

FISKEN OG HAVET, SÆRNUMMER 3 - 1998

ISSN 0802 0620

HAVBRUKSRAPPORT

1998

Redaktør
Stein Mortensen

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Mars 1998

FORORD

Havforskningsinstituttet skal gjennom sin forskning skaffe kunnskap som kan danne grunnlag for en bærekraftig og lønnsom havbruksnæring. Havbruksrapporten er ment å gi en status for norsk havbruksnæring. Den beskriver produksjonen av de enkelte artene og gir et innblikk i den forskningen som ligger til grunn for videre utvikling av næringen. Vi har også tatt med en oversikt over arter somennå ikke er i kommersiell produksjon, men som trolig kan bli det i framtiden.

I denne rapporten får våre lesere også del i kunnskap fra en rekke andre forskningsinstitusjoner som driver med havbruksforskning i Norge. En rekke temaartikler gir innblikk i de mulighetene som blant annet ligger i å lagre villfanget fisk og ta i bruk fiskeslag som til nå har vært lite utnyttet.

Produksjonstallene for laksefisk er hentet fra

Kontali analyse as. Datagrunnlaget for andre arter er hovedsakelig innhentet fra oppdrettere og er derfor ikke offisielle tall, men står for den enkelte forfatters regning. Den enkelte forfatter står også ansvarlig for synspunkter som kommer fram i artiklene.

Vi vil gjerne rette en takk til alle som har bidratt til årets Havbruksrapport. En spesiell takk til forfattere fra institusjoner utenfor Havforskningsinstituttet. Deres bidrag gjør at vi får et bredt og godt bilde av viktige utviklingstrekk i norsk havbruksnæring.

En liste over bidragsytere med adresser ligger bakerst i denne rapporten.

Arbeidet med årets Havbruksrapport har vært ledet av Stein Mortensen. Erik Slinde og Kari Østervold Toft har vært med i redaksjonskomitéen. Takk også til Vidar Wennevik og Hege Iren Svensen for stor innsats.

INNHOOLD

FORORD	Stein Mortensen	4
SAMMENDRAG		7
SUMMARY		8
1. NORSK HAVBRUK - EN OVERSIKT	Tor-Eddie Fossbakk, Kontali analyse	9
2. LAKSEFISK		
Produksjonen av laksefisk i Norge:	Tom Hansen	15
Helsesituasjonen for laksefisk:	Tore Håstein og Brit Hjeltnes	17
Ernæring og fordøyelse hos laks:	Gro-Ingunn Hemre	21
Miljø og oppdrett:	Arne Eryik og Pia Kupka Hansen	24
Rømt oppdrettslaks:	Kjetil Hindar	27
Bruken av leppefisk:	Anne Mette Kvenseth, Per Gunnar Kvenseth, Kjell Maroni og Anne Berit Skiftesvik	31
3. KVEITE		34
Produksjonen av kveiteyngel:	Ingegjerd Opstad	34
Kveite - matfiskproduksjon:	Stig Tuene, Ørjan Karlsen og Birgitta Norberg	36
Helse og hygiene:	Chris Appleby, Øivind Bergh og Sindre Grotmol	39
4. SKJELL		45
Kamskjellprosjektet:	Gunnar Eiken og Stein Mortensen	45
Yngelproduksjon av kamskjell:	Øivind Bergh	47
Dyrking av kamskjell:	Øivind Strand	49
Blåskjell:	Peter Hovgaard	54
Østers:	Stein Mortensen	56
Algegifter i skjell:	Tore Aune	58
Samlokalisering av fisk og skjell i oppdrettsanlegg:	Trond Nordtug, Bjarne Bjørshol og Stein Mortensen	61
5. TORSK		
.....	Terje Svåsand og Lasse Taranger	65
6. HAVBEITEPROGRAMMET PUSH		68
Havbeite med torsk:	Terje Svåsand, Tore Kristiansen, Anne Gro Salvanes, Torstein Pedersen, Rolf Engelsen og Mariann Nødtvedt	69
Styrking av hummerbestanden:	Knut Jørstad og Ann-Lisbeth Agnalt	73
Havbeite med laks:	Ove Skilbrei og Bjørn Johnsen	79

*Ettertrykk av artikler er tillatt ved henvisning til kilde.
Forfatter setter pris på å bli kontaktet.*

7. UTVIKLING AV PRODUKSJON AV "NYE" OPPDRETTARTER	85
Flekksteinbit:	Reinhold Fieler 85
Ål:	Anne Berit Skiftesvik 90
Lysing:	Erik Slinde, Anne Berit Skiftesvik, Randi Bjelland og Svein Sundby 91
Kråkeboller:	Nils T. Hagen 92
8. LEVENDELAGRING	
.....	Kjell Ø. Midling, Bjørnar Isaksen og Arvid K. Beltestad 95
9. LITE UTNYTTEDE RESSURSER	104
Om kystnære arter og næringsutvikling i Trøndelag:	Alf Albrigtsen 104
Krabbe:	Alf Albrigtsen 110
SLUTTORD: NORSK HAVBRUK - BARE I STARTGROPEN	
.....	Erik Slinde 117
BIDRAGSYTERE	
.....	119

Denne rapporten refereres slik: *This report should be cited as:*
Mortensen S. et al., Havbruksrapport 1998, FiskerHav, Særnr. 3 - 1998

SAMMENDRAG

Norsk havbruksnæring framstår i dag som en moderne næring som produserer høyverdig mat på en effektiv måte. Den domineres fortsatt av laks og ørret. I 1997 produserte norske fiskeoppdrettere omlag 315 000 tonn laks og 34 000 tonn regnbueaure. Det betyr at Norge fortsatt er verdens største produsent av atlantisk laks. Helse-situasjonen i norske oppdrettsanlegg er fortsatt god, og forbruket av antibiotika var i 1997 nede i 556 kilo i hele norsk havbruksnæring.

Produksjonen av yngel er fortsatt den mest begrensende faktoren i utviklingen av kommersielt kveiteoppdrett. Tallet på yngelprodusenter ble tredoblet fra 1996 til 1997, og det samme ble produksjonen av kveiteyngel.

I 1997 ble det produsert og satt ut 1,9 millioner kamskjellyngel i mellomkultur. Det gir grunnlag for å få gjennomført storskalautsett i bunnkultur i 1998 og 1999.

Fundamentet i norsk havbruksnæring er produksjon av atlantisk laks, og fortsatt produserer Norge tre ganger så mye laks som Chile. Den norske lakseproduksjonen økte i 1997 med 7,8%. Dette er en noe mindre vekst enn i de foregående år, og skyldes i hovedsak førkvoteordningen som ble innført i 1996. Smoltutsettet ser ut til å ha økt med 11% til 108 millioner i 1997. Dette gir et økt produksjonspotensial de neste to årene. I tillegg fortsetter trenden med god helsetilstand og lav svinnprosent. Produksjonen av aure økte med 60% i 1997. En av grunnene til økningen er at produksjonen av regnbueaure ikke er underlagt førkvoteordningen.

Lakselus representerer det største sykdomsproblem i norsk lakseoppdrett i dag. I 1997 var det relativt få angrep av lakselus på Vestlandet og i Midt-Norge. Dette skyldtes trolig den svært varme sommeren med høye vann-temperaturer. Den gode helsestiasjonen vi nå har, skyldes langvarig forebyggende helsearbeid og forskning på fiskesykdommer. Det er viktig å opprettholde dette arbeidet og å øke kompetansen, spesielt på virussykdommer hos fisk.

En tredobling av antallet produsert kveiteyngel siste året og en tilsvarende økning i tallet på yngelprodusenter, viser at interessen for kveite som oppdrettsart nå er sterkt økende. En stabil yngelproduksjon er fremdeles det største problemet i kveiteoppdrett. Sykdom og tilgang på fullverdig, levende startfôr er problemer som begrenser utviklingen

I Kamskjellprosjektet deltar nå omlag 60 bedrifter, i tett samarbeid med flere sentrale forskningsinstitusjoner. Det har vært en prioritert oppgave å stabilisere yngelproduksjonen gjennom blant annet å forklare årsakene til yngeldødelighet hos kamskjell. Det er oppnådd god vekst og overleving av yngel i mellomkultur hos flere dyrkere langs kysten. I bunnkulturfasen har økt kunnskap om forholdet mellom skjell og rovdyr lagt grunnlaget for å utvikle en strategi for utsettinger i større målestokk.

Havforskningsinstituttets produksjonspoll Parisvatnet er nå eneste produksjonspoll for torskeyngel her i landet. For å ta vare på norsk kompetanse innen dette området, er det derfor viktig å opprettholde denne aktiviteten. Ved riktig bruk av kunstig lys kan vi nå også hindre tidlig kjønnsmodning hos torsk, og få en rasjonell matfiskproduksjon. Oppdrettstorsk kan dermed bli et interessant og godt betalt nisjeprodukt, slaktet i perioder med liten tilgang på villfanget torsk.

Utsetting av hummer har vært det mest vellykkede i havbeiteprogrammet PUSH. Det har vist seg at hummeren holder seg i utsettingsområdet, og at den dermed kan bidra til å styrke lokale bestander. På Kvitsøy utgjorde utsatt hummer 43% av all fangst over minstemål i høstfisket 1997, 73% av undermålshummeren var utsatt.

I tillegg til de mer eller mindre etablerte oppdrettsartene som laks, aure, kveite, torsk og skjell, drives det forskning og utviklingsarbeid på flere andre marine arter som kan ha potensial i havbruk. Eksempler er kråkeboller, flekksteinbit og lysing.

SUMMARY

The Norwegian aquaculture industry today emerge as a modern industry producing superior food in an efficient way. Salmon and rainbow trout still dominates its production. In 1997 Norwegian fish farmers produced approximately 315 000 tonnes of salmon and 34 000 tonnes of rainbow trout. Norway is still the worlds largest producer of Atlantic salmon. The health situation in Norwegian fish farms is at its best, and the total amount of antibiotics used has rapidly decreased to 556 kilos in 1997.

The production of juveniles is still the limiting factor in the development of commercial farming of halibut. Both the number of fry producers and the number of juveniles produced were tripled from 1996 to 1997.

In 1997, 1,9 million scallop spat were produced and transferred to intermediate culture. This will enable large scale bottom culture trials in 1998 and 1999.

The basis of the Norwegian fish farming industry is the production of Atlantic salmon, and still Norway produces three times the quantity produced in Chile. The Norwegian salmon production increased by 7,8% in 1997. This is a somewhat lower growth than in the years before, which was mainly caused by the feeding quotas implemented in 1996. The release of smolt seems to have increased by 11% to 108 millions in 1997. This increases the potential of production over the next two years. Additionally, the good health situation continues and the losses are small. Production of rainbow trout increased by 60% in 1997. This is mainly due to the fact that the farming of rainbowtrout is not subject to the feeding quotas.

Salmon lice is still the main health problem in the Norwegian fish farming industry. In 1997 there were fewer attacks of salmon lice in the Western- and Mid-Norway. This was probably due to the extreme warm summer in these parts, causing high water temperatures. The good health situation in this industry resulted from long lasting precautionary health work and the research on fish diseases. It is important to keep

up this work and to increase the competence, especially on viral diseases in fish.

The triplication of the number of produced juvenile halibut over the last year and the same increase in the number of producers proves a remaining high interest in halibut farming. A stable production of juveniles is still a main problem in making this a profitable industry. Diseases and sufficient supplies of high quality live food are problems which limits the juvenile production.

60 industrial partners are now attending The Norwegian Scallop Programme in close co-operation with several research institutions. To stabilise the production of spat, among others through explaining the reasons for mortality on spat, has been given priority. Good growth and survival has been achieved in the intermediate culture at several locations along the coast. In the bottom culture, the knowledge about the interactions between scallops and predators has provided the basis for a strategy on large scale releases.

The only site where cod is still produced artificially is at the Institute of Marine Research "Parisvatnet". To sustain the Norwegian knowledge in this area, it is important to keep this activity going. We are now able to prevent cod's maturation by using artificial light and thereby establishing an efficient production. The farmed cod might be an interesting and well paid product, slaughtered in periods when the supplies of wild caught cod are low.

Released lobster stays in the releasing area. On Kvitsøy released lobster now accounts for 43% of the lobster over minimum size caught. In the catch of "undersized" lobster, the released ones accounts for 73% .

Sea urchin, spotted wolf-fish and hake all seems to have great potential for aquaculture. Still there are problems to be solved before these species can come into commercial production.

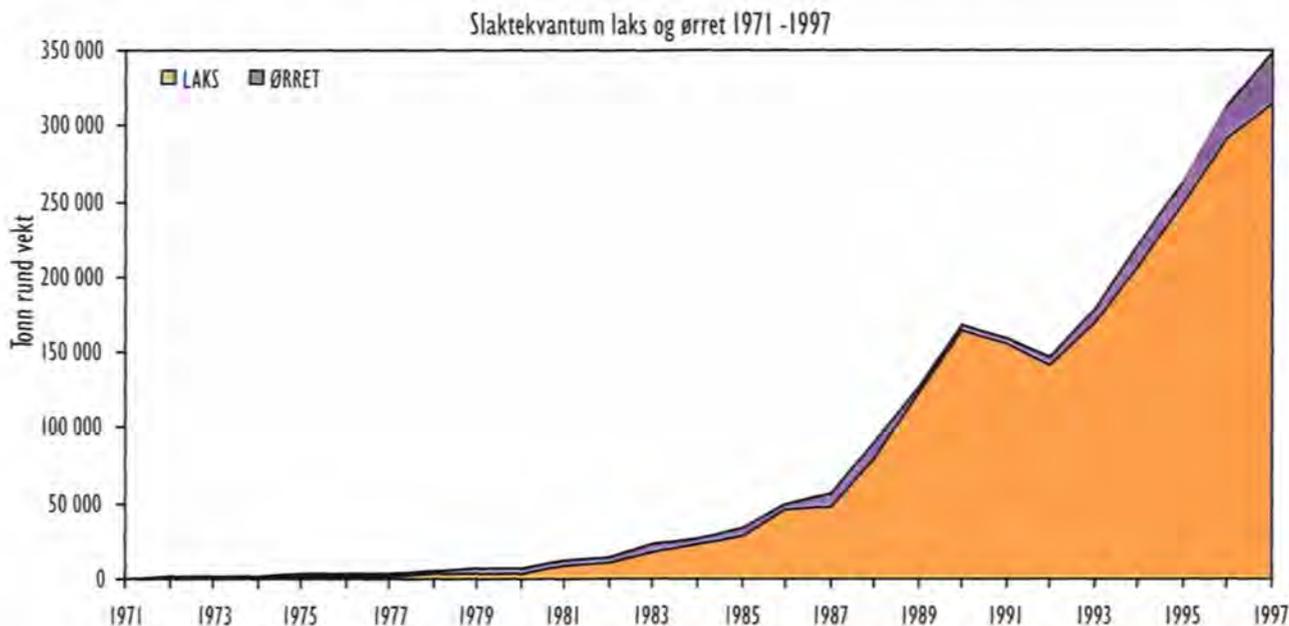
I. NORSK HAVBRUK - EN OVERSIKT

Tor-Eddie Fossbakk
Kontali analyse as

Det er nærmere førti år siden den spede begynnelsen til det som i dag er en milliardindustri. Fremveksten av denne etter hvert så betydningsfulle næringen startet med klekkeriene til sportsfiskeentusiastene. Fra slutten av 1960-tallet og begynnelsen av 1970-tallet har oppdrett av fisk blitt en meget betydelig industri i Norge. Norsk fiskerinæring er i dag landets nest største industrisektor, bare "slått" av olje og gass. Mer enn 21 000 personer har sitt arbeid i havbruks-

næringen, og disse bidrar til en verdiskapning på mer enn 8 milliarder kroner årlig.

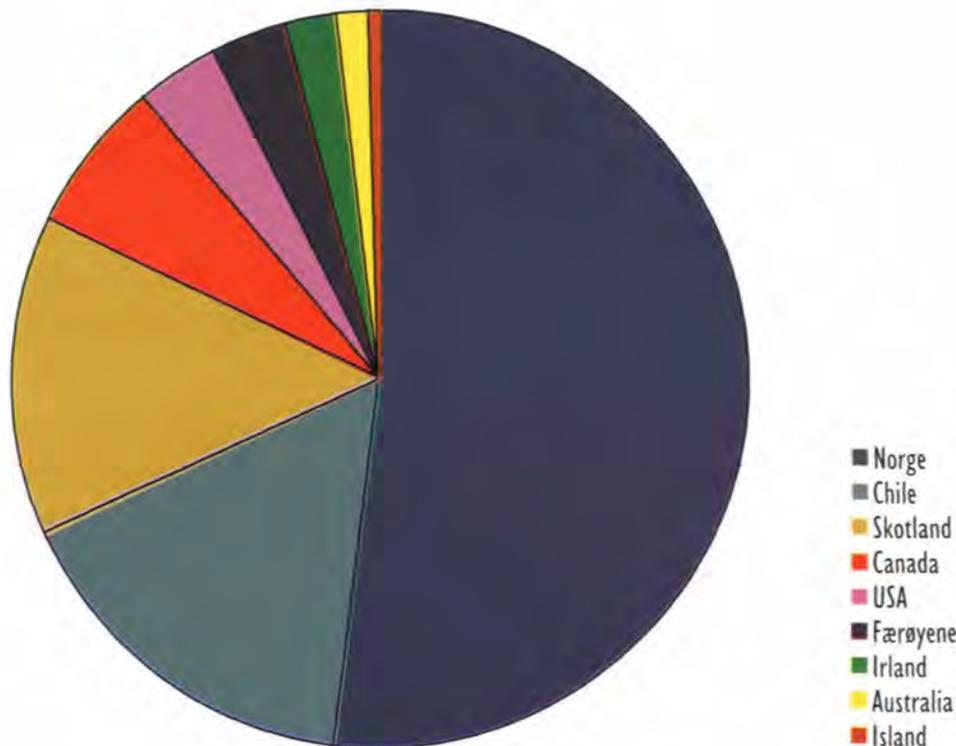
Det er oppdrett av laks og regnbueørret som har stått for den enorme veksten i næringen. I løpet av de siste ti årene har produksjonen av disse to fiskeslagene økt seks-syv ganger. I perioden 1993-1997 har det vært en gjennomsnittlig økning i produksjonen på bort i mot 20% per år.



Figur 1.1: Slaktekvantum for laks og ørret 1994 - 1998.
Quantities of Atlantic salmon and rainbow trout (tonnes live weight) produced in Norway from 1994 to 1998.
Kilde: Kontali Analyse A.S.

Den sterke utviklingen i industrien har hatt store positive ringvirkninger, og hatt uvurderlig betydning for bosetningen i mange områder langs kysten. Den totale direkte sysselsettingen har vært nokså konstant fordi produktiviteten er forbedret fra år til år. Derimot har antall personer ansatt i videreforedling, transport og andre sekundærbedrifter økt sterkt.

Norge har hele tiden vært den største lakseoppdrettsnasjonen i verden. Andre land, spesielt Chile, har kommet sterkt etter i de senere årene, men fremdeles er Norges produksjon av atlantisk laks over tre ganger så stor som den chilenske (1997). Tar man med produksjonen av ørret og coho-laks, blir dette forholdet imidlertid et helt annet.



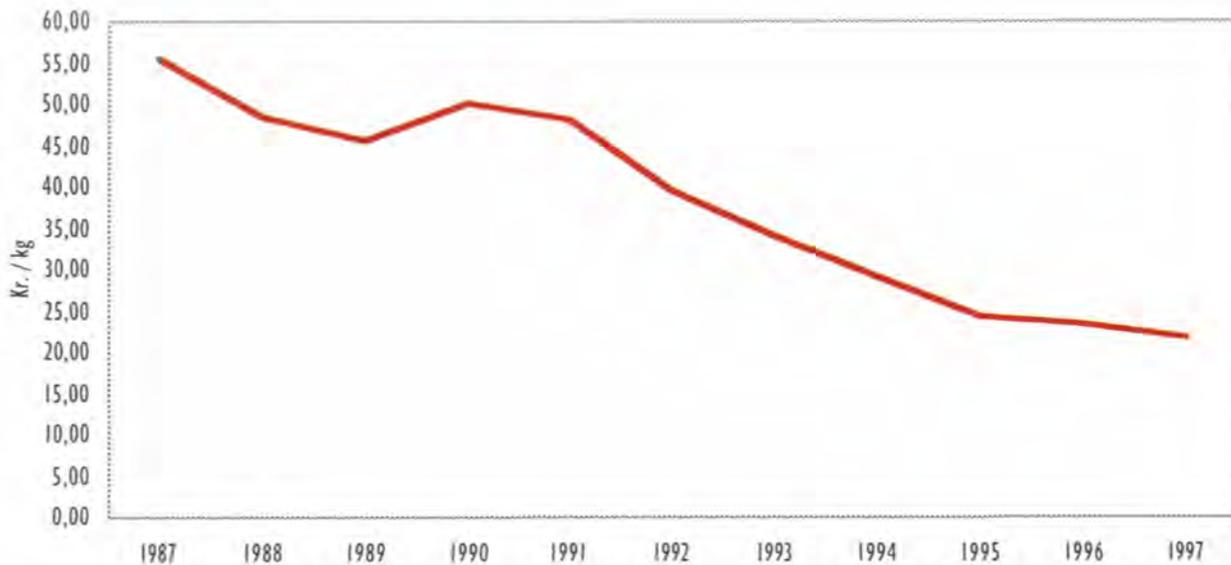
Figur 1.2: Verdensproduksjon av Atlantisk laks i 1997.
Global production of Atlantic salmon in 1997.
 Kilde: Kontali analyse as.

Produksjonspotensialet i norsk havbruksnæring er på langt nær utnyttet. Dette har flere årsaker, men først og fremst skyldes det markedsbegrensninger, reguleringer og konsesjonslover. Det er først og fremst begrensningene i markedet som har fått mest omtale og oppmerksomhet i de senere årene. Sannsynligvis er dette noe som også vil prege den umiddelbare fremtiden. I 1995 var det periodevis fôringsforbud, og fra 1996 har næringen vært underlagt fôrkvoter. I tillegg resulterte dumpinganklager mot norsk oppdrettsnæring fra irske og skotske oppdrettere i at EU og Norge forhandlet seg frem til, og implementerte, en avtale i midten av 1997. Denne avtalen setter tak på hvor mye norsk laks som kan importeres til EU (+10% årlig økning) og til en satt minimumspris (3.25 ECU pr. februar 1998).

Ser man bort fra alle slike pålagte restriksjoner, kan den norske produksjonen ut fra dagens

kapasitetsinvesteringer lett økes fra dagens nivå på rundt 350 000 tonn til nærmere 700 000 tonn laks og ørret. I tillegg kommer produksjonen av andre fiskearter som kveite, piggvar, steinbit, røye med flere. De eksisterende anlegg for produksjon av settefisk kan øke produksjonen fra rundt 110 millioner settefisk i dag, til kanskje 150-180 millioner ved en høyere effektivisering og bedre utnyttelse av allerede eksisterende teknologi.

På grunn av adgangsrestriksjonene til norske lakseeksportørers hovedmarked, EU, er det ikke mulig å utnytte produksjonskapasiteten fullt ut. Arbeidet med å utvikle alternative markeder har ikke klart å følge utviklingen i produksjonen, slik at industrien er ikke i stand til å redusere produksjonskostnadene maksimalt. Ser man på kostnadsutviklingen, har den ikke forbedret seg de siste årene i samme grad som tidligere.



Figur 1.3: Produksjonskostnader per kilo fisk 1987-1997.
Cost of production per kilo Atlantic salmon 1987 - 1997. Adjusted for inflation, 1994 = 100%.

Med bruk av kjent teknologi og kunnskap, mener vi at det i dag er mulig å senke kostnadene med ytterligere 30%, basert på blant annet nye fôrtyper, avlsmessige forbedringer og lettelser i nåværende offentlige reguleringer som gir an-

ledning til en mer effektiv produksjon. Dersom dette er mulig, er kostnadene for en ferdig pakket fisk til kr. 12,00 per kilo innen rekkevidde. Dette vil gjøre laks konkurransedyktig med for eksempel kylling.

Tabell 1.1: Tre produksjonskostnads-alternativer.
Alternative cost of production alternatives.

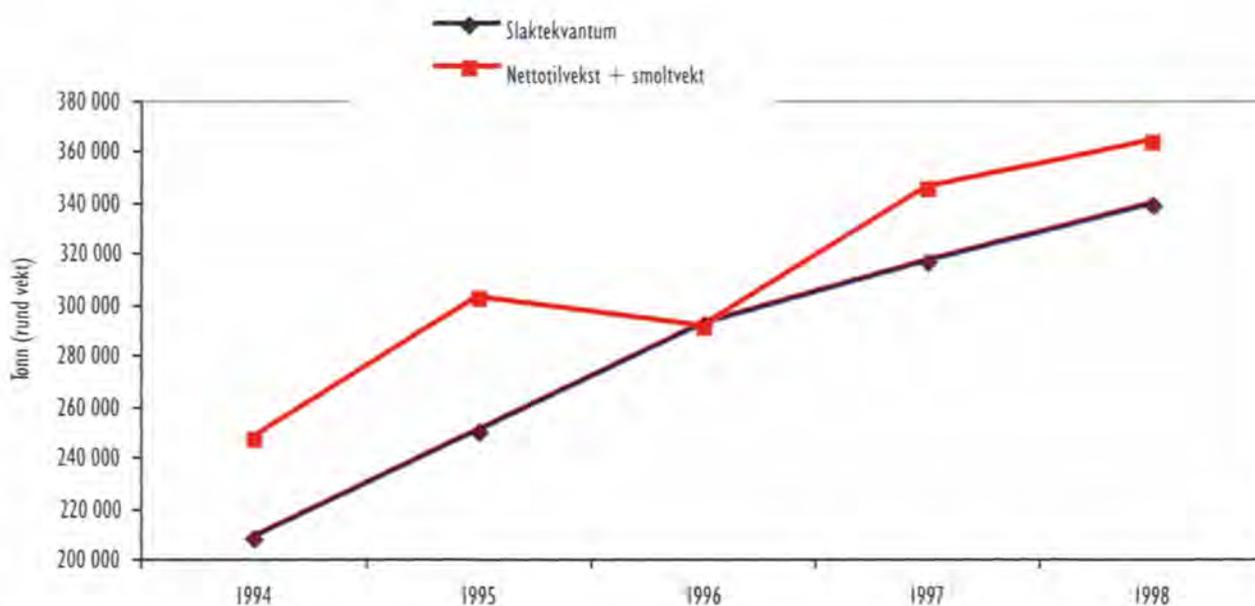
Kostnader:	NOK/KG RUND VEKT		
	Lavest	Gj. snitt	Høyest
Smolt	1,50	2,50	3,00
Fôr	7,60	9,50	10,00
Lønn	0,60	1,50	2,50
Andre kostnader	1,80	3,00	3,50
Renter	0,50	1,00	1,50
Kostnader før slakting	12,00	17,50	20,50
Omregnet til sløyd vekt brønnbåt	13,30	19,44	22,80
Slakting/pakking	3,00	3,56	4,20
Kostnader lev. fra slakteri	16,30	23,00	27,00
Potensial i forhold til gj. snitt	kr. 6,70		
I prosent av kr. 23,00	29% reduksjon		

Kilde: Kontali analyse as.

Mørke skyer – en utfordring

Biomassen i norske oppdrettsanlegg viser også en økende tendens. Bare i 1997 økte den med 14%, fra 216 000 tonn til 246 000 tonn (levende vekt). Antall fisk er nå ca 12% høyere enn tidligere, og førkvotene er økt omlag 2%, slik at mengden fôr per fisk blir mindre i 1998 enn i 1997. Omløpshastigheten har gått ned, det vil si at hver fisk bruker lenger tid fra utsett til slakt enn tidligere, og produktiviteten blir dermed redusert. Det burde ha vært foretatt en "oppryd-

ding" i biomassen for å redusere antall fisk og få bedre overensstemmelse med førkvotene, slik at gjenværende fisk kan produseres optimalt. Lagertellingen ved utgangen av 1997 viste at det kan bli en ytterligere økning i smoltutsettet i 1998, noe som kan føre til en videre ubalanse mellom førkvote og antall fisk. Salgsutviklingen de siste to-tre månedene gir imidlertid rom for optimisme. Økningen har vært på rundt 15%. Hvis denne trenden fortsetter i 1998, kan forholdet mellom kvotene og markedet bedre seg.



Figur 1.4: Forholdet mellom slaktekvantum og tilvekst.
Relationship between harvested volume and total volume produced Atlantic salmon.
Kilde: Kontali analyse as.

En global næring

Lakseoppdrett er en global næring. For seks år siden var det på verdensbasis rundt 1 200 bedrifter som drev med oppdrett av laks. Av disse var nesten 60% norske. Bortsett fra Chile, hvor antall bedrifter i denne næringen har økt, har strukturendringer medført en sterk reduksjon i slike bedrifter og er nå under 450. Det er tre selskaper som dominerer og står for 25% av produksjonen, nemlig Hydro Seafood, Marine Harvest og Stolt Sea Farm. Alle tre driver med oppdrett i flere land.

Norge har hatt en fremvekst av mellomstore integrerte anlegg (smolt-matfisk-slaktning) med en årsproduksjon på mellom 2 000 og 10 000 tonn. Denne gruppen utgjør omlag 40 bedrifter som hver for seg prøver å lage effektive, lokale produksjonssystemer, og de står i dag for omlag 50% av den norske produksjonen.

Videreforedling

Skal kravet om økt videreforedling i Norge innfris, betinger det et større samarbeid og koordinering mellom disse mellomstore oppdretts-

bedriftene. I dag foregår kontakten med markedene gjennom en eller flere mer eller mindre uavhengige eksportører. Økt videreføring krever direkte kontakt med supermarkeds-kjedene/røykeriene rundt om i de enkelte markedene, og det er nødvendig å få til langsiktige leveringsavtaler med avtalt pris. For å oppnå dette må produksjonsbedriftene profesjonaliseres i enda større grad enn i dag. Det er lite trolig at disse bedriftene klarer de store investeringene i videreførlingsanlegg som er nødvendige uten at de får tilført både kompetanse og kapital utenfra. Noen av de mellomstore aktørene har allerede hentet inn ekstern kapital de siste årene, og vi venter at dette vil fortsette. I en situasjon hvor tilgangen på egenkapital i Norge er god, er det viktig at oppdrettsbedrifter får samme rammevilkår (fjerning av førkvoter og begrensninger i smoltproduksjonen) som gjør firmaene interessante for potensielle investorer.

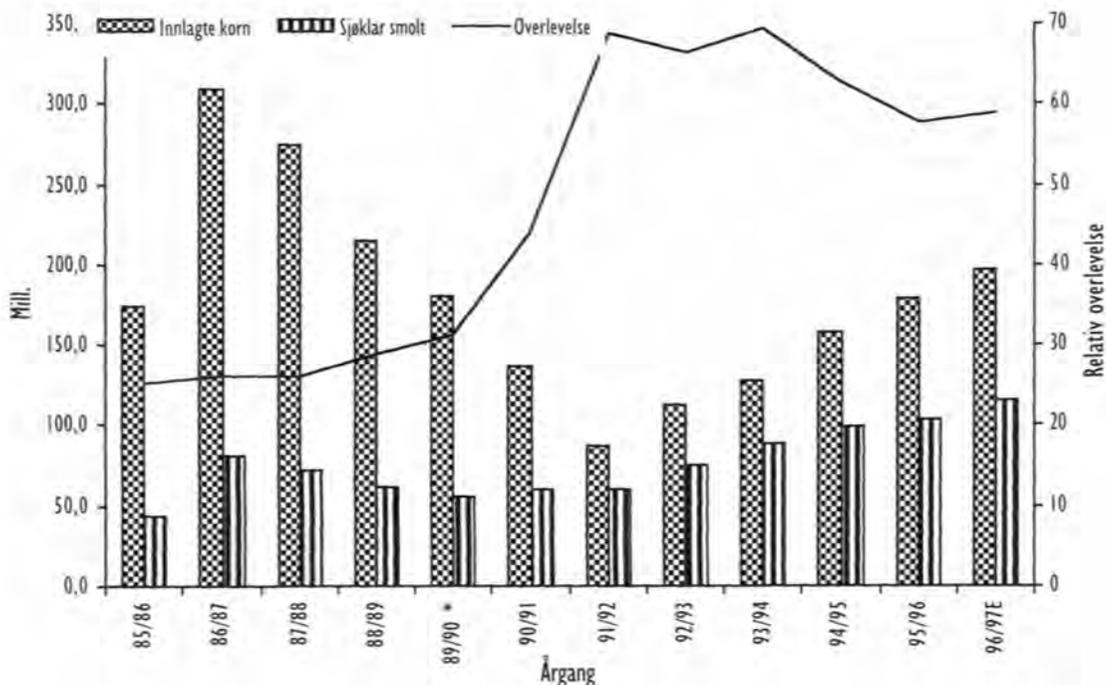
Får man til de endringene som er nødvendige for at næringen skal fortsette å vokse og utnytte produksjonspotensialet maksimalt, vil havbruksnæringen bli en enda viktigere næring for å opprettholde bosetningen langs kysten vår. Poten-

sialet for nye arbeidsplasser er stort både direkte og indirekte i oppdrettsnæringen.

Andre arter

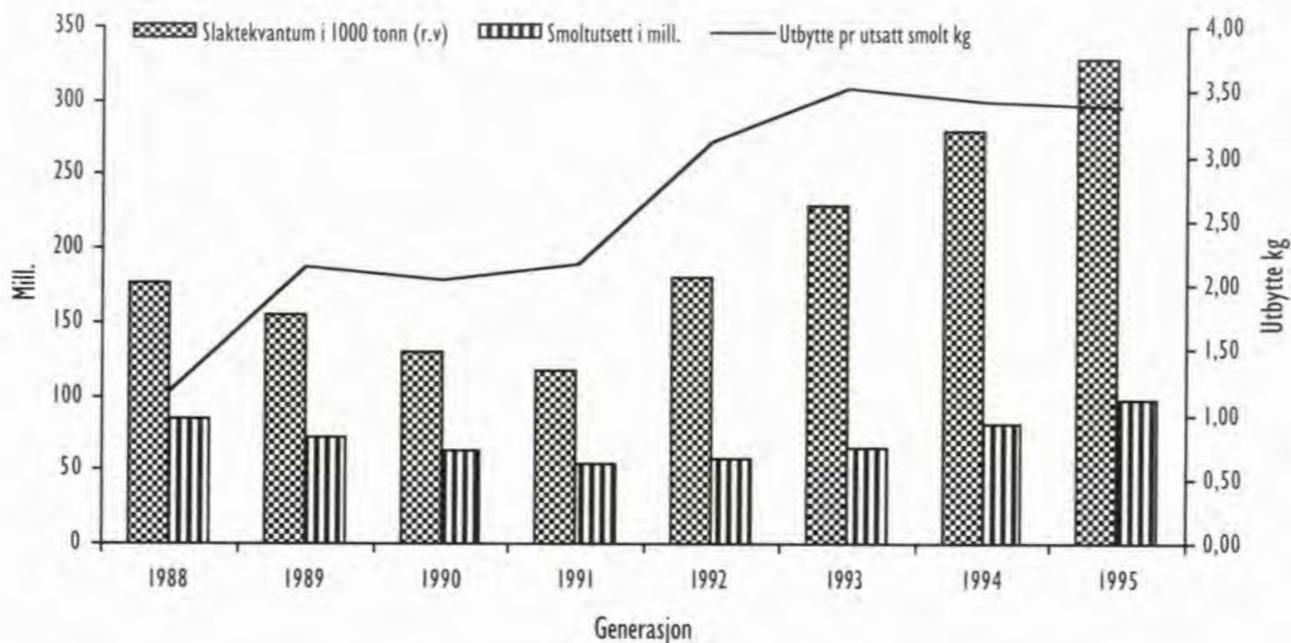
Norsk fiskeoppdrett er ikke lenger bare laks og ørret. Stadig nye arter har kommet til, for eksempel kveite, piggvar, steinbit og flere skjellarter. Det er gitt over 550 konsesjoner for marin fisk og skjell. Sammenlignet med 1 147 konsesjoner som er gitt for laks og ørret (settefisk og matfisk) burde vi vente at produksjonen av disse artene er vesentlig, noe den ennå ikke har rukket å bli. Den totale produksjonen av oppdrettet fisk og skjell utenom laks og ørret er fortsatt beskjedent, bare noen tusen tonn, men det arbeides intenst blant både forskere og oppdrettsfirmaer for å overvinne de siste hindringene for en effektiv og rasjonell kommersiell produksjon. På sikt er det nok ikke teknologien som vil være den største hindringen, men heller om markedet er villig til å betale den prisen det vil koste å produsere disse artene. I den nåværende situasjonen klarer ikke oppdretterne å konkurrere med prisen på tilsvarende vill fisk. Et redusert tilbud av vill fisk kan endre denne situasjonen.

Interessante tilleggsplysninger:

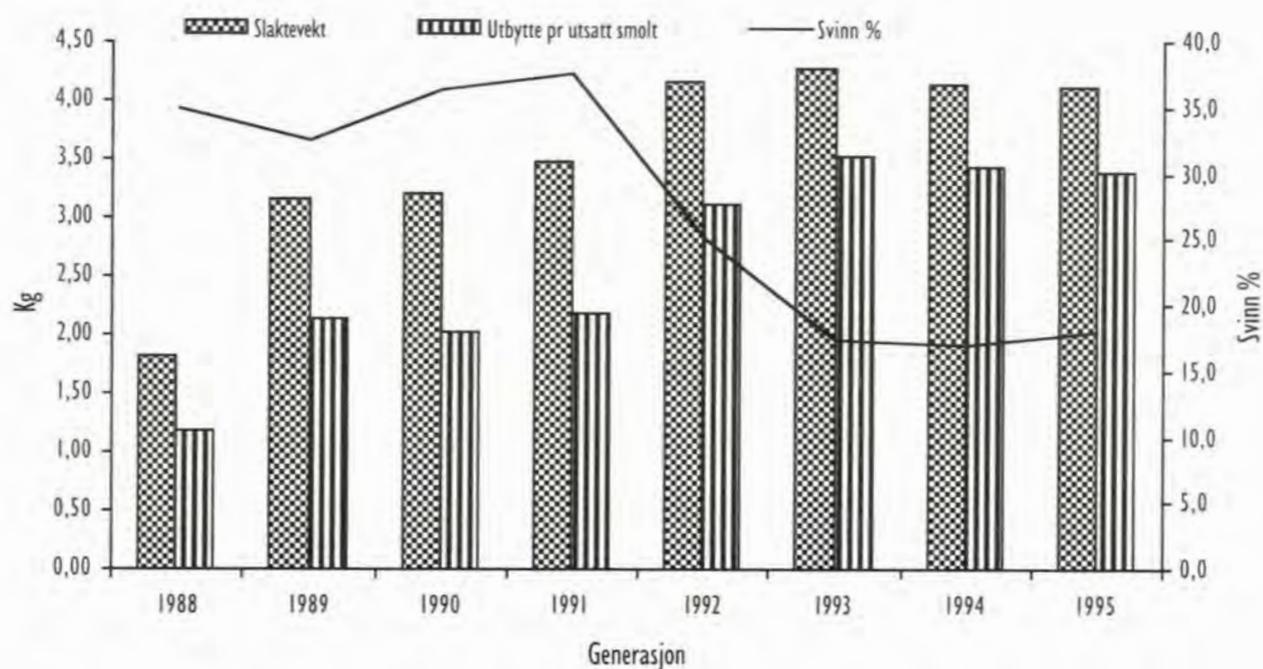


Figur 1.5: Oversikt over innlagt rogn, sjøklar smolt og overlevelse fra 1985/1986 til 1996/1997. *Overview of roe production, smolt and survivalrate for Atlantic salmon 1985/89 - 1996/97.*

Kilde: Kontali analyse as.

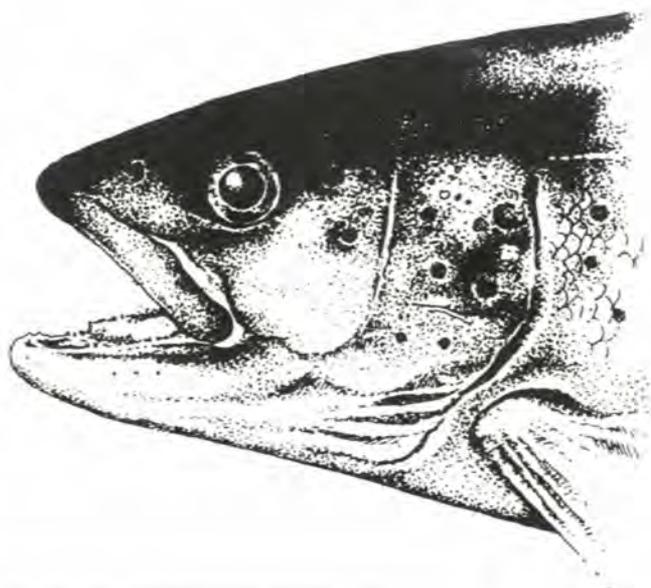


Figur 1.6: Oversikt over slaktekvantum, smoltutsett og utbytte fra 1988 til 1995.
Overview of harvested quantity, released smolt and yield for Atlantic salmon 1988 - 1995.
 Kilde: Kontali analyse as.



Figur 1.7: Slaktevekt, utbytte og svinnprosent fra 1988 til 1995.
Weight, yield and loss for Atlantic salmon 1988 -1995.
 Kilde: Kontali analyse as.

2. LAKSEFISK



Produksjon av laksefisk i Norge

Tom Hansen,
Havforskningsinstituttet

Som det framgår av forrige kapittel er produksjonen fortsatt dominert av laks (Figur 4). Produksjonen av laks økte i 1997 med 7,8%. Dette er en betydelig lavere økning enn det som har vært normalt de siste årene, og er klart en effekt av de førkvoteordningene som er innført. Økningen for regnbueaure er på over 60%. Denne økningen er nok en naturlig konsekvens av at aure er unntatt fra førkvoteordningen. Det er også klare tegn på at næringen ser positivt på at trusselen om straffetoll foreløpig er borte. Smoltutsettet ser ut til å øke med 11% til 108 millioner individer (kilde Kontali analyse as). Dette betyr at produksjonspotensialet i de neste to årene er betydelig økt. Den positive trenden i næringen med generelt god helsetilstand og lav svinnpersent ser ut til å fortsette.

Nytt fra forskningen på laksefisk

I dette kapitlet vil vi gi et innblikk i noe av forskningen på laks og oppdrett av laks i Norge. Det er derfor laget kapitler om helse, ernæring, slaktekvalitet, miljøeffekter, rømt oppdrettslaks og bruken av leppefisk. Som det vil fremgå av disse, er forskningen i Norge spesiell fordi den ligger så nær næringen. Norge har etter hvert bygget opp et anvendt forskningsmiljø som er

enestående i internasjonal sammenheng, og som gjør oss til attraktive samarbeidspartnere i internasjonale forskningsmiljø.

Ett av de områdene hvor vår forskning har vært internasjonalt ledende, har vært forskningen omkring biologisk styring av lakseproduksjonen. Denne forskningen har vært spesielt rettet mot å redusere produksjonstid, kostnader og tap, og å øke veksthastighet og kvalitet. Ett av de store tapsbringende forholdene i fiskeoppdrett er tidlig kjønnsmodning. Denne gir redusert kvalitet fordi rødfargen forsvinner fra kjøttet, og fordi fett- og proteininnholdet i laksekjøttet synker. I tillegg får fisken endringer som mørkfarging av skinn og endring i kroppsform, som gjør at den ikke lar seg omsette. Vanligvis starter kjønnsmodningen om våren, og oppdretterne har lært seg til å følge med fisken gjennom sommeren for å kunne oppdage de første tegnene til kjønnsmodning. Problemet ble tidligere løst ved å slakte så tidlig at kjønnsmodningen ikke ble et problem, eller ved å sortere ut de kjønnsmodnende individene så tidlig i sesongen at fisken fortsatt skal kunne selges.

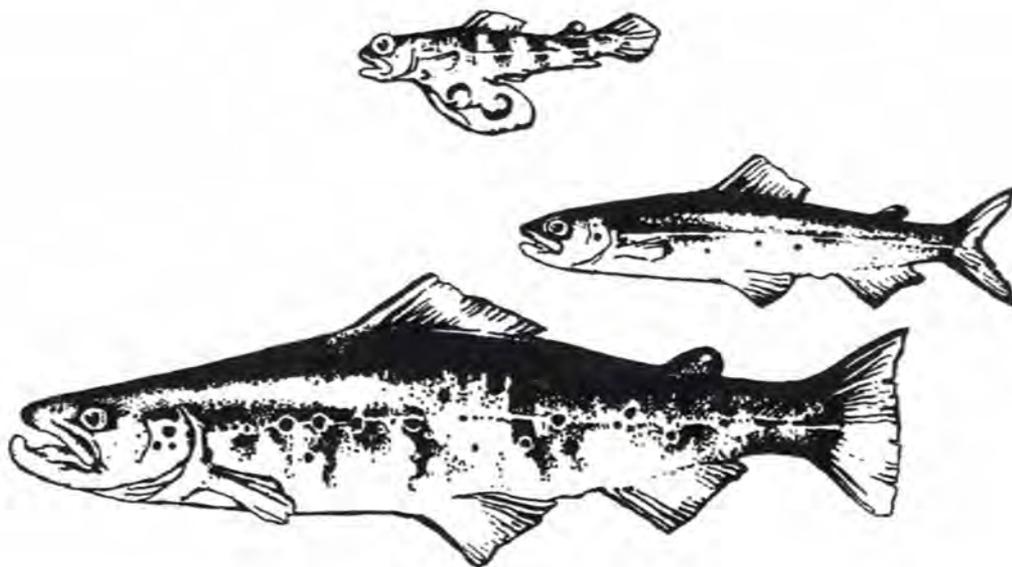
Da det på begynnelsen av 1990-tallet ble utviklet metoder for å styre denne prosessen ved

hjelp av lys, var dette både arbeids- og kostnadsbesparende. I de siste tre årene har vi arbeidet for å effektivisere disse metodene ytterligere. Resultatene viser at høye lysintensiteter øker laksens vekst gjennom vinteren. Mengden lys som skal til for å stoppe kjønnsmodningen er imidlertid betydelig lavere. Hvis oppdretteren kun ønsker å stoppe kjønnsmodningen, kan han derfor spare penger ved å gjøre en mindre installasjon.

Ut fra de positive resultatene vi har fått med bruk av lys på laks, hadde vi også forhåpninger om at vi skulle kunne bruke lignende metoder på regnbueaure. I de forsøkene som er gjennomført har vi imidlertid verken fått økt vekst eller mindre kjønnsmodning. Dette kan tyde på at det ikke er store gevinster å hente på å bruke lys på matfiskanlegg for regnbueaure.

I løpet av høsten fikk vi imidlertid meldinger om at mange anlegg fikk et meget høyt innslag av kjønnsmodning. I fjor startet denne kjønnsmodningen sent og utviklet seg så raskt at mye fisk måtte kasseres på slaktelinjene utover høsten. Fordi kjønnsmoden laks vanligvis har høy dødelighet, kan vi oppleve at svinnprosenten i 1997-1998 kan gå noe opp som følge av dette. Dette uvanlige situasjonen oppsto sannsynligvis på grunn av de ekstremt høye vanntemperaturene på ettersommeren.

Bruk av steril oppdrettsfisk har vært foreslått som en mulig metode for å løse kjønnsmodningsproblemet. En steril fisk vil dessuten ikke kunne formere seg i naturen, noe som vil løse problemet med genetisk påvirkning på våre ville laksestammer. I et stort EU-prosjekt har vi undersøkt produksjonsegenskapene (vekst, dødelighet, forutnyttelse, kjønnsmodning og kvalitet) hos steril (triploid) laks både i ferskvann og i saltvann. Så langt er det kun funnet marginale forskjeller i vekst, kvalitet og overlevelse mellom triploid og vanlig laks, mens triploid laks synes å være mer utsatt for katarakt (øyesykdom). En vesentlig forskjell mellom triploid og vanlig laks er at triploid laks har større, men færre muskelfibre. Dette kan ha betydning for tekstur og egnethet i for eksempel røykeindustrien og dette vil bli studert i kommende periode. Det er så langt ikke funnet vesentlige forskjeller i atferd mellom triploid og vanlig laks i merd. Smitteforsøk med ulike bakterier og virus har ikke vist vesentlige forskjeller i sykdomsresistens i forhold til normal laks. Det er satt ut individmerket triploid og vanlig laks fra matfiskanlegg ved Matre havbruksstasjon på ulike tidspunkt. Det vil bli spesielt interessant å følge gjenfangsten av gruppen som ble sluppet i september 1997. Dette slippet ble gjort like etter at det ble åpnet for vinterfiske etter rømt oppdrettslaks. Noe som har medført at gjenfangsten av disse gruppene er blitt meget høy (15-20%).



Stort sett var helsesituasjonen for laksefisk god i 1997. Lakselus representerer fremdeles et betydelig sykdomsproblem, men i fjor var det på Vestlandet og i deler av Midt-Norge relativt få lakselusinfeksjoner på ettersommeren. Sannsynligvis kan dette settes i forbindelse med de uvanlige høye vanntemperaturene. Et nytt problem av året var invasjon av kolonimaneten *Apoletia uvaria* som førte til fiskedød i en del oppdrettsanlegg på Vestlandet (se temaartikkel i Havets miljø 1998).

Alvorlige infeksjonssykdommer som kaldtvannsvibriose, furunkulose og infeksjøs lakseanemi (ILA) er nå stort sett under kontroll, takket være gode vaksiner og smitteforebyggende tiltak. Dette har gjort at andre sykdommer/sykdomstilstander som katarakt (fordunkling av linsen), beindeformiteter ("korthaler" etc.) og sår-dannelser, får stadig større oppmerksomhet. Disse lidelsene kan i større grad betraktes som produksjonslidelser, da de settes i sammenheng med fiskens ernæring og miljøbetingelser.



Figur 2.1: Lakselusen, *Lepeophtheirus salmonis*, det verste skadedyret i norsk oppdrettsnæring. *The salmon louse is still the main disease causing organism in Norwegian fish farming.*

Bakteriesykdommer

Furunkulose: Klassisk furunkulose som er forårsaket av bakterien *Aeromonas salmonicida*

subspecies *salmonicida* ble første gang påvist i Norge i 1964, i forbindelse med import av regnbueørret fra Danmark. Fra slutten av 1960-årene og frem til 1985 ble klassisk furunkulose ikke påvist i norske fiskeoppdrett, men sykdommen ble reintrodusert til norsk fiskeoppdrettsnæring i 1985 som følge av import av laksesmolt fra Skottland.

Sykdommen spredte seg raskt, både med hensyn til antall rammede oppdrettsanlegg og geografisk utbredelse frem til 1990 - 1992, da henholdsvis 524 og 570 anlegg var båndlagt som følge av sykdommen. Takket være intenst forskningsarbeid som resulterte i utvikling av gode vaksiner, har antall anlegg der det har blitt registrert furunkulose stadig gått ned. Mens det i 1995 ble registrert furunkulose i sju anlegg, var det kun tre registrerte tilfeller i 1996. I 1997 opptrådte det i Hordaland for første gang på flere år utbrudd av furunkulose. Blant de teorier som har vært diskutert, er om de ekstremt høye vanntemperaturene gjennom sommeren kan ha bidratt til å svekke immuniteten som følge av vaksinasjonen. Det gjenstår imidlertid å se om denne hypotesen kan la seg verifisere.

Bakteriell nyresyke (BKD): BKD er forårsaket av bakterien *Renibacterium salmoninarum* og må regnes som en kronisk sykdom hos laksefisk. Etter at BKD første gang ble påvist i 1980 var utbredelsen relativt stabil frem til 1985, da det skjedde en økning i antall positive anlegg. Det var en topp i 1990, da sykdommen ble påvist i 77 anlegg. I de senere år har antallet anlegg som har vært båndlagt på grunn av BKD vært relativt stabilt, og i 1997 var 19 anlegg båndlagte.

Det har vært gjort en rekke forsøk med å utvikle vaksiner mot BKD, men det finnes fremdeles ingen vaksine som er kommersielt tilgjengelig.

Selv om det er rapportert om noe suksess ved vaksinasjon eksperimentelt, har feltforsøk ikke vist tilfredsstillende beskyttelsesgrad. Sykdommen er også vanskelig å behandle med antibiotika.

Renibacterium salmoninarum vokser langsomt, og det kan derfor ta lang tid fra fisken smittes til det bryter ut klinisk sykdom. Smitte kan overføres såvel horisontalt som vertikalt, og det er derfor viktig at det gjøres undersøkelser av stamfisk med BKD for å unngå vertikal spredning via rogn. Ved sykdomsutbrudd vil nedslaktning og etterfølgende desinfeksjon og brakklegging være det mest effektive tiltaket både på kort og lang sikt.

Vibriose og kaldtvannsvibriose: Vibriose og kaldtvannsvibriose forårsakes henholdsvis av *Vibrio anguillarum* og *Vibrio salmonicida*. Mens klassisk vibriose var det dominerende problemet i norsk oppdrettsnæring i 1960- og 70-årene, spesielt hos regnbueørret, var kaldtvannsvibriose den mest tapsbringende sykdommen i 1980-årene. Den førte til store tap i 1987-1988, hvor man regnet med et årlig tap i størrelsesorden 400 millioner kroner.

Som følge av at det ble tatt i bruk effektive vaksiner, er forekomsten av de to sykdommene blitt sterkt redusert. I 1993-1994 var det imidlertid igjen en økning i utbrudd på visse deler av kysten. Årsaken til dette har sannsynligvis sammenheng med at vaksinasjonen ikke er gjennomført etter anbefalte prosedyrer. Vaksiner mot disse

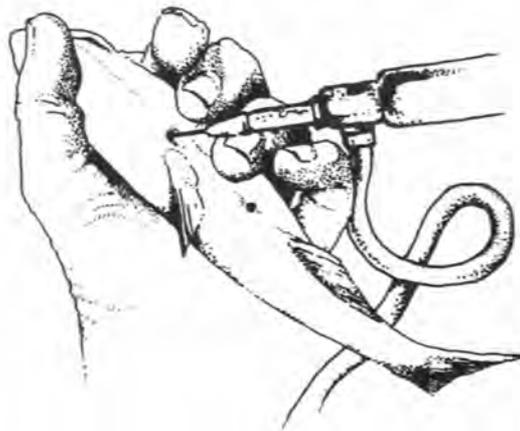
sykdommene er normalt 100% effektive dersom de brukes riktig, og dette understreker nødvendigheten av at man hele tiden følger de anbefalinger som gis. Dersom det bryter ut sykdom, vil behandling med antibiotika være nødvendig.

Sykdommer som forårsakes av virus

Infeksiøs lakseanemi (ILA): ILA er en virus-sykdom hos atlantisk laks som frem til 1996-1997 bare var rapportert fra Norge, imidlertid er det nå fastslått at sykdommen "haemorrhagic kidney syndrome" i Canada er å anse som ILA.

Så langt er atlantisk laks den eneste art der man har registrert klinisk sykdom. I Norge ble ILA første gang rapportert i 1984 under betegnelsen "Bremnes-syndromet", som man på grunnlag av resultater fra smitteforsøk antok skyldtes et virus. Som følge av den sterke økningen i antall registrerte sykdomsutbrudd opp gjennom 1980-årene, og som nådde en topp i 1990, ble det satt i gang et omfattende forskningsarbeid med sikte på å isolere og karakterisere viruset, samt å utvikle sikre diagnostiske metoder. Forskningsarbeidene er beskrevet i en rekke vitenskapelige artikler og doktorgradsavhandlinger.

ILA som sykdom ble opprinnelig karakterisert ved høy dødelighet, utstående øyne, anemi, væske i bukhulen, forstørret lever og milt samt blødninger i indre organer, spesielt i fettvevet rundt pylorusblindtarmene. Leveren var i utpregete til-



Figur 2.2: Vaksinerer har vært redningen i kampen mot bakteriesykdommene.
Vaccination has been the major tool to prevent bacterial infections.

feller svært mørk, men i de utbruddene vi ser i dag er ikke disse leverforandringene så typiske.

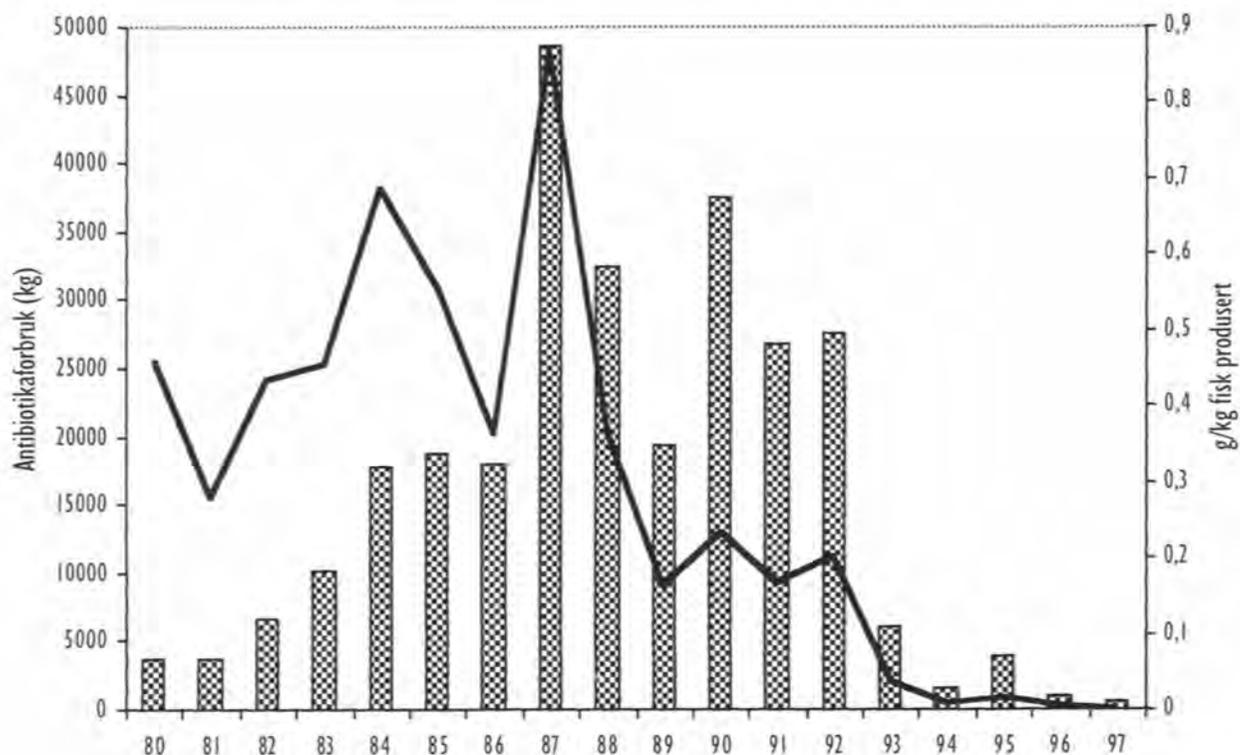
Til å begynne med ble diagnosen ILA basert på de kliniske og patologiske forandringene, men som følge av at man i dag kan påvise virus ved hjelp av dyrking i cellekultur (SHK/celler) og ved å bruke indirekte fluorescens antistoffundersøkelser (IFAT) på frysesnitt der man benytter monoklonale antistoffer mot ILA-virus, har man kommet et langt stykke videre med sikte på en sikker diagnose. "Polymerase chain reaction" (PCR) er en annen teknikk som er under utprøving.

Som følge av ulike tiltak satt i verk av myndighetene med sikte på å bekjempe ILA, har det lyktes å få sykdommen under kontroll, selv om det fortsatt tidvis registreres nye utbrudd. Mens det i 1995 kun ble registrert to nye tilfeller av ILA, ble det i 1996 og 1997 påvist henholdsvis syv og seks nye utbrudd. Noe av årsaken til dette kan ligge i bedre diagnostisk metodikk.

I og med at vi til nå ikke kjenner smittereservoaret for ILA-virus, er det viktig å fortsette en

aktiv forskning med sikte på fortsatt å kunne forebygge og bekjempe sykdommen på en effektiv måte. Det er også viktig at de tiltak som myndighetene til enhver iverksetter blir fulgt av oppdretterne. Målet må være at vi skal kunne opprettholde en stabil ILA-situasjon der kun et fåtall anlegg blir rammet. Det er også viktig at det gjennomføres nødvendige generelle hygiene-tiltak.

Infeksiøs pankreasnekrose (IPN): IPN er den vanligste virussykdommen i norsk lakseoppdrett. Sykdommen forårsakes av infeksiøs pankreasnekrose-virus (IPNV), og opptrer på yngel i ferskvannsfasen, såvel som på smolt/post-smolt i sjøvannsfasen. Inntil 1988 var tapene forårsaket av IPN moderate, men de har siden utviklet seg til å bli et betydelig problem. Antall meldte anlegg med IPN-diagnose har variert. Fra 1988 til 1991 ble det registrert en kraftig økning, etterfulgt av en reduksjon i 1992, og en ny økning i 1993-1994. I de senere år har det vært en svak økning. Tapene i forbindelse med sykdomsutbrudd varierer fra anlegg til anlegg. Det er uklart hvor mye av disse problemene som di-



Figur 2.3: Forbruk av antibakterielle midler i norsk havbruksnæring. Søylar viser totalforbruk; Kurve viser forbruk pr. kilo fisk produsert.
The use of antibacterial drugs (alternative antibacterials) in the Norwegian fishfarming industry. Columns = total use.

rette skyldes IPNV, eller hvor dette bare er en underliggende og utløsende årsak. Det er utviklet vaksiner mot virussykdommen, men disse er fremdeles under evaluering. Parallelt med vaksineringsarbeidet arbeides det for å avle genetisk resistente laksestammer. Det finnes i dag ingen medikamentell behandling mot IPN.

Pankreas disease (PD): PD er en alvorlig infeksjonssykdom på oppdrettslaks. Sykdommen har særlig vært et problem i Skottland og Irland, og den opptrer hovedsakelig første året laksen er i sjøen. Man antar i dag at sykdommen forårsakes av et togavirus (Salmon pancreas disease virus, SPDV). I Norge er det både hos laks og regnbueørret påvist forandringer som ligner de vi ser ved PD. I løpet av sommeren 1997 ble sykdommen diagnostisert på et lakseoppdrett i Hordaland, og det ble isolert et virus fra syk fisk. Dette viruset ser ut til å være identisk eller nært beslektet med SPDV.

Bruken av antibiotika

På 1980- og begynnelsen av 1990 tallet var fiskeoppdrettsnæringen preget av store sykdomsproblemer forårsaket av bakterier. For å behandle den syke fisken ble det brukt store mengder antibiotika, og dette førte etterhvert til problemer med resistente bakteriestammer. Mest antibiotika ble brukt rundt 1987 da kaldvannsvibriosen ("Hitrasyken") herjet (se figur 2.3). Utvikling av en effektiv vaksine førte til en sterk reduksjon i antibiotikaforbruket, men dette økte igjen

i 1990, som følge av tiltagende problemer med furunkulose. Da denne sykdommen kom under kontroll, sank igjen forbruket av antibiotika dramatisk. Hovedårsakene til dette er igjen satsing på forebyggende helsearbeid og bruk av effektive vaksiner. En forbigående økning i 1995 skyldes for en stor del at noen oppdrettsanlegg av økonomiske grunner unnlot å vaksinere fisken etter anbefalte prosedyrer. I 1997 var forbruket på 556 kilo. Det betyr at så godt som all oppdrettsfisk blir oppdrettet uten bruk av antibiotika.

Forbrukerne skal til en hver tid kunne føle seg trygge på at oppdrettsfisken ikke inneholder rester av helsefarlige forbindelser, og det har i særlig grad vært fokusert på antibiotika. Norge er i dag et av de land i verden som har best kontroll med bruk av antibiotika i oppdrettsnæringen, og fisk som har blitt behandlet blir grundig kontrollert for antibiotikarester.

Nye utfordringer i helsearbeidet

Den gode helsesituasjonen på laksefisk er et resultat av en langvarig satsing på forebyggende helsearbeid og forskning på fiske sykdommer. I tiden fremover er det viktig at dette ikke blir en sovepute, og at man fristes til å redusere på innsatsen på fiske sykdommer. I takt med en stadig voksende oppdrettsnæring vil det dukke opp nye sykdomsproblemer. Høyst sannsynlig vil en del av de nye sykdommene være virussykdommer, og det er derfor spesielt viktig å opprettholde og øke kompetansen innen fiskevirologi.

Tabell 2.1: Oversikt over registrerte tilfeller av furunkulose, bakteriell nyresyke (BKD), infeksjøs pankreasnekrose (IPN) og infeksjøs lakseanemi (ILA) i perioden 1995 til 1997. Antall båndlagte anlegg i parentes.
Overview of diagnosed cases (farms) with furunculosis, bacterial kidney disease (BKD), infectious pancreatic necrosis (ISA) in the period 1995 - 1997. Number of farms with restrictions in brackets.

	1995	1996	1997
Furunkulose	7 (101)	3 (29)	(13)
BKD	6 (12)	15 (15)	(19)
IPN	72 (17)	221 (23)	(51)
ILA	2 (5)	7 (17)	6 (24)

Et ideelt laksefôr må tilsettes riktige mengder vitaminer, mineraler og protein, fett og karbohydrat, og samtidig ikke inneholde uønskede stoffer (miljøgifter, feil type bindemiddel osv). Sammensetningen av et ideelt fôr bør også tilpasses laksens livsstadium og forhold som årstid, temperatur og lysregime. I tillegg skal næringsstoffene være tilsatt i en form som er tilgjengelig for laksen. Proteinene må være balansert med hensyn til aminosyrer, og foreligge i en form som gjør at de essensielle aminosyrene absorberes omlag med samme hastighet. Fettet må ha en riktig sammensetning av fettsyrer.

Dette kapittelet tar opp noen aspekter ved ernæringskrav; kun med hensyn til hovednæringsstoffene, litt om balanse mellom disse, og effekten på vekst og fordøyelighet.

Karbohydrat i laksefôr

Karbohydrat er ikke nødvendig for at laksen skal trives og vokse, men dersom fôret er fritt for karbohydrat vil laksen forbruke protein for å nydanne glukose (blodsukker). Dette fordi laks, i likhet med andre dyr, har vev i kroppen som kun bruker glukose i sin energimetabolisme. Dersom fôret inneholder små mengder karbohydrat, vil laksen skru ned på hastigheten av de metabolske prosessene som forbraker protein til nydanning av glukose. Dette forklarer hvorfor karbohydrat kan ha en proteinsparende effekt. Karbohydrat er også vist å stimulere forbrenningshastigheten i fisk, og en riktig balanse mellom karbohydrat og fett vil påvirke vekst, type vekst (fett vs. proteinvekst) og fordøyeligheten av blant annet karbohydrat og fett. Laksen har kun små reserverlagre av karbohydrat (glykogen) i kroppen. Karbohydrat kan være utgangspunkt for en rekke stoffer, som

ikke-essensielle aminosyrer, fett, glukuronsyre (avgifter i lever) og heparin i blod.

Protein og aminosyrebalanse i laksefôr

Et protein består av til sammen 20 aminosyrer (biologisk vev), hvorav 10 er beskrevet som essensielle for laksefisk. Det vil si de må tilføres via fôret i riktige mengder for at laksen skal ha en normal vekst og utvikling. De essensielle aminosyrene, sammen med de ikke-essensielle, er byggesteinene i blant annet muskelfibre. Ikke-essensielle aminosyrer kan dannes med utgangspunkt i andre næringsstoffer i såkalte transamineringsreaksjoner i laksens kropp. Et ideelt fôrprotein er sammensatt omtrent likt med det dyret som skal spise det - det har da en optimal aminosyresammensetning, og en svært høy biologisk verdi. Høy biologisk verdi gir høy proteinretensjon (proteinvekst). Dette kan måles i forsøk med laks som PPV (protein productive value) og PER (protein efficiency ratio). Aminosyrebalanse kan måles kjemisk ved å analysere fôrets og fiskens aminosyresammensetning og sammenlikne med fôrproteinets aminosyresammensetning. Dette gjøres for den enkelte aminosyre ved å regne ut en "score" for hver av de essensielle aminosyrene. En verdi på 1 (dvs. lik i fôr og laks) er en optimal verdi. Dersom proteinkilden er ubalansert i forhold til laksens behov, kan man kunne rette på dette ved å blande flere proteinkilder med ulik aminosyresammensetning. Det er imidlertid viktig å være oppmerksom på at ulike proteinkilder har ulik fordøyelighet (tilgjengelighet), og av den grunn kan en tilsynelatende ideell aminosyrebalanse gi en lav proteinvekst. Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt driver i dag utstrakt forskning på aminosyrebalanse og anvendelse av alternative proteinkilder (for eksempel biprodukter fra filéindustrien) i fôr til laks.

Fett i laksefôr

I laksen finnes fett som viktigste bestanddel av alle membraner (omslutter hver celle og hver celleorganell). I tillegg lagrer laksen en god del fett både i muskel og bukhule som reserveenergi. I dagens laksefôr utgjør fett en stor andel, og avhengig av balanse mellom hovednæringsstoffene og oppdrettsbetingelser og fettets egen sammensetning, vil ulik mengde forbrennes som energi og bidra til fettvekst. Fettvekst vil være dannning av nye / regenerering av membraner og utviding av fettlagre. Utviklingen innen laksefôr går mot stadig økte konsentrasjoner av fett i fôret. Dette vil kunne ha en avgjørende betydning for sluttproduktets kvalitet. Arbeid med ernæringskvalitet, og effekt av fôrsammensetning på kvalitet, har gjennom mange år vært et hovedforskningsfelt ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt. Innledende studier ved instituttet viser også at fettforbrenning vil variere avhengig av balansen mellom fett og karbohydrat, og mellom EPA (eicosapentaenoic) og DHA (docosahexaenoic) fettsyrene i fôret. Fordøyelsen av fett i laks er som regel høy (90-95%), men kan reduseres dersom oppdrettsbetingelsene ikke er optimale, eller dersom næringsstoffene ikke er i balanse.

Balansen mellom karbohydrat, protein og fett vil påvirke laksens vekst

Veksthastigheten i lakseoppdrett er blitt sterkt forbedret de siste årene. Dette skyldes blant annet en endring i fôr kvalitet og -sammensetning. Utviklingen har gått mot stadig fetere fôr. En økning i fett vil måtte balanseres mot reduksjon i protein (innenfor snevre grenser) og karbohydrat. Dette kan føre til uønskede effekter med hensyn på fôrutnyttelse, helse, vekst og filétkvalitet dersom kunnskapsgrunnlaget for effekt av interaksjoner mellom de energigivende komponenter og mellom fôr og ytre faktorer ikke er kjent. Dette kan eksemplifiseres med resultatene fra foringsforsøk:

Ved å fôre med varierende mengde karbohydrat og protein til smolt (med en startvekt på 80

gram), holde fett konstant på 28%, og der et kontrollfôr uten karbohydrat tilsatt var brukt, fant man etter tre måneders fôring at laks gitt fôr uten eller med svært høyt innhold av karbohydrat (30%) hadde et lavere vekstutbytte enn laks fôret med fra 5 til 20% karbohydrat, og fra 56 til 46% protein. Den rene proteinveksten (PPV) avtok med økende proteininnhold ut over 46%. Et knekkpunkt på proteinretensjonskurven ble funnet mellom 36 og 46% protein i fôret. Knekkpunktet tolkes som proteinbehov for laksen i dette forsøket. I dette forsøket var veksthastigheten høy (2 - 3% vektøkning hver dag), med et relativt magert fôr (28%), likevel var fettveksten like høy som proteinveksten, og nesten 50% av det spiste fettene kunne måles som ren fettvekst. Fettveksten var direkte avhengig av karbohydratnivået i fôret, og i den gruppen som fikk et moderat nivå karbohydrat (10%) oppnådde man høyest total energiforbrenning, og lavest fettretensjon. Høy proteinkvalitet ble brukt, med en aminosyrebalanse tilsvarende den man finner som behov for laksefisk. Disse forsøksresultatene viser at balansen mellom hovednæringsstoffene vil påvirke hvilken type vekst (protein eller fettvekst) man oppnår, og hvor raskt fisken vokser.

Hva som er optimal mengde karbohydrat i forhold til protein og fett i fôret kan variere avhengig av omgivelsestemperatur, lysregime og årstid. I et forsøk med laks fôret med 5, 15 eller 30% karbohydrat, 25% fett i alle grupper, og 56, 48 eller 35% protein (byttet mot karbohydrat) viste laks holdt ved 2°C best vekst dersom fôret inneholdt 5% karbohydrat og 56% protein. Veksten avtok signifikant når fôret inneholdt 15% karbohydrat og 48% protein, og ytterligere når fôret inneholdt 30% karbohydrat og 35% protein. Også her var høy proteinkvalitet anvendt. Ved å øke temperaturen til 12.5°C var det ingen effekt på vekst avhengig av fôrsammensetningen. En av tolkningene er at laks utnytter karbohydrat mer effektivt om sommeren enn om vinteren, samt at karbohydrat har en langt høyere proteinsparende effekt ved høye enn ved lave vanntemperaturer. I tillegg synes proteinbehovet til laks å variere avhengig av vanntemperatur.

Det er en akseptert sannhet at type karbohydrat sterkt påvirker fordøyelsen av stivelse og andre næringsstoffer. I dagens fiskefôr anvendes kun ekstruderte mel, det vil si de er gjort lett fordøyelige for fisk. Likevel er det vist at ved å føre laksen med konstant fettmengde, avtagende proteinmengde og økende karbohydratnivå (av lett tilgjengelig type), vil førfaktor øke som en konsekvens av økt karbohydratinnhold i føret, når dette har 20% eller mer av tørrstoff. I forsøk har dette resultert i 10% økning i førfaktor der-

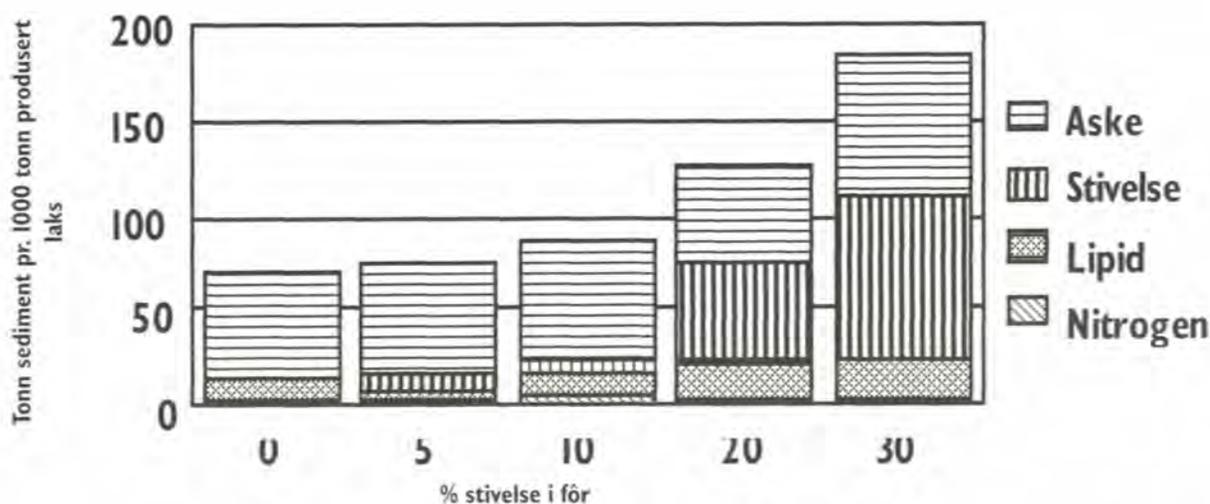
som fôr med 10 og 20% karbohydrat sammenlignes, og med 30% økning i førfaktor dersom fôr med 10 og 30% karbohydrat sammenlignes.

Tar man hensyn til fôrforbruk og fordøyelighetskoeffisient, og regner ut hvor mye fekalt utslipp kan variere avhengig av balanse mellom hovednæringsstoffene, finner man at nitrogenutslipp varierer lite dersom man bruker et høykvalitetsprotein, mens utslipp av fett, stivelse og aske vil variere sterkt avhengig av førets karbohydratinnhold (se figur 2.4).

Tabell 2.2: Fordøyelse av næringsstoffer avhenger av karbohydratmengden i føret.
Digestion of nutrients is co-related to the quantity of carbohydrates in the feed.

Karbohydrat i fôr	0 %	5 %	10 %	20 %	30 %
Fordøyelighet av:					
Tørrstoff, %	91	91	90	87	83**
Protein, %	95	95	94	94	93
Lipid, %	94	95	94	92	89*
Stivelse, %	-	91	93	75*	75*

* indikerer signifikant forskjell



Figur 2.4: Nitrogenutslipp varierer lite dersom høykvalitetsprotein brukes, mens utslipp av fett, stivelse og aske varierer sterkt med førets karbohydratinnhold.
The release of nitrogen shows little variation if protein of high quality is used, while the release of fat, amy and ash varies strongly with the content of carbohydrate in the feed.

Flodbølger kommer uventet - også når tegn i tiden viser at endringer er underveis. Slik var det også med fiskeoppdrett tidlig på 1980-tallet. Vi visste rett nok om noen særlinger som strevde med å få fram fiskeyngel og ale dem opp, men få tok dem alvorlig - og ingen var forberedt på det som skulle skje. Da det hele tok av, var vi da også dårlig forberedt. Vi visste lite om hvordan fisken skulle røktes og selges, og reguleringer og styringsmekanismer var ikke på plass.

Urolige ungdomsår

Oppdrettsnæringen fikk en urolig ungdomstid. Produksjonen økte med 20 - 30 % per år, og prisene var jevnt over høye. Det var imidlertid store problemer med sykdom, særlig førte bakterie-sykdommene kaldtvannsvibriose og furunkulose til store tap. Medisinbruken var i perioder svært høy. Dette var tilfelle både for antibakterielle midler og for midler mot lakselus. Mange av anleggene var heller ikke sterke nok, slik at de havarte, og mye fisk rømte. De første anleggene ble videre ofte plassert i grunne viker med lite strøm. Slike områder tåler lite tilførsler av spillfôr og ekskrementer fra fisken. De ble derfor forurenset, noe som forsterket helseproblemene ytterligere. Alt dette vakte stor oppmerksomhet. Det er kanskje ikke rart at den oppfatningen festet seg at fiskeoppdrett er svært skadelig for miljøet.

Tingene faller på plass

Problemene ga støtet til en omfattende forskning der hovedvekten ble lagt på produksjonsmessige forhold, men som også omfattet miljøpåvirkning. Som et resultat av denne forskningen, og en del forvaltningsmessige tiltak, framstår oppdrettsnæringen i dag som en moderne næring som produserer høyverdig mat på en effektiv måte.

Pionertiden med de store vekslingene synes å være over. En av utfordringene videre er å sikre at denne store distriktsnæringen i fortsettelsen greier å kombinere miljøhensyn med behovet for effektiv drift. Oppdrettsnæringen har generelt utviklet seg i en miljøvennlig retning, og dette er et resultat både av den forskningen som er gjort, næringens egen innsats og forvaltningsmessige tiltak. Det er allment godtatt at bæreevnen langs kysten er så stor at den ikke kommer til å begrense oppdrettsnæringen, forutsatt at vi greier å håndtere den lokale påvirkningen omkring anleggene. På noen viktige områder innen miljøpåvirkning er imidlertid kunnskapsgrunnlaget svakt. Dette gjelder så sentrale problemstillinger som mulig genetisk påvirkning fra rømt oppdrettsfisk på ville laksestammer, og virkningen av lakselus både i og omkring anleggene. Det synes dessverre også som om næring og forvaltning bruker lenger tid på å ta i bruk kunnskap om miljøpåvirkning enn kunnskap som kan fremme produksjonen.

En videre utbygging av oppdrettsnæringen krever et funksjonelt styringsverktøy. Det gjelder ikke minst i forhold til miljøpåvirkning, der man må sikre fisken i merdene gode levevilkår, samtidig som man ikke overbelaster eller skader områdene omkring. Disse hensynene må knyttes opp mot stabile rammebetingelser som gir næringen mulighet til å hevde seg i en stadig hardere konkurranse.

De felles miljømålene som forvaltningsetatene utformet for norsk havbruk i 1993 var en viktig milepæl, og de er seinere fulgt opp av årlige resultatrapporter. Problemområdene ble i prioritert rekkefølge ansett å være rømming, sykdommer, legemidler, kjemikalier og organisk stoff. Når vi ser bort fra rømming, er disse områdene

imidlertid ikke uavhengige, og på mange måter knytter overbelastning med organisk stoff dem sammen. På overbelastede lokaliteter har fisken dårlige forhold. Den blir lettere syk, og dersom den medisineres, spres medisinene til resipienten med de følger det har. Under slike anlegg er bunnfaunaen utarmet eller helt borte, og det er påvist at sykdomsbakterier kan leve lenge i organiske sedimenter.

Matfiskanlegg - Overvåkning - Modellering

Ved Havforskningsinstituttet har vi utviklet et generelt konsept for regulering av miljøpåvirkning, og på grunnlag av det et forvaltnings-system som kan brukes til å regulere påvirkningen fra oppdrettsanlegg etter bæreevnen på lokaliteten. Systemet kalles MOM (Matfiskanlegg - Overvåkning - Modellering), og står sentralt i arbeidet med å oppfylle miljømålene for organisk stoff; å fastsette grenseverdier for tillatt påvirkning og å sikre at grenseverdiene ikke overskrides. MOM spesifiserer miljømålene til at påvirkningen ikke skal være større enn at lokaliteten tåler langtidsbruk, og at den ikke skal være større enn at bunndyr hele tiden kan leve under anleggene.

MOM legger altså vekten på virkningen av utslippene, og ikke bare mengde utslipp. Systemet består av tre deler som er koblet sammen til en enhet. Det er et overvåkningsprogram som fastslår miljøtilstanden, et sett grenseverdier (miljøstandarder) som setter grenser for påvirkning, og et prognoseverktøy (en simuleringsmodell) som kan forutsi miljøvirkningen. I MOM er overvåkingen avpasset etter hvor stor påvirkningene er, og systemet er bygd opp av moduler som kan skiftes ut dersom ny kunnskap eller nye bestemmelser gjør det nødvendig.

I forbindelse med MOM er det utviklet et eget begrepsapparat. **Bæreevnen** angir hvor stor belastning en lokalitet kan ha uten at bunndyrene

forsvinner, **utnyttelsesgraden** hvor stor belastningen er i forhold til bæreevnen, og **overvåkningsnivået** hvor omfattende overvåking som er nødvendig for å sikre at bæreevnen ikke overskrides. MOM skiller mellom tre utnyttelsesgrader. Dersom en lokalitet ligger i utnyttelsesgrad 1, er påvirkningen av anlegget liten i forhold til bæreevnen, faren for forurensning er liten, og det er tilstrekkelig med en enkel overvåking. Ved utnyttelsesgrad 2 er påvirkningen større, men fortsatt moderat. Overvåkingen er derfor noe mer omfattende. Ved utnyttelsesgrad 3 ligger påvirkningen opp mot grensen for det som aksepteres, og det er nødvendig med en grundigere overvåking. Overskrides grensen for tredje utnyttelsesgrad, er påvirkningen uakseptabelt stor, og lokaliteten er overbelastet.

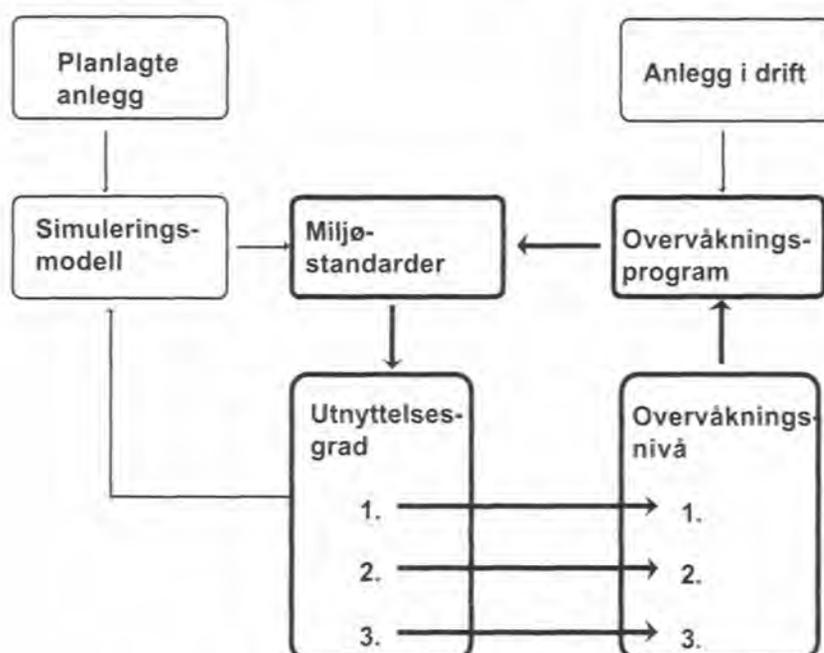
Overvåkningsprogrammet skal kartlegge forholdene i sedimentet under og rundt anleggene, og skal kunne avdekke endringer som skyldes økt organisk belastning. Følgelig skal det dekke hele belastningsområdet fra stor påvirkning nær anlegget, til lite påvirkede deler av resipienten, samtidig som det skal skille mellom tre ulike overvåkningsnivåer. Det må derfor være fleksibelt og er satt sammen av tre typer undersøkelser, A, B og C. A-undersøkelsen utføres av oppdretteren selv og er en enkel måling av hvor mye som bunnfeller under merdene. B-undersøkelsen gir en enkel beskrivelse av bunnforholdene under anleggene og omfatter registrering av bunndyr, måling av kjemiske forhold nede i sedimentene og registrering av tykkelse, lukt og farge av slamlag etc. C-undersøkelsen er en omfattende undersøkelse av bunndyrsamfunnet fra anlegget og utover i resipienten. Til B- og C-undersøkelsene er det knyttet spesielle miljøstandarder. Utnyttelsesgrad og overvåkningsnivå er som tidligere nevnt koblet. Sammenhengen mellom dem, og hvor ofte den enkelte undersøkelse skal gjennomføres, er vist i tabell 2.3.

Tabell 2.3: Sammenheng mellom utnyttelsesgrad (UTN) og overvåkningsnivå (OVN) og hyppighet i gjennomføring av A-, B- og C-undersøkelse.

		Type undersøkelse		
		A	B	C
UTN 1	OVN 1	hver 3. måned	hvert 2. år	hvert 8. år
UTN 2	OVN 2	hver 2. måned	hvert år	hvert 5. år
UTN 3	OVN 3	hver måned	2 ganger per år (vår og høst)	hvert 2. år

Modellen er satt sammen av flere delmodeller. Den kan beregne bunnpåvirkningen under merdene og påvirkningen av dypvannet i resipienten. En modell for beregning av vannkvaliteten inne i anleggene er under utvikling. Modellen kan brukes på to måter; til å beregne miljøvirkningene av et gitt oppdrettsanlegg på en gitt lokalitet eller resipient, og til å beregne hvordan anlegg kan drives på en gitt lokalitet eller resipient uten at lokaliteten blir overbelastet.

Når nye lokaliteter skal tas i bruk, beregner (simulerer) man først hvilken utnyttelsesgrad og hvilket overvåkningsnivå man vil havne i. Disse beregningene gjøres på grunnlag av målt strøm og dyp på lokaliteten og opplysninger om utforming og produksjon i det planlagte anlegget. Overvåkingen gjennomføres så i det overvåkningsnivået som er beregnet, og justeres til en annet nivå dersom resultatene fra overvåkingen viser at beregningen ikke stemte. For



Figur 2.5: Oversikt over virkemåten av MOM. Utnyttelsesgraden fastsettes først på grunnlag av en innledende undersøkelse eller en simulering, og justeres seinere på grunnlag av resultatene av overvåkingen.

anlegg som er i drift fastsettes overvåkningsnivået direkte på grunnlag av undersøkelsen.

Overvåkningssystemet og miljøstandardene er prøvd ut og blir nå tatt i bruk for å regulere den organiske belastningen av matfiskanlegg. Man kan da komme over på en regulering som tar utgangspunkt i arealet av anlegget og en maksimal produksjon per arealenhet. Denne bestemmes av de naturgitte forholdene på stedet. En slik ordning vil være å foretrekke framfor den reguleringen gjennom merdvolum og tetthet (vekt av fisk per volumenhet) som har vært i bruk tidligere.

Muligheter og begrensninger

Det er viktig å være klar over at hensikten med MOM er å tilpasse miljøvirkningen av et anlegg

etter bæreevnen på lokaliteten, og at systemet ikke er egnet til styre produksjonen i anlegget. Dersom en slik regulering er ønskelig, må MOM kombineres med andre bestemmelser. I dag synes det mest aktuelt å styre produksjonen ved førkvoter. En slik ordning passer godt sammen med MOM. Uansett reguleringsform er det nødvendig med fleksible ordninger som gir den enkelte oppdretter mulighet til å produsere mest mulig effektivt på sin lokalitet, og innenfor de rammene som er gitt ut fra hensynet til miljø og produksjonsmessige forhold.

MOM er et kunnskapsbasert system som må oppgraderes ettersom vi får ny kunnskap. Det vil derfor bli opprettet en database der resultatene fra overvåkingen legges inn fortløpende. Denne databasen vil være et viktig grunnlag for arbeidet med å videreføre MOM.

Rømt oppdrettslaks

Kjetil Hindar,
Norsk institutt for naturforskning (NINA)

“Laksefiskenes framtid ligger nå i hendene til de som avler dem i stor skala”. Dette femten år gamle sitatet fra to av pionerene innen amerikansk regnbueørretoppdrett er mer aktuelt i dag enn noen gang før. Kun et krafttak i forvaltningen eller fra fiskeoppdretterne selv kan sikre en framtid der ville laksestammer sameksisterer med oppdrettslaks.

Veksten i oppdrettsnæringen fører til et stadig større potensial for påvirkning av ville fiskebestander. Dette krever kunnskap om de genetiske, økologiske og sykdomsmessige effektene som oppdrettsfisk har på villfisken. Vi er kommet langt i å dokumentere forekomst og atferd av oppdrettsfisk i naturen, deres vandringer og gytesuksess. Vi vet ennå lite om det som skjer i avkomsgenerasjonene. Men erfaringer fra hundre år med utsetting av laksefisk gir grunn til å tro at de langsiktige virkningene er negative for ville bestander.

Vill laks og oppdrettslaks

Ville laksebestander er arvemessig (genetisk) forskjellige. De største forskjellene finner vi mellom laks fra Nord-Amerika og Europa, der nest mellom laks fra Østersjøen og atlantehavskysten av Europa. Vi finner mindre, men fortsatt statistisk sikre, genetiske forskjeller mellom laks fra ulike vassdrag i Norge. I de større vassdragene finner vi også genetiske forskjeller mellom laks fra ulike steder innen vassdraget. Disse genetiske forskjellene er forholdsvis stabile over tid; det vil si at de lokale forskjellene er større enn variasjonen over tid i samme bestand. Både studier av genetisk variasjon i genprodukter (ofte enzymer) og studier i selve arvematerialet (DNA) viser dette. Tolkningen av de genetiske resultatene er at genstrømmen mellom naturlige laksebestander er begrenset. Dette støttes av merkeforsøk, som viser at kun noen få prosent av laksen feilvandrer

på vei tilbake til gyteplassen i ferskvann.

Noen av de genetiske forskjellene reflekterer tilpasning til ulikt miljø i de ulike vassdragene. Ett eksempel er kroppsstørrelse ved kjønnsmodning, som blant annet er tilpasset et vassdrags størrelse. Et annet eksempel er forskjellene mellom norske laksestammer og østersjølaks i motstanddyktighet overfor parasitten *Gyrodactylus salaris* og bakteriesykdommen vibriose. Et tredje eksempel er tidspunkt for viktige hendelser i livssyklus, som gyting og utvandring fra elvene. Vi vet lite eller ingenting om de genene som er viktige for laksens tilpasninger. Men alle de egenskapene der man har testet om stamme-forskjellene er betinget av arv eller miljø, har svaret vært "begge deler". Det gjør at vi som utgangspunkt skal forvente at en lokal laksestamme har genetiske tilpasninger som gjør den bedre egnet til sitt miljø enn andre stammer.

Oppdrettslaks er i utgangspunktet en blanding av rundt førti norske laksestammer, og er nå selektert i seks-syv generasjoner for tilpasning til et liv i oppdrett. Oppdrettslaksen blir derfor mer og mer genetisk forskjellig fra vill laks. Midt på 1980-tallet ble det gjort en vurdering av hvilke villaksstammer som dominerte i oppdrettsstammene. Namsenlaks utgjorde da mer enn 70% av arvematerialet i én av de fire oppdrettsstammene i NLA-systemet (Norsk LakseAvl), mens Gaula og Nidelva utgjorde rundt 90% av arvematerialet i en annen. Genetiske sammenlikninger mellom vill Namsenlaks og dagens oppdrettslaks viser at det har skjedd genetiske endringer hos oppdrettslaksen, både i enkeltgener og i egenskaper som vi tror er viktige for laks i naturen. Blant annet kan vi dokumentere tap av genvarianter hos oppdrettslaks i forhold til vill laks, betydelige endringer i frekvensen av andre genvarianter, og endringer i vekst- og atferdsegenskaper.

Rømt laks og deres effekter

Atferden og levedyktigheten til rømt laks i naturen ser ut til å være avhengig av når i livssyklusen de rømmer. De som rømmer på forsommeren, ser ut til å utføre de samme vandringene som villaksen til oppvekstområdene i Nord-Atlanteren. Når de blir kjønnsmodne, "hjem-

vandrer" de til det området de rømte fra - men derfra er de hjemløse. De går opp i elver i nærheten av rømmingsstedet, ofte betydelig senere enn det villaksen gjør. Laks som rømmer senhøstes og midtvinters ser ut til å ha langt dårligere overlevelse og også til å ha mistet evnen til å orientere seg. De som søker tilbake til ferskvann kan godt gjøre det inntil 1000 kilometer fra rømmingsstedet. Det betyr at vi knapt kan regne et eneste norsk vassdrag som fritt for rømt oppdrettslaks. Stikkprøver av laks fra norske vassdrag før gytetiden om høsten, har vist årlige innslag av oppdrettslaks fra 20 til 35% under hele 1990-tallet. En stund så det ut til at innslaget var nedadgående (slik tendensen har vært i antall rapporterte rømlinger), men de siste to årene har innslaget økt igjen til nær toppnoteringen fra 1989-1990. Variasjonen er stor mellom elver: De store laksevassdragene langt vekk fra oppdrettsområdene (dvs. innerst i fjordene og lengst i nordøst) har innslag av rømt oppdrettslaks på 0-2%, mens noen elver i eller nær oppdrettsområdene kan ha innslag på 50-80%.

Rømt laks er i stand til å gyte i naturen og å etterlate seg avkom. Imidlertid har rømt laks til dels betydelig dårligere gytesuksess enn vill laks. Dette gjelder særlig for hannene, og spesielt for fisk som rømmer sent i livssyklusen. Sannsynligvis avtar gytesuksessen også med antall generasjoner i oppdrett. Reduksjonen i gytesuksess er ennå ikke større enn at i elver med stort innslag av rømt oppdrettslaks, vil en stor andel av laksungene være avkom av oppdrettslaks (først og fremst krysningsavkom av ville hanner og oppdrettshunner). Dette er vist både i kontrollerte bassengforsøk og i utsettingsforsøk med genetisk merket oppdrettslaks i naturen. Basert på disse undersøkelsene kan vi regne med at den gjennomsnittlige genstrømmen fra oppdrettslaks til vill laks nå er større enn genstrømmen mellom ville bestander; i noen elver på Vestlandet kanskje fem ganger så stor.

Avkom av oppdrettslaks er mer aggressive enn avkom av villaks, har til dels høyere veksthastighet, og er mer villige til å ta risiko. Dette betyr at de i deler av livet i elva kan fortrenge villaksavkom, selv om de kan være utsatt for høyere naturlig dødelighet. Eksperimenter som

kan sammenlikne oppdretts- og villaksavkom i naturen er igangsatt, men de er ennå ikke kommet langt nok til å måle den totale effekten av en rømming på en naturlig laksebestand.

«Føre var» eller «etter snar»?

I påvente av eksperimentelle resultater, hvordan skal vi kunne forutsi hva som vil skje? Modellbetraktninger tyder på at dersom de høye rømmingstallene vedvarer, vil villaksens genetiske sammensetning i ikke-selekterte egenskaper fortrennes av oppdrettslaksens genetiske sammensetning i løpet av noen tiår. For egenskaper som er utsatt for seleksjon, vil de genetiske endringene ta lengre tid, avhengig av styrken på den lokale seleksjonen og av hvor mange gener som kontrollerer den selekterte egenskapen. Genetisk teori for den samtidige effekten av seleksjon og genstrøm på en egenskap er svært komplisert, og kun godt forstått for helt enkle situasjoner. Vi vet heller ikke mye om størrelsen på de seleksjonskreftene som virker i naturen, det vil si om størrelsen på de verdiene som må inngå i våre modellbetraktninger. En annen måte å se inn i framtiden på, kan derfor være å se bakover i tid på effekten av de utsettingene av fremmed stamme som er foretatt med flere arter av laksefisk i de siste hundre årene.

Erfaringer fra disse utsettingene av ikke-stedegne eller kultiverte bestander av laksefisk, viser at konsekvensene for den lokale bestanden på utsettingsstedet **alltid** er negative i de tilfellene en effekt kan påvises. Dette tyder på at villfisken er lokalt tilpasset, og at vi reduserer disse tilpassingene og bestandenes produktivitet når vi introduserer ikke-stedegen fisk. Dette er etter min mening resultater som viser at vi må redusere rømmingstallene dersom vi vil ha ville, levedyktige laksestammer i framtiden. Og da bruker jeg «etter snar»-prinsippet og ikke «føre var»-prinsippet.

Selv i tilfeller der oppdrettslaksen har null gytesuksess, kan den virke negativt på ville laksestammer. Oppgraving av villaksens gytegroper og sykdomsspredning fra rømt til vill laks, er eksempler på dette. Det er også vist at hyp-pigheten av artskrysninger mellom laks og ørret

kan øke som følge av rømt oppdrettslaks. Oppdrettslaksen kan derfor ha genetiske (i tillegg til økologiske) konsekvenser ikke bare for vill laks, men også for vill ørret.

På lang sikt må vi tro at flere forhold spiller en rolle for interaksjonene mellom rømt og vill laks. På den ene siden vil ytterligere kunstig og naturlig seleksjon til et liv i oppdrett, gjøre rømmingene dårligere tilpasset et liv i naturen. På den andre siden er de ville bestandene utsatt for skiftende miljøforhold - både naturlige og menneskeskapt. Oppdrettslaksen, derimot, har et tilfluktssted i anleggene og vil kunne ha en stor påvirkningskraft som gruppe (dersom de rømmer), selv om de ikke er særlig konkurransedyktige som individer. Teknologikutvikling med sikte på å få ned rømmingstallene er derfor en god investering i framtiden.

Forvaltningsmål

Med dagens rømmingstall tror jeg at framtiden for laks i Norge er "forvillet laks" og ikke vill laks. Dette framtidsscenarioet vil nås raskest i de hardest belastede elvene på Vestlandet, mens prosessen går senere i vassdrag som ikke har like høye innslag av rømt oppdrettslaks.

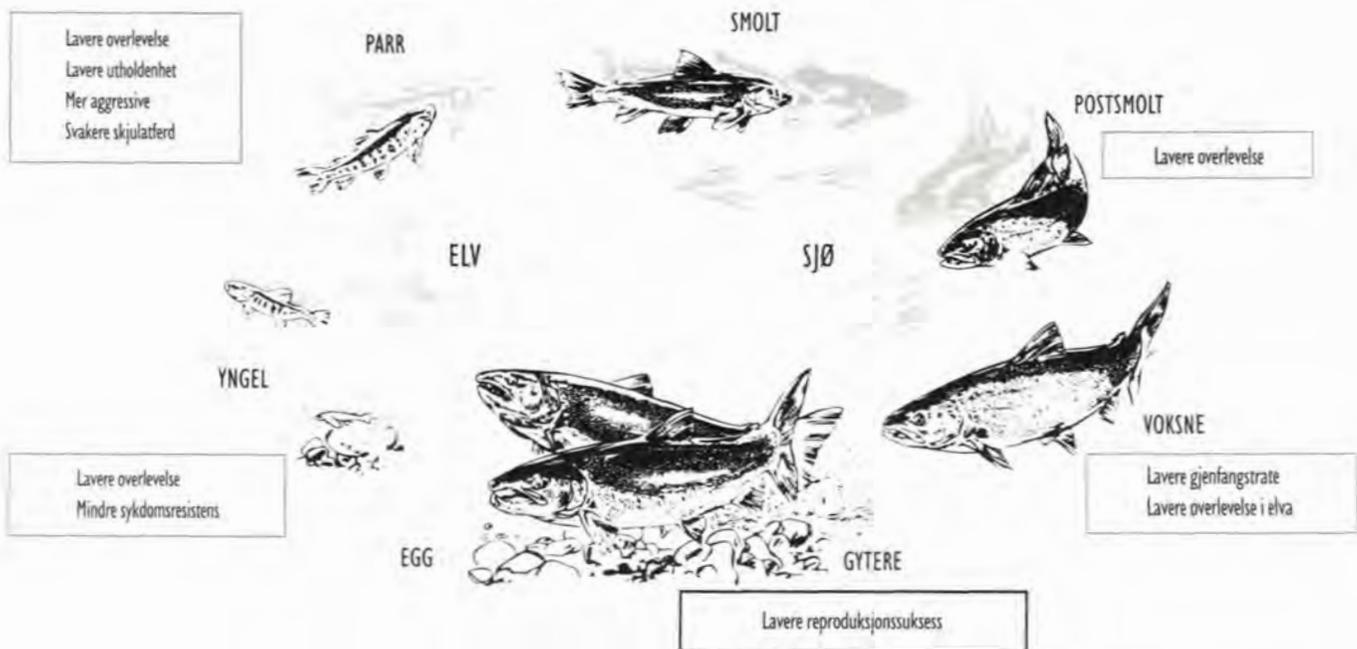
Etter flere år med nedgang i bestanden av vill laks - av årsaker som både er naturlige og menneskeskapt, og som ikke nødvendigvis har med oppdrett å gjøre - har nå arten fått sin egen offentlige utredning. Det har lenge vært anerkjent at forvaltningen av laks krever spesielle hensyn. Da de norske fiskerierne skulle styrkes for 150 år siden, uttalte Stortingskomiteen at laksen " (...) alltid søker tilbake i den samme elv der den selv har fått sin tilværelse. Denne egenskap synes å oppfordre til å behandle disse fiskerier med en særdeles omhyggelighet."

Nå kan det se ut som om vi er litt for omhyggelige. Laksen forvaltes av tre departementer, avhengig av om den er vill, oppdrettet eller syk. Disse departementene har kun delvis sammenfallende mål, og de rår over helt ulike virkemidler. Forvaltningstiltak som gjelder oppdrettslaks, eller manglende sådanne, har store konsekvenser for muligheten til en rasjonell forvaltning av

vill laks. Men det skjer en positiv utvikling i forvaltningen, blant annet i forhold til å utarbeide miljømål for oppdrettsnæringen i fellesskap mellom departementene. Det mest gledelige som skjer, er etter min mening at flere oppdretterlag nå ser ut til å ville komme i forkant av utviklin-

gen. De ønsker selv å redusere rømmingsproblemet før dette skjer gjennom forvaltnings tiltak. Dette lover godt med tanke på mulig oppfølging av de konklusjonene den offentlige utredningen kommer til i forhold til samspillet mellom oppdrettslaks og deres ville artsfrender.

Suksess av utsatt fisk sammenliknet med lokal villfisk

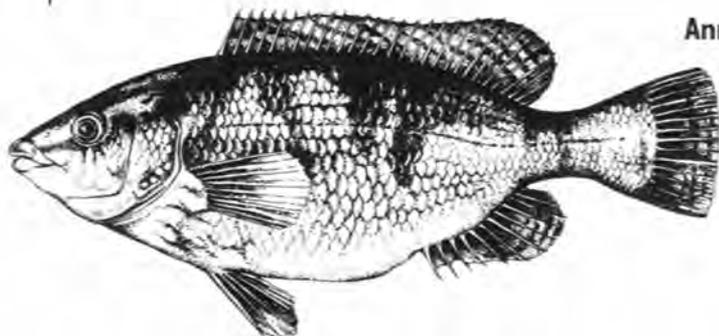


Figur 2.6 :

Suksess i naturen av laksefisk av fremmed stamme (inklusive oppdrettsfisk) sammenliknet med lokal villfisk. Figuren er omarbeidet fra Hindar & Jonsson (1995). *Performance in nature of released (including cultured) salmonids compared with wild conspecifics. From Hindar & Jonsson (1995).*

Bruken av leppefisk

Anne Mette Kvenseth, IFM, UIB
Per Gunnar Kvenseth & Kjell Maroni,
KPMG Management Consulting as
Anne Berit Skiftesvik, Havforskningsinstituttet



Bedre bruk av berggylt?

Kostnadene med behandling av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*) i oppdrettsanlegg gjør fremdeles angrep av fiskelus til den mest tapsbringende sykdommen i norsk lakseoppdrett. I tillegg til direkte og indirekte kostnader som påføres oppdretterne, kan lakselusen også representere en trussel for våre ville lakse- og sjøørretbestander. Det er derfor nødvendig å holde nivået av lus i merdene så lavt som mulig.

Leppefisk er det eneste behandlingsalternativet som har en kontinuerlig avlusningseffekt, og er også det som virker sterkest mot den kjønnsmodne populasjonen av lus. Inntil 1997 var det imidlertid et problem at den ikke fungerte på stor laks andre året i sjø; det vil si den delen av lakseproduksjonen som representerer den største biomassen, og nok også det største reservoaret for "lusesmitte". Et storskalaforsøk med berggylt i 1996 viste imidlertid at denne arten hadde et stort potensiale for avlusning av laks over to kilo, et resultat som raskt ble fanget opp og tatt i bruk av lakseoppdretterne. Etter én sesong kan vi derfor høste erfaringene med praktisk bruk av berggylt i anlegg, og legge videre strategier for ressursvennlig bruk av leppefisk i en integrert behandlingsstrategi gjennom hele produksjonssyklusen.

Leppefiskundersøkelsen 1997

For å kartlegge problemene med lakselus generelt innen norsk havbruk, og spesielt med hen-

syn til bruk og erfaringer med leppefisk, sendte KPMG, Senter for havbruk og fiskeri, høsten 1997 ut et spørreskjema til samtlige 817 matfiskanlegg av laks og ørret i Norge. Ved årsskiftet var det kommet svar fra over 100 anlegg, spredt langs hele kysten fra Vest-Agder til Finnmark, med en hovedtyngde fra Hordaland til Møre og Romsdal.

Blant anleggene som svarte hadde 21 brukt berggylt; først og fremst på 96-generasjonen (andre år i sjø), men også på 97-generasjonen (første år i sjø). Av disse hadde ni anlegg gode erfaringer, fire middels og fem dårlig erfaring med bruken. I anlegg som hadde dårlig erfaring med bruk av berggylt var dette først og fremst knyttet opp mot problemer med øyenapping. I halvparten av anleggene som brukte berggylt hadde man observert øyenapping eller andre biteskader på laksen, men flere anlegg hadde løst problemet ved å føre berggylden i merdene. Problemene oppsto når berggylden hadde beitet ned både lusen og begroingen på nøtene. For 96-generasjonen brukte 18 anlegg andre arter enn berggylt. Syv hadde god erfaring, syv middels god og fire dårlig erfaring med andre leppefiskarter, men her var dårlig erfaring først og fremst knyttet opp mot liten effekt.

Av anleggene uten berggylt hadde 46 brukt leppefisk på 97-generasjonen. Et overveiende flertall (38) hadde god erfaring med bruk av leppefisk, mens kun et anlegg hadde dårlig erfaring, grunnet liten effekt.

Det kom også svar fra 22 anlegg som *ikke* hadde

brukt leppefisk i 1997. Ni av disse var fra lokaliteter der lus ikke var noe problem, mens 11 lokaliteter lå i de nordligste fylkene og kunne derfor vanskelig få tak i leppefisk. Dessuten var bruk av leppefisk lite utprøvd der. Kun to av anleggene hadde brukt leppefisk tidligere, men med så dårlig resultat at leppefisk ikke ble vurdert benyttet i 97.

Undersøkelsen avdekket et uttalt behov fra oppdretterne om ytterligere forskning på bruk av berggylt; integrert med andre typer leppefisk og andre behandlingsmetoder. For flere anlegg ville allikevel leppefisk, selv med visse problemer, være et førstevalg i lusebekjempelsen.

Ville leppefiskbestander

I 1996 ble det benyttet omlag tre millioner rensefisk i Norge, og vi antar at tallet økte i 1997. Det har til nå kun vært utført sporadiske bestandsundersøkelser av leppefisk, og av begrenset omfang både med hensyn til lokaliteter og arter som er undersøkt. I 1997 startet imidlertid Havforskningsinstituttets havbruksstasjon i Austevoll et treårig NFR-prosjekt for å undersøke effektene av dette nye fiskeriet på de aktuelle

bestandene av leppefisk. Undersøkelsene er lagt opp som merke-gjenfangstforsøk, i første omgang i Hordaland og på Sørlandet.

I Hordaland ble leppefisk fanget i tre perioder (uke 26, 29 og 36). Totalt ble det fisket 4 600 fisk. Fangstene var dominert av bergnebb, grønngylt og gressgylt, med varierende artsammensetning gjennom sesongen. Berggylt utgjorde 2-4% av fangstene. Et foreløpig inntrykk fra undersøkelsen er at det finnes store mengder bergnebb, grønngylt og gressgylt. Bestandene av berggylt på de undersøkte lokalitetene i Hordaland synes meget begrenset og kan derfor bli utsatt for overbeskatning. Det kan også bli vanskelig å skaffe til veie tilstrekkelig antall til å dekke etterspørselen for bruk i oppdrettsanlegg.

Yngelproduksjon

All leppefisk som benyttes til rensefisk i oppdrett i dag, er villfanget. Tidligere forsøk med yngelproduksjon av leppefisk (bergnebb og grønngylt), har vist at larvene er små og derfor vanskelig å startføre. I tillegg vokser de sent, og fra klekking frem til en beiteklar fisk på minimum 10 cm, vil det for de minste artene ta minst



Figur 2.7: Positive erfaringer med berggylt som rensefisk.
The ballan wrasse is shown to be an excellent cleaner-fish.

to år. Produksjonen vil derfor bli kostbar, og kan på ingen måte konkurrere med dagens villfangst i pris.

Berggylden er sannsynligvis den arten som har det største potensialet for oppdrett. Innledende forsøk ved Austevoll Havbruksstasjon sommeren 1997 viste at nyinnsatt berggyllt gytt naturlig like etter ankomst fra Sørlandet. Etter klekking ble larvene startfôret på villfanget dyreplankton, tilsatt alger. Dødelighet etter startfôring har vært minimal. Fortsatt er omlag ti berggylltyngel i live, og de har nådd en størrelse på 5-6 centimeter. På litt sikt håper vi det er mulig å ha en beiteklar berggyllt på minimum ti centimeter i løpet av et år etter klekking, ved å benytte vann med høyere temperatur, samt optimalisert fôring.

Alle leppefiskene er porsjonsgytere. Ved oppdrett er det derfor viktig å kartlegge det beste gytetidspunktet, samt hvilke miljø som gir best eggutbytte (gyteplasser, antall hunner/hanner, lysintensitet osv.). Berggyllt er nærmest umulig å stryke.

Når larvene skal startfôres, er det viktig å kartlegge hvilke lysmiljø som gir best resultat. Dette kan justeres både med overflatelyst, lysets døgnrytme og ved tilsetning av alger i vannet. Å starte fôring på riktig tidspunkt er avgjørende for et godt resultat. Berggylltlarven er svært liten, og vil ikke klare flere dagers sult før dette gjør ubotelig skade på den lille larven. Skadene oppstår også raskere ved høyere temperaturer. For å lykkes med oppdrett av berggyllt må vi vite hva som er optimal temperatur ved startfôring, hvordan vannkvaliteten for øvrig skal være, eller hvordan egg, larver og yngel av berggyllt skal røktes ved utskifting av byttedyr, skifting av vann og fôring.

Produksjon av beiteklar leppefisk i oppdrett har fordeler fremfor villfanget leppefisk. Ved bruk av leppefisk som er produsert i oppdrett, kan det avtales et bestemt leveringstidspunkt mellom selger og kjøper. Det kan også stilles krav til

kvalitet (størrelse, sårskader, vaksinert etc.). Dersom interessen for berggyllt øker, kan det raskt bli underdekning. Beiteklar berggyllt produsert i oppdrett vil kunne redusere fiskepresset på de naturlige bestandene.

Berggylltens biologi

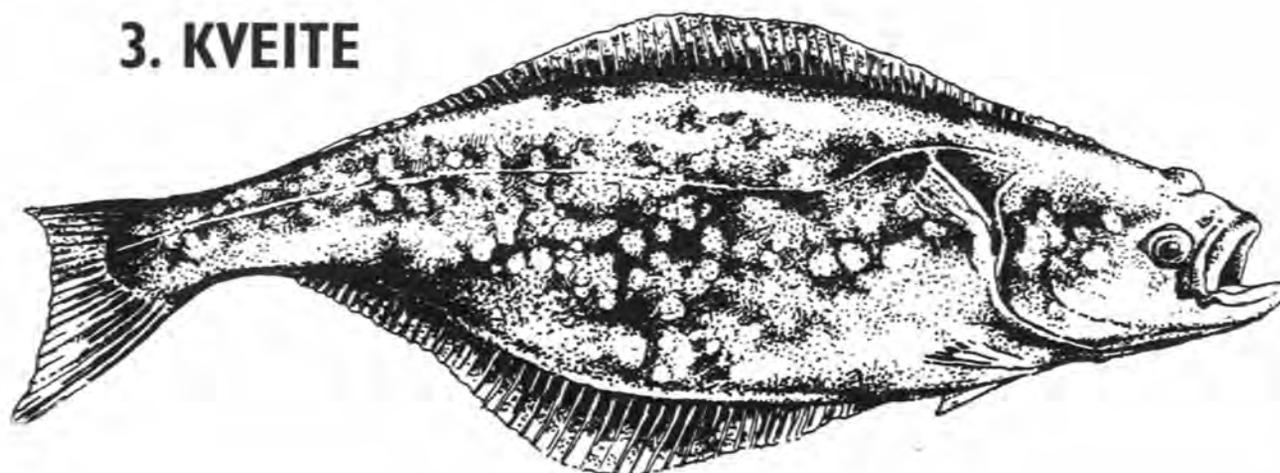
Berggylden er med sine opp til 60 centimeter den største av leppefiskene i europeiske farvann, men det er sjelden norske eksemplarer når en slik størrelse. På grunn av størrelsen brukes den til en viss grad som matfisk. Små individer skilles fra de andre leppefiskartene ved at den mangler karakteristiske markeringer, som grønngylltens svarte halebånd eller bergnebbens ryggfinneflekker.

Berggylden er også en av de få norske fiskeartene som skifter kjønn. Alle individene starter sitt liv som hunner, men seks til åtte år gamle gjennomgår de kjønnsskifte og blir hanner. De store hannene forsvaret et territorium (200-400 m²), og kan derfor være svært aggressive mot hverandre. Denne atferden er det viktig å ta hensyn til, både ved lagring av berggyllt, og ved bruk i laksemerdene.

Sykdom

Av de fire artene som brukes i oppdrett (bergnebb, grønngyllt, grasgyllt og berggyllt) er det kun hos bergnebb helse og sykdom er undersøkt i noen grad. Rapporter fra oppdrettere viser at artene har ulik motstandskraft etter overføring til merder. Grasgyllt synes å være spesielt svak, mens berggyllt oppfattes som sterk. Berggyllt er den arten som er desidert dårligst undersøkt, da den tidlig ble oppfattet som uinteressant i avlusningssammenheng. Atypisk furunkulose, som representerer et problem på bergnebb i noen områder, er også isolert fra berggyllt. Berggyllt har også høyere antall gjelleparasitter med direkte livvssyklus enn for eksempel bergnebb. Muligheten for overføring av parasitter og andre sykdomsorganismer fra berggyllt til laks er ennå ikke klarlagt.

3. KVEITE



Yngelproduksjon av kveite

Ingegjerd Opstad,
Havforskningsinstituttet

Problemet med å oppnå en stabil yngelproduksjon er fortsatt den viktigste begrensningen for et kommersielt kveiteoppdrett. I yngelproduksjonen er startfôringen den største flaskehalsen. Startfôring av kveite er i dag avhengig av levende byttedyr, innsamlet dyreplankton fra poller eller fra sjøen, og / eller anrikt saltkreps (*Artemia*). Produksjonen av kveiteyngel i Norge har hatt en økning fra de første to fiskene som ble oppdrettet i 1985, frem til en topp på 350 000 yngel i 1994. Dette året var det faktisk et overskudd av yngel på markedet.

Forventningene om stabil yngeltilgang, samtidig som det ble presentert lovende resultater fra oppdrett av kveite i merd, førte til stor interesse blant potensielle oppdrettere foran 1995-sesongen. Dessverre opplevde vi en nedgang i yngelproduksjonen. I 1995 og 1996 var antall yngel årlig omlag 100 000, - ikke nok til å dekke etterspørselen fra oppdrettere som ønsket å starte med oppdrett av kveite som matfisk. Mye av skylden for de dårlige resultatene har vært lagt på sykdom. Dette er en av årsakene, men i tillegg til sykdom har vi også andre tapsbringende faktorer. Både i 1995 og 1996 ble det rapportert om problemer med tilgang på levende fôr. Mangel-

full fôring kan ha bidratt til generell svekkelse hos larvene, med påfølgende dødelighet. Fra 1996 til 1997 hadde vi en tredobling i yngelproduksjonen, og samtidig var det en tredobling i antall yngelprodusenter (tabell 3.1.).

Levende startfôr

Hovedmengden av kveiteyngelen er blitt startfôret i poser eller i store kar ved hjelp av innsamlet dyreplankton. Anrikt *Artemia* er ennå ikke ernæringsmessig bra nok til å erstatte dyreplanktonet. Yngelproduksjon kun på anrikt *Artemia* som fôr fører til en høy andel av feilpigmentert yngel. De ytre tegnene er feilpigmentering og ufullstendig øyenvandring. På larvestadiet (larvene svømmer fritt i vannmassene) har kveitene et øye på hver side. Etter bunnslåing (kveitene har lagt seg på bunnen) skal det ene øyet ha vandret, slik at begge øynene ligger opp. Ved ufullstendig vandring har øyet ikke vandret i det hele tatt, eller så har det vandret litt. Forsøk har imidlertid vist at normalt pigmentert kveiteyngel *kan* bli produsert på *Artemia*, dersom man fører med hoppekreps i 7-11 dager før larvene har oppnådd en muskelhøyde (bredde på larvene) på 2,5 millimeter.

Tabell 3.1: Produksjon av kveiteyngel (antall yngel i tusen) og antall produsenter i årene 1988 - 1997. (Kilde: Oppdrettere)
Norwegian production of halibut juveniles (number of juveniles in thousand) during the period 1988-1997. (Source: Fry producers).

	1988	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Antall yngel	2	8	35	50	175	350	100	100	298
Antall produsenter	4	5	5	4	4	4	5	4	12

Den klart viktigste begrensningen ved å benytte innsamlet dyreplankton er den skiftende og årstidsavhengige tilgjengeligheten. Vi har liten kontroll over mengde og tidspunkt. I tillegg bør det også nevnes at dyreplanktonet kan overføre parasitter og sykdommer. Fordelene med *Artemia* er først og fremst at bruken av denne førkilden er uavhengig av tid og sted. I tillegg er *Artemia* lettere å fange for kveitelarvene enn de voksne stadiene av naturlig dyreplankton. På grunn av at vi har fått en årstidsuavhengig produksjon av kveiteegg, er det viktig å utvikle et fôr som også er årstidsuavhengig. Det arbeides med denne problemstillingen fra flere vinkler. Ved siden av å forbedre *Artemia*-kvaliteten, arbeides det med å gjøre produksjonen av dyreplankton i poller mer kontrollerbar.

Forsøk i poller

Hoppekreps legger såkalte hvileegg som overvintrer i sedimentet. I pollen Svartatjønn ved Austevoll havbruksstasjon foregår det forsøk med å bruke slike hvileegg. Hensikten er å oppnå en mer sesonguavhengig dyreplanktonproduksjon ved å manipulere fram to adskilte produksjonsperioder i året. Etter en vårproduksjon av dyreplanktonet, ble bassenget tappet ned og tørrlagt en periode. Etter brakklegging ble bassenget fylt opp igjen med friskt sjøvann. Dette viste seg å bringe en ny dyreplanktonproduksjon basert på klekking av hvileegg fra sedimentet. Forekomsten av dyreplankton utover høsten viste at dette kunne ha vært

utnyttet som startfôr til kveite i perioden fra august til november. Dyreplankton fra poller kan på denne måten høstes både vår og høst.

Bruken av tørrfôr

Usikkerheten og kostnadene ved levende dietter motiverer sterkt for utvikling av et formulert fôr som er næringsmessig komplett, gir en høy forinntaksrate, fordøyes raskt og er enkel å fôre. Det siste året har problemstillinger som er knyttet til å utvikle et formulert fôr til marine fiskelarver økt betraktelig. Vellykket startfôring av fiskelarver avhenger av mange faktorer og inkluderer fôrakseptering og optimale fysiske faktorer, foruten kvantitative og kvalitative egenskaper hos det spiste fôret. Vi mangler fortsatt grunnleggende kunnskap om larveutvikling og fôrformulering, for å kunne lage et tørrfôr som gir like god vekst og overlevelse som levende fôr.

I dag blir kveitelarvene tilvendt tørrfôr etter at de har bunnslått (ved omlag 0.2 gram våtvekt). Det er viktig at yngelen ikke blir tilvendt tørrfôr for seint. Små yngel ser ikke ut til å ha kompensasjonsvekst, og derfor fører sein overgang til et betydelig veksttap. Høyest overlevelse og vekst oppnås ved en overgangsperiode hvor det fôres både med tørrfôr og levende bytedyr. Ved overgang til tørrfôr er det oppnådd overlevelse på 90 % og en daglig spesifikk veksthastighet på 6,7 % ved 12°C.



Figur 3.1: 45 dager gamle kveitelarver som har inntatt sitt første måltid med tørrfôr. NFR-prosjekt 115549/122. Mikropartikulært fôr til marine fiskelarver.
45 days old first feeding halibut larvae fed on dry diet.

Kveite - matfiskproduksjon

Stig Tuene, Ørjan Karlsen og Birgitta Norberg,
Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon

Yngelproduksjon regnes frem til fem gram stor yngel. Etter yngelperioden følger settefiskperioden. Denne perioden varer fra 5 - 300 gram og bør foregå i kar med oppvarmet vann. Når kveitene har nådd et vekt på 300 gram, starter matfiskperioden, og fisken er nå stor nok til å settes i merd i sjø.

Lav yngelproduksjon begrenser omfanget av matfiskproduksjon av kveite. De høye yngelprisene på 70 kroner eller mer for fem grams yngel, er på grensen av det som kan gi lønnsomhet i matfiskproduksjonen, og mange oppdret-

tere har nok kjøpt kveiteyngel mest for å skaffe seg praktisk erfaring med arten. Kveite er en arealkrevende fisk, og flere aktører prøver seg fram med ekstra oppdrettsareal (hyller og ekstra bunner) i kar og merder for å øke produksjonskapasiteten. Nest etter yngelsituasjonen, er det lave veksthastigheter hos den større fisken (ett kilo og mer) som ser ut til å begrense lønnsomheten i et framtidig matfiskoppdrett av kveite. Den seine veksten vi har sett fram til nå skyldes blant annet kjønnsmodning hos hannfisken, noe som kan være vanskelig å unngå. Kveite har imidlertid et høyt vekstpotensial, og dette viser

seg gjennom vekst som vi har sett både hos enkeltfisk og i grupper (i kortere perioder). En nøkkelfaktor for å utløse dette vekstpotensialet, er å tilpasse anlegg og drift for å øke trivselen hos fisken.

Høy sjøtemperatur ga dødelighet hos kveite

Kveite med en vekt på over fem gram er generelt en temmelig robust fisk. Tidligere har man erfart at solforbrenning kan føre til dødelighet hvis man ikke har satt i verk de rette tiltakene. På Vestlandet førte høye overflatetemperaturer sommeren 1997 til høy dødelighet i flere merd-anlegg med kveite. Ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon sitt sjøanlegg startet dødeligheten i slutten av juli ved en temperatur på 18-19°C, etter en økning på fire grader i de foregående tre uker. Dødeligheten oppsto først i grupper som nylig hadde blitt håndtert, men også i samme uke hos urørte grupper. Det var ikke et regulært sykdomsutbrudd som tok livet av fisken. Blodanalyser viste at fisken var utsatt for kraftig osmotisk stress. Fisken hadde problemer med å opprettholde slimlaget, og dette kan ha gitt osmotisk stress med påfølgende dødelighet.

Noen erfaringer med vekst hos kveite

I et NFR-støttet samarbeidsprosjekt mellom Austevoll fiskefôr A/S, Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt og Havforskningsinstituttet, ble det oppnådd oppsiktsvekkende rask vekst hos 2,5 kilo kveite som fikk mikrobølgebehandlet fôr. Fisken gikk i små merder med lav tetthet, og vanntemperaturen hadde et gjennomsnitt på 7,8°C. Det beste fôret ga en gjennomsnittlig vekst på et halvt kilo i løpet av 40 dager (SGR på 0,5 %/dag). Dette er den raskeste veksten som er registrert for kveite av denne størrelsen, og gir forhåpninger om kraftig redusert produksjonstid i framtiden. I et annet forskningsprosjekt ble det registrert dårlig vekst i grupper av kveite som ble holdt i store merder med høy dekningsgrad (over 60 kilo pr kvadratmeter). Fisken i disse merdene viste ofte høy svømmeaktivitet og lav fôringsrespons. Lysbehandling (24 timers lys) av fisken om høst/vinter ga reduksjon i svømmeaktiviteten og noe bedre vekst. Erfaringene fra

disse og andre forsøk viser at kveitegrupper med lav andel svømmende fisk gir de beste forutsetningene for å oppnå rask vekst.

Overvåkning av kveite

Et overvåkningssystem basert på hydroakustikk (Merdøye) er blitt brukt for å overvåke kveite i merder med biomasse fra 170 til 8 000 kilo. Det er første gang man har brukt slik overvåkning på kveite, og vi har gjennom dette fått ny kunnskap om atferden til kveite. Vertikalfordelingen (=svømmeaktiviteten) til kveitegruppene er blitt fulgt gjennom døgnet, og viser at fisk som ikke fikk tilleggslys oftest fikk en økning i svømmeaktiviteten om natten. Lave temperaturer i slutten av vinteren ga redusert svømmeaktivitet. Overvåkningssystemet ble også brukt til automatisk appetittføring av kveitegrupper som gikk i merd. Det er da vertikalfordelingen til fisken som styrer fôringen. Fisken blir fôret så lenge den går opp fra bunnen for å ta fôr. Når den blir mett, vil fisken legge seg på bunnen, og fôringen stoppes. Ulike former for automatisk appetittføring av kveite er spesielt nyttig når det er dårlig sikt i vannet, fordi det da er vanskelig å fôre fisken riktig på annen måte.

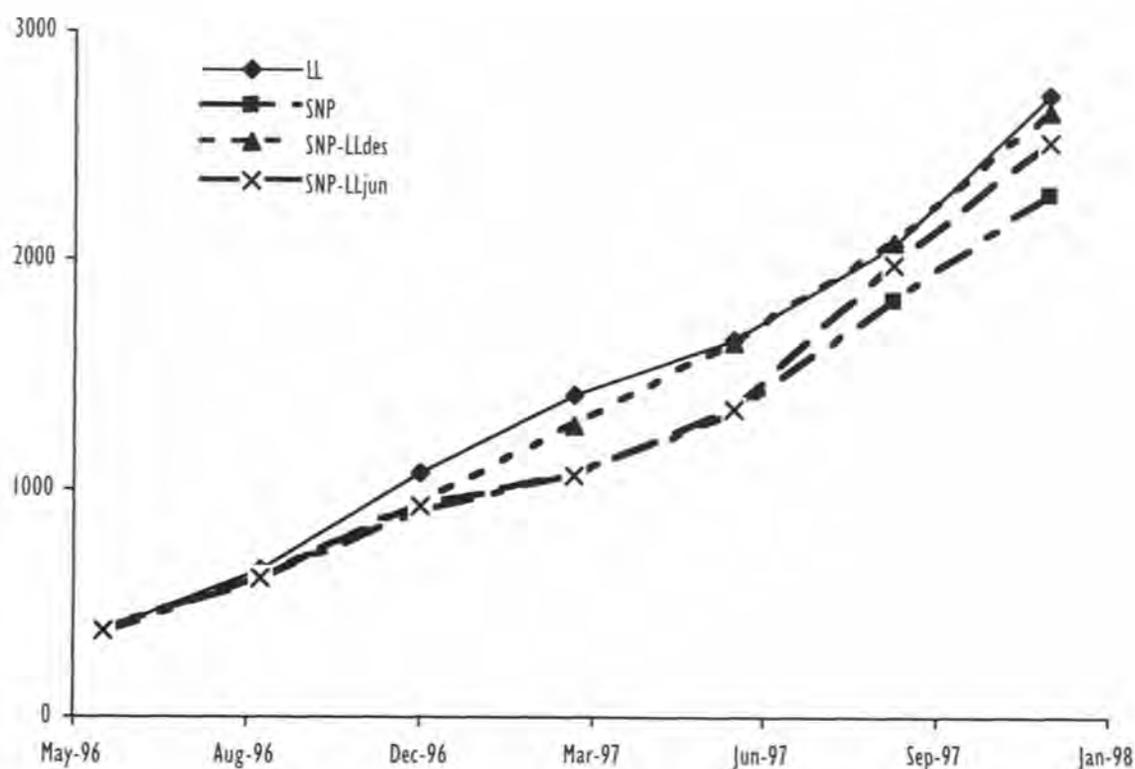
Effekt av lys på vekst og kjønnsmodning i kveite

Kontinuerlig lys har vekstfremmende effekt på kveite. Forsøk hvor en studerer effekten av overføring fra simulert naturlig lysperiode til kontinuerlig lys til ulik tid på året, viser at overføring til kontinuerlig lys gir økt vekst i vinterhalvåret, uansett om overføringen skjer midtvinters eller midtsommers. Overføring fra kontinuerlig lys til simulert naturlig lysperiode gir en vekststagnasjon i tilsvarende periode (figur 3.2). Imidlertid er det registrert et høyt innslag av kjønnsmoden hannfisk, særlig i gruppen som ble overført til kontinuerlig lys midtvinters. Forsøket er ennå ikke avsluttet, og data er ikke bearbeidet statistisk. Det er likevel grunn til å anta at kontinuerlig lys, i tillegg til å virke vekstfremmende i visse perioder, også kan bidra til en framskyndet kjønnsmodningsprosess, særlig i hannfisk. Dette er dokumentert hos andre arter som atlantisk laks og havabbor.

Kjønnsbestemmelse av kveite

Kveite viser tydelige kjønnsforskjeller i vekst og alder ved første kjønnsmodning. Hunnfisk vokser raskere og blir senere kjønnsmoden. Det kan derfor være ønskelig å kjønns-sortere ungfisk, noe som gjør det viktig å kunne kjønnsbestemme kveite på et tidlig stadium, og å finne effektive

og enkle metoder for dette. Det er i 1997 videreutviklet en ultralydmetode for å kjønnsbestemme kveite. Ved bruk av denne metoden er det mulig å skille hunn- og hannfisk ved en alder av ett til ett og et halvt år, og en vekt på 500 gram eller mindre. Dette gir muligheter for driftsoptimalisering med hensyn til fiskens kjønn.



Figur 3.2:

Effekt av lys på vekst hos kveite. LL: 24 timer lys fra juni 1996. SNP: simulert naturlig fotoperiode. SNP-LLdes: simulert naturlig fotoperiode fra juni 1996, overført til 24 timer lys desember 1996. SNP-LLjun: simulert naturlig fotoperiode fra juni 1996, overført til 24 timer lys juni 1997.

Effects of light on growth rate of halibut. LL: 24 hours light from June 1996. SNP: simulated natural photo period. SNP-LLdes: simulated natural photo period from June 1996, transferred to 24 hours light in December 1996. SNP-LLjun: simulated natural photo period from June 1996, transferred to 24 hours light in June 1997.

Nye arter - nye problemer! Utviklingen av kveite som oppdrettsart vil uvegerlig føre til at "nye" sykdomsproblemer må løses. Høy vertstetthet i akvakultur, og vår ennå mangelfulle kjennskap til kveitas miljø- og ernæringskrav, fører til at sykdomsfremkallende mikroorganismer og parasitter kan få gode vilkår. Et omfattende forskningsarbeid for å løse de viktigste sykdomsproblemene vil derfor være en helt nødvendig del av utviklingen av kveiteoppdrett.

Både virus og bakterier har vist seg å skape problemer i kveiteoppdrett, og kan være årsak til høy dødelighet. Forskningen på sykdom på kveite er fokusert på de mest kritiske faktorene, og særlig står arbeidet med sykdommen VER (viral encefalopati og retinopati) sentralt. Det er videre avgjørende å utvikle gode sykdomsforebyggende rutiner. Siden farmakokinetikk og behandlingseffektivitet i høy grad varierer mellom ulike fiskearter, er det nødvendig å etablere fornuftige terapeutiske prosedyrer for kveite. Særlig på tidlige livsstadier, som ikke kan vaksineres, vil slike prosedyrer være viktige.

VER

VER er blitt en vanlig sykdom hos kveite og er årlig påvist siden 1994. Sykdommen angriper særlig larver og yngel, og kan medføre betydelige tap. Nodaviruset som forårsaker sykdommen dreper fisken ved å angripe nervevev i øyets netthinne, i hjernen og i ryggmargen. Denne virusstypen er svært stabil, og kan beholde sin infektivitet i saltvann og i miljøet for øvrig over lang tid. Videre utvikling av kveiteoppdrett som næring er avhengig av en stabil og forutsigbar yngelproduksjon. Utvikling av systemer for yngelproduksjon med muligheter til å forebygge VER er trolig nødvendig for å nå dette målet.

Hos flere marine fiskearter er det kjent at stamfisk, uten å vise tegn til sykdom, kan være kroniske nodavirusbærere og virusutskillere. Rogn

og melke fra slik fisk inneholder ofte virus, og man regner med at smitte fra stamfisk via kjønnsprodukter er av stor betydning for forekomsten av sykdommen hos avkommet. Oppdrett basert på nodavirusfri stamfisk har vist lovende resultater, med lite sykdomsproblemer hos andre arter. Etablering av nodavirusfrie stamfiskbestander er muligens også en forutsetning for å kunne kontrollere VER hos kveite, og vi arbeider derfor med etablering av følsomme metoder som kan anvendes til å påvise smittet stamfisk.

Ved siden av tiltak rettet mot stamfisk, viser erfaring fra oppdrett av andre fiskearter også at eggdesinfeksjon med ozon og ozonbehandling av inntaksvann til yngel- og stamfiskanlegg reduserer risikoen for VER. Ved Havforskningsinstituttet er det derfor startet arbeid for å prøve ozon som desinfeksjonsmiddel under de forhold som råder i kveiteproduksjonen.

Anvendelse av vaksiner kan være en strategi for å redusere skadevirkningene av virus. Havforskningsinstituttet samarbeider med Intervet Norbio AS om utvikling av vaksiner og vaksinasjonsstrategier som et ledd i forebyggingen av blant annet nodavirusinfeksjoner.

Infeksiøs pankreasnekrose-virus hos kveiteyngel

Infeksiøs pankreasnekrose-virus (IPNV) er fortsatt et problem på kveite, og kan være forbundet med svært høy dødelighet i enkelte yngelanlegg. Smitteforsøk har dokumentert at viruset er årsak til dødelighet hos kveite, og at temperatur og størrelse på yngelen er avgjørende for overlevelsen. Undersøkelser av smittet yngel viste omfattende vevsskader i lever, nyre og tarm. I yngel fra anlegg med sykdomsutbrudd ble det også observert skader i vev fra pankreas (bukspyttkjertel). Studier av plommeseckklarver tyder på at viruset blir tatt opp i tarmen. Siden yngelen som blir angrepet er svært liten, er det neppe sannsynlig at vaksinasjon alene kan bru-

kes som forebyggende strategi. Andre strategier, som bruk av uspesifikke immunstimulanter og økt vekt på hygiene og sykdomsbegrensende logistikk i næringen, kan være mer egnet. Et doktorgradsarbeid om denne sykdommen på kveite ble slutført ved Havforskningsinstituttet i 1997.

Bakterielle sykdommer

Vibrio anguillarum, som forårsaker vibriose, er en vanlig årsak til dødelighet også på kveite i alle livsstadier, bortsett fra eggfasen. Særlig i kritiske faser som under startfôring og ved overgang til tørrfôr er yngelen relativt utsatt for denne bakterien. Det arbeides med å utvikle vaksinasjonsstrategier for startfôrings- og tilvenningsfasen basert på kommersielle vaksiner mot vibriose. Siden det ikke foreligger seriøse alternativer til bruk av levendefôr under startfôringen, er det et mål å bruke saltkreps (*Artemia* sp.) med bioenkapsulert vaksine i disse prosedyrene. I tillegg søker man å etablere mest mulig optimaliserte prosedyrer for terapeutisk antibakteriell behandling, spesielt tilpasset kveite. Probiotika-prinsippet, der bakterier som lever i naturlig og gjensidig gunstig samliv med kveite blir dyrket opp og tilsettes via fôrorganismene, er også et interessant konsept for forebygging av sykdom.

Andre bakterier kan også forårsake sykdom hos kveite. Atypisk furunkulose, som skyldes bakterier som likner furunkulosebakterien *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* er påvist hos kveite. Det har imidlertid ikke lyktes å frambringe dødelighet i smitteforsøk, og en foreløpig konklusjon kan være at denne bakterien ikke er primær årsak til dødeligheten. Interessant nok er den typiske furunkulosebakterien ikke påvist hos kveite, og smitteforsøk tyder på at slike bakterier ikke er i stand til å forårsake dødelighet hos kveite. Kaldtvannsvibriosebakterien *Vibrio salmonicida* er påvist hos kveite, og kan være forbundet med dødelighet, om enn ikke i samme grad som *Vibrio anguillarum*. *Flexibacter ovolyticus*, som angriper egg og larver, kan sansynligvis bekjempes effektivt ved overflatedesinfeksjon av egg og god hygiene i klekkerier.

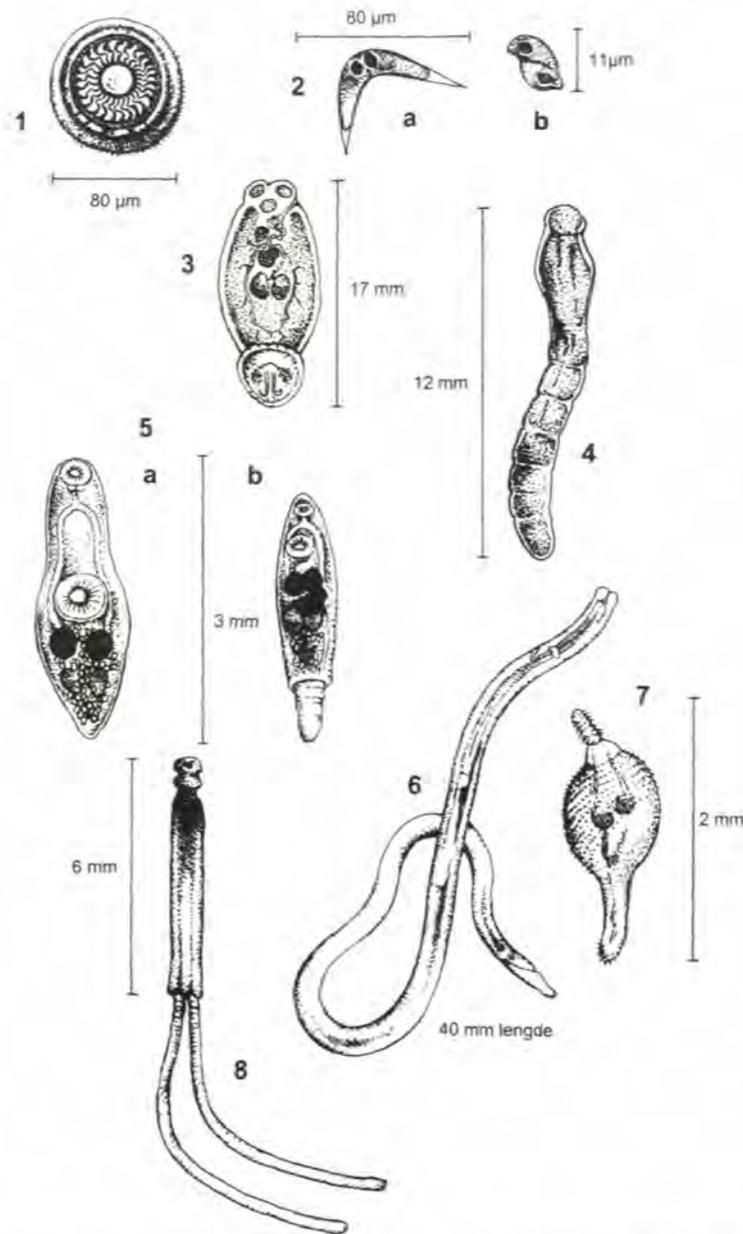
Parasittproblemer

Ulike parasitter vil, i likhet med bakterier og virus, potensielt kunne føre til sykdom hos marine oppdrettsfisk. En rekke forskjellige parasitter er funnet hos vill kveite, og flere av disse har allerede vist seg å ha en helsemessig betydning for oppdrettet kveiteyngel. Hvilken rolle parasittinfeksjoner vil spille for større kveite (matfisk) i framtiden er ennå usikkert, men det finnes flere parasittarter som vil kunne forårsake problemer på oppdrettet fisk. Den kunnskapen vi har om dette, er fra de siste årenes oppdrett av kveiteyngel og studier av villfanget kveite langs Norskekysten.

Parasitter hos yngel

Kveiteyngel er meget utsatt for parasittinfeksjoner, og flere arter har forårsaket sykdom og dødelighet i oppdrettsanlegg. Encellede parasitter (protozoer) er ofte årsak til problemer hos oppdrettsfisk, deriblant kveite. Forskere i Bergen har blant annet påvist infeksjoner med microsporidier i slektene *Pleistophora* og *Enterocytozoon* i enkelte oppdrettsanlegg for kveite. Parasittene forårsaket sykdomsproblemer, og ble antatt å være dødelige. Problemer oppsto også i et anlegg der yngelen var sterkt infisert med ciliaten *Trichodina hippoglossi*. Det ble anslått at yngelen (på 1-3 gram) var infisert med opptil 1000 individer. Parasitter i slekten *Trichodina* har en direkte livssyklus, og sprer seg svært lett i oppdrettsanlegg der fisken går tett. Ingen av de nevnte protozoene er foreløpig rapportert fra villfisk.

Kveiteyngel som føres med naturlig plankton kan også lett bli infisert med ulike arter av innvollsmark som har hoppekreps som mellomvert. Kveiteyngel fra et anlegg med økt dødelighet ble undersøkt ved Veterinærinstituttet i Oslo sommeren 1997. Yngelen, som var på størrelse med en femkrone, var infisert med fire ulike tarmparasitter: to ikter (*Derogenes varicus* og *Hemirurus* sp.), en bendelmark (*Bothriocephalus scorpii*) og en rundmark (*Hysterothylacium aduncum*). Disse artene bruker hoppekreps som mellomverter i livssyklusene. Bortsett fra *B. scorpii*, er alle disse artene meget vanlige i vill-



Figur 3.3:

Noen parasitter som er funnet i kveite i Norge. 1: Ciliaten *Trichodina hippoglossi* som lever på huden (etter Frank Nilsen 1995). 2: Sporer fra myxosporidier. a: *Ceratomyxa drepanopsetta* og b: *Myxidium* sp, begge funnet i galleblære. Etter fotos av Tor Atle Mo. 3: Haptormarken *Entobdella hippoglossi* fra hud. Etter tegning av Thomas A. Schram. 4: Bendelmarken *Bothriocephalus scorpii*, ungt individ, funnet i mage. Etter foto av Chris Appleby. 5: Iktene a: *Derogenes varicus* og b: *Hemiurus communis* fra mage. Etter fotos av C. Appleby. 6: Rundmarken *Hysterothylacium aduncum*. 7: Krasseren *Corynosoma strumosum*. Etter Bykovskaya - Pavlovskaya (1962). 8: Krepsdyret *Hatschekia hippoglossi* fra gjelle. Hunn med eggstrenger. Etter foto av C. Appleby.

Some parasites found in halibut in Norway. 1: Ciliate Trichodina hippoglossi living on the skin (after Frank Nilsen 1995). 2: Spores from myxosporidies. a: Ceratomyxa drepanopsetta and b: Myxidium sp, both found in the gall bladder. After photos by Tor Atle Mo. 3: The haptor worm Entobdella hippoglossi from skin. After a drawing by Thomas A. Schram. 4: The tapeworm Bothriocephalus scorpii, young individual, found in the stomach. After photo by Chris Appleby. 5: The flukes a: Derogenes varicus and b: Hemiurus communis from stomach. After photos by Chris Appleby. 6: The roundworm Hysterothylacium aduncum. 7: Corynosoma strumosum. After Bykovskaya - Pavlovskaya (1962). 8: The crawfish Hatschekia hippoglossi from gill. Female with egg strings. After photo by Chris Appleby.

fanget kveite, og er ufarlige for større fisk. Hos små kveiteyngel på knapt ett gram vil imidlertid noen få individer av disse parasittene kunne forårsake sykdom. Systematiske undersøkelser foretatt av forskere i Bergen viste også at slike tarmparasitter var årsaken til forhøyet dødelighet hos kveiteyngel som var blitt foret med naturlig plankton. Hos de fiskene der innslaget av kunstig klekket fôr (*Artemia*) var høyere, var dødeligheten også lavere. Disse resultatene viser klart at dersom man vil forhindre at yngelen blir infisert med tarmparasitter, bør man unngå fôring med naturlig plankton.

Parasitter hos voksen kveite

Problemene forårsaket av parasitter på større kveiter i oppdrett har så langt vært små. Det er imidlertid grunn til å anta at disse vil øke etter hvert som omfanget av oppdrett av kveite til konsum øker. Hvilke parasitter som vil kunne

tenkes å utgjøre et problem, er imidlertid avhengig av om framtidig matfiskoppdrett av kveite vil foregå i sjøen (for eksempel i poller, avstengte sund eller merder), eller om man velger landbaserte oppdrettsanlegg. Bruk av landbaserte anlegg vil sannsynligvis kunne eliminere en del parasitter, særlig hvis inntaksvannet filtreres.

Sykdomsproblemer har oppstått hos stamfisk i forbindelse med masseinfeksjon av haptormarken *Entobdella hippoglossi* (figur 3.3). Denne marken, som kan bli opptil to centimeter lang, har en såkalt direkte livssyklus, og lever av slim og epitel hos verten. Den er vanlig på villfanget kveite over store deler av landet.

Kunnskapen om forekomsten av parasitter hos kveite langs norskekysten er begrenset, og det har ikke tidligere vært foretatt undersøkelser som beskriver den totale parasittfaunaen hos villfisk. Ved Veterinærinstituttet i Oslo ble det høsten

Tabell 3.2: Parasitter funnet på villfanget kveite på Sørlandet. (m) = metacercarier; (l) = larver.
Parasites found on wild caught halibut on Sørlandet.

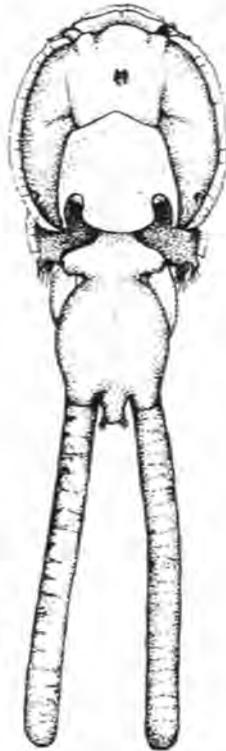
PARASITT	ANT. INFISERT	MAKS. INTENSITET	ORGAN
MYXOSPORIDIER			
<i>drepanopsetta</i>	7	?	galleblære
<i>Ceratomyxa</i>			
<i>Myxidium</i> sp.	2	?	galleblære
IKTER			
<i>Cryptocotyle lingua</i> (m)	4	?	hud, finner
<i>Derogenes varicus</i>	7	20	mage
<i>Otodistomum veliporum</i> (m)	4	200	magevegg
<i>Hemiurus communis</i>	2	165	mage
<i>Stephanostomum baccatum</i>	1	1	rektum
RUNDMARK			
<i>Anisakis simplex</i> (l)	6	?	bukhule, mesenterier
<i>Hysterothylacium aduncum</i> (l)	1	1	mesenterier
KRASSERE			
<i>Corynosoma strumosum</i> (l)	3	10	mesenterier
KREPSDYR			
<i>Hatschekia hippoglossi</i>	3	7	gjellefilamenter
<i>Lepeophtheirus hippoglossi</i>	2	11	hud, øyne

1996 og vinteren 1997 undersøkt syv villfangede kveiter (0,3 - 16,5 kilo), fanget på strekningen mellom Arendal og Larvik. Fiskene ble tatt på garn og fraktet på is til Oslo. To av dem ble imidlertid oppbevart levende helt fram til undersøkelsen. Hensikten med denne innledende undersøkelsen var å finne ut hvilke parasittarter vi kan forvente på oppdrettet kveite i Sør-Norge. Resultatene er oppsummert i tabell 3.2.

Bortsett fra krepsdyrene, er alle artene i tabell 3.2 avhengige av en eller flere mellomverter for å gjennomføre sin livssyklus (kveite er selv mellomvert for de artene som opptrer som metacercarier eller larver). Kveite som oppdrettes i sjøen vil kunne infiseres med disse artene siden mellomverte finnes i miljøet. Artene som ble funnet i denne undersøkelsen vil sannsynligvis ikke utgjøre noe alvorlig problem på større kveite, selv om masseinfeksjon med myxosporidier har forårsaket patologiske forandringer i galleblæren hos marin fisk.

Undersøkelsen avdekket imidlertid at enkelte individer som var infisert med metacercarier av *Cryptocotyle lingua* (som forårsaker svartprikk-syke hos en rekke marine arter på grunt vann) hadde redusert kjøttkvalitet, idet mange larver hadde gjennomboret huden og forårsaket misfarging av kjøttet. En del av kjøttet måtte skjæres bort før fisken var egnet til konsum.

I alt fire arter parasittiske krepsdyr (copepoder) er funnet på kveite fanget i naturen. To av disse er kjent fra villfanget kveite i Norge (tabell 3.2), og begge har en direkte livssyklus. Kjønnsmodne hunner av *Hatschekia hippoglossi* (figur 3.3) kan bli flere centimeter lange (inkludert eggsekker), mens hannene bare er et par millimeter. Den sitter festet til gjellefilamentene, og lever blant annet av blod. *H. hippoglossi* kan tenkes å forårsake problemer på oppdrettsfisk, men livssyklus og biologien til denne arten er for dårlig kjent til at vi kan si noe sikkert om hvor sykdomsfremkallende den er. Den såkalte kveite-



Figur 3.4:

Kveitelus, *Lepeophtheirus hippoglossi*, hunn med eggstrenger. Full lengde medregnet eggstrenger er omlag 2 centimeter. Etter Kabata.

Halibut lice, female with eggstrings. Full length including egg string is about two centimeters. After Kabata.

lusa, *Lepeophtheirus hippoglossi* (figur 3.4) er en nær slektning av lakselus (*L. salmonis*), og har en lignende livssyklus. Lakselusa er oppdretts-næringens alvorligste parasitt, og forårsaker store økonomiske tap hvert år. Hvis matfiskoppdrett av kveite i framtiden blir drevet slik lakseoppdrett gjøres i dag, vil kveitelusa absolutt være en parasitt som kan forårsake alvorlige problemer, og som vi bør holde et øye med.

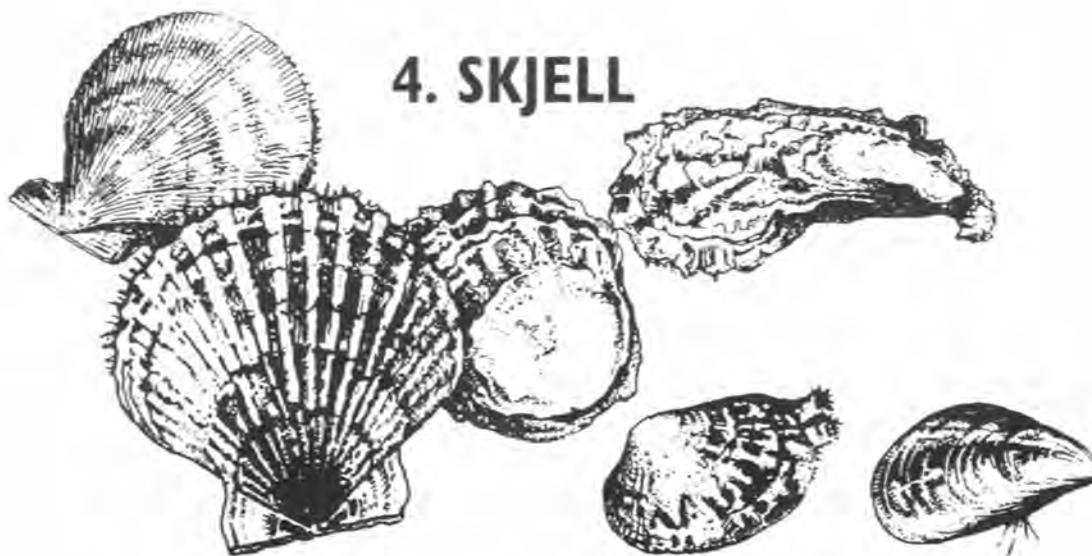
Forvaltningsmessige aspekter

For å minimalisere sykdomsproblemer er det viktig å få etablert krav til forebygging og behandling. Økt kunnskap om smittestatus og overføring av sykdommer og parasitter i ulike bestander, vil gi muligheter til å begrense smittespredning. Det er for eksempel avgjørende å kartlegge smitteveier for de viktigste sykdom-

mene, slik at funksjonelle smittebarrierer kan etableres. For andre oppdrettsarter der for eksempel virussykdommen VER er et problem, arbeides det med etablering av nodavirus-frie stamfiskbestander, men det er ennå for tidlig å si om dette er en fornuftig vei å gå med kveita. Det er imidlertid av stor betydning at vi kartlegger utbredelsen av viruset i Norge og smitteveiene hos kveite.

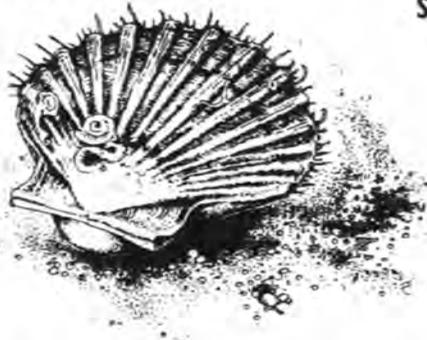
Samlokalisering av merdoppdrett av kveite og laks, medfører en mulig risiko for overføring av smitte mellom artene. Det er dokumentert at to viktige laksesykdommer, ILA og furunkulose, neppe smitter kveite, slik at det trolig ikke er grunn til å frykte disse sykdommene hos kveite i oppdrett. Risiko for spredning av resistensgener mellom sykdomsframkallende bakterier assosiert mellom de to artene utgjør en annen risikofaktor som må overvåkes nøye, og det er derfor spesielle restriksjoner på behandling av fisk i slike anlegg.

4. SKJELL



Kamskjellprosjektet

Gunnar Eiken, Hordaland fylkeskommune og
Stein Mortensen, Havforskningsinstituttet



I skjæringspunktet mellom forskning og næringsutvikling

Forskningen på skjell er konsentrert om produksjon av stort kamskjell, *Pecten maximus*. Forsknings- og utviklingsarbeidet er samlet i det nasjonale "Kamskjellprosjektet", som nå fungerer som en "paraply" for det aller meste av FoU-aktiviteten på skjell i Norge. Dette ble presentert i fjorårets Havbruksrapport. Siden Kamskjellprosjektet startet i 1994, har det gradvis vokst fra å være et *prosjekt* til å bli et "FoU-program".

I 1998 vil Kamskjellprosjektet ha 15 - 20 delprosjekter. Kamskjellprosjektet er i prinsippet todelt - med en forskningsdel og en bedriftsutviklingsdel. En tett kobling mellom disse sik-

rer at prosjektet reelt fungerer som et næringsutviklingsprosjekt. Havforskningsinstituttets skjellprosjekt inngår som den sentrale delen av forskningsinnsatsen, men det arbeides aktivt for å trekke inn andre kompetansemiljøer og -personer både i inn- og utland på prioriterte FoU-oppgaver.

I tillegg til ca 60 bedrifter er følgende institusjoner nå engasjert i Kamskjellprosjektet;

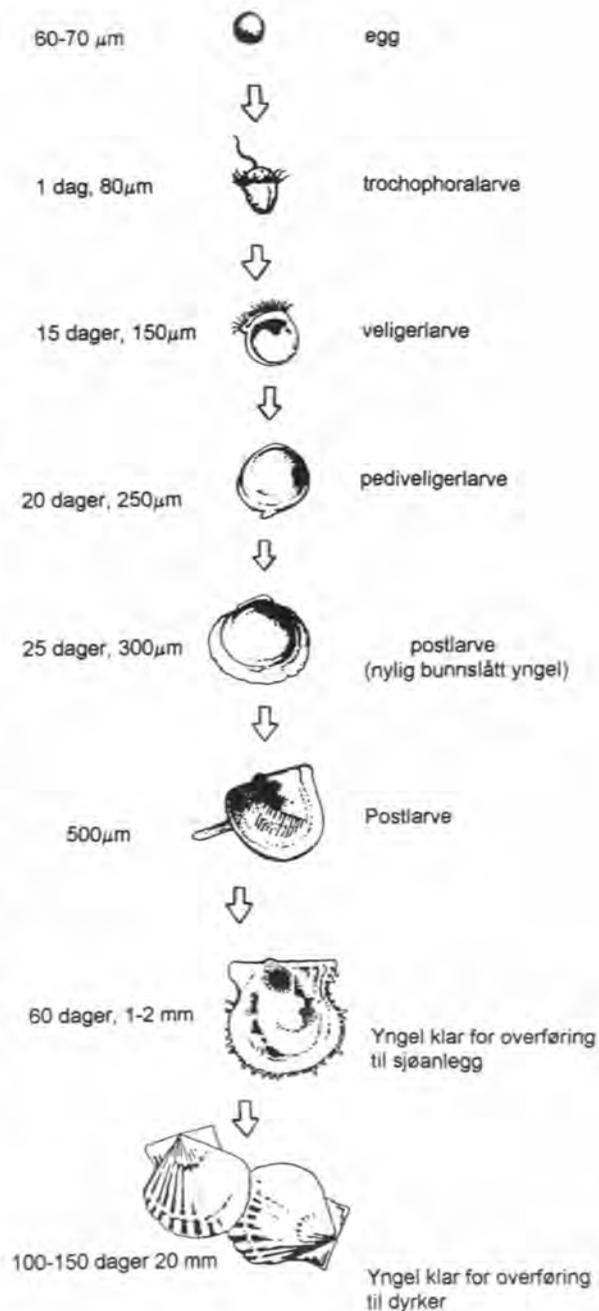
- * Havforskningsinstituttet
- * Universitetet i Bergen
- * Norges Tekniske naturvitenskaplige Universitet
- * Allforsk
- * Veterinærinstituttet i Bergen
- * Norges Handelshøyskole
- * Stiftelsen for Samfunns- og Næringslivs

- forskning
- * 6 fylkeskommuner
- * NFR
- * Fiskeridepartementet
- * Landbruksbanken
- * SND / NUMARIO

Som det vil fremgå av de neste kapitlene, har det vært sentralt å sikre prosjektaktivitet gjennom hele produksjonslinjen for stort kamskjell: fra klekkeriproduserte larver, yngel i vekst-anlegg, små skjell i mellomkultur og til skjell i bunnkultur.

Det er de siste produksjonssesongene satt særlig fokus på å oppnå en stabil, reproducerbar yngelproduksjon. Prosjektaktiviteten rettet mot å oppnå kontroll med, og optimalisering av, kritiske punkter i produksjonslinjen. Deler av denne aktiviteten utføres i full industriell skala i et NUMARIO-støttet prosjektsamarbeid med blant andre kamskjellklekkeriet Scalpro as. Etter som yngelproduksjonen økes, er det imidlertid avgjørende at skjellene også kan dyrkes videre frem til konsumstørrelse, med høy overlevelse og tilfredsstillende vekst. Det arbeides derfor med utprøving av ulike utstyrstyper og lokaliteter i mellomkulturfasen, samt med utvikling av en hensiktsmessig strategi for utsetting og videre-dyrking av skjell frem til konsumstørrelse på bunn.

I den utviklingsfasen skjellprosjektet er inne i, er det helt sentralt å få best mulig kontroll med tapsbringende faktorer i ulike faser av produksjonen. Erfaringer fra både prøvedyrking og eksperimentelt arbeid gir gradvis kunnskap som kan brukes for å sikre kamskjellproduksjon under optimale miljøbetingelser. I tillegg følges skjellenes helsesituasjon opp gjennom studier og kontroll av bakterielle problemer i larve- og tidlig yngelfase, samt observasjon og prøvetaking av mellomstore skjell og stamskjell fra bestander som benyttes i klekkeriet. Her har forskningsprosjektene et tett samarbeid med veterinærmiljøene. Problemene knyttet til rovdyr (i særlig grad taskekrabbe) på utsettingsfeltene for kamskjell har fått høy prioritet i bunnkulturprosjektene.



Figur 4.1: De første fasene i kamskjellets liv - fra egg til yngel.
The first steps in the scallop life cycle- from egg to spat.

Kamskjellprosjektet fokuserer også på en rekke forvaltningsmessige forhold som tilgang på gode lokaliteter, interessekonflikter mellom dyrkings- og verneareal, konsesjonslovgivning og bestandsstudier og -vurderinger.

Etter hvert som produksjonen øker, er det viktig å generere og spre kunnskap om skjellene etter

at de er høstet - som matvareprodukter, med sine muligheter og begrensninger. Dette er et felt som etter vår oppfatning har hatt faretruende lav prioritet i Norge. Det mangler fremdeles viktig kunnskap om råvarer, råvarebehandling og produkter, både hos næringen og hos forbrukerne, og det er ikke definert hensiktsmessige krav og graderinger av produktkvalitet. Vi forsøker nå å bedre dette ved å knytte et konkret prosjektsamarbeid mellom Kamskjellprosjektet, Eksportutvalget for fisk, Norconserv og bedrifter som produserer kamskjell, blåskjell og østers.

Det er lagt stor vekt på at den samlede kunnskapsbasen i Kamskjellprosjektet skal brukes i rådgivnings- og forvaltningsøyemed. Kunnskapsutvikling og -formidling på ulike nivå står sentralt, og det legges vekt på at kunnskap og erfaringer skal tilflyte hele skjellnæringen. Derfor har prosjektet engasjert seg i en rekke opplæringstiltak, fra kurs om skjelldyrking i regi av regionale ressursentra via hovedfagsoppgaver på høyskole- og universitetsnivå til doktorgradstipendiater. Dette bidrar til å fokusere på en rekke interessante og viktige problemstillinger, samtidig som det trekker en rekke høyere læresteder

med i arbeidet med å utvikle skjellnæringen.

At den kommende skjellnæringen i Norge begynner å bli interessant for mer enn "spesielt interesserte", går tydelig fram av aktørene som nå er i ferd med å engasjere seg. Flere av de sentrale investormiljøene i Norge er i ferd med å skaffe seg posisjoner i næringen, og flere av de største lakseeksportørene signaliserer at de er villige til og interesserte i å bruke sine kontaktnett for eksport av norske skjell.

Vi nærmer oss forhåpentligvis gradvis det punktet da næringen selv er i ferd med å overta styringen av næringsutviklingen, noe vi har arbeidet hardt for siden Kamskjellprosjektet ble etablert i 1994. Men mer enn noen gang er det viktig at aktørene kan samle seg om en felles målsetning, at aktivitetene blir koordinert slik at det ikke blir utført dobbeltarbeid i forskjellige miljøer. Kunnskapen som blir utviklet må fritt kunne tilflyter alle som vil være med på å bygge opp en norsk skjellnæring. Koordinering av aktivitetene er et ansvar som tilligger de bevilgende myndigheter når de skal fordele knappe FoU-midler til en pågående skjellnæring.

Yngelproduksjon av kamskjell

Øivind Bergh,
Havforskningsinstituttet

I Kamskjellprosjektet har vi valgt å legge stor vekt på utviklingen av en mest mulig pålitelig og effektiv produksjonslinje for yngel. Ikke minst har erfaringene fra kveiteoppdrett klart tilsagt at forutsigbarhet og kvantitet i yngelproduksjonen er kritisk for utviklingen av en næring. En konsekvens av denne strategien har vært en fokusering av forskningsinnsatsen rundt det mest kritiske problemområdet i yngelproduksjonen: dødelighet i larve- og yngelfasene.

Første fase - i klekkeri

I likhet med mange andre marine arter, er yngelproduksjon av kamskjell kjennetegnet av høy

dødelighet. Dette er gjerne typisk for arter som produserer mange avkom per foreldreindivid. I Norge finnes foreløpig bare ett kamskjellklekkeri, og dødeligheten der har i perioder vært uakseptabelt høy. Ved eksperimentell tilsetning av antibiotika til noen av tankene, og sammenlikning med ubehandlede larvegrupper, har vi fastslått at overlevelsen er høyest i grupper med antibiotikatilsetning. Larvegruppene som fikk tilsatt antibiotika har også hatt en lavere variasjon i dødeligheten enn de ubehandlede kontrollgruppene. Dette viser at redusert aktivitet og mengde av enkelte bakterier i larvetankene gir økt overlevelse hos kamskjellarvene.



Figur 4.2: Omlag tre måneder gammel, 4 mm, kamskjellyngel. Den har nå fått øyne, de røde "prykkene" langs skallkanten, og den begynner å få form som et voksent kamskjell. Foto: Arne Duinker.
Scallop juvenile about three months old (4 mm). It has now developed eyes, the red "spots" along the shell margin, and it is beginning to take the shape of an adult scallop. Photo: Arne Duinker.

Neste skritt blir da å identifisere problembakteriene og kontrollere dem uten bruk av antibiotika. Vi er derfor på jakt etter sykdomsfremkallende bakterier assosiert med egg og larver av kamskjell, og arbeider med å isolere og karakterisere bakterier som er knyttet til disse organismene. Da vil vi kunne følge deres vei gjennom produksjonssystemene. Kamskjellarver blir føret med store mengder alger. Disse algene dyrkes i storskalakulturer, og det er ikke umulig at noen av disse algekulturene også produserer problembakterier.

Resultatet av bruk av antibakterielle midler har vært ganske dramatisk, og kamskjellklekkeriet Scalopro AS kunne i 1997 vise til et godt produksjonsresultat. Året før kollapset mesteparten av produksjonen, og de bakterielle problemene var sannsynligvis den viktigste årsaken.

Viderevekst av to millimeter stor yngel

Yngel større enn to millimeter har tradisjonelt vært satt ut i kurver i sjøen. I tillegg til dette har

det gjennom flere år pågått et arbeid med bruk av poller til produksjon av føralger til et vekst-anlegg, der yngelen står fra den har omlag to millimeter skallstørrelse opp til den er to-tre centimeter. Dette konseptet har vist seg å kunne fungere bra, men det har en vesentlig ulempe: det er avhengig av været. Trass i omfattende overvåkingsprogrammer klarte vi ikke å hindre dødelighet i de yngelgruppene som ble satt i pollen i 1997. Oppblomstring av store mengder av en borende børstemark skapte store problemer. Marken danner et rørhylster utenpå skallet til skjellyngelen (figur: 4.3). Liten skjellyngel tåler ikke skadene marken forårsaker, og dør. Også risikoen for oppblomstring av giftige alger er et argument mot pollkonseptet.

Det vil derfor være ønskelig å etablere et vekst-anlegg som kan gi yngelen bedre beskyttelse, og hvor algeproduksjonen kan foregå under mer kontrollerte forhold. Et forsøksanlegg ble drevet i 1997, og ga lovende resultater. Anlegget vil forhåpentligvis kunne prøves i større skala i 1998.

Til tross for problemene i pollsystemet, ble produksjonssesongen for kamskjellyngel i 1997 likevel vel berget av yngelgruppene som ble satt

i sjøen, og yngelen ble senhøstes fordelt i en rekke mellomkulturanlegg langs kysten. Årsproduksjonen var på omlag 1.9 millioner yngel til salgbar størrelse.



Figur 4.3: Yngel av kamskjell med brune slimhylstre med børstemark. Et problem i vekstanlegget i 1997.
Scallop spat with tubes of tubedwelling bristle worms. A problem in the scallop nursery in 1997. Photo: S.M.

Dyrking av kamskjell

Øivind Strand,
Havforskningsinstituttet

Dyrking av stort kamskjell fra yngel frem til matskjell skjer i sjøen, hvor skjellene vokser uten kunstig fôring. Mikroskopiske partikler som naturlig finnes i vannet utgjør skjellenes føde, og består hovedsakelig av planteplankton og døde organiske partikler.

I kamskjelldyrkingen ønsker vi å maksimere skjellenes produksjon, overlevelse og vekst, gjennom ulike tiltak. Eksempler på slike tiltak er å gjøre skjellene tilgjengelige slik at dyrkeren på en kontrollert måte kan røkte og til slutt høste

dem, holde skjellene på det dypet og på lokaliteter som har gunstige miljøbetingelser for høy produksjon, og å hindre at rovdyr får tak i skjellene. Taskekrabbe (*Cancer pagurus*) og sjøstjerne (*Asterias rubens*) er de viktigste rovdyrene (predatorene) på kamskjell.

Kamskjellyngelen leveres fra klekkeri til dyrkere i perioden fra august til oktober, når den er 15-20 millimeter stor. Skjellene er da fra seks til ni måneder gamle, og dyrkingstiden frem til matskjell er tre til fire år. Hittil har dyrkingen vært

delt i to faser. Det første året i mellomkultur beskyttes skjellene mot rovdyr ved å holde dem i nett eller kasser hengende fra bøyestrek. I bunnkultur skal kamskjellene være store nok til å klare seg mot rovdyr fritt på bunnen. Denne modellen er i stor grad basert på erfaringer som er gjort i andre land. Etter som vi nå har fått økt kunnskap fra utsetninger i Norge, vil utstyr, metoder og strategier utvikles for dyrking av kamskjell tilpasset våre forhold.

Prøvedyrking i mellomkultur

Vi har siden 1994 gjennomført prøvedyrking i samarbeid med dyrkere langs kysten av Vestlandet og i Trøndelagsfylkene. Antallet deltakere i prøvedyrkingen har stadig økt, og i 1997 deltok 28 dyrkere (figur 4.4). Hensikten har primært vært å gi dyrkerne praktisk erfaring med kamskjell og en vurdering av lokalitetenes egnethet for kamskjellproduksjon. Det er bygget et nettverk med regionale kompetansemiljø, og i flere av disse er det dannet organiseringer for å fremme utviklingen av skjell dyrking. Data fra denne prøvedyrking på et stort antall lokaliteter langs kysten gir oss også en unik mulighet for å kunne klarlegge forhold mellom dyrkingsbetingelser og produksjon av kamskjell i mellomkulturfasen. Dette forutsetter imidlertid et nært samarbeid mellom dyrker og forsker, og et grundig arbeid med innsamling av data. Dette prosjektet kan gi økt basiskunnskap om miljøfaktorerens betydning for vekst hos kamskjell og viktig kunnskap om kriterier for lokalisering av dyrkingsanlegg.

Prøvedyrkingen 1996 viste at lave temperaturer (under 4° C) om vinteren ga høy dødelighet på kamskjell dyrket på 8 og 15 meters dyp. Kamskjell dyrket på lokaliteter hvor minimumstemperatur var 4° C eller høyere, viste god overlevelse. Gjennomgang av eksisterende temperaturdata og resultatene fra prøvedyrkingen har vært grunnlag for vurderinger av kystområder i forhold til risikoen knyttet til lave temperaturer og dyrking av kamskjell i mellomkultur. På bakgrunn av resultatene, gjennomførte vi i 1997 forsøk for å undersøke kamskjellenes toleranse for lave temperaturer med hensyn på overlevelse og adferd. Resultater fra prøvedyrkingen tydet på

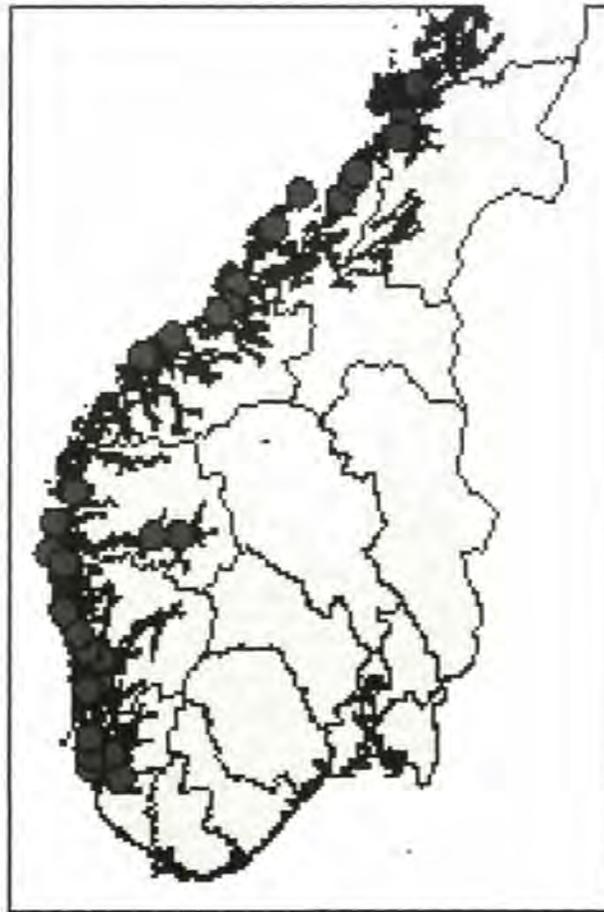
at skjell fra Trøndelag kunne ha høyere toleranse for lave temperaturer enn skjell fra Hordaland. Vi sammenlignet derfor skjell fra bestander i Vikna og Øygarden i forsøket. Det ble påvist en vesentlig endring i adferd og overlevelse ved sjøtemperaturer på 3° C og 2° C hos begge gruppene, men det ble ikke påvist signifikante forskjeller mellom skjell fra de to bestandene. Gjennom prøvedyrkingen og supplerende forsøk har vi nå fremskaffet viktig kunnskap om kamskjellenes miljøkrav med hensyn til toleranse for lave temperaturer.

Prøvedyrkingen og 1997 ga god overlevelse og vekst hos de fleste dyrkere som det har lyktes å innhente data fra. Vinteren var relativt mild, og på gode lokaliteter var skjellene 48-50 millimeter etter ett år i mellomkultur. Overlevelsen var over 95%.

Mellomkultur på bunn

Dyrking av kamskjell i hengende kultur i kasser eller nett er relativt kostnadskrevenende. Denne kostnaden øker kraftig med økende størrelse på skjellene, fordi store skjell krever mye plass. Generelt sett er mulighetene for lønnsom dyrking av kamskjell derfor antatt å være langt bedre ved utsetting på bunnen enn i hengende kultur, forutsatt at det oppnås tilstrekkelig god overlevelse.

Kamskjellenes størrelse når de blir satt ut er avgjørende for hvordan de klarer seg mot rovdyr, og vår erfaring viser at små utsett (det vil si i størrelsesorden 10 000 - 20 000 skjell) av fem centimeter store skjell på lokaliteter med forekomst av taskekrabber ikke gir høy nok overlevelse. I store utsett (i størrelsesorden 100 000 - 500 000 skjell) og/eller ved utsetting av større skjell (6-8 centimeter) kan det imidlertid forventes høy overlevelse. Vi mener det er realistisk å ha en målsetting om å oppnå 50% gjenfangst i fremtidig storskala bunnkulturer. Et alternativ er å øke graden av rovdyrkontroll, slik at man kan sette ut mindre skjell i små utsett. En strategi med utsett i relativt små enheter, men med effektiv kontroll, vil kunne gi en bedre utnyttelsesgrad av mulige dyrkingsområder, være mer smi-



Figur 4.4: Lokalteter i prøvedyrkingen 1996-1997.
Sites for experimental scallop intermediate grow-out in suspended culture, 1996-1997.

dig i forhold til arealbruk og forvaltning, og gi en større sikkerhet i produksjonen.

I arbeidet med å finne riktig strategi for utsetting av skjellene på bunn, har vi i samarbeid med bedriftene Taroskjell AS og Os Kamskjellproduksjon AS startet utvikling av utstyr for å skjerme kamskjell for rovdyr på bunnen. Det er utprøvd innhegninger av notmateriale, som står over skjellene på bunnen som et telt. For større skjell er bruk av gjerder, glatte aluminium/-stålplater, utprøvd for å hindre taskekrabbe tilkomst til skjellene. Det er påvist problemer med at taskekrabbe graver seg inn under gjerder eller notinnhegning. Det er derfor utviklet utstyr for nedgraving av gjerder, 20-30 centimeter ned i sedimentet. Gjerdene blir samtidig langt mer stabile ved drag i sjøen.

Forsøk er startet for å sammenligne produksjonsforhold for kamskjell dyrket på bunn med hensyn til utstyrstype, bunnforhold og strømforhold. Kostnadseffektivitet ved bruk av utstyr på bunn skal også vurderes. Forsøket vil først gi resultater i år.

Konklusjonen så langt er at gjerder kan gi en effektiv beskyttelse mot krabbe samtidig som det gjør det lettere å kontrollere andre rovdyr, som sjøstjerner. Bruk av utstyret kan dermed bli en aktuell dyrkingsteknikk for kamskjell allerede fra yngelstadiet. Siden deler av dette arbeidet med nedsetting og rigging av utstyret forutsetter spesielle undervannsoppgaver utført av godkjente operatører, må kostnader vurderes nøye. Det videre arbeidet vil forhåpentligvis gi oss de svar vi trenger for å kunne rådgi og bistå andre i å ta i bruk gjerder og innhegninger.

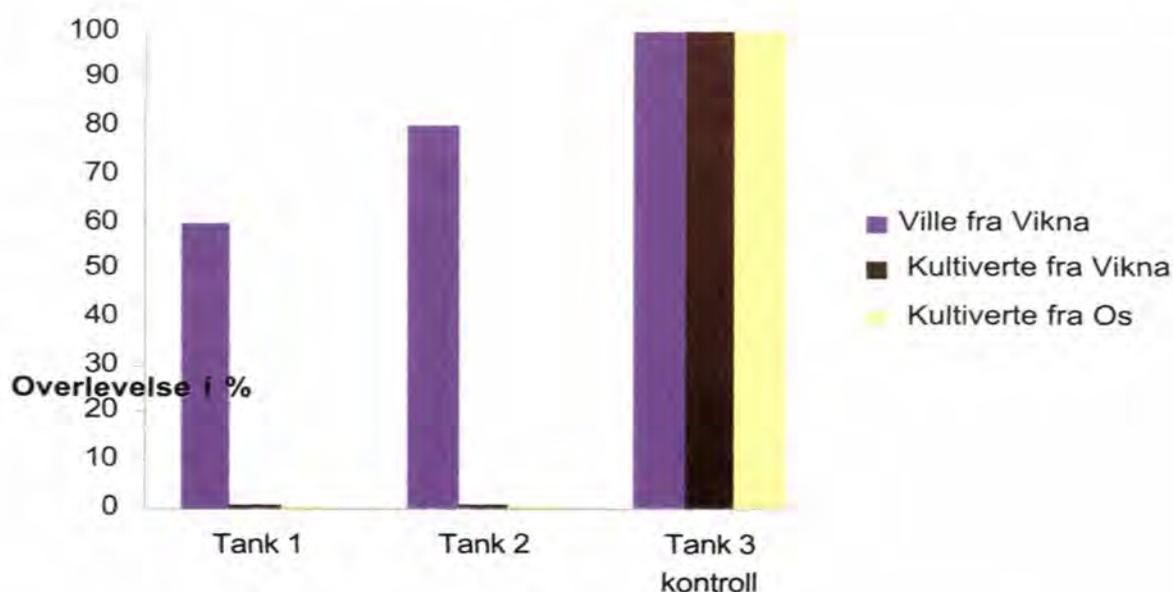
Utsetting av kamskjell

I arbeidet med å utvikle strategier for utsetting av kamskjell fritt på bunn, er det nødvendig å øke kunnskapen om kamskjellets miljøkrav og skjellenes forhold til viktige rovdyr. I 1997 ble det gjennomført en rekke forsøk på feltlokaliteter (Sør-Trøndelag og Hordaland) og i tanker på land (Parisvatnet, Øygarden) for å undersøke adferd, forhold til rovdyr og overlevelse hos kamskjell av ulike størrelse. Forsøkene viste at det er stor variasjon mellom lokaliteter og til ulike tider av året. Taskekrabbe spiser kamskjell etter å ha knust skallene, mens sjøstjerner spiser bløtdele uten å skade skallet. Skalldelene som ligger igjen på bunnen kan derved vise oss hvilket rovdyr som har spist skjellet. Kunnskap om interaksjoner mellom kamskjell og krabbe synes helt avgjørende for å finne fram til riktig strategi for utsettinger av kamskjell i bunnkultur i våre farvann.

I tanker (3 meter i diameter) med sediment i

bunn, er det utført forsøk for å studere hvordan og under hvilke betingelser taskekrabbe spiser kamskjell. Det er også gjort innledende forsøk for å sammenligne hvordan dyrkede og ville kamskjell klarer seg mot taskekrabbe. Forsøk i tanker viste at taskekrabbe klart foretrakk dyrkede kamskjell fremfor ville kamskjell av samme størrelse (50 millimeter skallhøyde) (figur 4.5). Pågående nye forsøk i tank og forsøk i felt med skjell festet til bunn støtter disse resultatene. I videreføringen av dette arbeidet vil blant annet skjellenes vekt og skallstyrke bli studert for å prøve å forklare taskekrabbens forkjærlighet for dyrkede kamskjell.

I forbindelse med bruken av gjerder på bunn har vi startet undersøkelser av forekomst og adferd hos taskekrabbe i områdene rundt innhegningene. Forsøk har vist at taskekrabbe ikke klarer å forsere gjerder som er høyere enn 30 centimeter. Taskekrabben er nattaktiv, og forekomsten av krabbe ved innhegningene er vesentlig høyere om natten enn om dagen. Merkeforsøk tyder



Figur 4.5: Overlevelse hos dyrkede og ville 5 centimeter store kamskjell holdt sammen med krabbe (tank 1 og tank 2) og uten krabbe (tank 3).
Survival of cultured and wild 5 cm scallops held in tanks with (tanks 1 and 2) and without (tank 3) edible crabs, cancer pagurus.

på at oppholdstid for krabbene ved utsettingsområdet er på under ett døgn.

Storskala-utsetting

I 1997 ble det satt ut 1,9 millioner kamskjell-
yngel i mellomkultur. Det er dermed utsikter for
å få gjennomført storskala-utsettinger i bunn-
kultur, inngjerdet eller fritt, i 1998 og 1999. En
stor utfordring i Kamskjellprosjektet har vært å
tilrettelegge for at prosjektaktiviteter i de ulike

faser, yngelproduksjon, mellomkultur og bunn-
kultur, er tilpasset fremdriften i kunnskapsnivå og
produksjon av kultiverte skjell. Forsknings- og
utviklingsarbeidet synes å være prisgitt progre-
sjonen i næringsutviklingen, og må kaste seg inn
i kampen om å få kjøpe yngel fra mellomkul-
turistene. Eller, kanskje det er kjøpers marked?
Kanskje skjellene dør? Hvem vil finansiere kjøp
av yngel som skal "kastes på sjøen"? Arbeidet i
skjæringspunktet mellom forskning og nærings-
utvikling er alltid like spennende.



Figur 4.6: Kamskjell til lunch?
Scallops for lunch?

Blåskjell



Peter Hovgaard,
Høgskulen i Sogn og Fjordane

I 1997 skjedde det mye positivt som kan tyde på en ny giv for blåskjellnæringen i Norge. Det har dukket opp større kapitalsterke firma med vilje til å satse betydelige summer på både blåskjell og andre skjell. En sunn utvikling gjennom disse firmaene kan gi norsk skjellnæring bedre rammevilkår i de neste årene.

Nye bedrifter i blåskjellnæringen

Noen av firmaene bør nevnes innledningsvis. Det relativt nyetablerte firmaet Norshell A/S engasjerer seg i hele produksjonslinjen fra dyrking til bearbeiding og salg. De har hele landet som arbeidsområde og har forløpig engasjert seg både i Trøndelag (Fosen), Rogaland (Lysefjorden) og Østfold (Hvalerområdet). En større satsing er også planlagt av firmaet Fjord-Aker A/S i Arnafjorden i Sogn og Fjordane hvor de vil bygge opp et større mottaksanlegg for blåskjell basert på innkjøp fra dyrkere fra hele Vestlandet.

Det aktive skjelldyrkermiljøet i Trøndelag

Det meste av produksjonen av dyrkede blåskjell har de senere årene foregått i Trøndelag. I 1997 var produksjonen på omlag 300 tonn. Et tilsvarende kvantum har vært produsert i resten av landet, inklusive høsting fra ville bestander. Det aktive trøndermiljøet har satt ut større anlegg med sikte på en fordobling av produksjonen hvert år de nærmeste årene, til henholdsvis 600 tonn i 1998 og 1200 tonn i 1999.

Blåskjell dyrking i Sognefjorden

I Sognefjorden er ti små forsøksanlegg satt ut i 1997. De vil tilsammen kunne gi 50 - 100 tonn i 1998. Formålet er i første rekke å gi dyrkerne erfaring, utprøve en svensk dyrkningsteknologi (uendelige plastbånd med clips), og ta i bruk resultatene fra en større alggift-undersøkelse som har pågått i fjorden i 1996 og 1997. Dette prosjektet avsluttet sine innsamlinger i 1997, og alle dataene er ikke ferdig bearbeidet. Sluttrapport skal foreligge til sommeren.

En foreløpig analyse av dataene fra sommer og høst 1996 viser at alggiftene DSP (diarégift) bare var problematisk på de tre innerste stasjonene. En stasjon hadde problemer ved ett tilfelle, mens de resterende fem stasjonene i midtre og ytre deler av fjorden ikke hadde problemer med DSP målt med den nye analysemetoden (musetest basert på eterekstrakt, gjeldende metode i Norge fra 1994). Basert på den gamle metoden (musetest på kloroform-ekstrakt, påbudt i Norge frem til 1994) var imidlertid DSP et "problem" på samtlige ni stasjoner sommeren og høsten 1996. Dette viser at mulighetene for dyrking av blåskjell i Sognefjorden er atskillig bedre enn det tilsynelatende så ut til på 1980-tallet da et 20-talls dyrkere måtte gi opp på grunn av et "DSP-problem". Dersom resultatene fra 1996 blir bekreftet i 1997, vil sannsynligvis flere av pilotanleggene satse på større utsett. Vi kan få en utvikling i produksjonen på linje med Trøndelag, men antakelig noe etter i kvantum de nærmeste årene.

2000 tonn blåskjell i år 2000 ?

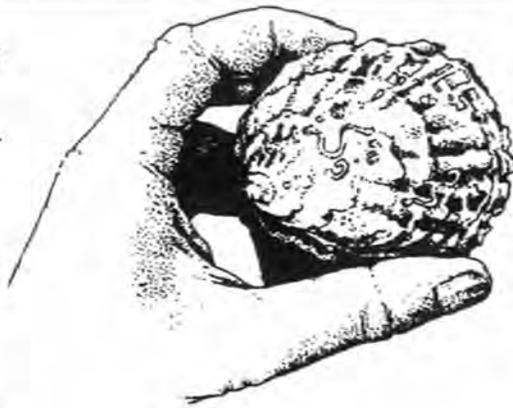
Ut fra erfaringene som er gjort de siste årene, er det ikke urealistisk at produksjonen totalt i Norge kan passere 2000 tonn i år 2000. Det vil være langt mer enn det norske markedet kan absorbere, og vi må ut på det store EU-markedet hvor det årlig omsettes omlag 500-600 000 tonn blåskjell. Det er derfor et skritt i riktig retning når to av de største lakseeksportørene, Halvard Lerøy A/S og Norwegian Royal Salmon, vil utnytte sine store salgsorganisasjoner til omsetning av blåskjell, i samarbeid med henholdsvis Fjord-Aker og Norshell.

Kontrollspørsmålet må likevel ikke glemmes. På EU-markedet kreves det at skjellene er sertifiserte, og det innebærer testing for flere typer alggifter. For den enkelte dyrker kan dette bli en tung økonomisk belastning, og i verste fall koste kr. 2000 hver 14. dag i produksjons-sesongen. Dette kan være ødeleggende for økonomien i en startfase med små kvanta å fordele kostnadene på. I de store produsentlandene Spania, Frankrike, Nederland og Irland, er utgiftene til giftkontroll sterkt subsidierte av staten. Skal vi kunne konkurrere på like vilkår, er det derfor en betingelse at den norske staten gir samme støtte til norske skjelldyrkere.

Det må arbeides kontinuerlig for å finne alternativer til musetesten, og overvåkingen av de giftige algene må også intensiveres i forhold til det nivå den har i dag.

På dyrkningssiden må det nok ennå gjøres mange forsøk før vi vet hvilken teknologi som passer den enkelte lokaliteten. Forestillingen om at det bare er å "henge ut en tamp" og at blåskjell "vokser som ugress", er ødeleggende. Valg mellom flåte eller bøyestrek, kontinuerlige plastbånd eller enkelttau, tynning eller ikke tynning, tiltak mot ærfugl, etc., er ofte lokalitetsavhengige og kan være avgjørende for lønnsomheten. Skal det satses på svensk, spansk, italiensk eller newzealandsk metode? Alt er velkjent og utprøvd i sine hjemland, men passer det her? Den enkelte dyrker bør vurdere metodene nøye og helst gjøre forsøk i liten skala før han bestemmer seg.

Til slutt må vi ta opp spørsmålet om plass i kystsonen og fjordene. Mange kommuner er i gang med å lage kystsoneplaner. Som grunnlag for dette arbeidet må det foretas en kartlegging av egnede dyrkingslokaliteter. Interesserte dyrkere må argumentere for å få i gang dette arbeidet i hjemkommunene, slik at egnede lokaliteter for skjell dyrking kan settes av i kystsoneplanen.



Litt historikk

Det ligger en flere hundre års, svært spennende historie bak dagens beskjedne norske østersproduksjon. Vi har funnet kilder som viser til høsting og omsetning av østers helt tilbake til 1584. Selv om vi ikke kjenner til omfanget av denne næringen, kan vi anta at østershøsting representerte en tilleggsnæring fra lenge før 1584 - på samme måte som i vår tid. Vi vet at det ble eksportert østers til Danmark, Belgia, Russland og Baltikum på 1700-tallet. Rundt 1800 var høstingen fra de ville bestandene på høyden. Dette var næringens "gullalder".

Vår østersart, europeisk flatøsters (*Ostrea edulis*) krever et mildt klima. De den gangen så store ville forekomstene langs kysten av sør- og midt-Norge forsvant nesten helt i perioden 1850-1870. Det ble spekulert mye på hvorfor, og konklusjonen var en klimaendring, i visse områder sannsynligvis kombinert med rovdrift på bestandene. Etter dette ble det satt i gang arbeid for å finne ut hvordan man kunne reetablere østersnæringen, blant annet ved å produsere yngel. Drivkraften i arbeidet var "Selskabet for de Norske Fiskeriers Fremme".

Yngelproduksjon

"Selskabets" folk, og flere norske forskere ble i 1880-årene oppmerksomme på østerspollene, som med sine helt spesielle vann- og temperaturforhold har miljø som kan være ideelle for østers. I perioden fra 1882 til rundt 1930 ble det gjort et omfattende og viktig arbeid. Pollene ble beskrevet, og det ble etablert metoder for å produsere østersyngel i pollene. Mye av arbeidet er

nedskrevet, og har lært meg mye - to ting er særlig viktige:

1: De sentrale faglige gjennombruddene skjedde i perioder hvor forskerne og skjelldyrkerne samarbeidet i pollene. Forsøksoppsett kunne derved oppskaleres og testes på stedet, og kunnskaps-overføring sikres begge veier .

2: Østersnæringens "nedturer" kom etter at man hadde gjort større investeringer uten å ha god nok kontroll med yngelproduksjonen.

Dyrkingsmetodene fra århundreskiftet er i hovedsak de samme som i dag - det er også noen av feilene som blir gjort. Det er farlig å være historieløs!

Det er få aktive yngelprodusenter i Norge i dag. Fire poller produserer yngel, og produksjonen de siste årene har vært lav, gjennomsnittlig kun på noen hundre tusen yngel årlig. I tillegg til denne flatøstersproduksjonen, er det ved ett anlegg produsert yngel av den innførte stillehavsøstersen, *Crassostrea gigas*.

Den optimismen som nå råder i skjellnæringen, gjelder i høyeste grad også for østers. Det ser ut til at flere yngelprodusenter vil komme til å intensivere produksjonen, og utvikle og teste ut alternative eller supplerende dyrkingsmetoder. Det er naturligvis en tett sammenheng mellom yngelprodusenter, dyrkere og marked. Ved en økt tilgang på yngel, forventer vi i nær fremtid at skjelldyrkere vil sette mer østers i sjøen, og at større kvanta vil bli gjort tilgjengelig på markedet.

Østersdyrking

Østersen dyrkes hovedsakelig i hengende kulturer i åpen sjø. En rekke skjelldyrkere langs kysten har østers i anleggene sine. Aktiviteten er imidlertid ofte preget av at både tilgangen på yngel og markedet for konsumskjell har variert. Dette vil etter all sannsynlighet endre seg, og det er nå helt sentralt at dyrkerne blir med i gode samarbeidsnettverk, kommer opp i større produksjonsvolumer og optimaliserer produksjonslinjen.



Figur4.7: Kasser med østers, - klare for levering. Fra skjellanlegg i Espevik, Tysnes i Hordaland. Foto S.M.
Trays full of oysters, - ready for the market.

Produkt og marked

Hjemmemarkedet for østers er lite, foreløpig på et par hundre tusen østers per år. Det er sannsynligvis en rekke grunner til at produksjonen

er lav. En grunn er høye produksjonskostnader, en annen at det antakelig ikke er gjort nok for å få organisert dyrkere og distribusjonsledd slik at det kan presenteres store volumer østers av høy kvalitet på markedene i Europa. En ytterlig årsak er at dyrkerne generelt har liten erfaring med hva markedet ønsker av størrelser og kvaliteter. Østers vi har samlet inn i løpet av de siste årene viser tydelig at kvaliteten varierer alt for mye. Folk er ikke villige til å kjøpe produkter med kombinasjonen av høy pris og variabel, uforutsigbar kvalitet. Produktkvaliteten vil variere med:

- * Dyrkingsbetingelser (en rekke forhold spiller inn her)
- * Årstid (det vil i hovedsak si stadium i østersens kjønnsmodning)
- * Behandling av produktet

Det er startet studier av østersens kvalitetsendring under lagring, og lagt frem et utkast til fremtidig arbeid med både produktprofilering, markedsarbeid og kvalitetssikring av østersen gjennom å finne optimale dyrkingsforhold. Utgangspunktet for utviklingen er fremragende. Vi har sykdomsfrie flatøstersbestander, og dyrkingsområder som *kan* frembringe østers av en unikt bra kvalitet.

Helsesituasjonen

Flatøstersbestandene i Europa sør for Danmark er kraftig redusert på grunn av sykdommer. Særlig to av disse sykdommene er alvorlige. Det gjelder bonamiose og marteiliose, som begge er forårsaket av encellede parasitter. Som ledd i dokumentasjon av helsestatus i dyrebestander, gjennomfører Veterinærinstituttet i Bergen, i samarbeid med Havforskningsinstituttet, en helseovervåkning av flatøsters fra ni lokaliteter langs kysten. Prøvetakingen har pågått siden 1995, og resultater så langt tyder på at det ikke finnes bonamiose, marteiliose, eller andre alvorlige sykdommer, i de undersøkte norske bestandene. Dette kan i fremtiden utvilsomt representere et konkurransefortrinn. Hvis vi holder bestandene sykdomsfrie, kan vi på sikt muligvis levere yngel til dyrkingsanlegg i andre områder, i tillegg til matskjell.

Utviklingen videre er spennende. Østers er internasjonalt sett en spennende og aktuell oppdrettsart. Vi forventer imidlertid at utviklin-

gen av østersdyrking i Norge er avhengig av graden av kontakt med Europa. Det vil ta litt tid før østers "tar av" på hjemmemarkedet.



Figur 4.8: Norsk flatøsters slik den skal og bør se ut. Et unikt produkt! Foto S.M.
The image of a perfect oyster: The Norwegian flat oyster the way it may - and should look.

Algegifter i skjell

**Tore Aune,
Norges veterinærhøgskole**

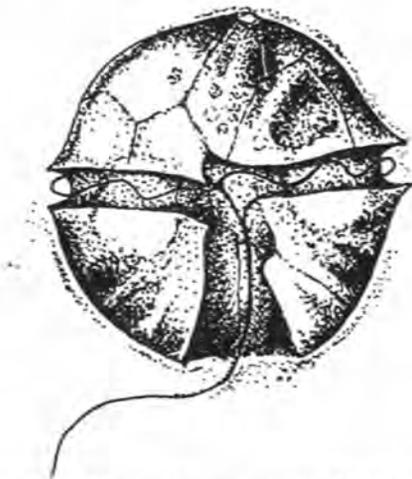
Hittil er det to hovedgrupper algegifter som har skapt problemer for skjellnæringen her i landet, nemlig de paralyserende algegiftene (PSP) og de diarégivende (DSP). Internasjonalt har man problemer med flere grupper naturlige gifter i skjell, blant andre "hukommelsestap"-giften (ASP). Erfaringer så langt har vist at marine algegifter har en tendens til å spre seg til nye regioner og verdensdeler, og følgelig er det nødvendig å forberede seg på at vi kan få "nye" algegifter også i norske skjell. Hvert andre år arrangeres en stor verdenskongress innen algetoksiner,

og dette fagforumet har uvurderlig betydning for oppdatering av kunnskaper og utveksling av informasjon. Siste møte ble holdt i byen Vigo i Spania, sommeren 1997. På dette møtet sto diskusjonen om DSP-komplekset helt sentralt.

De paralyserende algegiftene (PSP)

PSP-komplekset består av omlag tyve forskjellige enkeltgifter, fordelt på tre hovedgrupper. Med den tradisjonelle musemetoden får man kun registrert summen av giftighet i skjellene. Fe-

nomenet PSP er slett ikke nytt her i landet; allerede i 1901 var det en artikkel på rundt hundre sider i Lægeforeningens tidsskrift som beskrev problemer med PSP i norske skjell. Erfaringer de senere år tyder på at PSP-problemet er i ferd med å endre seg; tidligere var PSP ansett som et vår-fenomen, mens man anså seg trygg utover sommeren og høsten. I den senere tid har vi påvist betydelige konsentrasjoner av PSP i skjell langt utover høsten. Også den geografiske distribusjonen av PSP endrer seg. I de siste årene har problemet vært størst i Møre og Trøndelag, og høsten 1997 observerte vi betydelige PSP-forekomster i skjell fra Øst-Finnmark. Dette viser at overvåkingen av PSP-produserende alger, og giftkontroll av skjell, må utføres i hele landet over større deler av året.



Figur 4.9: *Alexandrium* - en av de algene som er kjent for å produsere PSP. Naturlig størrelse er omlag 21 - 49 μm .
Alexandrium - one of the microalgae which are known to cause PSP. Size is approximately 21 - 49 μm .

De diarégivende algegiftene (DSP)

Dette er den gruppen algegifter som skaper de største problemene for norsk skjellnæring. For det første forekommer diarégifter tradisjonelt over større deler av året enn PSP, og for det andre er større områder berørt. Det største problemet skyldes at vi fortsatt har mangelfulle kunnskaper om de enkeltgiftene som samles under

fellesbetegnelsen DSP. For forfatteren synes det svært ulogisk at DSP-komplekset, slik det har vært behandlet hittil, har omfattet både algegifter som gir diaré og gifter som ikke gir diaré. Et resultat av dette har vært at personer har spist skjell i perioder hvor omsetning har vært forbudt på grunn av fare for DSP, uten å oppleve diarésymptomer.

Årsaken til dette ulogiske forholdet skyldes flere faktorer, både sammensetningen av algegifter i DSP-komplekset, og valget av ekstraksjonsmetoder for påvisning av giftene. Dersom vi tar ekstraksjonsmetodene først, så er forholdet slik at man ved valget av ekstraksjonsmidler langt på vei kan inkludere eller utelukke en rekke kjemiske stoffer fra ekstraktet som sprøytes i forsøksdyrene. Alle metodene som er i bruk får med seg de egentlige diarégiftene (okadasyre og dinophysis-toksiner), mens de i ulik grad får med seg andre gifter, som pektenotoksiner, yessotoksin m.fl. Uheldigvis finnes det fra tid til annen også en del gifter i skjellekstrakter som vi ennå ikke kjenner - vi bare ser effektene på forsøksdyrene.

Mens vi tidligere anvendte en ekstraksjonsmetode som fikk med både diarégiftene - og i alle fall pektenotoksiner og yessotoksin - har vi i de siste årene valgt en mer spesifikk ekstraksjon, hvor vi i hovedsak får med oss de rene diarégiftene. Dette har i praksis ført til at langt flere skjellpartier er blitt godkjent. Bakgrunnen for at vi har gjort dette er resultater fra egen forskning, hvor vi har studert effekter av skjellekstrakter med en blanding av diarégifter og andre, ukjente gifter, på forsøksdyr. Et hovedpoeng har vært å studere effektene av skjellekstraktene på dyrene ved tilførsel gjennom munnen, sammenlignet med tilførsel via innsprøyting i bukhulen, som er standardmetoden. For svært mange stoffer gjelder at tilførsel av giftstoffer gjennom munnen er 10-50 ganger mindre akutt giftig enn tilførsel gjennom bukhulen. Slik var det også med disse skjellekstraktene, og vi valgte på denne bakgrunn å legge vekt på sannsynlig akutt giftighet ved normalt inntak gjennom munnen for algetoksinene som ikke har diaréeffekt.

For de egentlige diarégiftene kjenner vi sammenhengen med dødelighet hos dyr etter innsprøyting i bukhulen, og fare for diaré hos mennesker. For de andre giftene som har vært omfattet i DSP-komplekset, savner vi opplysninger om mulige effekter på mennesker. Siden de imidlertid har betydelig mindre giftvirkning via munnen enn gjennom bukhulen, synes det galt å ta dem med i DSP-ekstraktene, hvor samlet giftighet vil gi en overvurdering av faren for diaré.

Det er en meget viktig oppgave i nær fremtid å identifisere flest mulig av de andre algegiftene som kan forekomme i skjell, for deretter å studere giftigheten av hver enkelt av dem, og i blandinger. Under algekongressen i Spania i 1997, ble forskerne enige om at man i fremtiden bare skal regne de egentlige diarégiftene til DSP-komplekset, mens andre gifter, som pektenotoksiner, yessotoksin og andre, skal vurderes for seg. Det er et stort tankekors at vi ikke vet hvor grenseverdiene for sistnevnte giftstoffer skal ligge - her haster det med å innhente forskningsresultater!

Inntil videre mener forfatteren at kontrollen av diarégivende DSP-gifter skal foregå etter de metoder vi har anvendt de siste årene, mens man i tillegg må finne frem til kontrollmetoder, og ikke minst grenseverdier, for de varierende blandinger av andre algegifter som kommer med i grov-ekstrakter fra skjell.

"Hukommelsestap"-giften (ASP)

Det var på slutten av 1980-årene man for første gang oppdaget ASP i kanadiske blåskjell. Man fant etter hvert at giften skyldtes en unormal aminosyre, "domoic acid", som blir dannet av alger i visse algeslekter. Fenomenet fikk navnet "hukommelsestap-gift" (Amnesic shellfish poison) fordi en del av de som ble rammet, senere fikk svekket hukommelse. I den første episoden ble omtrent hundre mennesker syke, og noen få døde. Etter den tid har man påvist ASP ved flere anledninger i Kanada og USA, mens man er mer usikker når det gjelder Europa. For

å sikre oss mot ASP-gift i norske skjell, kontrolleres de giftproduserende algene i vannprøver, samt ved stikkprøver av ASP i skjellene. Hittil har alle ASP-prøver her i landet vært negative.

Utvikling av analyse- og påvisningsmetoder

Internasjonalt er det stor aktivitet på dette området, og alle nye resultater blir presentert på de tidligere omtalte verdenskongresser. Vårt fagmiljø ved Veterinærhøgskolen samarbeider med forskere i en rekke land, aller mest med forskere i Japan. Professor Takeshi Yasumoto og hans gruppe i Japan regnes som verdens ledende på dette feltet, og vi har vært så heldige å motta professor Yasumoto som gjesteforsker ved flere anledninger de siste årene. Det er kun ved internasjonalt samarbeid man vil ha mulighet til å løse alle forskningsoppgavene omkring naturlige giftstoffer i skjell (og fra tid til annen i fisk).

Selv om bruk av forsøksdyr fortsatt anses som de sikreste metodene for både PSP og DSP, ligger den store forskningsinnsatsen på utvikling av alternative analytiske metoder. Den største hindringen for å ta i bruk analytiske kjemiske metoder for PSP- og DSP-giftene, er mangelen på referansestoffer; man kan ikke måle mengdene av de enkelte stoffene med instrumenter, før man har kjente mengder av de samme stoffene i kontroll-løsninger. På dette feltet har det vært arbeidet i flere år, men fortsatt mangler standardblandinger for begge hovedgruppene. Etter beslutningen om å avgrense definisjonen av DSP til de egentlige diarégiftene, burde forholdene ligge til rette for at man kan erstatte musemetoden med en kjemisk metode for DSP. Problemet blir da hvordan man skal regulere "resten" av giftstoffene som tradisjonelt kommer i DSP-ekstraktene. Ved Norges veterinærhøgskole har vi i flere år arbeidet parallelt med musemetoden og kjemiske metoder for DSP-komplekset. I tillegg til den analytiske metoden for diarégiftene, høytrykksvæskekromatograf, har vi også etablert en enkel enzym-test for påvisning av DSP. Samsvaret mellom de to metodene er lovende.

Når det gjelder ASP, foreligger en enkel kjemisk analysemetode, som er under etablering ved vår institusjon. I tillegg får man med ASP "på kjøpet" når man analyserer skjellekstrakter på mus for PSP. Det er en forutsetning for et meningsfylt utviklingsarbeid på analysemetoder for algetoksiner at man har et sammensatt fagmiljø av toksikologer og kjemikere, og at disse har et nært samarbeid med algebiologer, slik vi har her i landet.

Kontroll med algegifter

Tilstedeværelse av et kompetent fagmiljø som kan utføre kontroll med algegifter i skjell er en absolutt forutsetning for norsk skjellnæring. Dette kommer klart frem i møter mellom skjellnæringen, forskerne og myndighetene. Dessuten forutsetter en kommersiell skjellnæring tilstrekkelig marinbiologisk kompetanse, samt tilgang på mikrobiologisk analysekompetanse. De to sistnevnte fagmiljøene er tilstede i betydelig omfang her i landet, mens ressursene innen kontroll med algegifter balanserer på grensen til det uakseptable. Årsaken til dette er å finne i uenigheten om hvem som skal betale for denne kompetansen. Ved Norges veterinærhøgskole er vi

villige til fortsatt å avsette betydelig fagkompetanse på dette feltet, men med høyskolens knappe ressurser er det umulig å finansiere nødvendige stillinger til å omfatte de kjemiske analysene. Disse problemene var nylig oppe til debatt i et møte i regi av SND, og undertegnede oppfattet signalene på møtet som et positivt uttrykk for at myndighetene endelig vil arbeide for å sikre et mer permanent fagmiljø ved Veterinærhøgskolen som både skal yte tjenester til skjellnæringen og forvaltningsmyndighetene. Nå står det igjen å se at det ikke bare var tomme løfter, denne gangen også.

Konklusjon

Algegifter i skjell er et alvorlig problem, men vi kan ved en fornuftig håndtering av problemet etablere vilkår for en betydelig skjellnæring her i landet. EU har satt opp strenge regler for kontroll av algegifter i skjell, og en næring som planlegger eksport av skjell til EU er avhengig av et tilfredsstillende kontrollapparat. Dersom man kombinerer et fornuftig nettverk av stasjoner for skjell med rasjonell giftkontroll og gode høstingsrutiner, har skjellnæringen store eksportmuligheter.

Samlokalisering av fisk og skjell i oppdrettsanlegg

Trond Nordtug, Allforsk, Bjarne Bjørshol, Veterinærinstituttet (tidl. VESO) og Stein Mortensen, Havforskningsinstituttet

Samlokalisering av skjell og fisk i oppdrettsanlegg, og nærhet mellom anlegg med ulike arter er forvaltningsmessig en prinsipielt viktig sak. Selve prinsippet er gammelt som oppdrettet selv, og fra utlandet er det kjent talløse tilfeller der bruk av samlokalisering mellom arter (polykulturer) har virket gunstig både på driftsforhold og produksjon. I Kina er oppdrettet eksempelvis basert på polykulturer, hvor det er helt sentralt å oppnå et høyest mulig biomasseutbytte fra et areal eller volum. I Norge er kultivering

av flere arter i samme oppdrettsanlegg bare unntaksvis blitt benyttet. Et par kjente eksempel er bruk av leppefisk til bekjempelse av lakselus i lakseanlegg, og forsøkene med samdrift mellom kveite og laks i den første utprøvningsfasen for kveiteoppdrett i merd. Det er i tillegg til forsøk med laks og kamskjell gjort dyrkingsforsøk med blåskjell i tilknytning til lakseanlegg, med bakgrunn blant annet i å redusere nitrogenutslipp fra laksanlegget.

Ved gjennomgang av egnede lokaliteter for kam-

skjell dyrking i Trøndelag har det vist seg at mange av de best egnede områdene for skjelloppdrett ligger i områder med oppdrettsanlegg for laks. Ofte er det funnet betydelige naturlige bestander av kamskjell ved lakseanlegg. For å kunne benytte disse lokalitetene, har oppdrettsnæringen ønsket å få klarlagt biologiske og smittehygieniske konsekvenser av å samlokalisere laks og kamskjell for å kunne vurdere om det er grunnlag for å foreslå en endring av nåværende avstandskrav i konsesjonsbestemmelsene. En samlokalisering kan være ønskelig dersom det kan dokumenteres at dette ikke medfører økt sykdomsrisiko for laksen eller gir dårligere kvalitet på kamskjell. For oppdrettsnæringen vil en samlokalisering mellom skjell og fisk bidra til økt tilgang på egnede lokaliteter og mer rasjonell drift ved at personell og deler av infrastrukturen som kreves i skjelloppdrett allerede finnes ved lakseanlegget.

Det ble i 1997 gjennomført et NFR-støttet prosjekt «Samlokalisering av laks og kamskjell i oppdrettsanlegg». Målet med dette var å framskaffe bakgrunnsdata for å kunne vurdere biologiske og smittehygieniske konsekvenser av samlokalisering mellom laks og kamskjell i oppdrettsanlegg. Det ble fokusert på tre emner;

1. Vekst av kamskjell under påvirkning av lakseanlegg.
2. Opptak og utskillelse av antibiotika, avlusningsmidler og kobber hos kamskjell.
3. Smitteoverføring av infeksjøs lakseanemivirus (ILAV) og furunkulose fra kamskjell til laks.

Vekst av kamskjell under påvirkning av lakseanlegg

Det er uklart i hvor stor grad kamskjell kan nyttiggjøre seg fôrspill fra lakseanlegg. Dersom næring er begrensende for veksten, kan fôrspill bidra positivt til vekst og kondisjon. Hos stort kamskjell er den store lukkemuskelen hovedsetet for lagring av energi, i form av karbohydrat (glykogen) og protein, som blir benyttet om vinteren når fødetilgangen er liten. Hos forplantningsdyktige kamskjell er glykogen

sammen med fettstoffer lagret i fordøyelseskjertelen, den primære kilden til modningen av kjønnsprodukter. Både skallvekst, våtvekt på bløtdeler og glykogeninnhold i muskel ble målt for å karakterisere vekstforholdene i anlegget.

I forsøkene ble nett med 2 - 4 centimeter store kamskjell plassert på notforankringen til et lakseanlegg på ni meters dybde, 15 meter fra lakseanlegget, henholdsvis "oppstrøms" og "nedstrøms" merder i perioden juni - november. Forsøkene viste at påvirkning av lakseanlegget kun har moderat betydning for vekst og kondisjon hos kamskjell. Det ble funnet noe større vekst og også større energilager i den gruppen som ble plassert nedstrøms lakseanlegget.

Opptak og utskillelse av antibiotika og avlusningsmidler

Hovedmålsetningen for denne delen av prosjektet var å undersøke om ulike medikamenter brukt i fiskeoppdrett er giftige for stort kamskjell, og om medikamentrester blir værende i skjellene så lenge at man bør legge spesielle restriksjoner på bruken av skjell som har vært plassert nær fiskeoppdrettsanlegg.

Forsøkene fokuserte på opptak og utskillelse av antibiotika og avlusningsmidler i stort kamskjell. Oxolinsyre og flumequin er mye benyttet som antibiotika i norske fiskeoppdrettsanlegg. Begge er quinoloner, men tidligere undersøkelser tyder på at farmakokinetiske egenskaper til ulike quinoloner kan variere. Blant avlusningsmidlene er Neguvon og Nuvan tidligere undersøkt med hensyn til giftighet hos blåskjell. Det ble brukt realistiske eksponeringstider for de ulike stoffene. Konsentrasjonene er de høyeste som kan tenkes å forekomme ved normal medisinerings av fisk. Det ble gjort opptaksstudier under kontrollerte forhold i laboratoriet, med antibiotika (oxolinsyre og flumequin) og avlusningsmidler (Nuvan, Salmosan og Excis). Det ble ikke funnet noen effekt på adferd og overlevelse hos kamskjellene, og studier av opptak og utskillelse viste at både avlusningsmidler og antibiotika ble tatt opp og raskt utskilt etter at medisineringsen var avsluttet.

Effekt av kobberimpregnering på kamskjell

Kobber er et av de mest giftige metaller i marine miljø, og det er kjent fra vitenskapelige studier at kobberkonsentrasjoner i overkant av 2 µg/liter gir redusert vekst hos larver av blåskjell og redusert skallvekst hos små og voksne blåskjell. Den motsatte effekten er funnet hos stort kamskjell hvor Cu₂O økte veksten hos unge individer. Kobberinnholdet i oppdrettsfisk viser, til tross for at de lever i vann med forhøyet kobberinnhold, lavere nivåer av kobber enn hos villfisk i det samme området. Dette skyldes at det kommersielle fôret inneholder lite kobber sammenlignet med næringsdyr i sjøen. For filtrerende organismer - som skjell - ved oppdrettsanlegg vil situasjonen være motsatt, på grunn av at de spiser småpartikler som forventes å binde opp størsteparten av tilgjengelige kobberioner. Kamskjell som er påvirket av lakseanlegget vil derfor være mest utsatt for kobberpåvirkning gjennom fôret, under og etter notskifte.

Forsøk med simulert notskifte indikerer at notskifte kan føre til akutt kobberforgiftning og dødelighet hos skjell i nær tilknytning til laksanlegget. Dette skyldes for en stor del filtrering av partikulært kobbersalt som løsner fra nyimpregnerte nøter. Disse forsøkene viste også at kamskjell mangler lukkerespons på forhøyet kobbernivå som finnes hos for eksempel blåskjell.

Smitteoverføring mellom laks og skjell

På grunn av usikkerhet knyttet til faren for sykdomssmitte mellom arter har forvaltningsmyndighetene i Norge generelt vært restriktive med hensyn til samlokalisering innen oppdrettsnæringen. På grunn av den store tilgangen på egnede oppdrettslokalteter, har dette så langt hatt liten innvirkning på veksten i oppdrettsnæringen. Det stilles imidlertid stadig oftere spørsmål vedrørende arealbruk i kystsonen, nærhet mellom anlegg, samdrift av flere arter og flytting av levende materiale.

Ett av de forholdene det åpenbart er viktig å belyse, er smitteoverføring mellom ulike arter på en lokalitet. Funn av sykdomsfremkallende smit-

testoff i skjell har vist at det er grunn til å se nærmere på skjellenes rolle som mulige vektorer. Dette er blitt studert tidligere, og målinger av opptak, persistens og utskilling av infeksøs pankeasnekrose-virus (IPNV) i skjell har belyst en rekke problemstillinger og gitt en del nyttig informasjon. Det er også funnet andre sykdomsfremkallende mikroorganismer i skjell, og det er gjennom opptaksstudier vist at skjell kan ta opp og lagre partikler helt ned til virusstørrelse. Mens noen mikroorganismer sannsynligvis vil bli raskt nedbrutt av skjellenes fordøyelsesapparat, vil andre (som enkelte virus) kunne "overleve" i skjellenes vev i måneder og år.

Det er imidlertid lite tilgjengelig informasjon om smitteoverføring under realistiske oppdrettsforhold. Det har derfor vært ønskelig med data som kunne belyse smitteoverføring mellom ulike arter i sjø. Kunnskap på dette området vil ha stor betydning for forvaltningspraksis i havbruksnæringen, og spesifikke krav til sykdomskontroll.

I denne delen av prosjektet ble det derfor gjennom smitteforsøk fokusert på om infeksøs lakseanemi-virus og bakterien *Aeromonas salmonicida*, subsp. *salmonicida*, som fører til furunkulose hos laks, kunne overføres mellom laks og kamskjell under kontrollerte betingelser.

Forsøk hvor laks ble plassert i kar med kamskjell som på forhånd var eksponert for *Aeromonas salmonicida* resulterte i at laksen fikk furunkulose. Smitteoverføringen var imidlertid tidsavhengig, og avtok jo lenger tid det hadde gått fra kamskjellene hadde blitt eksponert for smittestoffet til laksen ble plassert i karene. Det var mulig å vise smitteoverføring inntil 14 dager etter at skjellene var eksponert for bakterien. Det var også mulig å påføre laksen furunkulose ved å injisere et homogenat fra fordøyelseskjertelen til kamskjell som var eksponert for *Aeromonas salmonicida*. Dette bekrefter at smittestoffet befinner seg og fremdeles er infeksøst inne i skjellenes fordøyelsessystem.

Forsøkene med infeksøs lakseanemi-virus var mer usikre. Flere fisk i forsøkene viste symptomer på ILA, men dødeligheten i karene var

uspesifikk, og viruspåvisningen med immunfluorescens som ble gjort på prøver fra både kamskjell og laks var alle negative. Konklusjonen er derfor at det i dette forsøket ikke var mulig å vise en overføring av ILA-virus via skjell.

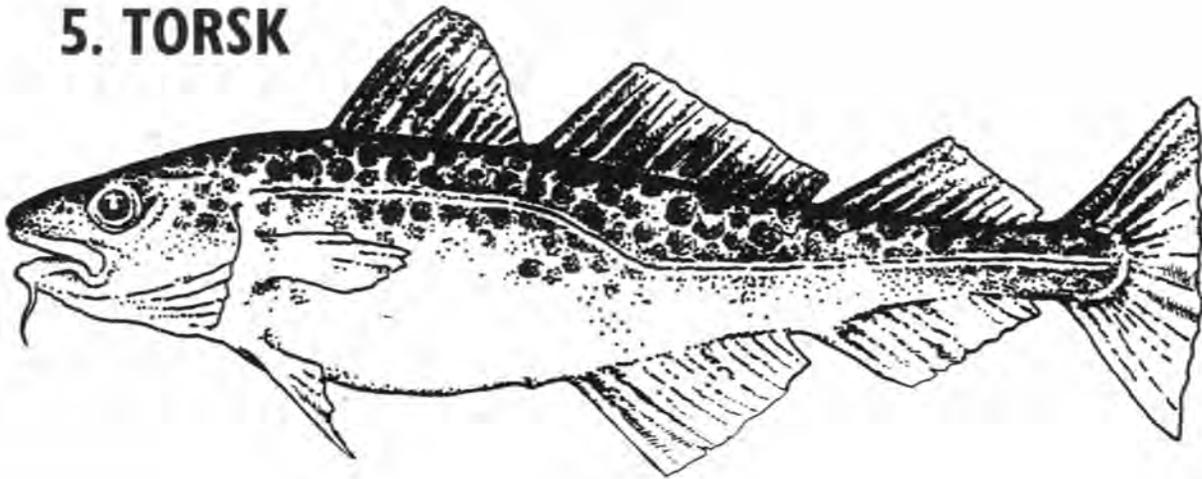
Resultatene har bekreftet at skjell kan ta opp og

frigi smittestoff, og at smittekonsentrasjonene under laboratorieforhold med tett kontakt mellom artene kan være høye nok til å resultere i smitteoverføring. Det forholdet at smitteoverføringen er tidsavhengig, kan være interessant forvaltningsmessig, eksempelvis ved vurdering av karantene-tid ved forflytninger og utsetninger av skjell.



Figur 4.10: Renset kamskjell med muskel og gonade tilbake i skallet. Vakkert delikat, sunt og velsmakende.
A fresh scallop with the edible parts - muscle and gonad left in the shell, delicate, healthy and tasty.

5. TORSK



Torsk

Terje Svåsand og Geir Lasse Taranger,
Havforskningsinstituttet

Yngelproduksjon

Metodene for produksjon av torskeyngel har sine røtter i forsøk som ble utført ved Flødevigen forskningsstasjon i slutten av 1970-årene og i Hyltropolen ved Austevoll havbruksstasjon fra begynnelsen av 1980-årene. Relativt gode produksjonsresultater førte til stor interesse for yngeloppdrett av torsk, og flere firma startet produksjon. Det ble også satt i gang storskalaforsøk med utsetting av yngel til havbeite. Uventede problemer, blant annet med oppskalering til kommersiell skala dukket opp i slutten av 1980-årene. Sammen med svikt i etterspørselen av torskeyngel, førte dette til at de kommersielle anleggene gikk konkurs eller la ned produksjonen. I perioden 1990-1994 var de fleste operative yngelanleggene støttet av PUSH-programmet (se eget kapittel), og produksjon av torskeyngel for utsetting var hovedformålet med produksjonen. Nyere forskning hvor man har lyktes å utsette kjønnsmodningen hos torsk i merd ved hjelp av lysstyring, har vist at oppdrett av torsk kan bli lønnsomt. De tre siste årene har produksjon av yngel til oppdrett hatt hovedfokus. Tabell 5.1 oppsummerer status for de viktigste yngelanleggene som har vært i drift. Totalt er det produsert over tre millioner «salgbar» torskeyngel,

og Havforskningsinstituttets produksjonspoll i Parisvatnet i Øygarden har bidratt med over 1,3 millioner yngel i perioden 1986-1997.

Produksjon av torskeyngel basert på føring med naturlig plankton i poll og poser, er de metodene som til nå har gitt best resultater. Yngelproduksjon i basseng og ved teknikker for intensiv førproduksjon (rotatorier og *Artemia*) har vært prøvd med varierende resultater. Det har ikke lyktes å drette opp torskelarver bare på formulert før. Dagens yngelproduksjon baserer seg på tilførsel av naturlig plankton i større eller mindre grad, og tilgang på dyreplankton er den største flaskehalsen. Pollenes egenproduksjon av plankton har ikke vært tilstrekkelig for å oppnå lønnsom produksjon. Samtidig er dagens teknikker for konsentrering og filtrering av dyreplankton kostbare og påvirket av naturlige variasjoner i planktontettheten ved lokalitetene. Kultivering av levendefôr av tilfredsstillende kvalitet, har vært vanskelig å produsere i stor skala.

Sluttrapporten *Yngelproduksjon av torsk - Hva har resultatene vist?* konkluderer med at yngelens overlevelse kan økes og produksjonen bedres, dersom varigheten av den kritiske perioden hvor yngelen er avhengig av levende før re-

duseres. Arbeid med utvikling av formulert fôr til metamorfoisert yngel; med riktig nærings-sammensetning og fordøyelighet, smak og konsistens, bør derfor intensiveres. Produksjonsutstyr og teknologi må også forbedres, og det er viktig at kompetansen hos de som har drevet yngelproduksjon blir tatt vare på.

Markedet for torsk yngel vil avhenge av lønnsomheten i havbeite og oppdrett, samt behov for torsk til forskningsformål. I dag synes spesielt merdoppdrett interessant, i og med at man har

klart å utsette kjønnsmodningen ved bruk av lysstyring. Havforskningsinstituttet vil også i 1998 produsere torsk yngel for videre uttesting av merdoppdrett av torsk, samt ha torsk yngel tilgjengelig for forsøk både ved Havforskningsinstituttet og andre forskningsinstitusjoner.

Torsk matfiskproduksjon

Matfiskoppdrett av torsk kan enten baseres på oppdrettet yngel eller på innsamlet villfisk. I 1997 var Havforskningsinstituttet den eneste

Tabell 5.1: Produksjon av torsk yngel av salgbar størrelse (tørrfôrtilvendt og vaksinert yngel over 10 gram våtvekt) fra anlegg som var i drift i perioden 1986 til 1997, alle tall i tusen. Telleenheten er forsøkt standardisert. Tabellen er tatt fra sluttrapporten "Yngelproduksjon av torsk- Hva har resultatene vist?" fra PUSH-programmet. Data fra 1995 - 1997 er innhentet i tillegg. *Norwegian production (numbers in thousands) of marked sized cod juveniles (weaned and vaccinated, larger than 10 g WW). (Source: Final report from the Push programme "Fry production of cod", supplied with data from 1995-1997).*

Produksjons-Lokalitet og metode		86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	Total
Poll	Hyltropolitan, HI ¹	50	60		45	10								165
	Parisvatnet, HI		3	190	130	55	270	5	80	230	170	50	150	1333
	Kvernapollen, LMC		70	100										170
	Selvågpollen, SeaFarm	125	20	26										171
	Tunsbergpollen, - « -			65	110	200								375
	Makkjosen, NFH		8	17	59	4								88
	Voiepollen, Lofilab				10									10
	Meøypollen, Lofilab							40	20					60
	Basseng	Nærøysund Yngelfarm				8	25	28	9	60				
Poser	Makkjosen, NFH							40	65					105
i poll	Meøypollen, Lofilab									90	52	10		152
Poser	Selvåg Fisk				80									80
i sjø	Blom Fiskeoppdrett			50	30	10								90
	Unik AS				15									15
	Barmen Produkter					26	92							118
Intensivt/kar	Bessaker, BP Nutrition							1	10					11
Totalt		50	266	442	513	330	390	95	235	320	222	60	150	3073

¹ Hyltropolitan var i drift fra 1980, med en total produksjon på ca. 250.000 yngel talt opp ved innfangning. Beste år var 1985 med en produksjon på 110.000 yngel, eller ca. 2 yngel pr. m³ pollvolum. I 1989 ble pollen overtatt av private interessenter.

produsenten av torskeyngel i Norge, med en produksjon på 150 000 hvorav 80 000 yngel som ble solgt til kommersielle oppdrettere. Det er bare et fåtall som driver med matfiskproduksjon av torsk. Dette skyldes i hovedsak relativt lave priser, dårlig vekst grunnet tidlig kjønnsmodning og variabel kvalitet. Vanligvis vil 100% av torsk bli moden etter to år fra klekking ved oppdrett i merd. Kjønnsmodningen fører til at torsk slutter å vokse ved en størrelse på rundt 1,5 kilo, og den kan ha negativ tilvekst i perioden januar til mai. Den tidlige kjønnsmodningen henger sannsynligvis sammen med det gode mattilbudet og den gode veksten i oppdrett. Torsk som er oppdrettet i merd får normalt svært stor lever (over 12% av rundvekt) i forhold til villfisk (vanligvis ca. 6%). Torsken lagrer mesteparten av fett i leveren, og en stor lever tyder på at torsk har et energioverskudd. Forsøk gjort i 1997 tyder på at oppdrettstorsk som blir mosjonert i kar med relativt høy vannstrøm får en leverstørrelse mer på linje med villfisk. Forsøk

utført ved Tveit Oppdrett AS i Hordaland og ved Austevoll havbruksstasjon, har vist at lysstyring av oppdrettstorsk i merd utsetter kjønnsmodningen med omlag fem måneder og gir bedre vintervekst. Lysstyringen medfører også at torsk opprettholder positiv tilvekst gjennom modningsperioden, mens fisk på naturlig lys taper vekt i løpet av modningen. Den lysstyrte torsk har vokst til rundt 2,9 kg i løpet av en periode på 26 måneder fra klekking, mens torsk på naturlig lys var rundt to kilo på samme tidspunkt. Den lysstyrte oppdrettstorsk synes å være av god kvalitet, og er godt mottatt i markedet. Produksjonskostnadene for oppdrettstorsk ligger rundt 18 kroner per kilo (levende vekt) basert på lysstyring og kommersielt tørrfôr. Det har vist seg mulig å oppnå en salgspris som kan forsvare disse kostnadene ved salg av relativt små mengder av torsk. Det er imidlertid antatt at produksjonskostnadene må ned hvis man skal kunne produsere større mengder oppdrettstorsk.

6. HAVBEITEPROGRAMMET PUSH



Havbeiteprogrammet PUSH er nå formelt avsluttet. Programmet ble etablert som et stort nasjonalt program i 1990, og har hatt som formål å klarlegge det biologiske, økologiske, juridiske og økonomiske grunnlaget for en ny kystnæring basert på havbeite med laks, røye, torsk og hummer. Målet var å utvikle utsettings- og høstingsformer som er økonomisk lønnsomme og økologisk forsvarlige. Havbeite er utsetting av fisk og skalldyr i naturlige økosystemer for senere høsting. Lønnsomhet er definert som bedriftsøkonomisk og / eller samfunnsøkonomisk lønnsomhet i samsvar med nasjonale og internasjonale rammebetingelser.

Programmet har hatt en varighet på åtte år. Selv om en del av det utsatte materialet fremdeles står igjen i sjøen, ble programmet formelt avsluttet ved årsskiftet 1997-1998. De oppnådde resultatene skal evalueres i år.

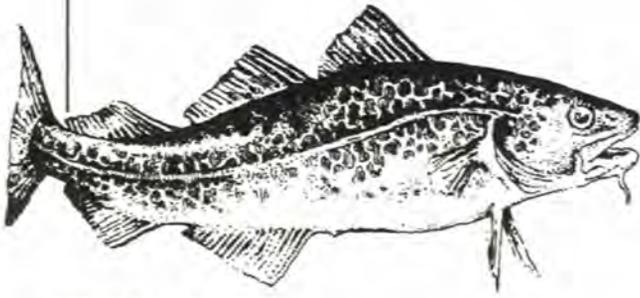
Grunnlaget for å vurdere mulighetene for næringsvirksomhet basert på havbeite skulle fremskaffes ved å gjennomføre fullskala utsettingsforsøk. I den første delen av perioden ble hovedvekten knyttet opp mot produksjon av et stort antall yngel som ble satt ut under naturlige forhold. Virksomheten i den første perioden ble ledet av et eget styre, og målet var en

rask utbygging av næringsaktivitet. Dette førte til uenighet med de involverte forskningsinstitusjonene, og en evaluering av programmet førte til en reduksjon i ambisjonsnivået. Aktiviteten ble lagt inn under Norges forskningsråd fra 1994 som et ordinært forskningsprogram.

Den siste del av perioden har derfor vært mer preget av forskningsaktivitet fokusert på gjenfangst av det som ble satt ut i den første del av perioden. Reduksjon i bevilgningene de siste årene har ført til mindre feltaktivitet for å registrere gjenfangst på de aktuelle artene. Dette har igjen svekket muligheten til å fremskaffe realistiske tall for total gjenfangst som basis for de økonomiske vurderingene.

Havforskningsinstituttet har hatt ansvaret for flere av de store utsettingsprosjektene på torsk, laks og hummer innenfor PUSH-programmet. For de aktuelle artene ble det også opprettet egne faggrupper som koordinerte aktivitetene på tvers av involverte forskningsinstitusjoner. Omtalen av den enkelte art er derfor i flere tilfeller et resultat både av Havforskningsinstituttets egne prosjekter og prosjekter utført av andre institusjoner. Flere av hovedprosjektene i PUSH-programmet bygde på tidligere forsøk, som også vil bli kort omtalt.

Havbeite med torsk



Terje Svåsand og Tore S. Kristiansen,
Havforskningsinstituttet
Anne Gro Salvanes, IFM, UiB
Torstein Pedersen, Fiskerihøgskolen, UiTø
Rolf Engelsen, Rolf Engelsen A/S
Mariann Nødtvedt, Havbeiteprogrammet PUSH

Litt historie

I 1864 startet Georg Ossian Sars sine undersøkelser av torskens gyting i Lofoten. Allerede etter sin første sesong kunne Sars gi detaljerte beskrivelser av eggets og larvenes utviklingsstadier. I rapporten fra samme året lanserte han det første forslaget om havbeite med torsk:

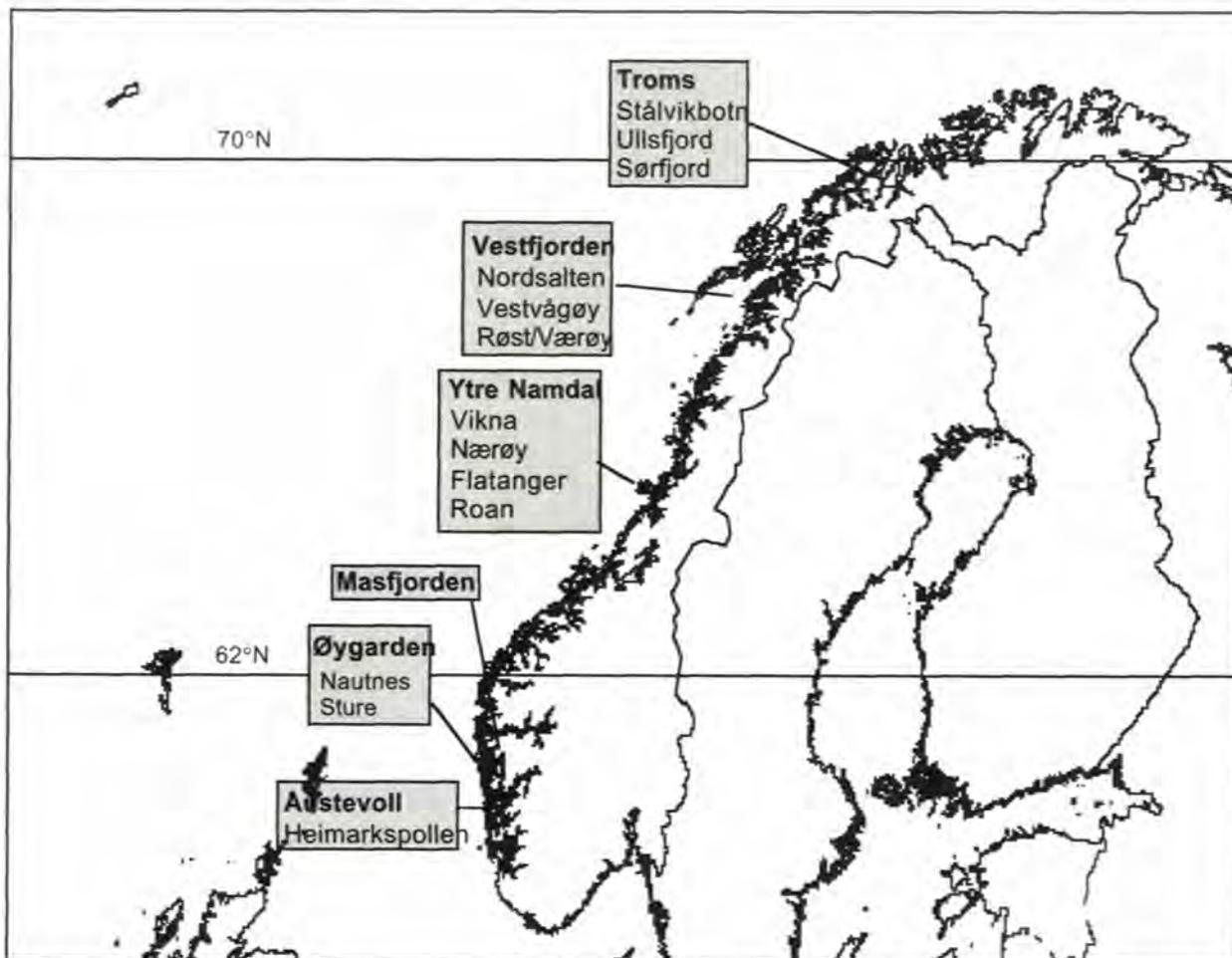
«Ja der kunde være Spøragsmaal, om man ikke her ved Kunst burde komme Naturen tilhjælp for at sikre sig for Fremtiden mod hine Uaar i Fiskerierne, der have en saa følgelig Indvirkning ikke alene paa de umiddelbart heri Interresserede, men ogsaa paa det hele Lands Velstand. Jeg sigter her til den kunstige Fiskeudklækning»

Disse praktiske rådene fikk siden stor betydning for studier av torskens tidlige livsstadier og praktiske forsøk med utsetting av plommeseckklarver. Basert på Sars oppdagelser, og en generell oppfatning av at fiskebestandene var reduserte, klarte sjøkaptein Gunder Matthiesen Dannevig å skaffe midler til å bygge et torskerekkeri på Hisøy ved Arendal; Flødevigen Utlækningsanstalt. Anlegget sto ferdig i 1882, og de første utsettingene ble gjennomført i 1884. Dette var starten på en krekkeribevegelse med hovedtyngde i Norge og USA. Forsøkene var kontroversielle og medførte til dels skarp meningsutveksling mellom motstandere og tilhengere. I USA stoppet forsøkene i 1952, mens de i Norge fortsatte helt til 1971. Det lyktes aldri å påvise positive effekter av utsettingene. Nyere kunnskap om de tidlige livsstadier har vist at dødeligheten i naturen er svært stor, og at ut-settingene trolig har hatt liten verdi.

Dannevig hadde allerede i 1886 oppdrettet noen

tusen yngel i et basseng i Flødevigen, men det gikk nærmere hundre år før man lyktes i å masseprodusere torskeyngel. I midten av 1970-årene ble det igangsatt kombinerte basseng og feltundersøkelser ved Havforskningsinstituttet. Målet var å studere torskens tidlige livssyklus. Bassengforsøkene ble lagt til forskningsstasjonen Flødevigen, der det både i 1976 og 1977 ble produsert 4 000 torskeyngel. Omlag 800 av disse ble merket og satt ut i det første utsettingsforsøket med oppdrettet torskeyngel. I 1980 ble bassengstudiene videreført ved Austevoll Havbruksstasjon, der man i 1983 lyktes i å produsere 60 000 torskeyngel i en sjøvannspoll på 60 000 m³.

Dette var starten av en ny æra innenfor eksperimentelle forsøk med oppdrettet yngel, både i oppdrett og til utsettingsformål. De første utsettingsforsøkene ble sammen med et kartleggingsarbeid av egnede poller for oppdrett av marin yngel, finansiert gjennom en søknad fra fiskerisjefen i Hordaland til Kommunal- og Arbeidsdepartementet. Olje/Fisk-Fondet og Effektiviseringsmidlene var andre viktige finansieringskilder i denne oppstartingsperioden. De første utsettingsforsøkene i stor skala ble gjennomført i Austevoll, der man fikk opp mot 20 % gjenfangst. Forsøkene var så positive at det ble besluttet å søke om et større prosjekt gjennom Norges Fiskeriforskningsråd. "Torsk i Fjord"-programmet ble en realitet fra 1985, med Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen, og Fiskerihøgskolen i Tromsø (UiTø) som de viktigste institusjonene. Arbeidet med oppskalering til kommersiell størrelse startet i 1989, og ble fra 1990 videreført gjennom PUSH-programmet.



Figur 6.1: De viktigste områdene med underområder, der hvor det ble satt ut merket torsk i regi av havbeiteprogrammet PUSH i perioden 1983-1996.
The main release areas of tagged reared cod in Norway in the period 1983-1996.

Hovedområder for torskeutsettinger

Utsettingsprosjektene i Norge er fordelt på flere hovedområder langs kysten: Austevoll, Øygarden og Masfjorden i Hordaland, Ytre Namdal i Trøndelag, Vestfjorden i Nordland og Sørfjord, Ullsfjord og Stålvikbotn i Troms (figur 6.1). De fleste hovedområdene er oppdelt i underområder, karakterisert som ulike kyst- og fjordområder.

Resultater fra perioden 1990-1997

I alt ni prosjekter hadde aktiviteter på yngelproduksjon i perioden 1990-1994, og det er videre utviklet metoder for produksjon av torskeyngel i avstengte poller, poser i poll/basseng, i store kar i sjøen og i innendørs små kar. Totalt er

det produsert 1,2 millioner torskeyngel (ca 5 gram). Selv om resultatene har vært varierende, er det produsert tilstrekkelig antall torskeyngel av god kvalitet til å gjennomføre storskala utsettingsforsøk i fire hovedregioner i Norge. I perioden 1983-1995 ble det totalt satt ut en million merkede torskeyngel. Gjenfangstprosenten har variert betydelig fra område til område - helt fra 30 % til nesten 0.

Den oppdrettede torsken syntes godt tilpasset et liv i det fri, og innledende studier viste at etter en tilvenningsperiode, oppførte den seg stort sett som vill torsk. Likevel viste seinere feltundersøkelser at oppdrettet torskeyngel hadde høyere dødelighet den første perioden etter utsetting enn villtorsk på samme alder. I Troms

Tabell 6.1: Oversikt over antall utsatt merket torsk i hovedutsettingsområdene i Norge i perioden 1983-1996.
Overview of number of released tagged cod in the main release areas in Norway in the period 1983-1996.

HOVEDOMRÅDE	DELOMRÅDE	UTSETTINGSÅR	ANTALL UTSATT
Austevoll	Heimarkspollen	1983-96	66 000
Masfjorden		1985-91	397 300
Øygarden	Nautnes	1988-95	250 000
	Sture	1988-95	8400
Ytre Namdal	Vikna	1991-94	33 900
	Nærøy	1991-94	16 100
	Flatanger	1994	26 500
	Roan	1994	4100
Vestfjorden	Værøy-Røst	1993-95	7105
	Vestvågøy	1993	500
	Nordsalten	1993-95	19 559
Troms	Stålvikbotn	1987-88	16 005
	Ullsfjord	1990-94	78 311
	Sørfjord	1989-94	63 188
TOTALT			997 916

har vi funnet mer varige endringer i vandringsstor 1-gruppe (30 cm). Dette betyr at tiden under oppdrettsbetingelser kan ha betydning for den oppdrettede torskens tilpasning til et liv i frihet.

Det er utviklet effektive metoder for merking av torsk, både for utvendig (anker-merker) og innvendig merking (kjemisk: oxytetracyclin, genetisk merking). All utsatt torsk er merket.

Alle torskeprosjektene brukte stamfisk som var fanget i utsettingsregionen. Genetiske studier ble tatt inn i utsettingsprosjektene i Masfjorden, Øygarden og Vestfjorden. Ser vi bort fra genetisk merket fisk, er det funnet få forskjeller i genotypfordelinger og genfrekvenser mellom utsatt fisk og villfisk i samme området.

I likhet med tidligere forsøk viser også disse

utsettingsforsøkene at kysttorsk er stedegen. Det var en tendens til økt vandring langs en sør-nord gradient, og økt vandring med økende størrelse. Oppdrettet torsk sprer seg også noe mer enn vill torsk av samme alder.

Torsk beiter på mange forskjellige byttedyrgrupper, og dietten varierer mellom lokaliteter fra sør til nord langs kysten og etter hvilke byttedyr som er tilgjengelig i de ulike regioner. En gjennomgående tendens er at:

- * Bunnlevende virvelløse dyr er viktige byttedyr for små torsk.
- * Byttedyr som beveger seg sakte (som bløtdyr og pigghuder) er vanligvis ikke viktige byttedyr for torsk.
- * Med økende størrelse går torsken over fra å spise små virvelløse dyr til å spise fisk.

- * Stor torsk spiser også annen fisk som kan være konkurrenter til torsk.
- * Kannibalisme forekommer hyppig.



Figur 6.2: Bunnlevende mangebørstemark er vanlige byttedyr for småtorsk.
Small bristle-worms are common prey for juvenile cod.

Det er gjort detaljerte økosystemanalyser i de viktigste utsettingsområdene. Ulike utsettingsområder viser til dels store forskjeller i bæreevne, vekst og overleving. Det var størst bæreevne for torsk i Troms-fjordene. Simuleringer med økologiske modeller viste at tilførsel av dyreplankton til utsettingsområdene i Sør-Norge hadde stor betydning for produksjonspotensialet for fisk, men sammenligninger viste også at det var sterk tetthetsavhengig regulering av torskproduksjonen, av individuell vekst og av overleving til 0-, og 1-gruppe torskefisk. Prediksjonene for Masfjord og Sørfjord viste en at det var begrenset bæreevne for torsk.

Vi fant også at torskens vekst er større i ytre enn i indre områder, og dette ble også forespeilet i de økologiske modellene. Resultatene viser også klare forskjeller i vekst mellom nordlige og sørlige utsettingsområder. Høyest vekst ble registrert i sørlige områder. I alle områder, unntatt Øygarden, har utsatt torsk hatt høyere vekst enn villtorsk, og det er også funnet forskjellig vekst hos hanner og hunner.

I de fleste av de undersøkte områdene har vi funnet en nær sammenheng mellom overleving og størrelse ved utsetting. Årsaken er at når fisken blir større blir det færre og færre rovdyr (predatorer) som er i stand til å fange torsk. Det er også store forskjeller i total dødelighet mellom de ulike områdene, noe som kan forklares med den totale mengde og type predatorer i de ulike områdene. Overlevelsen hos utsatt fisk økte kraftig når utsettingsstørrelsen økte opp mot 30 centimeter, men økte ikke ytterligere selv om det ble satt ut større fisk.

Det må konkluderes med utgangspunkt i undersøkelser som har vært gjennomført, at basert på dagens kunnskap, teknologiske løsninger, og økonomiske rammebetingelser, kan ingen av utsettingsforsøkene regnes for å ha vært økonomisk lønnsomme.

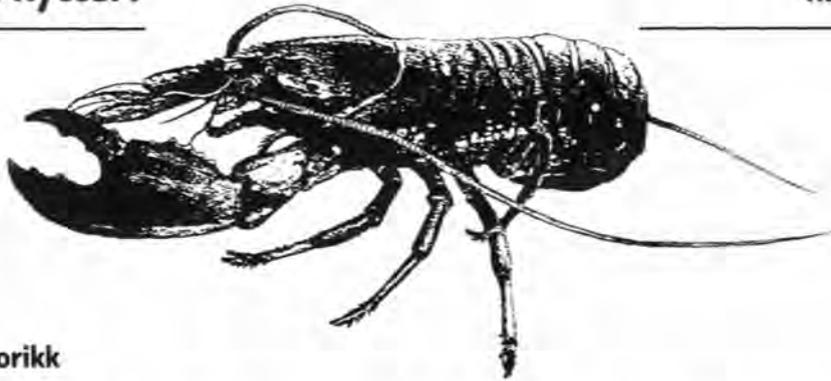
Veien videre

Nyere forsøk og økonomiske analyser tyder på at oppdrett av torsk i merd kan bli lønnsomt ved å bruke lysregimer for å utsetter kjønnsmodningen (se eget kapittel om torsk). Oppdrett av torsk i kombinasjon med utsetting av torsk knyttet opp mot turistfiske kan også ha et potensiale som bør undersøkes.

Kunnskapen vi har fått gjennom PUSH-programmet er ny i forhold til klassiske tilnæringer til fiskeriforvaltningen. Vi har fått ny kunnskap om årsklassesammenhengene og prosessene som styrer torskpopulasjonene i kystnære farvann. Slik kunnskap vil være verdifull for fremtidig forvaltning av kyst-, og fjordressurser. Den kan danne grunnlaget for ytterligere forskning med for eksempel eksperimentelle langtidsstudier av effekt av ulike forvaltningsstrategier på lokale bestander. Dette vil kunne gi en bedre basis for forvaltningen av våre kystøkosystemer, samt grunnlag for vurdering av fremtidige forslag om å starte havbeite, dersom endrede rammebetingelser eller ny kunnskap gjør dette aktuelt. Resultater fra studier av kyst og fjordbestander kan også gi økt innsikt i de store oseaniske bestandene - og på den måten bidra til en bedre forvaltning av våre viktigste fiskeressurser.

Styrking av hummerbestanden - Det nytter!

Knut E. Jørstad og Ann-Lisbeth Agnalt
Havforskningsinstituttet



Litt historikk

Hummer blir betraktet som populær og verdifull ressurs, og har en høy markedspris både i Norge og i utlandet. Hos oss har hummerfisket lange tradisjoner, og det har hatt stor betydning i kystområdene, spesielt på Vestlandet og Sørlandet. Den historiske utviklingen av hummerfisket strekker seg tilbake til 1600-tallet da hollendere begynte å kjøpe hummer. Hummeren ble på den tiden høstet langs strendene ved bruk av store klyper, men i siste halvdel av 1700-tallet ble også teiner tatt i bruk.

Norge har tidligere stått for de største fangstene i Europa (figur 6.3). I årene før 1965 utgjorde de en betydelig andel av den totale fangsten av europeisk hummer, mellom 20 og 50 %. De norske fangstene har deretter avtatt dramatisk, og i 1996 utgjorde de bare en % av den totale fangsten i Europa. Det er ingen andre nasjoner i Europa som har gjennomgått en slik kraftig nedgang, mens det har vært en liten oppgang i fangstene rundt De britiske øyer siden midten av 1980-årene. Det finnes ingen enkel forklaring på dette, men forskjellene i fangstutvikling er sannsynligvis knyttet opp mot ulikheter i forvaltningsstrategi. Forandringer i miljøforholdene kan også ha virket negativt på rekrutteringen til hummerbestanden.

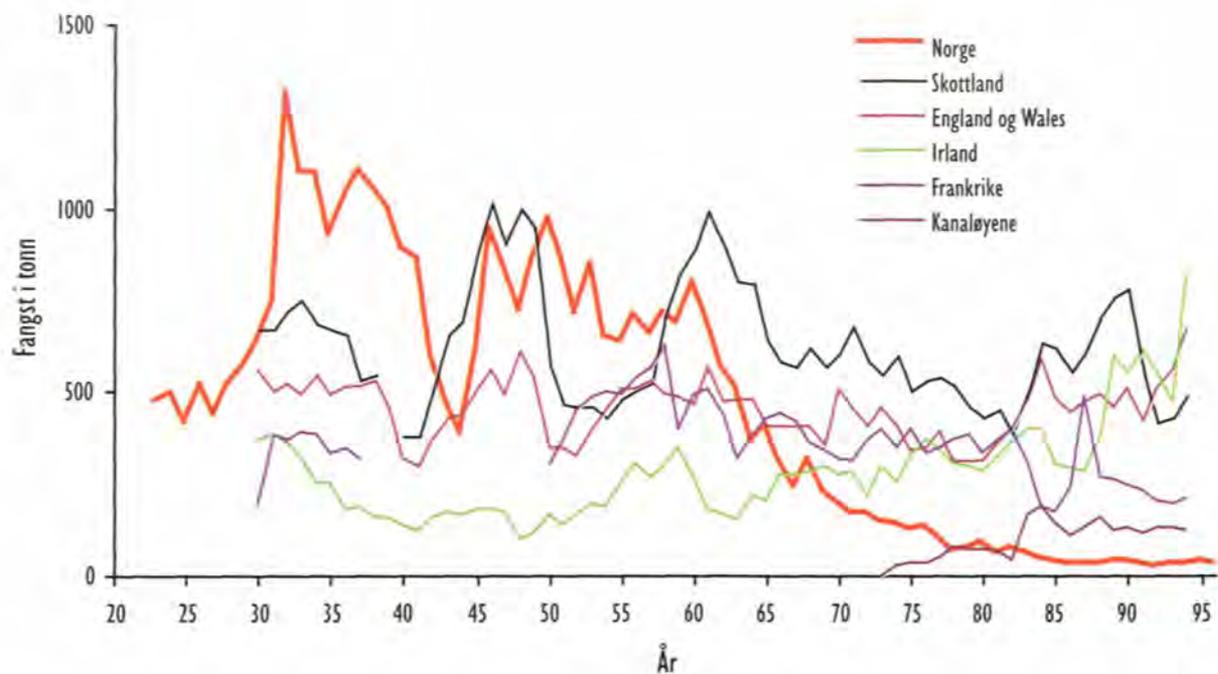
Fangstene ble kraftig redusert på midten av 1960-tallet, fra 600-800 tonn per år til knapt 30 tonn i perioden fram til i dag. Denne utviklingen har ført til stor bekymring både blant fiskerne og fiskeriforvaltningen, men nye tiltak (økt minstemål) ble først gjennomført i 1992 og 1993. Sam-

menbruddet i hummerbestanden har imidlertid ført til stor interesse for gjennomføring av tiltak som kan styrke bestanden, blant annet gjennom oppdrett av yngel for utsetting i sjøen. Gjennomføring av kultiveringstiltak må være basert på grunnleggende biologisk kunnskap og kombineres med nødvendige forvaltningstiltak.

Kultiveringsarbeid

I over hundre år har både larver og yngel blitt oppdrettet kunstig og satt ut langs Norskekysten med tanke på å øke hummerbestanden. Allerede i 1889 kom de første forsøkene med kultivering av hummer igang, da G. M. Dannevig klekket egg fra rognhummer og satte ut nylig bunnslått yngel i området rundt Flødevigen utenfor Arendal. Yngelen ble ikke merket, og eventuelle gjenfangster kunne derfor ikke dokumenteres. Det neste forsøket ble gjort av A. Appelöf på Kvitsøy, og i begynnelsen av århundret ble det satt ut hummerlarver i stadium V, det første bunnlevende yngelstadiet. Heller ikke da kunne larvene merkes, og forsøket ga muligens av den grunn få målbare resultater.

I 1970-årene startet S. Grimsen og professor J.G. Balchen opp et pilotforsøk i Flødevigen. Målet var å produsere eldre yngel (opp mot ett år) klare til utsetting. Det resulterte i en prøvutsetting i Trondheimsfjorden, som igjen la grunnlaget for at Tiedemann Tobakksfabrikk bygget et stort hummerklekkeri på Kyrksæterøra i Trøndelag. Klekkeriet hadde en kapasitet på 120 000 hummeryngel hvert år. Det ble satt ut flere hun-



Figur 6.3: Europeisk fangst av hummer (*Homarus gammarus*) i tonn (data hentet fra Fiskeridirektoratets fiskeristatistikk, Dow 1989, FAO 1981, 1983, 1984, 1986, 1993, 1996). *European lobster (Homarus gammarus) catches in tonnes. (Dow 1989, FAO 1981, 1983, 1984, 1986, 1993, 1996)*

dre tusen ett år gammel hummer fra dette klekkeriet langs hele Norskekysten i perioden fra 1981 til 1986. Disse kunne etter fem til åtte år gjenkjennes i det kommersielle fisket fordi de under kultiveringen hadde utviklet to "sakseklør". Identifiseringen er imidlertid noe usikker fordi forskjellen mellom saks og knuseklo varierer, særlig hos mindre dyr og hos hunnene. Etter utsagn fra fiskere utgjorde de en vesentlig del av fangstene i enkelte områder.

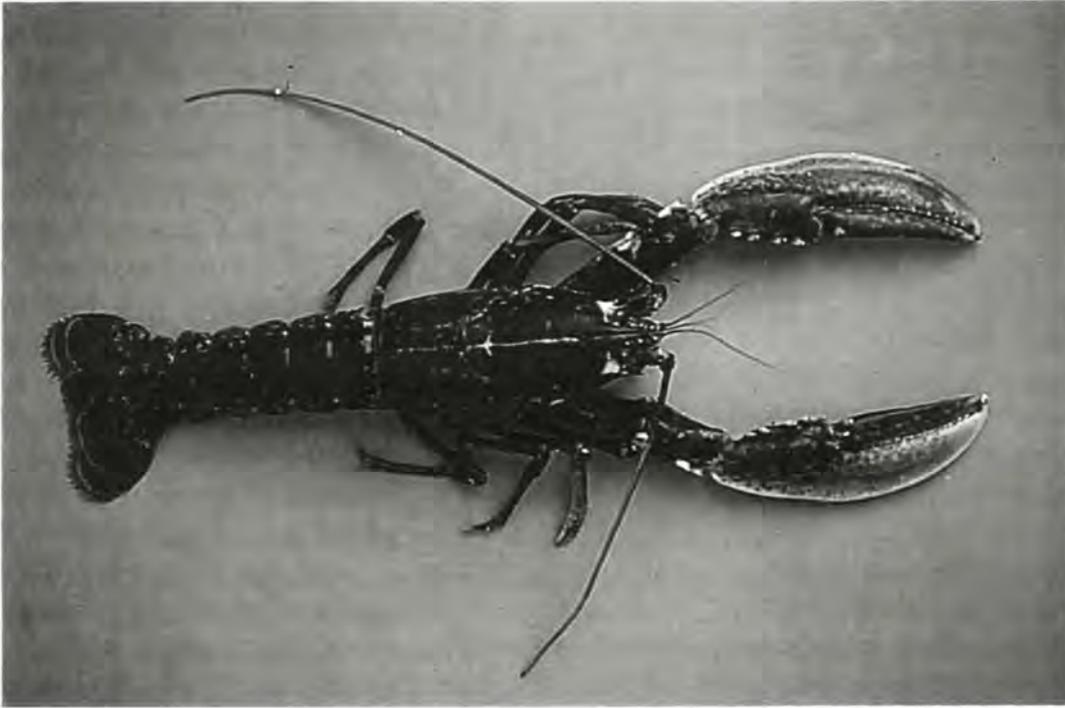
I 1989 utarbeidet Havforskningsinstituttet et forslag til styrking av hummerbestanden, og overtok samme år Tiedemanns hummerklekkeri på Kyrksæterøra. På midten av 1980-tallet ble det utviklet merkemethoder (mikromerker) som ble testet ut på hummer i England. Dette la forholdene til rette for å gjennomføre systematiske utsetninger av merket hummeryngel. I 1990 gikk utsetting av hummer inn som et av hovedprosjektene innenfor det da nyetablerte havbeiteprogrammet (PUSH), og utsettingene ble basert på hummeryngel produsert på klekkeriet på

Kyrksæterøra. Anlegget var i drift til våren 1994, da den siste utsettingen innenfor PUSH-perioden ble gjennomført. Ressursmangel førte deretter til at anlegget ble nedlagt.

På bakgrunn av de lovende gjenfangstene av hummer, tok Kvitsøy kommune i 1995 initiativet til å arbeide for et lokalt hummerklekkeri på Kvitsøy. Dette ble utformet i samarbeid med Havforskningsinstituttet og vil bli etablert i år. Formålet er å føre videre utsettingene på Kvitsøy samt å teste ut nye metoder for utsetting.

Resultater fra utsettingene på Kvitsøy

Kvitsøy i Rogaland er et område med lange tradisjoner når det gjelder hummerfiske. Her er det også stor interesse blant lokalbefolkningen for å gjenoppbygge bestanden. I startfasen ble det etablert et nært samarbeid mellom forskning og forvaltning (Fiskeridirektoratet, Fiskerisjefen i Rogaland) på den ene siden og de lokale kreftene (Kvitsøy kommune, Kvitsøy fiskarlag, Rogaland



Figur 6.4: Hummer med to "sakseklør", fra en av utsettingene på slutten av 1980-årene.
Foto: S. M.
Lobster with two "cutting claws", from one of the releases during the 1980's.
Photo: S. M.

fiskarlag) på den andre siden. I perioden fra 1990 til og med 1994 ble satt ut 125 000 mikromerkede hummeryngel i Kvitsøyområdet.

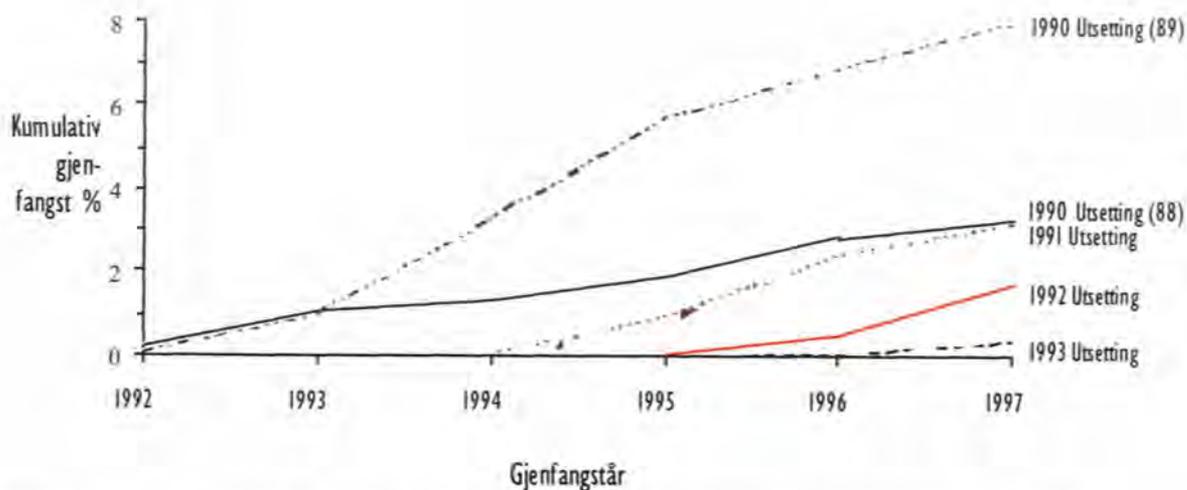
På grunn av det magnetiske mikromerket kunne gjenfanget hummer identifiseres ved hjelp av en detektor. Den lokale organiseringen, hvor det praktiske arbeidet på Kvitsøy ble lagt opp i nært samarbeid mellom forskningen og de lokale interessene, har vært grunnleggende for de resultater som er oppnådd. I praksis har dette ført til at mellom 90 og 95 % av all lovlig hummer fanget på Kvitsøy i de ulike fiskesesongene har blitt testet med merkedetektor, og utsatt hummer er blitt identifisert. Dette gir en uvanlig høy kvalitet på innsamlede data og reduserer usikkerheten i den endelige evalueringen.

De første utsatte hummerne ble fanget i fisket tre-fire år etter utsetting, og andelen av utsatt hummer økte betydelig fra 1994 og fram til prosjektets formelle avslutning ved årsskiftet 1997-1998. I høstfisket 1997 var andelen utsatt hum-

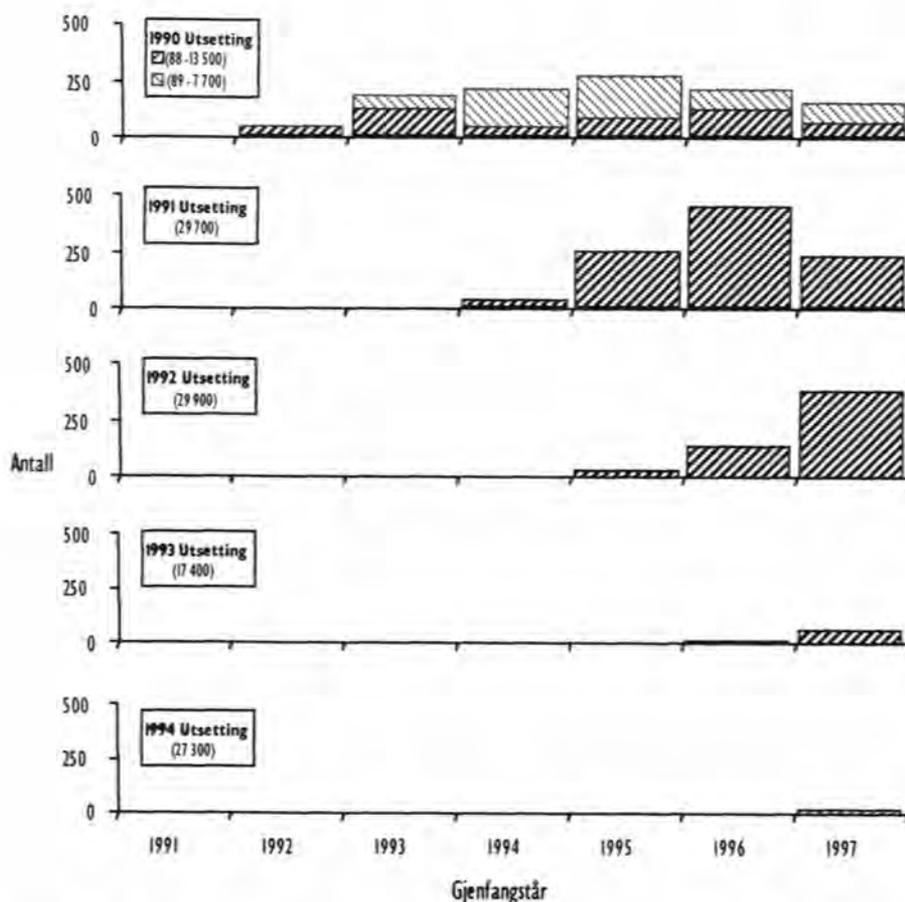
mer over minstemålet (25 cm) på 43 %, mens den dominerte bestanden under minstemålet (73 %). Den største gjenfangede havbeitehummeren så langt ble tatt i oktober 1997. Det var en hann som veide 1,7 kg, og med 34 centimeter total-lengde.

Etter syv år i sjøen utgjør den første utsettingen (1990) fremdeles 10 til 20 % av fangstene. Dette betyr at gjenfangstdataene er ufullstendige og må kompletteres i årene fremover. For den beste årsklassen (1989) er foreløpig gjenfangst 8 % (figur 6.5). Det er ikke tatt hensyn til merketap og fangst under minstemålet. Mesteparten av den utsatte hummeren står fremdeles i sjøen (figur 6.6) og vil vokse seg inn i fangstene i årene fremover. Det er derfor viktig at arbeidet knyttet til gjenfangst av de siste utsettingene (1993-1994) følges videre opp.

Hummer fanget i ulike områder rundt Kvitsøy, som Karmøy, Bokn, Rennesøy og Rott, er undersøkt. Vi har ikke funnet magnetmerket hum-



Figur 6.5: Kumulativ gjenfangstprosent av hummer over lovlig størrelse fanget i det kommersielle fisket på Kvitsøy, fordelt på utsettingsgrupper. Prognosene for høsten 1997 er inkludert.
Cumulative recapture percentage of different release groups of lobster taken in the commercial fisheries at Kvitsøy. The prognoses for the autumn of 1997 are included.



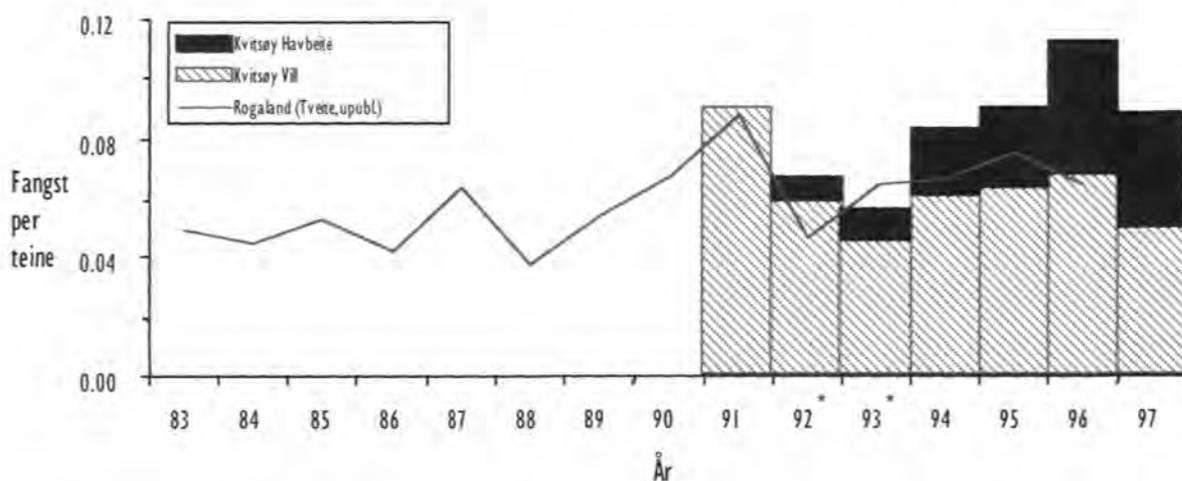
Figur 6.6: Gjenfangst i antall av hver utsettingsgruppe av hummer over lovlig størrelse fanget i det kommersielle fisket på Kvitsøy (prognosene for høsten 1997 er inkludert). Antall som er satt ut av hver utsettingsgruppe er angitt i parentes.
Recapture in numbers from each release group of lobster taken in the commercial fisheries at Kvitsøy (the prognosis for the autumn 1997 included. Number released in each release group given in ().

mer som har vandret ut fra Kvitsøyområdet. Merkeforsøkene på Kvitsøy tyder foreløpig på svært liten lokal vandring. Materialet av gjenfanget havbeitehummer er unikt, ettersom vi kjenner alderen på hummeren. Dette muliggjør helt nye undersøkelser både når det gjelder vekst, kjønnsmodning, frukbarhet og andre viktige bestandsmål. Det er foreløpig ikke funnet noen forskjeller mellom havbeite- og vill hummer på Kvitsøy. Disse undersøkelsene er viktige å følge opp etter hvert som nye utsettingsgrupper rekrutterer til fisket.

Det er også gjennomført et omfattende innsamlingsprogram og genetiske analyser. Til nå er det påvist små, men statistisk sikre endringer i sammenligning mellom vill hummer, stamhummer og produserte hummerunger. All gjenfanget havbeitehummer blir analysert, og resul-

tatene brukes til å evaluere genetisk påvirkning på den lokale bestanden.

Et sentralt spørsmål er om den utsatte hummeren har negativ effekt på den naturlige rekruttering av vill hummer på Kvitsøy. Det kan tenkes at den utsatte hummeren i realiteten fortrenger den ville, og at utsettingene ikke fører til en økning i totalbestanden. Stein Tveite (HI, Flødevigen) har samlet inn fangsdata for Rogaland fra 1983 til 1997, og disse er sammenlignet med tilsvarende data registrert av fiskere på Kvitsøy i perioden etter utsettingene (Figur 6.7). Det er registrert en betydelig økning av den totale fangsten av hummer per teine på Kvitsøy. Gruppering av totalfangsten i vill og havbeitehummer viser at for den ville delen av bestanden ligger fangst per teine stort sett på samme nivå som for resten av Rogaland, mens den kraf-



Figur 6.7:

Fangst per teine av hummer over lovlig størrelse fanget på Kvitsøy fra 1991 til 1997 (søylediagram) basert på dagbokføring av de fem beste fiskere i hver fangstsesong (høst). Fangst per teine beregnet for Rogaland (heltrukken linje) er basert på dagbokføring av utvalgte hummerfiskere fra ulike steder i hele Rogaland (Kvitsøy ikke inkludert). (Upubliserte data fra Stein Tveite, Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen). * Heving av minstemål (1. oktober 1992 fra 22 cm totallengde til 24 cm og 1. oktober 1993 til 25 cm).

Catch per fish trap of lobster over legal size on Kvitsøy from 1991 to 1997 (columns) based on dairies from five of the fishermen each catchseason (autumn). Catch per fish trap calculated for Rogaland (line) based on dairies from selected lobster catchers in the whole county (Kvitsøy not included).

tige økningen i totalfangsten skyldes at havbeitehummeren etter hvert kommer inn i fisket. Disse dataene viser at utsatt hummer ikke fortrenger den ville bestanden, men kommer som et supplement i fangstene. For de siste årene har havbeitehummeren altså stått for rundt 40 % av totalfangsten. Dette dokumenterer helt klart at utsettinger virkelig kan styrke en lokal bestand.

Andre hummerforsøk

I løpet av PUSH perioden er det også gjennomført andre hummerprosjekter. Havforskningsinstituttet har også satt ut merket hummeryngel i Øygarden kommune. I dette prosjektet var formålet å teste ulike habitat/bunntyper for å finne fram til de beste utsettingsstedene. På grunn av ressursmangel har det ikke vært mulig å følge opp forsøkene med et ønsket gjenfangstfiske. I privat regi ble det også satt ut hummer i Lindås i Hordaland også denne ble produsert av klekkeriet på Kyrksæterøra og merket på samme måte som i forsøket på Kvitsøy og i Øygarden. Foreløpig prøvefiske i Lindås viser en andel på 56 % havbeitehummer i fangstene, men denne hummeren er foreløpig under minstemålet.

Hummerklekkeriet på Kyrksæterøra representerte en teknisk komplisert produksjon, med en høy pris på hummeryngel for utsetting. En alternativ metode ble testet ut av Helge Knudsen, tilknyttet Forskningsstasjon i Flødevigen. Her ble hummerlarver produsert i klekkeriet inntil første bunnlevende stadium, og deretter ble de satt ut i små sjøbur på egnede steder i sjøen. I testforsøkene ble det registrert varierende overlevelse og vekst, og de beste forsøkene ga overlevelse på 70 til 80 % og god vekst.

Produksjon av hummeryngel i sjøbur blir nå videreført på Kvitsøy i regi av Kvitsøy kommune og i samarbeid med forskningen. Kommunen har selv bevilget og fått støtte til bygging av et lokalt klekkeri som skal stå ferdig våren 1998. Det ble gjennomført en forsøks sesong allerede i 1997, etter sjøburmetoden fra Flødevigen. Resultatene så langt er lovende og bekrefter tidligere observasjoner. Aktiviteten vil bli utvidet i år. Hummeryngelen som blir produsert etter denne metoden vil bli merket med mikromerker

og satt fritt ut i sjøen fortrinnsvis innenfor et forsøksområde med restriksjoner i fisket. Det tas sikte på å utvikle spesielle forvaltningsmodeller tilpasset utsetting- og fangstaktiviteten på hummer.

Innenfor perioden har det også vært arbeidet med en videreutvikling og oppskalering til mer industriell produksjon av hummeryngel, med utgangspunkt i hummerklekkeriet på Kyrksæterøra. Dette arbeidet har vært ledet av professor Balchen ved NTNU i Trondheim, og ble først knyttet opp mot industriutbygging på Mongstad. De siste årene har arbeidet blitt videreført gjennom firmaet "Norsk hummer A/S", som nå prosjekterer et industrielt anlegg i forbindelse med utbyggingen på Tjeldbergødden. Anlegget tar sikte på å produsere flere millioner hummerunger årlig for salg til havbeite og eventuelt oppdrett av hummer. I forbindelse med arbeidet er det også utviklet en undervannsfarkost (DAHABU) for i første omgang å få detaljert kartlegging av bunnforholdene, og en utvelging av de beste utsettingslokalitetene for hummer.

Gjenoppbygging av hummerbestanden - en nasjonal oppgave?

Både utsettingsforsøket på Kvitsøy og de foreløpige observasjonene i Lindås, dokumenterer at det er mulig å styrke lokale bestander av hummer. I begge tilfeller utgjør havbeitehummer en betydelig del av bestandene. Det er ingen tegn til at utsatt hummer hemmer eller fortrenger den ville hummeren. Resultatene bekrefter også at hummerbestanden er på et lavmål, og at havbeiteiltak vil være helt vesentlig for å bygge opp igjen bestanden til tidligere nivå.

Det langsiktige målet må være å bygge opp de norske hummerbestandene til et nivå som gir et høyt og stabilt utbytte i fremtiden. Her må kultivering diskuteres som et viktig moment i kombinasjon med flere andre mulige og nødvendige forvaltningstiltak. Resultatene som er oppnådd på Kvitsøy, må derfor vurderes i et mer helhetlig og langsiktig perspektiv innenfor vår hummerforvaltning. Prosjektene har gitt mye grunnleggende kunnskap som kan

danne basis for utforming av mer effektive forvaltningstiltak.

I dag er det stor interesse for en storstilet gjenoppbygging av våre hummerbestander, slik at det årlig kan høstes ut 600 til 800 tonn årlig. Resultatene som er oppnådd gjennom PUSH-programmet har skapt det grunnlaget som skal til for å

sette i gang et nasjonalt program for gjenreising av våre hummerbestander. Ny biologisk kunnskap om hummer, ulike kultiveringsmetoder og effektive tiltak i forvaltningen er viktige komponenter i utviklingen av en ny strategi for gjenoppbygging av hummerbestandene. Når vi ser på fangstutviklingen på hummer i Norge de siste tiårene, haster det med å komme i gang.

Havbeite med laks

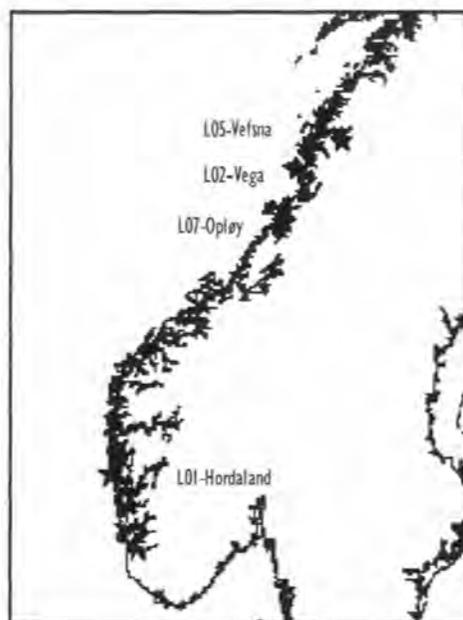
Ove T. Skilbrei, Havforskningsinstituttet og
Bjørn Ove Johnsen Norsk, Institutt for Naturforskning



De biologiske undersøkelsene av havbeite med laks innenfor PUSH har vært drevet i fire prosjekter med enten Havforskningsinstituttet eller Norsk Institutt for Naturforskning (NINA) som faglig hovedansvarlig.

- L01 - Havbeite med laks - Hordaland (HI)
- L02 - Havbeite på Vega (HI)
- L05 - Havbeite i Vefsna - utsetting av vill og oppforet smolt (NINA)
- L07 - Havbeite i Opløy (NINA)

Det er brukt oppdrettet smolt i alle prosjektene. I Vefsnaprojektet er det i tillegg brukt villsmolt som er produsert naturlig i vassdraget ved utsetting av ufôret yngel. Vefsna er et av de største vassdragene i Nordland fylke, mens Fersetvassdraget på Vega er et lite vassdrag. Opløyelva i Nord-Trøndelag er sterkt regulert. Sotra-prosjektet i Hordaland var lokalisert ved et svært lite vassdrag.



Figur 6.8: Lokalisering av utsettingsstedene for havbeitesmolt i PUSH-programmet.
The four release areas for reared salmon in the Norwegian Sea Ranching Programme (PUSH).

Havbeite med laks - Hordaland (L01)

Hovedhensikten med havbeiteforsøkene på Sotra, vest for Bergen, var å se om det kunne utvikles metoder for utsetting og gjenfangst av laks fra en lokalitet som ikke var knyttet til et lakseførende vassdrag. Det var fra tidligere kjent at utsetninger i åpent hav ga høy overlevelse og også relativt høyere feilvandring. De tidligere forsøkene hadde imidlertid ikke gjenfangstsystemer på slippstedet. Fordi det antas at laksen lærer vandringsruten fra den er sluppet fri, ville prosjektet se om laksen kom tilbake til og kunne fanges på slippstedet uten at feilvandringen til elver i området ble for høy.

Det ble brukt stamfisk fra tre lokale elver. Disse ble valgt fordi de representerte ulike økologiske tilpasninger;

- * - liten elv med hurtig kjønnsmodnende småvokst bestand (Loneelva)
- * - elv med mellomstor laks (Daleelva)
- * - internasjonalt kjent storlaksstamme (Vosso)

De tre laksestammene, og familier innenfor stammene, ga ulike resultater for alle karakterer som påvirker resultatet i havbeite; vekst i ferskvann,

innslaget av kjønnsmodne dverghanner, smoltstørrelse, veksthastighet i sjøfasen og overlevelse i sjøen. Utsettingsmetodikken er viktig for smoltens utvandring/motivasjon, overlevelse i havet og muligens feilvandring. Det ble utviklet et eget utvandringssystem i forbindelse med en kunstig "elvemunning". De totale gjenfangstene av Carlin-merket smolt varierte mellom 0 og 12%. Av stammene kom Dalestammen best ut, med et snitt på 5%. Tidligere dverghanner hadde langt høyere overlevelse i sjøen enn søsknene sine, rundt 10% av Carlin-merket smolt. Dette delvis fordi de kom tilbake etter bare et år i havet.

Feilvandring mønsteret var ikke som forventet. I stedet for å gå opp i nærliggende elver i Hordaland, havnet en høy andel i elver rundt sydpissen av Norge. Dette tolkes som at lokalisering av slippsted, strøm- og hydrografiske forhold i havet har betydning for pregning, orientering og tilbakevandring. Det viste seg imidlertid at strømhastigheten som fisken ble holdt under i karene hadde påvirket disse forholdene ved at høyere strømhastighet ga høyere hjemfinning og lavere feilvandring.

Havbeite på Helgeland (L02)

I 1987 ble forprosjektet "Havbeiting med laks"

startet opp av ordførerutvalget på Sør-Helgeland. Årsaken til interessen for havbeite var blant annet bortfallet av drivgarnsfisket, som hadde vært viktig for kystkommunene. Forprosjektet ble del-finansiert av "Helgelandspakken" og kommunene som senere dannet "Sør-Helgeland Havbeite AS". Dette selskapet ble senere finansiert gjennom PUSH, men skiftet navn til "Havbeite med laks på Vega" da selskapet ble oppløst og PUSH-midlene ble kanalisert gjennom Havforskningsinstituttet. Stamfisken ble fanget i Vefsna. Vega, vest for Brønnøysund, ble valgt som utsettingssted av følgende grunner; Fersethvassdraget har et nedslagsfelt på over 20 km², drivgangsfisket hadde vært en viktig levevei og beliggenheten på den ytre kysten med god avstand til viktige laksestammer.

Smolten ble transportert med brønnbåt med ferskvann til merder i sjøen utenfor Fersethvassdraget, bortsett fra noen mindre grupper som ble satt ut i elvemunningen. De ble holdt i merdene i fem til syv dager før slipp. Akklimatiseringen ble forsøkt forbedret ved enten å bruke Giga-merder der saltinnholdet ble øket mot slipp (1993-94) eller ved å montere oljelense rundt merdene og tilføre ferskvann for å danne et ferskt lag i de øverste meterne (1995). Det ble sluppet fra 80 000 til 136 000 smolt årlig.

Gjenfangstene fra slippene mellom 1992 og 1994 var lave. Resultatet ble imidlertid forbedret etter slippet i 1995, både når det gjelder antall gjenfanget og redusert geografisk spredning på gjenfangstene. Dette kan skyldes endring i

Tabell 6.2: Oversikt over fordeling av gjenfanget havbeitelaks i 1996 og 1997 fra slippene på Vega i 1995 av 136 000 smolt.
Recapture of salmon in 1996 and 1997 from the 136 000 released smolts at Vega in 1995.

Fangst år	Fiske i elv Feilvandrer	Fiske i sjø Andre steder	Fiske på Vega-sjø	Eget fiske Vega-sjø	Fersethvass., Felle, stang	SUM
1996-Carlin	14 (4.5 %)	63 (20.1%)	57(18.3%)	163 (52.2%)	15 (4.8%)	312
1996-Fettf.	146 (4.0%)*	656 (18%)*	835 (22.9%)	1696 (46.5%)	316 (8.7%)	3649
1997-Carlin	4 (3.2%)	33 (26.6%)	20 (16.1%)	69 (55.6%)	0	124
1997-Fettf.	42 (3%)*	340(22%)*	430 (28%)	710 (46%)	15 (1%)	1537

* Beregnet ut fra forholdet mellom carlinmerket og fettfinneklippet laks på utsettingsstedet

utsettingsmetodikk (se ovenfor). Fra 1995 til oktober 1997 har det blitt fanget nær 4 000 laks på Vega fra slippene av 136 000 smolt i 1995, herav 30% laks mellom fire og syv kilo i 1997 (tabell 6.2). Det er forventet innsig av treårig laks i 1998.

Havbeite i Vefsna - produksjon og utsetting av a) vill og b) oppforet smolt (L05)

Målsettingen med dette prosjektet var todelt: a) Produksjon av villsmolt, klarlegge hvordan man

best kan utnytte ikke-lakseførende vassdrags-avsnitt til produksjon av villsmolt ved utsetting av uføret yngel. b) Smoltutsetting, besto i å utrede bruken av et stort vassdrag i Nord-Norge til havbeite. I utsettingsforsøkene i denne delen har det vært brukt både villsmolt og oppforet smolt.

a) Vill smolt. Prosjektet tok utgangspunkt i utsetting av uføret yngel i elv og innsjø. Målet var å finne svar på hvor mye smolt som kan produseres og å klarlegge hvilke faktorer som har be-

tydning for overlevelse frem til smolt. Undersøkelser av lakseungenes næringsvalg har i den forbindelse vært tillagt stor betydning. I to sidevassdrag til Vefsna ble det årlig satt ut 30 000 - 50 000 yngel. Smoltfeller plassert nederst i elvene fanget opp den utvandrende smolten hvert år. Smoltproduksjonen tilsvarte 1,1 smolt/100 m² hvert år.

De foreløpige resultatene fra utsetting av uføret yngel i elv og innsjø kan kort oppsummeres slik: Utsetting i fisketomme lokaliteter ga meget god vekst og overlevelse til smolt, og årvisse yngelutsettinger i store antall ga økt konkurranse og store reduksjoner i vekst og overlevelse.

En samlet vurdering av resultatene gir sammen med lignende dokumentasjon fra andre undersøkelser i inn- og utland, lovende utsikter for produksjon av smolt i naturlige vannsystemer. Fordele med villsmolt sammenliknet med anleggsprodusert smolt er at den kan produseres billigere, den har bedre overlevelse i sjøen, den gir mindre feilvandring og den gir ingen genetisk påvirkning/forurensning. Spredte resultater fra vurderinger av norske vassdrag viser at det eksisterer et stort potensiale for produksjon av smolt med hensyn til laksens naturlige utbredelsesområde. Disse områdene kan, dersom de blir utnyttet, gi et betydelig bidrag til populasjonen og dermed til antall tilbakevandrende laks i det enkelte vassdrag. Dette vil bety både en styrking av populasjonen og et økt fiske.

b) Oppdrettet smolt. Prosjektets målsetting var å klarlegge hvordan man kan bruke et stort vassdrag i Nord-Norge til havbeite med laks, og undersøke hvilken betydning enkelte viktige faktorer har for gjenfangsten av utsatt havbeitesmolt. I perioden 1992 - 1995 ble det satt ut tilsammen 58 310 Carlin-merket oppdrettssmolt, og i perioden 1987 - 1995 10 512 Carlin-merket villsmolt. Villsmolten ble produsert ved yngelutsetting i ikke-lakseførende deler av vassdraget og fanget i smoltfeller under utvandring.

Gjenfangsten av utsatt smolt i Vefsna var gjennomgående lav. Total gjenfangst av toårig smolt var 1,18 %, av villsmolt 0,88 % og av ettårig smolt 0,51 %. Variasjonene fra år til år var store.

Toårig smolt utsatt i 1992 ga best gjenfangst med 3,24 %. Hos villsmolt var 1,29 % beste gjenfangst, og dette ble oppnådd både av smolt utsatt i 1988 og 1991. Av ettårig smolt ble det gjenfanget klart flest (1,20 %) etter utsettingen i 1994. Gjenfangsten mellom ulike grupper smolt varierte enda mer enn gjenfangsten mellom år. Hos ulike grupper av toårig smolt varierte gjenfangsten mellom 0,13 og 3,24 %, og fra de ulike grupper av ettårig smolt mellom 0 og 3,42 %. Gjenfangsten fra de ulike grupper av villsmolt varierte mellom 0 og 9,30 %.

Alle fire års utsettinger ga høy feilvandringssprosent hos den oppfødte smolten, mens utsatt villsmolt hadde lav feilvandring. Andelen av havbeitesmolt har økt i fangstene i Vefsna de senere år, men smoltutsettingene har ikke bidratt til noen vesentlig økning i fangstutbyttet i Vefsna. Havbeite i Vefsna kan drives etter ulike modeller. I Vefsnavassdraget ligger forholdene meget vel til rette for sportsfiske, og det er derfor naturlig at en fangstøkning blir tatt ut i form av sportsfiske. Havbeite kan også drives i kombinasjon med arbeid for å styrke bestanden, ved at yngel for smoltproduksjon settes ut i ikke-lakseførende deler av vassdraget.

Havbeite i Opløy (L07)

Havbeiteprosjektet i Opløyelva ble startet i 1989. Prosjektet ble organisert i et samarbeid mellom Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Nærøy kommune, Nord-Trøndelag fylkeskommune, firmaet Albert Collet og NINA. Det ble opprettet en egen styringsgruppe for prosjektet, med representanter fra kommunen, grunneiere, Fiskerisjefen i Trøndelag og Fylkesmannen i Nord-Trøndelag. Et lokalt havbeiteselskap, Salsbruket Havbeite A/S, har overtatt organisering og utvikling av havbeite som næring på Salsbruket. Hovedmålsettingen for prosjektet var å utrede det økologiske og økonomiske grunnlaget for havbeite, med laks i Opløyelva som utsetningsvassdrag. Dette innebærer:

I perioden 1989-1996 ble det satt ut 558 000 laksesmolt, fordelt på 55 grupper av omlag 3 000 individer. 159 000 av disse var individuelt merket med Carlinmerke. Resultatene viser stor va-

riasjon i gjenfangst og predasjonsrate mellom de ulike utsettingsgruppene. Gjenfangstprosentene varierte mellom 0,0 og 6,4. Tilsvarende tall for predasjonsrater var 0,0 og 15,0 %.

Ettårig smolt ble utsatt for høyere predasjon enn toårig smolt (kontrollert for størrelse), men alder hadde ingen betydning for gjenfangstraten. Stor toårig smolt utsatt i elva ble utsatt for lavere predasjon, og kom tilbake i større grad enn individer med mindre kroppsstørrelse innen aldersklassen. De som ble spist hadde mindre gjennomsnittsstørrelse enn all utsatt smolt, mens de som kom tilbake var større enn gjennomsnittet ved utsetting. Dette er forskjellig fra smolten satt ut ute i fjorden. Hos de utslepte gruppene (se nedenfor) var det ingen forskjell i størrelse mellom de som ble spist og de som overlevde.

Utsleping i merd forbi indre fjordområde (beskyttet utsetting) reduserte helt tydelig predasjonsraten i forhold smolt satt ut i elva, og gjenfangstraten var bedre for de utslepte gruppene. Hos de utslepte gruppene var det ingen forskjell i størrelse mellom de som ble spist og de som overlevde.

Feilvandingsandelen for de utslepte gruppene var ikke forskjellig fra gruppene som ble satt ut i elva. Feilvandringen er generelt lav fra dette havbeiteprosjektet. Dette kan enten kan skyldes at laksen har god "homing", eller at den går opp i elvene så sent at den ikke er tilgjengelig for beskatning, og dermed rapportering, i samme grad som villaksen i sportsfiskesesongen. Resultatene fra prøvefiske i oktober tyder på at det siste ikke er sannsynlig.

De aller fleste Carlin-merkede fiskene ble gjenfanget i Nord-Trøndelag fylke (88.8 %). Ellers var det flest gjenfangster i nabofylkene Nordland (4.1 %) og Sør-Trøndelag (2.7 %), og ved Færøyene (2.0 %). Opløyelva og fjorden utenfor (sone 1-3) sto for 2/3 av samtlige gjenfangster.

Generelle resultater

I programmet har det ikke framkommet data som viser at vannføringen har påvirket smoltoverlevelsen.

Utsettingsforsøk med ettårig og toårig smolt av samme størrelse ga ingen forskjell i gjenfangst mellom aldersgruppene. Toårig smolt ga imidlertid generelt bedre gjenfangst fordi de var større, og økende smoltstørrelse ga lavere predasjon. Dette kan skyldes at den større smolten tåler merkingen bedre, men årsaken kan også være at den større smolten er bedre smoltifisert og kan vandre raskere ut.

Syv dager akklimatisering i merd før slipp ga lavere gjenfangst enn tre dager akklimatisering i L01-Hordaland. Forskjellene var mindre i tilsvarende forsøk i L07-Opløy mellom en og syv dager. Disse forskjellene kan være avhengige av en rekke forhold; som salinitet på slippstedet, temperatur, forbehandling og størrelsen på smolten. Dessuten kan tilstedeværelsen av marine parasitter (særlig lakselus) og sykdomsfremkallende organismer være viktig for hvor lenge smolten bør holdes i en merd. Resultatene med en dags akklimatisering antyder at dette kan være for kort tid.

Data fra L07-Opløy viste at predasjonen kan være betydelig i nærområdet, hovedsakelig fra måker. Dette bekreftes av de positive erfaringene med å taue merdene utover fjorden før slipp. I L01-Hordaland viste garnfiske etter predatorer at tyr var den mest effektive laksespiseren i nærområdet.

Varigheten av sjøoppholdet, det vil si alder ved kjønnsmodning, varierte både mellom og innen prosjektene avhengig av hvilken laksestamme som ble benyttet. Sjøoppholdet var kortere for fisk som var oppdrettet i anlegg enn for villsmolt av samme stamme. I tillegg oppnådde ulike stammer og familier innen samme stamme forskjellig vekt etter like lang tid i sjøen.

I havbeiteprosjekter har lokalitetens egenskaper og infrastrukturen på utsettingsstedet, stor betydning for fangstmetodikk, verdiskapning og lokale ringvirkninger. Det var nødvendig å ta i bruk ulike redskaper på utsettingsstedene for å få til en effektiv gjenfangst av havbeitefisk. Den viktigste fangstperioden på utsettingsstedene var fra juli til september. Fangsten av havbeitelaks utenfor nærområdet er lite påvirket av disposi-

sjoner i det enkelte prosjekt, og vil i større grad avhenge av fisketider, struktur og redskapstype i fisket i vandringsruten til havbeitelaksen. Havbeitelaksen som ble fanget utenfor utsettingsstedet, ble tatt tidligere i sesongen, og den var større enn laks på utsettingsstedet på grunn av størrelsesselektiviteten til redskapene.

Fangstfordelingen på utsettingsstedene viste en lav andel villaks. Dette tyder ikke på at havbeitevirksomheten virket tiltrekkende på villaksen i området.

Det var høy feilvandring fra Sotra-utsettingene. De fleste feilvandrerne ble fanget på Sør - og Sørvestlandet, og ikke som forventet i elver nær utsettingslokaliteten. Imidlertid hadde produksjonsforholdene betydning for hjemfinning og feilvandring. Det ble registrert betydelig feilvandringen fra smoltutsettingene i Vefsna, til tross for at Vefsna er et stort vassdrag med betydelig vannføring, som skulle være lett å finne tilbake til. De fleste feilvandrerne ble tatt i Rana, en nærliggende elv som også ligger innerst i en fjordbunn. Smolten til Vega-utsettingene ble produsert sammen med Vefsna-smolten. Fra Vega-utsettingene var det lav overlevelse og stor geografisk spredning på fangstene de første årene. Etter slippene i 1995 var feilvandringen lav (ca 4% av rapporterte merker) og overlevelsen vesentlig bedret (4% total gjenfangst etter to år i havet, se også tabell 6.2). Disse feilvandrerne var i mye større grad enn fra Vefsna-slippene lokalisert i mindre vassdrag nær kysten. Fra Opløy var feilvandringen lav. Det var derfor ingen klar sammenheng mellom vassdragets størrelse og feilvandring. Men trolig vil utsetningsmetodikk og lokale forhold (muligens hydrografi) påvirke vandringsruter og feilvandringens mønster.

Havbeitelaksen gir et betydelig bidrag til kystfisket i regionen rundt utsettingsstedet. Fra 40-80% av havbeitelaksen fanges i sjøfisket.

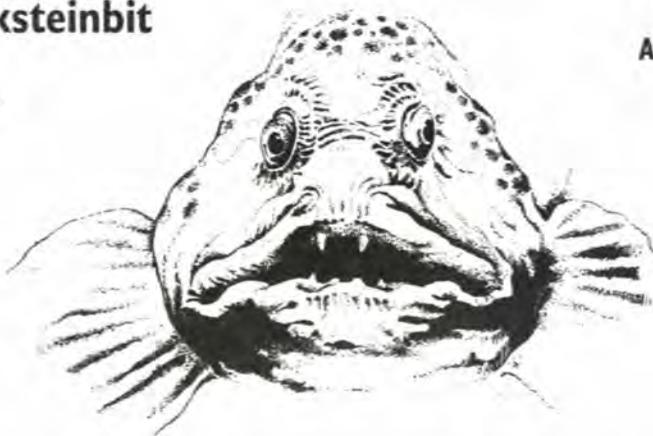
PUSH-programmet har framskaffet data om en rekke biologiske forhold ved havbeite med laks. Det mest interessante er sannsynligvis den store variasjonen i resultatene, både mellom behandlingsgrupper eller genetiske grupper satt ut på samme utsettingssted, og forskjeller mellom utsettingsstedene. Dette tyder på at det er mulig å optimalisere og videreutvikle metodene for havbeite, selv om dette i mindre grad ble mulig innenfor tidsrammen av PUSH-programmet. Det bør nevnes at PUSH-utsettingene ble foretatt i en historisk ugunstig periode, med generelt lav overlevelse for villaks i havet. Dessuten er gjenfangsttallene nevnt ovenfor (på opp til 12% rapportert gjenfangst av Carlin-merket fisk) ikke justert for merkedødelighet, merketap og underrapportering. Ifølge beregninger ved Norsk Institutt for naturforskning kan disse faktorene utgjøre 50% av reell gjenfangst av umerket fisk.

Økonomiske vurderinger er gjort av Per Krokan og Bernt Aarseth (i faggrupperapport til PUSH). Deres hovedkonklusjoner er at kjøttverdien på havbeitelaksen ikke dekker omkostningene ved utsetting og gjenfangst. For Opløyprosjektet har Krokan vist at dersom gjenfangsten organiseres som et sportsfiske, vil verdien på den gjenfangete havbeitelaksen øke. Beregningene gir likevel ikke bedriftsøkonomisk overskudd. Det blir også pekt på at organisasjonsmodellen for havbeite i større grad bør ta hensyn til erfaringer fra utlandet, med et samarbeid mellom utsetter og andre interessenter som også fanger havbeitelaksen.

7. UTVIKLING AV PRODUKSJON AV “NYE” OPPDRETTSARTER

Oppdrett av flekksteinbit

Reinhold Fieler,
Akvaplan NIVA a/s



Flekksteinbiten ser barsk ut, men i oppdrett er den fredelig som et lam! I oktober 1997 gytte for første gang en oppdrettet flekksteinbit, og man hadde derved gjennomført en komplett reproduksjonssyklus for denne hurtigvoksende marine arten. Dette pionerarbeidet kunne Troms Steinbit AS, i tett samarbeid med forskningsmiljøene i Tromsø, fullføre i sitt forsøksanlegg på Senja.

Troms Steinbit kunne benytte seg av resultater fra mangeårig forsknings- og utviklingsarbeid, der blant annet forskerne Erlend Moksness og Dimitri Pavlov på slutten av 1980-tallet la en del av det vitenskapelige grunnlaget for å forstå biologien til steinbitartene, først og fremst på gråsteinbit. På 1990-tallet videreførte Inger-Britt Falk-Petersen og Victor Øiestad ved Norges fiskerihøgskole, samt Kjell Midling ved Fiskeriforskning arbeidet som skulle danne grunnlaget for oppdrett av flekksteinbit.

I dag finansieres FoU-innsatsen i Tromsø med privat og offentlig kapital i et samspill mellom bedriftene Troms Steinbit AS, Akvaplan-niva AS og ovenfor nevnte forskningsinstitusjoner. Her samarbeider man om forskningsprosjekter med sikte på å løse blant annet problemstillinger innenfor fiskehelse, reproduksjon, yngelbiologi og markedsarbeid. Utvikling av et helhetlig

oppdrettskonsept er et viktig mål i dette arbeidet.

Selv om antallet fisk i enkelte generasjoner er beskjedent, har man nå i oppdrett flere tusen individer av totalt fem generasjoner flekksteinbit. Disse kan danne en viktig stamfiskbestand i et fremtidig avlsarbeid. Ved siden av forsøksanlegget på Senja, har man en liten stamfiskbestand og fasiliteter for reproduksjonsstudier og egginkubering ved Havbruksstasjonen i Tromsø.

Yngelproduksjon

Steinbit har indre befruktning, og rogn av flekksteinbit må derfor tørrbefruktes uten at man tilsetter vann under befruktningsprosessen. Rognen må også strykes og befruktes relativt raskt etter ovulering. Dette er årsaken til en meget arbeidsintensiv oppfølging av hunnfisken, der man døgkontinuerlig overvåker alle gytemodne fisker. Dersom steinbithunnen slipper rognen i gytebassenget, er befruktning ikke lenger mulig. Røkteren undersøker derfor fisken hver tredje time. I gytetiden kan hunnen være rund som en amerikansk fotball, og gytestatus avklares ved å studere størrelsen på genitalåpningen. Som på en alminnelig norsk fødestue avgjøres så om man er klar for å ta imot nytt liv. Etter vellykket stry-

king må man skaffe melke fra de hannene som på forhånd er funnet å være kjønnsmodne. En synkronisering av gytetidspunktet for begge kjønnene er derfor viktig, og dette kan framstå som et problem når gytebestanden ikke er stor nok. Gyteperioden i fangenskap har nemlig så langt strukket seg fra august til januar, og få fisk er til enhver tid klar til å gyte. For å lette dette arbeidet har man prøvd metoder med ultralyd og nedfrysning av sperm.

Steinbitegg er nesten like store som lakseeegg, og en hunnfisk på ti kilo gyter normalt tre-fire liter rogn med omlag 5 000 rognkorn per liter. På grunn av eggens størrelse og biologi kan rogn legges i rent, rennende sjøvann i inkubatorer som vi kjenner fra lakseoppdrett. En vesentlig forskjell er at rognkornene kleber seg sammen, noe som gjør plukking av dårlige og døde egg nærmest umulig uten at man skader naboeggene. Høy befruktningsprosent, samt toppkvalitet av både rogn og melke, er derfor viktig for et godt resultat. Det er imidlertid mulig å unngå sammenklebing. I 1997 fant man ut at rogn er svært følsom for bevegelse noen få timer etter befruktning. Dette gjør det vanskelig å anvende metoder som for eksempel omrøring for å unngå klebingen.

Forsøksmaterialet av rogn har så langt vært av variabel kvalitet, og vi vet fortsatt ikke nøyaktig hva som er den optimale temperaturen og det beste temperaturforløpet for rogn av flekksteinbit i inkuberingsperioden. Det anses imidlertid som sikkert at de beste resultatene oppnås i temperaturområdet mellom 5 og 8 °C. Eggene klekker etter ca. 900 døgngrader, dvs. omlag 18 uker ved 7 °C. For å dempe virkningene av begroing med bakterier, parasitter og sopp, må rognen regelmessig skylles i en løsning av glutaraldehyd. Dødeligheten har så langt vært relativt høy og variert sterkt, og i enkelte grupper har eggene klekket for tidlig, slik at startfôring av yngelen ikke kunne bli gjennomført. I 1996 var klekkeprosenten i gjennomsnitt 25%, der gruppene varierte fra 11 til 60%. I 1997 var klekkingen 39%, med variasjon i enkeltgrupper fra 28 til 54%.

Den nyklekte flekksteinbityngelen har brukt opp mesteparten av næringen i plommesekken. Under startfôring napper den villig nauplier av saltkrepsen *Artemia*. Best overlevelse og tilvekst er registrert i forsøk ved 7 til 8 °C. Etter én til fire uker benyttes kommersielt tørrfôr. I de to siste sesongene har man oppdaget at mange yngel spiser både *Artemia* og tørrfôr, men at de ikke greier å fordøye maten. Dette skjer imidlertid bare i enkelte grupper, mens andre grupper viser bra tilslag og kommer raskt i vekst. Vi tror derfor at forhold rundt stamfiskens og rognas kvalitet, og den lange inkuberingsperioden, kan påvirke resultatet i startfôringen. I lys av den høye dødeligheten med overlevelse fra klekking til startfôret yngel på 35% i 1996 og 18 % i 1997, må man derfor forbedre produksjonsgrunnlaget ved å intensivere forskningsinnsatsen på yngelproduksjon. Parallelt med dette bygges det nå opp en stor stamfiskbestand med fisk i godt hold, slik at den innlagte rognmengden i de nye fasilitetene kan økes betraktelig.

Når flekksteinbityngelen etter fem til seks uker er over 300 milligram våtvekt, avtar dødeligheten betraktelig. Yngelen kan nå sorteres over i større lengdestrømsrenner, og omlag fire måneder etter startfôringen er snittvekten rundt fire gram. Den optimale temperaturen i denne fasen er 8 °C, og yngel vokser godt ved denne temperaturen opp til omlag 100 gram.

Matfisk

Flekksteinbit har ikke noen utpreget settefiskfase. Yngel fra ca. tre gram er meget robust, og trives godt ved svært høye tettheter. Under hele matfiskproduksjonen har flekksteinbiten en lav optimaltemperatur, mellom 4 og 8 °C, og fisken vokser nesten like fort i hele dette temperaturintervallet. I tabell 7.1 er det vist imponerende tilvekst i grunne lengdestrømsrenner (se figur 7.1) ved temperaturer i forsøksperioden ned mot 2.3 °C. Når man tar i betraktning at vannstanden i karene bare var 20 centimeter høy, kan vi trekke konklusjonen at tettheter opp mot 450 kilo per m³ vil være en realitet i flekksteinbitoppdrett. Det understrekes at dette er resultater fra en re-

Tabell 7.1:

Tilvekst, dødelighet og tetthet i en periode på ni måneder for to generasjoner av flekksteinbit i Troms Steinbits matfiskanlegg på Senja (snittemperatur: 4,9°C) (Fra Filer og medarbeidere 1997).
Daily growth, mortality and density during a 9 month period for two generations spotted wolf-fish in a fish farm in Senja, Troms. Average temperature was 4.9°C. (From Filer et al. 1997).

Snittvekt (g) fra - til	Daglig tilvekst (%)	Dødelighet (%)	Tetthet (kg/m ²)
360->1260	0,46	4,8	15 - 50
1430->3400	0,32	0,4	29 - 85

ell oppdrettssituasjon, og ikke fra vitenskapelige forsøk.

Disse resultatene, kombinert med den svært lave dødeligheten, viser at flekksteinbiten som matfisk i oppdrett har meget gode produksjonsegenskaper.

Den første oppdrettsgenerasjonen nådde en gjennomsnittvekt på 4,5 kilo 46 måneder etter startfôring. Man må her legge til at fisken i lange perioder gikk under forhold som langt fra var optimale. Et viktig resultat fra 1997-sesongen var at selv med en snittvekt på rundt fire kilo var

**Figur 7.1:**

Steinbit viser god tilvekst i matfiskoppdrett i grunne lengdestrømsrenner også ved høye tettheter. Foto: Lars Olav Sparboe.
Spotted wolf-fish exhibits excellent growth farmed in shallow water raceways, and in high densities. Photo: Lars Olav Sparboe.

registrert kjønnsmodning bare 5%, og det var vanskelig å finne kjønnsmodne hannfisker. Vi kan altså regne med at kjønnsmodning ikke vil påvirke vekstegenskapene vesentlig før fisken når en slaktevekt på rundt fem kilo.

I desember 1997 ble så den første oppdrettssteinbiten slaktet. Kvaliteten av denne var helt suverén, og eksperter vurderte fiskens konsis-

tens, farge, filétykkelse og dens smaks-egenskaper som meget attraktive for det kresne restaurantmarkedet. Filétutbytte var hele 45 % (omregnet fra rund vekt), nesten dobbelt så mye som den ville steinbitens filétutbytte på rundt 23%. Produksjonsegenskaper hos flekksteinbit i påvekstfasen, dens slaktekvalitet samt indikasjon på at man har funnet et godt konsept for landbasert matfiskoppdrett i grunne lengde-

strømsrenner av arten, er det som gjør flekksteinbiten så spennende som kommende oppdrettsart.

Helse

Utbrudd av bakteriesykdommen atypisk furunkulose kan føre til store tap i steinbitoppdrett. Dette skjer normalt bare ved temperaturer over 9,5 °C, og ved anlegget på Senja har man derfor ikke registrert sykdommen. Ved utbrudd kan man stoppe sykdommen dersom det umiddelbart startes medisinkur med antibiotika. I samarbeid med Guri Eggseth ved Fiskeriforskning er man også godt i gang med utvikling av en ny vaksine mot atypisk furunkulose.

På vill flekksteinbit er det registrert over 40

parasittsykdommer. De mest vanlige parasittene som en vil møte i oppdrett er *Trichodina* sp. og *Ichtyobodo* sp. (Costia). Disse gjør størst skade på yngel, men kan ved ukontrollerte forhold også ødelegge for matfiskoppdrettet. En kan forebygge angrep ved å behandle fisken regelmessig med et svakt formalinbad, og egne metoder for rasjonell behandling i lengdestrømsrenner er blitt utviklet. Det viktigste er at røkterne lærer seg å kontrollere fisken regelmessig, slik at man omgående kan gripe inn når parasitter er påvist.

Den sykdommen som vi i oppdrett vet minst om, er forårsaket av en protozoo (mikrosporid) ved navn *Pleistophora ehrenbaumi*. Den er påvist på enkeltfisk, og kan ødelegge fileten ved å danne byller i muskelen. Når den først har infisert en



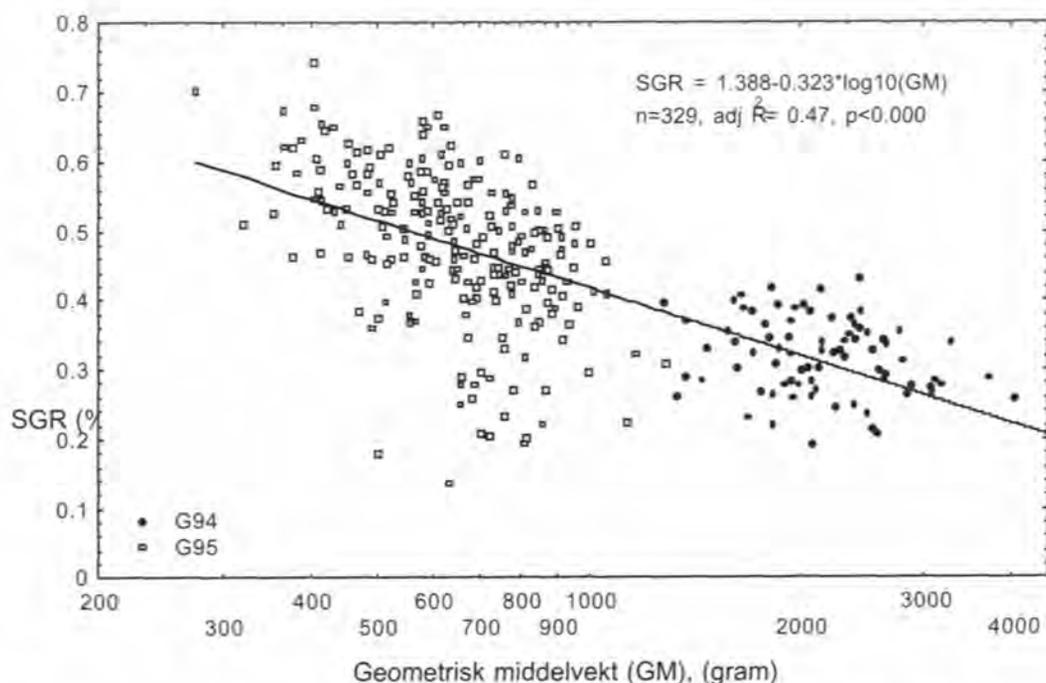
Figur 7.2: Over 40 parasitter er registrert på vill flekksteinbit. Dette er en fisk som er angrepet av *Pleistophora ehrenbaumi*, den sykdommen vi vet minst om.
More than 40 parasites have been found on wild spotted wolf-fish. This fish has been infected by Pleistophora ehrenbaumi, an illness we lack knowledge about.

fisk, finnes det ingen botemiddel mot parasitten. Helseovervåkingen ved Troms Steinbit er derfor blitt intensivert gjennom å involvere en parasittolog - Nora Lile ved Fiskeriforskning - høsten 1997. Det er gjennom dette arbeidet også påvist fem andre parasittarter på oppdrettssteinbiten, men foreløpig har disse ikke ført til noen registrerte skader.

Har "flekken" en framtid i oppdrettsnæringen ?

Det er mange kritiske røster som med rette på-

peker at steinbit levert fra tradisjonelt fiskeri oppnår lave priser i markedet. Rund fersk steinbit eksportert fra Norge oppnådde i 1997 kun en snittpris på 13,10 kroner per kilo, og steinbitfilet en pris på rundt 36,50 kroner per kilo. Norges fiskerihøgskole er involvert i et markedsprosjekt der man prøver å kartlegge en del av fundamentet for oppdretts"flekkens" eventuelle framtidige markedsføring. Ved å undersøke auksjoner i Danmark, fant man snittpriser på rundt 35 kroner per kilo sløyd fersk steinbit med hode.



Figur 7.3: Spesifikk vekstrate (%/dag) som funksjon av fiskens vekt hos flekksteinbit i matfiskoppdrett over en periode på 9 måneder (middeltemperatur: 4.9°C). (Fra Sunde og medarbeidere).

Analyser viser at prisen varierer mye med kvalitet, fiskens størrelse og årstid for leveranse. Man gjennomførte også en spørreundersøkelse blant eksklusive restauranter i Tyskland, og her viste det seg at det er interesse for en fisk som har egenskaper slik som flekksteinbit i oppdrett har. Også i en smakstest med eksperter scoret oppdrettssteinbiten meget høyt, og en fikk her antydning at den ville kunne oppnå høye priser i restaurantmarkedet under forutsetning av at jevn toppkvalitet kunne leveres kontinuerlig. Med hensyn til fremtidige markedsutsikter, finnes det på bakgrunn av dette både negative og positive signaler.

Vekstforsøkene i 1997 har avdekket flekksteinbitens gode produksjonsegenskaper i matfiskoppdrett. Når vi studerer figur 7.3 ser vi at veksthastigheten hos flekksteinbitindividene var ulikt fordelt. Det viser at utsiktene er gode til å gjøre flekksteinbiten til husdyr, og underbygger antakelsen om at flekksteinbit kan produseres til en konkurransedyktig kostpris.

En annen positiv side er at man med denne arten i oppdrett vil kunne ta i bruk hav- og fjordområder som er mindre egnet for oppdrett av laks og kveite. Deler av Finnmarkskysten og Nord-Troms, arktiske fjorder som Porsanger og Balsfjorden og steder der man kan pumpe dypvann med temperaturer mellom 4 og 8°C, er godt egnede som oppdrettslokaliteter. Flekksteinbit er derfor også lokalitetsmessig et reelt supplement til våre andre oppdrettsarter.

Den største oppgaven er nå å forbedre overlevelsen i yngelproduksjonen. Bedriftene vil her bidra ved å utvide stamfiskbestanden, mens forskningsinstituttene må gjennomføre en rekke forsøk med utgangspunkt i sammenlignbare rogngrupper. Deretter vil man gå i gang med å teste markedet ved å levere de første partiene med oppdrettet flekksteinbit til eksklusive kunder. Under forutsetning av at man klarer å utvikle godt betalende markeder, samt å forbedre overlevelsen i yngelproduksjonen, har flekksteinbit et stort potensial i norsk oppdrettsnæring.



Vi har lenge fisket ål i Norge, men spist den har vi i liten grad. Innlandsmarkedet for ål og åleprodukter er derfor svært begrenset, og det meste av ålen har alltid blitt eksportert. I mange land verdsettes denne fisken høyt, og den inngår i mange matretter. Ål har i dag et stabilt og godt prisnivå på de ulike markedene rundt om i verden.

Norge ligger i utkanten av ålens utbredelsesområde, og det er derfor ikke hos oss vi finner de største tetthetene. Åleyngelen - glassålen - kommer med kyststrømmen sørfra om våren. Innsiget av glassål langs norskekysten er begrenset. Ålen kan vokse opp både i ferskvatn og i saltvatn. Det meste av den ålen som fanges i Norge, fanges i sjøen. Åleressursene i ferskvatn blir i liten grad utnyttet. Fangstene i Norge har holdt seg på rundt 300-400 tonn årlig i de siste 20 årene. Vi har ikke oversikt over hvor stor andel av åleressursene dette er, for vi har ingen oversikt over hvor mye ål som vokser opp langs kysten vår.

En generell trend på verdensbasis er at ålefangstene går ned og oppdrettsvolumene øker. All oppdrett er basert på villfanget ål - glassål i utlandet, gulål her i landet. Det har de siste årene vært en stor nedgang i fangstene av glassål for de artene som dominerer i oppdrett, europeisk ål (*Anguilla anguilla*), og japansk ål (*A.*

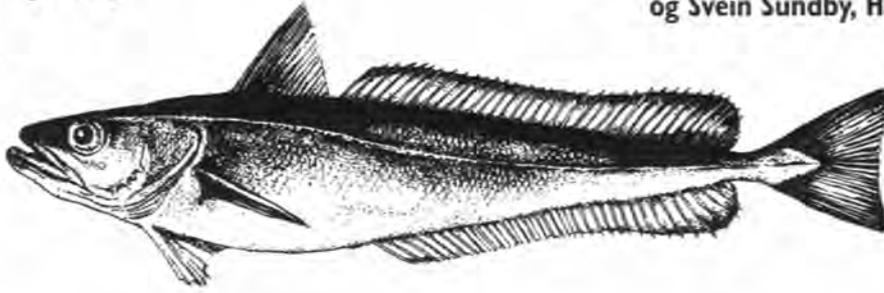
japonica). Asiatisk åleoppdrett har et mye større omfang enn åleoppdrett i Europa. Åleoppdrettet i Asia kan ikke øke mer på grunn av mangel på glassål. Asiatiske investorer kjøper seg derfor nå inn i europeiske anlegg.

Fordi vi har importforbud for glassål, må all oppdrett her til lands basere seg på videreføring av gulål over minstemålet. Fordelen ved dette er at nesten alt som settes i oppdrett vil være hunner. Hunnene blir mye større enn hannene, og de betales bedre. Negative sider med oppdrett basert på vidreføring av gulål, er at det kan være vanskelig å skaffe nok ål til å sette inn i anleggene, og anlegget må fylles opp over tid. Det kan være en økt risiko for å få sykdom inn i anlegget når ny ål kommer inn "litt etter litt", og sannsynligvis fra mange ulike områder.

For tiden er det mange småskalaanlegg for vidreføring av gulål i drift. Disse er tenkt som tilleggsnæring til for eksempel gårdsdrift. Det har så langt vært varierende erfaringer med slike anlegg. Denne type oppdrett av ål er relativt ny, så vi kan anta at det vil la seg gjøre å forbedre den tekniske og biologiske driften av disse anleggene. Antagelig vil ikke slik småskaladrift gi de store mengdene oppdrettsål, men det kan bli viktig som tilleggsnæring i distriktene. Potensialet for en større oppdrettsnæring basert på ål ligger sannsynligvis i å åpne for import av glassål.

Lysing

Erik Slinde, Anne Berit Skiftesvik, Randi Bjelland
og Svein Sundby, Havforskningsinstituttet



Den europeiske lysingen, *Merluccius merluccius*, har en helt særegen status i det spanske kostholdet. Riktig kvalitet gir meget høye priser, og markedsanalyser viser at det vil være gode muligheter for lysing som oppdrettsart.

Forskjellige arter av lysing finnes over hele kloden. Fisken står relativt dypt, fra 100-1000 meter avhengig av art, og den finnes relativt spredt. Den finnes i oppvellingsområder hvor det er mye mat og hvor få andre arter trives, gjerne på grunn av lite oksygen i vannet. Et slikt område er kysten av Vest-Afrika, fra Agulhasbanken i sør til området omkring grensen mellom Namibia og Angola, som er kjent for sin Cape hake (*Merluccius capensis* og *Merluccius paradoxus*).

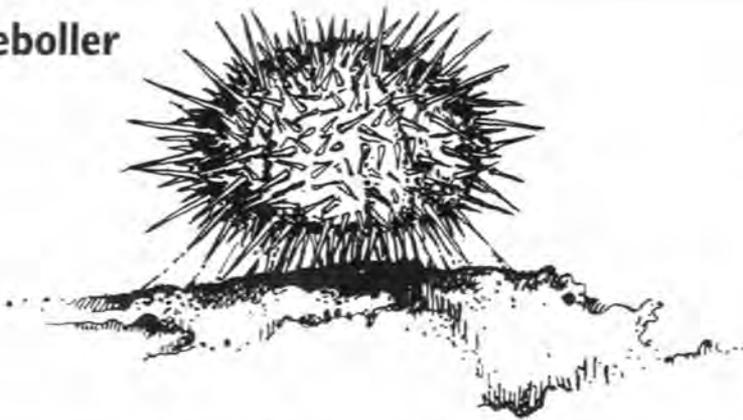
For NORAD utfører forskningsfartøyet Fridtjof Nansen studier av gyteområder, drift av egg og larver samt av utbredelsen av de to artene. Dette for å kunne sette opp et forvaltningsregime som kan tas i bruk når det gjelder fangstkvoter. På et slikt tokt ble det fanget gytemoden fisk av begge arter. Rogn og melke ble tatt ut og befruktet og deretter plassert i saltkolonner, slik at tetthet og klekking kunne observeres. Dette viste seg å være relativt enkelt å få til, og larvene ble holdt i live til dag 13 etter befruktning (da toktet ble avsluttet) ved en temperatur på 12 grader. Larvene ble ikke føret.

På toktet ble kvaliteten av lysing fanget med trål på mellom 100 og 500 meters dyp vurdert. Nesten all fisken som kom ombord var død, og ved måling av surhetsgrad i muskelen (PH), kunne vi konstatere at denne hadde nådd sin laveste verdi. I flere av fiskene var dødsstivhet begynt å

inntre. Overflaten av fisken var stygg, og fisken ble relativt raskt bløt. Slik trålet fisk er av annenrangs kvalitet, og oppnår relativt lave priser i markedet. Den egner seg best til prosessering ombord.

I Norge er det kjent at lysingen om høsten kommer opp til overflaten om natten. Fisken har gytesesong i første del av denne perioden. Vi antar at næringssøk er en viktig årsak til at lysingen oppsøker grunne områder utover høsten. Det er når den oppholder seg på grunt vann at den eventuelt kan fanges og holdes i live. Det har vist seg at til tross for flere forsikringer fra fiskere om at leveranser av levende lysing skulle være en enkel sak, så har resultatet totalt vært fire stykker, som alle har dødd etter relativ kort tid. Det har altså ikke lyktes å få fatt i fisk og få denne til å leve.

Atferden til to lysinger som ble fanget inn med landnot, er blitt observert i et kar med en diameter på tre meter. Den ene hadde mistet mye skjell, og døde etter bare noen få dager. Det ble antatt at lysingen ville trives best ved et lavt lysnivå ut i fra at den er aktiv om natten og trekker ned mot bunnen om dagen. De første ukene reagerte den lite på at vi kom bort til karet. Den sto for det meste på bunnen. Lysingen har forholdsvis store bukfinner som kan brukes som støtte. Etter en tid inntraff en endring i atferden. Den reagerte sterkt på lyset fra lommelykten som ble brukt i forbindelse med røkting, og hadde en tendens til å jage rundt i karet. Vi vet ikke hvordan atferden vil være ved større tetthet av fisk, men vi kan anta at trivselen blir bedre slik vi observerer hos annen fisk.



Kråkebollegonader er et av verdens best betalte sjømatprodukter, med kilopriser som er 10-20 ganger høyere enn prisen på norsk oppdrettslaks. Gonadene, både hannlige og hunnlige, utgjør mesteparten av kråkebollens bløte biomasse. I Japan, som er det største markedet, inngår gonadene som en ingrediens i nasjonalretten *sushi*, og i Frankrike blir hele kråkeboller servert som "fruits de mer". Dagens produksjon er basert på villfangst og havbeite, men behov for å sikre kvalitet og stabile leveranser har ført til økende internasjonal interesse for intensivt kråkebolleoppdrett. I Norge har arbeidet med å etablere en oppdrettbasert kråkebollenæring skutt fart etter at Høgskolen i Bodø ble nasjonal partner i EUs andre forskningsprosjekt på intensivt oppdrett av kråkeboller.

Ved Høgskolen i Bodø er det produsert tre kull med kråkebolleyngel i løpet av de to siste årene. Produksjonen tok til våren 1996, og i løpet av den første gytessesongen ble det etablert flere yngelkulturer. Neste gytessesong ble det etablert flere nye kulturer, og sist høst ble det produsert enda et kull. Det siste kullet ble produsert ved å indusere gyting hos kondisjonerte stamdyr på et tidspunkt hvor det ikke finnes kjønnsmodne kråkebollehunner i naturen. De positive resultatene har stadfestet det biologiske grunnlaget for kontrollert produksjon av Drøbak-kråkebollens (også kalt grønn kråkebolle) larver og yngel.

Historisk tilbakeblikk: Problemer med villfangst

Ville kråkebollebestander er utsatt for store naturlige svingninger, og ressursgrunnlaget for fangst av ville kråkeboller er så svakt at ville kråkebollebestander lett blir overbeskattet. I et

globalt perspektiv har regional overbeskatning hittil blitt kompensert med geografisk ekspansjon, men råstoffmangel og kvalitetsproblemer har likevel ført til stagnasjon og nedgang i villfangsten. Samtidig er det registrert økende interesse for å begynne med intensivt oppdrett av kråkeboller i de fleste land som har økologiske forutsetninger for slikt oppdrett.

I Norge har det siden slutten av 1970-tallet vært en rekke mislykkede forsøk på å etablere en fangstbasert kråkebollenæring. Til tross for offentlig støtte, optimistiske bestandsanslag, ivrige oppkjøpere og entusiastiske markedsanalyser, har det ikke vært mulig å innfri forventningene til de lokale initiativtakerne. Hovedårsaken til de negative resultatene er en mangelfull forståelse av samspillet mellom kråkebollens naturlige biologi og markedets kvalitetskrav.

Det er kråkebollenes gonader som brukes. Gonader fra ville kråkeboller oppnår sjelden god kvalitet på grunn av variabel næringstilgang, og på grunn av den årvisse kjønnsmodningen. Kvaliteten er best når gonadene er forholdsvis store, med høyt innhold av opplagsnæring og få modne kjønnsceller. I naturen forekommer slike gonader bare i en kort periode mellom to gytessesonger, hos kråkeboller som har hatt god næringstilgang. Næringstilgangen til ville kråkeboller er ofte begrenset, fordi store kråkebollebestander har en tendens til å overbeite algevegetasjonen som utgjør deres viktigste føde. Fangst av ville kråkeboller er sesongavhengig, og vil forbli et kompromiss mellom små mengder i områder med intakt algevegetasjon, og dårlig kvalitet i områder med overbeitet algevegetasjon. For å sikre jevn råstofftilgang og god kvalitet er det derfor

ønskelig å begynne med oppdrett av kråkebollene.

Oppdrett av kråkeboller

Kråkebolleoppdrett er et relativt nytt konsept i Norge. Idéen ble lansert på et forskerseminar om nye oppdrettsarter høsten 1988, og ble videreført i forprosjektet "Kråkebolleoppdrett - ny nordnorsk kystnæring?" hos Nordlandsforskning i 1989 og 1990. Rapporten fra forprosjektet ga grunn til en nøktern optimisme. Den konkluderte med at de biologiske forutsetningene for oppdrett av norske kråkeboller i utgangspunktet er svært gode. Hovedtrekkene i oppdrettsbiologien er velkjente, og kråkebollene konsumerer uutnyttede fôrressurser på laveste nivå i den marine næringskjeden.

Stor etterspørsel og høyt prisnivå er indikasjoner på at de økonomiske forutsetningene for å

begynne med oppdrett av kråkeboller også er til stede. En økonomisk analyse basert på pessimistiske, realistiske og optimistiske modellverdier kunne ikke demonstrere ulønnsomhet i et fiktivt oppdrettsanlegg for kråkeboller, og konkluderte med at det eksisterer et betydelig lønnsomhetspotensial ved realistiske modellverdier.

Norge har naturgitte og sosioøkonomiske fortrinn som gir grunnlag for å tro at det i løpet av det neste tiåret kan utvikles en ny kråkebolle-næring med samme relative internasjonale status som laksenæringen har i dag.

Stamdyr, larver og yngel

I naturen gyter kråkebollene om våren, men ved kondisjonering av stamdyr har det lyktes å forlenge den naturlige gytesesongen, slik at det nå er mulig å indusere gyting allerede i september. Alle kråkebollene som hittil er produsert i Norge



Figur 7.4: Dette er kråkebolleyngel, produsert i oppdrett men med villfangede foreldre. *Sea urchin juveniles, artificially produced from wild caught parents.*

er avkom fra villfangede stamdyr. Stamdyrene er individmerket med elektroniske mikromerker, slik at avstammingen til alle søskengruppene er kjent.

Våren 1998 fyller de eldste kråkebollene i oppdrett to år. Disse kråkebollene er enda ikke kjønnsmodne, men det forventes at de vil kunne brukes som stamdyr når de blir tre år.

Kråkebollenes planktoniske larvefase varer om lag fire til seks uker. Larvene spiser levende mikroalger som dyrkes i laboratoriet. Overlevelsen i larvestadiet er god dersom temperaturen holdes under 10-12°C. Bunnslagning, metamorfose og startfôring av de tidligste yngelstadiene er kritiske faser i kråkebollens livssyklus. Ved bunnslagningen går larvene gjennom en irreversibel metamorfose, og den bunnslåtte yngelen begynner etter noen dager å spise bunnlevende mikroalger og bakterier. Noen uker senere går yngelen over til å spise bladformede makroalger. Etter noen måneder er yngelen stor nok til å gå over på voksent fôr.

Fôrproblematikk

Kråkebollene er nesten altetende, men den viktigste matressursen er tare. Fôring med tare gir topp kvalitet på kråkebolleegonadene, og forlenger produksjonssesongen med flere måneder. I prøveproduksjon av kråkeboller er det derfor naturlig å bruke fersk tare som fôr. I kommersielt oppdrett av kråkeboller vil det imidlertid være mer rasjonelt å bruke et ferdigblandet fôr med lavere vanninnhold og høyere proteininnhold. Det kan fôres med ferdigblandede fôr basert på

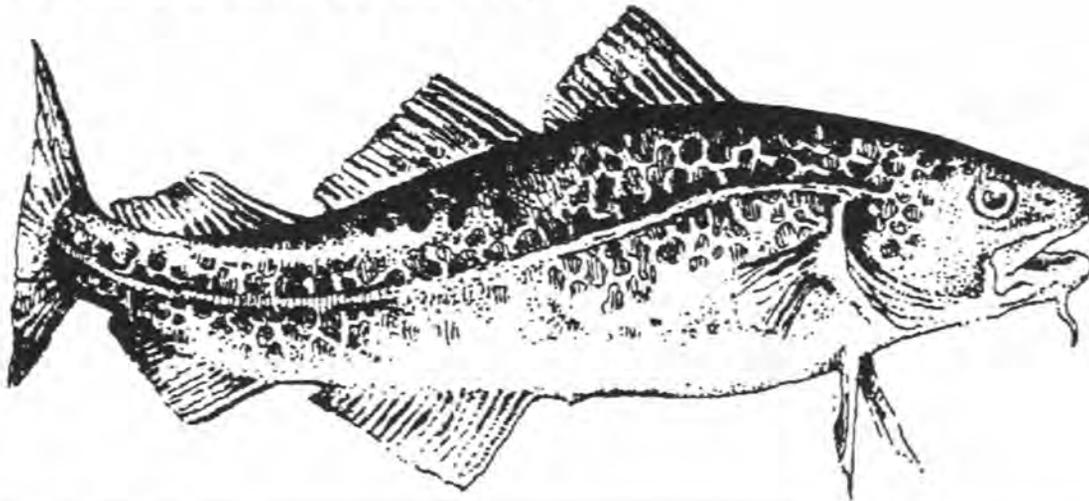
soyabønner, slirekne og andre landplanter, men av hensyn til det ferdige produktets smak, farge og konsistens, bør tare inngå som en av hovedingrediensene i fôret den siste tiden før innhøstingen. Fiskemel eller -ensilasje er en aktuell fôrtilsetning, men den bør brukes med varsomhet på grunn av negative bivirkninger.

Næringsutvikling og oppdrettskonsept

For å begynne med oppdrett av kråkeboller må den potensielle oppdretter naturligvis ha tilgang på yngel, og et teknisk oppdrettskonsept for voksne kråkeboller. Med en årsproduksjon på noen få tusen individer, er yngelproduksjonen fortsatt en flaskehals. For å sikre yngelleveranser til en forsøksring med oppdrettere, haster det med etableringen av et pilotanlegg for yngelproduksjon.

Det er i dag to aktuelle konsepter for intensivt oppdrett av voksne kråkeboller. I karstabelkonseptet er flere grunne akvariehyller plassert over hverandre, på en slik måte at vannet renner fra hylle til hylle ned gjennom hele stabelen. I bølgeplatekonseptet benyttes det moduler med bølgeplater av plast som nedsenkes i lengdestrømskar. Begge karkonseptene tar sikte på å maksimere det tilgjengelige overflatearealet i oppdrettsenheten. Det er også gjort forsøk med andre modultyper, men resultatene har hittil ikke gitt praktiske anvendelser. Kråkebollenes utnyttelse av tilgjengelig areal er nemlig svært selektiv. Adferdsstudier vil derfor være utslagsgivende i arbeide med å utvikle god oppdrettsteknologi for voksne kråkeboller.

8. LEVENDELAGRING



Levendelagring

Kjell Ø. Midling, Fiskeriforskning
Bjørnar Isaksen og Arvid K. Beltestad, Havforskningsinstituttet

I de siste ti år har både forskning og industri arbeidet med levendelagring av fisk, krepsdyr, bløtdyr og pigghuder. Den totale aktiviteten har ikke vært stor, verken målt i omsetningstall eller i antall årsverk. Dette fagfeltet, som binder det tradisjonelle fiskeriet sammen med den moderne oppdrettsnæringen, er kanskje forløperen til den næringen vi kan kalle havbruksnæringen? Forskningen som omtales i dette kapitlet har foregått ved flere institusjoner i Norge gjennom mange år, men i de senere år har Fangstseksjonen ved Havforskningen i Bergen og Fiskeriforskning i Tromsø "gått i spissen" og i mange av prosjektene arbeidet tett sammen.

Bunnfisk: Litt historikk

Den første fangst og oppbevaring av levende torsk fant sted i forrige århundre. Det var fiskerne langs sør- og østlandskysten som startet denne aktiviteten. Redskapen de brukte var ruser, som egentlig var utviklet til fangst av laks og ørret i ferskvann og elver. Aktiviteten har nok ikke vært særlig stor før i 1880-årene, da "Selskabet for De Norske Fiskeriers Fremme" blant annet betalte kr. 50,- i honorar for en ruse til bruk

i sjøen. Etter fangst ble torsken lagret i kister eller kummer til kvantumet var passe, eller til etterspørselen etter fersk torsk var særlig stor, og så transportert til nærmeste salgssted.

Transporten var risikabel, og ofte døde torsken før den kom fram til bestemmelsesstedet. Fortjenestemulighetene for fiskehandlerne var imidlertid så stor, at de fra århundreskiftet startet den første organiserte innsamlingen av levende torsk fra fiskerne med fiskekvaser (brønnbåter). Gjennom dette tiltaket ble levende torsk enda mer attraktiv, og omfanget økte.

Like etter århundreskiftet ble de første offentlige forsøk startet, med sikte på å øke effektiviteten og etablere levendelagring på nye steder langs kysten. Lokale fiskeriforeninger delte ut (med statsstøtte) ruser og teiner til fiskerne, og høsten 1906 gjennomførte daværende fiskeridirektør Johan Hjort forsøk med torskeruser langs Mørekysten med havforskningsfartøyet FF "Michael Sars". I 1913, som var det første året det finnes god statistikk fra, var det således registrert hele 12 599 torskeruser på Skagerak-kysten og 4 281 ruser på kysten fra Rogaland til

Møre. Driftsformen spredte seg langsomt nordover, og i 1934 var det registrert nær 6 000 ruser i Nordland fylke.

Markedet for det meste av denne levende torsken var Oslo og det sentrale østlandsområdet. Her konkurrerte man hardt med levende torsk fra Danmark, som på denne tiden ikke var pålagt importrestriksjoner. Fra starten ble torsken fra Nordmøre, Trøndelag og Helgeland transportert levende i tankvogner med jernbane fra Trondheim. Men etter hvert overtok brønnbåtene det meste av transporten. Omsetningsproblemer og konflikter mellom fiskere og omsettere førte til stiftning av Norges Fiskerlag (1926), innføring av Råfiskloven (1938), og etablering av Norges Levendefisklag S/L (konstituert 5.-7. juli 1939). Norges Levendefisklag S/L organiserte, foruten torsk, også omsetning av levende ål, sei, krabbe og hummer. De hadde også ansvaret for omsetningen av reker i Norge fram til 1973, da laget gikk inn i Norges Råfisklag.

“Selskabet for De Norske Fiskeriers Fremme” ble stiftet så langt tilbake som 26. april 1879. Formålet med selskapet var blant annet å ta opp konkurransen med utenlandske fiskere og redere, som lenge hadde drevet havfiske i Nordsjøen og i farvannene rundt Færøyene og Island. Selskapet tok også ansvaret for å utvikle fangst og lagring av levende fisk i fjerne farvann, og i 1880 ble det første fartøy spesialkonstruert for å frakte levende torsk, bygget i Norge.

Fiskemarkedet i Grimsby var det store målet for den levende fisken fordi *“Prisen paa levende Fisk i England er nemlig så uforholdsmessig høj i Forhold til anden Fisk at den førstnevnte godt kan taale adskillige Omkostninger.”* De første seilskutene konstruert for dette formål - brønnskuttene “Rutland”, “Duo” og “Solo” var alle utstyrt med levendefiskrom, hvor skroget var perforert med en rekke hull for å sikre god vannsirkulasjon. Frakten var svært risikabel, og store verdier sto på spill dersom det under transporten ble vindstille, med påfølgende stopp i vannsirkulasjonen.

Havnebyen Grimsby fikk allerede i 1851 jernbaneforbindelse med London og andre storbyer,

og hadde snart verdens største fiskemarked. Fra 1880-årene var levende torsk svært etterspurt hos den engelske overklassen. Prisene var eventyrlige, og selv om mengden de maktet å få med seg fra Island ikke var stor, kunne ofte det meste av fiskerens lott skrive seg fra salg av den levende torsken. I 1884 fikk man eksempelvis ved én anledning hele *kr. 3,29 pr. stk* for den levende torsken, mens saltfisken ble omsatt for *kr. 9,42 pr. tonn!* Selv om den levende torsken var stor (gjennomsnittlig over 10 kilo), innebærer priseksemplet - omregnet til rundfiskpris - at fiskerne fikk omtrent 100 ganger bedre betalt for hvert kilo levende torsk. Dette fortjenestepotensialet gjorde at fiskerne etter hvert ervervet gode kunnskaper om hva som skjedde med torsken når den ble trukket opp fra dypet, og hvordan torsken måtte behandles for at den skulle overleve. Skipper Tobias Falnes ombord på “Rutland”, gir denne oppskriften i sin dagbok: *“Det er den største fisken, paa opptil 15 kilo, som skal holdes levende. Helt lytefri må den være, og krøkt langt uti kjeften, uten sår. Når torsken hales opp dra dypet, lager den seg luftblærer i magen og gjellene, og de må strykes varsomt ut. En må ikke komme nær øynene, for da blir fisken blind, og ser ikke å balansere nedi brønnen. Det går også an å stikke en nål inn under den ene brystfinnen og gjennom sundmagen, så all luft kommer ut. Så slippes torsken smått og seint ned i brønnen, med sporen først. Fiskeren skjærer et hakk i en kjepp for hver brønnfisk han får”.*

Tidene har endret seg, naturen er den samme. Pionerene i den moderne levendefisk-næringen opplevde mange av de samme problemene som skipper Falnes beskrev hundre år tidligere. Dessverre var ikke dagboken hans kjent i 1985, verken ute i flåten eller i forskningsmiljøene. Hans erfaringer måtte derfor gjøres om igjen.

Levendefiskteknologi: Fra historisk nødvendighet til moderne ferskfisk-strategi

Den tradisjonelle måten å lagre mat fra havet, uansett type, var å lagre den levende. I en tid uten prosessindustri med fasiliteter for kjøle- eller fryselagring, var den levende fisken, hum-

Tabell 8.1: Gir en oversikt over de arter og teknikker som i dag anvendes innen levendefisk i Norge.
An overview over the species and techniques in use to keep living fish in Norway.

Strategi	Art									
	Torsk	Rødspette	Steinbit	Sei	Sild	Brisling	Makrell	Hummer/Krabbe	Kråkeboller	
Fangstmetoder										
Trål			¹ X							
Snurrevad	X	X	² X							
Snurpenot				X	X	X	X			
Ruser	X									
Teiner	X							X		
Dykker										X
Glip										X
Transport										
Brønnbåt				X				X		
Transporttank	X	X	X						X	
Not-steng				X	X	X	X			
Kort-tids lagring <i>(opptil en måned)</i>										
Notsteng				X	X	X	X			
Merd	X	X	X							
Tank		X	X					X		X
Hvorfor:										
Utjevning av produksjon	X	X	X	X	X	X	X			
Leveringsgaranti	X	X	X	X	X		X	X		X
Tomme mager						X				
Høvere pris	X	X			X	X				
Langtids lagring <i>(mer enn en måned)</i>										
Notpose								X		
Merd	X		X	X				X		
Tank			X					X		X
Oppføring	X		X					X	X	X
Fôring for å holde vekten				X				X	X	
Hvorfor:										
Utjevning av produksjon				X						
Leveringsgarantier	X		X	X				X	X	X
Økt vekt	X		X					X	X	
Stvrt kvalitet	X		X					X		X
Høvere priser	X		X	X				X	X	X
Volum (tonn)	1000-1500	100	20	2000	0.5*	20	200	300		20
Økt pris (Kr. 5/kg)	10-12	3-4	?	5	100*	4-5	20	10-50		40-50
¹ <i>Anarhichas minor</i>										
² <i>A. lupus</i>										
Steppose										
Oppdrettsmerder										
³ 1 US\$ = 6.5 NOK										
* Kazunoko-kombu										

meren eller krabben garantien fiskeren og fiskekjøperen trengte. Alternative konserveringsformer i våre tempererte områder var salting eller tørking, i varmere strøk var alternativene kon-

servering via fermentering (fiskesaus), tildels tørking, men mest utbredt, konservering ved hjelp av sterke krydder, for eksempel chili-pepper eller hvitløk.

Levendelagring av sjømat i Norge ble forlatt etter at det ble mulig å fryse og prosessere fisken selv i grisgrendte strøk. Etterkrigstidens gjenreising, spesielt i Nord-Norge, førte til stor kapasitet innen produksjon av fryst filéblokk. En ensidighet fiskeindustrien i denne landsdelen fortsatt strir med.

Kunnskapen om levendelagring skulle allikevel vise seg svært verdifull, da det var denne som var hovedgrunn til at Norge så raskt ble ledende innen oppdrett av laks. Fortøyningsteknologi, notposer og merder og den nødvendige forståelse for hvilke behov fisk i fangenskap har var allerede utviklet da den norske "lakse-revolusjonen" startet tidlig i 1970-årene.

Når vi i dag opplever en stadig økende interesse for ferske fiskeprodukter i vårt viktigste marked, EU, har levendefiskteknologien fått sin renesanse. Og fra å være noe som var hensiktsmessig for lagring, har det blitt noe som gir kyst-Norge et stort potensial for verdiøkning av den ressursen vi har. Levendefiskteknologi i Norge har alle viktige forutsetninger for å lykkes. Den integrerer motivene for økt verdi både i flåteleddet, og hos produsenter og eksportører. Foruten å kunne betjene det voksende ferskfiskmarkedet, gir den muligheter for å kompensere de store prisvariasjonene vi finner i det europeiske ferskfiskmarkedet i dag.

Bunnlevende arter

Rundt 1980 ble oppdrett av nye arter satt i fokus av forskningsrådene NFFR og NTNF. Det var i første rekke torsk og kveite man arbeidet med og i 1985 ble man i stand til å produsere torskeyngel i store mengder. Matfiskanlegg ble etablert langs hele norskekysten, men det viste seg ganske snart at kostnadene med å føre frem torsk fra yngel ble betraktelig større enn det markedet var villig til å betale for dette produktet. Torskeyngelen som er produsert siden har derfor i første rekke inngått som forsøksfisk i kulturbetinget fiske.

I 1988 ble det i regi av Fangstseksjonen ved tidligere Fiskeriteknologisk Forskningsinstitutt

(FTFI) fanget 600 000 torsk av 0-gruppe på Sørøya i Vest-Finnmark. Men også denne tilnærmingen (kopi av det japanske Yellowtail-oppdrettet) viste seg å være marginalt økonomisk for torskeoppdretterne. Da den norsk-arktiske torskebestanden i Barentshavet hadde sitt sammenbrudd i 1988, førte det til store konsekvenser for kystflåten. En del fartøy opplevde å miste 85% av sin vanlige årsfangst. For å bøte på det store verditapet reduksjon i kvotene ga, ble det gjort mye for å heve kvaliteten og derigjennom prisene. En annen strategi var selvsagt langtidslagring og føring. På denne tiden var næringsgrunnlaget for torsken i Barentshavet svært dårlig og torsken derfor mager. Føring i merd kunne derfor **trede** vekten i løpet av fem til seks måneder.

Snurrevad er det desidert mest anvendelige redskapet for fangst av levende torsk. Disse kystfar tøyene har "alltid" levert råstoff av meget god kvalitet, men levendefisk ga helt nye utfordringer, teknologisk såvel som organisatorisk. Den ønskede teknologi som gjorde en 65 fots båt i stand til å levere 10 til 12 tonn levende torsk på egen kjøll og i tillegg leveringsbetingelser tilsvarende det de har for konvensjonell fangst; god pris og en sluttseddel samme dag de har levert.

I starten av denne aktiviteten hadde man store problemer med dødelighet, både under fangst, føring mottak og lagring. Totaldødeligheten oversteg 50%, og selv om død og døende torsk ble fjernet så raskt som mulig, var aktiviteten lite ressursvennlig. Prisene man oppnådde var derimot gode, gjerne det doble av hva torsk ellers ble betalt med, men på lang sikt var denne måten å drive på uakseptabel. Disse problemene dannet grunnlag for flere forskningsprosjekt med mål å redusere og om mulig eliminere dødeligheten.

Fangst

Snurrevad fungerer ved å samle fisken langs bunnen med blytau foran en trål som fanger dem. Hele fangstfasen foregår sakte (0,5 - 1,0 m/s) og skader ikke fisken. Når selve noten løftes fra bunnen, har løftehastigheten effekt på overlevelsen fordi hurtige trykkendringer gir økt

mekanisk stress på fisken. I tillegg sprekker svømmeblæren hos torsk. Dagens notlinematerialer, polyamid og polyetylen, er ganske skånsomme mot fisken, men størrelsen på hvert løft (500 til 700 kilo) forårsaker et press på fisken som gir økt dødelighet. Ved å redusere dette til rundt 300 kilo og i tillegg bruke en seildukssekk under sekkingen var dette problemet løst.

Transport

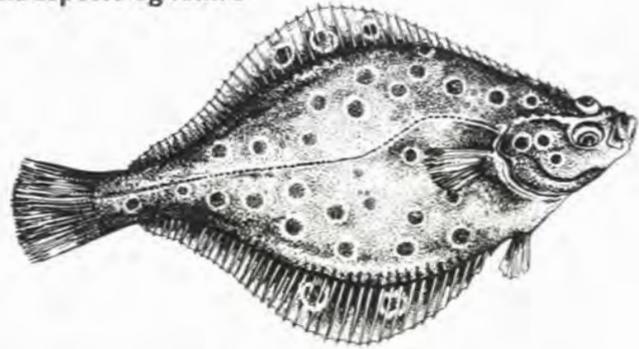
Tradisjonelle brønnbåter og tradisjonell måte å fordele vannet i brønnen på, er lite egnet for transport av nylig fanget levende torsk. Kapasiteten i slike tanker var maksimalt 150 kilo/m³ og dødeligheten var normalt 5-10%. Økte tettheten ytterligere steg dødeligheten til over 30%.

Adferdsobservasjoner med undervannskamera viste at torsk like etter overføring søker aktivt ned mot bunnen. Med sprenget svømmeblære, stresset og sløv, pakket den seg i tettheter over 500 kilo/m³ nær bunnen. Dette førte til at det oksygenrike vannet passerte "over hodet" på torsk og mange døde av oksygenmangel. På basis av dette ble nye tankkonstruksjoner utviklet hvor hovedforskjellen er at nå blir alt vannet tilført tanken gjennom en perforert dobbelbunn. Denne metoden har medført at tettheten er økt til mer enn 250 kilo/m³ gjennomsnittlig tetthet, og dødeligheten er eliminert.

Mottak og akklimatisering

Størst dødelighet opplevde man imidlertid i mottaksmerdene. Torsken hopet seg opp i bunnen av merden. Selv om man utviklet nye sorteringsmetoder, ble ikke problemene løst før man konstruerte en ny og flatbunnet merd. Her kunne torsk hvile på bunnen i noen timer før den igjen kunne svømme pelagisk i merden. Etter tilpasningen, som tok omlag 40 timer, kunne torsk overføres til en vanlig merd og føringen startes. Dette er for øvrig forløperen til de merdene som i dag brukes til oppdrett av kveite og steinbit. I tillegg fungerer de som mottak- og lagringsmerd for alle andre arter uten svømmeblære; steinbit, rødspette, lomre og kveite.

Rødspette og lomre



Både rødspette (*Pleuronectes platessa*) og i særlig grad lomre (*Microstomus kitt*) har gjennom de siste 40-50 år hatt en kontinuerlig fallende førstehåndsverdi i Norge. Eksempelvis var rødspette i 1950 betalt mer enn tre ganger bedre enn torsk. I dag oppnår rødspetten knapt 70% av torskens pris per kilo (førstehåndspriser). Eksportverdien av disse flatfiskartene gjenspeiler ikke denne utviklingen i førstehåndsverdi. Dette forholdet er spesielt påtakelig for lomre. Denne arten, som på engelsk kalles "lemon sole", er høyt verdsatt i det europeiske markedet, og det er kun piggvar (turbot) og tunge (sole) som oppnår bedre priser. I Norge var denne lomren, frem til prisforhandlingene 18. september 1995 betalt med kun kr. 5,10 til fisker, mens den oppnådde jevnt over tre ganger så høy pris som rødspette i auksjonsmarkedet.

Det er derfor all grunn til å anta at det relativt lave kvantum som er registrert av denne arten ikke skyldes små forekomster, men manglende prismotivasjon for å utvikle et målrettet fiskeri etter denne arten. Lomre foretrekker mer strømhårde områder og finnes derfor på steinete bunn. Selv om den av forannevnte grunner opptrer mest som bifangst i rødspettefisket er det i noen områder sannsynligvis store forekomster. Således er innblanding i deler av Lofoten og Vesterålen på mer enn 25%. Det ble høsten 1997 utviklet en ny snurrevad som slipper ut stein fra snurrevadens underbelg. Dermed øker sjansen for et målrettet fiske mot lomre.

For å endre den uheldige prisutviklingen i flyndrefisket i Norge generelt, og for lomre spesielt, ble det i regi av Norges forskningsråd ved

programmet "Teknologiutvikling i fiskerisektoren" i 1996 startet to forskningsprosjekt. De to prosjektene, som ledes av Fangstseksjonen ved Havforskningsinstituttet og Fiskeriforskning i Tromsø, Senter for Havbruk, har som mål å utvikle teknologi for transport og lagring av flatfisk.

Resultatene viser at rødspette, lomre og kveite kan fanges og transporteres levende uten store investeringer. Det var ingen dødelighet av betydning under fisket (1-2%). De nykonstruerte transporttankene som er konstruert for formålet viste seg å fungere svært tilfredsstillende, selv om det nok gjenstår noe justeringsarbeid for å lette arbeidsoperasjonene. Disse tankene er forøvrig konstruert med Gadus-tanken (Blokken Skipsverft as) som rammeverk. Det er allerede omlag 150 av denne tanktypen ute i flåten. Implementering av ny levendefiskteknologi synes derfor relativ enkel. Det ble transportert rødspette og lomre i tettheter helt opp til 750 kilo/m³. Til sammenligning er lagring på is ikke mer enn 600 kilo/m³.

Ny flatbunnet merd

Flatfiskartene som inngår i levendefisknæringen, kveite og steinbit, har det til felles at de ikke har svømmeblære. For å lagre eller produsere disse artene i oppdrett, trenger man enten kar eller en merd med flat bunn. Mottaksmerden for snurrevadfanget torsk vinteren 1993-94 hadde flat bunn, og teknologien ble videreutviklet ved Austevoll Marine Yngel (AMY) fra høsten 1994. Sammen med redskapsprodusenten REFAAS på Finnsnes har Fiskeriforskning siden 1996 utviklet en ny merd. Den nye patenterte merden har en flat bunn på ca. 200 m². På denne stive trampolinebunnen ligger så selve notposen. Konstruksjonen er svært solid, og flere røktere eller fiskere kan gå inne i merden under røktning eller utslakting av fisk. Etter levering fordeler rødspetta og lomra seg jevnt utover, og tåler godt tettheter på 50 kilo pr. kvadratmeter. En merd kan lagre ti tonn flatfisk i minst tre uker uten at det går ut over fiskens kvalitet. Merden kan plasseres på ønsket dyp ned til ti meter og under røktning eller inspeksjon kan den heves langsomt til

overflaten med trykkluft.

Pelagiske arter: litt historikk

Det er rundt to hundre år siden man startet med levendelagring av pelagisk fisk i Norge. Topografien i Norge, med fjorder, vik og våger, som dannet gode lagringslokaliteter, var hovedgrunnen til at nordmennene ble pionerer i lagring av levende pelagisk fisk; først i landsteng og senere i merder. Stimer av sild, brisling, makrell og sei ble fanget med landnot og lagret levende i selve nota eller mindre landnøter (tregnder) i opp til flere uker før levering til mottaksanlegg, enten direkte eller til føringsfartøyer. Levendelagring var nødvendig for å kunne utnytte fangspotensialet i perioder med store fangster og liten mottakskapasitet.

Selv etter at snurpenot ble tatt i bruk i Norge i begynnelsen av dette århundret, fortsatte lagring av levende pelagisk fisk. Selve snurpefartøyet, med den levende fisken konsentrert i en del av nota, ble slept inn til lands hvor den ble overført til og lagret levende i landnøter (tregnder). Denne metoden var i bruk helt opp til midten av 1950-tallet.

Rundt siste verdenskrig ble merder tatt i bruk ved lagring av levende pelagisk fisk. Snurpenotfanget fisk ble overført til merder i fangstområdet. Merdene ble så tauet sakte inn til land og ankret opp. Denne merdteknologien dannet grunnlaget for moderne norsk lakseoppdrett.

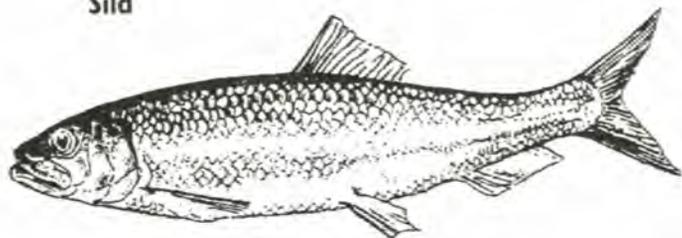
Sei



Det meste av seien som fanges med not lagres levende i merder i kortere eller lengre tid. Sei er en robust art som tåler denne behandlingen godt. Den kan transporteres over lange distanser, enten i slepemerder eller brønnbåter. På slutten av 1970-tallet gjennomførte Havforsknings-

instituttet og Fangstseksjonen ved tidligere FTFI i samarbeid med foredlingsindustrien forsøk med langtidslagring av levende sei. Fisken ble lagret i store merder fra august - september til mars - april året etter. Opp til 200 tonn sei kunne lagres i hver merd. Metoden fungerte stort sett tilfredsstillende, men det var dårlig økonomi å langtidslagre sei på den tiden. Industrien sluttet derfor med langtidslagring på begynnelsen av 1980-tallet. I de senere årene er langtidslagring av levende sei igjen blitt aktuelt i kombinasjon med vedlikeholdsføring.

Sild

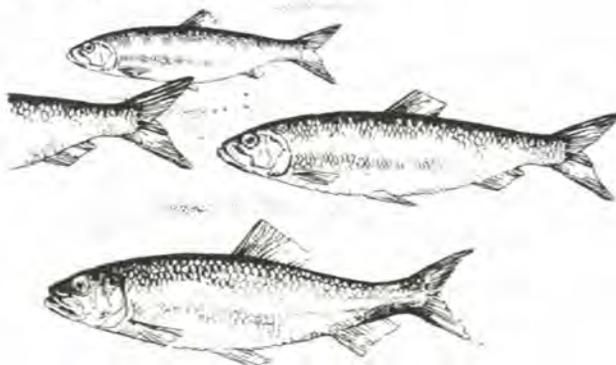


I forrige århundre ble størstedelen av all notfanget norsk vårgytende sild lagret levende i landsteng i kortere eller lengre tid, avhengig av omsetningsforholdene. Opp til 10 000 tonn sild kunne lagres levende i et enkelt landsteng og i opp til flere måneder. Sild blir fortsatt lagret levende langs kysten, men i dag kun i merder.

Kazunoko-kombu, som består av tareblad dekket av et relativt tykt lag befruktet silderogn, er en høyt betalt seremoniell matrett i Japan. Produktet høstes i dag nærmest utelukkende i Alaska og Britisk Columbia. I 1994 startet Fangstseksjonen ved Havforskningsinstituttet høstingsforsøk på Kazunoko-kombu i Norge. Notfanget sild blir overført til merder med uthengt tare rett før gyting. Taren tas opp når den er dekket med et tilstrekkelig tykt lag befruktet rogn og saltes i mett saltlake. Forsøkene har vist at norsk vårgytende sild gyter på sukkertare (*Laminaria saccharina*) på omtrent samme måte som stillehavssilda. Produktet er blitt godt mottatt i Japan, og vi har oppnådd en gjennomsnittspris på kr. 150,- per kilo og en topp pris på kr. 315,- per kilo for den beste kvaliteten. Ved full kommersiell produksjon av norskprodusert Kazunoko-kombu vil eksportverdien kunne ligge på mel-

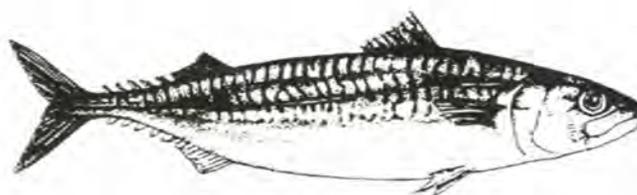
lom 100 og 200 millioner kroner per år.

Brisling



I 1880-årene startet hermetisering av brisling og småsild ("Mussa") i Norge. Disse høykvalitetsproduktene, markedsført som "Norwegian brisling sardines" og "Norwegian silde sardines" ble eksportert over hele verden. En av de viktigste forskjellene mellom disse produktene og konkurrentenes var at Norge kunne garantere at fisken var tom for mageinnhold før hermetisering. Dette ble oppnådd ved å lagre fisken levende i landsteng og senere merder i tre til fire døgn før levering. Brislingfisket er fortsatt en viktig inntektskilde for en del kystnotfiskere.

Makrell

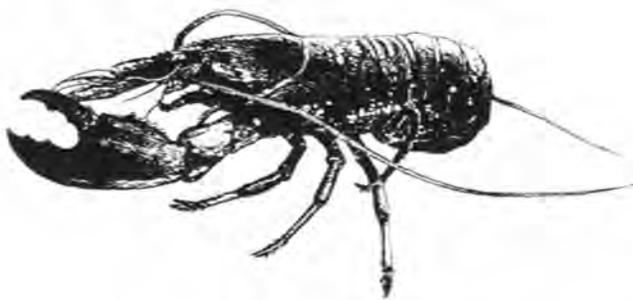


På Vestlandet er makrell kun tilgjengelig i sommerhalvåret, med det største fangstkvantumet i august - oktober. I denne perioden blir det vanligvis låssatt betydelig større kvanta enn det ferskfiskmarkedet kan motta. Dette resulterer i leveringsvansker og dermed lave priser. For å forlenge sesongen for levering av fersk makrell, og dermed oppnå bedre priser, startet enkelte fiskere på slutten av 1980-tallet langtidslagring av levende makrell. I høysesongen, om høsten, får fiskerne vanligvis kr. 2,- - 3,50 per kilo. Om våren, før ny sesong starter, kan de oppnå priser på opp mot kr. 25,- per kilo. Forsøk utført av Fangst-

seksjonen ved Havforskningsinstituttet har vist at makrellen klarer seg godt igjennom vinteren uten fôring. Derimot er den sårbar for temperaturer lavere enn 5°C. I dag langtidslagres det mellom 150 og 200 tonn makrell hvert år.

Fôringsforsøkene viste at makrellen økte vekten fra 300 gram til over 600 gram fra januar til august. Dette dannet grunnlaget for et større prosjekt ved Austevoll havbruksstasjon der målet er å fôre opp makrell for på den måten å kunne tilby markedet spesielt stor fisk, over ett kilo, og med det fettinnholdet kunden ønsker.

Krepsdyr og pigghuder (kråkebolle)



Levendelagring av både hummer og krabbe har lange tradisjoner lagret levende. Kysten fra Rogaland til Nord-Trøndelag har mange krabbeprodusenter, og disse har i dag sine egne organisasjoner. Få produsenter fôrer krabbene før salg. Unntaket er vår faunas nykommer; kongekrabben som i 1960-årene ble introdusert av russerne i Barentshavet. Fangsten av denne sterkt voksende ressursen foregår på sensommeren og høsten. På denne årstiden er mange krabber av dårlig kvalitet, og lovende oppfôringsforsøk er allerede gjennomført. Det foregår ellers relativt lite FoU-arbeid på krepsdyr i Norge (se kapitlene om krabbe og PUSH-prosjektene på hummer).

Som det fremgår av kapitlet om kråkebolle har disse derimot vært objekt i flere prosjekter. Det er utviklet produksjonsutstyr for å skille rognsekkene fra resten av dyret, og i de senere år har man arbeidet for å utvikle metoder for å fôre frem kråkebolle med rognsekker (*japansk: UNI*) av god kvalitet. Etter seks uker har rognsekkene økt fra 10-12% til over 20% av

Tabell 8.2: Verdipotensial av marint oppdrett og levendelagring av villfisk innen de 10 neste år.
Potential benefit of marine aquaculture and long term storing of wild fish over the next 10 years.

Oppdrett	Kvantum (tonn)	Pris (kr/kg)	Verdi (1000 kr)
Kveite	3000	65,-	195.000'
Steinbit	500	40,-	20.000'
Sum			215.000'

Levende-lagring	Kvantum (tonn)	Pris per kilo levende-lagret	Verdi (1000 kr.)
Rødspette	500	20,-	10.000'
Lomre	100	40,-	4.000'
Gråsteinbit	200	30,-	6.000'
Torsk	10.000	25,-	250.000'
Sei	10.000	10,-	100.000'
Makrell	5.000	15,-	75.000'
Sildeprodukter	100	200,-	20.000'
Kråkebolle	15	200,-	3.000'
Sum			468.000'

kroppsvekten. Etter å ha funnet riktig fôr-sammensetning; proteinmengde, nye binde-midler, tangmel, vitaminer og rett pigment blir produktet i dag akseptert av det kritiske japan-ske markedet. Flere næringsaktører starter i disse dager UNI-produksjon med basis i denne tekno-logien.

Konklusjon

Selv om den teknologien som er utviklet for en lang rekke arter i dag tilsynelatende burde føre til en stor satsing på dette området, har interes-sen så langt vært begrenset. I stedet har vi i Norge satset store summer på utviklingen av kveite-oppdrett. Beregninger viser at kanskje mer enn

en milliard har vært investert i private og offent-lige midler på basis av visjonen om en ny stor oppdrettsnæring. Dette kan kanskje synes under-lig i lys av de produksjonsprognoser næringen selv opererer med. I tabell 8.2 anslås volum og potensial av marint oppdrett og ditto for levende-fisk-næringen om ti år. Prognoser er dessverre alltid beheftet med store usikkerheter, men nå kan vi i det minste diskutere premissene for en slik næring. Dersom tallene er i nærheten av å være riktige, kan verdiøkningen i levendefisk-næringen være større enn totalverdien av marint oppdrett. Forskningsprosjektene og resultatene som er presentert i dette kapitlet tilsier i det minste at kunnskapene er til stede, både i flåte, industri og i forskningsmiljøene.

9. LITE UTNYTTEDE RESSURSER



Om kystnære arter og næringsutvikling i Trøndelag

Alf Albrigtsen,
Fiskerisjefen i Trøndelag

Blant de rike fiske- og skalldyrforekomstene langs norskekysten er det i dag en hel rekke arter som ikke utnyttes optimalt i forhold til deres egentlige økonomiske potensiale, mens andre arter ikke utnyttes kommersielt i det hele tatt. I norske farvann er det omlag 200 arter som med fordel kan utnyttes, mens man i dag bare anvender rundt 30 av disse. Innsatsen for å markedsføre og anvende en større del av forekomstene, har til nå på landsbasis vært relativt beskjeden. I det siste år har stadig flere utøvere i fiskerinæringen merket en negativ utvikling i form av blant annet sviktende råstoff- og ressurstillgang, noe som har gitt negative ringvirkninger i hele næringen. Det er derfor i stadig økende grad nødvendig å utnytte mer optimalt eksisterende ressurser, lite utnyttede arter og biprodukter.

Lite utnyttede ressurser - bakgrunn og definisjon

Det er flere grunner til satsingen på arter som er definert som "lite utnyttede ressurser (LUR)". En er svikt i tradisjonelle fiskerier, som sildefiskeriene i 1970-årene og torskefisket i slutten av 1980-årene. Det er også et grunnleggende

ønske å styrke fiskeflåtens og -industriens driftsgrunnlag og lønnsomhet. I tillegg til dette kommer konkrete ønsker fra næringen.

Når vi bruker begrepet omfatter dette:

- * Lite utnyttede havressurser
- * Lite utnyttede kystnære ressurser

og kan defineres som:

- * Ressurser som i dag utnyttes, men som, med hensyn til ressurs, produkt og/eller marked, har et uutnyttet potensiale.
- * Ressurser som ikke, eller i liten grad, utnyttes kommersielt.

Dette kapittelet tar i hovedsak opp det arbeidet som er gjort i Trøndelag med utvikling av kystnære LUR-ressurser.

Aktuelle LUR-arter

Inndelingen er foretatt ut i fra en kombinasjon av biologiske og markedsmessige fellestrekk.

Siden det er vanskelig å samle kunnskap om og ha fullstendig oversikt over markedet for alle

artene, er de biologiske fellestrekkene mest vektlagt.

DIV. BEINFISK	Ål	(<i>Anguilla anguilla</i>)
	Brisling	(<i>Sprattus sprattus</i>)
	Hvitting	(<i>Merlangius merlangus</i>)
	Lysing	(<i>Merluccius merluccius</i>)
	Breiflabb	(<i>Lophius piscatorius</i>)
	Havål	(<i>Conger conger</i>)
	Skolest/Spiritist	(<i>Coryphaenoides rupestris</i>)
	Isgalt	(<i>Macrorus berglax</i>)
	Knurr	(<i>Trigla gurnardus</i>)
	Kvitlaks/Vassild	(<i>Argentina silus</i>)
Rognkjeks/Rognkall	(<i>Cyclopterus lumpus</i>)	
DIV. DYP- HAVSARTER	Mora	(<i>Mora moro</i>)
	Antimora	
	Skjellbrosme	(<i>Psycis blennoides</i>)
FLATFISK	Blåsteinbit	(<i>Anarhichas denticulaus</i>)
	Gapeflyndre	(<i>Hippoglossoides platessoides</i>)
	Piggvar	(<i>Schopthalmus maximus</i>)
	Slettvar	(<i>Scopthalmus rhombus</i>)
	Glassvar	(<i>Lepidorhombus whiff-iagonis</i>)
	Sandflyndre	(<i>Limanda limanda</i>)
	Skrubbe	(<i>Platichthys flesus</i>)
	Rødspette	(<i>Pleuronectes platessa</i>)
	Smørflyndre	(<i>Glptocephalus cynoglossus</i>)
	Lomre	(<i>Microtomus kitt</i>)
BRUSKFISK	Kloskate	(<i>Raja radiata</i>)
	Isskate	(<i>Raja hyperborea</i>)
	Havmus	(<i>Chimaera monstrosa</i>)
	Pigghå	(<i>Squalus acanthias</i>)
	Svarthå	(<i>Etmopterus spinax</i>)
	Brunhå	(<i>Centrophorus squamosus</i>)
	Gråhå	(<i>Deania calceus</i>)
	Håbrand	(<i>Lamna nasus/cornubica</i>)
	Håkjerring	(<i>Somniosus microcephalus</i>)
	Gråhai	(<i>Galeorhinus galeus</i>)
Hågjel	(<i>Galeus melastomus</i>)	
Rødhaifamilien	(<i>Scyliorhinidae</i>)	
BLØTDYR, KREPSDYR og PIGGHUDER	Akkar	(<i>Todarodes sagittatus</i>)
	Div. snegler	
	Taskekrabbe	(<i>Cancer pagurus</i>)
	Sjøkreps	(<i>Nephrops norvegicus</i>)
	Trollkrabbe	(<i>Lithodes maja</i>)
Div. kråkeboller	(<i>Echinus esculentus</i> m.fl.)	

Sjøpølser
Oskjell
Stort kamskjell
Andre skjellarter

(*Holothuroidae*)
(*Modiolus modiolus*)
(*Pecten maximus*)

DIV.

MARINE ARTER

Tang/tare

Kriterier for valg av arter

Selv om valg og tolkning av kriterier er en meget komplisert prosess, som må evalueres og

oppdateres kontinuerlig, er de nødvendig å ha noen rammekriterier, som blant andre:

1. Bestandspotensial

- dagens uttak
- anbefalt uttak
- tilgjengelighet

2. Fangstmuligheter

- teknologi
- område
- sesong
- fartøy
- regulering

3. Marked - størrelse

- markedets størrelse
- egenforsyning
- indikasjoner

4. Volum

- dagens eksport
- potensial
- volum kontra kostnad

5. Pris

- dagens pris
- forventet pris
- pris kontra kostnad

6. Produksjon

- produksjonsteknologi
- produktkrav
- mengde
- kvalitet

7. Behov for tiltak

- status
- kostnad
- potensial

8. Distriktspol. betydning

- dagens betydning
- alternativ
- potensial

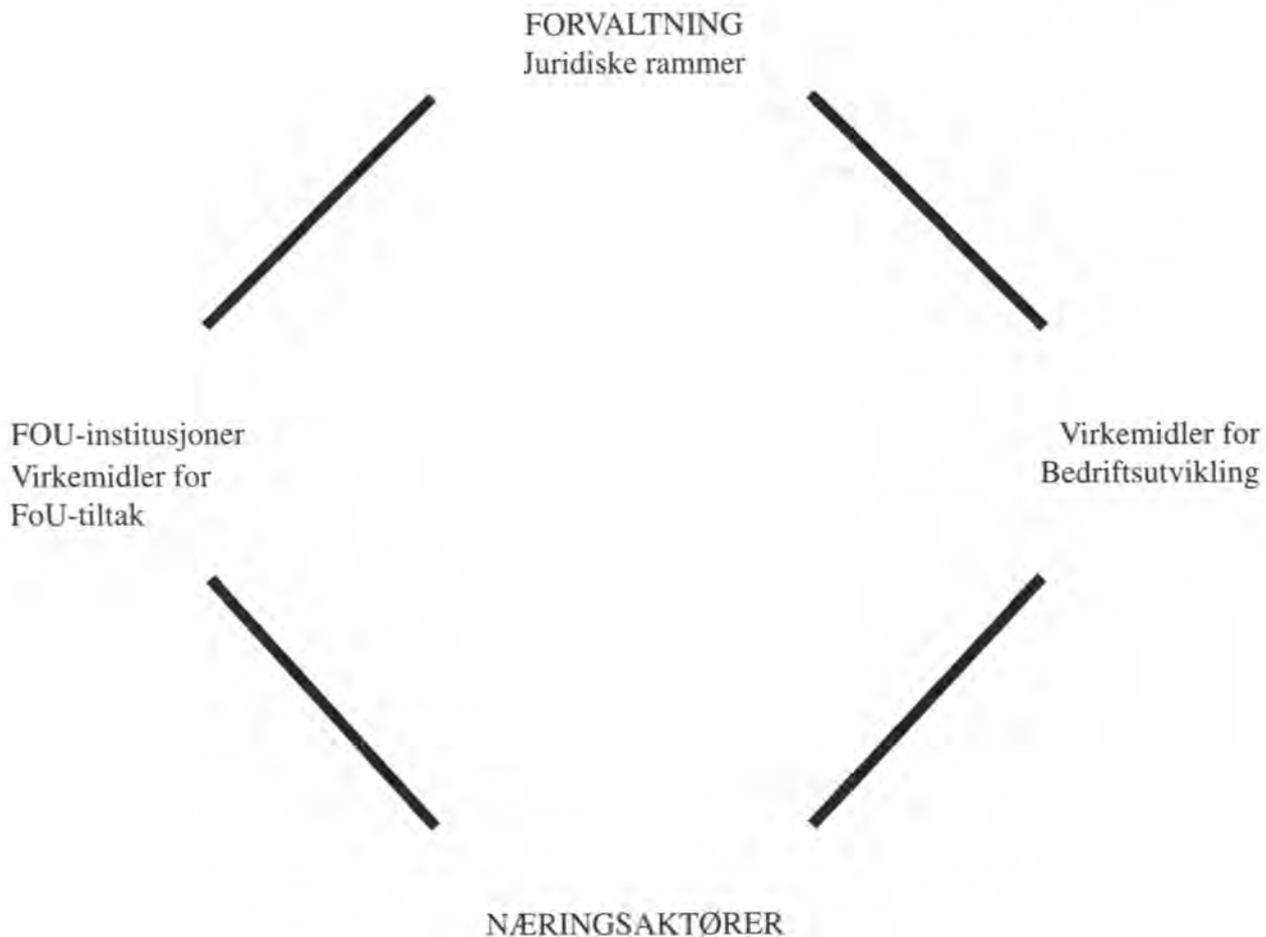
Foruten utnyttelse av «rene» fangstbare arter, er det i Trøndelag også arbeidet med utvikling av de samlede kystnære ressurser som omfatter:

- * Intensivt oppdrett på andre arter enn laks og regnbueørret
- * Semiintensiv oppdrett - f.eks. kamskjell
- * Ekstensivt oppdrett blåskjell
- * Fangst - lagring - fôring
- * Havbeite av stasjonære arter.

Organisering av nyskappingsarbeidet i Trøndelag

Siden forutsetningene for å lykkes i arbeidet med å kommersialisere nye arter er meget sammensatt, og avhengig av en rekke forhold, er det ut fra de erfaringene som er gjort viktig med ;

- * Seriøse næringsaktører.
 - * Kapital - enkeltaktører og/eller gruppe av aktører.
 - * Godt organisatorisk opplegg.
- Når det gjelder det organisatoriske opplegget, er følgende modell brukt i de aller fleste tilfellene:



Modellen har generelt fungert meget godt, og det er oppnådd en relativt rask kommersialisering og en god, næringsorientert FoU-formidling.

I arbeidet med mindre aktører, har en av hovedbarrierene vært mangel på kollektiv egenkapital. I tillegg er det noe avhengig av prosjekttype - helt nødvendig at Fiskerisjefsetaten har en rolle som initiativtaker, pådriver og katalysator. Her spiller også de lokale fiskeri-

kontorene en vesentlig rolle i den mer operative oppfølgingen.

LUR-arter i Trøndelag

Arbeidet med utvikling av LUR-arter i Trøndelag startet målrettet i 1978, først med utnyttelse av stavsild til konsum. Fra dette tidspunktet og frem til i dag er det i Trøndelag utviklet og kommersialisert produksjon av følgende arter:

Art	Max. årlig kvantum	Kommentarer
FISKEARTER:		
Stavsild	6 - 7000 tonn	På 1980-tallet regionens viktigste enkelbestand
Skolest	1000 tonn	Startet medio 1980
Pigghå	6000 tonn	Slutten / begynnelsen av 1980/1990 Utviklet fra 25 tonn 1987 til 6000 tonn 1991. Tidligere var pigghå et problem for fiskerne. Enkelte bedrifter har bygd opp et betydelig marked.
Lysing		Utnyttet kommersielt. Planer om oppdrett/lagring.
Breiflabb		Utnyttet kommersielt.
Ål		Gjennomført noe utvikl.arbeid tidligere. Enkelte aktører arbeider med arten.
KREPSDYR:		
Taskekrabbe	1400 tonn	Handlingsplan for krabbenæringen av 1991. God utvikl., jfr. egen artikkel.
Strandkrabbe		Noe utnyttelse, øker gradvis.
Hummer		Planer om yngelproduksjon ved Tjeldbergodden for utsetting.
Sjøkreps		Forsøk i Sør-Trøndelag gjennom enkeltaktør.
PIGGHUDER:		
Kråkeboller	100 tonn	FoU-arbeid med utvikling av fôr for føring av naturlige bestander. Gjort mindre forsøk i 1980-årene.
Sjøpølse		
SKJELL:		
Blåskjell	5 - 600 tonn	Trøndelag har landets største skjell miljø. Prognosene for 1999 er 2000 tonn for Fosen-regionen i Sør-Trøndelag.
Kamskjell	150 - 200 000 stk.	Utvikling av fangst og dyrking av kamskjell. Inngår i Kamskjellprosjektet. I de senere år er det gjennomført og under gjennomføring en rekke FoU og bedriftsutviklingstiltak.

Østers	Mindre kvantum	
Hjerteskjell	Foreløpig mindre kvanta	Etter hvert utvikling av et interessant marked. Planer om ressurskartlegging og utvikling av opptaksmetoder.
Strandsnegler / Kongesnegler	Foreløpig mindre kvanta	Gradvis utvikling av et interessant marked.
O-skjell	150 - 200 tonn	Utvikle markedet og mer skånsomme opptaksmetoder.
DIV. MARINE ARTER:		
Tang - tare	50 000 tonn	To bedrifter er engasjert i dette arbeidet. Forsøksprosjekt. Utvikling av forvaltningsplan.

Innen de fleste av disse artene pågår det et omfattende utviklingsarbeid i nært samarbeid mellom næringsutøverne, FoU-institusjoner og fiskerisjefen.

Når det gjelder utvikling av skjellarter, sees artene i sammenheng, spesielt fra lagring og produksjon. Aktørene i næringen arbeider nå med å bygge opp effektive og rasjonelle strukturer fra dyrking/fangst til marked for utvikling av en konkurransedyktig næring for eksportmarkedet. I denne prosessen inngår utvikling av allianser og nettverk som en viktig del. Krepssdyr - og skjellnæringen representerer nå ca. 200-220 årsverk i Trøndelag.

I regionen har det i flere år også vært arbeidet med utvikling av kveiteoppdrett, både innen yngel og matfiskproduksjon. Videre er det planer om etablering av anlegg for oppdrett og/eller føring av lysing. Forøvrig deltar vi i arbeidet med å vurdere forutsetninger (miljø, teknologi, marked) for intensiv oppdrett av ferskvannsararter i Midt-Norden. Dette er et Interregg-prosjekt (grensesamarbeid EU (Sverige) - Norge) som vi har koordineringsansvaret for.

Det største vekstpotensialet for utvikling av de marine ressursene ligger i området strandsonen

til grunnlinjen. I dette perspektivet er utnyttelse av LUR-arter meget viktig, og vil med riktig satsing gi et vesentlig bidrag til økt verdiskaping og sysselsetting i kystområdene. Her bør FoU-institusjonene spille en vesentlig og avgjørende rolle. Men da må det også ressursmessig gis rom for det.



Figur 9.1: Hjerteskjell
Cockles

Krabbe

Alf Albrigtsen,
Fiskerisjefen i Trøndelag



Utnyttelse av taskekrabbe, omstilling og effektivisering

En av de artene som har vist en interessant utvikling er taskekrabbe. Taskekrabben, *Cancer pagurus*, er den mest utbredte, kommersielt utnyttede krabbearten i Norge. Den finnes i betydelige tettheter langs kysten opp til Nordland. Den produserer svært mange larver i hvert kull, og utnyttet tareskogen som oppvekstområde. Krabben er effektiv både som åtseleter og jeger, og forsyner seg av den føden som til enhver tid er tilgjengelig. I tillegg er den svært mobil, og særlig hunnene er kjent for å kunne ha lange vandringer i månedene før gyting, som trolig foregår på mykere bunn, mer skjermet enn i viktige oppvekstområder som tareskogen.

Taskekrabben er utbredt fra Nordland i nord til Egeerhavet og Marokkos og Algeries kyst i sør (figur 9.2). Nordgrensen endrer seg over tid, og er tidlig i 1990-årene flyttet nord til Vesterålen. Det har samtidig vært betydelige innslag av taskekrabbe tatt på garn under Lofotfisket. Det nordligste registrerte funnet er ved Kvaløya i Troms.

Krabbene finnes fra overflaten og ned til flere hundre meters dyp, men er vanligst grunnere enn førti meter, på både stein- og sandbunn. Hannene foretrekker steinbunn, hunnene stein og sandbunn. Utenom Norge er taskekrabben også utbredt nord til Orknøyene, Shetland og Færøyene. Hovedutbredelsen er imidlertid i området ved den engelske kanal og langs den engelske og skotske kysten.



Figur 9.2:

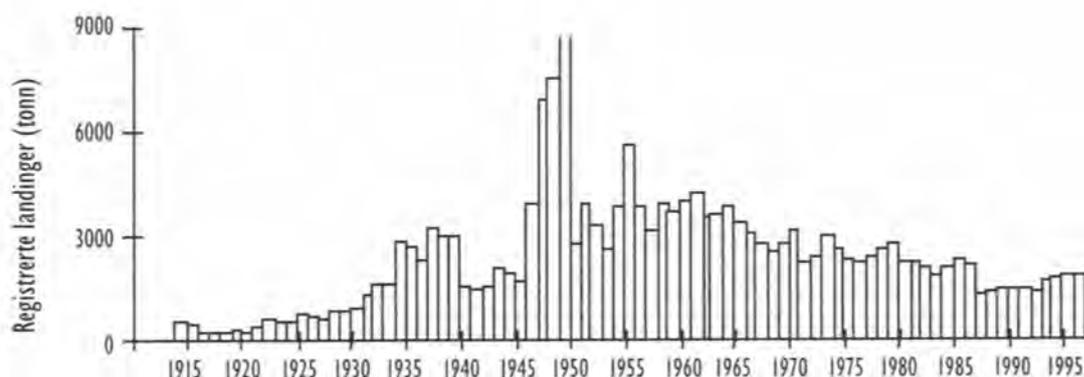
Utbredelsen av taskekrabben *Cancer pagurus*. Rammen markerer hvor det største fiskeriet foregår (Fra: Wakili 1985).

Distribution of crab (Cancer pagurus) and areas with most intensive crabfisheries.

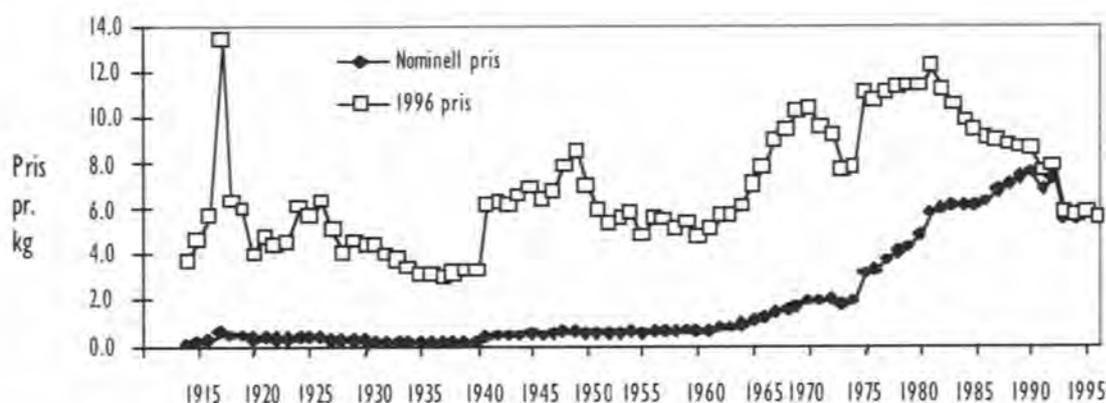
Krabbefiske og -produksjon

Inntil 1910 ble krabben stort sett nyttet fersk ved salg i byene. Fra 1910 vokste hermetikkindustrien frem på Øst- og Sørvestlandet. Krabbefisket tok seg kraftig opp, og ble en kjærkommen inntekt for kystfiskerne i dette området. Krabbe-

fisket ble utviklet til et kommersielt fiske og ført opp i fiskeristatistikken i 1914. Det kommersielle fisket har vært rettet mot hermetikkindustrien, og har i lange perioder vært en kjærkommen inntekt til kystfiskerne, først i øst og sør, og nå i Midt-Norge. Registrerte landinger er i dag 400-1 800 tonn årlig.



Figur 9.3: Registrerte landinger (tonn) taskekrabbe.
Annual catches (tonnes) of edible crabs.



Figur 9.4: Registrerte landinger og førstehåndsverdi (nominell verdi og omregnet i 1996-kroner ved bruk av konsumprisindeksen) for krabbe i Norge. (Kilde: Fiskeridirektorates fiskeristatistikk; for 1994-1996 Fiskesalgslagene).
Landings and firsthand value for crab in Norway.

Tabell 9.1: Registrerte landinger og gjennomsnittlig pris pr. kilo for taskekrabbe omsatt gjennom de forskjellige salgslagene.
Landings and average prices (NOK pr kilo) for crabs.

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
Registrerte landinger (tonn):								
Norges Råfisklag	841	881	797	984	1147	1157	1161	1362
Sunnmøre & Romsdal Fiskesalgslag	50	57	58	63	62	51	62	45
Vest-Norges Fiskesalgslag	291	292	213	253	252	258	281	323
Rogaland Fiskesalgslag	124	156	306	294	271	338	279	389
Skagerakfisk	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	1306	1386	1374	1594	1732	1804	1783	2119
Gjennomsnittlig pris/kg:								
Norges Råfisklag	7,83	4,81	5,41	5,03	4,93	5,15	5,33	5,73
Sunnmøre & Romsdal Fiskesalgslag	3,86	4,09	4,17	4,16	4,45	4,54	4,42	4,80
Vest-Norges Fiskesalgslag	5,03	5,04	5,66	5,62	6,77	6,49	6,44	6,75
Rogaland Fiskesalgslag	5,90	6,01	6,19	7,04	6,75	7,10	6,09	6,49
Skagerakfisk	-	-	-	-	-	-	-	-
Totalt	6,87	4,96	5,57	5,46	5,47	5,69	5,59	5,94

Størrelsen på det uregistrerte fisket av fritidsfiskere og kystfiskere i Skagerrak og Sørvest-Norge er ikke kjent. Mens fisket i Norge i hovedsak foregår fra august til november, er det i Europa i tillegg utviklet er helårsfiske med omsetning av levende krabbe. Prisene i Europa varierer med tilgangen på krabbe, og er høyest når fangstene er små og krabben av dårlig kvalitet.

Krabbefisket i Norge foregår i hovedsak fra august - november med oppstart tidligst i de sydlige deler av landet.

Omstilling og effektivisering i den norske krabbenæringen

Fra 1970-årene og til siste halvdel av 1980-årene ble det gjennomført og satt i verk en rekke utredninger for å effektivisere krabbenæringen. Av disse kan nevnes:

- * Hermetikkutvalget (Heen-utvalget, nedsatt 1975).
- * Markedsføring av hermetisk krabbe (1978).

- * Teknologisk/økonomisk analyse av krabbeindustrien (Fiskerisjefen i Trøndelag (1980-85).
- * Markedsføring av krabbeskjell og hel krabbe til konsum - (Krabbeutvalget 1985)
- * I tillegg noen mindre biologiske forsøk.

Når det gjelder den teknologiske/økonomiske analysen omfattet denne:

- * Tilstandsanalyse
- * Opprustning av hermetikkfabrikkene
- * Lønnsomhetsanalyse og forutsetninger for opprustning.
- * Analyse av fem produsenter av krabbeskjell.

som et resultat fra denne prosessen ble det avsatt midler til omstilling og kondemnering. Dette medførte en betydelig reduksjon i antall hermetikkfabrikker på landsbasis. For Trøndelag ble noen av krabbebedriftene tilført tilleggsproduksjon som makrell, oppdrettskonsesjoner m.m.

Til tross for tiltakene, og forslag i blant annet Krabbeutvalget (1985) var situasjonen i siste halvdel av 1980-årene, meget vanskelig og bekymringsfull, og kan oppsummeres som følger:

* **Overføringer fra Staten**

Overføringene i 1980-årene, som varierte mellom 5,5 til 12 millioner kroner pr. år, omfattet subsidier til koking, innfrysing, tilskudd til fiskerne, frakt, produksjon m.m.

* **Landbasert aktivitet**

- Krabbenæringen er viktig for en rekke lokalsamfunn, spesielt for sysselsetting av kvinner - få alternativer.
- Dårlig utvikling av markedet for hermetikk.
- Høye produksjonskostnader på hermetikk.
- Anstrengt forhold mellom hermetikkprodusenter og andre krabbeprodusenter.
- Andre produkter av krabbe
- Dårlig tilpasning til markedet
- Lite utviklet samarbeid
- Priskrig og salgspress
- Lite oversiktlig marked.
- Lavt dekningsbidrag
- Lite midler til markedsføring
- Piratproduksjon
- Generelt lite utviklet samarbeid for produksjon og markedsføring.

* **Sjøbasert aktivitet**

- Fangst/flåte/fiskere
- Ressursene er til stede, men uklart hvor mye
- Urasjonell beskatning
- Dårlig kvalitet på enkelte felter
- Ujevn modning
- Forskjell i minstemålbestemmelsene
- Kort sesong og lave kvoter
- Mange aktører
- De mest aktive fiskerne forlater krabbenæringen. Denne utviklingen var fremtredende spesielt sør for Norges Råfiskerilagens distrikt hvor fritidsfiskere, pensjonister og deltidsfiskere dominerer.
- Gjennomgående meget dårlig lønnsomhet.

Utviklingen etter 1990

I 1989 og 1990 ble det avholdt en rekke møter i fiskeristyrene for Trøndelag og mellom forvaltning, næring og FOU-miljø. Det ble konkludert med at næringen hadde behov for et næringsorientert utviklingsprogram. Dersom ikke noe ble gjort, ville næringen dø ut av seg selv. Målet var å legge forholdene til rette for utvikling fra en sterkt subsidiert til en lønnsom krabbenæring.

Handlingsplanen for krabbenæringen av mai 1991 (Fiskerisjefen i Trøndelag/Bernt Brandal), som i utgangspunktet omfattet hele landet, ble retningsgivende for utvikling av næringen. På grunn av til dels liten interesse fra næringens organisasjoner (fag-/salgslag), næringsaktørene m.v. sør for Råfiskerilagens distrikt, er oppfølgingen av tiltakene i planen de senere år i hovedsak konsentrert om Norges Råfiskerilagens distrikt. Dette er også naturlig ut fra næringens betydning og omfang. Strategien for en lønnsom næring i handlingsplanen omfattet kortsiktige og mer langsiktige tiltak innenfor:

- * Marked og produkt
- * Teknologi
- * Biprodukter
- * Kvalitetssikring
- * Transport/distribusjon
- * Regulering
- * Ressurs / biologi
- * Oppføring

Resultater

Fra slutten av 1980-årene, og som et resultat av handlingsplanen, har det vært satt i verk en rekke tiltak/prosjekter for å styrke næringen. Her kan nevnes:

- * Renseteknologi
- * Sorteringsteknologi
- * Redskapsteknologi
- * Avliving, oppdeling og koking
- * Produksjonsteknologi - bearbeiding
- * Analyse av diverse markeder og opplegg for fellesmarkedsføring
- * Økonomiske beregninger og vurderinger
- * Forprosjekt for ressurskartlegging
- * Endring av åpningsdato og kvoteopplegg

I tillegg er det gjort forsøk/analyse med oppfølging av krabbe og biologisk undersøkelse på kysten av Midt-Norge i 1989.

I arbeidet med ovennevnte prosjekter/tiltak - som er koordinert gjennom en styringsgruppe - har

foruten forvaltningen, næringsaktører og Norges Råfisklag en rekke FOU-institusjoner deltatt aktivt. Her kan bl.a. nevnes Møreforskning, Havforskningsinstituttet, Marintek og Fiskeriforskning.

I perioden 1975 - 1997 har ilandbragt kvantum for sone 6, 7, 8 og 9 (Midt-Norge) vært følgende:

Tabell 9.2: Ilandført kvantum av krabbe i Midt-Norge i perioden 1975-1997
Landings of crab in Mid-Norway 1975-1997.

Årstall	Konsum	Hermetikk	Rensing	Total
1975	268.804	1287.044	79.911	1635.759
1976	226.950	1268.173	183.473	1678.596
1977	215.658	1376.284	142.623	1734.565
1978	201.816	1340.380	192.889	1735.085
1979	217.776	1460.237	286.221	1964.234
1980	163.809	1038.104	257.887	1459.800
1981	152.376	1061.180	265.271	1478.827
1982	138.902	829.937	340.020	1308.859
1983	132.630	648.932	483.518	1265.080
1984	154.828	767.510	520.259	1442.597
1985	155.425	730.200	485.084	1370.709
1986	158.554	624.695	551.386	1334.635
1987	114.540	310.080	426.080	840.700
1988	108.582	237.305	379.165	725.052
1989	91.634	460.000	281.109	832.743
1990	118.776	406.009	317.114	841.899
1991	138.244	400.338	342.568	881.150
1992	155.789	181.560	459.760	797.147
1993	148.490	252.778	583.197	984.465
1994	102.466	223.473	820.559	1146.498
1995 x)	132.211	1.024.535		1156.746
1996	163.066	997.613		1160.679
1997	157.681	1.198.447		1.356.128

x) Fra 1995 er hermetikk og rensing slått sammen til «fabrikkproduksjon». Utvikling i kvantum og anvendelse har vært meget positiv i 1990-årene. Når det gjelder anvendelse har det vært en gradvis dreining fra hermetikk til andre produkter.

For 1997 har en hatt følgende deltakelse i fisket for Midt-Norge-regionen:

Område	Fartøyer	Fiskere
Sør-Trøndelag	102	118
Nordmøre	21	24
Nord-Trøndelag	17	22
Helgeland	24	29
Totalt	164	193

Mottak/produksjonsanlegg: 8 hvorav 6 i Sør-Trøndelag. I forhold til tidligere år var sesongen i 1997 betydelig utvidet med start 28.07 og avslutning 30.11.

Som nevnt foran varierte overføringene til næringen i 1980-årene fra 5-6 mill. kr. til 12. mill. kr. I 1990-årene har utviklingen vært som følger, i millioner kroner.:

1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
5,5	6	5	2	1,5	1	1	0,6 x)

x) Ca. 500' til fraktstøtte og ca. 100' til innfrysing. I denne perioden er en betydelig del gått til effektiviseringstiltak og fraktstøtte.

Konklusjon

* Den utviklingsprosessen som ble satt i gang på slutten av 1980-årene mellom forvaltning, næring og FOU-institusjoner har bidratt vesentlig til den positive utvikling vi har i næringen i Norges Råfisklags distrikt.

* Handlingsplanen for krabbenæringen medvirket til en planmessig oppfølging av nødvendige utviklingstiltak som har kommet hele næringen til gode.

* Til tross for betydelig nedgang i overføringene har lønnsomhetsutviklingen både på land og sjø vært gjennomgående god.

* I 1990-årene har næringen blitt betydelig mer markedsorientert enn tidligere. I tillegg til innlandsmarkedet utvikler nå flere bedrifter både eksisterende og nye eksportmarkeder. I motsetning til tidligere ligger næringen ikke inne med lager av krabbe. I 1970-80 årene hovedsakelig

eksport av hermetikk og noe hel/levende krabbe til Sverige. I 1990-årene eksport av hermetikk, klør, bur, krabbe i skjell, levende og hel krabbe. I tillegg forsøk med eksport av «paven».

* I samarbeid med aktørene i næringen arbeides det aktivt for å utvikle næringen i området Nordmøre - Helgeland.

* Generelt må vi kunne si at næringen, som er meget viktig for en rekke lokalsamfunn, nå preges av optimisme, pågangsmot og kreativitet. Dette er i sterk kontrast til 1970 og 1980-årene da pessimisme og svartmaling rådet grunnen.

* Grunnen til den positive utvikling skyldes flere forhold. Uansett årsak har en ikke fått en slik utvikling uten det gode samarbeidet mellom næringsaktørene, FOU-institusjoner og forvaltning. I denne omstillingsprosessen har spesielt Norges Råfisklag bidratt vesentlig.

Selv om utviklingen i næringen er på rett vei gjenstår det ennå betydelig arbeid som:

* Kartlegging av ressurser. - videreføring av forprosjekt (HI/Møreforskning)

- * Regulering av deltakelsen i fisket.
- * Videre utvikling av teiner.
- * Utvikling av «kunstig» agn.
- * Sorteringsmaskin. Automatisering.
- * Videre utvikling av avlving, oppdeling og rensing av klør.
- * Produktutvikling og markedsføring. Nettverk mellom bedrifter for produksjon/salg.
- * Utnyttelse av avfall.
- * Logistikk/transport av levende krabbe.
- * Aktivisere og organisere fiske/mottak i områder som i dag har liten aktivitet.

Spørsmålet om videreføring av "Krabbeutvalget" for oppfølging av handlingsplanen er tatt opp med Fiskeridepartementet.

SLUTTORD

Norsk havbruk - bare i startgroppen

Erik Slinde,
Havforskningsinstituttet

Norsk havbruk har i løpet av de siste 30 år vokst fra ingenting til en produksjon i 1997 på 340.192 tonn laks og ørret til en omsetningsverdi på 8.437 mill NOK. I den samme perioden er det generert en kompetanse som gjør denne produksjon og markedsføring mulig.

For Norge er dette en betydelig produksjon, men i internasjonal sammenheng er det lite, og det er rom for en betydelig vekst. Men en slik vekst forutsetter kunnskap og god forvaltning. Stortingsmelding nr 48 (1994-1995) "Havbruk - en drivkraft i norsk kystnæring" ønsket å etablere en næringsutvikling basert på nødvendig forskningsstøtte for klart definerte næringsprosjekter. Det skulle foretas en gradvis oppbygging av offentlig helse- og kvalitetskontroll, og man skulle sette inn virkemidler som kunne bygge bro for næringsutvikling mellom fiskeri- og havbruksforskningen og finansieringsinstitusjonene.

Oppbygging og utvikling krever ressurser, og ressurstilgangen var jevnt økende fram til 1989. Etter det har ressurstilgangen vært konstant, og har gått tilbake de siste år. At 1998 er "havets år", markeres med en ytterligere tilbakegang av ressurser til havbruksforskningen i Norge.

At norsk havbruk er i startgroppen, forstås best ut fra at vårt avlsprogram for laks har gjennomløpt seks generasjoner, som tilsvarer for eksempel fra oldefar til datterdatter. Genmaterialet i oppdrettslaksen som representerer 17 elver, er lite foredlet og begrenset rømming gir et positivt tilfang av gener til våre mange lakseelver. Men slik kan det ikke fortsette, vi må få kartlagt genmaterialet i våre elver, og ta vare på det beste for framtidens avl og for den naturopplevelsen det er å

fiske villaks. Vi bør søke å merke all oppdrettslaks, og hvert enkelt individ må kunne identifiseres. Dette vil være en stor fordel for industrien innen håndtering, tilvekst, slakting og ikke minst når det gjelder opphavsbestemmelse (autentisering) i markedssammenheng.

Kunnskapen om laksefisk må økes. Vi må vite hvordan vi skal få økt opptaket av det røde fargestoffet astaxanthin, slik at ikke 80-90% går direkte gjennom laksen uten at vi får valuta for stoffets vesentlige bidrag til fôrkostnadene.

Lakselus er en plage i våre oppdrettsanlegg, og en trussel mot villaksen. Norske forskere løste problemet med bakterielle sykdommer, og vil også være i stand til å løse problemet med lakselus dersom det blir gitt ressurser.

Det er i slike situasjoner lett å ty til begrepet omprioritering, men da er spørsmålet, omprioritering fra hva? Forståelse av fôrkomponenter, tilvekst, hormonell regulering, genenes betydning, miljø, etikk, helse og hygiene krever mer og mer for at næringen skal være konkurransedyktig. Oppbygging og vekst av en næring krever ressurser. Forskningen kan bringe fôrfaktoren ned til 0.5 og produksjonsprisen pr kilo laksefisk nærmere fem enn ti kroner.

Oppdrett i Norge er oppdrett av laksefisk. Oppbyggingen av marin akvakultur har pågått i 15 år. For laksefisk kunne vi hente mye av kunnskapen internasjonalt, men dette gjelder ikke i samme grad for marin fisk, og spesielt ikke for kveite. Det er en utrolig innsats som er gjort på denne arten av norske forskere med begrensede ressurser, og utrolig at vi i dag faktisk har noen få selskaper som kan tilby oppdrettskveite til et

internasjonalt marked. Også torsk og steinbit er i denne sammenhengen interessante arter. To store problem må imidlertid løses. Vi må kunne produsere et startfôr, slik at bruken av levende fôr ikke er nødvendig, og vi må komme fram til en helse- og hygiesituasjon som vi mestrer. Det å få gjort en ny art til husdyr, krever betydelige ressurser.

Vi har vært lite flinke til å utnytte kystsonen i Norge. Spesielt lite flinke har vi vært til å benytte de naturlige forekomster av skjell. Men så hører det med til historien, "nordmenn spiser ikke agn". Fra forvaltningens side har man valgt kamskjell som satsingsart. Det internasjonale marked er betydelig og prisene er gode. Men også andre skjell kan omsettes, og selvfølgelig blåskjell. Imidlertidig later det til at det eneste nordmenn vet om blåskjell er at de er giftige. Den testen som benyttes internasjonalt og i Norge koster det en potensiell forbruker eller selger

rundt 2 000 kroner å få gjennomført. Blåskjell vokser som ugras i våre fjorder, og det eksisterer et marked internasjonalt som både dansker og svensker betjener. Det er et stort tankekors at vi nordmenn ikke klarer å selge noe i dette markedet. Men så kan heller ikke Fiskeri- og Landbruksdepartementet bli enige om hvem som skal betale for kontroll av skjellene.

Norsk havbruk er en kystnæring i startgroppen, og ingen kan hindre at næringen vil vokse. Hvor fort den skal vokse og hvilke problemer den skal gjennomløpe er avhengig av den kunnskap vi har til enhver tid. I de år havbruksnæringen har eksistert har den vært plaget av problemer. Temning av fisk byr på problemer, og uten kunnskap kan de vokse oss over hodet. "Føre var prinsippet" tilsier at kunnskap er den beste forbygging som kan utføres. Problemet for forskningen er at kunnskap genereres ved at ressurser stilles til disposisjon.

BIDRAGSYTERE TIL HAVBRUKSRAPPORTEN 1998

Alf Albrigtsen
Fiskerisjefen i Trøndelag
7002 Trondheim
Tlf: 73 51 23 88

Chris Appleby
Veterinærinstituttet, Oslo
0033 Oslo
Tlf: 22 96 47 13
E-post: chris.appleby@vetinst.no

Tore Aune
Norges Veterinærhøgskole
0033 Oslo
Tlf: 22 96 48 20
E-post: Tore.Aune@veths.no

Bjarne Bjørshol
Veterinærinstituttet
0033 Oslo

Rolf Engelsen
Rolf Engelsen AS

Reinhold Fieler
Akvaplan NIVA
9005 Tromsø

Tor - Eddie Fossbakk
Kontali Analyse A.S.
6500 Kristiansund
Tel.: 71 58 35 88
E-mail: kontali@online.no

Nils T. Hagen
Høyskolen i Bodø
Avdeling for fiskeri- og naturfag
8000 Bodø

Gro-Ingunn Hemre
Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt
5002 Bergen
Tlf: 55 23 80 00

Kjetil Hindar
Norsk Institutt for Naturforskning
7005 Trondheim
Tlf: 73 80 15 46
E-post: Kjetil.Hindar@ninatrd.ninaniku.no

Peter Hovgaard
Høgskulen i Sogn og Fjordane
5801 Sogndal
Tlf: 57 67 62 28
E-post: Peter.Hovgaard@anf.hisf.no

Tore Håstein
Veterinærinstituttet, Oslo
Postboks 1856 Dep
0033 Oslo

Ove Johnsen
NINA
7005 Trondheim
Tlf: 73 80 15 46

Anne Mette Kvenseth
Institutt for Fiskeri -og marinbiologi
Universitetet i Bergen
5020 Bergen

Per Gunnar Kvenseth
KPMG Management Consulting as

Kjell Maroni
KPMG Management Consulting as

Trond Nordtug
Allforsk biologi
7010 Trondheim

Torstein Pedersen
Norges Fiskerihøgskole
9000 Tromsø

Anne Gro Salvanes
Institutt for Fiskeri -og marinbiologi
Universitetet i Bergen
5020 Bergen

Anne-Lisbeth Agnalt
Havforskningsinstituttet

Øivind Bergh
Havforskningsinstituttet

Arvid K. Beltestad
Havforskningsinstituttet

Randi Bjelland
Havforskningsinstituttet

Tom Hansen
Havforskningsinstituttet

Brit Hjeltnes
Havforskningsinstituttet

Bjørnar Isaksen
Havforskningsinstituttet

Tore S. Kristiansen
Havforskningsinstituttet

Stein Mortensen
Havforskningsinstituttet

Ove T. Skilbrei
Havforskningsinstituttet

Erik Slinde
Havforskningsinstituttet

Øivind Strand
Havforskningsinstituttet

Svein Sundby
Havforskningsinstituttet

Terje Svåsand
Havforskningsinstituttet

Geir Lasse Taranger
Havforskningsinstituttet

Havforskningsinstituttet
Postboks 1870, Nordnes
5024 Bergen
Tlf: 55 23 85 00
Faks: 55 23 85 31
E-post: fornavn.etternavn.@imr.no