligg bak vekstprosessen, og som difor blir selektert for. Nye undersøkingar utført ved

Norsk institutt for naturforskning, NINA, har vist ein nær samanheng mellom domestiseringsseleksjon for vekst og den endokrine reguleringa, der individ med høgare nivå av veksthormon blir selektert i avlsprogramma.

I undersøkingar av aggresjon og åtferd hos laks frå Imsa, Loneelva og oppdrettslaks, fann Einum og Fleming ved NINA at oppdrettslaksen var meir aggressiv enn begge dei ville laksebestandane, og dominerte desse (Figur 3). Oppdrettslaksen var meir risikovillig i simulerte predatorangrep, og hadde høgare vekstrate enn villaks. Når fisken vart eksponert for ein predatormodell, reagerte alle med flukt, men det tok mykje lengre tid før villaksen våga seg ut og roa seg att, enn det tok før oppdrettslaksen var ute att (Figur 4). Kryssingar av oppdrettslaks og villaks hadde oftast eit intermediært uttrykk i desse eigenskapane. Habitatbruk og diett var lik, noko som tydar på at oppdrettslaks og villaks konkurrerer om desse ressursane. Forskarar ved Universitetet i Göteborg og ved NINA fann at hjarterytmen er høgare og at fluktresponsen er meir uttrykt



Figur 3 Gjennomsnittleg tal på aggressive handlingar per 10. minutt hos oppdrettslaks og hybridar (etter Einum og Fleming 1997). *Mean number of aggressive charges per 10 minutes observation in farmed and wild salmon and hybrids between wild and cultured salmon.*



Figur 4 Frykt hos laks målt som tida det tek før fisken kjem ut frå skjul (blå søyle), og tida det tek før fisken roar seg att i eitt minutt (etter Einum og Fleming 1997). *Anti-predator behaviour in salmon measured as the duration of time before the fish reappears in the open (blue bars) and before the fish stays in the open for one minute.*

hos vill eittårig laks enn hos oppdrettslaks. Også flukttida var lengre hos vill enn hos domestisert laks (Figur 4), og det tok lengre tid før hjarterytmene gjekk attende til nivået før angrep hos villaks enn hos domestisert laks.

Gjennomførte undersøkingar viser difor at oppdrettslaks skil seg frå villaks i mange arvelege eigenskapar, som spenner frå allelisk variasjon registrert i enkeltgen, til samansette eigenskapar som vekst, aggresjon og antipredator-åferd. Desse samansette eigenskapane er karakterar som ein veit påverkar overlevinga i naturen. Årsakene til endringane er ulikt opphav til dei einskilte avlslinjene, “founder”-effektar (skeivt utval) og genetisk drift, samt responsen til seleksjon for spesifikke eigenskapar og passiv seleksjon gjennom tilpassing til oppdrettsmiljøet.

Gentransport frå rømt laks til villaks

Registreringa av kjønnsmodne rømlingar i mange ville gytebestandar, førte til ein diskusjon om i kva grad genmateriale frå rømlingar faktisk vart overført til villbestandane. Fleire åtførdstudiar har dokumentert at oppdrettslaksen gyter, og at gytesuksessen er vesentleg lågare for oppdrettslaks enn for villaks. Ved NINA har ein funne at særleg oppdrettshannar har låg gytesuksess. Undersøkingar utført ved Universitetet i Bergen, der ein har analysert kjemiske komponentar frå fôret til oppdrettslaks, har vist at oppdrettslaksen gyter, ikkje berre i karforsøk, men også i gyteområda til villaksen.

Det er likevel særleg ei undersøking som merkjer seg ut ved at ho dokumenterer overføring av genmateriale frå rømt laks til villaks. Undersøkinga vart gjennomført i Glenarm River i Irland i samband med eit konkret tilfelle av rømming frå eit oppdrettsanlegg i området. Her samla ein inn prøvar av både den ville bestanden og av rømlingar, og genotypa desse for proteinkodande gen. I to av dei undersøkte gena hadde oppdrettslaksen anlegg som ikkje fanst i Glenarm-laksen. Prøven av avkom etter gytinga sommaren etter, viste at i fire av sju undersøkte gen hadde førekomsten av arvelege anlegg endra seg i retning av fordelinga hos oppdrettslaksen. Også andre testar som understøtta observasjonane av innkryssing vart påvist i prøven av avkom.

Kva konsekvensar har innkryssing av avlsmateriale i villaksbestandar?

Det fins berre to undersøkingar utført i naturleg miljø som gir konkrete data på endringar i villaksen si overlevingsevne som følgje av genetisk påverknad frå oppdrettslaks. Det eine er utført i Burrishoole i Irland under eit EU-finansiert prosjekt, eit anna er utført av forskarar ved NINA i Noreg. Slikt arbeid er ressurskrevjande og vanskeleg, blant anna fordi ein ofte manglar grunnlagsdata, og dessutan fordi kravet til overvaking, prøvetaking, og kontroll med ”støy” frå ikkje-genetiske effektar er stort. I det irske arbeidet i elva Burrishoole, der ein har feltfasilitetar som ut- og oppvandringsfeller, fann ein at:

- overlevinga frå augerogn til smolt er mykje lågare for oppdrettslaks enn for villaks
- smoltproduksjonen frå oppdrettslaks var 34–55 % samanlikna med villaks

- det er størst skilnad mellom rømt og vill laks i overleving fram til fyrste sommar
- avkom av oppdrettslaks vaks fortare og fortrenge villaksen som var mindre
- det var lågare innslag av dverghannar i avkom frå oppdrettslaks enn for villaks
- villaksen hadde større tendens til å vandra nedover som presmolt om hausten
- vekst og overleving hos hybridfamiliar var intermediær eller lik villaks
- avkom av oppdrettslaks og hybridar kan overleva fram til smolt i naturlege habitat
- rømt laks kan endra både enkeltgen og samansette arvelege trekk i villaksbestandar

I det norske arbeidet i Imsa i Rogaland fann ein:

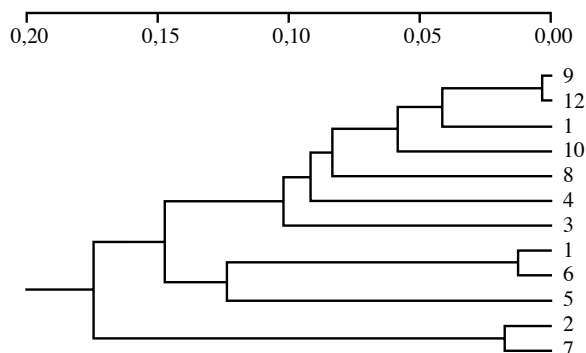
- at oppdrettslaksen hadde mindre enn ein tredjedel av villaksen sin gytesuksess
- at oppdrettshannar hadde dårlegare gytesuksess enn oppdrettshoer
- at genstraumen inn i villbestanden i hovudsak gjekk via oppdrettshoer og villhannar
- indikasjonar på seleksjon imot oppdrettslaksen i tidleg livsfase, men ikkje etterpå
- produktiviteten i villaksbestanden vart redusert med meir enn 30 %
- reproduktiv suksess over ein generasjon for oppdrettslaksen tilsvarte 16 % av villfisker
- immigrasjon av oppdrettslaks kan verka negativt på produktivitet og lokale tilpassingar, og redusera genetisk diversitet hos villaks

Vil norske laksebestandar gå tapt på grunn av rømt laks?

På bakgrunn av registreringar av store andeler rømt oppdrettslaks i mange villaksbestandar, gjennomført av Direktoratet for naturforvaltning og Norsk institutt for naturforskning sidan slutten på 1980-talet, er det naturleg at dette spørsmålet blir reist. Ut frå teoretiske modellar kan ein gå ut frå at mange villaksbestandar er sterkt oppblanda med oppdrettslaks. Ein ukjent faktor som kan visa seg å endra denne oppfatninga er overlevingsevna til avkom av oppdrettslaks i naturen. Dette er noko vi veit lite om, og eit sentralt tema vi treng å få større kunnskap om. Dersom overlevingsevna er vesentleg lågare for avkom av oppdrettslaks enn for villaks, noko som dei to omtala arbeida ovanfor tyder på, vil det ta lengre tid før villaksbestandane blir oppblanda med oppdrettsmateriale. Desse undersøkingane blir understøtta av nye undersøkingar frå Danmark, der ein har laga genetiske profilar på lakse- og sjøaurebestandar i notid, og samanlikna desse profilane med profilar ein har laga ut frå DNA (arvemateriale) ein finn i gamle skjelpørvar av desse bestandane.

Ved Havforskningsinstituttet har vi gjennom dei siste åra bygd opp kompetanse på dette feltet, gjennom spennande samarbeidsprosjekt med Noregs Veterinærhøgskole, elektrisitetsindustrien, NFR, AquaGen og Universitetet i Stirling, Skottland. I eitt av desse prosjekta samanlikna vi to prøvar frå ein av våre største lakseelvar, Namsen. Den eine prøven

er lakseskjel av gytefisk samla inn i 1977, lenge før rømt oppdrettslaks vart registrert i noko omfang i Namsen. Den andre prøven vart samla inn av gytefisk i 2000, etter mange år med ein andel rømt laks som har variert mellom 12 og 65 %. Undersøkinga, som er basert på genotypingar i seks DNA-mikrosatellittgen av både oppdrettslinjer og villaksbestandar, viste ingen endringar i Namsen-laksen mellom desse to tidspunkta (Figur 5). Desse observasjonane er i samsvar med andre undersøkingar, og tyder på at innkryssinga av arvemateriale frå rømt til vill laks går



Figur 5 Dendrogram som viser slektskap mellom bestandar, basert på 6 DNA mikrosatellittgen. Prøve nr. 9 og 12 refererer seg til Namsen 2000 og Namsen 1977. Prøve nr. 1-7 er ulike oppdrettslinjer, prøve nr. 8: Neiden; nr. 10: Loneelva og nr. 11: Vosso.
Dendrogram showing genetic distances between farmed and wild salmon populations based on 6 DNA microsatellite loci. Samples no. 9 og 12 refer to the River Namsen 2000 and Namsen 1977. Samples no. 1-7 are different farmed strains, sample no. 8: River Neiden; no. 10: River Lone; no. 11: River Vosso.

seinare enn ein til no har trudd, i alle fall i Namsen. Forskarane meiner dessutan at påverknaden både vil vera avhengig av storleiken på villbestanden, og av kor lang tid det har føregått innkryssing.

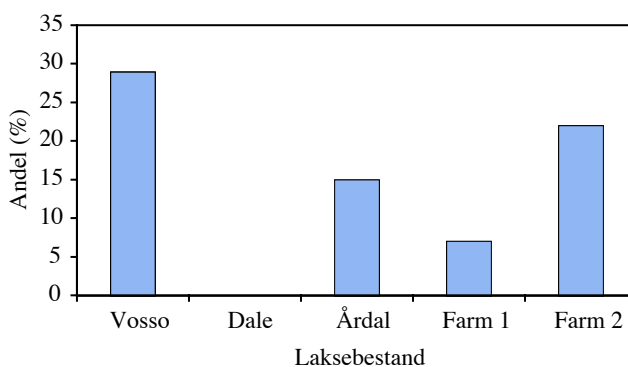
Kort oppsummert tyder nye resultat på at gentransporten frå rømt laks i nokre tilfelle går seinare enn ein har trudd. Dette skuldast lågare gytesuksess hos rømt laks, og lågare overleving hos avkom av rømt laks enn hos villaks. Dette tyder ikkje at gentransport frå rømt laks til villaks ikkje er eit problem. Tvert imot er det vist at når det først skjer ei innkryssing, kan effekten på villbestanden i form av redusert overleving vera stor. Resultata tilseier at vi framleis har mange intakte villaksbestandar, og at det er gode grunnar for å intensivere arbeidet for å redusere rømminga frå norske oppdrettsanlegg, og å setja i verk føremålstenlege tiltak for å sikra villaksbestandar. Dette gjeld også i villaksbestandar der ein har registrert store innslag av rømt laks. Med ei betre forståing av mekanismene som påverkar overlevinga hos avkom av rømt oppdrettslaks, kunne vi i større grad generalisera kunnskapen ut frå dei få undersøkingane som føreligg.

Genetiske skilnader mellom laksebestandar i følsemd for lakselus?

Ved Havforskningsinstituttet er det ein monaleg forskingsaktivitet for å redusere problema med lakselus på oppdrettslaks. Lakselus er som kjent også blitt eit stort problem på villaks og sjøaure i mange regionar. Det er svært muleg at lakselusa i nokre område, som til dømes Hardangerfjorden, er ein av dei viktigaste dødelegheitsfaktorane for laks og sjøaure, og hovudårsaka til at dei fleste bestandane av laks og sjøaure lenge har vore kritisk låge.

Frå undersøkingar av andre parasittar, som *Gyrodactylus salaris*, er det vist at det er store arvelege skilnader i følsemd mellom østersjølaks og norsk laks. Det var difor nærliggjande å undersøka om det er arvelege skilnader i følsemd for lakselus mellom ulike villbestandar, og om dei i så fall responderer ulikt på infeksjon. Dei første samanlikningane vart gjennomførte under eit stipendiatarbeid på aure. Samanlikninga viste at det var svært store skilnader mellom sjøaure frå Hardangerfjorden og innsjøaure frå Bjornesfjorden, og at auren frå Hardangervidda vart mykje kraftigare infisert, også når dei gjekk i felles miljø. Seinare fann ein også klare skilnader mellom ulike sjøaurebestandar, der bestandane frå indre fjordområde (Sima og Fortun) vart sterkare infisert enn aure frå midtre fjordområde (Guddal).

Kva veit vi så om skilnader mellom laksebestandar når det gjeld lakselus? Sommaren 2002 vart det ved Havforskningsinstituttet gjennomført ein laboratorietest av følsemd for lakselus hos ulike villaksbestandar og oppdrettslinjer, der også vossolaks inngjekk saman med laks frå Daleelva. Smolten gjekk i felles miljø, og vart gradvis akklimatisert til sjøvattn i god tid før infiseringa med luselarver. Resultata er vist i Figur 6. Som det går fram av figuren hadde vossolaksen 29 % meir lus enn laksen frå naboelva i Dale. Resultata er i samsvar med andre forsøk utført ved Havforskningsinstituttet, der laks frå Daleelva og Vosso er samanlikna. Resultata kan forklara noko av skilnaden i utviklinga i gytebestandar i dei to laksebestandane, der bestanden i Vosso er kritisk låg.



Figur 6 Førekomst av lakselus på kvar stamme i forhold til den minst infiserte stamma, som var dalelaksen. Tala er korrigert for storleik på smolten.
Abundance of salmon lice on each salmon stock, corrected for smolt size, relative to the least infected stock, River Dale.

3.4.3

Genetisk modifiserte organismer i fremtidig oppdrett – fordeler og ulemper

Geir Dahle, Havforskningsinstituttet

Havbruksnæringen i Norge driver ikke med oppdrett av genetisk modifiserte organismer (GMO). Dette er derfor et forsøk på å belyse forskjellige sider forbundet med en eventuell bruk av GMO i oppdrett. Ettersom produksjon av genetisk modifiserte akvatiske organismer internasjonalt fremdeles må sies å være på det eksperimentelle plan, har vi heller ingen erfaring med eventuelle miljøkonsekvenser på grunn av utslipp av GMO-organismer.

Til nå har norske oppdrettere, både teknologisk og biologisk, løst de utfordringer næringen har stått overfor både med hensyn til sykdom, forspill og lokalitetenes egnethet, uten bruk av genteknologi. I fremtiden kan en imidlertid lett tenke seg transgene organismer som et konkurrerende produkt i oppdrettsnæringen. Det synes likevel klart at uansett i hvilken retning havbruksnæringen går, vil fremtiden være bestemt av hvordan forbrukerne oppfatter produktene, i dette tilfellet genetisk modifiserte organismer. Det er en viss uro blant forbrukerne om mulige effekter genetisk modifiserte organismer har på naturen, det biologiske mangfoldet og menneskenes helse, og ifølge en spørreundersøkelse gjort i 1999 var det stor skepsis blant forbrukere når det gjaldt nytteverdien av genteknologi.

Hva er en genmodifisert organisme (GMO)?

Med genmodifiserte organismer menes enhver levende organisme (plante, dyr, bakterie osv.) som har fått endret sitt arvestoff (DNA) ved hjelp av genteknologi. Genteknologi gjør det mulig å sette DNA sammen på nye måter og overføre arvestoff mellom ulike organismer. Genmodifiseringen kan bestå i at organismen får ekstra gener, at gener blir forandret, eller at deler av eller hele gener fjernes. Man skiller vanligvis mellom organismer som har fått tilsatt gener fra andre organismer, og som kalles transgene organismer, og organismer der et gen i organismen er endret eller fjernet.

Hvorfor lage GMO?

Genmodifisering kan forandre organismens egenskaper. Mennesket har i flere tusen år foredlet planter og dyr for å få frem best mulige egenskaper. Også innen lakseoppdrett har det foregått en kontinuerlig foredling for å få fram en laks med "gode" egenskaper for oppdrett. Med genmodifisering kan dette skje uten å avle over mange generasjoner. En kan også gi organismen helt nye egenskaper, for eksempel kan man få en art til å tåle lavere temperaturer ved å sette inn en bit av arvestoffet med "anti-fryse"-egenskaper fra en art.

GMO kan være med på å gi fordeler innen områder som bl.a. matkvalitet, ernæring og helse. Det er likevel forbrukerne



Hvilken betydning vil genmodifisering få for oppdrettslaksen i fremtiden?
Will the salmon in future aquaculture be influenced by genetic modifications?

og deres tillit basert på vitenskapelige bevis og regelmessige kontroller som vil avgjøre hvilken betydning GMO vil få i fremtiden. Genetisk og molekylær kunnskap har åpnet mulighetene for å bedre produktiviteten, øke avkastningen og gi mer stabil produksjon av viktige arter. Genteknologien vil kunne gi plantene økt motstand mot ugress og insektangrep, som i sin tur fører til mindre bruk av sprøytmidler. Genteknologien er også i bruk for å lage nye forbindelser, for eksempel vaksiner, og man kan bruke mikroorganismer i opprenskning og kontroll av forurensning. Metoden kan også brukes til å forandre eller fjerne gener i en organisme dersom den eksisterende egenskapen er lite fordelaktig. Slik målrettet modifisering av gener er viktig i forskning for å undersøke hvilken rolle spesielle gener spiller i normal funksjon og utvikling.

Genmodifiserte organismer lages i dag innenfor mange områder: mat, fôr, tekstiler, legemidler osv., og mange av

disse organismene har egenskaper som er ettertraktede. Det finnes derfor en rekke genteknologiske firmaer som fremstiller genmodifiserte organismer for salg. På verdensbasis er genetisk modifiserte planter dominerende, og i 2000 var nesten 500 000 km² dyrket med transgene planter, de vanligste herbicid- og insektsresistente soyabønner, korn og bomull. USA, Argentina, Canada og Kina sto til sammen for 99 % av verdens transgene produksjon. I Europa har det vært stor motstand mot genmodifiserte planter, mens dette nå er vanlig på markedene i USA og Asia. Et annet hovedformål med genmodifiserte dyr i dag er å bruke dem som et hjelpemiddel til å forstå menneskelige sykdommer og utvikle medisiner mot dem. Et eksempel på dette er "onkomusen" som er genmodifisert slik at den lett utvikler kreft. Disse musene brukes for å teste ut mulige nye behandlingsformer mot kreft.

Den offentlige debatten i 1990-årene handlet mest om medisinsk bruk av bioteknologi på mennesker. Etter hvert kom også genteknologi i husdyravl og havbruk, og regler for utprøving og produksjon av genmodifiserte vekster på dagsordenen.

Miljørisiko

Når genmodifiserte organismer blir en del av miljøet, er det alltid en mulighet for at de kan overføre de nye genene de har fått til andre individ av samme art. For dyr kan krysning med ikke-modifiserte dyr føre til at de nye genene spres. Det kan også tenkes at de fremmede genene overføres til andre arter ved at bakterier tar opp i seg DNA fra de modifiserte organismene, og fører dette videre til helt andre arter ved en mekanisme som kalles horisontal genoverføring. Når gener kombineres på nye måter er det vanskelig å forutsi hvordan de vil fungere. Det er også en viss usikkerhet om potensialet for at modifiserte arter på lengre sikt kan fortrenge naturlige arter eller har andre utilsiktede virkninger på miljøet. Hvis en spredning av modifiserte organismer eller gener skulle føre til uheldige konsekvenser, er det så godt som umulig å hente dem inn igjen. Det er derfor viktig å være føre var og ikke ta unødige sjanser ved behandling av genmodifiserte organismer.

Dyrehelseaspektet ved genmodifisering av dyr behandles i lov om dyrevern §5:

Det er forbode å endra dyra sine arveanlegg ved bruk av genteknologiske metodar eller ved tradisjonelt avlsarbeid dersom dette gjer dyret uskikka til å utøve normal åtferd eller påverkar fysiologiske funksjonar i uheldig lei, dyret blir påført unødig lidning, endringa vekkjer ålmenne etiske reaksjonar.

Når det gjelder genmodifiserte dyr er det ønskelig å unngå unødig lidelse. I mange tilfeller blir nytten dyret har for oss mennesker likevel regnet for å være så stor at den veier opp for den lidelsen dyret utsettes for.

Hva er potensialet ved bruk av genteknologi i havbruksnæringen?

Innen havbruk kan en tenke seg at genteknologi vil kunne brukes innen flere områder. De klassiske avlsmål er

rettet mot egenskaper som gir bedret produksjonsøkonomi, deriblant vekst, sen kjønnsmodning, sykdomsresistens og kjøttkvalitet i form av farge og fettinnhold. Sykdomsutbrudd blant oppdrettsfisken førte til en utstrakt bruk av antibiotika inntil for få år siden. De siste årenes utvikling av nye vaksiner (bl.a. ved hjelp av genteknologi) mot flere vanlige laksesykdommer har redusert bruken av antibiotika til et minimum. Genmodifisering som foredlingsmetode muliggjør raskere foredlingssuksess og i tillegg introduksjon av nye egenskaper på kryss av artsgrenser, og antas å få en viktig rolle i fremtiden innen bl.a. foredling av oppdrettsfisk. Foredling ved overføring av arveegenskaper (gen) er imidlertid begrenset til egenskaper som bestemmes av enkeltgener eller et fåtall gener. Dessuten må genet/genene være isolert og karakterisert på molekylært nivå.

Teknologien kan først og fremst forbedre økonomien innen havbruksnæringen. Dette kan en gjøre bl.a. ved å forbedre vekstraten, øke størrelsen, gi bedre førutnyttelse, endre føret (for eksempel ved å utvikle diett basert på karbohydrater og protein), gi bedre sykdomsresistens og gi muligheter for eventuelt å kontrollere smoltifisering og reproduksjon. En kan også tenke seg muligheten for å bruke genteknologi til å endre på fiskekjøttets farge og smak.

Genteknologien vil dessuten kunne gi oss bedre diagnostiske metoder til påvisning av sykdom, og teknologien vil på sikt kunne gi økt matvaresikkerhet og bedre kjennskap til matvarens sammensetning.

Forbrukernes vurderinger

På grunn av den mulige faren for miljøet har det vært stor motstand mot å sette genmodifiserte organismer ut i naturen. Blant forbrukere har det også vært stor motstand mot genmodifisert mat. Mange synes her at de mulige farene ikke oppveies av nytten. Innen medisin derimot kan genmodifiserte organismer bidra til utvikling av mange nye legemidler. Nyttens på dette området oppfattes som stor, og motstanden er derfor mindre.

På midten av 1990-tallet kom det melding om at det fantes en genmodifisert laks som vokste mange ganger raskere enn normalt i Skottland. Motstand mot bruk av genmodifiserte organismer var den sannsynlige årsaken til at dette prosjektet ble skrinlagt.

Regjeringen vil begrense bruken av genmodifiserte marine organismer til spredningssikre, lukkede anlegg på land, og fortsatt gi høyeste prioritet til det internasjonale arbeidet med utvikling av regelverk og tiltak for bruk av genmodifiserte organismer der hensynene til etisk forankring, helse og miljø blir ivaretatt. I stortingsmeldingen "Rent og rikt hav" fra mars 2002 heter det bl.a. følgende om genmodifiserte organismer:

Genmodifiserte organismer utgjør en betydelig potensiell trussel mot økosystemene på grunn av at endringer i organismenes egenskaper også vil endre deres funksjon i forhold til omgivelsene. Dette gjelder også i havet. Fisk med økt kuldetoleranse vil kunne spres til nye områder og forstyrre artssammensetning og struktur i de berørte

økosystemene, mens organismer med økt veksthastighet kan føre til at ville bestander av samme art blir utkonkurrert. Utvikling av DNA-vaksiner reiser spørsmål om vaksinerte dyr skal reguleres på samme måte som genmodifiserte organismer. Dette har f.eks. betydning for havbruksnæringen.

Er det trygt å spise transgen fisk?

Alle genetisk modifiserte organismer evalueres i forhold til eventuell helserisiko for mennesker. I denne evalueringen blir genets identitet, genproduktet det koder for, og den effekten modifiseringen har for eksempel på fisken vurdert. I tillegg er det viktig å vise at det nye genet ikke har truffet og skadet et gammelt gen hos det mottakende dyr, eller har andre uventede sideeffekter. Generelt kan en derfor hevde at det ikke vil medføre noen risiko å spise en eventuell transgen fisk.

Konklusjon

Det finnes mange mulige kontroverser forbundet med bruk av GMO. De fleste er forbundet med matvaresikkerhet i form av mulige helserisikoer. For oppdrettsnæringen vil nok den største utfordringen være mulige miljøkonsekvenser ved bruk av GMO, så som mulig overføring av transgener til ville organismer, ukjente effekter på andre organismer, og tap av biodiversitet.

Genteknologien tilbyr nye muligheter til foredling av organismer produsert i akvakultur. Den gjør det mulig å introdusere nye egenskaper, eller forbedre gamle, på en mer radikal måte enn det som er mulig ved hjelp av klassisk avl. Genmodifisering kan komplettere, men ikke erstatte, de allerede eksisterende avlsprogrammer. Matsikkerheten fra transgen fisk er avhengig av karakteren til transgenet og dets genprodukt, men transgen fisk representerer ikke en prinsipiell helsefare.

Risikovurdering med hensyn til tilsiktet utsetting eller utilsiktet utslipp av transgen fisk avhenger bl.a. av hvilken fiskeart som rømmer/settes ut, hvordan området den rømmer i er, den modifiserte fiskens egenskaper, og dens muligheter for å overleve i forhold til eventuelle ville populasjoner av sin egen art. Dersom genetisk modifiserte oppdrettsorganismer rømmer i stor skala, vil dette i verste fall kunne endre organismens utbredelsesområde.

De etiske spørsmål vil også spille en viktig rolle når det eventuelt skal diskuteres om Norge skal tillate bruk av GMO i oppdrett. Noen vil hevde at man ikke skal "tukle" med naturen, forbrukeren har motforestilling mot å spise for eksempel "plante-gen" i fisk, andre mener fisken vil bli stresset som et resultat av behandlingen, eller at det rett og slett er i strid med tanken om naturlige organismers egenverdi.

3.4.4

Interaksjoner villaks – lakselus – oppdrettslaks: Hvor står vi, hva er målet?

Jens Christian Holst, Frank Nilsen, Lars Asplin og Marianne Holm, Havforskningsinstituttet

Lakselusen er fortsatt et problem for de ville bestandene av laksefisk i Norge. Likevel har vi sett en positiv utvikling de senere år for laksen. Hvor står vi i 2003 og hvor burde vi vært?

Historikk

Tidlig på 1990-tallet ble det fremsatt hypoteser om at lakselus kunne være en viktig bestandsregulerende faktor for ville sjørret- og laksebestander. Feltstudier på sjørret langs store deler av norskekysten viste tidlig at sterkt lusinfisert fisk foretok tilbakevandring til ferskvann før modning både for å søke beskyttelse mot videre påslag av lus og for avlusing. For laksen, som vandrer direkte og raskt ut i havet, var det vanskeligere å påvise slike infeksjoner, og først mot slutten av 90-tallet kom det systematiske data som påviste populasjonseffekter også hos denne arten. Det synes i dag å være enighet om at lusen representerer et problem for de ville bestandene av laksefisk i mange områder (se eksempel i Figur 1). Debatten har dreid til å være mer fokusert om hvilke tiltak som vil være realistiske og effektive for å oppnå en mer harmonisk sameksistens mellom oppdrettsfisken og villfisken. Oppdrettsnæringen har satt i verk tiltak som har senket lusnivået i anleggene, noe som må forventes å slå positivt ut for villfisken. Hva forteller observasjonene oss om situasjonen våren 2003?

Dagens situasjon

En enkel og generell beskrivelse av lussituasjonen for de ville laksefiskene på norskekysten våren 2003 er ikke mulig pga. de store variasjonene som observeres, både mellom regioner og arter. Skal en likevel gjøre et forsøk, avtegner det mest positive bildet seg for laksens del. Havforskningsinstituttet har i perioden 1998-2002 samlet inn systematiske tråldata på utvandrende postsmolt av laks fra Sognefjorden, Nordfjord, Osterfjord-systemet, Trondheimsfjorden, Namsfjorden, Tanafjorden, Altafjorden og Neidenfjorden. For Sognefjorden finnes data for alle fem årene, for de andre fjordsystemene fra ett til fire år. Tidsseriene viser en klar forbedring i den studerte perioden, med 2002 som det beste året både for Sognefjorden og Trondheimsfjorden.

Supplerende undersøkelser i Osterfjord-systemet bekrefter at 2002 var et år med lite lus under laksens utvandring. Selv om lokale forhold som variasjon i oppdrettstetthet og hydrografi kan påvirke situasjonen, er nedgangen i luspåslag på laks så konsistent at det er rimelig å kalle det en trend. For laksens del synes det rimelig å hevde at nedgangen i luspåslag blant annet er en følge av oppdrettsnæringens innsats for å senke konsentrasjonen av lakselus i sine



Figur 1 Postsmolt laks fanget i Norskehavet sommeren 2002. Fisken hadde ca. 8 voksne lus på kroppen og bar tydelige ytre tegn på skade av lakselus. Fisk med denne type skader har typisk lave blodverdier (hematokritt < 20) og sterkt redusert tilvekst siden utvandring fra elven. Dette er et eksempel på skader som ikke dreper fisken momentant, men som kan redusere sjansene for å overleve frem til gyting.

Postsmolt salmon caught in the Norwegian Sea June 2002. This fish had 8 adult salmon lice attached to the skin and visible sign of salmon lice induced injuries. Fish with this type of injuries typically have low blood values (hematocrite < 20) and strongly reduced growth since the sea entrance as compared to fish with no infection. This is an example of injuries which does not momentarily kill the fish, but which may reduce its chances of survival until spawning.

anlegg. Likevel viser ulike undersøkelser at lus fortsatt er et stort problem i en del områder. For sjørret er dette dokumentert både på Vestlandet av Rådgivende Biologer og i Nord-Norge av Fiskeriforskning/NINA de senere år. Det er videre usikkert om den positive trenden i 2002, og da spesielt den positive situasjonen for laksen, vil være representativ for årene som kommer. En rimelig konklusjon er at det har vært en positiv utvikling for laksen i forhold til situasjonen på 90-tallet i mange fjorder, men at det hefter usikkerhet ved om det positive bildet vil vedvare.

For sjørretten er situasjonen fortsatt utilfredsstillende og sannsynligvis kritisk mange steder. Dette stemmer godt med teorien som tilsier at en vert som vandrer ut av et system



Figur 2 Postsmolt fra Tana, fanget ytterst i Tanafjorden juli 2000. Som alle fiskene som ble fanget i området, var den fri for lus. Fraværet av lus trenger ikke bare å skyldes lave oppdrettskonsentrasjoner i Tanafjorden, men også at laksesmolten svømmer ut før lusspredning inntreffer.

A postsmolt salmon from the Tanafjord, July 2000. Like all the fishes in this area this fish had no salmon lice attached to it. This may not only be due to low farming concentrations in the area, but also a probable mismatch between the growth of the salmon lice and run of the salmon smolts in this area.

idet parasitten har sin sterkeste populasjonsvekst, raskere vil oppnå fordeler av parasittens generelle populasjonsnedgang enn en vert som oppholder seg i parasittens kjerneområde hele sesongen.

Sjøørret

Sjøørreten vil på den annen side ha fordeler av at den i mange områder kan opprettholde populasjoner i de indre fjordgrenene hvor saltholdigheten i overflaten og tettheten av lakselus er lav de fleste år. Disse habitatene benyttes mest av den minste fisken pga. lengdeavhengig vandring, mens den store vandrer lenger ut. Lengdeavhengig vandring er et generelt prinsipp som gjelder for pelagisk fisk. Stor fisk vil svømme lenger per tidsenhet, altså fortere, enn små i forbindelse med beite- og gytevandringen. Dette fører til en naturlig sortering av fisken hvor de største havner først og de minste lenger bak. Prinsippet utnyttes ofte av fiskerne ved at de fisker i vandringsfronten, eller tidlig i sesongen (laks) for å få de store fiskene.

Fiskene som vandrer ut i de ytre, mer lakselusinfiserte områdene, vil oftere tvinges til umoden tilbakevandring med senket vekst og overlevelse som resultat. Fordi de ytre fjordområdene vil være mindre egnet som habitat for sjøørret, forventes bestandsnedgangen for den store fisken å bli størst. I sjøørrestammer som Aurland i Sogn betyr dette at vi må forvente en bestand med relativt større andel små og unge fisk og lavere langtidsutbytte. For laksebestanden i samme elv kan det forventes større variasjon i antallet

gytefisk mellom år og lavere langtidsutbytte. År fullt på høyde med de beste i statistikken vil likevel forkomme for laksen i denne elven også i fremtiden. For laksen er det stort sett storhavets klima og økologi som bestemmer tilbakevandringen bare postsmolten slipper unna dødelige lusinfeksjoner på kysten (se ellers Figur 2: eksempel på smolt fri for lakselus).

Fremtiden

Hva fremtiden vil bringe er uklart. Den ideelle situasjonen for villfisken vil selvfølgelig være at lakselusnivåene ble senket til det som produseres av villfisken selv, tilsvarende det som var situasjonen før oppdrettsnæringens fremvekst. Dette måtte enten skje ved at oppdrettsanleggene forsvant i mange områder, eller ved 100 % effektiv parasittkontroll.

Det første alternativet synes urealistisk og er heller ikke aktuell politikk. Det andre alternativet kunne tenkes realistisk hvis for eksempel en effektiv vaksine ble utviklet, eller at anleggene ble lagt på land. Vaksine synes i dag i beste fall å ligge langt inn i fremtiden, landanlegg lite aktuelt ifølge næringen. Det mest sannsynlige scenariet er derfor at lakselus, villaks og oppdrettslaks skal eksistere side om side på norskekysten i overskuelig fremtid.

Det bør i dette scenariet kunne kreves at det holdes lakselusnivåer i anleggene som er bærekraftige i forhold til både laks og sjøørrestammene i det enkelte fjordsystem. Dette nivået vil variere fra område til område. I for eksempel den store, åpne Tanafjorden med kun ett oppdrettsanlegg, vil et slikt nivå ligge vesentlig høyere enn i det trange og oppdrettsintensive Osterfjord-systemet. I hvilken grad forvaltningsmyndighetene ønsker å følge en slik modell er usikkert, bl.a. fordi det ville kreve en vesentlig større og mer kostnadskrevende kunnskapsbase om lokale forhold enn det som finnes i dag, og vesentlig mer detaljert styring av oppdrettstetthet. En fordel ville være at veksten som kan forventes i oppdrett av laksefisker kunne styres til områder som i minst mulig grad belastet de ville bestandene.

En total harmoni mellom oppdrettsfisken og villfisken synes i dag urealistisk. Utfordringen er å finne en balanse på et nivå som de ulike interessegrupper og samfunnet kan akseptere. Hvis den positive trenden for laksens situasjon fortsetter, vil det være overveiende sannsynlig at dagens lusnivåer vil kunne aksepteres for denne arten i mange områder. Utfordringen blir i så fall å bedre situasjonen også for sjøørreten, slik at levedyktige bestander sikres også for denne arten. En direkte tilgrensende og meget viktig utfordring er å holde antallet rømte fisk på et absolutt minimum. Rømt fisk svømmer i mange tilfeller rundt med store luspåslag uten at dette på noen måte kan kontrolleres. De store rømmingene som er observert i 2002 kan i verste fall spise opp store deler av den gevinsten som er oppnådd gjennom oppdrettsnæringens innsats mot lus.

Kapittel 4

Framtidsvyer



4.1

Miljøutfordringer for norsk oppdrettsnæring

Maren A. Esmark, WWF-Norge

Norsk oppdrettsnæring markedsfører seg selv og sine produkter som „et rent produkt fra et rent hav“. I sin iver etter å fremstå som miljøvennlig, tar næringen ofte med ordet „bærekraftig“ i reklamen. Miljøbevegelsen opplever at næringen har en lang vei å gå før de kan slå seg på brystet og si: Dette er en miljøvennlig laks.

Oppdrettsnæringen i Storbritannia har de siste årene opplevd å bli svært negativt fremstilt i media. Kritikken har først og fremst vært rettet mot miljøpåvirkninger av fiskeoppdrett. Til sammenligning har det i Norge vært lite debatt, men interessen fra internasjonale medier relatert til for eksempel rømming, fôrforbruk, dyrevelferd, utslipp og sykdommer øker i takt med eksportverdien. Dessverre er det i dag slik at oppdrett av fisk kan ha store, negative effekter på miljøet. Dersom ikke næringen selv tar ansvar for å rydde opp, vil ”miljø-imaget” slå sprekker.

Oppdrettsnæringen må bidra til å bevare biologisk mangfold

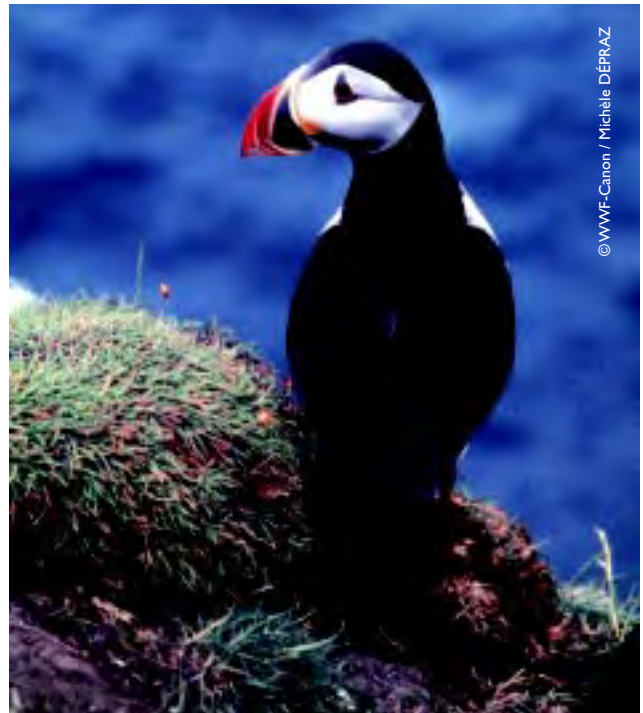
Oppdrettsnæringen er en av få næringer som aktivt motarbeider enhver verneplan. Denne holdningen er temmelig oppsiktsvekkende. Formålet med å beskytte marine områder er å sikre det biologiske mangfoldet i havet; et mangfold oppdrettsnæringen selv er helt avhengig av.

Høsten 2002 ble det tredje verdenstoppmøtet om miljø og utvikling i FNs regi holdt i Johannesburg. I erklæringen fra Johannesburg står det at man ønsker å opprette flere marine verneområder, fordi det anses som et viktig og effektivt virkemiddel for å sikre at verdifulle havområder ivaretas for fremtiden. Norsk oppdrettsnæring ser ikke ut til å være enig i dette. FHL havbruk definerer for eksempel kystverneplan for Nordland, marin verneplan, nasjonale laksefjorder og forvaltningsplanen for Barentshavet som ”trusler” mot videre utvikling av sin egen næring. Verneplaner presenteres som problemer på lik linje med høy kronekurs og sviktende markedsadgang i EU.

Havet er allmenning, og i sjøen er det verken synlige grenser eller privat eiendomsrett. Oppdrettere får en tillatelse av staten til å bruke havet og til å selge dets verdier til egen vinning. Som takk burde oppdrettere i hvert fall vise en viss forståelse for at noen av disse verdiene trenger beskyttelse.

Uttak av fôrressurser må ikke legge press på allerede utsatte økosystem

I verdenssammenheng er akvakultur den matvareproduksjonen som vokser raskest, og prognosene spår fortsatt vekst i årene som kommer. Den globale produksjonen av oppdrettsprodukter (i tonn) ble tredoblet fra 1990 til 2000, og den norske produksjonen av laks og ørret ble



© WWF-Canon / Michèle DÉPRAZ

Lundefugl spiser mye tobis.
The puffin eats much sandlances.

firedoblet i samme periode. Ifølge FAO viser trenden at produksjon av eksklusive fiskearter øker mest. De mest ambisiøse norske prognosene spår en ny firedobling innen 2020.

WWF har ved flere anledninger hevdet at norsk oppdrettsnæring bidrar til overfiske, noe flere aktører innen næringen benekter. Vårt resonnement er slik: Når en forbruker kjøper parkett laget av en truet tresort, så er det ikke kjøperen direkte som bidrar til å ødelegge regnskogen, men kjøperen skaper den etterspørselen som er en direkte trussel mot regnskogen. Bevisste forbrukere ser produkter og deres miljøpåvirkning i sammenheng. WWFs påstand er at de oppdrettere som kjøper fiskefôr produsert av fiskearter som ikke forvaltes bærekraftig, bidrar til overfiske.

Kolmula er et trist eksempel. De siste par årene har landene som deler kolmula, fisket langt mer enn det forskerne anbefaler, og man frykter en kollaps i bestanden. Kolmule er en viktig art i økosystemet, blant annet fordi den spises av arter som torsk, hyse og lange. Dette gjelder de fleste fôrartene, både i Nord-Atlanteren og i den sørøstlige del av Stillehavet: De spiller en svært viktig rolle i sitt økosystem som mat for større fisk, sjøfugl og sjøpattedyr. Forskerne har uttrykt bekymring for nedgangen i loddebestanden og

anbefaler ikke økt uttak av tobis fordi man ikke vet hvilken konsekvens dette kan få for de arter som lever av tobis.

FAO klassifiserte Nordøst-Atlanteren som maksimalt utnyttet allerede i 1983 og Sørøst-Stillehavet som fullt utnyttet i 2001. Det er ikke rom for større produksjon av fiskeolje fra disse fiskeriene. I Sør-Amerika oppfordres det til økt bruk av fisk til menneskemat istedenfor at den brukes til fiskeolje og fiskemel. I år med lave fangster, som for eksempel under El Niño, vil mangelen på fiskeolje bli en alvorlig flaskehals for næringen. WWF frykter at oppdrettsnæringen vil bidra til å legge et press på fiskebestander som allerede er beskattet maksimalt.

Bruk av fiskeavfall til å produsere fiskefôr er en bærekraftig måte å produsere laks på. Her gjør Stiftelsen Rubin et svært viktig arbeid. Dessverre ser vi en nedadgående trend i mengden fiskeavfall som "gjenvinnes", og med nedgangen i norsk fiskeindustri er det fare for at bruken av slikt avfall fortsetter å gå ned. Fôr basert på planteoljer har vist seg å være et godt alternativ til fiskeolje, og forskning indikerer at både smaken og de helsemessige fordelene ved å spise fisk beholdes. Forskning fra Finland peker også på muligheter for reduserte utslipp av næringsstoffer ved bruk av grøntfôr.

Høsting av krill er foreslått som alternativt fôrråstoff, noe som kan virke fornuftig med hensyn på energibruk. Jo lavere ned i næringskilden, dess mindre kaloritap. Det er veldig viktig å bruke føre-var-prisippet når en skal planlegge krillhøsting i stor skala. Krill og andre små krepsdyr er mat for hele økosystemet i for eksempel Barentshavet, og fisket medfører også stor bifangst.

Biologisk forurensning er uakseptabelt

Biologisk mangfold defineres som "jordas variasjon av livsformer, planter, dyr og mikroorganismer, og deres arvestoff, og samspillet mellom livsformene og det ikke-levende miljø". I konvensjonen om biologisk mangfold står det videre: "*Sustainable use means the use of components of biological diversity in a way and at a rate that does not lead to the long-term decline of biological diversity, thereby maintaining its potential to meet the needs and aspirations of present and future generations*".

Med denne teksten som utgangspunkt er det klinkende klart at elver hvor prosentandelen oppdrettsfisk er større enn mengden villaks, og fjordområder der nærmere 100 prosent av fisken er rømt fra oppdrettsanlegg, ikke er bærekraftige. Slik oppdrettsnæringen drives i dag, bidrar den til en utvanning av villaksens genetiske mangfold. Norge har strenge bestemmelser for uttesting og bruk av genmodifiserte organismer. Det legges vesentlig vekt på at bruk ikke skal kunne medføre miljømessige skadevirkninger, og det er påbudt med en grundig utredning av miljøkonsekvenser før slike organismer eventuelt kan tas i bruk. Hvorfor har vi ikke lignende regler for bruk av såkalt "kultiverte" arter i åpne oppdrettsystemer? Den genetiske og adferdsmessige forskjellen mellom oppdrettslaks og villaks er fortsatt dårlig kartlagt, og vi driver et gigantisk eksperiment med verdens største villaksbestand som prøvekanin.

Oppdrett av nye arter må konsekvensutredes

Per 31. desember 2002 var det delt ut 336 konsesjoner for oppdrett av torsk langs norskekysten. Det har allerede vært tilfeller av oppdrettstorsk som rømmer. Torskens sykdommer og parasitter vet vi i dag ikke så mye om. Det vi vet sikkert, er at de kommer. De nye konsesjonene er delt ut uten at det er foretatt noen risikovurdering av eventuelle miljøeffekter. Vi vet ikke om det er problematisk å bruke torsk som ikke er "lokal", og vi vet ikke hvilken effekt oppdrettsanlegg kan ha på lokale gyteområder for annen fisk. Vi får krysse fingrene og håpe at oppdrett av torsk ikke vil bringe problemer for villtorken.

Forbrukerne fortjener miljømerket laks

Økologiske og miljømerkede varer tar stadig større markedsandeler i Europa. Prognoser viser at veksten vil fortsette, og det forventes at innen 2005 vil økologiske matvarer ha en markedsandel på mellom 5 og 10 prosent. Det er i dag mye enklere å kjøpe fisk med lakselus i norske fiskedisker enn det er å få tak i miljømerket fisk. Både FAO og EU anbefaler miljømerking som et viktig virkemiddel for å sikre bærekraftig produksjon av sjømat.

Viktige utfordringer for næringen

WWF arbeider for å bevare havets biologiske mangfold og er ingen motstander av oppdrett. Tvert imot, havbruksnæringen er en viktig bidragsyter til global matproduksjon og lokale inntekter. Oppdrett av skjell og planteetende fiskearter er et godt alternativ til økt uttak av allerede hardt pressede ville fiskebestander, og oppdrett av fisk er langt mer energi-effektivt enn for eksempel produksjon av kylling og storfe.

I havmiljømeldingen står det følgende om havbruk: *En forutsetning for den videre veksten er imidlertid en langt sterkere miljøtilpasning av næringene. Skal oppdrettsnæringen kunne leve opp til de ambisjonene som kjøres frem i markedsføringen, er næringen nødt til å løse flere utfordringer på miljøsidene:*

- Oppdrettsfrie soner og marine verneområder er en viktig del av internasjonal miljøforvaltning. Oppdrettsnæringen er nødt til å akseptere vern av biologisk mangfold om den ønsker å fremtre som ansvarlig.
- Debatten om fôrressurser vil fortsette. Næringen må selv ta ansvar for å stille spørsmål om fisken som brukes, forvaltes bærekraftig. Samtidig må det tas hensyn til eventuelle miljøeffekter av alternativene.
- Det er totalt uakseptabelt at oppdrettsfisk rømmer. Etter fjorårets forferdelige rømmingstall bør næringen selv presse på for å få innført både tekniske krav til oppdrettsanlegg og obligatorisk merking av oppdrettsfisk.
- Tildeling av konsesjoner for nye arter må bli underlagt strengere krav til miljø- og risikovurderinger.
- Forbrukerne fortjener valget mellom en vanlig oppdrettslaks og en noe dyrere, miljømerket og garantert bærekraftig laks.

4.2 Fiskeoppdrett og miljø i 2015

Bjørn Myrseth, Marine Farms ASA

Det marine oppdrettets fremtid er helt avhengig av et rent og godt miljø. Derfor må utviklingen av oppdrett foregå slik at oppdrettet ikke ødelegger miljøet det selv er avhengig av. På samme måte er oppdrett avhengig av at samfunnet for øvrig ikke forurensere havmiljøet slik at oppdrettet blir umulig. Disse to prinsippene er grunnleggende for utviklingen av en bærekraftig oppdrettsnæring. I denne artikkelen diskuteres hvordan næringen har utviklet seg de siste 10-15 årene fra 2002.

Totalt produserer Norge nå omkring en million tonn laks og torsk. Laks er fremdeles den dominerende fiskearten, men det produseres laks og torsk av mange ulike kvaliteter, avhengig av fiskens anvendelse. Nisjeproduktene er kveite, steinbit og hyse, men disse produseres i mindre kvanta. Veksten i norsk oppdrettsnæring er nå 2-3 % årlig.

Norge dyrker over 100 000 tonn blåskjell, og en del av næringssaltene fra fiskeoppdrett fjernes på denne måten. Men det dyrkes også "nori" og andre alger, og også disse utnytter næringssaltene som tilføres gjennom oppdrett av fisk.

Hovedproblemene fra 2003 er løst

De to store miljøproblemene næringen hadde i 2003, rømming og lus, er nå løst. Alle anlegg og fortøyninger er sertifisert av Fiskeridirektoratet. I tillegg har anleggene en ISO 14001- og en EMAS-sertifisering. Alle anlegg har derfor et eget miljøregnskap og egne mål for miljøforbedringer. Alt dette offentliggjøres i en egen, årlig miljørapport for hvert anlegg. Dette er kostbart, og mange selskaper samarbeider derfor om egne miljøkoordinatorer som hjelper til med dette arbeidet.

Rømming av laks og torsk er nå et lite problem. Alle anleggene og fortøyningene er som nevnt sertifisert, og eksterne selskaper gjennomfører hvert annet år kontroller og kommer med pålegg om eventuelle utbedringer og nødvendig vedlikehold. Alle båter som brukes i forbindelse med oppdrett er pålagt å ha propellbeskyttelse (korgor) som hindrer at propellen kan lage hull i noten.

Det viktigste tiltaket mot rømming er likevel at notposene nå lages av nye og sterkere fiber, som kevlar o.l. Dette gir økt styrke og reduserer rømmingene. Men fordi disse notposene har lenger levetid og fordi havarier og rømminger kostet penger, har næringen også redusert kostnadene ved å gjennomføre disse tiltakene. For eksempel er forsikringspremiene redusert til 1-2 % av fiskens verdi. Bare dette gir næringen en besparelse på over 100 mill. kroner per år.

Lus kontrolleres med leppefisk som produseres i egne klekkerier og som er selektert med hensyn til beiting av lus og overleving om vinteren. I Nord-Norge blir fisken vaksinert og utvikler antistoffer som dreper lusen. Ved spesielt harde angrep, mer enn 0,5 lus per fisk, blir kjemikalier i føret brukt. Lus er derfor ikke lenger noe problem, verken for oppdrettsnæringen eller den ville laksen.

Helse og driftsforhold i høysetet

Anleggene har nå store volumer og lav tetthet, fordi størrelsen reguleres med førkvoter og maksimal biomasse på en lokalitet uansett fiskeart. Vanlig tetthet er 5-10 kg fisk per m³ oppdrettsvolum. Dette gir mindre sykdom og bedre driftsforhold, samtidig blir fiskevelferden bedre ivaretatt. Sykdomsproblemene i næringen er med andre ord drastisk redusert, kostnadene med større volum har derfor vært selvfinansierende.

Mindre sykdom har likevel ikke fjernet oppmerksomheten fra helsespørsmålet, og "biosecurity" (fiskehelse) har topp prioritet. For å redusere faren for spredning av sykdom er landet inndelt i regioner. I Norge er der fem regioner: Sørlandet, Vestlandet, Nord-Vestlandet og Trøndelag, Nordland og Troms og Finnmark. Mellom disse regionene fraktes det ingen levende fisk. Inndeling i regioner er for øvrig gjennomført også i resten av Europa, og her har EU bøydd av. For rogn kreves spesielle helsesertifikater som bare utstedes etter uvanlig grundig sykdomstesting.

Dyrevelferden er godt ivaretatt ved redusert tetthet i merdene ved og kjøling under transport før slaktning i automatiske bedøvelses- og bløggemaskiner. Sertifisering av prosesser og produkter er nå innført for alle anlegg. Dyrevelferden inngår også i sertifiseringssystemet som er basert på en videreutvikling av de skotske kriteriene for SQS (Scottish Quality Salmon) og for organisk fiskeproduksjon. Sertifiseringsarbeidet har også bidratt til mer orden i driften.

Forbrukerne kan derfor føle seg trygge på at matvaresikkerheten er tatt vel vare på og nøye kvalitetssikret. Mister et anlegg sertifiseringen, må produksjonen selges til sterkt redusert pris eller destrueres. Fisk som rammes av ILA (nå sjelden pga. vaksinerings) eller ukjente sykdommer blir destruert og kommer ikke ut på markedet. Matvaresikkerheten går foran ønsket om kortsiktig profit.

Forskning og utdanning innen fiskehelse er et satsingsområde, og universitetene har solide grunnforskningsmiljøer innen fiskehelse vokst ut av Norges satsing på

bioteknologi. En står derfor sterkt rustet og kan løse nye sykdomsproblemer innen relativt kort tid.

Innen avlsarbeidet er de beste hjelpemidlene DNA-fingerprinting og genetiske markører. Fordi vi kjenner laksens og torskens genom og funksjonelle gener, kan vi lett velge ut de rette markørene som gir resistent fisk. Avlsarbeidet, som drives i hver region, spiller derfor en nøkkelrolle i sykdomsbekjempelsen. Det samme gjør bruk av vaksiner, som nå blir "skreddersydd" for hver region og for hver lakse- og torskestammes genetiske egenskaper. På dette feltet er Norge et foregangsland. Fordi genetiske markører gir bedre seleksjon, har det ikke vært behov for å ta i bruk GMO-laks eller GMO-torsk (genmodifiserte organismer).

Helse, miljø og sikkerhet er et felt hvor oppdrettsnæringen har gjort store fremskritt. Dette har skjedd gjennom offentlige kurs og ved at alle ansatte på anleggene må ha gjennomgått et sikkerhetskurs. Antall arbeidsulykker er kraftig redusert.

Fôr og fôrressurser

I 2003 antok en at veksten i oppdrettsnæringen ville stoppe opp grunnet knapphet på marine fôrressurser. Dette problemet er nå løst ved at en stor del av råvarene som brukes i fôret har vegetabilsk opprinnelse, slik at bare ca. 10 % av forråstoffene kommer fra det marine miljø. Fôrprisen er derfor omtrent den samme som i 2003.

Varmebehandling har gjort det mulig å utnytte alt avskjær fra både laks og hvitfisk til fiskefôr. Dette blir brukt som innblanding i fôret sammen med fiskemel. Men det produseres også torsk og hyse basert bare på dette fôret, som er en videreutvikling av dagens Rubinfôr/Gellyfeed. Fôret blir stort sett levert i bulk, og slik er emballasje ikke lenger noe miljøproblem. Fôrspill er lavt, og fôrfaktoren for laks ligger fortsatt rundt 1,10–1,20, mens den for torskefisk er under 1. Kameraer og elektroniske overvåkingssystemer sørger for dette. Arbeidsmiljøet og røkternes dyktighet er likevel fortsatt avgjørende. Et godt arbeidsmiljø gir gode røktere og gode økonomiske resultater. Fremdeles er den menneskelige faktoren viktigst for resultatet.

Lokalisering og bæreevne

Ny teknologi har gjort det mulig å plassere matfiskanleggene på andre steder enn det som var typisk i 2003. Vi har nå anlegg både ute på det åpne havet, 2-10 n.m. fra land og i fjordmunningene, samtidig som vi også har en del anlegg inne i fjordene slik som før. Praksisen med brakklegging og rotasjon mellom tre–fire lokaliteter er opprettholdt, men dette er ikke nødvendig på alle lokaliteter.

Dersom det er ønskelig kan vi nå oppdrette torsk, laks og ørret på samme lokalitet. Årsaken er at forskerne fant at smitterisikoen fra villfisk utenfor merdene var større enn faren for at ulike arter i merder på samme anlegg skulle smitte hverandre. En viktig grunn til dette er vaksiner og den generelt gode helsesituasjonen for oppdrettsfisken. Blåskjell er blitt forsøkt dyrket sammen med fisk, men dette

krevde så store samlede arealer at forsøkene måtte oppgis.

Noen anlegg har store, flate, finmaskede nett spent opp under anleggene, 5-10 m under notposene. Jernrammer holder nettene stramme. Sedimentene fra anleggene blir liggende på disse nettene. Fordi oksygen kommer til fra begge sider, går nedbrytingen på rammene hurtig. En rekke organismer som krabber, reker og børstemakk lever på disse rammene og bidrar til en enda raskere nedbryting av fekalier og fôrrester. Anlegg med slike nett trenger ikke å brakklegges hvert tredje år. Rammene gjør også at fisk samler seg rundt anleggene, og dette ses på som en positiv miljøeffekt fordi det øker fiskebestandene i fjordene. Død fisk samles opp og ensileres på samme måte som i 2003.

Notimpregnering basert på kobber eller andre ikke-nedbrytbare gifter brukes ikke lenger. Ruller der nøtene kan ruller opp og tørkes slik at påveksten dør brukes i stor skala, og nye stoffer utviklet av naturlige, marine antifoulants (slim fra store brunalger, alger og fra blåskjell) blir brukt for å gjøre nøtene glatte slik at påveksten ikke får feste. Disse stoffene er et resultat av den moderne norske forskningen innen teknologi og biokjemi. Stoffene er imidlertid så dyre at de først og fremst brukes av anlegg som bruker plastmerder. De fleste som har stålanlegg bruker i stedet notrull for skifting og tørking av nøtene.

Som forklart er noen anlegg lokalisert i fjordene, andre langt ute i havgapet og noen helt ute på det åpne havet. Anleggene ute på havet samarbeider med anlegg i fjordene. Ofte kan anleggene på havet ikke slakte fisk på grunn av dårlig vær. Da slaktes det i stedet fra fjordanleggene. Selv om alle slakteriene har egne merder eller kar på land med kjøleanlegg, er dette nødvendig for å opprettholde produksjonen på 50-100 tonn per døgn per slakteri.

Lokalitetenes tillatte biomasse blir målt ut fra to kriterier, det er for det første strømhastigheten på lokaliteten og deretter organisk belastning på bunnen ved lokaliteten. I forbindelse med de toårlige inspeksjonene av anleggets tilstand, kontrolleres også bunnen rundt anlegget. På grunn av nettene under anleggene er det sjelden at anlegg må flyttes. Men mange velger å gjøre dette likevel, for å være sikker på at eventuelle sykdomssykluser brytes. Ofte skjer slik flytting bare hvert tredje eller femte år.

Det blir nå produsert 2000-3000 tonn på hver lokalitet. Lokalitetene ute i havet produserer gjerne det doble av dette. Antall lokaliteter har derfor ikke økt.

For å øke smoltproduksjonen produseres en del av smolten ved hjelp av resirkulering av vannet. Alt avløpsvann fra klekkeriene blir filtrert i trommelfilter slik at store partikler fjernes. Dette reduserer utslippene av fosfor og nitrogen. Slammet behandles i reaktorer slik at metangassen kan samles opp og brukes til oppvarming. Massen som blir igjen etter reaktorbehandlingen blir brukt til gjødsel og jordforbedring.

Fra festtale til realitet

Storparten av miljøtilpasningen har skjedd etter en periode hvor oppdrettsnæringens miljøprofil og miljøtiltak stort sett var tema for festtaler. Miljøet ble imidlertid tatt på alvor, drivende krefter i denne utviklingen har vært både pålegg fra myndighetene, press fra markedet og opinionen og frivillighet fra næringens side.

Et viktig bidrag kommer fra konsumentene. De store matvarekonsernene som kjøpte laksen innså at de ikke bare kunne kreve at oppdretterne gjennomførte til dels kostnadsdrivende miljøtiltak, uten at de også var villige til

å betale mer for fisken. Til syvende og sist kan man si at det var konsumenten som ønsket og var villig til å betale for miljøtiltakene.

De største miljøproblemene ble løst med midler fra avgifter som næringen ble pålagt og med noe offentlige forskningsmidler. Vi ser nå at dette har vært en lønnsom og god anvendelse av midlene. Den gode miljøprofilen har i vesentlig grad redusert behovet for direkte markedsføring.

I dag er det derfor næringens miljøprofil som selger den oppdrettede fisken!

4.3

Framtidsvyer for oppdrettsnæringen i Norge

Miljømessige utfordringer – noen personlige betraktninger

Håkon Kryvi, Miljøvernnavdelingen i Hordaland

Det er i vår tid satt opp mange ideale fordringer om hvordan vi mennesker bør drive våre aktiviteter her på denne vår jord. En av dem er den fromme oppfordring om bærekraftig bruk. Begrepet har vært i bruk en tid og er vel allerede noe slitt. Uttrykket er trendy og blir ofte raskt presentert for å demonstrere politisk korrekthet.

Rammer og perspektiv

Bærekraft er imidlertid mye brukt fordi det tydeligvis er et egnet og dekkende uttrykk for hvordan en ønsker seg en utvikling til beste for menneskeheten fremover. La oss ta definisjonen: en bærekraftig utvikling er en utvikling som tilfredsstiller dagens behov uten at det går utover fremtidige generasjoners muligheter for å tilfredsstille sine. Vi ønsker altså ikke vekst og utvikling for enhver pris, vi vil ikke ha en utvikling hvor vi turer tankeløst frem i naturen på en måte som skader og ødelegger grunnlaget for vår eget avkoms (og for den saks skyld andre organismers) videre eksistens.

Er vår tanke innstilt på fremtid og langsiktighet, låter dette opplagt. Enhver vil da være enig i utsagnet. Hvorfor følges det så ikke opp i praksis? Det kan ha å gjøre med at nettopp de langsiktige perspektiver og strategier ikke er tilstrekkelig vektlagt i dagens samfunn og politikk. Å oppnå kortsiktige gevinster teller mest. I den harde økonomisk-politiske hverdag blir ofte langsiktige mål opplevd som bryssomme og bare passelig interessante. Stortinget har derimot fulgt temaet seriøst opp, og i flere stortingsmeldinger er de overordnede rammene gitt:

Det bærende prinsipp skal være:

vi må ikke overskride nivåene for kritiske belastninger av økosystemer (naturens tålegrense). Målene bør derfor settes slik at miljøskadelige utslipp eller inngrep ikke overstiger nivåer der belastningen på miljøet medfører skader på viktige deler av økosystemene

Det sies videre: Regjeringen vil gi høy prioritet til arbeidet med å bevare det biologiske mangfoldet, ved å sikre bærekraftig bruk av biologisk mangfold og ved å verne om truet mangfold. Regjeringen vil videre sikre at forvaltningen av fiskeri- og havbruksnæringen bidrar til å bevare ressursgrunnlaget og minimalisere negative effekter på villlevende arter og det marine miljø.

Ovennevnte krav om bærekraft og rammene satt av Stortinget skal også gjelde for norsk oppdrettsnæring. Langsiktig tenkning og bærekraftig strategi må være grunnlaget. Kravet til næring og forvaltning må være å sørge for at fordringene følges opp.

I tillegg til stortingsmeldingene har vi dessuten internasjonale mål og forpliktelser som en skal rette seg etter, for eksempel "Konvensjon om vern av laks i det nordlige Atlanterhavet", Nordsjødeklarasjonene og konvensjonen om biologisk mangfold.

Fremtid for akvakultur

Industriell akvakultur kan vel fortsatt betraktes som en ny næring, dette sagt med all respekt for østersens lange oppdrettstradisjoner! Næringen er i sterk utvikling og har et stort potensial for suksess fremover. Jeg er ikke i tvil om at oppdrett av akvatiske organismer, underlagt de rette vilkår med hensyn til miljøeffekt, fôringsstrategi og energiinnsats, vil kunne ha stor, til dels avgjørende, betydning for menneskenes fødetilgang fremover.

Ifølge FAO er det en stadig økende fare for sammenbrudd av de fleste av verdens viktigste fiskerier. Det skyldes blant annet kortsynt og grådig overfiske, og store forvaltningsmessige problemer med å håndtere ressursene. Vettig dyrking av ressursene (akvakultur) under kontrollerte betingelser kan være et gunstig, og kanskje i fremtiden et foretrukket alternativ.

Befolkningen øker, og i 2050 vil vi ventelig telle ca. 9-10 milliarder. Dette er alle munner som ønsker å bli mett. Velstanden vil i gjennomsnitt i tillegg også øke, hvilket vil si enda større krav til mengde mat. Hvordan skal vi så få det til? Havbruk kan være en viktig faktor, spesielt med tanke på at den vesentlige økning av antall mennesker ventes å skje langs kystene.

Miljømål

Det ovennevnte skulle være rammene eller "settingen" for norsk havbruk. Hvordan står det så til, og hva med fremtiden?

Etter min mening skulle Norge ha et godt utgangspunkt sett fra forvaltningens side, og jeg konsentrerer meg om ett viktig punkt. Vi har bl.a. maktet det enestående, og i utlandet svært respekterte kunststykke å samle de viktigste relevante forvaltningsorganer om felles miljømål for norsk havbruk. Dette er i nasjonal og internasjonal sammenheng bortimot en bragd. Det er her satt opp en rekke felles kortsiktige og langsiktige miljømål. Etatene som er blitt enige er Fiskeridirektoratet, Statens dyrehelsetilsyn, Statens legemiddelkontroll, Statens helsetilsyn, Direktoratet for naturforvaltning og Statens forurensningstilsyn. Miljømålene er spesifisert både med hensyn til resultatkrav og hvilken instans som har ansvar.

Hva vi imidlertid ikke helt har maktet er å gi miljømålene en forvaltningsstatus med tilstrekkelig autoritet. Dette bør det gjøres noe med, og det kommer jeg tilbake til seinere.

Dagens problemområder

I "Miljømål for norsk havbruk" er nå følgende problemområder definert: rømming, lakselus, fiske sykdommer, kjemikalier, legemidler og organisk stoff. Disse feltene anses i dag som de viktigste å få kontroll med. Det blir ikke plass til å kommentere problemområdene i sin helhet. Jeg vil kun kort trekke frem tre av dem: utslipp av organisk stoff, lakselus og rømming.

Med MOM-konseptet (simulering/overvåking av lokaliteters bæreevne) er vi kommet svært langt i å få kontroll med utslipp av organisk stoff fra oppdrett. Det er et meget viktig arbeid som her er nedlagt, ført an av forskere ved Havforskningsinstituttet. Arbeidet har også vakt stor internasjonal anerkjennelse. Der er planer om å utvikle konseptet til også å gjelde andre regionale påvirkninger av oppdrett. (Å utvikle MOM-konseptet til å gjelde alle prioriterte miljøaspekter bør for øvrig vurderes.)

MOM er et smart prinsipp: effekt av produksjon simuleres, produksjonen settes i gang og effekten overvåkes og sammenlignes med miljøkvalitetsstandarder. Resultatet av overvåkingen/sammenligningen inngår i videre justering av produksjonen (eller flytting anbefales). Standarder og modellene utvikles av forskere. I et slikt opplegg skulle miljøeffektene av utslipp av organisk stoff fra oppdrett være under god kontroll. Det gjenstår nå å få konseptet skikkelig implementert i regelverket, og det skulle ikke være noen grunn til å somle lenger med dette arbeidet.

Rømming og lakselus er et atskillig større problem. For mye fisk rømmer, og det er for mye lakselus i sjøen. (Se for eksempel Bergens Tidende 08.01.03.) Forskere har i årevis antydning og vist at omfattende rømming av oppdrettslaks og ørret og store mengder lakselus i sjøen kan ha negative effekter på ville laksestammer. Forholdene er mest kritisk der anleggene ligger tette. I Hordaland er flere stammer i for eksempel Hardangerfjorden i dramatisk tilbakegang. Store mengder lus i sjøen anses som en av de avgjørende viktigste forklaringene. Konkurransen med rømt fisk i elvene er kanskje en av de største truslene på lenger sikt. Dokumentasjonen av disse sammenhengene er mer enn gode nok til å anspore til handling. Dette er nå også erkjent av fiskerienes forvaltningsorganer.

Temaene burde derfor ikke lenger være gjenstand for stadig avsporende disputer. Problemene er alvorlige og må løses snarest. Tempoet i ekspansjonen i næringen bør justeres i henhold til kapasiteten med å ha kontroll med problemene.

Skal norsk havbruk kalles bærekraftig må vi få skikk på problemene listet opp i miljømålene. I tillegg må førsituasjonen gås igjennom nøye. Spørsmålet er om det i lengden er holdbart å fø opp fisk med annen fisk som i seg selv kan være en sparsom og kanskje til og med truet

ressurs. Burde det satses mer på planteetende oppdrettsarter (vanskelig i Norge?)?

Forskning – næring

Der må være vilje til å løse miljøproblemene fra oppdrett mye raskere. Med slik vilje følger penger, og med penger følger kunnskap, noe som er sårt tiltrengt. Skal næringen oppnå den størrelse en ser for seg, må en ikke være knuslete med å gi bevilgninger til forskning for å løse de miljøproblemene en slik ekspansjon vil skape. Og her trengs store penger, selvfølgelig også fra næringen selv.

Det er vanskelig å si hvilke miljøproblemer akvakulturnæringen vil komme opp i fremover. Strategien bør være at utviklingen av næringen går parallelt med utviklingen av miljømålene, som skal være tett koplet til forskningen på feltet. Trespennet forvaltning, næring og forskning må ajourføre målene (selvsagt med inkorporering av nye arter). Målene må ha både langsiktige perspektiver og dekke akutte problemer, og de må ha forvaltningsmessig kraft. Dette arbeidet må næringen støtte helhjertet opp om, være på offensiven og ikke henge på slep.

I dette løpet må forskningen spille en helt sentral og atskillig mer fremtredende rolle enn nå. Forskningen må få ressurser til stadig å kunne fortelle med stor tyngde hvordan situasjonen er, og hvilke miljøkonsekvenser næring og samfunn vil kunne komme opp i hvis ikke tilbørlig hensyn til naturressursene tas. Bevaring av biologisk mangfold og bærekraftighet er den rammen hvor oppdrett skal utfolde seg. Dette må gis et faktisk innhold.

Markedskrefter

Dersom forbrukerne (markedet) krever oppdrettsprodukter fremskaffet på miljømessig forsvarlig måte, vil det være et godt incitament for innsats fra næringens side. For tiden ser det ut til å blåse en gunstig vind i denne retningen. Miljø er altså nå en konkurransefaktor.

Spørsmålet er imidlertid hvor lenge det vil vare? Er slike krefter i lengden pålitelige, eller er dette stemninger som lett lar seg manipulere av annen snedig markedsføring? Det er selvfølgelig meget verdifullt og greit med støtte herfra, men slik oppbakking bør ikke være den eneste betingelse for at oppdrettsnæringen skal drives etter sunne prinsipper.

Sluttappell

Arbeidet med miljømålene må revitaliseres, næringen må komme offensivt og velvillig med, det må settes av atskillig større og rikelige ressurser til forskning på miljøvirkninger av havbruk, "Miljømål"-etatene/gruppen må arbeide tett opp til forskningen, og miljømålene må få betydelig forvaltningsautoritet: Miljøimperativer må kraftigere inn i regelverket for norsk havbruk!

Følges dette opp, vil norsk oppdrett hele tiden være à jour med sine miljøeffekter. På dette grunnlaget vil en kunne skape, og opprettholde i fremtiden, en reell bærekraftig og sunn oppdrettsnæring i Norge.



Adoff, Grethe	Bergen Aqua AS	adoff@bergen-aqua.no
Agnalt, Ann-Lisbeth	Havforskningsinstituttet	ann-lisbeth.agnalt@imr.no
Andersen, Sissel	Havforskningsinstituttet	sissel.andersen@imr.no
Andreassen, Inger	Troms Steinbit AS	i-andrea@online.no
Andreassen, Johan	Villa Miljølaks AS	johan@leppefisk.no
Asplin, Lars	Havforskningsinstituttet	lars.asplin@imr.no
Aure, Jan	Havforskningsinstituttet	jan.aure@imr.no
Bleie, Hogne	Veterinærinstituttet	hogne.bleie@vetinst.no
Bornø, Geir	Veterinærinstituttet	geir.borno@vetinst.no
Boxaspen, Karin	Havforskningsinstituttet	karin.boxaspen@imr.no
Browman, Howard I.	Havforskningsinstituttet	howard.browman@imr.no
Bruheim, Torkjel	Veterinærinstituttet	torkjel.bruheim@vetinst.no
Dahle, Geir	Havforskningsinstituttet	geir.dahle@imr.no
Drengstig, Asbjørn	Norwegian Lobster Farm AS	asbjorn.drengstig@hobas.no
Drengstig, Tormod	Høgskolen i Stavanger	tormod.drengstig@tn.his.no
Duinker, Arne	Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)	duinker@nutr.fiskeridir.no *
Døskeland, Inge	Hordaland fylkekommune	inge.doskeland@hordaland-f.kommune.no
Ervik, Arne	Havforskningsinstituttet	arne.ervik@imr.no
Esmark, Maren	World Wildlife Found	mesmark@wwf.no
Espelid, Sigrun	Fiskeriforskning AS	sigrun.espid@fagmed.uit.no
Falk-Petersen, Inger-Britt	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	ingerf@nfh.uit.no
Flesjå, Kjell	Veterinærinstituttet	kjell.flesja@vetinst.no
Foss, Atle	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	atlef@nfh.uit.no
Gjøsæter, Jacob	Havforskningsinstituttet	jakob.gjoesaeter@imr.no
Haldorsen, Anne-Katrine L.	Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)	anne.haldorsen@nifes.no *
Harboe, Torstein	Havforskningsinstituttet	torstein.harboe@imr.no
Hellberg, Hege	Veterinærinstituttet	hege.hellberg@vetinst.no
Hjeltnes, Brit	Veterinærinstituttet	brit.hjeltnes@vetinst.no
Holm, Jens Christian	Fiskeridirektoratet	jens-christian.holm@fiskeridir.dep.no
Holm, Marianne	Havforskningsinstituttet	marianne.holm@imr.no
Holst, Jens Christian	Havforskningsinstituttet	jens.christian.holst@imr.no
Hovgaard, Peter	Høgskolen i Sogn og Fjordane	peter.hovgaard@hisf.no
Juell, Jon-Erik	Havforskningsinstituttet	jon.erikj@imr.no
Julshamn, Kåre	Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)	kaare.julshamn@nifes.no *
Jørstad, Knut	Havforskningsinstituttet	knut.joerstad@imr.no
Karlsen, Ørjan	Havforskningsinstituttet	oerjan.karlsen@imr.no
Kiessling, Anders	Havforskningsinstituttet	anders.kiessling@imr.no
Kristiansen, Tore	Havforskningsinstituttet	tore.kristiansen@imr.no
Kryvi, Håkon	Miljøvernavdelingen i Hordaland	haakon.kryvi@fm-ho.stat.no
Kvallestad, Agnar	Veterinærinstituttet	agnar.kvallestad@vetinst.no
Kvenseth, Per Gunnar	Norsk Sjømatsenter	kvenseth@sjomat.no
Lunestad, BjørnTore	Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)	bjorn.lunestad@nifes.no *
Magnesen, Torolf	Scalpro AS	thorolf.magnesen@smr.uib.no
Mork, Janne M.	Kontali Analyse	janne.mork@kontali.no
Mortensen, Stein	Havforskningsinstituttet	stein.mortensen@imr.no
Myrset, Bjørn	Marine Farms ASA	bjorn.myrseth@marinefarms.no
Mäkkinen, Timo	Finnish Game and Fisheries Research Institute	timo.makinen@rktl.fi
Nilsen, Frank	Havforskningsinstituttet	frank.nilsen@imr.no
Nortvedt, Ragnar	Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES)	ragnar.nortvedt@nifes.no *
Oppedal, Frode	Havforskningsinstituttet	frode.oppedal@imr.no
Otterå, Håkon	Havforskningsinstituttet	haakon.otteraa@imr.no
Samuelsen, Ole	Havforskningsinstituttet	ole.samuelsen@imr.no
Sjøtun, Kjersti	Havforskningsinstituttet	kjersti.sjoetun@imr.no
Skaala, Øystein	Havforskningsinstituttet	oystein.skaala@imr.no
Skilbrei, Ove	Havforskningsinstituttet	ove.skilbrei@imr.no
Slinde, Erik	Havforskningsinstituttet	erik.slinde@imr.no
Solgaard, Johan	Villa Miljølaks AS	solgaard@leppefisk.no
Strand, Øivind	Havforskningsinstituttet	oivind.strand@imr.no
Strohmeier, Tore	Havforskningsinstituttet	tore.strohmeier@imr.no
Taranger, Geir Lasse	Havforskningsinstituttet	geir.lasse.taranger@imr.no
Torrissen, Ole J.	Havforskningsinstituttet	ole.torrissen@imr.no
Tveiten, Helge	Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø	helget@nfh.uit.no
van der Meeren, Gro	Havforskningsinstituttet	gro.van.der.meeren@imr.no

* NIFES var tidligere Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Den angitte e-postadressen er ikke tatt i bruk når Havbruksrapporten går i trykken. Hvis "@nifes.no" ikke fungerer kan det forsøkes med "@nutr.fiskeridir.no" som er den gamle adressen for Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt.