

FISKEN OG HAVET, SÆRNUMMER 3 - 1995
ISSN 0802 0620

HAVBRUKSRAPPORT

1995

Redaktør

Kjell Naas

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

FEBRUAR 1995

INNHold

FORORD.....	5
SAMMENDRAG.....	7
SUMMARY.....	8

1. OVERSIKT OVER ARTER I NORSK OPPDRETT

1.1. LAKSEFISK.....	9
1.1.1. Laksefisk smoltproduksjon.....	10
1.1.2. Laksefisk matfiskproduksjon.....	11
1.1.3. Helsesituasjonen for laksefisk.....	11
1.1.4. Miljøeffekter av lakseoppdrett.....	14
1.1.5. Havbeite laks.....	15
1.2. KVEITE.....	19
1.2.1. Kveite yngelproduksjon.....	19
1.2.2. Kveite matfiskproduksjon.....	20
1.2.3. Kveite helsesituasjon.....	21
1.3. KAMSKJELL.....	23
1.3.1. Kamskjell yngelproduksjon.....	23
1.3.2. Produksjon av stort kamskjell.....	24
1.3.3. Kamskjell helsesituasjon.....	25
1.4. TORSK.....	26
1.4.1. Torsk yngelproduksjon.....	26
1.4.2. Torsk matfiskproduksjon.....	27
1.4.3. Torsk havbeite.....	28
1.5. HUMMER.....	29
1.5.1. Hummer yngelproduksjon.....	29
1.5.2. Hummer havbeite.....	30
1.6. PIGGVAR.....	31
1.7. ANDRE ARTER.....	32

2. UTVALGTE EMNER

2.1. Levendelagring og oppfôring av makrell - et spennende møte mellom tradisjonelt fiskeri og havbruk (J. Chr. Holm).....	33
2.2. Fôr og ernæring i oppdrett - mål og utfordringer (Kjartan Sandnes).....	38
2.3. Hvorfor er det så lite hummer? (Gro v. d. Meeren).....	43
2.4. Stort kamskjell - en miljøvennlig art med stort potensiale langs vestkysten av Norge (S. Andersen).....	50

FORORD

Havbruksrapporten beskriver status innen norsk havbruksnæring. Den er ment å gi en oversikt over produksjonen av de forskjellige artene og et innblikk i den forskningen som ligger til grunn for en videre utvikling. Havbruksrapporten beskriver også helsesituasjonen innen norsk oppdrett, samt miljøeffekter av denne næringen.

Produksjonstallene er for en stor del innhentet fra Statistisk Sentralbyrå, og fra Fiskeriøkonomisk avdeling, Fiskeridirektoratet. Datagrunnlaget for andre arter enn laksefisk er hovedsaklig innhentet direkte fra oppdrettere og er følgelig ikke offisielle tall, men står for redaksjonens regning. De enkelte forfattere er ansvarlige for synspunktene som fremkommer i de fire utvalgte emnene.

En stor del av staben ved Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk har bidratt til de enkelte delene av Havbruksrapporten. For å lette videre forespørsler, er det gitt en liste over de forskerne som har hatt hovedansvar for utarbeidelsen av de forskjellige delene av Havbruksrapporten. Der ikke annet er nevnt har forfatterne tilhold ved Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk.

Tegningene er laget av Stein Mortensen.

Arbeidet med rapporten er blitt ledet av en redaksjonskomité bestående av Kjell Naas (leder), Knut Jørstad, Tom Hansen, Johan Glette og Kari Østervold Toft.

Laksefisk (smolt og mafiskproduksjon)	Tom Hansen
Laksefisk helsesituasjon	Johan Glette
Miljøeffekter av lakseoppdrett	Arne Ervik
Kveite yngelproduksjon	Kjell Naas
Kveite matfiskproduksjon	Stig Tuene
Kveite helsesituasjon	Øivind Bergh
Kamskjell yngelproduksjon	Sissel Andersen
Kamskjell helsestiuasjon	Stein Mortensen
Produksjon av stort kamskjell	Øyvind Strand
Torsk yngelproduksjon	Terje Svåsand
Torsk matfiskproduksjon	Tom Hansen
Torsk havbeite	Terje Svåsand
Hummer yngelproduksjon	Ingebrigt Uglem
Hummer havbeite	Gro van der Meeren
Piggvar	Kjell Naas
Andre arter	Kjell Naas

SAMMENDRAG

Den norske produksjonen av laks oversteg 200.000 tonn i 1994, og mye av dette kan tilskrives en dramatisk bedring av helsesituasjonen. Produksjonen av oppdrettet kveite vil innen 1997 trolig overstige ilandført kvantum av

vill kveite i Norge. Langs vestlandskysten har man etablert prøvedyrkning av stort kamskjell. Innen havbeiteprosjektet (PUSH) begynner man nå å få gjenfangstdata som vil kunne belyse lønnsomheten i et kulturbetinget fiske.

Situasjonen i norsk oppdrettsnæring har vært svært positiv i 1994. Produksjonen av laks, som totalt dominerer næringen, passerte 200.000 tonn, samtidig som prisene var stabile. Den høye produksjonen skyldes hovedsaklig den dramatiske bedringen i helsesituasjonen. Dette gjen-speiles også i et svært lavt forbruk av antibakterielle midler (1.4 tonn totalt, tilsvarende ca 0.007 g/kg fisk). Den økte produksjonen skyldes også et økt smoltutsett, hvor andelen 0-åringer (årstidsuavhengig smoltproduksjon) har økt (15% i 1994). Mellom 110-120 norske matfiskanlegg benyttet tilleggsbelysning i 1994, og rapporterer mindre kjønnsmodning i tillegg til bedret vekst, mindre vintersår og blankere fisk.

Produksjonen av kveiteyngel fortsetter å øke tilnærmet eksponensielt, og for første gang har yngelprodusenter rapportert problemer med avsetning av yngelen. Fremdeles er oppdrett av kveiteyngel hovedsaklig basert på innhøsting av naturlig dyreplankton i poller, men resultater fra 1994 er oppløftende med tanke på andre fôr-kilder. Matfiskproduksjonen av kveite vil trolig passere villfanget kveite i Norge i løpet av 1997. Denne prognosen er hovedsaklig basert på yngel som allerede er i anlegg.

Oppdrett av stort kamskjell er i dag på utprøvningsstadiet, og man etablerte i 1994 et nett-

verk av oppdrettere langs vestlandskysten. Kun ett klekkeri produserer yngel, og produksjonstallene for dette klekkeriet er svært lovende (700.000 5-15 mm yngel i 1994). Den videre utviklingen av kamskjellnæringen er avhengig av kapitalinnsats i overgangsfasen mellom forskning og lønnsom produksjon.

Man har i 1994 fått inn et stort gjenfangstmateriale innen havbeiteprosjektet. I lakseprosjektet viser det seg imidlertid at f.eks. slipptidspunkt og valg av genetisk stamme har svært mye å si for tilbakevandringen. For 1993 utsettingen var total gjenfangst 2,3% for alle stammer, mens den var 5% for Dale-stammen. Noen grupper innenfor den sistnevnte stammen hadde gjenfangst på 10%. Et noe overraskende resultat er at gjenfangsten av dverghanner er 4-5 ganger høyere enn for normal smolt. Feilvandringensmønsteret var også et annet enn forventet.

Når det gjelder torsk viser åpne kystområder seg bedre egnet enn trange fjorder. Gjenfangsten er fortsatt lav, men både vekst og kondisjonsfaktor er høy. Det meste av den utsatte hummeren innen havbeiteprosjektet er fortsatt under minstemålet, så resultatene inntil 1994 er få. Det høye innslaget av merket, undermåls hummer (56% høst 1994) tyder imidlertid på at potensialet for å styrke lokale bestander er høyt.

SUMMARY

The Norwegian production of Atlantic salmon exceeded 200.000 tonnes in 1994, and an important factor has been the dramatically improved health conditions. Within 1997 the production of farmed Atlantic halibut will probably exceed wild caught halibut in Norway. A large scale project has been

1994 was a very good year for Norwegian fish farming industry. The production of Atlantic salmon, which totally dominates the industry, exceeded 200.000 tonnes, and still the prices were quite stable. The increased production is mainly due to the improved health situation, also illustrated by the low usage of antibacterial agents (1,4 tonnes, corresponding to 0.007 g/kg fish), and an increased stocking of smolts in sea cages, of which 15% were under-yearlings. Between 110 - 120 Norwegian fish farms used illuminated cages in 1994, and the farmers report less maturation problems, improved growth, less winter wounds and increased silvering of the salmon.

The production of Atlantic halibut juveniles continues to increase almost exponentially, and in 1994 the demand has been less than the production. Still the major part of the fry production is based on natural zooplankton harvested from high productive lagoons, but 1994 results are promising concerning other food sources. Based on the number of juveniles already in farms, one can assume that the production of cultured halibut probably will exceed the wild caught halibut on the Norwegian market within 1997.

King scallop culture is developing and in 1994 a net-work of farmers was established along the

established to verify the potential for bottom culture of King scallop along the west coast of Norway. Within the sea ranching program (PUSH) data on recapture are being collected and will provide information to verify the potential of a profitable sea ranching industry.

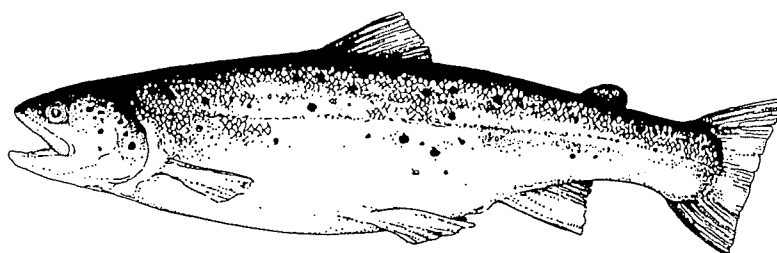
west coast of Norway. Only one hatchery is producing spat, and the 1994 production figures are promising (700.000 5-15 mm). Further development of the scallop industry is depending on capital input to the transition zone between science and commercial production.

In 1994 the sea ranching program (PUSH) has focussed on recapture of species released in earlier years. In the "Coastal Salmon Ranching" project the rate of returning fish was influenced by time of release and of genetic group. For the 1993 release, the total recapture (all strains) was 2.3% compared to 5% for the best performing strain. Some genetic groups within this strain had recapture rates as high as 10%. Also, the recapture rate of precocious males (mature in freshwater prior to release) was 4 - 5 time higher than for normal smolts.

The enhancement project of cod is now carried out in open coastal regions. So far, the recapture rate was low. However, both growth and condition factor have been high for the recaptured fish. In the large scale lobster enhancement experiment at Kvitsøy, the fraction of released lobster (legal size) in the autumn fishery has increased to 20%. The high fraction of tagged lobsters in the under legal size catches (56%) indicates a potential for enhancement of local lobster stocks.

1. OVERSIKT OVER ARTER I NORSK OPPDRETT

1.1 Laksefisk



Akvakulturproduksjonen i Norge (tabell 1) er helt dominert av laksefisk, og da hovedsakelig laks. Den kraftige produksjonsøkningen som fant sted i 1993 har fortsatt i 1994. Denne økningen er delvis forårsaket av en økning i smoltutsettet, men den viktigste årsaken er at den dramatiske bedringen i helsesituasjonen (se også kap. 1.1.4) har fortsatt i 1994. Dette gjenspeiles også i rapporterte tall på svinn og produsert mengde pr utsatt smolt. Begge disse verdiene har vist betydelig forbedring i 1994. Totalt vil sannsynligvis lakseproduksjonen for 1994 ende opp rundt 210.000 tonn.

Denne produksjonsøkningen fører til at Norges andel av verdensproduksjonen av laksefisk også i 1993 vil ligge rundt 55% (Tabell 2). Verdensproduksjonen av atlantehavslaks er for 1993 anslått til rundt 310.000 tonn. I 1994 ble det eksportert laks og lakseprodukter for over 7 milliarder kroner. Til tross for denne produksjonsøkningen holdt prisene seg høye i hele 1994. Et viktig moment som kan ha påvirket prisene på verdensmarkedet er at fangstkvantumet for stillehavslaks falt dramatisk slik at den totale mengden laks i markedet ikke økte.

Tabell 1. Norges produksjon av laksefisk fordelt på år. Data fra Statistisk Sentralbyrå og Norske Fiskeoppdretteres Forening.
Norwegian production of salmonids. (Data from Statistics Norway and Norwegian Fishfarmers Assosiation)

År	Matfisk (tonn)			Smolt (millioner)	
	Laks	Aure	Røye	Laks	Aure
1980	4.312	3.668			
1981	8.418	4.624			
1982	10.695	4.627		8,1	3,9
1983	17.017	5.270		12,5	3,8
1984	22.300	3.636		15,9	5,2
1985	28.694	5.139		18,0	4,7
1986	45.452	4.288		24,4	6,1
1987	47.198	8.746		35,8	8,2
1988	80.522	9.352		67,7	3,0
1989	115.433	3.845	200	61,9	3,1
1990	158.147	3.528	200	53,4	2,9
1991	155.000	5.655	250	47,1	3,0
1992	141.000	7.400	300	58,0	3,4
1993	171.000	8.000	350	65,0	3,6
1994*	210.000	12.000	400	83,0	5,4

* Prognose

Til sammenligning kan det nevnes at fangstverdien for de totale norske fiskerier for 1993 var rundt 6 milliarder kroner. Et annet faktum som er verdt å merke seg er at Norge idag produserer like mye laks som den totale kjøttproduksjonen fra norsk landbruk, og ca 20 ganger mer enn det største årskvantumet som noen gang ble fisket i verdens fiskerier på Atlantisk

laks.

Den norske produksjonen av regnbueaure kom i 1994 opp i over 10.000 tonn. Mesteparten av denne produksjonen skjer i Hordaland. Produksjonen av røye vil sannsynligvis komme opp mot 350 tonn.

Tabell 2. Verdensproduksjonen av atlanterhavslaks fordelt på land. Data fra Havbrukskalenderen *World production of Atlantic salmon. (Data from Havbrukskalenderen)*

Land	1989	1990	1991	1992	1993	1994*
Norge	115.433	158.147	155.000	141.000	170.000	210.000
Canada	7.145	9.450	13.073	17.700	21.000	27.000
Chile	1.860	9.513	13.462	19.964	32.000	38.000
Færøyene	7.600	12.800	18.000	16.700	18.000	15.000
Irland	5.068	7.170	8.300	9.400	11.000	12.000
Storbritannia	28.553	32.350	40.593	38.000	45.000	58.000
USA	1.882	2.725	8.480	8.500	11.000	13.000
Andre	2.735	4.973	5.755	5.635	7.000	7.000
Totalt	169.709	236.925	262.663	256.899	315.000	380.000
% NORGE	68	67	59	55	55	55

* prognoser

1.1.1 Laksefisk smoltproduksjon

Også innen smoltproduksjonen fikk vi en økning i 1994. De foreløpige anslagene antyder at rundt 83 millioner smolt ble satt i sjø. Det er interessant å merke seg at ca 12 millioner av disse var høstutsatt smolt. Det tilsvarende tallet for 1993 var seks millioner, og en forventer at dette tallet vil stige kraftig i de nærmeste årene.

På midten av 80-tallet ble omkring 2/3 av den smolten som ble produsert satt ut som ettårssmolt (16-18 mnd), resten ble satt ut som toårssmolt (28-30 mnd). De forandringer som skjer innen norsk smoltproduksjon er meget interessante. Frem til 1993 var utsettingstidspunktet for smol-

ten konsentert om månedene fra mai til juli, og dette gjorde norsk lakseproduksjon svært lite fleksibel. I 1994 utgjør 0-åringene (fisk under 1 år) ca 15% av smoltutsettet, og de firmaene som satser mest seriøst på denne typen produksjon er allerede oppe i 40% 0-åringer. Vi går sannsynligvis inn i en tid hvor årstidsuavhengige smoltutsett blir mer vanlig og kan i løpet av noen år komme opp i en andel 0-åringer på 40% i hele norsk oppdrettsnæring. Produksjonen av 0-åringer er dessuten mindre kostnadskrevende og vil følgelig redusere produksjonskostnadene betydelig.

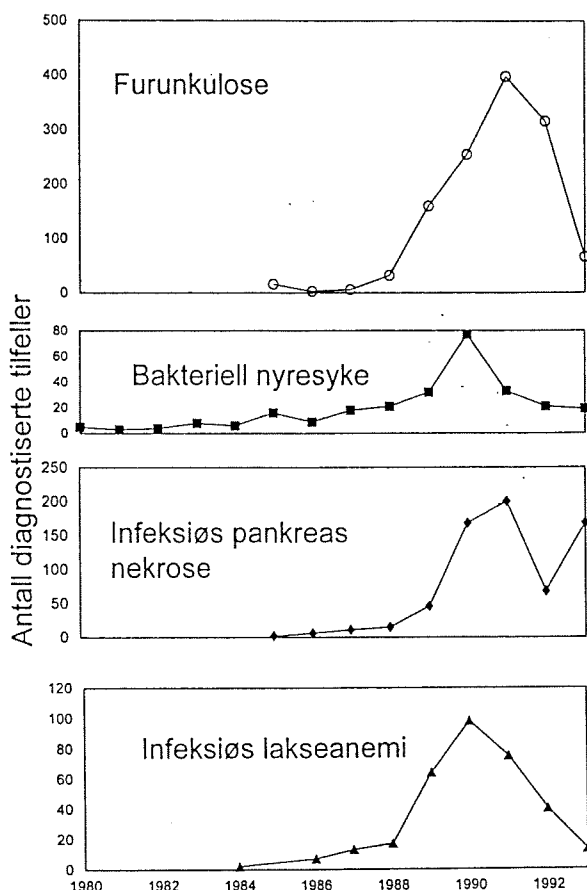
1.1.2 Laksefisk matfiskproduksjon

Resultatene fra forskningen innen bruk av tilleggsbelysning har vist at rett bruk av lys gir betydelige gevinster for lakseoppdretteren. Fordelene oppgis til å være økt vekst, mindre kjønnsmodning, mindre vintersår og blankere fisk. En rekke av oppdretterne vurderer reduksjonen i kjønnsmodning til å være det mest positive. Fiskeriøkonomisk avdeling i Fiskeridirektoratet har kalkulert at riktig lysbruk vil redusere pro-

duk-sjonskostnaden med 90 øre pr produsert kilo.

I 1993/94-sesongen er det rapportert bruk av lys på 110-120 anlegg spredt over Norge, men Hordaland ligger klart foran de andre fylkene. Rapporter tyder på at lysbruken vil øke betydelig i 94/95-sesongen. En undersøkelse blant oppdretterne viser at over 75% er godt fornøyd med resultatene etter bruk av lys.

1.1.3. Laksefisk helsesituasjonen



Figur 1. Utviklingen for en del viktige sykdommer i norsk lakseoppdrett. Dataene er stilt til disposisjon av Tore Håstein, Veterinærinstituttet.

Incidence of the most important diseases in Norwegian salmon culture in the period 1980 to 1993. (Data from Tore Håstein, Veterinærinstituttet)

Som vist i figur 1 er det furunkulose, infeksiøs lakseanemi (ILA), infeksiøs pankreas nekrose (IPN) og bakteriell nyresyke som har vært de dominerende sykdommene i norsk lakseoppdrett de siste årene. For alle disse sykdommene økte antall diagnostiserte tilfeller fram til 1990/1991. I løpet av de siste årene har dette tallet gått gradvis ned når det gjelder furunkulose og ILA. Når det gjelder furunkulose er den største nedgangen registrert de siste to årene (1992 og 1993). Trenden ser ut til å bli den samme også i 1994. Den kraftige nedgangen av furunkulose har flere årsaker. Den største og viktigste er uten tvil bedre vaksiner. Den største effekten fikk en etter at oljebaserte vaksiner ble tatt i bruk. Disse gir en betydelig bedre beskyttelse mot sykdom enn de vannbaserte vaksiner som ble benyttet tidligere.

Også antall nye diagnostiserte tilfeller av ILA har vist en gradvis nedgang siden 1990, som var toppåret for denne sykdommen. Det finnes ingen vaksiner mot ILA, og den lar seg heller ikke behandle med antibiotika. Den bedrede ILA-situasjonen skyldes først og fremst den nedslaktings- og brakkeleggingsstrategien som blir iverksatt ved sykdomsutbrudd. For å holde ILA-situasjonen under kontroll er det viktig at denne

strategien følges videre. Nyere forskning har vist at smittestoffet er et virus. Elektronmikroskopiske studier og smitteforsøk har vist at viruset er til stede i flere organer og celler i syk fisk. Det kan også holdes i live i cellekultur i lengre tid. Det arbeides nå intenst med å utvikle diagnostiske metoder for ILA ved forskningsinstitusjoner i Oslo, Bergen og Tromsø. Det kan imidlertid enda ta flere år før en god diagnostisk metode foreligger.

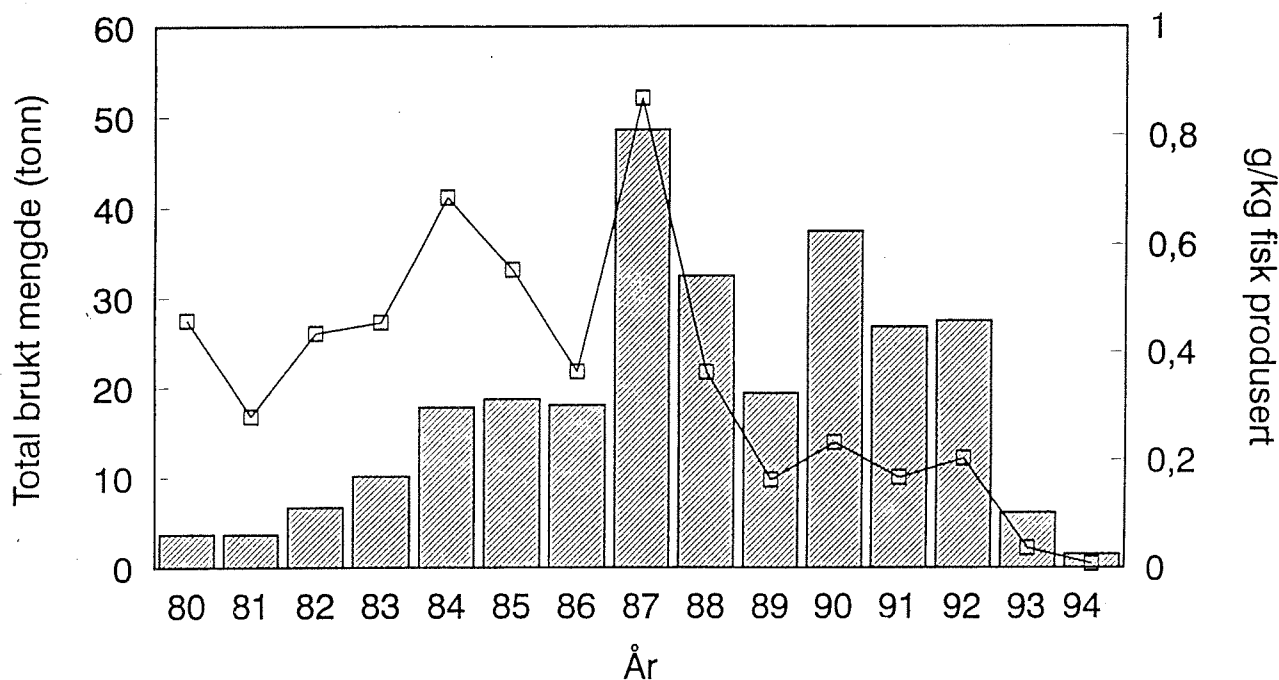
Antall anlegg med bakteriell nyresyke har ikke endret seg i perioden 1980 til 1993, bortsett fra en topp i 1990. Sykdommen er vanskelig å behandle med de tradisjonelle antibiotika. Bakterien som forårsaker sykdommen vokser sakte, og det kan ta lang tid fra fisken smittes til den blir syk. Ved sykdomsutbrudd er nedslakting og brakklegging det mest effektive tiltaket.

Infeksiøst pankreas nekrose-virus (IPNV) er utbredt i norske oppdrettsanlegg. Sannsynligvis finnes viruset i de fleste anlegg. Et negativt resultat ved testing kan ha sin årsak i at de tilgjengelige metoder er for lite følsomme. Inntil 1988 var tapene forårsaket av IPNV moderate. Antall anlegg med IPNV-diagnose viste en topp i 1991,

gikk ned i 1992 for så å øke igjen i 1993. Utbrudd av IPN har tidligere vært knyttet til yngel-fasen. I de senere år har en registrert en økt dødelighet av fisk etter at den er satt ut i sjø. Dette er det som blir kalt smoltdødelighet. I forbindelse med slik dødelighet har det vært påvist store mengder IPNV i syk fisk, og kliniske funn kan tyde på at dette viruset har sammenheng med dødeligheten. Den fulle og hele årsaken til smoltdødelighet er imidlertid ukjent. Det er blant annet vanskelig å framkalle smoltdødelighet ved å gjøre kontrollerte smitteforsøk med IPNV. Mye tyder på at smoltdødelighet har en sammensatt årsak, hvor for eksempel miljøfaktorer og smoltkvalitet spiller en rolle. IPN-utbrudd lar seg ikke behandle med antibiotika. Tapene varierer mye fra anlegg til anlegg, og det iverksettes ingen tiltak ved utbrudd.

I tillegg til de sykdommer som er vist i figur 1, har det vært utbrudd av vibriose og kaldtvannsvibriose i henholdsvis 5 og 16 anlegg i 1993. Dette tallet har ikke endret seg vesentlig de siste fire årene. Slike utbrudd behandles effektivt med antibiotika.

Lakselus er fortsatt et av de store problemene i



Figur 2. Forbruk av antibakterielle midler i norsk havbruksnæring.
Søyler = totalforbruk; Kurve = for bruk pr. kg. fisk produsert.
The total usage of antibacterial agents in Norwegian aquaculture industry.
Bars = total; Curve = antibiotics per kg. fish produced.

norsk lakseoppdrett. Tapene på grunn av redusert vekst og dødelighet er beregnet til flere hundre millioner kroner i året. I tillegg kommer utgifter knyttet til behandling. Avlusning har inn-til de siste årene vært gjort ved hjelp av kjemiske stoffer (Neguvon, Nuvan). Biologisk avlusning ved hjelp av leppefisk har i mange sammenhenger vist seg å være et godt alternativ. Dette blir nå benyttet i mange anlegg og har sammen med økt bruk av hydrogenperoksyd begrenset omfanget av kjemisk avlusning. Det finnes forløp ingen etablerte metoder for forebyggende tiltak mot lakselusangrep. Grunnlaget for slike metoder må ligge i økt kunnskap om lakselus biologi som bør være et satsingsområde for forskning de kommende år.

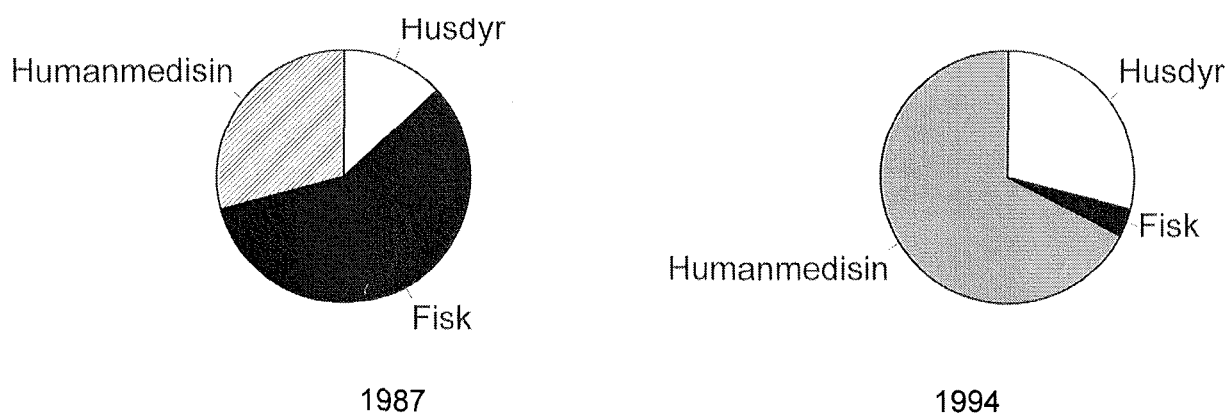
Den totale helsesituasjonen i norsk oppdrettsnæring er betydelig bedret de siste årene. Tapene på grunn av sykdom er små sammenlignet med tidligere. Dette har flere årsaker, som bedre vaksiner, nedslaktings- og brakkleggingsstrategier, bedre hygiene og bedre kjennskap til smitteveier. Alt dette har sin bakgrunn i forskning og utvikling i offentlig og privat regi det siste tiåret. Det er viktig i de kommende år at den gode helsesituasjonen blir bevart. Dette betinger at de tiltak som iverksettes blir fulgt, og at all fisk som settes i sjø vaksineres med de til enhver tid beste vaksiner, samtidig med at forskning og utvikling videreføres.

Antibiotika og kjemikaliebruk

Det har alltid vært fokusert mye på bruken av medisiner og kjemikalier i oppdretts-sammenheng. Dette har to årsaker: For det første er det viktig at fisken ikke inneholder medisinrester ved slaktning. I tillegg er det viktig å unngå spredning av medisiner til miljøet, blant annet på grunn av faren for utvikling av resistente bakterier.

Bruken av antibiotika (figur 2) var på topp i 1987. Denne toppen skyldes utbrudd av kaldt-vannsvibriose. Etter den tid var forbruket tilnærmet det samme, både når en ser på totalforbruket og forbrukt antibiotika pr. kg. fisk produsert til og med 1992. Dette året var totalforbruket 25 tonn, som utgjorde 0,2 g/kg produsert fisk. I 1993 sank totalforbruket til 6,1 tonn, som utgjør 0,036 g/kg produsert fisk. I 1994 er totalforbruket 1,4 tonn, som vil utgjøre 0,007 g/kg produsert fisk. Tallene for 1993 og 1994 viser en dramatisk reduksjon i forbruket og gjenspeiler den gode helsesituasjonen i næringen.

Da forbruket var på topp i 1987 utgjorde forbruket til fisk 58% av det samlede forbruk av antibiotika i Norge (fisk, husdyr og humanmedisin) (figur 3). Denne prosent vil med et forbruk i 1994 på totalt 1,4 tonn utgjøre 3,6% av totalforbruket. Forbruket til husdyr og innen humanmedisin



Figur 3. Fordeling (%) av antibiotika forbrukt til fisk, husdyr og humanmedisin i årene 1987 og 1994. Dataene er stilt til disposisjon av B. T. Lunestad, Fiskeridirektoratet.
The proportions of antibiotics (%) used in aquaculture, agriculture and human medicine in 1987 and 1994. (Data from B. T. Lunestad, Directorate of Fisheries)

har ikke endret seg vesentlig i løpet av disse årene.

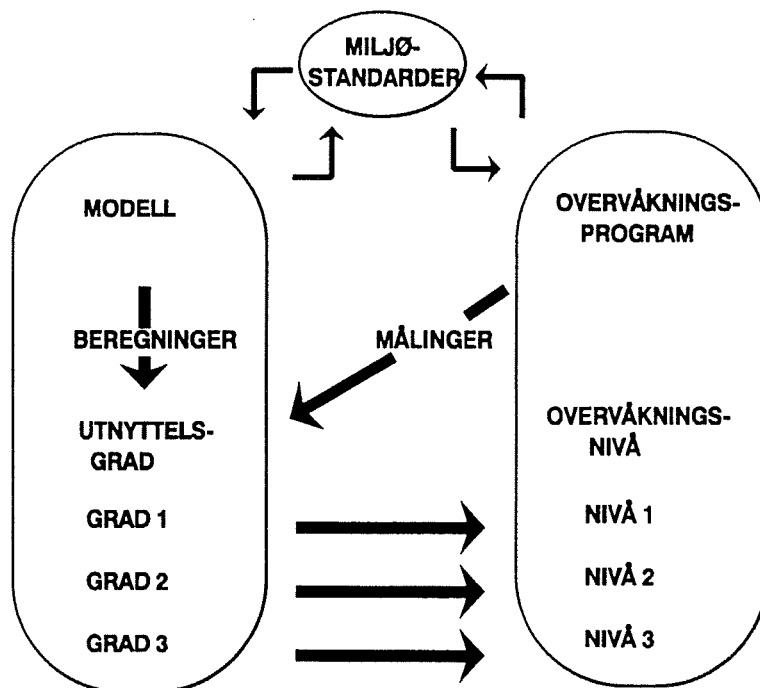
Forbruket av kjemikalier i behandling av lakselus har vært tilnærmet det samme siden 1987. På grunn av en økning av lakseproduksjonen i pe-

rioden er forbruket pr. kg produsert fisk gått ned. I 1993 ble det registrert et forbruk på 710 tonn hydrogenperoksyd, og biologiske avlusningsmetoder ble benyttet i større grad enn tidligere. Disse tall viser at lakselus fortsatt er et betydelig problem i næringen.

1.1.4 Miljøeffekter av lakseoppdrett

I "Miljømål for norsk havbruk" anses miljøproblemene innen havbruk i prioritert rekkefølge å være størst innen rømming, sykdommer, legemidler, kjemikalier og organisk stoff. Problemområdene kan imidlertid ikke sees isolert, f.eks. påvirker miljøforholdene i anleggene helse tilstanden hos fisken. Akkumulert organisk stoff kan virke som refuger for sykdomsbakterier og kan inneholde høye konsentrasjoner av legemidler. For store utslipp av organisk stoff (stoff som kommer fra planter eller dyr) kan derfor være en bakenforliggende årsak til både helseproblemer i anleggene og forurensning av områdene omkring.

Et alminnelig godt drevet oppdrettsanlegg med en årsproduksjon på omkring 300 tonn slipper ut omkring 15.000 kg nitrogen, 1.700 kg fosfor og 120 tonn spillfôr og ekskrementer. Miljøeffekter og eventuelle skadevirkninger av disse utslippene avhenger av tåleevnen på stedet. Det er ennå ikke fastsatt klare og anvendbare grenser for akseptabel påvirkning (miljøstandarder), og det finnes heller ikke noen egnet metode til å tilpasse påvirkningene etter slike grenseverdier. Beslutningsgrunnlaget for å sikre gode produksjonsforhold og for å unngå forurensning er derfor dårlig, og miljøvirkningene av mange oppdrettsanlegg er derfor unødig store.



Figur 4. Skjematisk framstilling av bruken av MOM.
Outline of the application of MOM (Modeling and inspection of fish farms)

Havforskningsinstituttet har arbeidet med disse problemstillingene i flere år, og utvikler nå på oppdrag fra fiskeri- og miljøvernmyndighetene et system som skal kunne brukes til å tilpasse miljøvirkningene fra oppdrettsanlegg til områdets tåleevne. Systemet kalles MOM (Modellering-Overvåkning-Matfiskanlegg) og består av tre deler:

- forslag til miljøstandarder for de viktigste miljøvirkningene
- en prognosedel som består av en modell som ut fra anleggets størrelse, utforming og drift, og de naturgitte forholdene på lokaliteten, kan simulere miljøtilstanden i tid og rom
- et standardisert overvåkningsprogram for kartlegging av miljøtilstand i området

MOM tar utgangspunkt i utnyttelsesgrader, som

uttrykker hvor stor påvirkningen er i forhold til tåleevnen i området. Det er totalt tre utnyttelsesgrader, i den høyeste ligger påvirkningen opp mot det tillatte, den laveste betyr at omgivelsene er lite påvirket. Til hver utnyttelsesgrad hører et overvåkningsnivå, som angir den overvåkning som er nødvendig for å hindre at miljøstandardene overskrides. I første omgang blir utnyttelsesgraden beregnet ved hjelp av modellen, beregningene blir seinere etterprøvd og eventuelt justert på grunnlag av resultatene fra overvåkingen (figur 4).

Etter planen skal MOM være ferdig utviklet i 1995, og prøves ut i storskala i 1996. Systemet kan gi bedre produksjonsforhold i anleggene, redusere konfliktene med andre brukerinteresser og inngå som et element i reguleringen av konsesjoner.

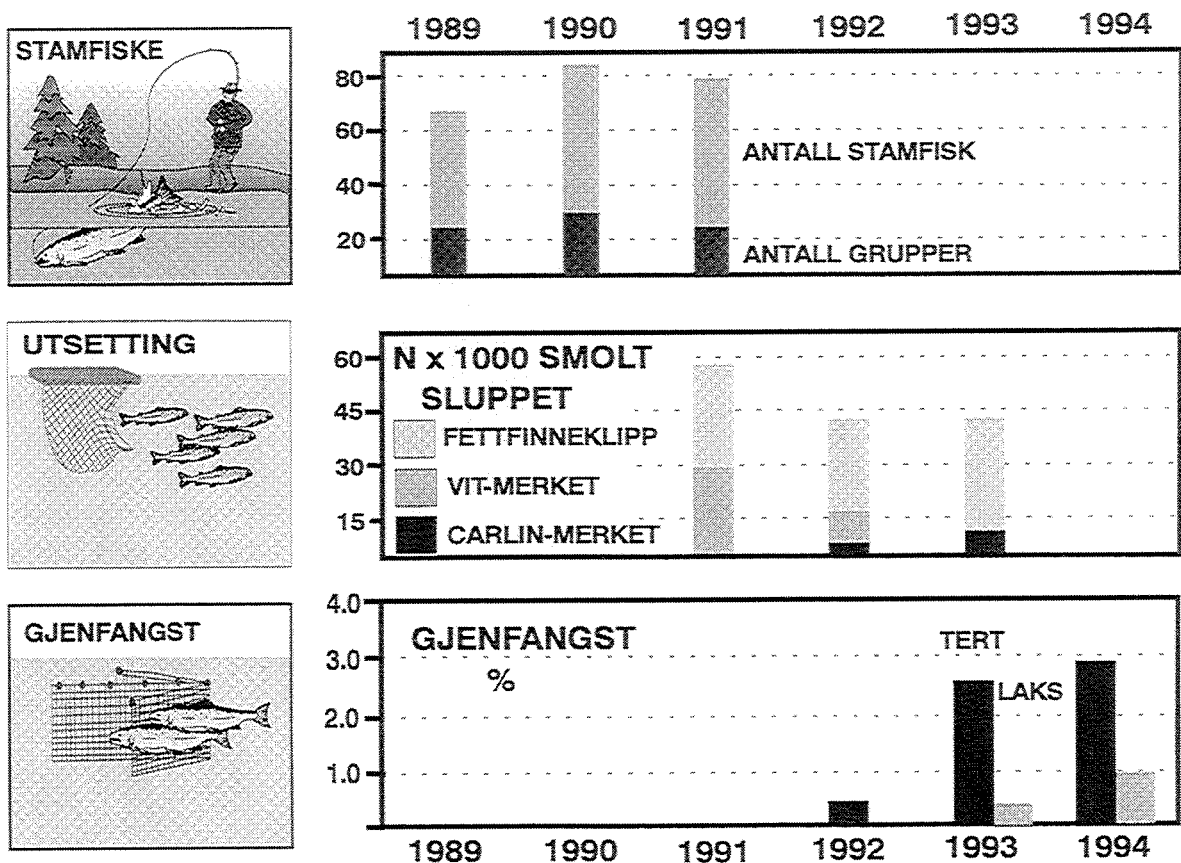
1.1.5 Havbeite laks

Som figur 5 viser ble det samlet inn stamfisk fra elver i Hordaland fra 1989 til 1991. Arbeidet med rogn og stamfisk fra de to påfølgende årene har ikke blitt videreført pga manglende finansiering. Fra 1991 til 1993 ble det satt ut 40-50.000 smolt hvert år fra Selstøvågen ved Telavåg på Sotra.

Gjenfangsten var dårlig etter den første utsettingen i 1991, men har stabilisert seg på et høyere nivå de to neste årene (figur 5). Det kan være flere årsaker til den dårlige starten. Det er likevel sannsynlig at overlevelsen til denne årsklassen er kraftig underestimert. Dette skyldes at merket som ble benyttet ikke var godt nok (øyemerke) og at informasjonen til fiskerne var utilstrekkelig. Det er videre sannsynlig at denne årsklassen hadde dårlig hjemfinningsevne, og at dette førte til at de ikke fant vågen selv om de var i området. Dette indikeres av at de kilenøtene i nærområdet som rapporterte fettfinneklippet laks fikk totalt like mange tert i 1992 som i 1993. Sammenhengene mellom merke-

metodikk, informasjonsaktivitet og gjenfangst vises av endringer i gjenfangsten fra 1992 til 1994.

Fordi smoltens evne til å klare overgangen fra ferskvann til sjøvann utvikles gradvis i løpet av våren, får tidspunkt for slipp betydning for overlevelsen. I 1993 ble utsettingene derfor strukket over en periode på tre uker. Smolten som ble sluppet på de fire slippdagene var også blitt sortert i stor og liten smolt fordi kroppsstørrelse også er relatert til utviklingsstadium. I tillegg ble smolten sluppet tre eller sju dager etter at de var overført til merdene i brakkvannssonen. I litteraturen har det blitt spekulert på om opphold i estuarier har betydning for pregning og dermed hjemfinningsevne. På forhånd kunne man også anta at sju dager gir smolten bedre tid på å tilpasse seg det nye miljøet og at dette øker overlevelsen. Ingen av antakelsene slo til. Feilvandringen blant tertene i 1994 var ikke påvirket av oppholdstiden før slipp, og tre dager



Figur 5. Oversikt over innsamling av stamfisk, utsetninger og total gjenfangst i havbeite laks fra og med 1989.
Collection of salmon broodstock, releases and total recapture from 1989 to 1994.

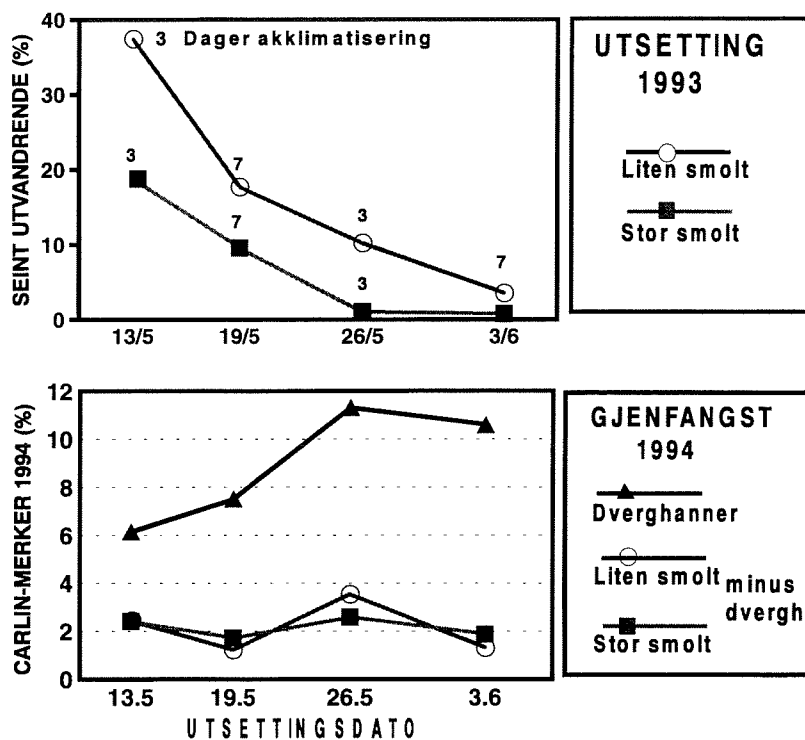
oppholdstid gav en gevinst i forhold til sju dager i form av høyere overlevelse (figur 6). Systemet med overføring av smolten til merder i brakkvannslag fører tydeligvis til at smolten blir så skånsomt behandlet at det er tilstrekkelig å holde den i tre dager. Det er umulig å svare på hvorfor sju dager medfører en ulempe. Smolten blir muligens "stresset" av å bli holdt tilbake.

Det mest overraskende resultatet hittil er de høye gjenfangstene av smolt som var kjønnsmodne i ferskvann før de smoltifiserte. De såkalte dverghannene hemmes i veksten på grunn av kjønnsmodningen, og tidligere forsøk med slik fisk har gitt dårlige resultater i havbeite. I figur 6 ser vi at dverghannene også blir influert av utsetnings-tidspunkt, og at de gir ca fire til fem ganger så høy gjenfangst som resten av smolten. De hadde også vokst meget bra i havet og kommet opp i en snittvekt på 2.8 kg. Når 8.4% av denne fisken har blitt gjenfanget etter det første året i havet, tilsier anslag over merketap, merkedødelighet og

underrapportering av Carlin-merker at tilbakevandringsprosenten har vært langt over 10%. Resultatet viser således at potensialet kan være betydelig i havbeite.

Av smolten som ble satt ut i 1992 har totalt 18% av Carlinmerkene blitt gjenfanget i elver, 22% på utsetningsstedet, 58% i sjøfisket og 3% ved Færøyene. Feilvandringen var høyere for ikke-strømtrent enn for strømtrent smolt. I 1993 var ikke dette resultatet kjent ennå, og smolten gikk under vanlige oppdrettsforhold, dvs. at de er sammenlignbare med den ikke-strømtrente smolten. Gjenfangstmønsteret til smolten fra 1993 ligner på det fra ikke-strømtrent smolt fra året før. Utsetningsvågen bidrar med 15%, 25% er rapportert fra elver og de resterende 60% kommer fra sjøfisket.

Feilvandrerne har på ingen måte havnet i de elvene man på forhånd trodde de ville streife til. Laks pleier å feilvandre til nærliggende elver,



Figur 6. Forsøksoppsett 1993 (ulike sorteringer og slepptidspunkt) og gjenfangstresultater 1994. Små hanner som var kjønnsmodne før de ble sluppet er vist atskilt.
Experimental design 1993 (different sizes and time of release) and recapture results from 1994. Precocious males (mature in freshwater prior to release) are shown separately.

eller i det minste innenfor samme region. Det er blitt registrert fisk i elver i Hordaland, men både i 1993 og 1994 befinner Otra (Kristiansand), Nidelv (Arendal) og Åna-Sira seg på "tre på topp listen" over elvene som feilvandrerne har foretrukket. Tyngdepunktet for feilvandringen ligger fra sydlige Rogaland til Aust-Agder, med flest fisk rundt sydspissen av landet vårt. Selv om sportsfiskerne i sure Sørlandselver jubler, er likevel for mange havbeitelaks blitt tatt i elver med naturlig laksestamme. Feilvandring kan i mange tilfeller bli vesentlig underestimert. En høy feilvandring kan således også få stor betydning for estimatene for total tilbakevandring. Feilvandrerne (også våre) vandrer seinere opp i fremmed elv enn stedegen laks, og fisketidene i elv setter derfor begrensninger for om de blir oppdaget. Nå foregår fisket i sure Sørlandselver utover høsten, men registreringen av feilvandrerne er forbundet med opplagte metodiske problemer. Hvis man skal spekulere i årsakene til dette feilvandringmønsteret, er det nærliggende å tenke på to forhold; at smolten som settes ut på kysten

ikke har erfaring med å orientere i fjordsystemer når den vender tilbake, og at laksen i stor grad følger kyststrømmen når den vandrer. På Sørlandet renner de store elvene mer eller mindre ut i kyststrømmen og kan trekke til seg fisk som har fulgt kyststrømmen for langt sydløst. I havbeiteprosjektet er det blitt benyttet stamfisk fra ulike elver. Selv om laksen i Loneelven er liten, med en snittvekt nær 1.5 kg, så var den likevel interessant i utgangspunktet fordi flesteparten kommer tilbake etter ett år i havet. Dermed blir det kortere ventetid på resultater som nye utsetninger kan bygges på. For å få "økologisk" spredning i det biologiske materialet ble så Dalestammen valgt fordi denne fisken fordelte seg mellom 1- og 2-sjøvinter laks. Vosso er kjent som en typisk storlaks-stamme, der tre år i havet ikke er sjelden. Både Vosso og Loneelven har gitt skuffende resultater, mens Dalestammen har vært oppmuntrende. I figur 7 der de tre stammene (+ Onarheim i 1992-utsettingen) videre er delt opp i familie- og samfengtgrupper er det åpenbare likhetstrekk mellom de to årsklassene.

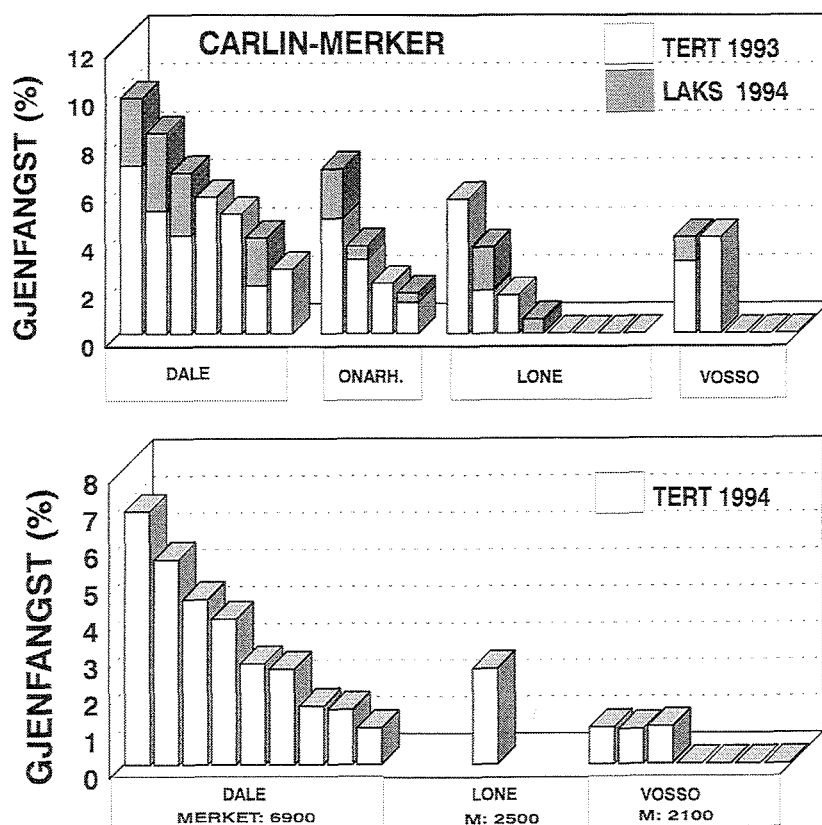
Selv om hver søyle på diagrammet for 1992-utsettingen representerer et relativt lite antall Carlin-merker, har Dalestammen passert 5.3% i løpet av to år i havet. Den neste årsklassen vil sannsynligvis havne på lignende verdier når større laks returnerer i 1995. På Island har det blitt drevet seleksjon med havbeitefisk i mange år, og våre resultater er et videre eksempel på at arvelige forskjeller har stor betydning for et materiales egnethet i havbeite.

Selv om smolten som stammer fra Loneelven har gitt lav total gjenfangst, utgjør den likevel en høy andel av fisken som er blitt fanget på utsettingsstedet. Foreløpig er det ikke grunn til å tro at den er flinkere til å finne tilbake. Men den er liten, så færre fanges i kilenøtene. Kilenøtene fanger selektivt, og tar få fisk under 1.8 kg. Slike forhold har også betydning for vurdering av ulike stammer. Dersom hensikten med havbeite er å få flest individer tilbake til utsettingsstedet, kommer man til motsatt konklusjon enn om ønsket er å maksimere antall kilo gjenfanget i ulike fiskerier.

Populasjonsgenetiske studier

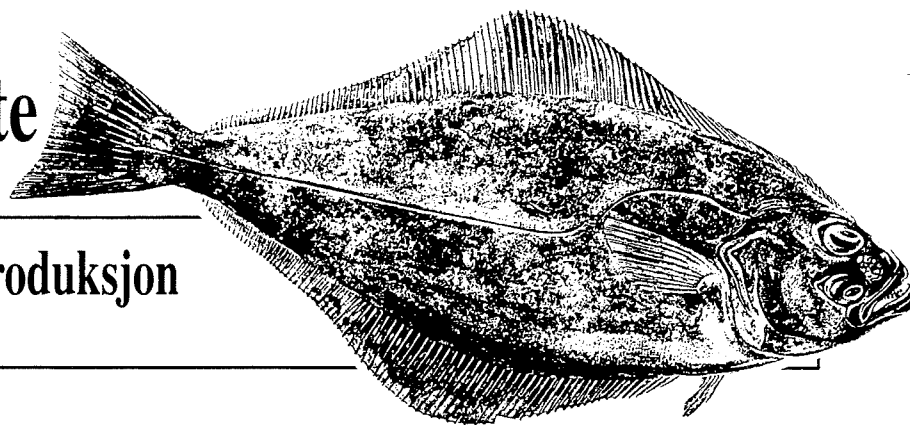
Bakgrunnen for de populasjonsgenetiske studiene på laks er forholdet mellom ville laksestammer og ulike former for kulturlaks (rømt oppdrettslaks, havbeitelaks og potensiell bruk av transgen laks i fremtiden). I mai ble 6.000 oppdrettslaks med det genetiske merket GPI-3*105 satt ut som smolt i Hopselv. Dette skal gi grunnlag for å studere interaksjonen mellom vill- og oppdretta fisk.

Fangstfelle for gytetfisk er forbedret og utprøvet med tanke på fangst og genotyping av gytepopulasjon i kommende år. Forekomsten av arts- og hybridiser mellom laks og aure er undersøkt i Hopselv og Øyreselv. De nye analysemetodene basert på DNA vil gi en mer detaljert karakterisering av vill og utsatt laksebestand i Hopselv, og gi mulighet til å registrere potensielle genetiske effekter som oppstår når en vill laksepopulasjon blir tilført et fremmed genmateriale.



Figur 7. Gjenfangst av Carlinmerker i ulike familier og stammer for fisken som ble satt ut i 1992 og 1993. *Carlin tags returned from different families and genetic stocks of the 1992 and 1993 release.*

1.2 Kveite



1.2.1. Kveite yngelproduksjon

Tabell 3. Produksjon av kveiteyngel (antall yngel i tusen) i årene 1987 - 1994. (Kilde: oppdrettere)
Norwegian production of halibut juveniles (numbers in thousands) from 1987 to 1994. (Source: fry producers).

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Antall yngel	1	2	4	8	35	50	175	400
Antall produsenter	1	4	8	5	5	4	4	4

Som for de fleste marine fiskearter er startfôringen av kveitelarver et av de vanskeligste hindere for å få til en storskala yngelproduksjon. I løpet av de siste 10 år har et betydelig forsknings- og utviklingsarbeid blitt drevet i offentlig og privat regi for å løse disse problemene. I 1985 ble det produsert to metamorfoserte kveiteyngel i Norge. I 1994 blir det trolig produsert nær 400.000 yngel, og man er faktisk i den situasjon at det i dag produseres mer yngel enn hva markedet er i stand til å svelge unna. Mer enn 90% av denne produksjonen baseres på larver som er startfôret i poser eller store kar ved hjelp av naturlig dyreplankton, hovedsaklig høstet fra poller eller andre høyproduktive marine bassenger. Skal man utvikle produksjonen av kveiteyngel til en helårlig produksjon, må man imidlertid utvikle en produksjonslinje som baserer seg på andre fôrpartikler. Inntil man har utviklet et formulert startfôr med høy kvalitet, vil den mest sannsynlige utviklingen være at en benytter saltkreps (*Artemia*).

For å få til en helårlig yngelproduksjon er man også avhengig av en helårlig eggproduksjon. Den mest etablerte metode for å få en fiskebestand til å kjønnsmodne og forplante seg på andre tider av året enn den naturlige, er å gi den en annen årstidsoppfatning gjennom å manipulere med dagslengden. Dette har også vist seg å være mulig for kveite. Ved Austevoll havbruksstasjon

har en gruppe kveiter hatt seks måneders forskjøvet årsrytme siden 1990, og de første forsøkene på å produsere levedyktige larver ble gjort i 1992. Etter at man også har fått kontroll på vanntemperatur er både eggutbytte og larvekvalitet fra den fotomanipulerte stamfisken, på høyde med det man oppnår i den normale gytesesongen.

Når det gjelder valg av fôrtype, er man i dag i den situasjon at det ikke finnes et uttestet formulert fôr som gir gode og reproduserbare resultater. Heller ikke levendefôr som f.eks. *Artemia* har gitt gode nok tall for vekst, pigmentering og overlevelse, sammenlignet med naturlig innfanget dyreplankton. Hoveddelen av kveiteyngelen som produseres i dag fôres med naturlig dyreplankton som høstes fra produktive poller. Den klart viktigste begrensningen ved å benytte denne fôrkilden er den skiftende og årstidsavhengige tilgjengeligheten av dyreplankton. Men det bør også nevnes at dyreplanktonet kan overføre sykdommer. Fordelene med *Artemia* er først og fremst at bruken av denne fôrkilden er uavhengig av tid og sted. I tillegg er *Artemia* lettere å fange for kveitelarvene enn de voksne stadiene av naturlig dyreplankton. Problemet med *Artemia* er i hovedsak at næringsinnholdet ikke er fullgodt. Et betydelig forskningsarbeid er lagt ned i å utvikle et anrikningsmedium for å forbedre næringsverdien av

Artemia. Det er fortsatt et stykke igjen til man har laget en *Artemia* som kan konkurrere med naturlig dyreplankton, men man er på rett vei, og det er positivt at norske firma og forskningsinstitusjoner ligger langt fremme i dette arbeidet.

Etter at kveitelarvene har bunnslått (0.2 - 0.3 g våtvekt) blir det levende fôret (plankton) skiftet ut med tørrfôr. Det er viktig at yngelen ikke blir overført til tørrfôr for seint. Små yngel ser ikke

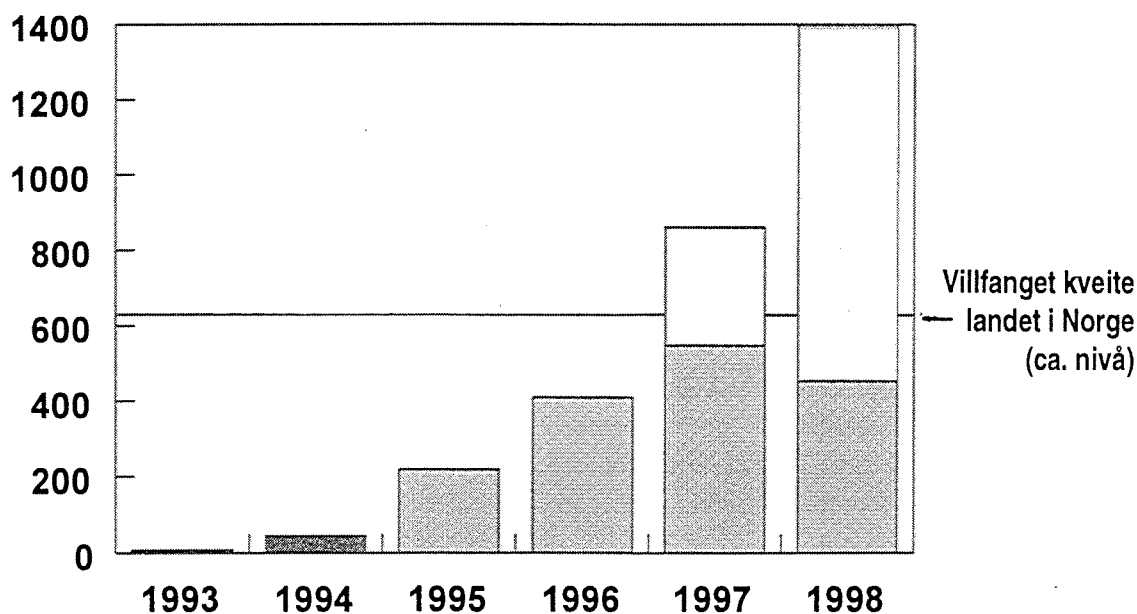
ut til å ha kompensasjonsvekst, derfor fører sein overgang til et betydelig veksttap. Høyest overlevelse og vekst oppnås ved en overgangsperiode hvor det fôres både med tørrfôr og levende byttedyr. Hos de største kommersielle yngelprodusentene oppnådde de en overlevelse gjennom overgangen til tørrfôr i 1994 som var 70 - 90 %. En god del optimaliseringsarbeid gjenstår både når det gjelder fôrtildeling og ernæringsmessig sammensetning av fôret.

1.2.2 Kveite matfiskproduksjon

I Norge vil antall tonn slaktet oppdrettskveite stige kraftig de neste årene som følge av økt yngelproduksjon hos de kommersielle aktørene.

Yngelprodusentene er også de største matfiskprodusentene, delvis fordi det har vært vanskelig å få solgt kveiteyngel til en fornuftig pris.

**Slakt av oppdrettskveite
(i tonn, prognose)**



Figur 8. Fra 1997-1998 vil antall tonn slaktet oppdrettskveite overstige ilandført kvantum av vill kveite (gjennomsnitt fra 1985 til i dag). De grå søylene representerer slakt av kveite som allerede er i anleggene, de hvite forutsetter en produksjon av yngel som er høyere enn den hadde i 1994. Gjennomsnittlig slaktevekt er satt til 4 kg.

Within 1987 the volume of marked sized halibut from aquaculture will exceed the volume of wild caught halibut landed at Norwegian ports (mean from 1985 to 1994). Gray bars represent juveniles already in the farms; the white bars assume an increased fry production.

Potensielle matfisk-aktører har blitt "sittende på gjerdet" i påvente av at en lønnsom produksjon skal bli dokumentert. Hittil har inngangs-billetten (kar på land) hatt høy pris, men den vil reduseres etter hvert som merdløsninger blir tilpasset for kveiteoppdrett (se Fiskaren 2. des. 1994). En annen praktisk hindring for matfiskoppdrett av kveite er at forvaltningen ikke tillater mer enn én art i samme oppdrettsanlegg. En vet altså ikke hvordan framtidens oppdrettsanlegg for kveite vil se ut.

Kveite under 100 g vokser best ved temperaturer over 11-12°C, mens stor kveite vokser best ved 8-10°C. Det kan være aktuelt å varme opp vann til ungvkveite, spesielt om yngelproduksjonen foregår seint på året og en derfor har en liten fisk ved inngangen til den kalde årstid (desember-mai). I den kalde årstid vil fisken vokse best hvis en kan bruke dypvann, som har høyere temperatur, og dette vil favorisere lukkede løsninger som kar eller lukket merd. Produksjonsmønsteret vil være avhengig av oppdretts-

teknologien som velges, f.eks. vil merd-løsninger sannsynligvis kreve en stor settefisk (100g?).

De biologiske forutsetningene for kveiteoppdrett er gode. En vil kunne slakte kveite tre år etter gyting, en produksjonsyklus som er like kort som den en hadde for laks inntil for få år siden. Veksten hos ungvfisk er rask, og den kan oppnå en vekt på 100 g ved nyttår (ti mnd. etter gyting). Veksten til større fisk er seinere enn den en nå har for laks, men dette kan endre seg når en får optimalisert fôret og driften av anleggene. Det er stor spredning i størrelse og vekst til kveite, og det tyder på at det kan være mye å vinne ved å vrake dårlig yngel og ved å avle for økt vekst hos kveite. Fôrutnyttelsen hos kveite er bedre enn hos laks, det er oppnådd fôrfaktor på 0.6 hos grupper av småkveite ved bruk av tørrfôr, og enkelte småkveiter har hatt en fôrfaktor på 0.5. Forsøk viser at det er en lineær sammenheng mellom fôrkonsum og vekst hos kveite, det betyr at fôrutnyttelsen blir bedre jo mer fôr en klarer å få fisken til å spise.

1.2.3 Kveite helsesituasjon

Kveite er, som alle andre organismer, utsatt for sykdom, og oppdrett av kveite vil føre til at nye sykdomsproblemer må løses. Et omfattende forskningsarbeid gjør at vi i dag vet en god del om hvilke sykdommer som kan ventes å forårsake vesentlige problemer for kveiteoppdrett i framtida. Dette gir oss mulighet til å utvikle og ta i bruk metoder til å forebygge sykdom i forkant av oppbyggingen av kveitenæringen. Som kjent var ikke det tilfelle da laksenæringen ble bygget opp, og omfattende økonomiske tap og miljøproblemer ble forårsaket av mangel på kunnskap om hvordan forholdsvis enkle sykdomsproblemer som vibriose, kaldtvannsvibriose og furunkulose kunne forebygges. Ved å utvikle og utnytte det kunnskapsforspranget vi har, vil kveite-næringen kunne bli langt mer miljøvennlig og mindre utsatt for tap på grunn av sykdom, enn tilfellet var for laksenæringen da den ble bygget opp.

Sykdommer hos kveite

Kveite er utsatt for infeksjoner med bakterien *Vibrio anguillarum*, som gir vibriose både hos larver, yngel og større fisk. Det fins mange varianter av denne arten, og hvilke typer som gir sykdom varierer fra fiskeart til fiskeart. Kontrollerte smitteforsøk har vist at særlig to typer av denne bakterien har evne til å forårsake sykdom hos kveite. Dette har betydning for utvikling av vaksiner, og en eksperimentell vaksine mot vibriose hos kveite som ble brukt for første gang i felt- og laboratorieforsøk i 1994 var laget med utgangspunkt i slike bakteriestammer.

Bakterier av slekten *Flexibacter* kan forårsake sykdom på flere stadier hos kveite. *Flexibacter ovolyticus* kan gi dødelighet i eggfasen ved å trenge gjennom eggeskallet. Den kan også over-

føres til larven etter klekking. Desinfeksjon av eggene er et godt virkemiddel for å redusere overføring av bakterier fra eggeskallet til de nyklekte larvene. Bakterier av denne slekta er ofte også involvert i overflatesår hos større fisk, men årsaksforholdene her er lite undersøkt.

"Atypisk furunkulose", som skyldes infeksjoner med forskjellige typer bakterier av arten *Aeromonas salmonicida* har vært rapportert hos kveite, og utgjør sannsynligvis et problem. Det vil være av stor betydning å kartlegge slike infeksjoner og studere bakteriene som forårsaker dem, blant annet med sikte på å utvikle egnede vaksiner.

Varianter av infeksjøs pankreasnekrose-virus (IPNV) er isolert fra en rekke marine arter, deriblant kveite. Infeksjoner med IPNV er et kjent problem innen oppdrett av laksefisk over hele verden. Så langt har smitteforsøk vist at infeksjoner med IPNV kan føre til sykdom hos kveite, og at temperaturen ved smitte er av avgjørende betydning for sykdomsforløpet. Pr. dags dato kjenner man ikke til noen effektiv behandling av sykdommen.

En egen *Trichodina*-art kan utgjøre et betydelig problem særlig på yngel av kveite, og behandling mot denne vil være nødvendig. Ikten *Entobdella hippoglossi* er i perioder vanlig forekommende på større stadier, noe som nødvendiggjør behandling mot ektoparasitter. En ny mikrosporidie-art av slekten *Enterocytozoon* er nylig beskrevet fra oppdrettskveite. Flatmark og rundmark-arter er vanlig forekommende på kveite, men deres betydning i sykdomssammenheng er lite undersøkt. Det er kjent fra andre arter at rundmark-infeksjoner kan forårsake dødelighet.

Forebyggende behandling

Forsøk med vaksinasjon av kveite mot vibriose på forskjellige utviklingsstadier har vist at kveita er moden for vaksinasjon forholdsvis tidlig, i hvert fall ved en størrelse på 0,25g. Det gjenstår betydelige FoU-utfordringer, både med vaksinasjonsstrategien, og når det gjelder utvikling av mest mulig effektive vaksiner mot forskjellige sykdomsframkallende organismer. Erfaringer fra laksenæringen tilsier et betydelig potensial for forebyggelse av sykdom gjennom

utvikling av effektive vaksiner og strategier for vaksinasjon.

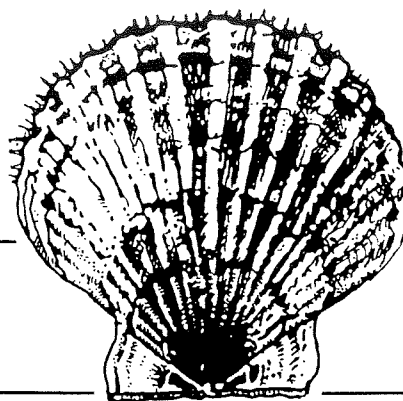
Desinfeksjon av overflaten av kveiteegg ved hjelp av glutardialdehyd er nå etablert som forebyggende behandling av infeksjoner hos kveite. Metoden er tatt i bruk i stor skala av oppdrettere, og det er ikke rapportert negative effekter av behandlingen. Glutardialdehyd er helseskadelig og kan utgjøre et arbeidsmiljøproblem. I fortynnet form brytes stoffet raskt ned av bakterier, og metoden kan dermed neppe forårsake miljøproblemer av betydning.

Probiotika er bakterier som er tilsatt fôret for å bedre sammensetningen av mikrofloraen i vertens tarm. Tilsats av slike bakterier er en måte å forebygge sykdom på som kan få stor betydning i framtida, også i kveiteoppdrett. Det pågår arbeid med å utvikle metoder for tilsats av slike bakterier til larver og yngel av kveite.

Forvaltningsmessige aspekter

Restriksjoner på transport av levende oppdrettskveite vil kunne begrense spredning av epidemier til bestemte regioner, mens resten av landet holdes fritt for den aktuelle sykdommen. En vesentlig faktor som kan hindre samlokalisering av oppdrett av flere arter er muligheten for overføring av sykdom mellom artene. Å ha kveitemerder samlokalisert med lakseoppdrettsanlegg vil for eksempel være vanskelig dersom viktige sykdommer hos laks kan overføres til kveite. To sykdommer hos laks har vært spesielt undersøkt for dette, furunkulose og infeksjøs lakseanemi (ILA). ILA ser ikke ut til å affisere kveite eller andre marine fiskearter. Infeksjonsforsøk med materiale fra ILA-syk laks på kveite har ikke gitt utslag i form av sykdom eller dødelighet hos kveite. Bakterien som forårsaker furunkulose hos laks, *Aeromonas salmonicida* subsp. *salmonicida* kan forårsake dødelighet hos kveite, men kveita er langt mindre mottakelig for smitte fra denne bakterien enn tilfellet er for laks. Kveitelarver er sannsynligvis mer mottakelige for smitte enn voksne individer. Muligheten for overføring av disse sykdommene til kveite ser altså ikke ut til å utgjøre et vesentlig hinder for å ha matfiskoppdrett av kveite og laks på samme lokaliteter.

1.3 Kamskjell



1.3.1 Kamskjell yngelproduksjon

Tabell 4. Produksjon av kamskjellyngel i Norge, oppgitt i millioner. (Kilde: oppdrettere)
Spat production (numbers in millions) of King scallop (Source: producers).

Stadium		1990	1991	1992	1993	1994	1995**
2 mm	Rong	0,3	1,2	0*	1,0	1,0	6
	Austevoll				0,1	0,2	
5-15 mm	Rong	0,02	0,02	0*	0,2	0,7	2,5

* - ingen drift

** - prognose basert på produksjonsmål

I Norge produseres i dag kamskjellyngel hovedsakelig i et utviklingsprosjekt (Universitetet i Bergen) på Rong i Øygarden kommune. Dette klekkeriet har de to siste årene arbeidet mot en oppskalering til full kommersiell størrelse, det vil si til en produksjon av fem til ti millioner 15 mm yngel årlig. I 1994 var produksjonen ca. 700.000 yngel av størrelse 5-15 mm (tabell 4), mens den planlagte produksjonen var to millioner. Det var særlig svingninger i gytesuksess og dødelighet ved overføring av 2 mm yngel til kald sjø om våren som begrenset det endelige sluttresultatet.

Etter mønster av storskala-klekkeriet på Rong, ble det etablert en eksperimentell produksjonslinje i liten skala ved Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon i 1993, med godt resultat. Grunnet plassmangel, ble 14 dager gamle larver overført til Rong hvor de utgjorde 45 %

av 2 mm yngel produsert i 1993. Småskala-klekkeriet i Austevoll produserte som planlagt 570.000 settlingsklare larver til forsøk i 1994 (tabell 4).

Til sammenligning kan det nevnes at det ellers i Europa finnes kamskjellklekkerier i Frankrike, Irland, Skottland (med Orkenøyene) og muligens Spania. Frankrike er det land som har lengst erfaring av disse, og produserer i dag ca. tre millioner 5-15 mm yngel årlig. Allikevel er problemene med vannkvaliteten betydelige i Frankrike, noe som gjør bruk av antibiotika nødvendig i larvefasen. I Irland prioriteres østers fremfor kamskjell, og produksjonen er liten: under 100.000 yngel av størrelse 5-15 mm er produsert i 1994. Tallene fra de andre landene er ikke kjent, men det dreier seg ikke om betydelige mengder.

1.3.2 Produksjon av stort kamskjell

Kystbeite med kamskjell foregår ved at skjell blir satt ut på naturlige bunnområder for senere høsting. Yngel fra klekkeri (15 mm) blir satt ut i sjøanlegg hvor skjellene vokser i kasser eller nett til 50 mm størrelse etter 1-1,5 år. Skjellene er i denne fasen beskyttet mot naturlige fiender (sjøstjerner, krabber etc.). Skjell som er over 50 mm kan imidlertid oppnå høy overlevelse fritt levende på bunn. Matskjell på 10-12 cm størrelse høstes fra bunnområdene to til tre år etter utsetting.

Det er i dag en utbredt oppfatning at dyrking av stort kamskjell *Pecten maximus* i bunnkultur har et betydelig større potensial sammenlignet med dyrking i hengende kultur. Drift av bunnkultur med kamskjell tillater adkomst og bruk av overflateareal, og medfører derfor mindre grad av brukerkonflikter enn produksjon i hengende kulturer. Store kystområder i Norge er trolig egnet til produksjon av kamskjell i bunnkulturer.

Innledende undersøkelser som er gjennomført i samarbeid med bedrifter i Sør-Trøndelag viser svært høy gjenfangst av store kamskjell (70-100 mm) etter 1,5 år i bunnkulturer. I 1995 vil det bli gjennomført forsøksutsettinger med 50 mm store kamskjell.

Fangsting av kamskjell fra naturlige kystbestander har foregått i flere tiår ved dykking. Aktiviteten har imidlertid i bare få tilfeller vært registrert som næringsvirksomhet, mens uregistrert høsting sannsynligvis har representert be-

tydelige uttak i enkelte områder. Skjell er i hovedsak levert direkte til grossist og hotellrestaurantbransjen. I 1990 startet bedriften Taroskjell AS høsting av bestander i Sør-Trøndelag, og årlig omsetning har økt til 97.000 (30 tonn) kamskjell i 1994 (ifølge Norges Råfisklag). Skjell mindre enn 10 cm blir også satt ut igjen på bunnområder for påvekst til matskjell. Taroskjell AS har 300.000 kamskjell i kultur.

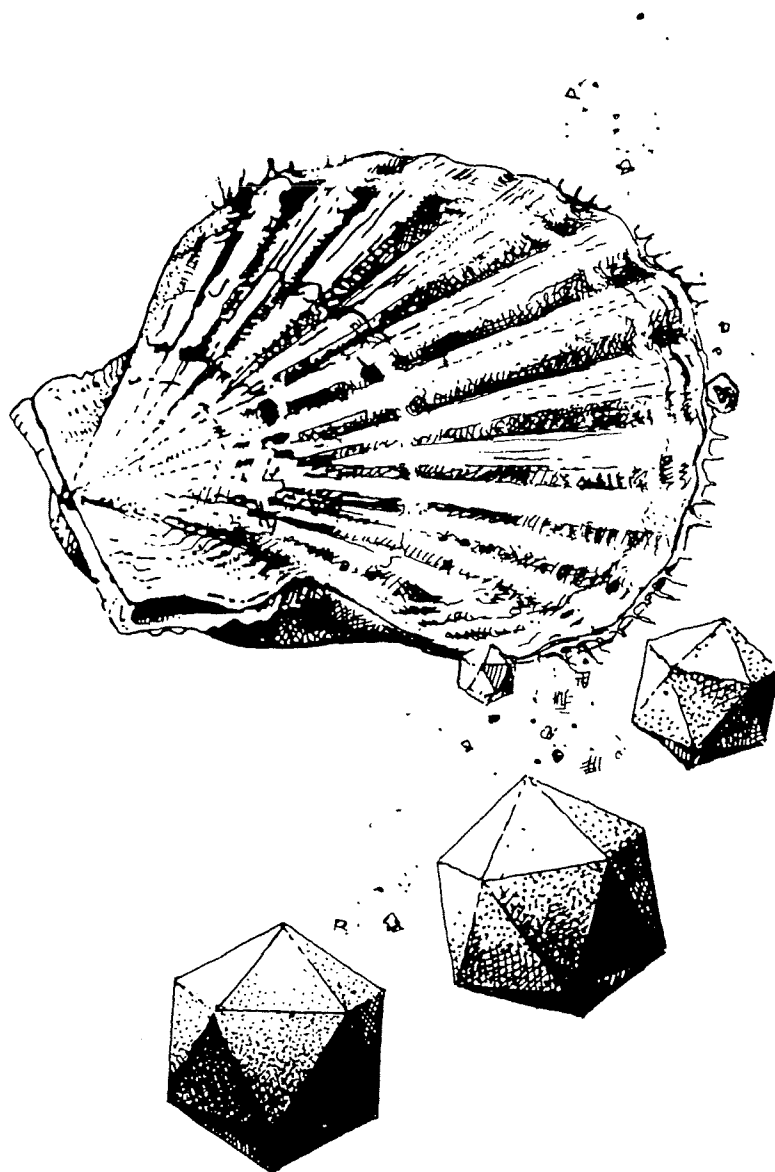
Innledende undersøkelser av tettheter i fangstområdene, og fangstregistreringer hos Taroskjell AS indikerer at forekomstene av kamskjell i disse områdene kan være betydelige. Tettheter og fangstutbytte (antall skjell per dykkesetid) er blant de høyeste en kjenner til for denne arten. Fangstmetoden som benyttes idag (dykking) er en viktig begrensende faktor for høstingsuttaket. Bunnskrape-utstyr for fisking av kamskjell er tilgjengelig, men har begrenset anvendelse på typiske kamskjellfelter i våre farvann. Det er igangsatt planer for videreutvikling av fangstteknologi (fjernstyrt undervannsfarkost). En utvidelse av fangstingen i områdene vil imidlertid skje på grunnlag av manglende biologisk kunnskap om bestandene.

Vårt kunnskapsgrunnlag tilsier at det store potensial som kan ligge i utnyttelsen av våre kystområder for produksjon av kamskjell, kan realiseres gjennom utsetting i kystbeite og kombinasjoner mellom kystbeite og høsting av naturlige kamskjellressurser.

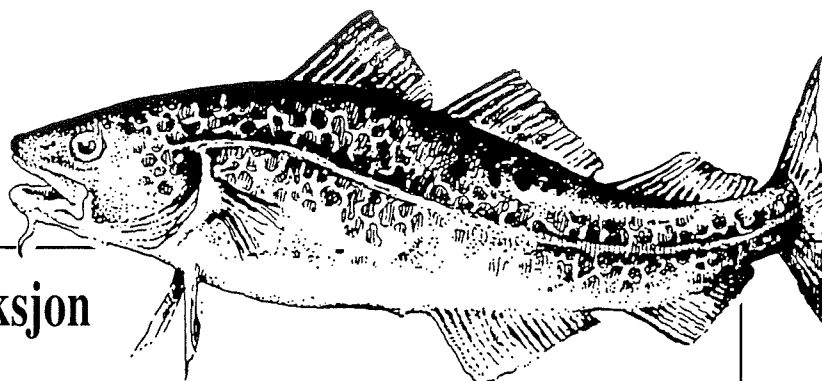
1.3.3 Kamskjell helsesituasjon

I arbeidet med å tilrettelegge for en økt produksjon og omsetning av skjell er det helt vesentlig å unngå spredning av smittsomme sykdommer i våre skjellbestander. Det er foreløpig ikke funnet tegn på sykdom i norske skjellbestander, noe som kan vise seg å bli et klart fortrinn for en gradvis voksende næring. I samarbeid med veterinærmyndighetene arbeides det nå med å få etablert et system for forvaltning og permanent helseovervåkning av våre viktigste skjellbestander. Kravene til kontroll og kvalitetssikring av skjell og skjellproduksjon er gjennomgått i henhold til EUs krav.

Det arbeides nå med utvikling av metoder for å kunne måle skjellenes forsvar mot sykdomsfremkallende mikroorganismer i laboratorieskala. Kamskjell er benyttet som modelldyr, og foreløpige resultater tyder på at det kan bli mulig å måle skjellenes forsvar under ulike betingelser. Det kan også være aktuelt å måle effekten av ulike former for stress i forbindelse med dyrkningsbetingelser og utsetting.



1.4 Torsk



1.4.1. Torsk yngelproduksjon

Produksjon av torskeyngel har sine røtter i forsøk utført ved Flødevigen biologiske stasjon i slutten av 1970-årene og i Hyltrollpollen, Austevoll havbruksstasjon fra begynnelsen av 1980-årene. Relativt gode produksjonsresultater førte til stor interesse for yngeloppdrett av torsk, og flere kommersielle firma startet produksjon. Det ble også satt i gang storskala forsøk med utset-

ting av yngel til havbeite. Uventede problemer, bl.a. med oppskalering til kommersiell skala dukket opp, og dette sammen med svikt i etterspørselen av torskeyngel førte til at de kommersielle anleggene gikk konkurs eller la ned produksjonen. Pr. i dag foregår det ingen yngelproduksjon av torsk av betydning utenom PUSH-programmet. Siste år for yngelproduksjon av

Tabell 5. Produksjon av torskeyngel av salgbar størrelse (tørrfôrtilvendt og vaksinert yngel over 10 g våtvekt) fra anlegg som var i drift i perioden 1986 til 1994, alle tall i tusen. Telleenheten er prøvd standardisert. Tabellen er tatt fra sluttrapporten "Yngelproduksjon av torsk" fra PUSH-programmet. *Norwegian production (numbers in thousands) of marked sized cod juveniles (weaned and vaccinated, larger than 10g WW). (Source; final report from the project "Fry production of cod", PUSH program).*

Produksjonsmetode	Lokalitet og institusjon	86	87	88	89	90	91	92	93	94	Totalt
Poll	Hyltrollpollen, HI ¹	50	60		45	10					165
	Parisvatnet, HI		3	190	130	55	270	5	80	230	963
	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
Basseng	Nærøysund Yngelfarm				8	25	28	9	60		130
	Poser i poll							40	65		105
Poser i sjø	Møypollen, Lofilab									90	90
	Selvåg Fisk				80						80
	Blom Fiskeoppdrett			50	30	10					90
	Unik AS				15						15
Intensivt/kar	Barmen Produkter					26	92				118
	Bessaker, BP Nutrition							1	10		11
Totalt		50	266	442	513	330	390	95	235	320	2.641

¹ Hyltrollpollen 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. to yngel pr. m³ pollvolum. I 1989 ble pollen overtatt av private interessenter.

torsk til utsetningsformål er 1994. Tabell 5 oppsummerer status for de viktigste yngelanleggene som har vært i drift. Tabellen er tatt fra sluttrapport for "Yngelproduksjon av torsk" for PUSH-programmet. Totalt er det produsert over 2.6 mill. "salgbar" torskkeyngel, og Havforskningsinstituttets produksjonspoll i Parisvatnet i Øygarden har bidratt med nærmere 1 mill. yngel.

Produksjon av torskkeyngel basert på naturlig plankton i poll og poser, er de metodene som til nå har gitt best resultater. Yngelproduksjon i basseng og ved teknikker for intensiv fôrproduksjon (rotatorier og *Artemia*) har vært prøvd med varierende resultater. Det har ikke lyktes å drette opp torskelarver bare på formulert fôr. Dagens yngelproduksjon baserer seg på tilførsel av naturlig plankton i større eller mindre grad. Nettopp tilgang på dyreplankton er den største flaskehalsen i yngelproduksjon av torsk. 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 plankton-tettheten ved lokalitetene. Kultivering av levendefôr av tilfredsstillende kvalitet, har vært vanskelig å få til i sotr skala.

Sluttrapporten "Yngelproduksjon av torsk" konkluderer med at yngelens overlevelse kan økes og produksjonen bedres, forutsatt redusert varighet av den kritiske perioden hvor yngelen er avhengig av levende fôr. Arbeid med utvikling av formulert fôr til metamorfosert yngel, med riktig nærings sammensetning og fordøyelighet, smak og konsistens bør derfor intensiveres.

Markedet for torskkeyngel vil avhenge av lønnsomheten i havbeite og oppdrett, samt behov for torsk til forskningsformål. I dag synes spesielt merdoppdrett interessant, i og med at en har klart å utsette kjønnsmodningen ved bruk av lysstyring.

1.4.2 Torsk matfiskproduksjon

I den grad det foregår kommersiell oppdrettsproduksjon av torsk, baseres denne på innfangning av villyngel eller undermåls torsk. Men også for denne oppdrettsformen har en slitt med problemer som fram til idag har gitt knapp eller manglende lønnsomhet. Intensiv fôring hos torsk synes å gi en nærmest forutbestemt kjønnsmodning etter 22 måneder, forutsatt full oppdrettssyklus. Erfaringen med villfanget materiale er noe mer blandet, en ser at undermåls torsk kan vokse kraftig på kort tid utenom og fram til kjønnsmodningen.

Nyere forskning utført i regi av Havforskningsinstituttet har imidlertid vist at torskens kjønnsmodning kan lypåvirkes. Ved hjelp av belysning 24 timer i døgnet kan torskens kjønnsmodningsprosess arresteres (stoppes). Dette skiller seg i prinsippet ikke fra lysbehandlingen som brukes i matfiskoppdrett av laks. Ved HI har en

også vist at lys virker vekststimulerende forut for gytingen, under gyteperioden og etter gytingen. Resultatene viser at tidligere lønnsomhetsberegninger for torskeoppdrett ikke lenger er gyldige, da vekstraten kan økes. Videre ser en store muligheter for at en kan produsere torsken fram til en gitt størrelse rasjonelt (to-tre kg) og uten kjønnsmodning, for deretter å starte kjønnsmodningen. Etter en gitt tid kan en da forhåpentligvis levere fersk torsk, passe sultet, av topp kvalitet med rogn eller melke. Basert på nyvunnen kunnskap har en muligheter for å kvalitetsstyre torskeproduksjonen i en helt annen grad enn tidligere.

Torskefisket er sesongpreget, og det ligger muligheter i oppfôring av torsk som enten er undermåls eller av tilfredsstillende kvalitet. Dermed kan en kombinere fordelene med billig og rasjonell fangst i et sesongfiske og en moderne forståelse av torskens oppdrettsbiologi.

1.4.3. Torsk havbeite

Utsetting av merket torskeyngel i større skala startet i Austevoll i 1983, etter at det lyktes å produsere over 70.000 torskeyngel i en sjøvannspoll (Hyltropolen). Denne aktiviteten ble oppskalert i 1985 da NFFR besluttet å initiere programmet "Torsk i fjord", med utsettingsforsøk på Sørlandet, Vestlandet og i Troms-regionen. Fra 1990 ble de pågående utsettingsforsøkene innlemmet i PUSH-programmet. Utsettingsforsøkene på Sørlandet ble avsluttet, mens nye forsøk ble igangsatt i Nord-Trøndelag og i Lofotregionen.

I perioden fra 1983 til 1994 har HI merket og satt ut nærmere 700.000 oppdrettet torsk på Vestlandet (figur 9). Havforskningsinstituttet har også vært faglig ansvarlig for havbeiteforsøk med torsk i Ytre Namdal, Nord-Trøndelag.

Viktige resultater

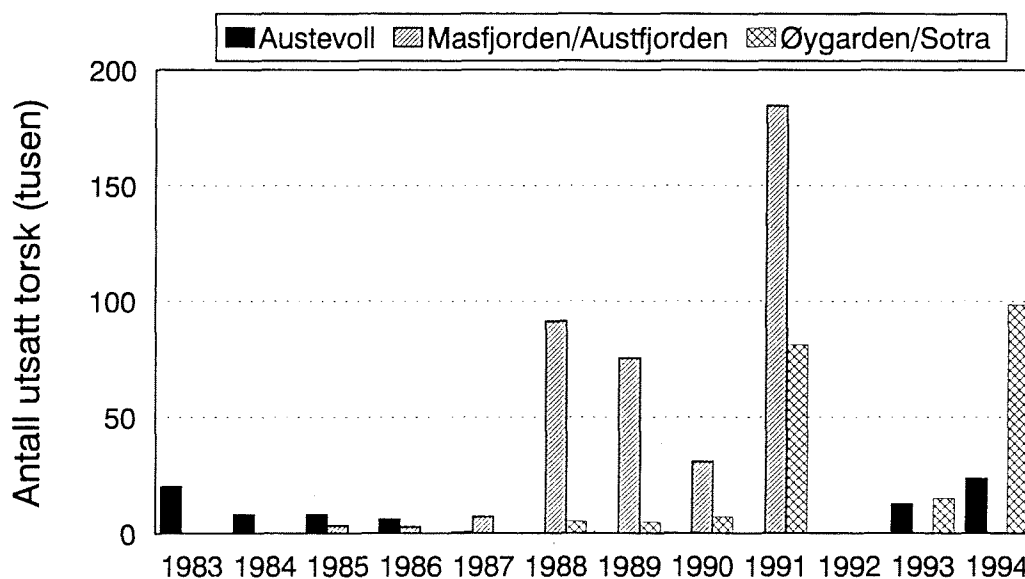
De første ukene etter utsetting oppfører oppdrettet torsk seg forskjellig fra vill-torsk. Den oppdrettede torsken tilpasser seg imidlertid raskt til et liv i det fri, bare små forskjeller er funnet etter tre måneder i sjøen med hensyn på atferd, vekst og overleving. Polloppdrettet torsk synes dermed å være godt egnet for utsetting på havbeite. Dette kan forklares

ved bruk av semi-naturlig oppdrettsmiljø, og bruk av naturlig plankton.

Gjennom utsettingsprogrammet har en utviklet effektive merkemethoder for massemerking av torsk (genetiske markører, kjemiske merker). Til studier av vandring, og hvor en trenger informasjon fra fiskere, benyttes fortsatt ytre plastmerker (Floy anchor tags).

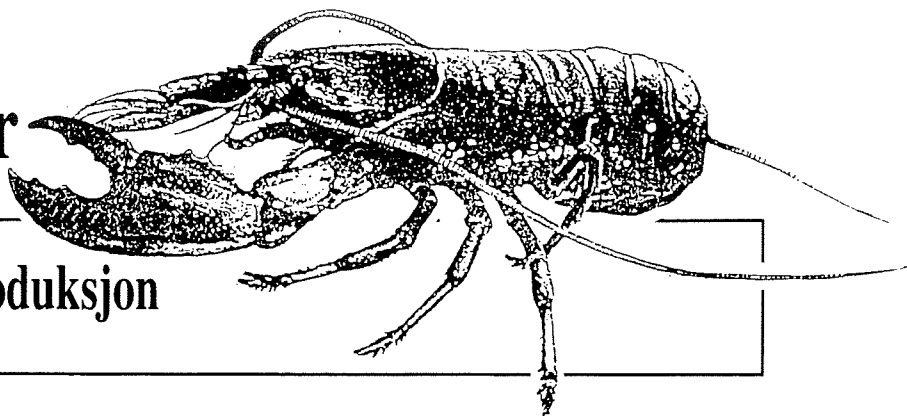
Oppdrettet torsk som er satt ut som umoden, vandrer lite. Dette er i samsvar med resultater fra merkeforsøk på vill torsk av samme størrelse. Trange fjorder synes å ha et begrenset potensial for produksjon av torsk. Økologiske modeller tyder på at åpne kystområder har et høyere potensial for produksjon av torsk. På Vestlandet er derfor utsettingsforsøkene nå videreført til et åpent kystområde i Øygarden. Her har torsken hatt bedre vekst og høyere kondisjonsfaktor. Skarv kan imidlertid være en viktig predator, og fortsatt har en hatt lave gjenfangster.

Havbeite med torsk skal avsluttes i 1997, og målet er da å kunne gi et svar på hvilke potensial som ligger i havbeite med torsk.



Figur 9. Utsetting av oppdrettet merket torsk på Vestlandet i perioden 1983-1990. Releases of tagged, cultured cod on the west coast of Norway between 1983 and 1990.

1.5 Hummer



1.5.2 Hummer yngelproduksjon

HI har siden 1990 oppdrettet hummeryngel i stor skala ved hummerklekkeriet på Kyrksæterøra. Hensikten har vært å produsere materiale for stor-skala utsettingsforsøk, og å bedre oppdretts-

metoden både økonomisk og biologisk. Produksjonsaktiviteten er, i tråd med prosjektplanene, avsluttet fra og med 1994.

Tabell 6. Produksjon av hummeryngel i Norge (HI, hummerklekkeriet på Kyrksæterøra)
Norwegian production of juvenile lobster (IMR, Lobster hatchery at Kyrksæterøra).

År:	1990	1991	1992	1993
Antall stamdyr (hunner med uterogn)	216	308	190	234
Estimert antall klekkede larver (x1000)	1.406	2.004	1.237	1.523
Antall bunnslått yngel	65.000	71.000	38.000	65.000
Overlevelse fra klekking til bunnslåing (%)	4,6	3,5	3,1	4,3
Antall merkede utsettingsklar yngel	46.000	40.000	23.500	41.000
Overlevelse fra bunnslåing til utsetting (%)	71	56	62	63

Oppdrett av hummeryngel er ikke lenger et biologisk eller teknologisk problem, selv om mye FoU-arbeid gjenstår før kunnskapen er på samme nivå som for andre marine oppdrettsarter. Resultatene på Kyrksæterøra har likevel ikke vært optimale, noe som i stor grad har skyldtes ukontrollerbare problemer, slike som upålitelig tilgang på varmt vann og varierende stamdyr-kvalitet. Nødvendige tekniske utbedringer har ikke vært gjennomført på grunn av begrenset tilgang på økonomiske midler. I tillegg ble klekkeriet nesten totalskadet av orkanen 1. januar 1992, men ble gjenoppbygd samme år.

Den biologiske flaskehalsen for oppdrett av hummeryngel har vært lav overlevelse gjennom de frittstående larvestadiene (fra klekking og fram til bunnslåing). Dette har medført at produksjonskapasiteten har vært avhengig av tilgangen på stamdyr og oppdrettsvolum. Den økonomiske flaskehalsen har imidlertid vært oppdrett gjennom yngelfasen (fra bunnslåing og fram til

utsetting sju - ti måneder senere). Overlevelsen har vært akseptabel, men kostnadene har likevel vært høye. Dette skyldes i første rekke at hummer er kannibaler og må holdes adskilt i oppveksten. Derfor er teknologien basert på individuelt oppdrett, dvs at hver yngel har hvert sitt rom. Oppdrett av hummeryngel krever dermed stort areal og mye arbeid, noe som igjen innebærer høye drifts- og investeringskostnader.

Til tross for problemene kan prosjektets målsettinger for en stor del anses som oppnådd. Det er totalt produsert over 150.000 merkede yngel for utsetting, noe som er mer enn tilstrekkelig for å vurdere effekten av yngelutsettinger. Det er utført FoU-arbeid innen en rekke felter, blant annet kvalitetsbestemmelse av egg/larver, embryonal utvikling, sykdomsforebygging, ernæring, morfologisk yngelutvikling og utprøving av merketyper. FoU-arbeidet har resultert i kunnskap som kan tidoble overlevelse fram til bunnslåing. Forutsatt at det eksisterer gode fasiliteter

vil dette redusere produksjonsutgiftene merkbart. Det vil i fremtiden likevel fortsatt være forholds-

vis dyrt å oppdrette hummeryngel (ca. 15 kr pr yngel).

1.5.2 Hummer havbeite

Fangstene er i de seneste tiår kraftig redusert, og grunnlaget for en lønnsom fiskerinæring er falt bort. Med sin langsomme eggutvikling og sene veksttid, vil det i dag ta tiår å bygge opp bestandene. Norge ligger helt i nordlig ytterkant av hummerens utbredelsesområde. Den temperatur-avhengige eggproduksjonen og klekkeprosessen år om annet kan svikte helt. Hummerlarver er i tillegg svært sårbare for predasjon. Intensiv produksjon av hummeryngel, basert på villfanget stamhummer fra det aktuelle utsettingsområdet, er en måte å sikre en stabil, årlig bestandsrekruttering. Ved å la yngelen vokse seg forbi den mest utsatte livsepoken under kontrollerte forhold, for så settes ut i sjøen, kan vi sikre en bedre overlevelse enn det som er naturlig.

Havforskningsinstituttet har med økonomisk støtte fra Norges Fiskeriforskningsråd (1988-1990), Effektiviseringsmidler (1989-1990) og Program for Utvikling og Stimulering av Havbeite (PUSH) (1990-1997) drevet forskning på om slike utsettinger styrker utfiskete hummerbestander. I alt 146.759 hummeryngel er satt ut fra 1990 til 1994, 129.700 ved Kvitsøy som utprøving av storskala havbeite, og 18.050 i Øygarden, for å undersøke ulike faktorer som kan

ha betydning for overlevelsen til utsatt hummeryngel. Siden hummer ser ut til bare i liten grad å vandre bort fra utsettingsstedet, er den også aktuell som kandidat til havbeitenæringen. Lønnsomheten i havbeite med hummer skal vurderes i sluttrapporten i PUSH-prosjektet, når tilstrekkelig data om overlevelse, vekst og gjenfangst har blitt samlet inn.

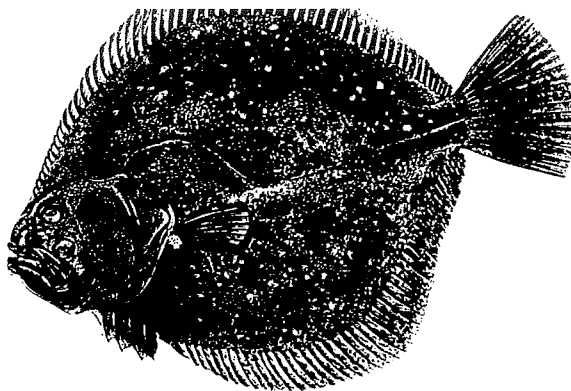
Så langt er mesteparten av den utsatte hummeren under minstemålet, så resultatene inntil 1994 er få. Det høye innslaget av merket undermåls-hummer (56% høst 1994) tyder imidlertid på at mye informasjon kan komme ut av dette havbeiteprosjektet.

Den grundige fangststatistikken som føres ved Kvitsøy, og etterhvert også i distriktene omkring Kvitsøy, har allerede nå gitt viktig informasjon om hummerbestandene og fisket generelt. Dette videreformidles som notat til fiskeriforvaltningen, etterhvert som den nye kunnskapen kan dokumenteres. Videreformidlingen skjer ellers gjennom publikasjoner, rapporter, foredrag og en styringsgruppe, sammensatt av personer fra Havforskningsinstituttet, Fiskeridirektoratet, Norges Fiskarlag, PUSH og Kvitsøy kommune.

Tabell 7. Antall hummer utsatt og gjenfanget årlig, i PUSH-prosjektet ved Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk. Kun hummer som er lovlig i henhold til minstemålet er tatt med.
K = Kvitsøy, Ø = Øygarden
Number of lobsters released and recaptured within the PUSH program at IMR., Dep. of Aquaculture. Only lobster larger than legal size. K = Kvitsøy; Ø = Øygarden

	1990		1991		1992		1993		1994	
	K	K	Ø	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø
Utsatt	23.000	29.800	12.100	30.200	2.850	16.900	3.100	28.800		
Gjenfangst				19	0	109	0	175	0	
Andel av fangsten i høstfisk				7,0%		12,6%		20,0%		
Akkumulert gjenfangst (%) av 1990-utsettingen				0,08		0,56		1,26		

1.6 Piggvar



Tabell 8. Produksjon av piggvaryngel i Norge (antall yngel i tusen), 1986 - 1994. (Kilde: oppdrettere) *Norwegian production of turbot juveniles (numbers in thousands) from 1986 to 1994. (Source: fry producers).*

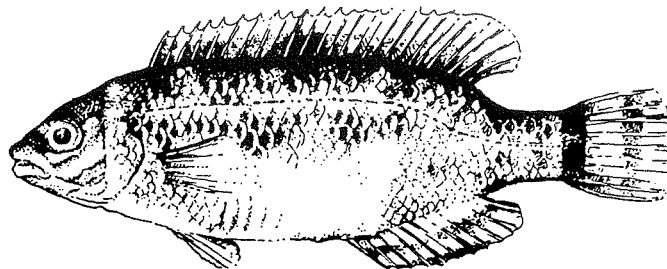
	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Antall yngel	40	150	352	430	615	350	510	380	460
Antall produsenter	2	2	4	10	4	6	6	3	2

Piggvar er en varmekjær art som krever 16 - 18°C i yngeloppdrett. Oppdrett av matfisk av piggvar krever også høyere temperatur enn det man finner ved norskekysten, slik at det pr. i dag ikke er noen aktive oppdrettere av piggvar til konsum. Piggvaryngelen som har blitt produsert i Norge, har i all hovedsak blitt eksportert til matfiskoppdrettere i Spania. I Norge er det i første rekke ett anlegg som har stått for en kontinuerlig yngelproduksjon siden 1986. Dette anlegget er lokalisert ved et smelteverk og henter ut energi fra dette til oppvarming av vann. Anlegget benytter en intensiv produksjonsmetode i startfôringen av larvene, dvs. at larvene fôres innendørs med byttedyr som man dyrker (hjuldyr og saltkrep). Denne metoden har vært under utvikling for flere marine fiskeslag siden tidlig på 70-tallet. De viktigste problemene har vært (og er fortsatt) kvaliteten på byttedyrene i forhold til ernæringskravene til fiskelarvene, samt den bakterielle belastningen som man utsetter larvene for. Den største forskningsinnsatsen de siste ti årene har vært lagt på kjemisk innhold av byttedyr, i forhold til larvenes krav til essensielle stoffer. Spesielt er krav og innhold av flerumettet fett blitt belyst, og man får i dag kjøpt anrikningsmedier for å forbedre innholdet i byttedyrene, som har et svært høyt innhold av flerumettet fett.

Fra 1987 og til 1992 ble det meste av yngelen produsert ved hjelp av en "semi-intensiv" metode. Denne gikk ut på at man ved hjelp av filtre høstet av den naturlige produksjonen av dyreplankton i poller og bassenger og tilførte byttedyrene til piggvarlarvene i store utendørs kar eller poser som fløt i pollene. Denne produksjonsmetoden ble utviklet ved HI Austevoll havbruksstasjon i årene 1984 til 1987. På tross av en betydelig forskningsinnsats for å forbedre ernæringsverdien til både hjuldyr og saltkrep, har fortsatt naturlig dyreplankton en bedre sammensetning av viktige næringsemner. Kvaliteten på larver som er fôret med naturlig dyreplankton, foretrekkes av matfiskoppdrettere.

Inntil 1992 var det et stort underskudd av piggvaryngel i markedet. I 1993 brøt markedet av oppdrettet piggvar nærmest sammen, og prisene ble halvert i løpet av ett år. Som en følge av dette nølte flere oppdrettere med å fylle opp sine anlegg, og man hadde for første gang rikelig med yngel i markedet. Denne situasjonen førte også til at matfiskoppdretterne hevet kravene til kvalitet på yngelen. I dag er anleggene i Spania nærmest selvforsynt med yngel, men det er likevel ikke problem for det norske yngelanlegget å selge sin yngel (J. Stoss, pers. medd.).

1.7 Andre arter



Produksjonen av **blåskjell** i 1993 var 600-700 tonn, hvor det meste er dyrket i Trøndelag og Nordland. Ved overgang til ny metode for testing av DSP-toksiner med musetest, har man i 1994 fått et generelt lavere giftnivå i blåskjell langs kysten. Dette kan gi nye muligheter for dyrking av blåskjell på Sør- og Vestlandet.

I 1993 ble det produsert omlag 200.000 **østers** for konsum. I 1994 startet et forprosjekt for å legge grunnlag for utvikling av flatøstersproduksjon i Rogaland og Hordaland.

Dyrking av **haneskjell** basert på innsamling av naturlig yngel foregår på forsøksbasis i Nord-Norge.

Havforskningsinstituttet var først ute med å lansere **leppefisk** som luseplukker på laks. Metoden ble utprøvd ved Austevoll havbruksstasjon, og i ettertid har stadig flere oppdrettere tatt metoden i bruk. Leppes fisk som avlusere i laksemerder blir også benyttet i Irland og Skottland. De aktuelle leppes fiskartene for bruk i laksemerder er bergnebb, grønngylt og grasgylt. Bergnebb er i dag den dominerende arten, noe

som har sammenheng med forekomst og utbredelse av denne arten. I 1994 ble leppes fisk benyttet i et flertall av lakseoppdrettene i Norge. Forekomstene av leppes fisk er størst i de sørlige deler av landet. I 1994 ble ca. 1 million bergnebb fanget på Sørlandet og fraktet til anlegg i Nord-Trøndelag og Nordland i 1994. I dag baseres all bruk av leppes fisk seg på innfanget vill leppes fisk, men Havforskningsinstituttet har vist at oppdrett av leppes fisk er mulig.

Ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen ble det i 1986 startet et prosjekt for oppdrett av **steinbit**. Resultatene fra dette arbeidet viser at det er mulig å oppdrette denne arten intensivt. I de senere årene har man avklart effekt av temperatur på egg-utvikling. Innenfor det optimale temperaturområdet for steinbitegg (3 og 9°C) ligger overlevelsen mellom 70 og 95%. Ved 11°C inkubasjon er det observert noe abnormal utvikling. Larver fra ulike temperaturgrupper har blitt startfôret med høy overlevelse.

2. UTVALGTE EMNER

2.1 Levendelagring og oppføring av makrell - et spennende møte mellom tradisjonelt fiskeri og havbruk

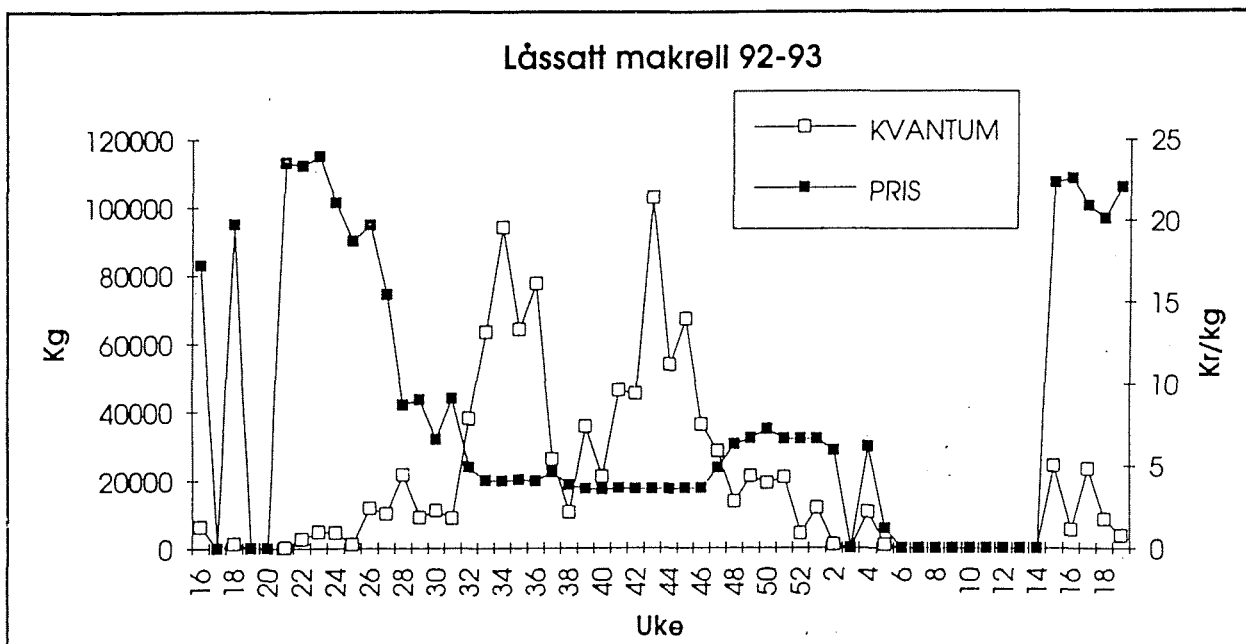
Jens Chr. Holm

Fra gammelt av var låssetting og levendelagring av fisk og skalldyr mye brukt på kysten. Dette er god kunnskap vunnet ved prøving og feiling som vi kan videreutvikle innenfor dagens fiskeri- og havbruksnæring. På denne måten kan en nå - som før - sikre jevne leveranser, bedre kvalitet og høyere pris. Dette prinsippet kaller en i dag markedsbasert ressursuttak.

Når en skal identifisere kandidater for levendelagring og kvalitetsforbedring, må en lete etter en art som i deler av sesongen fanges rimelig i større kvanta, og i andre deler av sesongen har en høyere pris. Samtidig må det være mulig å holde arten levende. En slik kandidat er makrellen.

Makrell - priset som jordbær?

I kystnotfisket på Vestlandet har det vært vanlig å låssette levende makrell for senere opptak og



Figuren viser omsetning og førstehåndspris på låssatt makrell i 1992-93.
Weekly sold volume and value of mackerel kept in captivity.

salg. Fisket foregår 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 lavere priser. For å kunne forlenge sesongen for levering av fersk makrell, og dermed oppnå bedre priser, har enkelte startet med langtidslagring av levende makrell. I hovedsesongen om høsten, får fiskerne vanligvis mellom to og fire kroner pr kg. Om våren, før den nye sesongen starter, er det notert priser på godt over kr 20,- pr kg (se figur).

Havforskningsinstituttet (Fangstseksjonen) har arbeidet med fangst, sortering, føring og langtidslagring av makrell i flere år. En vesentlig del av i det følgende omtalte resultater er finansiert av Norges forskningsråd (daværende Avd. NFFR) gjennom prosjektet "Redsskapsteknologi for fangst og lagring av levende fisk", delprosjekt "Langtidslagring av makrell". Resultatene er blant annet omtalt i Havforskningsnytt nr. 11 - 93 og 14 - 94.

Lav dødelighet ved fangsting og overføring til merd

Tilgjengeligheten av makrell på kysten varierer fra år til år. For å kunne øke kvantumet av langtidslagret makrell er det aktuelt å transportere levende makrell fra ringnotflåten i Nordsjøen. Dette kan gjøres ved å overføre fisken til merder eller slepeposer og slepe disse inn til kysten, eller ved føring i brønnbåt. Så sent som i oktober 1993 gjennomførte HI sleping i merd over en distanse på 20 nautiske mil, noe som ikke medførte problemer. HI har også gjennomført føringsforsøk både med tradisjonell brønnbåt med håving og med brønnbåt som har port i siden. Ved håving overlevde omlag 70% av makrellen, ved bruk av brønnbåt med port i siden overlevde all fisken.

Fangst og transport av ringnotfanget makrell fra kystnære felt til oppføring vil således være mulig. En forventer at mulighetene for å bruke ledig kapasitet i lakseoppdrettsanlegg til oppdrett av andre arter vil bli diskutert i den bebudede havbruksmeldingen.

Det ble høsten 1993 låssatt ca 500 tonn fjordfanget makrell på Vestlandet, mot 100 tonn til samme tid året før. Den låssatte fisken er vanligvis småmakrell (ca 300 g). Slik fisk kan også være velegnet til oppføring. Fiskere som har langtidslagret makrell meldte inntil vinteren 1993/94 om ubetydelig dødelighet i løpet av vinteren. Vinteren 1993/94 opplevde en vanntemperaturer ned til 2,5°C i midten av februar. Dette førte til en betydelig kuldedød på langtidslagret makrell. Dette stemmer også med HIs egne resultater. Fôret makrell så ut til å overleve kaldt vann lenger enn ufôret. Havforskningsinstituttet har nå forberedt en storskala uttesting av nedsenkbare merder for å undersøke om det kalde overflatevannet kan unngås med enkle midler. En kan som en generell regel si at en bør unngå kaldere vann enn 5°C. Inntreffer lave temperaturer (4-5°C), vil makrell som er fôret kunne holdes levende i ytterligere tre-fem uker. Ved enda lavere temperatur inntreffer dødelighet raskere.

De fleste som levendelagrer makrell uten å oppleve kuldedød har imidlertid registrert et betydelig svinn, enkelte opp til 50%. Dette kan ha en sammenheng med unøyaktige anslag ved låssetting, at fugl tar fisken eller at makrellen hopper over flærne. Dette taler for at en dekker merdene med fuglenett, benytter hoppenett etc. Med andre ord ligger det vel til rette for gjennom atferdsstudier å tilpasse tradisjonell lakseoppdrettsteknologi til makrellens biologi, slik at trivsel og gode vekstvilkår oppnås.

Tilvenning til oppdrett går greit - og makrellen kan overvintre uten føring

Havforskningsinstituttet har fått en rekke henvendelser fra fiskerne med spørsmål om det er behov for å føre fisken gjennom vinteren. Havforskningsinstituttet (Fangstseksjonen) har derfor gjennomført en rekke oppdrettsforsøk ved HI Austevoll havbruksstasjon. Resultatene så langt tyder på at makrellen klarer seg godt gjennom vinteren uten føring, forutsatt tilstrekkelig temperatur. Det er ikke observert noen dødelighet på grunn av fødemangel. Den begynner å beite på naturlig dyreplankton så snart våroppblomstringen starter i mars, og øker raskt både sin vekt og fettinnhold uten tilførsel av for-

mulert fôr. Kvaliteten synes å være tilfredsstillende ved levering i april/mai. For å unngå for stort vekttaap kan det imidlertid være fornuftig å vedlikeholdsføre fisken en del om vinteren, særlig dersom fettinnholdet og kvaliteten er lav ved låssetting om høsten.

En har gode erfaringer med bruk av oppdretts-teknologi utviklet for laks. I forsøkene ved HI Austevoll havbruksstasjon er det benyttet 25 m dype merder, kvadratiske i overflaten med 15m sider. Fôrings- og dataregistreringssystemene basert på akustiske registreringer av fisken har imidlertid vist seg å være vanskelige å bruke da makrellen har en meget lav akustisk refleksjon (målstyrke) på grunn av manglende svømme-blære.

Veksthastigheten er lovende

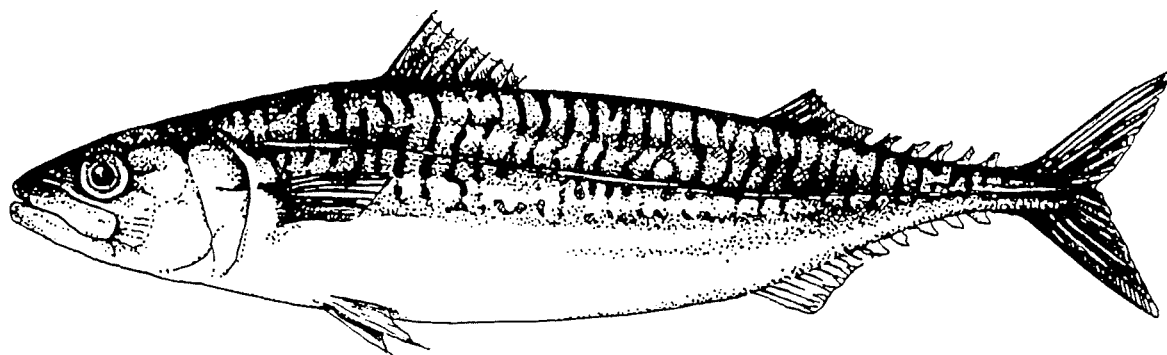
I et av fôringsforsøkene som ble gjennomført i HI-regi 1992 økte makrellen sin vekt fra 300 gram i januar til over 600 gram i august. Dette tilsvarer en daglig vektøkning på rundt 0,33% av kroppsvekten. En forventer at fiskens vekst-potensial i oppdrett ligger høyere. Ved optimal fôring skulle det være biologisk mulig å produsere en makrell med snittvekt på over 1 kg. En makrell over 600 gram betegnes som G6, og regnes som stor. Trenden i ihvertfall deler av de norske ringnotfangstene er at gjennomsnittsstørrelsen har avtatt i de senere år, slik at fisk over 1 kg hører til sjeldenhetene, og den selges derfor ikke som en egen størrelsessortering. I oppdrett burde en dessuten ha store muligheter til å styre kvaliteten (først og fremst fettinnhold og fettkvalitet).

...men hva med markedet

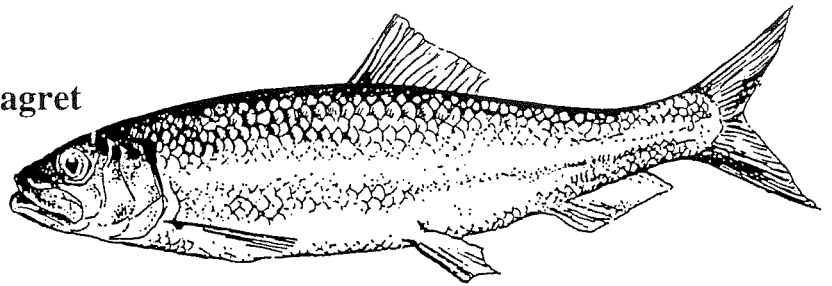
I 1992-93 ble låssatt makrell omsatt til over kr 15 pr kg i perioden ukenr. 14 - 26 (se figur). Ved små kvanta ble fisken kjøpt fra fisker til over kr 20,- pr kg. Det totale kvantum i nevnte sesong lå på omlag 100 tonn. En må regne med at økte leveranser utenom sesongen vil presse prisene slik at topper på maksimalt 10-15 kroner pr kg til fisker i et begrenset ferskfiskmarked vil være mer realistisk i framtiden. Det mest interessante ferskfiskmarkedet er pr idag Norge og Italia.

Dersom en ønsker å bruke oppfôring av makrell for å utnytte mulig overkapasitet i lakseoppdrettsnæringen og å optimalisere utnyttelsen i en eller flere fiskeindustri-bedrifter, må en ha et siktemål som ligger utenfor tradisjonell ferskfiskomsetning. Austevoll Fiskeindustri AS kunne eksempelvis på fire timer ha produsert hele det låssatte kvantum i 1992/93-sesongen.

Det er først og fremst **Japanmarkedet** som peker seg ut dersom en ønsker å eksportere en stor, frossen makrell av høy kvalitet til en høyest mulig pris. Her er det etterspørsel etter en stor makrell med et fettinnhold i filét på 32-33%, men ikke over 35%. For en G10 makrell (fisk mellom 1000 og 1100 gram) til Japanmarkedet før august er en realistisk forventning på rundt kr 8-12,- pr kg til eksportør. Fisken bør da håndlegges i 10 kg kasser. Japanmarkedet er interessant for alle størrelser over G4. Det stilles strenge krav til fiskens kvalitet (ferskhet, feithet) og utseende. Seriøse norske bedrifter har kontrollører fra japanske kjøpere tilstede stort sett hele sesongen. En har på denne måten dannet seg et godt bilde at Japanmarkedets kvalitetspreferanser.



Sild og brisling har vært levendelagret i mange hundre år



Når landnot ble brukt kunne silda gå levende til en fikk oppkjøpsbåt på plassen. Blant annet under vårsildfisket på Sørvestlandet kunne silda gå lenge i steng.

På 1800-tallet ble brislingen fanget med landnøter, og en laget gjerne ansjos av den. I Kvinnherad var de kjent for å lage fin ansjos av brisling. Ellers ble den brukt saltet, både til folk og fe. Det var først da Christian Bjelland tok til med hermetisering at fangst av brisling for salg skjøt fart. Etterhvert gikk en over til snurpenøter. Største økningen ser ut til å være fram til rundt 1920, mens det fra 50-tallet er avtagende interesse.

Etterhvert tok en i bruk egne merder slik at en kunne tømme over fangsten fra snurpenoten. Denne ble spilt ut og slept til land av følgebåten. Hovedfartøyet var klart til nytt kast så snart noten var inne. Alle brislingbrukene kostet etterhvert på seg 4-5 slike merder (Tufteland 1986). Brislingen måtte gå i steng til den ikke lenger var fylt med åte (hadde plankton i mage-tarmkanalen). Dette tok gjerne tre døgn. På denne måten var mellomlagringen nødvendig for å oppnå ønsket kvalitet på brislingen.

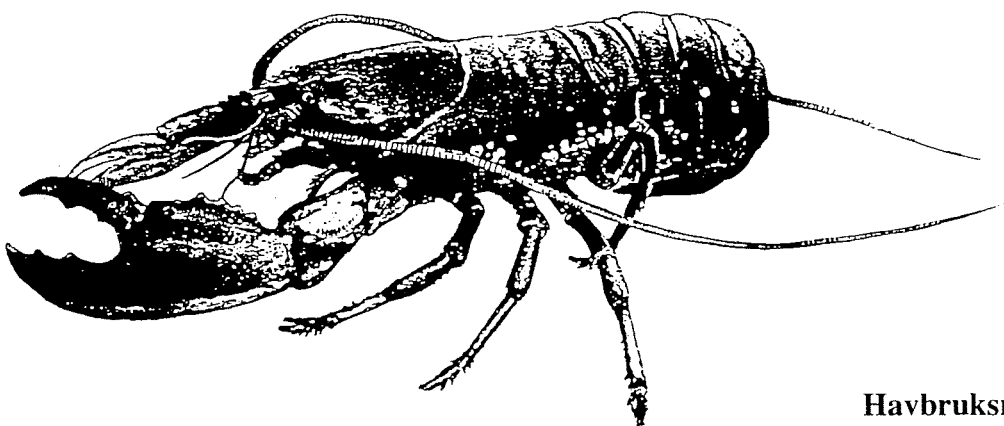
Krabbe og hummer - heimefiske basert på levendelagring

Fra gammelt av ble hummeren fisket for salg, krabbe til ulike former for agn og til eget hushold (Tufteland 1986).

På Vestlandskysten sies det at hollendere rundt

1600 kom med tretenger for å ta levende hummer med. Etterhvert lærte de også nordmennene å lage teiner. Allerede på 1700-tallet var oppsamling og omsetning av hummer vanlig, austevollsfiskeren måtte først til Brandasund, etterhvert ble det mottak på Salthella (Tufteland 1986). På 1800-tallet var levende utførsel til Storbritannia den vanligste måten norskfanget hummer ble omsatt på (Solhaug 1976). Det ble benyttet egne brønnfartøyer som gikk mer eller mindre i fast rute mellom hummerhavnene og England i fangstsesongen. Lastene kunne ligge på mellom fem og 15.000 stk. Hummerkjøperne hadde egne oppkjøpsrepresentanter i de viktigste hummerhavnene, og inngikk gjerne kontrakter med fiskerne. Disse kontraktene hadde som formål å sikre avsetning (for fiskeren) og gi kjøper en sikker leveranse av råstoff. Disse kontraktene bidro til å bremse prisstigningen på hummeren.

For lagring av levende hummer ble det benyttet gjennomhullede flytende bur eller trekister med lokk (hummerkiste, hummerbur), eller spesielle sanketeiner av ståltrådnetting. Det var viktig å finne gode lokaliteter for denne lagringen; en god lagringsplass var beskyttet for vær og vind, og det måtte ikke være for mye tilførsel av ferskvann. Før hummeren kunne legges ned i sankekistene måtte klørne bindes forsvarlig. Til vanlig nyttes helst en tynn messingstreng eller en solid gummistrikk for å hindre at hummeren kunne åpne kloen. Det var viktig å føre regelmessig gjennom hele lagringsperioden. På Sør- og Vestlandet ble hummeren lagret i store



hummerparker. På Sørlandet bestod gjerne hummerparken av serier med hummerkister, mens på Vestlandet var hummerparken gjerne en grunn avstengning.

Etterhvert som den norske hummerbestanden ble mer og mer nedfisket i det tyvende århundre, ble det vanlig å ta inn skotskfanget hummer i norske hummerparker. Denne kunne holdes her fram mot jul hvor prisen ble bedre. Denne importen førte etter all sannsynlighet til import av bakteriesykdommen Gaffkemi, en dødelig hummersykdom. Etterhvert ble det forbudt å importere levende hummer på grunn av denne sykdommen.

Ål - levendetransport er best

Mesteparten av ålen blir fisket i saltvann. Det er først og fremst åleruser og -teiner som blir benyttet. Fiske med ruser kan gjøres både med og uten agn. Uten agn fisker fisker de best når sjøen er uklar. Siden det ikke er særlig tradisjon for å nytte ål som menneskeføde i Norge, samtidig som den er meget hardfør, blir den solgt levende. Det har vært vanlig at egne brønnbåter, såkalte ålekvaser, ble brukt til å frakte levende ål til Danmark. Her ble den sløyd og saltet og siden røykt.



Kilder

Solhaug, T. 1976. *De norske fiskeriers historie 1815 - 1880*. Universitetsforlaget, 2 utg. 770 pp.

Tufteland, J., 1986. *Austevollsoga. Kultursoge I*. Red.: Møgster, G., Eide, A., Fagerbakke, S., Tufteland, J. og Solbakken, J. Austevoll Herad, ISBN 827101-122-7. 484 pp.

2.2 Fôr og ernæring i oppdrett - mål og utfordringar

Kjartan Sandnes*

Marknadsorientert produksjon er viktig, særleg med omsyn til produktkvalitet, volum og pris, men framtidig suksess for oppdrettsnæringa er også avhengig av ei berekraftig ("sustainable") utvikling. I dette ligg at produksjonen kan oppretthaldast uten negative fylgjer for naturen når det gjeld miljøpåverknad og ressursuttak. Fiskeoppdrett har eit godt utgangspunktet for dette. Når vi ser bort frå bruk av framandstoff, er negativ miljøverknad frå oppdrett eit lokalt problem, og ikkje eit problem for det marine økosystem. Vi må difor arbeida vidare for å få ned bruk av framandstoff (mykje er alt vunne, t.d. ved bruk av leppefisk), og for å forhindre lokal forureining rundt anlegga. Ikkje minst er dette viktig for å gje næringa eit betre "image". Fôr og fôrtildeling er nøkkelfaktorar i dette arbeidet

Når det gjeld ressursutnytting er oppdrett av laks den beste måten å nytta fôrråstoff

på. Både når det gjeld energi- og proteinutnytting syner fisk mykje betre resultat enn t.d. kylling og gris. Oppdrett av laks i Noreg er utenkjeleg utan bruk av marine fôrressursar frå norske havområde. Vi må nytta desse ressursane optimalt, og det ligg ei utfordring hos fiskeriforskningsinstitusjonar, alle aktørar frå fangstledd til oppdrettar, samt fiskeriforvaltninga, for å få til dette.

Den merksame lesar vil allereie ha notert seg at stikkorda produkt - miljø - ressurs er sentrale. Utgangspunktet er at fôrkostnadene i oppdrett i framtida vil bli sett i eit vidare perspektiv enn som ein del av kostnadene ved sjølve produksjonen i oppdrettsanlegget. Vi vil få eit samspel mellom ulike kyst- og næringsinteresser der lågast mogeleg produksjonspris sjølvsagt vil stå sentralt, men krav til produktkvalitet og omsyn til miljø og ressursar vil bli ei langt viktigare side av fôrkostnadene enn idag.

* Kjartan Sandnes arbeider ved Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt, Postboks 1900, 5024 Bergen. (Artikkelen er noko omarbeidd frå manus til foredraget "Kostnadseffektive fôr og fôringsregime" som vart halde i Bergen, 21. september 1993 i regi av Stiftelsen Havbrukskunnskap).

Produktet

Førsamansetjing og fôringsstrategi påverkar produktkvalitet. Kostnadseffektiv produksjon med eit slikt utgangspunkt er ikkje det same som oppdrett ut frå den tradisjonelle tankegangen om mest mogeleg fisk produsert med minst mogeleg fôr. Difor må forskning og næring registrere og ta omsyn til marknaden sine ynskje og krav til produktet, og kostnadseffektivitet i ein slik produksjonsstrategi vil vere nær knytt til kva pris ein kan oppnå i ein marknad som vil bli meir produkt- og prisdifferensiert enn idag. Dette betyr at oppdrettaren kan koma i ein situasjon der 80% av anlegget er sett av til produksjon for den japanske marknaden med ein fôrtype som gjev produksjonspris på 20 kroner, medan resterande kapasitet vert nytta til produksjon av ein laks til ei spesiell forretningskjede i Tyskland som krev "grøn" laks fôra med eit spesialfôr som gjev produksjonskostnad på 32 kroner per kilo. Oppdrettaren tenar best på den laksen som skal til Tyskland og vil gjerne produsera meir av den, men kvalitet og produksjon er regulert i høve til marknaden - ikkje omvendt.

Men norsk kunnskap, kompetanse og marknadsmakt tilseier at Noreg også kan vere premissleverandør, dvs. vi kan påverke marknaden til å kjøpa laks som ut frå kunnskap og naturtilhøve gjev oss konkurranseføremoner framfor andre produsentar. Eksempelvis kan vi argumentere med bruk av ferskt marint fôrråstoff frå reine norske farvatn. Ved at norsk oppdrettsnæring blir meir marknadsorientert i høve til produktkvalitet, og samstundes i stand til å legge premissar for konsum av norsk laks, vil næringa styrke sin posisjon.

Fôr og fôringsrutinar er nøkkelfaktorar i ei slik utvikling. I "den store kostnadsjakta" vil den første store utfordringa ligge i samanhengen mellom kostnadseffektive fôr- og fôringsrutiner og produktkvalitet i høve til marknaden.

Miljøet

Den andre store utfordringa er i høve til miljøet. Fiskeoppdrett i Noreg har inga framtid dersom

negative haldningar til næringa breier seg. Ein viktig føresetnad for å lukkast er at "samfunnet" vert merksam på kor viktig fiske og oppdrett - norsk kystnæring - er for landet. Vi som arbeider i og i tilknytning til næringa har eit spesielt ansvar for dette gjennom haldning, opplysning og forskning. Våre kyst- og havområde er livstrygda til våre barn og barnebarn, og vil vera det i all tid, lenge etter at den siste olje er pumpa opp frå Nordsjøen, dersom vi steller oss vel.

Ved oppdrett av laks blir fôret kasta ut i ei merd - oftast ved hjelp av automat utan kontroll av kva fisken et - og søkk. Det er svært vanskeleg å registrere fôrinntak så nøye at fôr ikkje går til botnar. Ved medisinerer får både sjuk og frisk fisk sin dose. Vi likar å seie at Norge driv det mest moderne oppdrett i verda. Paradokset er at det er korrekt, men like fullt er fôrtildelinga primitiv samanlikna med annan produksjon.

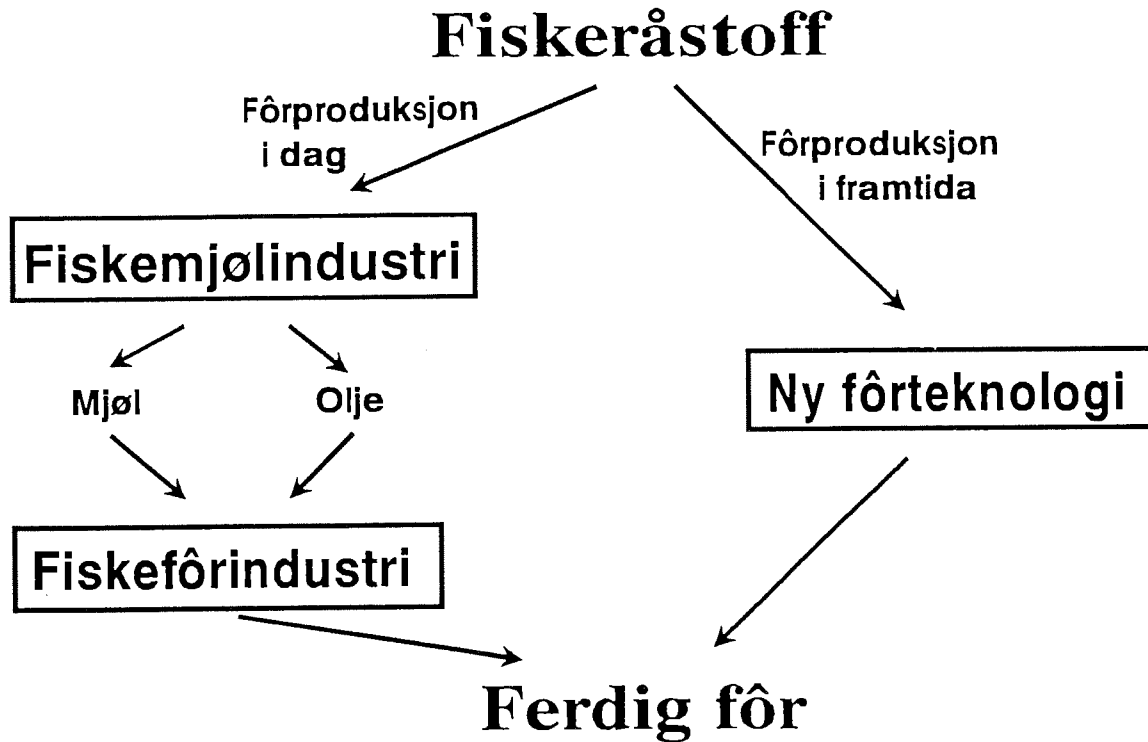
Uformer for fôringskontroll kan vere gode løysingar slik oppdrett vert drive idag. Men - med all respekt for det arbeidet som er gjort - eg trur slike åtgjerder snart høyrer fortida til. I framtida vil fôr og fôringsteknologi bli utvikla ut frå bruk av flytande fôr. Ei slik utvikling vil også innebere at førsamansetjinga kan bli endra, då fôret må tilpassast ut frå at fisken har kontinuerleg tilgang på fôr. Bruk av flytefôr som gjev god fordøying og som har god teknisk kvalitet (stabilt i vatn) vil langt på veg løysa miljøproblem rundt anlegga. Fôr vil ikkje gå til botnar, og feitt og støv i overflata vil ikkje bli spreidd. Dersom det blir naudsynt kan fôr som ikkje vert teke av fisken takast på land igjen. Ved medisinerer kan dette redusere utslepp av antibiotika dramatisk.

Flytefôr har vore prøvd før, men utan at det har blitt nokon suksess. Eg trur at tradisjon og manglande vilje og evne til forandring har hindra utviklinga. Kompetente FoU-miljø, fiskeriforvaltninga og Norges forskningsråd (NFR) i samarbeid med næringa bør ta fatt i dette, som kan bli avgjerande for "opinionen" sitt syn på fiskeoppdrett. I "den store kostnadsjakta" må dette takast omsyn til. Kostnaden ved å la det vere kan bli høg....

Ressursane

Den tredje store utfordringa ligg i rett utnytting av fôrråstoff. I ein tidlegare artikkel har eg vist til den mangel på logikk og fornuft som produksjon av fiskefôr idag byggjer på i høve til fangst av marine fôrressursar i Norge (Fiskets Gang nr. 5, 1991). Slik det er idag vert industrifisk levert

til fiskemjølfabrikkar som lagar olje og mjøl (protein) og tar bort vatnet i fisken. Desse varene vert deretter transporterte til fôrfabrikkar som blandar olje og mjøl saman att - og tilset vatn! Fiskeråstoffet vert oppvarma to gonger ved tørking i fiskemjølfabrikken og ekstrudering/tørking i fôrfabrikken fram til ferdig fôr (figur 1).



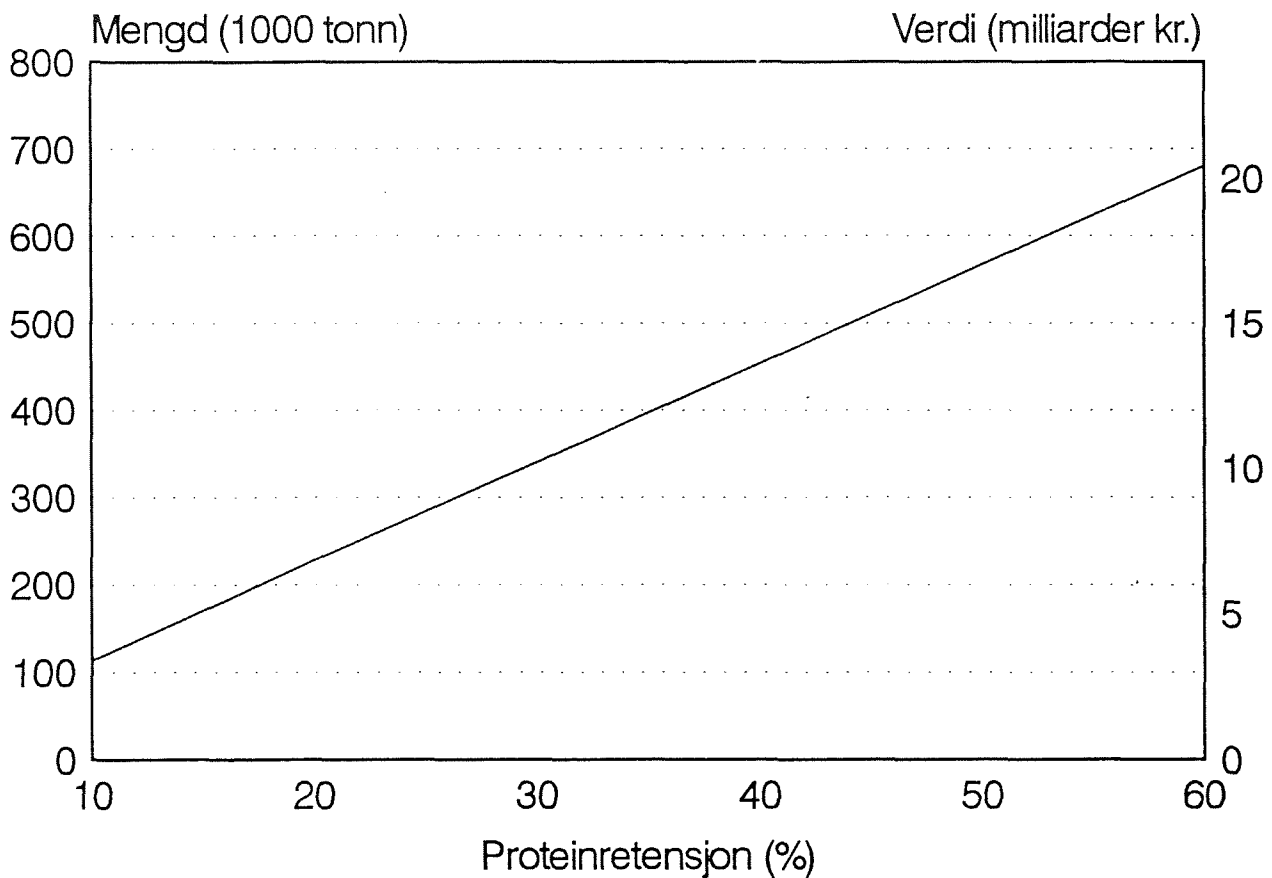
Figur 1. Oversikt over fôrproduksjon slik den vert utført idag, og slik det er grunn til å tru at den vil bli i framtida.

Outline of today's and future fish feed production

Dette er ikkje nokon logisk måte å produsere fôr på, og det er grunn til å tru at fôrkvaliteten ikkje vert optimal heller. Årsaka til at det vert gjort på denne måten ligg - som ved det å utvikle flytefôr - i tradisjon og manglande vilje og evne til omstilling. Naturtilhøve, fangstsesong og struktur i fangstflåte og oppdrettsnæring er ikkje til hinder for ei slik utvikling. Tvert om har Noreg konkurranseføremoner som kan utnyttast. Fiskar får i dag omlag 50 øre per kilo industriråstoff. Nordsjøflåten slit tungt, og det same gjer fiskemjølindustrien. Ei omlegging til direkte produksjon av fiskefôr frå fiskeråstoff vil føre til dramatiske endringar i strukturen i næringa, men spørsmålet er om det ikkje er på tide å tenkje nytt. Potensialet er til stades for at både fiskar og oppdrettar vil tene på det gjennom betre

råstoffprisar og billegare fôr.

Fiskemjølindustrien har sin bakgrunn i ei tid då norsk industriråstoff i stor grad vart seld som fiskemjøl og -olje utanlands. Idag nyttar vi det meste sjølv som fôr til oppdrettsfisk, men likevel gjer vi det på same måten. Rett nok er det kjend at både fiskemjølindustrien og fôrindustrien arbeider med alternative produksjonsmåtar for fôr, men det ser ut til at ingen av dei vågar å ta steget heilt ut. Det er mogeleg at årsaka ligg i at fôrindustrien har investert så mykje i fabrikkar bygd på ekstruderteknologi at dei ikkje ynskjer å investera i ny teknologi enno. Men den viktigaste grunnen er kanskje at fiskemjølindustri og fôrindustri ikkje ynskjer å utfordra kvarandre. Eg har tidlegare spissformulert



Figur 2. Produksjons- og verdipotensialet for laks med 170.000 tonn protein til fôr.
Potential production and value of Atlantic salmon based on 170.000 tons protein.

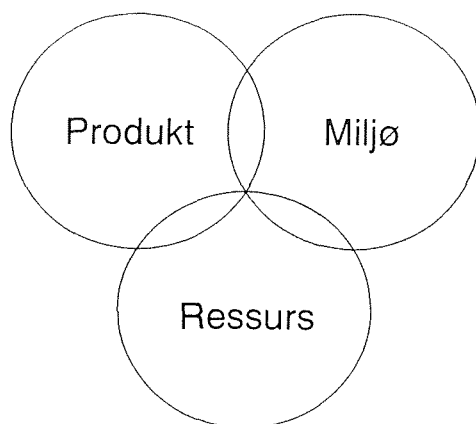
dette slik: den dagen fiskemjølindustrien lagar fôr - eller fiskefôrindustrien kjøper industrifisk direkte frå båt - vil vi oppleva ein revolusjon i norsk oppdrettsnæring. Men så lenge desse aktørane ikkje gjer noko ligg vegen open for at andre interessantar går inn i denne marknaden. Ut frå kompetanse, infrastruktur og logistikk vil eit samarbeid mellom fiskemjølindustri og fôrindustri vera det beste. Uansett er det viktig at oppdrettsnæringa, industrifiskflåten og fiskeriforvaltninga er merksame på dei alternativ som ligg føre.

Nokre tankar om utviklinga er skisserte i tabell 1. Kanskje er nokre av desse urealistiske, men gjev grunnlag for debatt og ettertanke.

Til slutt - i "den store kostnadsjakta" er det også eit spørsmål om volum. Kor mykje laks kan vi produsere med dei marine fôrressursane vi tek på land? Vi kan rekne på dette ut frå fangstdata for 1993 (Årsmelding SSF, 1993). Dette året vart det levert 12.5 mill. hl råstoff til fabrikkane,

som gav 246.000 tonn mjøl og 105.000 tonn olje. I dette råstoffet er det omlag 170.000 tonn protein. Dersom laksen utnyttar 35% av dette proteinet vil vi kunne produsere 400.000 tonn laks til ein verdi på 12 milliardar kroner for oppdrettaren som vist i figur 2 (føresetnader: 15% protein i industriråstoff og i laks, oppdrettaren får 30 kr/kilo laks). Ei proteinutnytting på 35% er sannsynleg i norsk oppdrettsnæring i dag. Ved å auke utnyttinga til 50% gjennom å utvikle ernæringsmessig betre fôr og betre utfôringsmetodar, vil vi kunne produsere 570.000 tonn laks til ein verdi for oppdrettaren på 17 milliardar kroner - med same mengd fôrstoff!

Investering i kunnskap om ernæring, fôr og fôrressursar er lønsamt. Slik kunnskap er naudsynt for å utvikle ei berekraftig og lønsam oppdrettsnæring i Noreg. Innhaldet i omgrepa produkt - miljø - ressurs (figur 3) knytt til fôr og fôring er nøkkelen til kostnadseffektiv og berekraftig produksjon i dette perspektivet.



Figur 3. Dei sentrale utfordringane for ernærings-, fôr- og akvakulturforskning i det heile - ligg innanfor desse områda i tida som kjem.
Basic challenges in nutritional, feed production and total aquaculture research lie within these fields in the years to come.

Skisse over mogleg utvikling i lakseoppdrettsnæringa fram mot tusenårsskiftet

Scenario - lakseoppdrett dei neste fem åra

- *** Marknadsorientert produksjon - volum og kvalitet
- *** Større oppdrettseiningar - større fôrleveransar - auka prispress
- *** Billegare fôr, men ikkje i høve til produksjonskostnadene
- *** Fleire fôrtypar som stettar ulike krav til produktkvalitet, helse og miljø
- *** Flytefôr vert utprøvd
- *** Samarbeid vert initiert mellom fiskemjøl- og fôrindustrien for å utvikle nye konsept for produksjon av fôr

Scenario - laksoppdrett om 5 til 10 år.

- *** Auka krav til produkt- og fôr kvalitet - og til framandstoff
- *** Ein del av laksen vert produsert "biodynamisk"
- *** Strengare miljøkrav til fôr og fôringsrutiner
- *** Fôrkostnadene utgjær framleis omlag halvparten av produksjonsprisen, men det er billegare å produsere laks
- *** Ved større oppdrettseiningar blir fôret produsert på anlegget i samarbeid med industrifiskflåten
- *** Våtfôr er teke i bruk på større anlegg
- *** Flytefôr er teke i bruk
- *** Fangst av fôrråstoff, fôrproduksjon, oppdrett, marknadsføring og sal blir etterkvart samla i integrerte einingar

Kva vil kunne hende om 10 år og framover?

- *** Produksjonskostnadene er ytterlegare reduserte, men kostnadene til fôr utgjær 2/3 av produksjonsprisen
- *** Betre fôr og fôringsrutiner er hovudårsak til at fiskeoppdrett er akseptert som miljø- og ressursvenleg produksjon av mat
- *** Lakseproduksjonen er strengt lagt opp etter tilgang på marine fôrressursar og marknadskrav til kvalitet, pris, volum og leveringstid
- *** Fôr blir produsert på anlegga der småtrålarflåten leverer råstoff
- *** Dei større fartøya produserer fôr ombord
- *** Norge har styrkt sin posisjon som lakseprodusent gjennom betre kunnskap og FoU-innsats, forvaltning og næringsutvikling enn våre konkurrentar

2.3 Hvorfor er det så lite hummer?

Gro I. van der Meeren

Hummerfiske står i en særstilling langs kysten i Sør-Norge. Egen helse og annet innbringende fiske har ingen betydning for hummerfiskets svorne tilhengere ved sesongåpningen. De fleste av disse er etterhvert eldre folk, som husker "de gode gamle dager", da "fangstene var minst en hummer pr teine og teinene ble trukket fra to til fire ganger i døgnet". Dette er nå historie. En hummer per 10 teiner eller mindre er realiteten nå for tiden (van der Meeren & Næss, 1993).

Fangsthistorien viser klart at hummerfiske er den viktigste faktoren for størrelsen på hummerbestanden. Selv med dagens minstemål blir hunnhumrene oppfisket før de blir i stand til å produsere sitt fulle potensial med førsteklasses egg, så selv med et godt potensiale, vil den naturlige gjenoppbyggingen av bestanden ta lang tid, minst 20-30 år. Dersom det lykkes å øke hummerbestanden, kan dette igjen gi grunnlag for et lønnsomt fiske. I dag er markedsverdien for den årlige registrerte hummerfangsten på 30 tonn knapt 10 millioner kr.

Dersom bestanden kom opp på førkrignivå, ville det kunne gi grunnlag for en levert årsfangst på 500 tonn med markedsverdi på 125 millioner kr. Det er flere alternative tiltak som kan settes inn, som fredningsperioder, minste- og maks-mål, fredete områder, fredning av rognhummer/ hunnhummer, utsetting av oppdrettet yngel, redskapsrestriksjoner og kvoter.

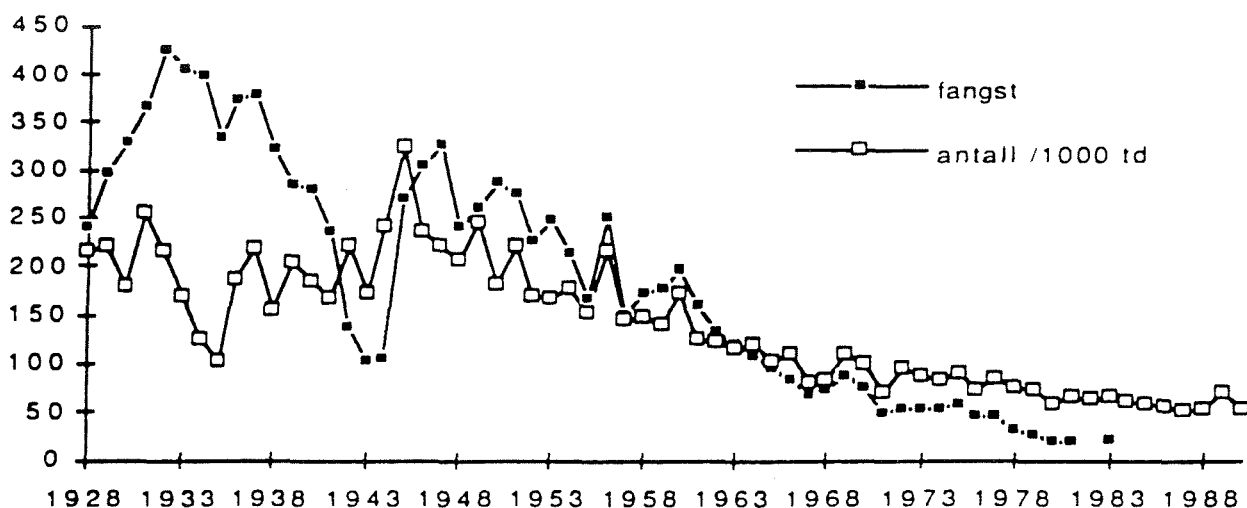
Fangst og reguleringer gjennom tidene

Hummer har vært fisket siden 1600-tallet, og fisket har alltid gått i store svingninger. De første årene ble hummeren plukket for hånd og med

Hummerbestandene er nedfisket. Hummerbestanden i Amerika er god, og det store fisket (Pezzack, 1992) har gitt grunnlag for en lønnsom næring og mange arbeidsplasser. I Europa er fangstene mindre (Saila & Marchesseault, 1980). Rundt De britiske øyer er hummerfisket likevel godt nok til å danne livsgrunnlag for heltids hummerfiskere, til tross for periodevis nedganger (Bannister, 1986).

tenger i strandkanten (Dannevig, 1936). Siden innførte nederlenderne teiner og lærte kystfiskerne til å bruke disse, for å få tak i hummer på større dyp. Den første fangstnedgangen ble notert i 1716 (Boeck, 1869). Prisen pr hummer ble doblet, for å opprettholde lønnsomheten i fisket. Fisket og fangstnedgangen fortsatte så uten regulering. Et forslag om fredningstid og minstemål i 1737 og 1790 ble ikke tatt til følge.

Napoleonskrigen medførte fiskestans 1807-1814. Fra 1815 tok fangstene seg kraftig opp til 1827/28, med påfølgende økt fiskeintensitet. Dermed minsket fangstene raskt, med halverte fangster i 1833, uten nevneverdig nedgang i fiskeintensiteten (Boeck 1869). Minstemål (8 tommer) ble forslått i 1838. Det ble innført fredningstid i 1849, med en ny oppgang i fangstene mellom 1860 og 1870, fulgt av en forbigående nedgang med bunnår med halverte fangster i 1890-årene (Appelöf 1909). Til sammenlikning var den dårligste årsfangsten for 100 år siden 10 ganger større enn årsfangstene nå. Fram mot 1930 lå årsfangstene mellom 300 og 600 tonn (Dannevig 1936). Minstemål (21 cm total lengde) ble innført i 1879, uten at dette ga registrerbar økning i bestandene. Det siste store



Figur 1. Levert fangst i tonn og antall hummer per tusen teinedøgn i Skagerrak (S. Tveite, 1991). Dette er representativt for de fleste hummerbestander langs kysten.
Landed lobsters in tons and number of lobster per thousand bow-net days in Skagerrak (Tveite, S., 1991). The figures are representative for most of the lobster stocks along the Norwegian coast.

oppsvinget kom rundt 1930 og varte til ca. 1960 (fig. 1). Etter 1930 steg fangstene og kom opp i 1 300 tonn i 1932-33 (Tveite 1991). Bortsett fra i under krigen, lå de årlige leveransene på godt over 600 tonn helt fram til 1961. De store fangstene ble forårsaket vel så meget av økt fiskeinnsats som av en god tilvekst til bestanden.

Siden 1960 har leveransene sunket dramatisk. Registreringene de seneste tiår viser imidlertid ikke reell fangst. Mye hummer fiskes og distribueres lokalt. At bestands-kollapsen likevel er et faktum, kan vi lese av fangst-pr-teine resultatene (fig. 1). Minstemålet ble økt til 22 cm total lengde i 1964. Likevel fortsatte den raske nedgangen i fangstene og nådde ca. 30 tonn årlig i 1980-årene. Der har det stabilisert seg fram til i dag, uten å vise tendens til økning. Det er ennå for tidlig å si om minstemålhevningene de se-

neste årene vil gi økt rekruttering som kan styrke bestanden.

Sesongvariasjoner

Den eksisterende fiskesesongen har sannsynligvis betydning for hummerbestandene. Høst- og vårfiske belaster ulike deler av bestanden. Dette er kjent også i Storbritannia (Thomas, 1954; J. Addison, pers. komm.). I områder der vårfiske tradisjonelt har vært forbudt, har fangstene helt til i dag vært bedre enn i de vestlandsfylkene der vårfiske er tradisjon (Tveite, 1991).

Høstfisket tar hovedsaklig hummer tett ved minstemålet. Disse er i påfallende mindretall ved vårfiske, der hovedsaklig velvoksne dyr fiskes (fig. 2). Produktive hunner med innrogn dominerer og utgjør mer enn 60 % av fangstene

Tabell 1. Fordeling (%) av hunner og hanner over minstemål tatt i fisket ved Kvitsøy, vår og høst.
Distribution (%) of male and female lobsters above minimum size. (Fishery data at Kvitsøy, spring and autumn).

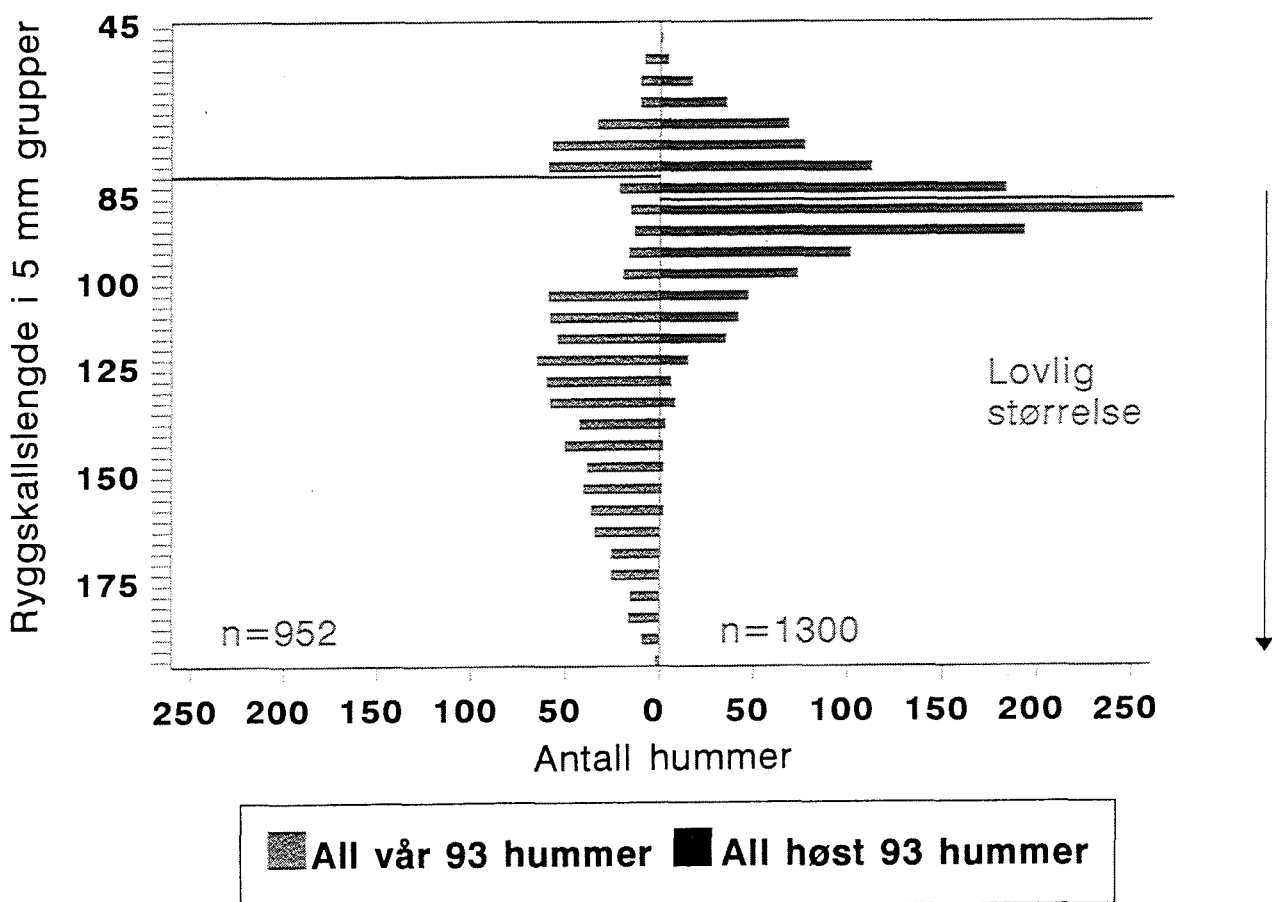
		1991	1992	1993	1994
Vår	Hunner		56.5	63.6	64.8
	Hanner		43.5	36.4	35.2
Høst	Hunner	51.3	50.4	47.5	44.1
	Hanner	48.7	49.6	52.5	55.9

(tab.1). Dette er hunner som benytter våren til å bygge opp rognen før gytingen om sommeren. Den har derfor stort behov for næring og lar seg lokke av lett tilgjengelig åte i teinene.

Rekrutteringsoverfiske og kollaps

I de første hundre årene ble det fanget tildels svært stor hummer, men i 1830 var det klart at hummeren i fangstene var blitt mindre (Dannevig, 1936). Hundre år senere var gjennomsnittsvekten av fisket hummer nede i 300-400g, men i dag har den økt til 500-700g (Tveite, 1991). Dette er et kjent bilde på overfiske. Opprinnelig besto bestanden av hovedsaklig voksne, tildels svært gammel hummer. Hos en langlivet art, vil det være relativt få rekrutter pr år for å unngå befolkningseksplosjon på sikt. Etter hvert vil fangsten tynne ut blant de eldre, og unghummeren gjør mer av seg. Det må ha vært mye unghummer i fangstene før og rett etter annen

verdenskrig. Dannevig (1936) legger vekt på at fisket var konsentrert på gode fiskefelt, med uttak av 44 % av hvert årskull i året. Det var derfor en spredt, ubeskattet reservebestand i områdene rundt fiskefeltene som sto for en betydelig del av reproduksjonen. Utviklingen i hobbyfiske og utbredelsen av motoriserte fritidsbåter endret fiskepresset i etterkrigstiden til å dekke også de mer spredte bestandene. Mange årskull av fullvoksne, reproduktive hummer ble fisket ut hvert år, uten at nye fikk komme til. Svikten i rekrutteringen i 1960-årene kan leses av den stigende gjennomsnittsvekten av fangstene. Rekrutteringen av unghummer var brukbar til inn i 60-årene, men disse rekruttene fikk ikke anledning til å reproducere selv, på grunn av det lave minstemålet (21 cm total lengde). Den gode tilgangen på unghummer må derfor ha kommet fra de eldre, topp reproduktive hunnene, som tidligere fantes i et større antall i bestandene.



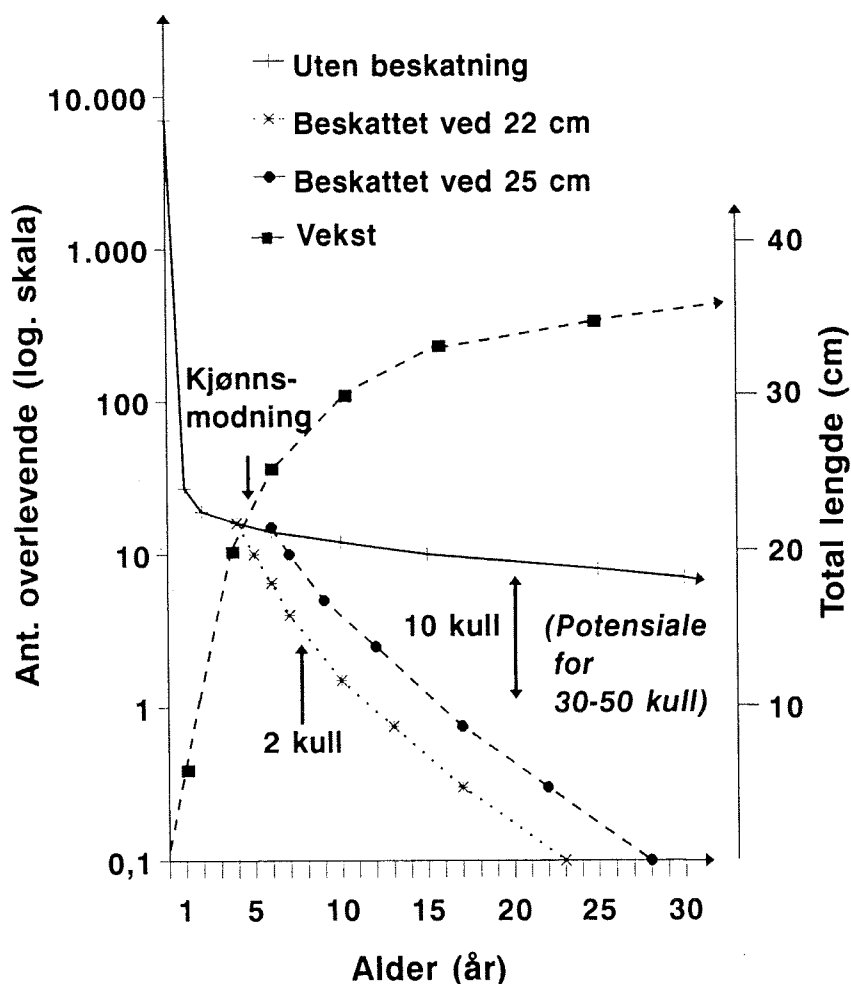
Figur 2. Fordeling av hummer etter ryggskaflengde (5 mm grupper), fordelt på vår- og høstfiske ved Kvitsøy 1993. Tilsvarende fordeling er funnet for hvert år fisket har vært registrert av Havforskningsinstituttet.
Distribution of lobster carapax length (5mm groups) in the spring- and autumn fishery at Kvitsøy, 1993. Similar distributions have been obtained for all the years IMR has collected data.

Vi vet ikke om rekrutteringssvikten har vært på grunn av mangel på stamdyr, klimatiske forhold, endringer i bunnforhold eller endringer i næringstilgangen. Flere slike faktorer kan også ha samvirket for å bidra til bestandskollapsen, men fisket må ha hatt en betydelig effekt.

At rekrutteringen holdt seg oppe såpass lenge, til tross for fiskepresset, kan ha sammenheng med hummerens imponerende livslengde. I tillegg ser det ut til at hummer-hunner ikke har noen "overgangsalder". Rekrutteringen til hummerbestanden kan derfor bli opprettholdt gjennom flere tiår av stadig eldre mordyr, klekt i første halvdel av dette århundre, før fiskepresset nådde

de store høyder i 30- og 50-årene. Disse kan ha utgjort en stigende andel av bestanden, mens fisket hindret unghummeren i å nå reprodutiv alder. Etterhvert vil alder i tillegg til fiske også tynne ut antallet av disse gamle, men produktive humrene. Dette kan forklare hvorfor rekrutteringen kollapset først i 60-årene, etter 30 år med intensivt rekrutteringsoverfiske.

Sammenbruddet i 70-årenes fiske kan altså være resultatet av en varig rekrutteringssvikt i hummerbestandene, oppstått allerede tidlig i 60-årene. Enkeltstående nullår på grunn av dårlige temperaturforhold i larvefasen, ville ikke ha vært registrerbare i en sunn bestand, på grunn av hum-



Figur 3. Tenkt livsløp og reproduksjon hos ett hummerkull på 7000 nyklekte larver, der sju overlever til kjønnsmoden alder. Kurver for antall overlevende over tid er vist for ubeskattet kull, minste mål ved 22 cm, og 25 cm. I tillegg er en vekstkurve satt inn for å indikere alder på hummer av gitt størrelse.

Modelled life span and reproduction of one year class (7000 larvae) where seven survive to maturity. Survival is modelled for non-catches and catches with legal size 22 and 25 cm. Additional growth curve is given to indicate age at various sizes.

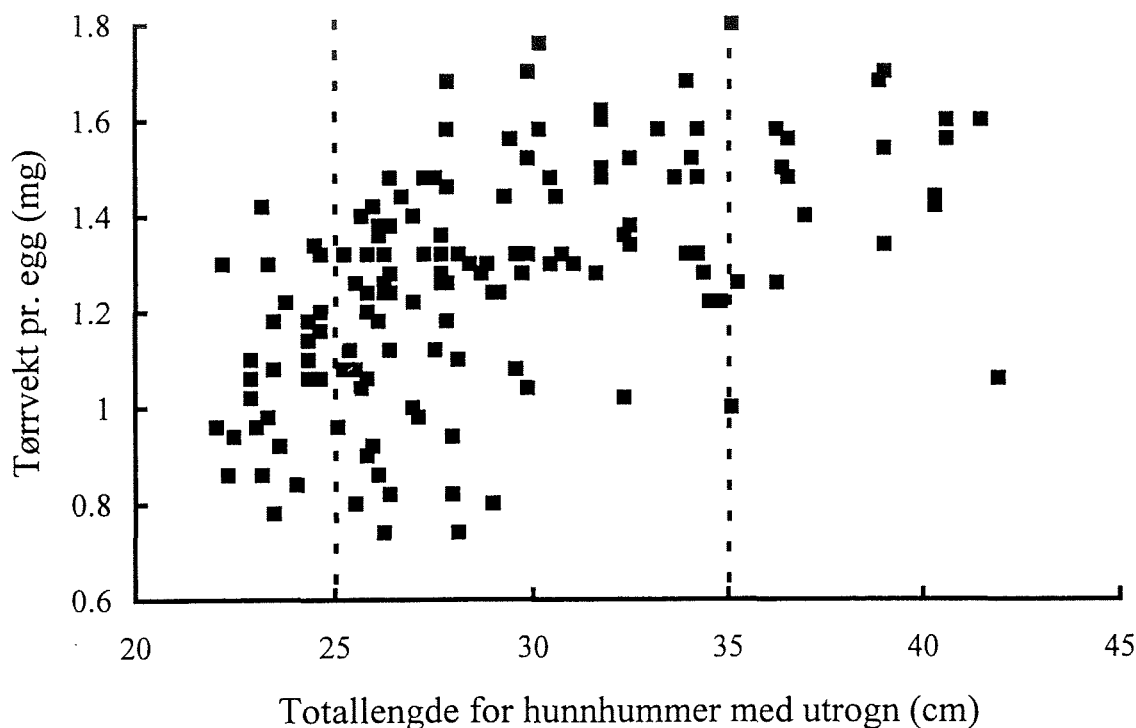


Fig. 4. Sammenheng mellom størrelsen på morhummeren og produktiviteten i form av tørrvekt på eggene hennes (data fra Ingebrigt Uglem).
The relation between size of female lobster and fecundity (total egg dry weight). (Data from I. Uglem)

merens høye alder og store vekstvariasjon innen hver årsklasse. Nullår gir imidlertid store utslag i nedfiskete bestander. Dersom et enkelt årskull likevel skulle slå til under slike forhold, vil dette tre til fire år etter klekking, framstå som mye, men stadig større undermåls hummer i fangstene. Etter ytterligere tre til fire år vil en få to til tre år med bedre fangster, men etter 10-15 år vil hele kullet være så godt som oppfisket. Kullet vil på så kort tid ikke ha hatt stor nok produksjon til at den får betydning for bestanden på lang sikt, så lenge fiskepresset tar ut årskullet før tilstrekkelig mange har nådd høyproduktiv alder. Vi ser dette i dagens fiske. Informasjon fra fiskere tyder på at det er et vellykket kull, utklekt rundt 1990, på vei inn i fangstene i årene som kommer. Dette må ikke tas som et tegn på at bestanden som helhet er voksende.

Dagens minstemål fremmer ikke god rekruttering

Det er rekrutteringsoverfiske som må ta hovedskylden for at hummerbestanden er på et

minimumsnivå i Norge i dag. Tveite (1991) har vist at i de begrensede områder langs kysten der hummeren naturlig klekket ett kull minst en gang før de nådde minstemålet, var fangstene mer stabile enn der hummeren ble kjønnsmoden først etter nådd minstemål. Økt minstemål (85mm ryggsallengde/25 cm total lengde) tillater nå hunnhummer å produsere ett til to kull før de er fangstbare i hele utbredelsesområdet i Norge. Fiskepresset vil begrense videre produksjon til i høyden to til tre kull til, altså opptil fem yngelkull, mot vel 50 eller mer, som er naturlig for arten (fig. 3). Det beskytter ikke de mest produktive hunnene. Til tross for økt minstemål må vi altså forvente at bestandsøkning på grunnlag av svak naturlig rekruttering vil ta svært lang tid.

Det finnes ennå ingen sikre metoder for å bestemme alder på krepsdyr, og vi vet ikke hvordan alderen til mordyret påvirker kvaliteten til yngelen. Eksisterende kunnskap tyder på at hunnene må nå en lengde av ca 100 mm ryggsallengde (ca. 30 cm total lengde) før de får egg av toppkvalitet (fig.4). Dette tilsvarer trolig minst

10 år gammel hummer. Resultat fra utsettingsforsøk antyder at da minstemålet var 22 cm, ble 98 % av et årskull oppfisket før fylte 10 år (fig.5). Med 25 cm skjer sannsynligvis det samme senest innen hummeren er 15 år. Dermed er det de færreste hunnene som når opp til "rugehøne"- størrelse. (fig.3).

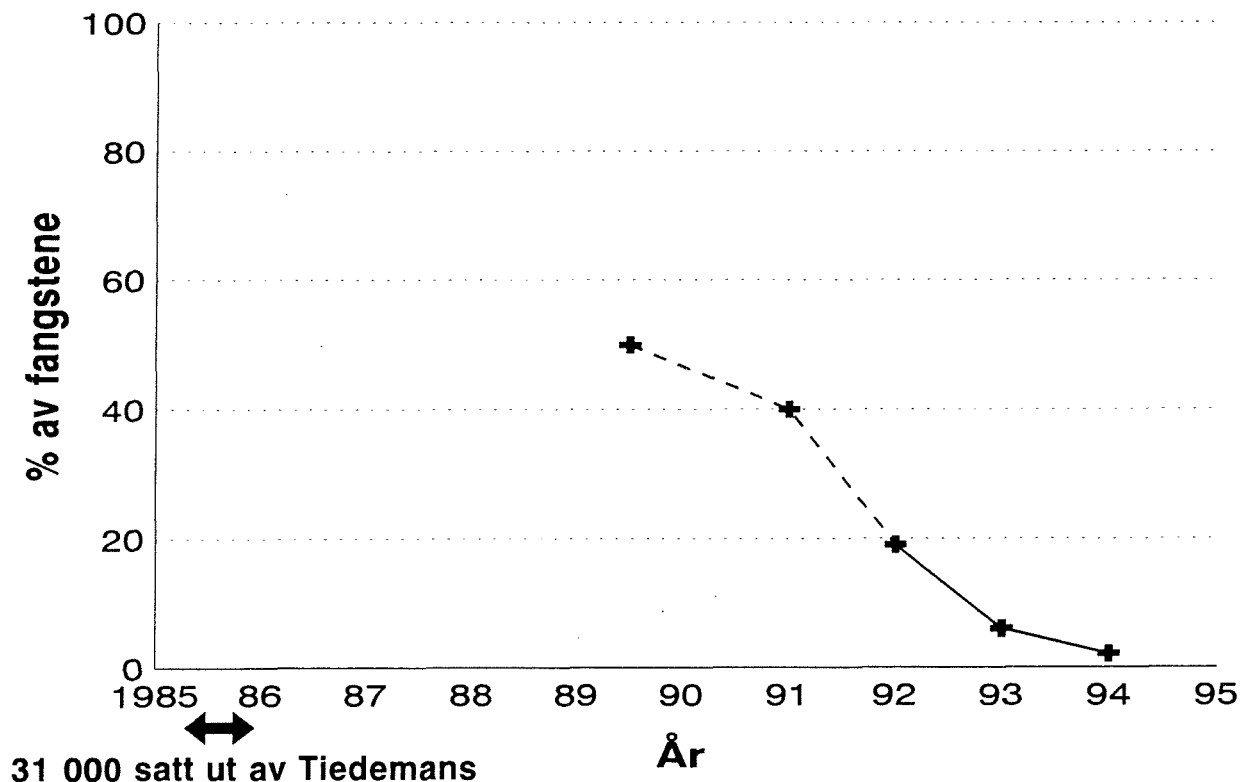
Den lange levetiden og tidsforløpet fra klekking og til rekruttering til fiske, har gitt problemer for forvaltningen. Det vil ta ca. 8 år fra yngelrekrutteringen svikter helt, til det registreres i fangstene. I mellomtiden har bestanden blitt tappet for eldre, høyproduktive dyr, uten at nye kommer til. Selv med en betydelig lavere fiskeintensitet i de senere år, har det ikke vært noen bestandsøkning, som registrert tidligere i hummerfiskets historie etter redusert fangst-innsats. Dette kan tyde på at bestanden har nådd

et kritisk lavmål, som gjør gjenoppbyggingen av bestanden tidkrevende og avhengig av bedre grunnkunnskap om hummerens biologi.

Stort naturlig rekrutteringspotensial

For å opprettholde en stabil bestand, vil det være tilstrekkelig at hver hunnhummer etterlater seg mellom en til to fullvoksne etter-kommere. For dyr med livslengde på over 50 år, vil det derfor være naturlig at hver hunn har en svært lav yngelproduksjon pr år. Dersom en hunnhummer får så mye som tre selvproduserende hunner per år, kan det teoretisk etter 50 år fra stammoren klekker sitt første kull, være opp til 10 000 voksne hummer, inkludert stammoren (fig.6). Det er altså ikke noe i veien med rekrutteringspotensialet til arten.

Andel hummer med doble sakseklør i høstfangstene (Timarhummer)



Figur 5. Årlig andel av to årskull utsatt hummer i ordinære fangster ved Kvitsøy. Hummeren var satt ut som ettårig yngel ca. tre år før første gjenfangst.
The proportion of released lobsters (two year classes) in the ordinary fishery at Kvitsøy. The lobsters were released as yearlings, ca. three years before the first recaptures.

Her står forvaltning og forskning framfor store utfordringer. Mer kunnskap er nødvendig for å trekke opp langsiktige forvaltningsstrategier, men det må gjennomføres strakstiltak som beskytter den reproduktive delen av bestanden.

Referanseliste kan innhentes hos Gro I. van der Meeren, Havforskningsinstituttet, Austevoll havbruksstasjon, 5392 Storebø.

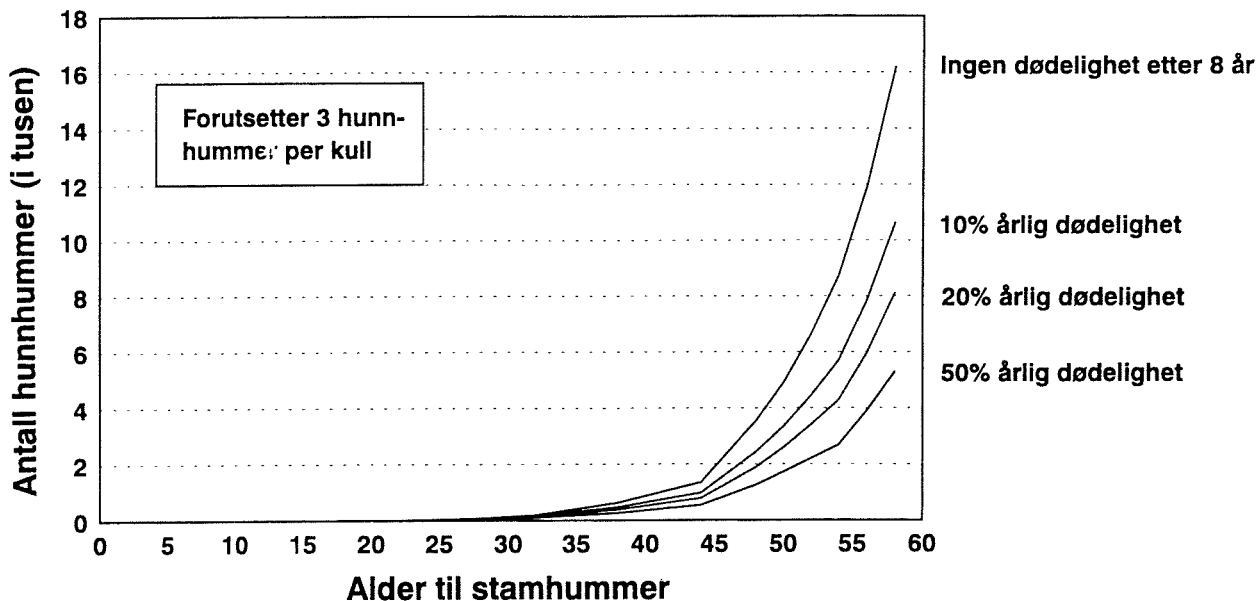


Fig. 6. Teoretisk utregning av bestandsøkningen fra en enkelt stamhummer, dersom tre hunner overlever fra klekking til egen kjønnsmodning. Ulik prosentvis dødelighet er foreslått. A. Dannevig (1936) beregnet naturlig dødelighet til ca. 2%. (Beregnet av Ove Skilbrei).
Theoretical model of the impact on the stock by one single female lobster, assuming three females surviving from hatching to maturity. Different mortality rates are suggested.
A. Dannevig (1936) estimated natural mortality to be ca. 2%. (Modeled by O. Skilbrei)

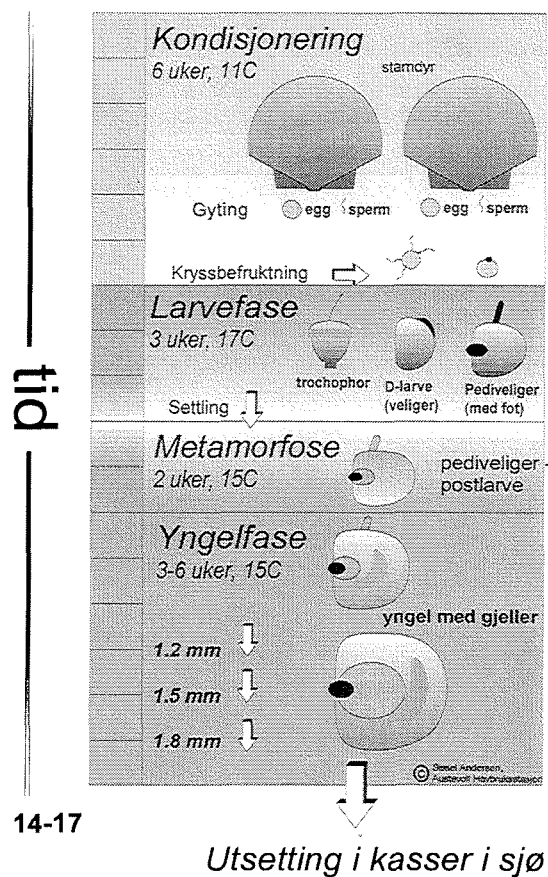
2.4 Stort kamskjell - en miljøvennlig art med stort potensial langs vestkysten av Norge

Sissel Andersen

Produksjon av skjell gir liten belastning på miljøet. Etter at yngelen er satt ut i sjøen lever skjellene av næringspartikler i sjøvannet, og man slipper unna både fôrutgifter og spillfôr. Verdensmarkedet for skjell er stort, men

både konsum av og fiske etter kamskjell har liten tradisjon i Norge. Allikevel er utviklingen av en ny kystnæring i startgroppen, selv om tilgangen på bevilgninger har vært liten.

Intensiv produksjon av kamskjellyngel



Figur 1. Skjematisk oversikt over produksjonslinje for 2 mm yngel. Varigheten på de ulike fasene er sterkt temperaturavhengig, men standardtemperaturer er oppgitt.
Outline of the production of 2 mm King scallop spat. The duration of the different stages is strongly temperature dependent. Standard temperatures are shown.

Produksjon av kamskjell i Norge har inntil nylig vært begrenset av tilgang på yngel. Forskning og utvikling ved Universitetet i Bergen og senere Havforskningsinstituttet, har imidlertid gitt gode resultater. Det er nå mulig å produsere en - to millioner salgsklar yngel årlig, men dette volumet må økes med en faktor på fem for å drive lønnsomt i kommersiell skala. For å nå dette målet innen tre - fem år, må det legges en betydelig innsats på forskning og utvikling.

Intensiv produksjon av yngel er nødvendig

Yngel av kamskjell kan samles inn fra sjøen i egne yngelsamlere, eller produseres intensivt i klekkeri (figur 1). Innsamling forutsetter høye tettheter av de naturlige bestandene, og vil allikevel gi store variasjoner i tilgangen på yngel. En intensiv produksjon er derfor nødvendig for å ha en stabil tilgang på yngel. Frankrike har drevet med utvikling av en intensiv produksjon av kamskjellyngel i snart 20 år, og kan produsere tre - fire millioner yngel årlig dersom de bruker antibiotika i larvefasen. Ved Universitetet i Bergen ble forsøk på tilsvarende produksjon startet for nesten 10 år siden etter mønster fra Frankrike. I dag beherskes produksjonen fram til yngelen skal ut i kasser i sjøen (2-5 mm), uten bruk av antibiotika i prosessen.

Kamskjellyngel er "plante"-spisere

I produksjonen av kamskjellyngel brukes excellede alger dyrket i volumer på flere hundre liter til fôr. Fôret blandes av minst tre arter for å dekke næringsbehovet på de ulike trinn i produksjonen. Produksjon av algefôr er svært arbeidskrevende, og det kreves gode rutiner for å holde en konstant produksjon av høy kvalitet. I sjøen lever skjellene både av alger og av andre næringspartikler som de filtrerer fra vannet med gjellene.

Gode egg lages ikke over natten

Stamdyrene som brukes i produksjonen hentes inn fra naturlige bestander mange uker før gyting planlegges. De legges i gjennomstrømmingskar hvor miljøet holdes mest mulig

konstant i de seks - ti ukene denne kondisjoneringen varer og gonadene blir gyteklare. Gyting kan startes ved at vanntemperaturen heves.

Det kan være problemer med gyteresultatet til visse tider på året både i norske og franske klekkerier. Det ser ut til at tilstanden til gonadene når stamdyrene tas inn, har stor betydning for gyteresultatet etter kondisjonering. I følge Siri Hanson, tidligere daglig leder ved skjellklekkeriet på Rong (UiB), var klekkingen noe dårligere enn forventet i 1994. Dårlig utgangsmateriale (stamdyr) etter en relativt kald vinter oppgis som mulig årsak. Undersøkelser i Frankrike har vist at gonademodning styres av både lys, temperatur og førtilgang.

Eggstadiet varer kun i noen timer

Etter ca. ett døgn har allerede egget utviklet seg til en svømmende larve. Hos kamskjell skjer det ikke en klekking som hos fisk, men overlevelse til dag 3 etter befruktning kalles i produksjonsammenheng for "klekking". I storskalklekkeriet er 10-40 % regnet som normalt, mens erfaringer fra Austevoll havbruksstasjon om våren i 1993 og 1994 viser at klekkingen her er 40-80 %. Kondisjoneringsforholdene har vært like ved de to klekkeriene, med unntak av daglengden. Den har vært satt til 12 timer ved Austevoll havbruksstasjon mens man på Rong (UiB) har benyttet naturlig dagslys, som gir kortere lysperioder om våren.

Larvene svømmer fritt i tre uker

Allerede i 1990 og 1991 var resultatene for larvefasen i utviklingsprosjektet på Rong gode, i gjennomsnitt 25% overlevelse fra dag 3 ("klekking") til metamorfose nesten 20 dager seinere. I 1993 var det varierende resultater i larvefasen, med høyeste overlevelse i mai-juni (13-33 %) og dårligst i juli (0-1.8 %). Det har tidligere vært problemer med larvegrupper i juli. Ved Austevoll havbruksstasjon har overlevelsen i larvefasen vært noe lavere enn på Rong, 0-12 %. Kanskje forskjellen i produksjonsvolumene kan forklare forskjellen i overlevelse: i Austevoll er larvetankene på 300 l, mens de er 800 l på Rong.

Larvene får fot før de setter seg fast

Når larvene ikke passerer 150 µm planktonduk, og snittstørrelsen er omtrent 240 µm, tas de ut av larvetankene til settling og viderevekst i siler med planktonduk. Da har larvene utviklet en fot som de bruker til å dra seg bortover et underlag med. Omtrent 25-50% av larvene sitter fast på silene etter to uker. Kamskjellyngelen er fastsittende inntil den er nærmere 15 mm. Rett etter settling starter metamorfosen, og larven tar ikke opp næring på flere dager mens den utvikler gjeller som spiseapparat. Dersom den ikke har energilager stort nok, er den ikke i stand til å metamorfosere. Rutiner ved larvehåndtering som senker stresset og dermed respirasjonen hos larvene før settling, vil kanskje bedre overlevelse etter metamorfosen.

Fastsittende postlarver og yngel vil ha rikelig med vann

Inntil 1990 var høy dødelighet hos postlarver (0.4-2.0 mm) et generelt problem. Ved å øke vann- og fôrgjennomstrømming hos yngelen etter mønster fra franske klekkerier, og samtidig bedre kvaliteten på larvene, ble resultatene for utviklingsprosjektet til Universitetet i 1990 og 1991 bedret. Forsøk med postlarver ved Austevoll havbruksstasjon i 1991, viste også at tilførsel av overflatevann med naturlig fyttoplankton økte veksten. Overlevelse fra settlingsklare larver til 2 mm yngel i skjellklekkeriet på Rong varierte i 1993 mellom 2 og 21%, med et snitt på 13%. Resultatet fra Austevoll samme år var 18% for en gruppe som ble produsert til forsøk. Et omfattende forsøk ved Austevoll havbruksstasjon i 1994 viste at postlarvene trenger god gjennomstrømming i silene, men at fôrkonsentrasjonen kan halveres uten at det gir dårligere overlevelse og vekst.

Yngel større enn 2 mm tåler temperaturer ned mot 7-8°C

Siden 1990 har det vært produsert nok yngel til å undersøke overlevelse og vekst etter utsetting av yngel fra klekkeri til sjø. Utviklingsprosjektet (UiB) satte våren 1991 ut en liten gruppe yngel som var temperaturakklimatisert før utsett-

ingen på Rong. Disse resultatene indikerte at akklimatisering kan øke overlevelse etter utsetting, mens et akklimatiseringsforsøk sommeren 1993 utført ved Austevoll havbruksstasjon ikke viste noen effekt av temperaturakklimatisering. Overføring av yngel i mai 1994 ved 5.4°C i sjøen resulterte i lav overlevelse (1-5%), selv etter akklimatisering (utviklingsprosjektet, UiB). Det ble imidlertid ikke observert stor dødelighet ved en overføring til sjø ved 7-8°C i månedsskiftet juni-juli 1994.

Sommeren 1993 ble det også utført et forsøk av Universitetet og Havforskningsinstituttet for å teste effekt av ulikt utstyr og yngelstørrelse ved overføring til sjø. Dette forsøket ga generelt gode resultater: av nesten 50.000 yngel overført var 33% i live og større enn 5 mm etter 12-13 uker. Variasjonen mellom beste og dårligste gruppe (av åtte) var 20% og 43% overlevelse. Forsøket viste at i en yngelgruppe med snittstørrelse 2 mm, var det høyest overlevelse hos yngelen som var større enn 1mm.

Yngelen selges til oppdretter når den er 15 mm

Dersom 2 mm yngel settes ut i sjø på sommeren, er den salgsklar allerede om høsten samme året (figur 2). Hittil har man liten erfaring med tilvekst av 2 mm yngel i sjø, da tilgangen på materiale har vært begrenset. Imidlertid viste yngel overført til sjø sommeren 1993 god overleving fram til våren på tross av en lang og kald vinter.

Kamskjellyngel på kystbeite når den er 5 cm

Når yngelen er 15 mm må den dyrkes i nett på bøyestrek ett - to år (mellomkultur) til den er ca. 5 cm før den kan settes ut på beite på havbunnen. Bøyestrek er vist i figur 3. Det vil ta tre - fire år fra yngelen selges til oppdretter før skjellet når markedsstørrelse på 10 cm. I Japan er kostnadene ved kystbeite beregnet til å være en tredjedel av kostnadene ved hengende kulturer. Forskningsmiljøer fra flere land, deriblant Norge (HI), undersøker nå mulighetene for å senke tapene og øke utbyttet ved bunnkultur. Pro-

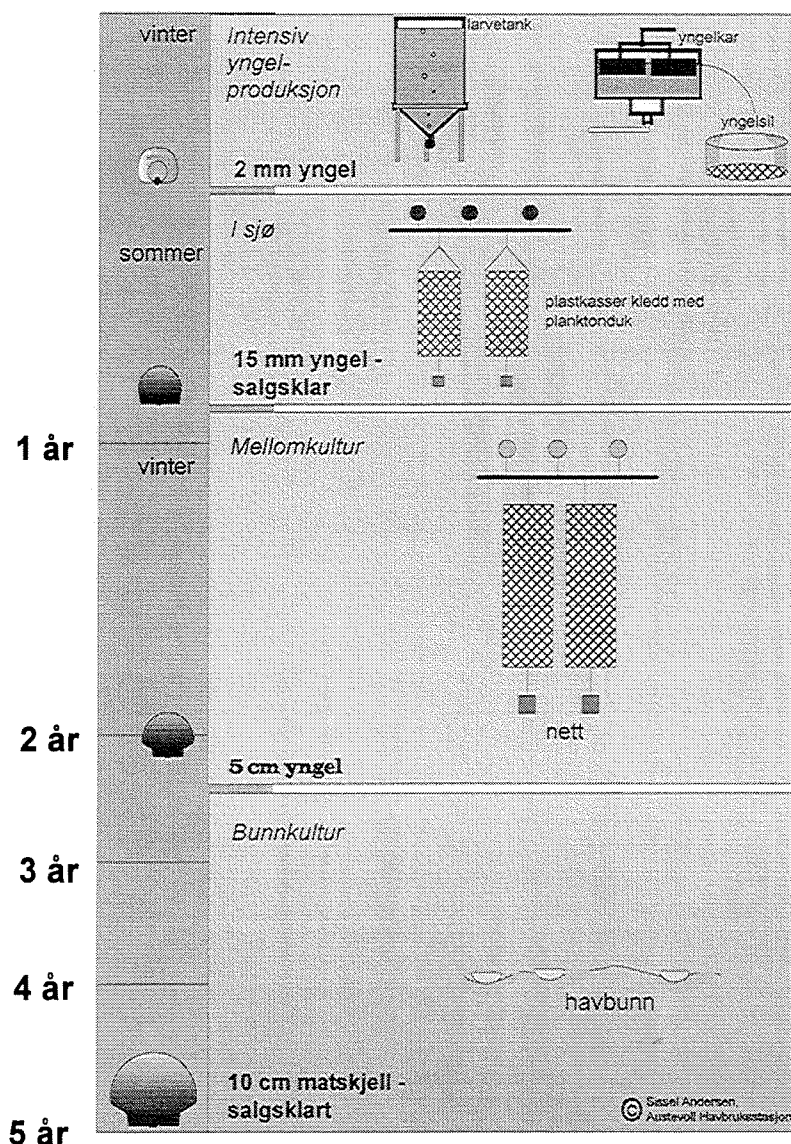
blemene synes hovedsakelig å være at yngelen er utsatt for rovdyr som krabber og sjøstjerner. Disse vil kunne gi stor dødelighet i et kamskjellfelt, særlig før skjellene er 5 cm.

Sykdomsfrie norske bestander?

Ulike sykdommer og parasitter er påvist i skjell-

bestandene i Frankrike, noen med katastrofale følger for østersbestanden. Siden 1990 har HI arbeidet med smitteoverføring og immunforsvar hos skjell, etter kompetanse-overføring fra IFREMER i Frankrike. Det har i den forbindelse også vært arbeidet med stort kamskjell. Så langt er det ikke påvist sykdom eller parasitter på norske kamskjellbestander, noe som kan være et

Produksjon av stort kamskjell



Figur 2. Produksjon av stort kamskjell. Tiden fra 2 mm til 10 cm vil kunne variere med ett år mellom ulike lokaliteter.
Production of King scallop. The production time from 2 mm to 10 cm is ± 1 year depending on locality

sterkt kort i markedsføringen av norske produkter.

Hva må til nå?

Pr. januar 1995 har vi en produksjonslinje for 2 mm yngel som kan gi flere millioner yngel hvert år. Det er allikevel store svingninger i resultatene for de enkelte faser i linjen, noe som viser at behovet for videre forskning og utvikling er stort før et fullskala anlegg kan kommersialiseres. Flere problemer må løses for å gi en mer stabil produksjon av 2 mm yngel, og for å kunne sette yngelen ut i sjø også om våren. Det er også gjort for få undersøkelser med yngel 2-15 mm. Følgende områder i yngelproduksjonen må prioriteres i de neste fem år, for å kunne gi en stabil leveranse til oppdretter:

- *** sesonguavhengig gytesuksess
- *** synkronisert og økt settling av larver
- *** utstyr ved utsetting av yngel i sjø
- *** overføring av yngel til sjø om våren
- *** teknologi for tilvekst av yngel 2-15 mm

Dersom bunnkultur skal utvikles for norske forhold, må predasjon, bevegelse, bunnforhold og fangstteknikk undersøkes. Slike undersøkelser krever at det blir produsert et stort antall yngel, og derfor må driften av et fullskala klekkeri sikres.

Hvis vi ønsker salg av levende skjell til EU, må helsekontrollen etableres etter EUs normer. Vi har i dag ikke noe permanent system som tilfredsstiller de europeiske kravene til helsekontroll av skjell. Dette vil dermed måtte bli et vesentlig utviklingsområde for Norge på veien mot en ny næring. Ved Havforskningsinstituttet eksisterer det allerede kompetanse på skjell-sykdommer, noe som gjør det mulig å "ligge i forkant" av utviklingen av en næring som må ha sykdomsfrihet som et av sine sterkeste kort.

Foto: Kamskjell på havbeite kan bli svært verdifullt. langs norskekysten har vi gode naturgitt områder for slikt oppdrett og verdensmarkedet er stort. Bare Frankrike importerer 70.000 tonn kamskjell i året fra Asia.

Photo: Sea ranching of King scallop on the Norwegian shoreline might be valuable. The natural conditions are good and there is a big international market. For instance, France imports 70.000 tons of King scallop from Asia every year.



