

FISKEN OG HAVET, SÆRNUMMER 3 - 1996  
ISSN 0802 0620

# **HAVBRUKSRAPPORT**

# **1996**

**Redaktør**  
**Geir Dahle**

**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**

**Mars 1996**

# INNHold

---

<b>FORORD</b> .....	5
<b>SAMMENDRAG</b> .....	7
<b>SUMMARY</b> .....	8
<b>I. OVERSIKT OVER ARTER I NORSK OPPDRETT</b>	
1.1 Laksefisk .....	9
1.1.1 Laksefisk smoltproduksjon .....	11
1.1.2 Laksefisk matfiskproduksjon .....	11
1.1.3 Helsesituasjonen for laksefisk .....	11
1.1.4 Miljøeffekter av lakseoppdrett .....	15
1.1.5 Havbeite laks .....	15
1.2 Kveite .....	18
1.2.1 Kveite yngelproduksjon .....	18
1.2.2 Kveite matfiskproduksjon .....	19
1.2.3 Kveite helsesituasjon .....	20
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 .....	30
1.6 Piggvar .....	32
<b>2. UTVALGTE EMNER</b>	
2.1 Genmanipulering/genmarkører (Geir Dahle) .....	33
2.2 Skjelltoksiner (Tore Aune) .....	37
2.3 Lakseforskning (Geir Lasse Taranger).....	40

# 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 Fiskeridirektoratet, Fiskeriøkonomisk avdeling. Datagrunnlaget for andre arter enn laksefisk er hovedsakelig innhentet direkte fra oppdrettere og er følgelig ikke offisielle tall, men står for redaksjonens regning. For synspunktene som fremkommer i de tre utvalgte emnene er forfatterne

ansvarlige.

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 rapporten. Der ikke annet er nevnt arbeider forfatterne ved Havforskningsinstituttet, Senter for havbruk.

Arbeidet med rapporten er blitt ledet av en redaksjonskomité bestående av Geir Dahle (redaktør), Erik Slinde og Kari Østervold Toft.

Laksefisk (smolt og matfiskproduksjon)	Tom Hansen
Laksefisk helsesituasjon	Johan Glette
Laks havbeite	Ove Skilbrei
Miljøeffekter av lakseoppdrett	Arne Ervik
Kveite yngelproduksjon	Kjell Naas
Kveite matfiskproduksjon	Stig Tuene
Kveite helsesituasjon	Øivind Berg
Produksjon av stort kamskjell	Øyvind Strand
Torsk yngelproduksjon	Terje Svåsand
Torsk matfiskproduksjon	Terje Svåsand
Torsk havbeite	Terje Svåsand
Hummer	Ingebrigt Uglem
Piggvar	Kjell Naas

# SAMMENDRAG

---

**Den norske produksjonen av laks oversteget 250.000 tonn i 1995. Dermed sto norske oppdrettere også i 1995 for mellom 50 og 55% av verdens lakseproduksjon. Interessen for matfiskoppdrett av kveite økte kraftig i 1995. Men sykdomsutbrudd hos de fleste store produsentene førte til stor mangel på yngel.**

**I 1995 ble det produsert 2,5 millioner kamskjellyngel ved skjellklekkeriet i Øygarden. Dyrking av stort kamskjell ser ut til å være bedre i bunnkultur enn i hengende kulturer. Hummer som ble satt ut ved Kvitsøy, i 1990 utgjorde 21,8% av fisket høsten 1995.**

Produksjonen av laks dominerer norsk oppdrettsnæring. Vel 250.000 tonn ble produsert i 1995. Et dramatisk prisfall førte imidlertid til at eksportverdien bare økte med 10% til tross for solid økning i eksportert kvantum. Det produseres i dag mer laks enn kjøtt i Norge. Økningen i lakseproduksjonen skyldes økning i smoltutsettet, generelt god helse hos fisken og redusert svinn. Dessuten synker produksjonskostnadene dramatisk. Bruken av antibakterielle midler økte fra 1,4 tonn i 1994 til 4,0 tonn i 1995. Dette skyldes økning i antall utbrudd av vibriose og kaldtvannsvibriose, noe som trolig kunne vært unngått ved riktig vaksinasjon.

Produksjonen av kveiteyngel gikk ned i 1995. De største yngelprodusentene fikk sykdomsutbrudd, i tillegg var det problem med tilgang på levende fôr. I 1995 ble hovedtyngden av kveiteyngel startfôret med naturlig dyreplankton i poser eller store kar. Interessen for matfiskproduksjon av kveite økte sterkt i 1995, blant annet fordi det i 1994 viste seg at også kveite kan oppdrettes i åpne merder. Ved inngangen til

1996 hadde 15 oppdrettere kveite i åpne merd-anlegg. Ett år tidligere fantes bare ett slikt anlegg. Størrelse og vekst varierer sterkt hos kveite. Dette tyder på at det kan være gunstig å vrake dårlig yngel og å avle for økt vekst. Kveite utnytter fôret bedre enn laksen og jo mer den spiser, jo bedre utnytter den fôret.

Kamskjell, som har vokst til 50 mm etter ett til halvannet år i kasser eller nett, overlever godt når de blir satt fritt ut på bunnen. Forsøk i Sør-Trøndelag har gitt høy gjenfangst av kamskjell mellom sju og ti cm etter halvannet år i bunnkultur. Alt tyder på at dyrking i bunnkultur har større potensial enn dyrking i hengende kulturer. I 1995 er det satt igang et prosjekt for å overvåke helsen til østers. Dette skal resultere i en permanent helsekontroll av skjell.

Tilgangen på dyreplankton er den største flaskehalsen i yngelproduksjon av torsk. Yngel kan overleve bedre og produksjonen kan bedres dersom den kritiske perioden der yngelen er avhengig av levende fôr blir kortere. Ny forskning har vist at også torskens kjønnsmodning påvirkes av lyset. Dette gir nye muligheter for å produsere fisk av god kvalitet i ønsket tid. Lønnsomhetsberegninger basert på nye vekstmodeller har vist at torskeoppdrett kan bli lønnsomt.

Hummer som ble satt ut ved Kvitsøy i 1990 nådde minstemålet i 1995. Høsten 1995 utgjorde den utsatte hummeren 21,8% av fangsten av hummer over minstemålet. Innslaget av merket undermålshummer i fangstene var samtidig 57,8%. Dette tyder på at toppen i gjenfangst ikke er nådd. Til nå er 2,9% av den utsatte hummeren gjenfanget.

Denne rapporten refereres slik: *This report should be referred to as:*  
*Havbruksrapport 1996, Fisken og Havet, Særnr. 3 - 1996*

# SUMMARY

---

**The Norwegian production of Atlantic salmon exceeded 250.000 tonnes in 1995, this counts for 50-55% of the worlds total salmon production. There has been a strong increase in the interest in production of cultured halibut in 1995. However, diseases in the largest production plants caused lack of fry.**

**In 1995, 2,5 million spat of King scallop were produced in the hatchery in Øygarden. Culturing of King scallop seems more sucessfull in bottomcultures than in hanging cultures. In autumn 1995 lobster released outside Kvitsøy in 1990 counted for 21,8% of the catch.**

Production of salmon dominates Norwegian fish farming industry. More than 250.0000 tonnes were produced in 1995. A dramatic prize fall resulted in only 10% increase in exportvalue despite of solid growth in exported quantity. At present Norway produces more salmon than meat. The growth in salmon production is due to increased stocking of smolt in sea cages, generally good health situation and reduced losses. Additionally, the production costs decreases dramatically. The use of antibacterial agents increased form 1,4 tonnes in 1994 to 4,0 tonnes in 1995. This was due to more incidenced of vibriosis and coldwatervibriosis, a situation that probably could have been avoided by correct vaccination.

Production of Atlantic halibut juveniles decreased in 1995. The largest fry producers got diseases in their production lines, additionally there were problems in the supply of natural zooplankton. The main part of the production of halibut fry were start feeded with natural zooplankton in cages or large tanks. In 1994 it was shown that halibut can be farmed in open cages, in 1995 this caused a strong increase in the interest in production of cultured halibut. At

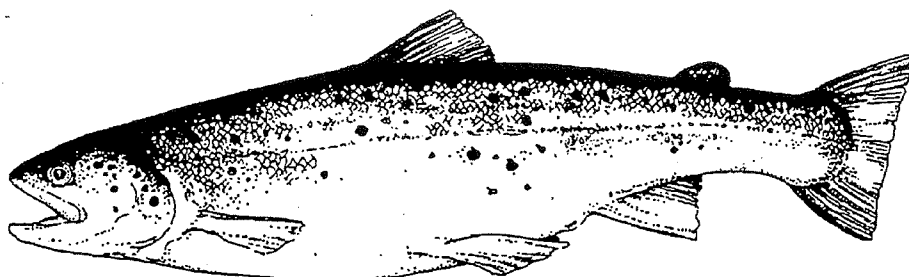
the begining of 1996, 15 producers had halibut in open cages, one year earlier only one producer used this method. Size and weigth varies much in the halibut stock. Because of this, sorting out fry of bad quality and reproduce for increased growth might be valuable. The halibut utilizes the food better than the salmon and the more it eats, the better utilizing.

King scallop, having grown to 50 mm after one to one and a half year in cages or nets, shows good survival when released on the bottom. Experiments made in Sør-Trøndelag have given high recapturing rates for King scallop between seven and ten cm after one and a half year on the bottom. It seems that growing scallop in bottom cultures has greater potential than using hanging cultures. In 1995 a project to monitor the oysters health situation started. This project will create the basis for a permanent health controll of scallops.

The limiting factor in the production of cod fry is the supply of zooplankton. The fry will reach a better survival rate and production might improve if the critical period where the fry is dependent on zooplankton is reduced. New science have shown that use of light have an impact on cod maturation. This creates new possibilities for production of fish of good quality when the market wants it. Profitability surveys based on new growth models have shown that farming of cod can be profitable.

Lobster released off Kvitsøy in 1990 reached the legal size in 1995. In the autumn fishery the released lobster counted for 21,8% of the total catach. The fraction of tagged lobser in the under legal size catches (57,8%) indicates that the main recapture is still to come. Up till now, 2,9% of the released lobster is recaptured.

## I.1 Laksefisk



Akvakulturproduksjonen i Norge (tabell 1.11) er helt dominert av laksefisk og da hovedsakelig laks. Den kraftige produksjonsøkningen i 1993 og 1994 har fortsatt i 1995. Denne økningen er delvis forårsaket av en økning i smoltutsettet, men også produksjonsmessig er næringen inne i en svært positiv utvikling med generelt god helsetilstand (kap. 1.1.3), redusert svinn og økt produsert mengde pr. utsatt smolt. Produksjonskostnadene synker også dramatisk (figur 1.1.1). Selv når vi sammenligner utviklingen i produksjonskostnad for laks med utviklingen i produksjonskostnad for svin og kylling (begge landbruksprodukter under et sterkt effektiviseringspress), kommer lakseproduksjonen gunstig ut.

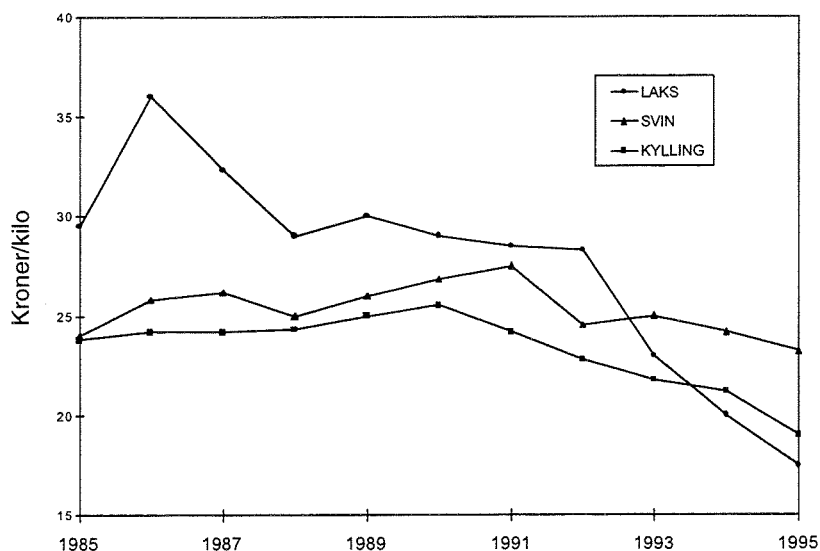
Totalt nådde lakseproduksjonen i 1995 opp i rundt 250.000 tonn. Denne produksjonsøkningen fører til at Norge opprettholder sin andel av verdensproduksjonen av laksefisk (mellom 50 og 55%, tabell 1.1.2). Verdensproduksjonen av atlantehavslaks er for 1995 anslått til rundt 480.000 tonn. I løpet av 1995 fikk vi et tildels dramatisk prisfall og selv om eksportmengden økte betydelig ble verdioøkningen av eksporten mindre enn 10%.

Norge produserer idag mye mer laks enn den totale kjøttproduksjonen fra norsk landbruk, og mer enn 20 ganger mer enn det største årskvantumet som noen gang ble fisket i verdens fiskerier på atlantisk laks.

**Tabell 1.1.1** Norges produksjon av laksefisk fordelt på år. (Data fra Statistisk Sentralbyrå og Norske Fiskeoppdretteres Forening.)  
*Norwegian production of salmonids by year. (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	207.000	14.000	400	83,0	5,4
1995*	250.000	20.000	400	98,0	8,0

\* Foreløpige tall



**Figur 1.1.2**

Utvikling i produksjonskostnad for laks sammenlignet med svin og kylling. Statistisk underlag for den grafiske fremstillingen: For laks (rund vekt), Fiskeridirektoratets lønnsomhetsanalyser og Akvaintituttet (1995). For svin og kylling (slaktevekt), Budsjettnemda for jordbruket. Modifisert etter Rolv Almklov, Norges Eksportråd. *Development in production costs for salmon compared to pork and chicken. Statistical basis for the graphic: Salmon (round weight), Directorate of Fisheries' Profitability survey on Norwegian fish farms and Aqua Institute (1995). Pork and chicken (slaughter weight), Budget Committee for farming. Modified after Rolv Almklov, Norwegian Export Council.*

Den norske produksjonen av regnbueaure kom i 1994 opp i over 14.000 tonn. Produksjonstallene for 1995 er meget usikre og varierer mye avhen-

gig av kilde. Basert på sannsynlige estimat på antall utsatte settefisk ser det imidlertid ut til at produksjonen nådde 20.000 tonn i 1995.

**Tabell 1.2**

Verdensproduksjonen av atlantehavslaks fordelt på land. Data fra Havbrukskalenderen *World production of Atlantic salmon. Data from Havbrukskalenderen.*

Land	1990	1991	1992	1993	1994	1995*
Norge	158.147	155.000	141.000	170.000	207.000	250.000
Canada	9.450	13.073	17.700	21.000	30.000	32.000
Chile	9.513	13.462	19.964	32.000	39.000	62.000
Færøyene	12.800	18.000	16.700	18.000	15.000	13.000
Irland	7.170	8.300	9.400	11.000	14.000	12.000
Storbritannia	32.350	40.593	38.000	45.000	64.000	73.000
USA	2.725	8.480	8.500	11.000	14.000	17.000
Andre	4.973	5.755	5.635	7.000	8.000	9.000
<b>Total</b>	<b>236.925</b>	<b>262.663</b>	<b>256.899</b>	<b>315.000</b>	<b>391.000</b>	<b>468.000</b>
% NORGE	67	59	55	55	54	53

\* Prognoser



### **I.1.1 Laksefisk smoltproduksjon**



Smoltproduksjonen fortsatte å øke i 1995. De foreløpige anslagene antyder at rundt 98 millioner smolt ble satt i sjø. De endelige tallene på nullåringer kan komme opp mot 19 millioner. Dette er i så fall en økning på over 50% fra 1994 og økningen utgjør omtrent halve totaløkningen

i smoltproduksjonen. Potensialet for produksjon av nullåringer ligger idag trolig opp mot 25 millioner. Selv om produksjonen av 0-åringer er mindre kostnadskrevende har dette ikke ført til lavere smoltpriser. Dette er imidlertid en utvikling som en kan forvente vil komme.

### **I.1.2 Laksefisk matfiskproduksjon**



Resultatene fra forskningen innen bruk av tilleggsbelysning har vist at rett bruk av lys gir betydelige gevinster for lakseoppdretteren. Antallet lysbrukere er vanskelig å estimere, men det er klart at antallet er klart økende. En rekke av oppdretterne vurderer reduksjonen i kjønnsmodning til å være det mest positive. Fiskeridirektoratet har kalkulert at riktig lysbruk vil redusere produksjonskostnaden med 90 øre pr. produsert kilo uten å ha tatt hensyn til reduksjonen i kjønnsmodning.

Avslutningen av året 1995 ble turbulent med trusler om anti-dumping tiltak fra EU. Norske myndigheter reagerte med å innføre fôringsstopp i seks uker. Tiltaket ble generelt sett godt mottatt fra oppdretterne og det er rapportert få brudd forbudet.

Fôrforbruket i perioden januar - november 1995 var 40% høyere enn tilsvarende periode i 1994. Dette til tross for at noen av oppdretterne hadde gjennomført frivillige tiltak i 1995. Hvis denne produksjonsøkningen er representativ for desember

1995 og januar 1996, ville fôrforbruket i seksukersperioden være rundt 45.000 tonn. Det ville innebære en tilvekst på vel 34.000 tonn.

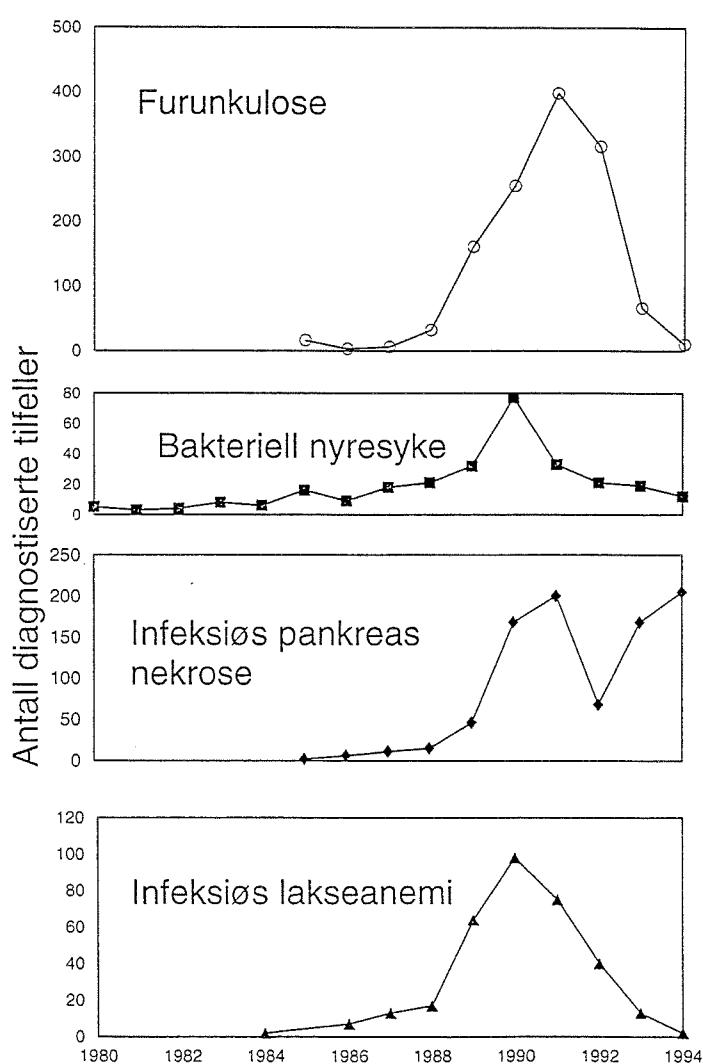
I tillegg vil en slik sulteperiode føre til en nedgang i biomasse på rundt 4-5%. Forutsatt at 170.000 tonn ble sultet, vil denne effekten bli på ca. 8,5 tonn. Effekten av sulteperioden vil følgelig bli ca. 42.500 tonn.

Antallet fisk i sjøen var i gjennomsnitt mellom 25 og 29% høyere i -95 enn i -94. Det betyr at oppdretterne har hatt en resultatforbedring på mellom 11 og 15% som følge av høyere temperatur, bedre fôring, bruk av lys, fôr og avlsframgang. Mesteparten av denne effekten kommer sannsynligvis av høyere temperaturer. Hvis 1996 blir et temperaturmessig normalår eller temperaturen blir lavere enn normalt, kan dette motvirke økningen i smoltantallet fra 1994 til 1995 (mellom 15 og 18%). En slik effekt kan sammen med fôringsstoppen, som nå er innført, føre til en stagnasjon eller til en faktisk nedgang i produksjonen.

## I.1.3 Helsesituasjonen for laksefisk



Figur 1.1.3.1 viser utviklingen for noen av de mest alvorlige sykdommer i norsk lakseoppdrett fra midten på 80-tallet og fram til 1994. Når det gjelder furunkulose, BKD, IPN og ILA var det en topp rundt 1990-91. De siste årene har antall diagnostiserte tilfeller gått nedover eller ligget på samme nivå. Unntaket her er IPN, som har vist en stigning både i 1993 og 1994. I tillegg har det de siste årene vært en økning i antall



**Figur 1.1.3.1** 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)*

diagnostiserte tilfeller av vibriose og kaldtvannsvibriose. Kaldtvannsvibriose ble påvist i fem anlegg i 1993, og i 15 anlegg i 1994. Vibriose viser samme tendens; fem anlegg i 1993 og 22 anlegg i 1994.

### Furunkulose

Furunkulose forårsakes av bakterien *Aeromonas salmonicida*. Sykdommen ble første gang påvist i Norge på midten av 80-tallet, og antall anlegg hvor sykdommen ble påvist økte og spredte seg geografisk fram til og med 1990. Etter den tid har antallet gått ned, og i 1994 ble det påvist furunkulose i ti anlegg. Dette er en nedgang fra 50 i 1993. Den kraftige nedgangen av furunkulose har flere årsaker. Den største og viktigste er uten tvil bedre vaksiner og vaksinasjonsprosedyrer. Oljebaserte vaksiner gir bedre beskyttelse mot sykdom enn de vannbaserte som ble benyttet tidligere. Ved utbrudd benyttes antibiotika.

### Bakteriell nyresyke (BKD)

BKD er forårsaket av bakterien *Renibacterium salmoninarum*. Antall anlegg med bakteriell nyresyke har ikke endret seg i perioden 1980-1994, bortsett fra en topp i 1990. I 1994 ble det påvist BKD i 12 anlegg. Det finnes ingen vaksiner mot BKD, og sykdommen er vanskelig å behandle med de tradisjonelle antibiotika. Bakterien vokser sakte, og det kan ta lang tid fra fisken smittes til den blir syk. Smitte kan overføres både horisontalt og vertikalt. Ved sykdomsutbrudd er nedslaktning og brakklegging det mest effektive tiltaket.

### Vibriose og kaldtvannsvibriose

Vibriose og kaldtvannsvibriose forårsakes av bakteriene *Vibrio anguillarum* og *Vibrio salmonicida*. Kaldtvannsvibriose førte til store tap for næringen i 1987 - 1988. Etter at effektive vaksiner ble tatt i bruk, har forekomsten av utbrudd avtatt. I 1993 og 1994 var det imidlertid

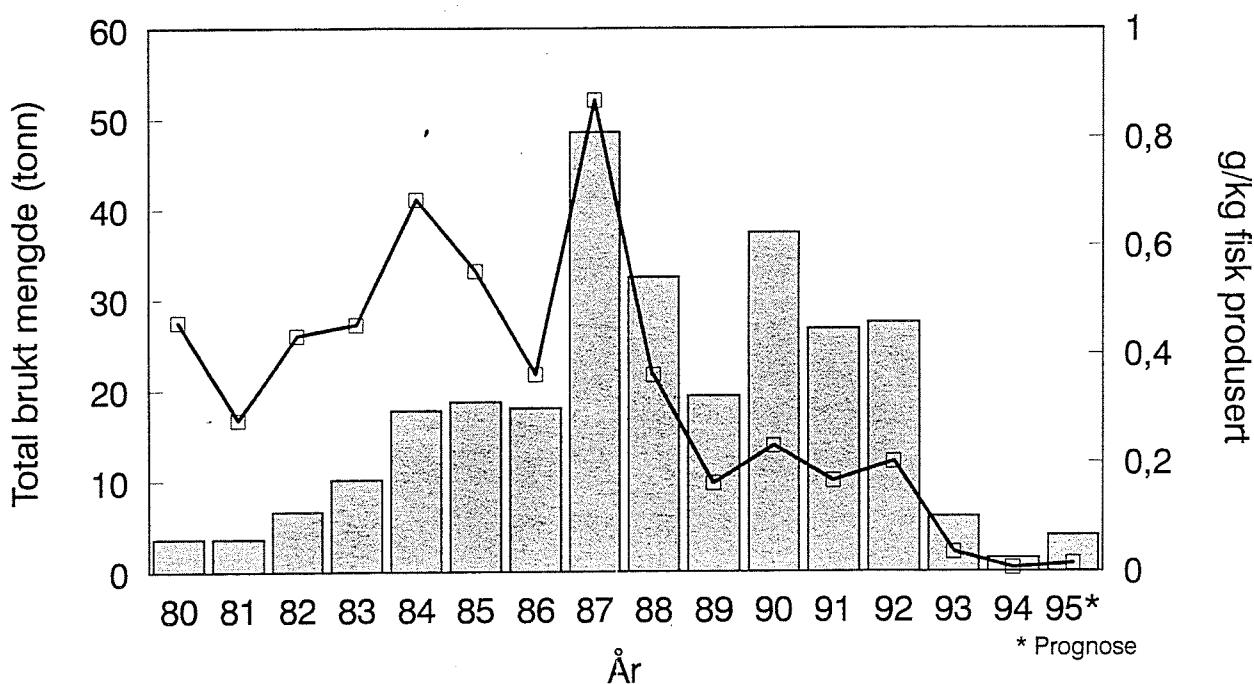
en økning i utbruddene igjen på visse deler av kysten. Dette har sannsynligvis sammenheng med at vaksiner ikke er gjennomført etter de anbefalte prosedyrer. Vaksiner mot disse sykdommene benyttet på riktig måte er nær 100% effektive. Ved sykdomsutbrudd benyttes antibiotika.

### Infeksiøs lakseanemi (ILA)

Dødelighet på laks i 1984 viste seg senere å være ILA-utbrudd. Det ble satt igang forskning på ILA umiddelbart, først og fremst for å karakterisere smittestoffet og utvikle diagnostiske tester. Fra 1988 og fram til idag er det publisert flere artikler som omhandler ILA. Hos syk fisk er det beskrevet ett eller flere av følgende funn: Utstående øyne, væske i buken, blodmangel, forstørret lever og milt og blødninger i indre organer, spesielt i fettvev. Smittestoffet er vist å være tilstede i flere organer og celletyper hos syk fisk og ser ut til å spres ved kontakt mellom fisk og/eller gjennom vannet.

Det er nå slått fast at smittestoffet er et virus.

Dette er vist både ved hjelp av elektronmikroskop og i laboratorieforsøk. Hovedmålet med forskningen er å utvikle diagnostiske tester hvor en kan påvise viruset, komponenter av viruset eller antistoffer mot viruset i fisk. Den første forutsetning for utvikling av slike tester er at viruset kan dyrkes i cellekultur. Dette er nødvendig for å produsere så mye virus at redskapene som skal benyttes til diagnostikk kan lages. Det har vært arbeidet med flere cellelinjer i denne forbindelse. I 1995 ble det publisert et arbeid fra Dannevig og medarbeidere ved Veterinærinstituttet i Oslo hvor en cellelinje fra hode-nyre hos laks er benyttet. Det ser ut til at viruset oppformerer i disse celler og kan holdes i live. Dette er første skritt i utviklingen av en diagnostisk test. Det er også laget antistoffer som ser ut til å reagere med viruset, i alle fall i cellekultur. I tillegg arbeides det med genteknologiske metoder for å karakterisere viruset. Også dette har som mål å utvikle påvisningsmetoder. Det er uten tvil gjort store framsteg innenfor ILA-forskningen de siste årene. En er et stykke på vei i utviklingen av en diagnostisk test. Det er imidlertid ennå for tidlig å si når en god og sik-



**Figur1.1.3.2.**

Forbruk av antibakterielle midler i norsk havbruksnæring.

Søyler=totalforbruk; kurve=forbruk pr. kg. fisk produsert.

*The total usage of antibacterial agents in Norwegian aquaculture industry.*

*Bars=total; curve=antibioca per kg. fish produced.*

ker test kan foreligge. Trolig vil det ta noen år. Det ble diagnostisert to nye tilfeller av ILA i 1994. Også i 1995 har det vært påvist ILA i noen få anlegg. Situasjonen er med andre ord god og stabil. Dette skyldes først og fremst den nedslaktings- og brakkleggingsstrategien som ble satt i verk for noen år tilbake. ILA lar seg ikke behandle med antibiotika. For at den gode ILA-situasjonen skal beholdes, er det derfor viktig at oppdretterne følger de pålegg myndighetene setter i verk. Det er også viktig at generelle hygiene-regler følges.

### **Infeksiøs pankreas-nekrose (IPN)**

Sykdommen forårsakes av Infeksiøs pankreas nekrose-virus (IPNV). Dette er den eneste infeksiøse sykdom som har vist en økning i antall diagnostiserte tilfeller de siste årene. Sannsynligvis finnes viruset i de fleste anlegg. Et negativt resultat ved testing kan ha sin årsak i at tilgjengelige påvisningsmetoder er for lite følsomme. Inntil 1988 var tapene forårsaket av IPNV moderate. Antall anlegg med IPNV-diagnose har økt i 1993 og 1994. Tallene for 1995 foreligger ennå ikke. Utbrudd av IPN har tidligere vært knyttet til yngelfasen. Dødeligheten de senere år er først og fremst registrert etter utsetting i sjø, og har fått betegnelsen smolt-dødelighet. I forbindelse med slik dødelighet blir det påvist store mengder IPNV i syk fisk, og kliniske funn tyder på at dette viruset har sammenheng med dødeligheten. Den fulle og hele årsaken til smolt-dødeligheten er imidlertid ukjent. Det er blant annet vanskelig å framkalle dødelighet med å gjøre smitteforsøk med IPNV. Mye tyder på at smolt-dødelighet har en sammensatt årsak, hvor for eksempel miljøfaktorer og smolt-kvalitet kan spille en rolle.

Etter ti års forskning er det nå utviklet en vaksine mot IPN. Denne er på utprøvningsstadiet. I og med at det ikke finnes noen god smittemodell for IPN, kan det ikke gjøres kontrollerte forsøk i laboratorieskala med denne vaksinen. Det er imidlertid gjort en rekke feltforsøk som viser at den gir en beskyttelse mot IPN. Utviklingen av vaksinen og produksjonen er basert på såkalt rekombinant DNA-teknologi. Det betyr at en programmerer bakterier til å produsere deler av

IPNV og inkluderer dette i vaksinen. Denne vaksinen gir ikke så god beskyttelse som vaksiner mot bakteriesykdommer, men beskyttelsen ligger på et nivå som uten tvil vil gi oppdretterne økonomisk uttelling dersom sykdommen bryter ut i anlegget. IPNV-komponenten er inkludert i kombivaksiner som også inneholder vaksine mot de vanligste bakteriesykdommer, slik at fisken bare utsettes for et stikk totalt sett. Vaksinen er en "første generasjons" - vaksine, og den kan uten tvil forbedres. Det arbeides intenst med dette, og håpet er at det om kort tid vil foreligge en IPN - vaksine som vil gi enda bedre beskyttelse.

Tapene i forbindelse med utbrudd varierer fra anlegg til anlegg. IPN-utbrudd lar seg ikke behandle med antibiotika, og det iverksettes ingen tiltak i forbindelse med utbrudd.

### **Hvordan opprettholdes en god helsesituasjon?**

Den totale helsesituasjon i norsk oppdrettsnæring har også i 1994 og 1995 vært god. Tapene på grunn av sykdom har vært små sammenlignet med tidligere. Dette har flere årsaker. Vaksinene er blitt bedre. Det er satt i gang nedslakting og brakklegging på lokaliteter med sykdommer som ikke lar seg behandle eller forebygge på andre måter. Bedre kjennskap til hygiene og smitteveier har også ført til at spredning av sykdom begrenses. Alt dette bygger på kunnskaper generert av forskning i privat og offentlig regi de siste 10-15 år. Det er viktig for næringen at den gode helsesituasjon bevares i årene framover. De to siste årene har en som nevnt hatt en økning i utbrudd av vibriose og kaldtvannsvibriose. Det finnes gode vaksiner mot disse sykdommer. Utbruddene kan ikke forklares på annen måte enn som følge av en utilstrekkelig vaksinasjon. Dette viser hvor viktig det er å følge de rutiner som anbefales når det gjelder vaksinasjon. Selv om en ikke har vært utsatt for sykdom på lang tid, må det vaksineres med de beste vaksiner og etter de anbefalte vaksinasjonsprosedyrer. Sykdomsutbrudd som skyldes utilstrekkelig vaksinerings kan lett få negative konsekvenser for hele næringen. Dette er et eksempel på hvor viktig det er å følge de an-

befalte prosedyrer og tiltak som iverksettes for å bevare den gode helsesituasjonen vi nå har i norsk oppdrettsnæring. Det er også viktig at forskning og utvikling videreføres.

### **Bruk av antibiotika**

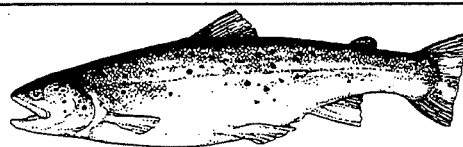
Det blir alltid fokusert mye på bruken av medisiner og kjemikalier i oppdrettssammenheng. Dette har flere årsaker: For det første er det viktig at fisken ikke inneholder medisinrester ved slakting. I tillegg er det viktig å unngå spredning av medisiner og kjemikalier til miljøet. Det er også klart at sykdom og mye bruk av antibiotika nedsetter kvaliteten på produktene. Dette kan igjen føre til problemer både på det innenlandske og utenlandske markedet. I framtiden vil høy kvalitet uten tvil bli et godt kort i kampen om markedene.

Bruken av antibiotika var på topp i 1987 (figur

1.1.3.2). Dette skyldes utbrudd av kaldtvannsvibriose. Etter den tid var forbruket tilnærmet det samme både når det gjaldt totalforbruk og forbrukt anti biotika pr. kg fisk til og med 1992. I 1993 sank forbruket til 6,1 tonn totalt, året etter ytterligere til 1,4 tonn. I 1995 var det igjen en oppgang i forbruket til ca 4.0 tonn. Dette har sin årsak i den økningen i utbrudd av vibriose og kaldtvannsvibriose som er omtalt ovenfor. Til tross for at økningen er beskjeden, må den ikke bagatelliseres. All økning i forbruk av antibiotika må tas alvorlig, og forebyggende tiltak må gjennomføres.

Da forbruket var på topp i 1987, utgjorde forbruket til fisk 58% av det samlede forbruk av antibiotika i Norge (fisk, husdyr, humanmedisin). I 1994 utgjorde det 3,6 %, mens det i 1995 utgjorde ca. 7%. Forbruket til husdyr og innen humanmedisin har ikke endret seg vesentlig i løpet av disse årene.

### **1.1.4 Miljøeffekter av lakseoppdrett**



Regulering av miljøvirkninger fra oppdrettsanlegg i Havbruksmeldingen slår fast at havbruksnæringen skal være balansert og bærekraftig, og at miljø- og helsemessige driftsformer skal prioriteres. Den peker på at tilstrekkelig tilgang på egnede lokaliteter er en forutsetning for videreutvikling av slike driftsformer, og at det er knapphet på lokaliteter. Lokalitetene må følgelig forvaltes forsvarlig slik at de kan brukes over tid. Havforskningsinstituttet nedsatte derfor i 1993 en prosjektgruppe med deltakere fra flere institusjoner for å utvikle et system som kan tilpasse utslippene fra oppdrettsanlegg etter bæreevnen på lokalitetene.

Gruppen har utviklet et konsept som integrerer miljøstandarder, overvåkningsprogram og prognoseverktøy i ett system. Systemet kalles MOM, et akronym som står for Modellering, Overvåkning, Matfiskanlegg. Hovedvekten legges på bunnpåvirkning nær anlegget, men sys-

temet omfatter også vannkvaliteten i anlegget og i områdene rundt. MOM regulerer altså effekten, og ikke bare størrelsen av utslippene. På mange måter representerer systemet derfor et nytt forvaltningsprinsipp.

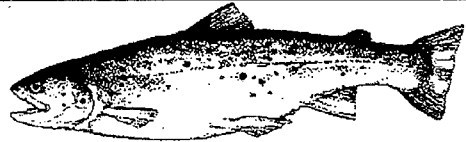
MOM skiller mellom fire utnyttelsesgrader, d.e. forholdet mellom effekten av et anlegg og bæreevnen på lokaliteten. Miljøstandardene fastsettes ved en kombinasjon av flere måleparametre, slik at det er mulig å skille mellom fire sedimenttilstander som samsvarer med utnyttelsesgradene. Omfanget av overvåkingen (overvåkningsnivået) avpasses etter utnyttelsesgraden: Et anlegg med stor påvirkning overvåkes i større grad enn ett som påvirker lite. Overvåkningsprogrammet er satt sammen av tre typer undersøkelser som gjennomføres med ulik hyppighet i de ulike overvåkningsnivåene. Prognoseverktøyet er en matematisk modell som kan simulere maksimal produksjon for området

og maksimal produksjon pr areal overflate når nødvendige opplysninger om lokalitet og anlegg er gitt.

I 1996 vil MOM bli testet ut i fullskala ved totalt 25 anlegg i Vest-Agder, Hordaland, Nord-Trøndelag og Nordland. Systemet vil gå inn som

et element i reguleringen av oppdrettsnæringen, og vil bidra til å bedre produksjonsforholdene, hindre unødig miljøskade og redusere konflikten med andre brukerinteresser. Det kan også bli et viktig verktøy ved utarbeidelsen av kystsonerplaner.

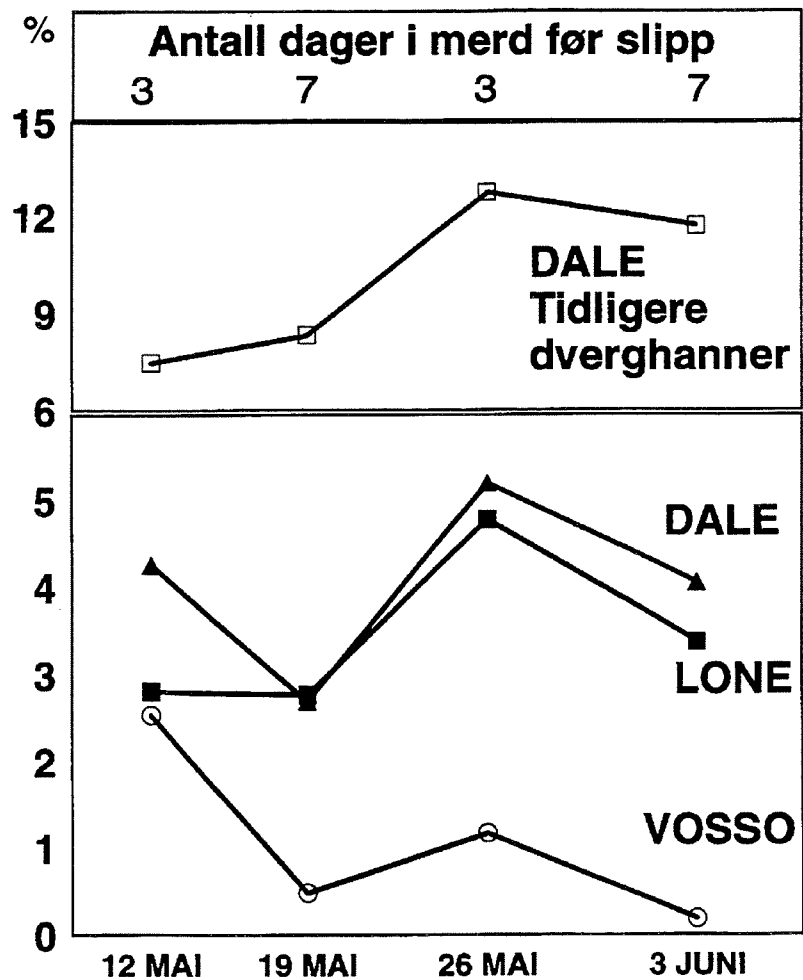
## 1.1.5 Havbeite laks



Fra 1991 til 1993 ble det satt ut 40.000 - 50.000 smolt fra Selstøvågen ved Telavåg på Sotra. Laksen som kom tilbake etter to år i havet viser at tre dagers akklimatisering har gitt bedre resultat enn sju dager. Figur 1.1.5.1 oppsummerer fangsten fra både 1994 og 1995. Dale- og Lonestammen gir relativt like resultater. Vosso oppfører seg derimot annerledes. Gjenfangsten fra

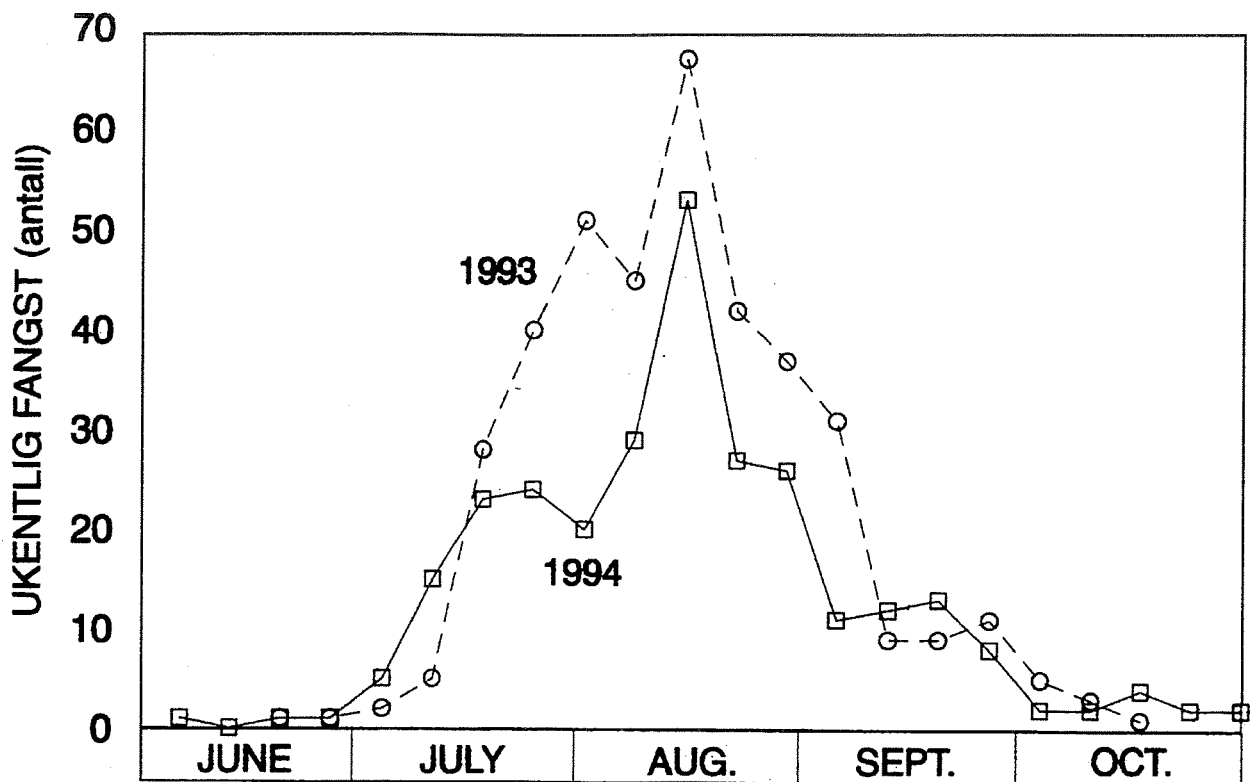
det første slippet i mai er sammenlignbart med de to andre stammene, men så synker gjenfangstene med utsetningsdato. Dette kan bety at Vossosmolten bør settes ut tidligere, for eksempel på grunn av tidligere smoltifisering, annen vandringsrute eller lignende.

For 1995 og 1994 stiger fangstene i Selstøvågen



**Figur 1.1.5.1** Gjenfangst av de tre stammene i 1994 og 1995 i forhold til utsettingstidspunkt og akklimatiseringsperiode i 1993.

*Recapture of the three river stocks in 1995 and 1995 compared to time of release and period of acclimatization in 1993.*



Figur. 1.1.5.2

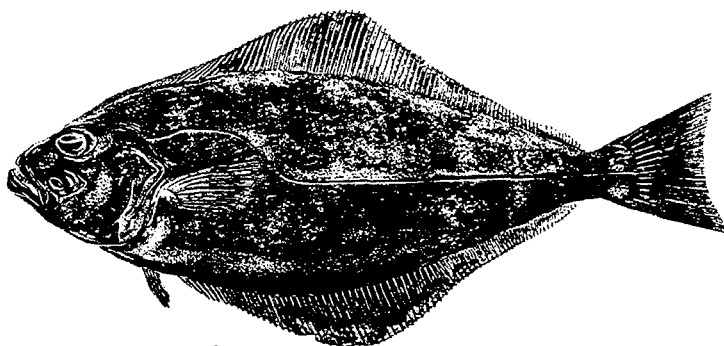
Ukentlige fangster av havbeitelaks i Selstøvågen i 1993 og 1994.  
*Weekly catches of released salmon in Selstøvågen in 1993 and 1994.*

kraftig i juli, når høyeste fangst i midten av august og synker så utover høsten (figur 1.1.5.2). Dette kan bety at tidspunktet for gjenfangst fra et slippsted på den ytre kysten er relativt forutsigbart. Oppvandringen i små vassdrag er vanligvis svært avhengig av nedbør. I Selstøvågen synes tidspunkt for fangst å være mer sammenlignbar med når på sesongen laksen kommer tilbake til en elveos enn når den går opp i elven.

Da gjenfangstresultatene i 1993 -94, viste forholdsvis god overlevelse til den utsatte fisken, men altfor høy feilvandring til fremmede elver, var det ønskelig å teste om feilvandringen kunne bringes til et lavere nivå. Arbeidshypotesen var, at smoltens medfødte mekanismer for innlæring av vandringsruten og gjenkjennelse av utsettingsstedet ikke fikk tid til å utvikles, ettersom lokaliteten på Selstø ligger meget nært åpent hav, der

er liten skjærgård og ferskvannsutslipp som kunne gi fisken holdepunkter for tilbak navigeringen. Det ble derfor satt ut to merkede grupper av samme fiskemateriale, ettårig oppdrettet smolt av Matrestamme og en samfengt gruppe av treårig smolt, avkom etter ville foreldre fra Dale-elven. En gruppe ble satt ut etter samme metode som tidligere år i Selstøvågen, mens en gruppe ble sluppet fra merd ved Nordvik, ca 2 mil lenger nord. Det er mer enn dobbelt så langt fra Nordvik til åpent hav som fra Selstø, og lokaliteten ligger innerst i en liten fjord med et smalt utløp til havet. Der er flere ferskvannskilder som renner ut i fjorden, og der er en mengde øyer i løpet. Fisken vil dermed måtte tilbringe lenger tid med å lete seg ut til kyststrømmen fra Nordvik, og forhåpentligvis få sterkere impulser til hjemfinning. De endelige gjenfangstresultatene fra dette forsøket vil foreligge høsten 1997.

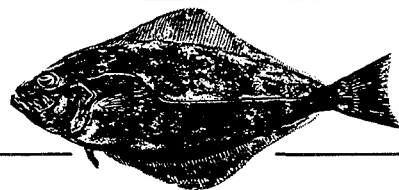
## 1.2 Kveite



**Tabell 1.2.1.** Produksjon av kveiteyngel (antall yngel i tusen) i årene 1987 - 1995.  
(Kilde: oppdrettere)  
*Norwegian production of halibut juveniles (number in thousands) from 1987 to 1994.*  
(Source: fry producers.)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Antall yngel	1	2	4	8	35	50	175	400	150
Antall produsenter	1	4	8	5	5	4	4	4	5

### 1.2.1. Kveite yngelproduksjon



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 ti 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 ble det produsert nær 400.000 yngel, og man hadde en situasjon med overskudd av yngel på markedet. Forventningene om stabil yngeltilgang, samtidig som det ble presentert lovende resultater fra merdoppdrett av kveite, førte til stor interesse blant potensielle matfiskoppdrettere foran 1995-sesongen. Dessverre opplevde man en nedgang i yngelproduksjonen som viste at denne delen av produksjonslinjen fremdeles er den viktigste begrensningen for et kommersielt kveiteoppdrett. De lave produksjonstillene for 1995 skyldes hovedsakelig utbrudd av virussykdommen (VNN) hos de største yngelprodusentene (se eget kapittel), men det rapporteres også problemer med tilgang på levendefôr. Mangelfull fôring kan ha bidratt til generell svekkelse hos larvene.

Hovedtyngden av kveiteyngelen ble i 1995 startfôret i poser eller store kar ved hjelp av naturlig dyreplankton, hovedsakelig høstet fra poller el-

ler 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 høykvalitativt formulert startfôr, vil den mest sannsynlige utviklingen være at saltkreps (*Artemia*) blir benyttet. 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 ut-testet formulert fôr som gir gode og reproducerbare resultater. Heller ikke levendefôr som for eksem-

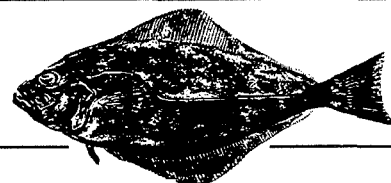


pel Artemia har gitt gode nok tall for vekst, pigmentering og overlevelse, sammenlignet med naturlig innfanget dyreplankton. Hoveddelen av kveiteyngelen som produseres i dag føres med naturlig dyreplankton som høstes fra produktive poller. Den klart viktigste begrensningen ved å benytte denne førkilden 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 førkilden 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. Med dagens anrikning inntreer problemer med redusert vekst og høy dødelighet like før larvene skal bunnslå (metamorfose). På grunn av feilernæring blir også en stor andel av yngelen feilpigmentert eller feilutviklet. 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. Det er positivt at norske firma og forskningsinstitusjoner ligger langt fremme i dette arbeidet.

Etter at kveitelarvene har bunnslått (0.2 - 0.3 gram våtvekt) blir det levende føret (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 føres både med tørrfôr og levende byttedyr. Ved de største kommersielle yngelprodusentene oppnådde de en overlevelse gjennom overgangen til tørrfôr i 1994 som var 70 - 90 %. I 1995 var det hovedsakelig i denne fasen man hadde stor dødelighet og VNN ble påvist. En god del optimaliseringsarbeid gjenstår både når det gjelder førtildeling og ernæringsmessig sammensetning av føret.

## 1.2.2 Kveite matfiskproduksjon



Interessen for matfiskoppdrett av kveite har økt kraftig det siste året. En av de viktigste årsakene til dette er at det i løpet av det siste året er vist at matfiskproduksjonen kan gjennomføres i åpne merder. I tillegg har fiskerimyndighetene åpnet for samlokalisering av kveite med laks i et titalls konsesjoner. Sammen har dette har gitt en lavere terskel for oppstart av matfiskproduksjon. Det var pr. 1/1-1996 ca. 15 aktører som hadde kveite (hovedsaklig 94-årsklasse) i åpne merdanlegg. Dette var en økning fra én aktør (AMY A/S) pr. 1/1-1995. Merdanlegg finnes nå langs kysten fra Vestlandet til Troms, og både plastringer og stålanlegg er i bruk som oppdrettsenheter. Fiskens vekst ser foreløpig ut til å være tilsvarende veksten i kar på land. I 1995 har etterspørselen etter yngel økt kraftig, samtidig som det har vært en kraftig reduksjon i tilbudet av yngel. Dette har gitt en stor underdekning av yngel samt høye

priser, og mange oppdrettere vil derfor mangle en årsklasse.

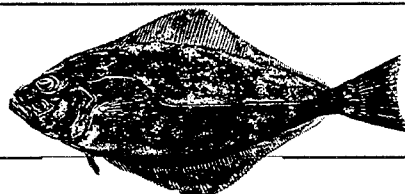
Det er stor spredning i størrelse og vekst til kveite, og det tyder på at det kan være mye å vinne ved å vrake dårlig yngel og ved å avle for økt vekst hos kveite. Førutnyttelsen hos liten kveite er bedre enn hos laks, det er oppnådd førfaktor ned mot 0,5 hos grupper av småkveite ved bruk av tørrfôr. Forsøk viser at førutnyttelsen blir bedre jo mer føre klarer å få fisken til å spise.

De biologiske forutsetningene for kveiteoppdrett i Norge er gode. Kveite under 100 gram vokser best ved temperaturer over 12 °C, mens stor kveite ser ut til å ha en lavere optimumstemperatur. Men ved Havforskningsinstituttet har en holdt store kveiter (5-10 kg) på 5 meters dyp i åpen merd gjennom en sommer med høye tem-

peraturer uten at det oppstod dødelighet. Det er aktuelt å bruke temperaturregulert (oppvarmet) vann til småkveite, spesielt om yngelproduksjonen foregår seint på året og en derfor har en liten fisk ved inngangen til havets kalde årstid (desember-mai). 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 ungfisken er rask, og den kan oppnå en vekt på 100 g ved nyttår (ti måne-

der etter gyting). Veksten til større fisk er senere enn den en nå har for laks, men dette kan endre seg når en får optimalisert fôret og driften av anleggene. For merdoppdrett vil det muligens være en fordel å ha stor settefisk. Ved å bruke en settefisk på 500 gram kan kveita slaktes ved en vekt på 5 kilo etter to år i merdene. Stor settefisk gir også bedre muligheter for å skille årsklassene.

### 1.2.3 Kveite helsesituasjon



Kveite er som alle andre organismer utsatt for sykdom, og oppdrett av kveite vil føre til nye sykdomsproblemer som må løses. Forskning gjør at vi i dag vet en god del om hvilke sykdommer som kan forventes å forårsake vesentlige problemer for kveiteoppdrett i framtida. Dette gir oss muligheten til å begynne å utvikle og ta i bruk sykdomsforebyggende metoder i forkant av oppbyggingen av kveitenæringen. Dette var som kjent ikke tilfellet da laksenæringen ble bygget opp, da omfattende økonomiske tap og miljøproblemer ble forårsaket av mangel på kunnskap om hvordan forholdsvis enkle bakterielle sykdommer som vibriose, kaldtvannsvibriose og furunkulose kunne forebygges. Forebyggelse av virussykdommer vil sannsynligvis by på atskillig vanskeligere forskningsutfordringer.

#### NNV påvist hos kveite

Nevral nekrose-virus, NNV, ble påvist første gang fra kveite i 1995, men har sannsynligvis forekommet tidligere. Viruset, som forårsaker sykdommen "Viral Nevral Nekrose" (VNN), er tidligere kjent som en viktig dødelighetsårsak for en rekke marine fiskearter i store deler av verden, blant annet piggvar i Norge. VNN er typisk kjennetegnet ved at viruset formerer seg i ryggmarg, hjerne og netthinne, med unormal atferd, synsskader og ofte svært høy dødelighet som resultat. En diagnostisk metode som er basert på immunhistokjemi foreligger fra "Striped Jack" i Japan, og kan brukes på kveite og andre

arter. Det foreligger ingen behandling, viruset kan ikke dyrkes, og man har ennå ikke utviklet en smittemodell. VNN var sannsynligvis den viktigste dødsårsaken i kveiteyngeloppdrett i Norge i 1995, og det er av avgjørende betydning for utviklingen av kveitenæringen at man så raskt som mulig får undersøkt årsaksforhold, og særlig smitteveier, ved utbrudd av denne sykdommen.

#### Infeksjoner med IPNV

Varianter av infeksjons 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 og betydelig dødelighet har også forekommet i kveiteoppdrett. Så langt har smitteforsøk bekreftet 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 hos kveite.

#### Bakterielle 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, og vaksinasjonsforsøk har vist at vaksinasjon kan gi god beskyttelse.

Bakterier av slekten *Flexibacter* kan forårsake sykdom på flere stadier hos kveite. *Flexibacter ovolyticus* kan gi dødelighet i eggfasen ved å trenge gjennom eggskallet. Den kan også overføres til larven etter klekking. Desinfeksjon av eggene er et godt virkemiddel for å redusere overføring av bakterier fra eggskallet 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.

## Parasitter

*Trichodina hippoglossi* 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, blant annet hos stamfisk, 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 kveitelarvene blir tilstrekkelig utviklet for vaksinasjon forholdsvis tidlig, i hvert fall ved en størrelse på 0,25 gram. Det gjenstår betydelige FoU-utfordringer, både med vaksinasjonsstrategien, og når det gjelder utvikling av de ulike komponentene som kan inngå i vaksinen. Erfaringer fra lakse-

næringen tilsier et betydelig potensial for forebyggelse av både bakterielle og virale sykdommer gjennom utvikling av effektive vaksiner og strategier for vaksinasjon. En norskutviklet kommersiell vaksine mot vibriose hos marin fisk finnes i dag på markedet, og i tillegg er det laget en autogen vaksine som er beregnet på bruk i ett bestemt kommersielt kveiteanlegg.

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. Det er sannsynlig at effektive desinfeksjonsrutiner er hovedårsak til at *Flexibacter ovolyticus* ikke lenger er noe betydelig problem i kveiteoppdrett. 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 levende bakterier som tilsettes fôret for å bedre sammensetningen av mikrofloraen i vertens tarm. Tilsetning av slike bakterier er en sykdomsforebyggende metode som har en viss utbredelse i human- og veterinærmedisin. Slike metoder kan få et stort bruksområde også i akvakultur. Det pågår arbeid med å utvikle metoder for tilsetning av slike bakterier til larver og yngel av kveite.

## Forvaltningsmessige aspekter

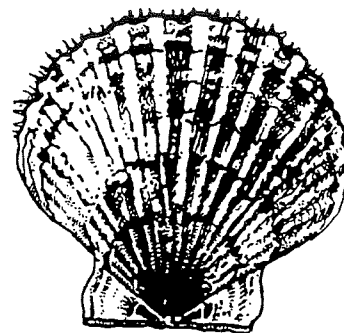
Restriksjoner på transport av levende oppdrettskveite vil kunne begrense spredning av epidemier til bestemte regioner, mens resten av landet holdes fritt for den aktuelle sykdommen. Særlig fordi smitteveiene til VNN er så lite kjent vil det være ønskelig å begrense transport av levende oppdrettskveite.

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 påvirke 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 med denne bakterien enn tilfellet er for laks. 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.

## I.3 Kamskjell

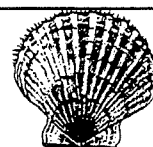


**Tabell 1.3.1** Produksjon av kamskjellyngel i Norge, oppgitt i millioner.  
*Spat production (numbers in millions) of King scallop*

stadium		1990	1991	1992	1993	1994	1995
2 mm	Rong	0.3	1.2	0*	1.0	0.1	2.5
	Austevoll				0.2	4	0*
5-15 mm	Rong	0.02	0.02	0*	0.2	0.7	1.5

\* - ingen drift

### I.3.1 Kamskjell yngelproduksjon



I Norge produseres i dag kamskjellyngel hovedsakelig i ett klekkeri på Rong i Øygarden kommune. Dette klekkeriet har de tre siste årene arbeidet mot en oppskalering til full kommersiell størrelse, det vi si til en produksjon av fem-ti millioner 15 mm yngel årlig. I 1994 var produksjonen ca. 700.000 yngel av størrelse 5-15 mm, mens den i 1995 var nærmere 1.5 millioner (tabell 1.3.1). Klekkeriet har de siste årene vært drevet av et utviklingsprosjekt ved Senter for miljø og ressurs, Universitetet i Bergen, og er kanskje det eneste klekkeriet i verden som driver helt uten bruk av antibiotika. I slutten av 1995 ble klekkeriet omgjort til et aksjeselskap, Skallpro AS.

Etter mønster av storskala-klekkeriet i Øygarden, ble det etablert en småskala eksperimentell produksjonslinje 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 1.3.1). I 1995 ble det av økonomiske årsaker overført postlarver og yngel fra Øygarden til forsøkene i Austevoll.

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 ble produsert i 1994. Tallene fra de andre landene er ikke kjent, men det dreier seg ikke om betydelige mengder.

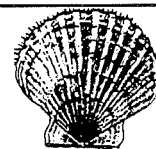
De største utfordringene for en lønnsom yngelproduksjon er økt stabilitet i gyteresultatene, økt settlingsprosent og økt overlevelse i yngelfasen fra 2 mm til 15 mm. Gyteresultatene varierer mye, særlig i den viktigste perioden fra februar til mai. Larveutbyttet fra egg er foreløpig ikke tilfredsstillende, men det kompenseres ved å øke antall gytinger og sortere ut de dårlige gruppene. Det er nå tilfredsstillende overlevelse hos postlarver etter setting (50-80 %), men utbyttet av yngel fra larver kan dobles ved å øke andelen larver som setter. Når postlarven er ca. 2 mm tas den ut av klekkeriet for videre vekst, men

om våren er sjøtemperaturen lav, og det har vært registrert høy dødelighet ved temperaturer under 7°C.

Det har i 1995 vært utført en rekke forsøk for å bedre resultatene for overføring av 2 mm yngel til systemer utenfor klekkeriet. Både tempera-

turakklimatisering (UiB) og økt fettmengde i fôret (HI) før overføring til kald sjø gir positive effekter, men utprøving av landbasert system knyttet til poll (UiB, Sealife AS) ga de mest interessante resultater med hensyn til vekst og overlevelse ved overføring om våren.

### I.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 ett til halvannet 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-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 atkomst 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 halvannet år i bunnkulturer. I 1995 ble det gjennomført forsøksutsettinger med 50 mm store kamskjell.

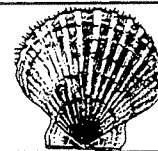
Fangsting av kamskjell fra naturlige kystbestander har foregått i flere tiår ved dykking. Aktiviteten har imidlertid i bare få tilfeller vært registrert som næringsvirksomhet, mens uregistrert høsting sannsynligvis har representert be-

tydelige uttak i enkelte områder. Skjell er i hovedsak levert direkte til grossist og hotell- og restaurantbransjen. I 1990 startet bedriften Taroskjell AS høsting av bestander i Sør-Trøndelag og årlig omsetningen økte 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 dykketid) 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 fiske av kamskjell er tilgjengelig, men har begrenset anvendelse på typiske kamskjellfelt 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 potensialet 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**

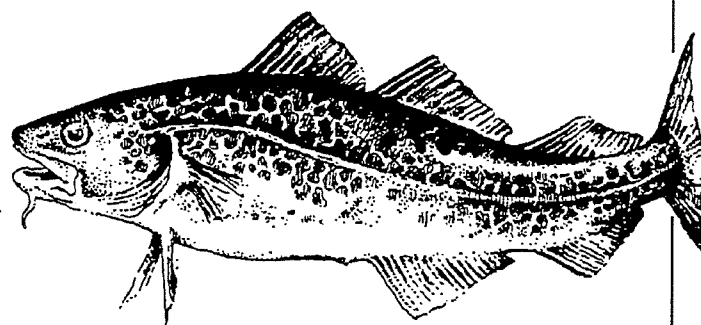


I satsingen på en økt skjellproduksjon er diagnostikk og sykdomsforebyggende arbeid et prioritert område. Havforskningsinstituttet har fra mai 1995 inngått en samarbeidsavtale med Statens veterinære laboratorier om et prosjekt på helseovervåkning av østers. Prosjektet har som mål å undersøke norske bestander av flatøsters for to spesifikke parasittsykdommer, og bakgrunnen er behovet for tilleggsgarantier for norske skjell på bakgrunn av EØS-avtalens frihandelsprinsipp. Prosjektet betyr at helsekontroll av skjell vil bli etablert som en permanent kontrollfunksjon.

Sykdomskontroll i produksjonslinjen for kamskjell vil i neste omgang bli etablert etter mønster av østersovervåkingen, basert på erfaringer herfra, og i samsvar med strukturen i kamskjellproduksjonen. Innsamling av materiale fra ulike kamskjellbestander er startet.

Arbeidet med studier av skjellenes forsvarsmekanismer og effekter av stress vil bli videreført.

## I.4 Torsk



### I.4.1. Torsk yngelproduksjon

Produksjon av torskelyngel har sine røtter i forsøk utført ved Flødevigen forskningsstasjon i slutten av 1970-årene og i Hyltrollpollen, Austevoll havbruksstasjon fra begynnelsen av 1980-årene. Relativt gode produksjonsresultat førte til stor interesse for yngeloppdrett av torsk, og flere

kommersielle firma startet produksjon. Det ble også satt i gang storskala-forsøk med utsetting av yngel til havbeite. Uventede problemer, blant annet med oppskalering til kommersiell skala dukket opp, og dette sammen med svikt i etterspørselen av torskelyngel førte til at de kommer-

**Tabell 1.4.1** Produksjon av torskelyngel av salgbar størrelse (tørrfôrtilvendt og vaksinert yngel over 10 gram våtvekt) fra anlegg som var i drift i perioden 1986 til 1995, alle tall i tusen. Telleenheten er forsøkt standardisert. Tabellen er tatt fra sluttrapporten "Yngelproduksjon av torsk - Hva har resultatene vist?" fra PUSH-programmet. Data fra 1995 er innhentet i tillegg.  
*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 supplied with collected data from 1995.)*

Produksjonsmetode	Lokalitet og institusjon	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	Total
Poll	Hyltrollpollen, HI1	50	60		45	10						165
	Parisvatnet, HI		3	190	130	55	270	5	80	230	170	1133
	Kvernapollen, LMC		70	100								170
	Selvågpollen, Sea Farm		125	20	26							171
	Tunsbergpollen, - " -			65	110	200						375
	Makkjosen, NFH		8	17	59	4						88
	Voiepollen, Lofilab				10							10
	Meøypollen, Lofilab								40	20		60
Basseng	Nærøysund Yngelfarm				8	25	28	9	60			130
Poser i poll	Makkjosen, NFH							40	65			105
	Meøypollen, Lofilab									90	52	142
Poser i sjø	Selvåg Fisk				80							80
	Blom Fiskeoppdrett			50	30	10						90
	Unik AS				15							15
	Barmen Produkter					26	92					118
Intensivt/kar	Bessaker, BP Nutrition							1	10			11
<b>Total</b>		50	266	442	513	330	390	95	235	320	222	2863



sielle anleggene gikk konkurs eller la ned produksjonen. I perioden 1990-1994 var de fleste operative yngelanleggene støttet av PUSH-programmet. Tabell 1.4.1 oppsummerer status for de viktigste yngelanleggene som har vært i drift. Tabellen er tatt fra sluttrapport for "Yngelproduksjon av torsk" for PUSH-programmet og supplert med nye data fra 1995. Totalt er det produsert over 2.8 millioner "salgbar" torskkeyngel, og Havforskningsinstituttets produksjonspoll i Parisvatnet i Øygarden har bidratt med over 1.1 millioner yngel i perioden 1986-95.

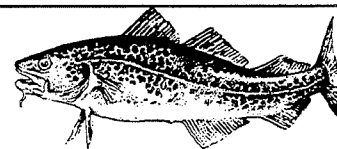
Produksjon av torskkeyngel basert på naturlig plankton i poll og poser, er de metodene som til nå har gitt best resultater. Yngelproduksjon i basseng og ved teknikker for intensiv fôrproduksjon (rotatorier og Artemia) har vært prøvd med varierende resultater. Det har ikke lyktes å drette opp torskelarver 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. Det har vært vanskelig å kultivere levendefôr av tilfredsstillende kvalitet i stor skala.

Sluttrapporten "Yngelproduksjon av torsk - Hva har resultatene vist?" konkluderer med at yngelens overlevelse kan økes og produksjonen bedres, dersom en kan få 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 å med at en har klart å utsette kjønnsmodningen ved bruk av lysstyring. Havforskningsinstituttet vil også i 1996 produsere torskkeyngel for videre uttesting av merdoppdrett av torsk

## 1.4.2. Torsk matfiskproduksjon



Lønnsomheten i matfiskoppdrett av torsk basert på oppdrettet yngel, har inntil nylig vært begrenset av en nærmest forutbestemt kjønnsmodning etter 22 måneder. 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 utsettes, og veksten akselereres. Dette skiller seg i prinsippet ikke fra lysbehandling som brukes i matfiskoppdrett av laks. En ser muligheten til å produsere fisk av god kvalitet til ønsket tid på året. Spesielt årstider hvor der er lite villfanget torsk i markedet er interessant.

Basert på nyvunnen kunnskap har en dermed

muligheter for å kvalitetsstyre torskeproduksjonen i en helt annen grad enn tidligere. Lønnsomhetsberegninger, basert på nye vekstmodeller, har vist at torskeoppdrett kan bli lønnsomt!

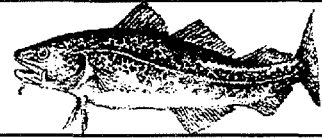
HI produserte i 1995 170.000 torskkeyngel, hvorav 90.000 er gått inn i matfiskproduksjon av torsk både i forskningsøyemed og hos private oppdrettere. For 1996 er målet å produsere et tilsvarende antall yngel for oppdrett. Forsøk som gjennomføres av HI og hos oppdrettere har som mål å teste ut om torskeoppdrett kan bli lønnsomt.

Torskefisket er sesongpreget, og det ligger mu-

ligheter i oppforing av torsk som enten er undermåls eller av en utilfredsstillende kvalitet. Dermed kan en kombinere fordeler med billig

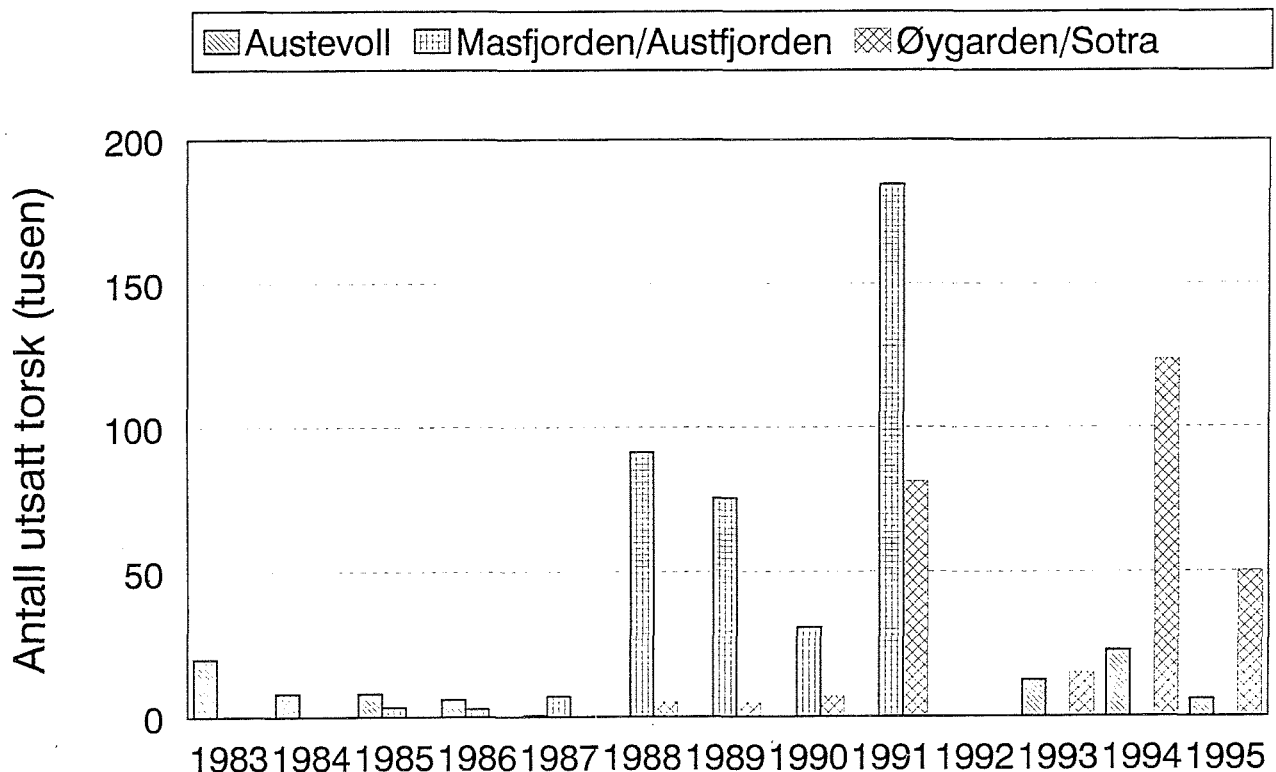
og rasjonell fangst i et sesongfiske og en moderne forståelse av torskens oppdrettsbiologi.

### 1.4.3. Torsk havbeite



Utsetting av merket torskelyngel i større skala startet i Austevoll i 1983, etter at det lyktes å produsere over 70.000 torskelyngel 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 over 800.000 oppdrettet torsk på Vestlandet (figur 1.4.3.1). I tillegg ble det satt ut over 20 millioner genetisk merkede torskelarver i en innelukket fjord (Heimarkspollen). Dette for å teste effekten av utsetting av plommesecklarver, samt for å teste om utsetting av genetisk merkede larver kan være en metode for å måle vekst og overlevelse til tidlige livsstadier av torsk. Havforskningsinstituttet har også vært faglig ansvarlig for havbeiteforsøk med torsk i Ytre Namdal, Nord-Trøndelag.



**Figur 1.4.3.1** 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.*

## Viktige resultater

De første ukene etter utsetting oppfører oppdrettet torsk seg ulikt vill. Den oppdrettede torsken tilpasser seg imidlertid raskt til et liv i det fri, og 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. En viktig forklaring er bruk av semi-naturlig oppdrettsmiljø, og føring med 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, T-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.

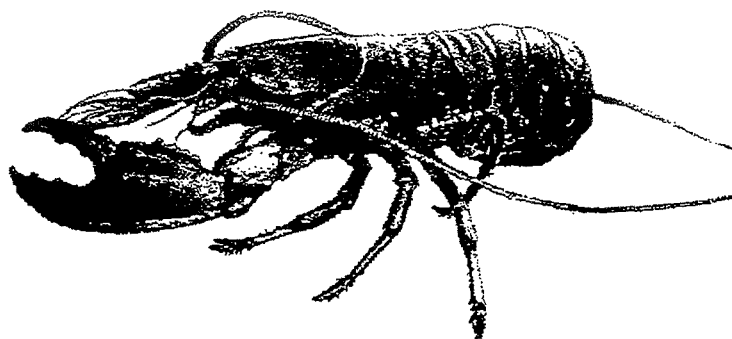
Trange fjorder synes å ha et begrenset potensiale for produksjon av torsk. Økologiske modeller viser at åpne kystområder har et høyere potensiale for produksjon av torsk. På Vestlandet er derfor utsettingsforsøkene nå videreført til et åpent kystområde i Øygarden. Her har torsken hatt bedre vekst og høyere kondisjonsfaktor.

Gjenfangstprosenten er imidlertid lavere enn i lukkede områder. Dette kan skyldes flere forhold. Torsk som blir satt ut i ytre kyststrøk kan spre seg til områder med lite fiskepress. Nyere forsøk har også vist at skarv er en effektiv predator på 0- og I-gruppe torsk, og det er rapportert mange gjenfangster fra hvileplasser for skarv. I samarbeid med fugleekspertene fra NINA, Tromsø Museum og UiB, arbeides det med å avklare betydningen av predasjon av skarv for utsatt og vill torsk. Havforskningsinstituttets utsettingsforsøk med torsk blir koordinert med andre utsettingsforsøk gjennom en faggruppe i PUSH-programmet. Dette programmet skal avsluttes i 1997, og målet er da å kunne gi svar på hvilket potensial som ligger i havbeite med torsk.

Viktige delmål er:

1. Undersøke om et økosystem (område) er i stand til å produsere mer torsk enn det som blir produsert naturlig.
2. Finne kriterier for gode torskelokaliteter hvor utsatt torsk vokser godt og har lav dødelighet.
3. Klarlegge hvilke konsekvenser utsetting av torsk har på andre deler av økosystemet.
4. Utvikle optimale utsettings- og gjenfangststrategier i samarbeid med lokale fiskarlag.

## 1.5 Hummer



**Tabell 1.5.1** Antall hummer utsatt 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 lobster released within the PUSH program at IMR. Only lobster larger than legal size. K=Kvitsøy; Ø=Øygarden.*

	1990		1991		1992		1993		1994	
	K	K	Ø	K	Ø	K	Ø	K	Ø	
Utsatt	23300	29800	12100	30200	2850	16900	3100	28800		

### Utsetting og havbeite av hummer

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 kan svikte helt år om annet. 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, 129.000 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.

**Tabell 1.5.2** Antall hummer 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 recaptured within the PUSH program at IMR. Only lobster larger than legal size. K=Kvitsøy; Ø=Øygarden.*

	1992		1993		1994		1995	
	K	K	Ø	K	Ø	K	Ø	
Gjenfangst	19	109	0	175	0	368	0	
Prosent av fangsten i høstfiske	7,0%	12,6%		20,0%		21,8%		
Akkumulert gjenfangst (%) av 1990-utsettingen	0,08	0,56		1,29		2,9		

Først i 1995 nådde en betydelig andel av den først utsatte hummeren minstemålet. Det høye innslaget av merket, undermåls hummer (57,8%, høst 1995) tyder imidlertid på at klimaks i gjenfangsten ennå ikke er nådd i dette havbeiteprosjektet. Foreløpig gjenfangstprosent etter 1990-utsettingen er nå 2,9 %. I tillegg kommer hummer med doble sakseklør, som med stor sannsynlighet er utsatt hummer med merketap. Gjennom kontraktbaserte fangstdagbøker hos fiskere både i utsettingsområde og utenfor, håper vi at det skal bli mulig å undersøke om utsettingene faktisk styrker bestanden.

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 ble videreformidlet som notat til fiskeriforvaltningen i mai, og foreligger nå som Fiskeridirektoratets mai-rapport nr. 20, 1995. Videreformidlingen skjer ellers gjennom publikasjoner, rapporter, foredrag og en styringsgruppe, sammensatt av personer fra Havforskningsinstituttet, Fiskeridirektoratet, Norges Fiskerlag, PUSH og Kvitsøy kommune.

### **Aldersbestemmelse av hummer**

De kommersielle hummerfangstene har avtatt kraftig de siste 50 årene og fisket er ikke lenger lønnsomt. Kunnskapen om hummerens økologi er begrenset og må utvides for å bedre forvaltningen. Bestemmelse av alder er i så måte svært viktig. Det har inntil nylig ikke eksistert metoder for aldersbestemmelse av krepsdyr. Årsaken er at krepsdyr ikke har eksterne eller interne organer som kan relateres til alder på samme måte som otolitter og skjell hos fisk. Veksten varierer i tillegg kraftig mellom individene, slik at størrelse også er et dårlig mål på alder. Nyere forskning har imidlertid vist at mengden av pigmentet lipofuscin i hjernen er en relativ pålitelig aldersindikator for krepsdyr.

Gjennom PUSH er det siden 1990 satt ut merket hummeryngel flere steder langs kysten. Siden hummeren er merket er også alderen kjent. Det er derfor mulig å finne forholdet mellom alder

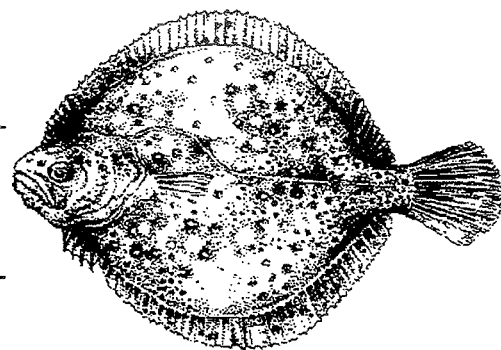
og lipofuscinmengde. Dette forholdet kan senere benyttes som et verktøy for å aldersbestemme vill hummer.

Lipofuscin er et autofluoriserende pigment som akkumuleres i granuler i kroppsvevet, blant annet i hjernen hos krepsdyr. Den høyeste konsentrasjonen av lipofuscin i krepsdyrhjerner finnes i luktelappene. Tilstedeværelsen av lipofuscin kan måles både histologisk og biokjemisk, men det er ennå ikke utviklet biokjemiske metoder som kan påvise lipofuscinmengde nøyaktig nok. Histologiske metoder er derfor å foretrekke ved kvantifisering av lipofuscin.

Ved HI ble det i 1995 satt i gang et forskningsprosjekt som har til hensikt å måle mengde lipofuscin i luktelappen ved hjelp av to histologiske teknikker. Den ene består av å undersøke ferske hjerner ved hjelp av et LSC mikroskop (laser scanning confocal). Denne typen mikroskop er i stand til lage optiske snitt av hjernen, uten at fysisk snitting er nødvendig. Ved analyse av ferske hjerner blir vevet først optisk "snittet" i 20  $\mu\text{m}$  intervaller. Deretter blir de optiske snittene som omfatter luktelappen samlet i ett enkelt bilde som senere blir undersøkt ved hjelp av databasert bilde-analyse. Den andre teknikken består av innstøping av fikserte hjerner i voks som snittes på ordinært vis i 6  $\mu\text{m}$  tykkelse. Disse snittene blir også undersøkt ved hjelp av et LSC-mikroskop og databasert bilde-analyse. Analyse av ferskt hjernevev er raskere og enklere enn analyse av voks-snitt.

Foreløpige resultater viser at analyse av voks-snitt med hensyn til mengde lipofuscin i luktelappen kan være en pålitelig metode for å bestemme alder hos hummer. Hittil er imidlertid få hummer undersøkt, og det er for tidlig å fastslå hvor nøyaktig alderen kan bestemmes. Analyse av ferske hjerner ser imidlertid ikke ut til å resultere i pålitelige mål på mengde lipofuscin i luktelappen. Årsaken er at det i ferskt hjernevev i tillegg til lipofuscin finnes andre autofluoriserende partikler. Det er med dagens teknologi umulig å skille disse fra lipofuscin. Arbeidet med å finne fram til en metode for aldersbestemmelse av hummer vil fortsette også i 1996.

## 1.6 Piggvar



**Tabell 1.6.1** Produksjon av piggvaryngel i Norge (antall yngel i tusen), 1986 - 1995.  
(Kilde: oppdrettere)  
*Norwegian production of turbot juveniles (numbers in thousands) from 1986 to 1995.*  
(Source: fry producers.)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Antall yngel	40	150	352	430	615	350	510	380	460	250
Antall produsenter	2	2	4	10	4	6	6	3	2	1

Piggvar er en varmekjær art som krever 16 - 18°C i yngeloppdrett. Oppdrett av matfisk av piggvar krever normalt høyere temperatur enn det man finner ved norskekysten, slik at det pr. i dag ikke er noen aktive oppdrettere av piggvar til konsum. Nyere forsøk med oppdrett i kaldt vann kombinert med genetisk utvalg viser tildels lovende resultater (J. Stoss, pers. medd.). Piggvaryngelen som har blitt produsert i Norge, har i all hovedsak blitt eksportert til matfiskoppdrettere i Spania, selv om noe matfisk er levert i Norge (1995: 46 tonn).

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 saltkrepss). 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 saltkrepss, har fortsatt naturlig dyreplankton en bedre sammensetning av viktige næringsemner. Matfiskoppdrettere foretrekker kvaliteten på larver som er foret med naturlig dyreplankton.

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.).

## 2.1 Genmarkører, genmanipulering og rekombinante vaksiner

av  
Geir Dahle

**Bioteknologi er et begrep de fleste kjenner i dag, og nå er genmarkører, genmanipulering og rekombinante vaksiner også på vei inn i vår daglig tale. Hva ligger egentlig bak disse begrepene. Hvordan kan de nyttes av oppdretterne, og vil bruk av disse teknikkene føre til bedre produktivitet og større avkastning? Er det grunn til uro og engstelse, eller skal vi la oss begeistre og applaudere alle nyvinninger.**

Menneskene har gjennom alle tider drevet med "genmanipulering" gjennom avl av forskjellige husdyr og planter. Vi har imidlertid aldri hatt muligheten for å kunne forutsi resultatene av denne formen for avl. Det skyldes at de egenskapene (for eksempel vekst og kjønnsmodning) vi har brukt som mål på effekten, styres av en rekke gener ofte på forskjellige steder i arvestofet.

Vårt forhold til planter og dyr, ikke minst i kultur, er nok en av årsakene til at arvestoffet (DNA) har fascinert menneskene. Watson og Crick oppdaget i 1953 det molekylet som kalles DNA, og allerede i 1973 klarte man å overføre enkeltvis arveanlegg fra en bakterie til en annen, såkalt genspleising. Ingen hadde forventet den utviklingen man har hatt bare siden de første transgene mus så dagens lys i 1983, og økt kunnskap om dette molekylet har også økt bruksmulighetene. Det kan fortsatt med rette hevdes at bare fantasien setter grenser for fremtidens muligheter.

DNA, kromosomer eller gener er alle uttrykk som beskriver de delene av cellene som inneholder arveanlegg, og arveanleggene finner vi i store mengder i cellene, både hos mennesker og dyr. Arveanleggene er ikke-levende substanser som bestemmer individets utseende, kjønn, høyde, hårfarge, øyenfarge, osv.

Arveanleggene - genene - i alle celler hos høyerestående organismer, inkludert fisk, ligger knyt-

tet sammen på rekke og rad i kromosomer. Ønsker vi å overføre en egenskap fra en generasjon til den neste, er det derfor stor sannsynlighet for at gener med andre egenskaper blir overført samtidig. De fleste økonomisk viktige egenskaper som vekst, kjønnsmodning og motstandsdyktighet mot sykdommer, kontrolleres av mange gen på forskjellige kromosomer og er i tillegg påvirket av miljøet. Dette fører til at i en gruppe fisk - familie, populasjon etc - vil man finne mange varianter av den enkelte fenotypen (synlige uttrykk for arveegenskapene) - stor og liten fisk, tidlig og sent kjønnsmodne eller lite eller mye motstandsdyktig. I tillegg inneholder hver kjønnselle et tilfeldig utvalg av gener, og det er derfor umulig å si noe om sammensetningen i avkommet.

### Vaksiner - rekombinante vaksiner

Den moderne vaksinasjonsteknikken startet ved at det ble oppdaget at mennesker som var blitt smittet med forholdsvis ufarlige "kukopper", ikke ble angrepet av "menneskekopper". I 1796 begynte man å vaksinere pasientene med såkalt "lymfe" fra kopper hos kalver. Metoden viste seg effektiv fordi kukoppevirus sansynligvis er det samme virus som forårsaker kopper hos mennesket, men som ved sin tilpasning til en annen dyreart har fått svekket sin evne til å infisere menneskeceller. De har imidlertid bevart evnen til å stimulere menneskecellene til å produsere antistoff som er en del av vårt immunforsvar.

Vaksinasjon er mulig fordi det ikke er smittestoffet (bakterier eller virus) i seg selv som starter antistoffdannelsen, men de "fremmedmolekyler" som disse fører inn i verten. De fremmede molekyler som finnes f.eks. i bakteriens cellevegg, virker som såkalte antigener og stimulere produksjonen av vertens forsvarssystem til å danne antistoff mot disse. Dette fører til at immunforsvaret ved en senere infeksjon av "sinte" virus eller bakterier har tjuvstartet på

produksjon av antistoff og dermed kan sies å holde en høy beredskap. De fleste vaksiner mot bakterieinfeksjoner består av drepte bakterier, mens noen inneholder levende bakterier. Til vaksinasjon mot virussykdommer brukes levende formeringsdyktige virus som ikke lenger har evnen til å forårsake infeksjon.

Rekombinant DNA vil si å føye sammen arvestoff (DNA) fra to forskjellige kilder (samme eller forskjellige organismer). Visse enzymer kan dele opp DNA slik at delene lett kan settes sammen igjen med andre DNA-biter. Arvestoff fra én organisme kan på denne måten skjøtes sammen med arvestoff fra en hvilken som helst annen organisme. Det er dette som kalles genspleising eller i en mer negativt ladet term: genmanipulering. Det er på denne måten vi har blitt istand til å produsere for eksempel humant insulin til diabetikere, som brukes istedet for insulin som tidligere ble isolert fra gris. Rekombinante vaksiner blir laget på en tilsvarende måte. Ved å isolere arvestoffet som produserer den spesielle delen av bakterien/viruset som gir en immunrespons hos fisk (antigenet) og skjøte denne sammen med for eksempel arvestoff fra en bakterie, kan vi få bakterien til å produsere antigener. Vi har dermed laget en vaksine (et antigen) som er fri for alle andre proteiner og mulige komplikasjoner som følger med en vaksine basert på døde eller svekkede virus/bakterier. Dette vil også på noe sikt kunne gi en billigere, renere og mer produksjonssikker vaksine.

## Genmanipulering

Genmanipulering er et begrep med en negativ ladning, og det er kanskje vel så riktig å bruke betegnelsen genspleising, som er noe mer nøytral. Genspleising kan man først og fremst tenke seg brukt i forbindelse med utvikling av såkalt rekombinante vaksiner, men denne teknikken har også åpnet mulighetene for å overføre egenskaper fra en organisme til en annen eller fra et individ til et annet individ av samme art. Ved hjelp av rekombinant genteknologi kan man plukke ut et gen som føres inn i et rognkorn. Dette genet kan være isolert fra et annet individ av samme art. Men genteknologien gir også mulighet for å introdusere egenskaper som ikke finnes i arten,

for eksempel frysetoleranse hos flyndre som så kan overføres til lakserogn. Primært ønsker nok den enkelte oppdretter å se på mulige avlsmessige forbedringer i form av økt produktivitet og avkastning. Genteknologien kan også brukes til å avle fram sykdomsresistens eller utvikle metoder for sykdomsdiagnostikk. Også innen ressursforvaltning og overvåking vil genteknologiske metoder spille en viktig rolle i nær fremtid. Metodene vil gi et nytt og kanskje bedre verktøy for myndighetene i forvaltningen av våre økonomisk viktige marine ressurser, fordi vi da har muligheten til å bestemme hvilke stammer en fisker på, for eksempel irsk ellet norsk makrell.

Identifikasjon av individer, det være seg familiegrupper, stamfisk med spesielle egenskaper, eller stammer av fisk vil i nær fremtid bli et viktig redskap innen havbruksnæringen. Den beste og i mange tilfeller eneste måten å identifisere avkom-/foreldre-relasjoner, eller spesielle grupper av fisk uten kostbare tekniske løsninger er ved bruk av genmarkører.

## Genmarkører

En genmarkør er en kopi av en spesiell del av den enorme DNA-mengden som finnes i hvert enkelt individ. Det er altså snakk om å lete i fiskens eget arvestoff for å finne de rette markørene. Genmarkøren (på engelsk kalt probe) består av DNA merket med for eksempel radioaktivt fosfor. Når denne markøren blandes med fremmed DNA vil den kjenne igjen den delen av DNA tråden som er identisk hos den fremmede fisken, og feste seg til denne. Selv om en laks eller torsk ligner til forveksling en hvilken som helst annen laks eller torsk, vil ingen individer ha identisk arvestoff.

I oppdrett av marine arter som torsk og kveite vil det også være av stor interesse å skaffe seg mer kunnskap om de tidligere stadier av organismens liv. I dag har vi liten/ingen kunnskap om hvilke egenskaper hos den marine stamfisken som er viktig for klekkesuksess, overlevelse i yngelfasen og gjennom metamorfose. Ved hjelp av genmarkører vil vi kunne identifisere stamfisk-/avkom relasjoner, og forhåpentligvis



i nær fremtid kunne si noe om hvilke kriterier som er viktig for en god stamfisk kveite eller torsk.

Det er en allmen oppfatning at genteknologien vil få stor betydning spesielt når det gjelder

sykdomsresistens, diagnostiske vektøy og medisnutvikling. For oppdretterne vil det også ha betydning å være i stand til å plukke ut "riktig" stamfisk til produksjon, skaffe seg en fisk som har de beste egenskapene i fangenskap, eller identifisere egen fisk ved rømming eller uhell.

## 2.2 Marine algetoksiner

av Tore Aune, FMN,  
Norges veterinærhøgskole

**Innledningsvis kan man dele de aktuelle algetoksiner i norske farvann inn i følgende grupper:**

**PSP - "Paralytic shellfish poisoning", dannet av algeslekten *Alexandrium***

**DSP - "Diarrhetic shellfish poisoning", dannet i hovedsak av slekten *Dinophysis***

**ASP - "Amnesic shellfish poisoning", dannet av *Nitzschia* spp.**

**Ichthyotoksiner ("fisketoksiner"), dannet av *Chrysochromulina* spp., *Gyrodinium* spp. og *Prymnesium* spp.**

### **PSP - problematikken:**

Giften fra *Alexandrium* akkumuleres i skjell og dyreplankton som ledd i deres næringsopptak. Fra gamle dager er det kjent at store mengder PSP - produserende alger farger sjøen rød - derav begrepet "red tide".

PSP-toksiner foreligger som et kompleks av hittil 21 kjente toksiner. Hovedtoksinet kalles saxitoksin, og de andre er avledet fra dette molekylet.

Fram til 1970 kjente man til 1600 forgiftningstilfeller, og etter den tid er det rapportert ytterligere 900 tilfeller. Hovedsakelig forekommer PSP-toksinene i sommerhalvåret, men nyere data viser at de kan finnes langt utover høsten. Dødligheten varierer, men den antas å ligge på ca. 2-14%.

Symptomer på PSP-forgiftning:

- Starter etter få minutter med brennende, prikkende følelse i munnen
- Deretter kommer nummenhet i armer og ben
- Man får en følelse av vektløshet
- Lammelser og pustebesvær

Mekanismen for toksisk effekt er blokkering av impulsoverføring mellom nerver og muskler.

Man har ingen motgift mot PSP, og tømning av mageinnhold samt respirasjonshjelp er viktig for å unngå fatale forgiftninger. Toksinene nedbrytes ikke ved frysing eller koking, og man kan ikke se på skjellene om de er giftige.

Tilstedeværelse av PSP-toksiner i skjell påvises tradisjonelt ved musetest, hvor toksinene først ekstraheres i saltsur løsning, og deretter injiseres i bukhulen på mus. Dødstiden gir informasjon om toksinnivået.

Grenseverdien for omsetning av skjell er 400 museenheter/100g skjellmat, som tilsvarer 80 µg saxitoksin. (En museenhet er den mengden toksin som tar livet av en 20 grams mus i løpet av 15 minutter.)

Det arbeides intenst med å utvikle alternative kjemiske metoder til musetest, men arbeidet hemmes av mangelen på standarder for alle enkelt-toksinene i PSP-komplekset.

### **DSP - problematikken**

Diaré-toksiner i skjell er et verdensomspennende fenomen, som har tiltatt i styrke etter ca. 1970. Hvert år dukker fenomenet opp langs norskekysten, og skaper vanskeligheter for skjellsamlere, samt skjellindustrien. Toksinene produseres av en rekke forskjellige algearter, men hos oss domineres produksjonen av *Dinophysis acuta*, *D. acuminata* og *D. norvegica*. Disse forekommer i sjøen fra våren til langt utover høsten, og kan i verste fall gi giftige skjell hele neste år. De lokale variasjonene er store.

Symptomene er diaré, kvalme, oppkast og mage/tarmsmerter. De kommer etter 1/2 - 10 timer etter konsum av skjell med algetoksin. Forgiftningen er ikke dødelig, men man føler seg svært uopplagt, og symptomene varer i flere dager. DSP-toksinene tåler ikke koking og frysing.

DSP-komplekset består av flere ulike kjemiske grupper toksiner: de egentlige diaré-toksinene som kalles okadasyre og dinophysin-toksin (DTX. 1, 2, 3...), samt en gruppe som kalles pectenotoksiner (PTX. 1, 2, ...6), og det nyeste som kalles yessotoksin. De to sistnevnte gruppene er organtosiske for mus, men med usikkert humantoksisk potensiale.

I tillegg til diaré-effekten har man funnet at okadasyre og DTX. 1 er såkalt kreft-promotorer, dvs at de forsterker effekten av kreftfremkallende stoffer. Hvorvidt denne forsterkingseffekten er aktuell ved inntak av skjell med DSP-toksiner er ikke kjent, men dette er en viktig oppgave å avklare.

Mekanismen i de diaré-givende DSP-toksinene er hemming av protein-fosfataser i cellene, og siden dette er helt sentrale funksjoner, kan slik hemming forklare både diaré-efekten og den kreft forsterkende effekten.

Den eneste internasjonalt anerkjente påvisningsmetoden for DSP-komplekset er en musemetode. Skjellene ekstraheres med organiske løsemidler, fettsyrene fjernes, og det endelige ekstraktet dampes inn og resuspenderes i Tween. Ekstraktet sprøytes inn i bukhulen på mus, og toksinmengden bestemmes etter dødstiden. Dersom musene dør innen 4 timer, tillates ikke skjellene omsatt (dette tilsvarer ca 25 µg okadasyre/100g skjellmat).

Det arbeides for fullt internasjonalt for å erstatte musemetoden med analytiske kjemiske eller immunologiske metoder. Det finnes allerede en rekke alternativer, men bruken av dem i forvaltningmessig sammenheng hemmes av mangelen på standarder for enkelt-toksinene. Dette problemet vil forhåpentlig snart være løst.

### **ASP-problematikken**

Dette er et relativt nytt fenomen, som første gang ble rapportert i Canada i slutten av 1980-årene. Over ett hundre mennesker som spiste blåskjell ble forgiftet, noen døde, og endel av de som overlevde fikk varig hukommelsestap (derav navnet, *Amnesia*). Algen som gav forgiftningen heter

*Nitzschia pungens var. multiseriis*. I våre farvann har vi lite av denne, men vi har periodevis store forekomster av en nær slektning, *Pseudonitzschia pseudodelicatissima*, som også er påvist som toksin-produserende i Canada, om enn i mindre grad.

Hittil har vi ikke påvist ASP-toksin i norske skjell, men situasjonen følges nøye. Det aktuelle toksinet er en uvanlig aminosyre, "domoic acid", og denne kan påvises både ved musetest (samme som for PSP), og ved kjemisk metode (HPLC, og her finnes standarder).

### **Ichthyotoksiner ("fisketoksiner")**

Algetoksiner som dreper fisk og andre dyr som puster med gjeller har vært kjent i mange år. Mest kjent er toksiner fra *Prymnesium* og *Gyrodinium*. Tapet for fiskerne kan være stort når man får algeinvasjoner i områder med fiskeoppdrettsanlegg, siden fisken i merdene ikke kan flykte unna uten hjelp.

De største tapene de siste årene skyldes de "nye" toksinene fra slekten *Chrysochromulina*. I slutten av 1980-årene og begynnelsen av dette tiåret har vi hatt to meget alvorlige forgiftnings-episoder hvor tapet av oppdrettsfisk økonomisk kom opp i flere hundre millioner kroner.

Fisken dør hurtig ved eksponering for disse toksinene og våre studier tyder på at man ikke finner toksin i filét hos fisk som har vært utsatt for påkjenning, men har overlevd. Dette var en meget viktig informasjon i forbindelse med eksport av norsk oppdrettslaks i tiden rundt disse episodene. Videre har man ikke holdepunkter for at disse toksinene representerer et helseproblem for mennesker.

### **Kontroll med algetoksiner i skjell i Norge**

Denne kontrollen foregår på to nivå:

Kontroll på skjell som omsettes kommersielt. Alle skjell som importeres/eksporteres eller omsettes i Norge, skal være analysert for tilstedeværelse av algetoksiner. Disse analysene ut-

føres ved Seksjon for næringsmiddelhygiene, FMN, Norges veterinærhøgskole.

SNT's overvåkingsprogram. I tillegg til kvalitetskontrollen av kommersielt omsatte skjell har man et overvåkingsprogram i regi av Statens næringsmiddeltilsyn (SNT), som har til hensikt å gi publikum informasjon om det er tilrådelig å spise selvplukkede skjell langs norskekysten. Opplegget for dette overvåkingsprogrammet er lagt opp av SNTs Faggruppe for algetoksiner, og programmet kjøres som et prosjekt lagt til Trondheim næringsmiddelkontroll. Det faglige ansvaret for programmet ligger i Seksjon for næringsmiddelhygiene ved Norges Veterinærhøgskole.

### **Overvåkningsprogrammets struktur:**

Stasjonsnettet: Dette består av 23 prøvestasjoner lokalisert langs norskekysten fra Fredrikstad i sør til Tromsø i nord.

**Alge-bestemmelser:** Hver uke tas det vannprøver og hovtrekksprøver fra samtlige stasjoner. Mengden av potensielt toksinproduserende alger bestemmes i samtlige prøver. Dette arbeidet utføres av fem marinbiologer, stasjonert langs kysten.

**Tosinpåvisning:** Når det er nødvendig, sendes skjell fra stasjonene til NVH, hvor de blir ekstrahert og sprøytet på mus (samt studert med et spektrum av alternative metoder i arbeidet med å redusere bruken av forsøksdyr). Toksinnivåene bestemmes.

**Kostholdsråd til publikum:** Dersom forekomsten av toksinproduserende alger overskrider forutbestemte nivåer (basert på erfaring fra sammenheng mellom algekonsentrasjon og toksinnivå i skjell), "lukkes" et område for publikum, det vil si at det sendes ut informasjon lokalt fra det enkelte næringsmiddeltilsyn, samt via NRK Tekst TV. For å spare forsøksdyr, "lukkes" et område bare basert på algeanalyser.

Når senere algeanalyser viser at konsentrasjonen av de toksinproduserende algene har vært under grenseverdien i ca to-tre uker, innkalles skjellprøve. Eventuelle toksinrester bestemmes, og området "åpnes" igjen når nivået er betryggende.

Gjennom dette nye opplegget har man oppnådd en betydelig besparelse i bruken av forsøksdyr, smat at antall smertevoldende dyreforsøk er redusert vesentlig. Hittil er det rapportert svært få tilfeller av skjellforgiftning i perioder hvor overvåkningsprogrammet har vært operativt, og ingen med dødelig utgang.

Toksinnivået kan variere betydelig, både i samme skjelltype innen nære områder, og mellom de ulike skjelltypene. Når det gjelder forekomsten av algetoksiner i ulike skjellarter, har man mest data fra blåskjell, og erfaringene hittil tyder på at dette er den arten hvor man finner de høyeste toksinnivåene.

Man har også funnet de aktuelle algetoksiner i østers, O-skjell og kamskjell. Foreløpige resultater tyder på at nivåene ofte er lavere i disse sammenliknet med blåskjell.

Et annet viktig aspekt er hvor i skjellene toksinene akkumuleres. I hovedsak finner man toksinene i fordøyelsesorganene (hepatopankreas), samt i gonader, mens lite finnes i skjellmaten for øvrig. For kamskjell kan problemet reduseres vesentlig dersom man bare spiser muskelen.

I 1995 kom den såkalte Havbruksmeldingen (Stortingsmelding nr 48), hvor det signaliseres offentlig interesse for økt satsing også på en norsk skjellnæring. Vi får håpe at dette er tilfelle, og at myndighetene i såfall også finansierer den viktige aktiviteten omkring forskning på algetoksiner og utvikling av nye metoder for påvisning.

## 2.3 Kjønnsmodning hos laks i oppdrett: Kan bruk av tilleggslys løse problemet?

av  
Geir Lasse Taranger

Tidlig kjønnsmodning er et betydelig problem i lakseoppdrettsnæringen. Problemet er stort sett knyttet til hannfisk, og omfatter både dverg-hanner (fisk som modner før de blir smolt), post-smoltmodne (etter 0,5 år i sjøvann) og tert (etter 1,5 år i sjøvann). Kjønnsmodningen fører til negativ tilvekst i perioden fra juli til ca. desember (cf. Taranger 1993), og kan også medføre høy dødelighet, spesielt hos tert som holdes i sjøvann.

I tillegg fører kjønnsmodningen til en dramatisk nedgang i slaktekvalitet fra juli/august og utover høsten (Aksnes et al. 1985). Dette omfatter bla. en nedgang av fett-, protein- og astaxanthin-nivå i fileten, og en kraftig brun/rød pigmentering av skinn. Hannfisk får også markerte endringer i kroppsform og utvikler den karakteristiske kroken på underkjeven. Vi har observert at kjønnsmodningen har vært så langt framskreden i august at all fisk har gått til utkast, blant annet grunnet lav pigmentering av fileten. Tidligere var det vanlig å overvintre kjønnsmoden fisk i sjøvann for at de skulle få en akseptabel slaktekvalitet. Imidlertid fører dette ofte til høy dødelighet om vinteren (vi har observert over 70% dødelighet hos hanner som modner på tertstadiet), og en slik strategi representerer også en stor helseisiko. Det er derfor av stor interesse å utvikle metoder som gjør at en 1) kan unngå tidlig kjønnsmodning, eller 2) som gjør at en får laksen opp i ønsket slaktestørrelse før modningsprosessen har gått for langt. Ved Matre Havbruksstasjon har vi forsøkt å oppnå begge disse effektene ved å ta i bruk lysstyring på matfiskanlegg.

### Kjønnsmodningsprosessen hos laks

Kjønnsmodningsprosessen hos laks er bare delvis kartlagt, og vi har mindre kunnskap om denne prosessen hos hannfisk enn hos hunnfisk (Taranger 1993). Utviklingen av kjønnsceller betegnes som spermatogenese hos hannfisk og oogenese hos hunnfisk. Kjønnsdifferensieringen finner sted i startfôringsperioden hos laks, og

denne prosessen kan påvirkes ved å tilsette hunnlige eller hannlige kjønnshormoner i fôret. Gonadene utvikler seg både i størrelse og utviklingsgrad i en mer eller mindre kontinuerlig prosess fram mot puberteten (første kjønnsmodning). Denne prosessen kan ta fra ca. et halvt år hos nullårige dverg-hanner til tre-ti år hos laks som smoltifiserer etter 1,5-6,5 år og tilbringer 1,5-3,5 år i sjøvann før modning. Det er dermed stor variasjon i både alder og størrelse ved første modning, og denne variasjonen skyldes både genetiske faktorer og miljømessig variasjon (cf. Alm 1959).

Mye tyder på at laksen 'velger' å bli moden så snart den har nådd en viss fysiologisk 'status', og at terskelverdien for dette 'valget' avhenger av laksens genetisk bakgrunn (Thorpe 1986, 1989). Fiskens 'status' kan være bestemt av en kombinasjon av faktorer som størrelse, fettinnhold og utviklingsgrad av gonader. Imidlertid blir bildet ytterligere komplisert ved at optimal størrelse og alder ved kjønnsmodning for et gitt individ kan variere med vekstrate, slik at eventuelle terskelverdier vil kunne variere med fiskens alder og tidligere vekstrate (Stearns 1992).

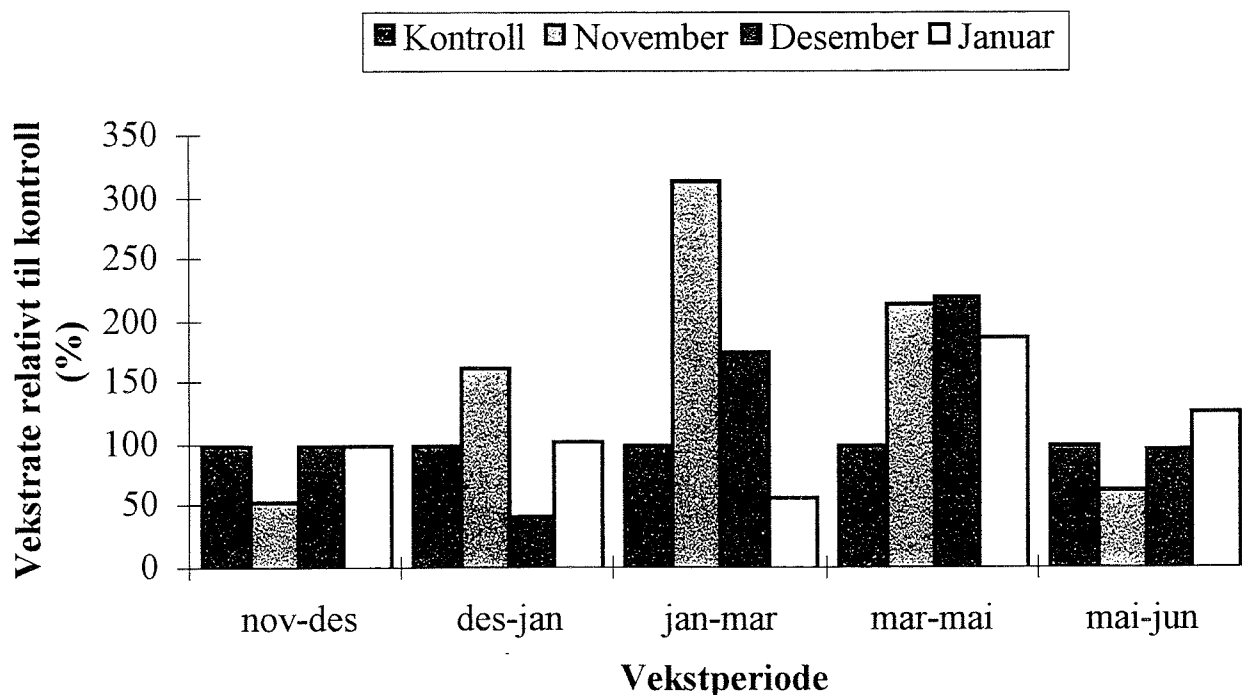
Selve gytingen finner sted i perioden oktober til januar i norske elver. Laks som har vært på beitevandring i havet vandrer imidlertid tilbake til elven på forsommeren og 'valget' om å modne må således være tatt før laksen begynner å vandre tilbake til elven. Det er imidlertid ikke klarlagt på hvilket tidspunkt i sesongen eller på hvilket utviklingsmessig stadium 'valget' om å vandre tilbake til elven og fullføre modningen blir tatt. Hos laks som modner som tert er det indikasjoner på at den modnende fisken skiller seg hormonelt fra umodne fisk i perioden januar til mars våren før gyting (Taranger 1993). Det er blant annet forhøyede verdier av testosteron og 11-ketotestosteron i blodplasma hos modnende hanner, og testosteron og østradiol-17b i blod-

plasma hos modnende hunner (MacLay et al. 1992, Taranger 1993). Dette er også korrelert med at modnende fisk har høyere vekstrate enn umoden fisk i perioden januar til juni før gyting (Taranger 1993). Dette tyder på at modningsprosessen 'starter' opp vinteren/våren før gyting hos laks som modner på tertstadiet. Hos laks som blir modne på andre sjøvinterstadiet kan en påvise forhøyede hormonnivåer i blodplasma opp til 12 måneder før gyting (Taranger 1993). Dette kan tyde på at modningsprosessen starter tidligere i sesongen hos flersjøvinterlaks enn hos tert. En kan også tenke seg at dverghanner og post-smoltmodne kan starte enda seinere i sesongen, for eksempel i sommermånedene før gyting.

For laks som modner på tertstadiet er det nærliggende å anta at smoltstørrelse og vekstrate første sommer og høst i sjøvann er avgjørende for om modningen skal starte i de påfølgende vintermånedene. Fisk som har høyt fôropptak første sommer og høst i sjø oppnår stor størrelse og vil kunne ha energioverskudd til fett-

deponering og gonadeutvikling, slik at fisken overskrider potensielle terskelverdier innen et kritisk tidspunkt på vinteren. Fisk som ikke har nådd disse terskelverdiene innen dette tidspunktet utsetter modningen med minst ett år, mens fisk som overskrider denne terskelen gjennomgår en rekke fysiologiske endringer. Dette omfatter blant annet økt appetitt, energideponering og gonadeutvikling utover vinter og vår før fisken vandrer tilbake til elven for å gyte.

Det er også indikasjoner på at laksen kan avbryte modningsprosessen etter at den er satt i gang. Dette er blant annet antydning ved at periodevis sulting i perioden januar til april kan redusere andelen fisk som blir modne påfølgende høst (blant annet Thorpe et al. 1990). Dette er også indikert ved at kunstig akselererte lysregimer kan føre til at laksen 'skruer av' modningsprosessen (Taranger et al. 1991). Vi har vist at nivåene av kjønnshormoner i blodplasma synker fra antatt 'modnende' til 'umodne' verdier etter at laksen blir utsatt for en brå endring fra kort naturlig lys-



**Figur 1.** Effekter av tilleggslys fra november, desember og januar på vekstrate relativt til kontroll (naturlig lys = 100%) hos laks i små merder. Data fra Endal et al. 1991.  
*Effects of additional light from November, Desember and January on the growth rate relativ to control (natural light = 100%) on salmon in small cages. Data from Endal et al. 1991.*

periode til kontinuerlig lys i januar eller mars (Taranger 1993). Tilsvarende endringer er også observert for gonadotropin I (Haux, Taranger, Hansen, Stefansson og Björnsson, upubl.). Dette fenomenet kan tenkes å være en slags 'nødløsning' der modningsprosessen kan utsettes ett år hvis det er spesielt dårlig næringstilgang i vinter- og vår-månedene eller hvis gonadeutviklingen er kommet for kort på et kritisk tidspunkt på våren. I en slik situasjon er det sannsynligvis bedre for fisken å utsette modningen med ett år enn å foreta en risikofylt og lite suksessrik gyting i det inneværende år. Dette kan bl.a. knyttes til de store energireservene som laksen må ha bygget opp før tilbakevandring til elven for å kunne fullføre gonadeutvikling, vandring og gyting, og til riktig tilbakevandringstidspunkt for å kunne vandre opp i elven og for å kunne gyte på optimalt tidspunkt.

### Effekter av kunstig lys

Som nevnt kan kunstig lyssetting påvirke kjønnsmodningsalderen hos laks. Dette skyldes sannsynligvis at endringer i lysperiode (antall timer lys pr. døgn) er det viktigste årstidssignalet hos laksefisk. De sesongmessige endringene i lysperiode justerer sannsynligvis indre årsrytmer som definerer når laksen skal gyte. Det er vel kjent at en kan benytte kunstige lysregimer for å framskynde eller utsette selve gytetidspunktet hos laksefisk (Bromage et al. 1982, 1984, 1990, 1993, Bromage og Duston 1986, Duston og Bromage 1986, 1987, 1988). Dette er også vist hos laks (Taranger et al. 1991, Hansen et al. 1992). Det er sannsynlig at de samme årsrytmene som styrer gytetidspunktet i sesongen også definerer kritiske tidspunkt i sesongen for oppstart og avbrytelse av modningen (Duston og Bromage 1988, Adams og Thorpe 1989, Duston og Saunders 1992, Taranger 1993). På denne basis har vi forsøkt å utvikle lysregimer for å redusere andelen fisk som blir modne. Teoretisk sett vil en anta at lysregimer som forkorter tiden laksen har fra modningsprosessen 'starter' til den skal ha nådd et kritisk nivå for energireserver eller gonadeutvikling kan føre til stans i modningsprosessen. Dette skulle da innebære at laksen må

oppleve en akselerert økning i lysperiode fra rundt årsskiftet og utover våren for å 'skru av' modningen. For å teste ut disse teoriene er det utført en rekke forsøk ved Matre Havbruksstasjon.

### Forsøk 1

I forsøk 1 ble grupper av laks som hadde vært 6 måneder i sjøvann eksponert for 'årssykluser' av ulik varighet fra 1. januar. En gruppe ble eksponert for en normal 12 månederssyklus, en gruppe for en 9 månederssyklus, og en gruppe en 18 månederssyklus. Lysmanipuleringen førte til redusert tertmodning i 9 månedersgruppen og økt tertmodning i 18 månedersgruppen, sammenlignet med normal 12 månederssyklus (tabell 1). Forsøket ble utført innendørs i kar med sjøvann og kunstig belysning.

**Tabell 1.** Effekt av ulike lysregimer på tertandel hos laks i landbasert matfiskanlegg (Data fra Taranger 1993)

Gruppe	Modne	Modne
	hanner (%)	hunner (%)
9 måneder	48	17
12 måneder	72	28
18 måneder	87	39

### Forsøk 2

Et lignende forsøk ble utført i sjømerdanlegget ved Matre havbruksstasjon. Laks som hadde vært 18 måneder i sjø ble fordelt på tre merder og eksponert for enten 1) naturlig lys, 2) kontinuerlig tilleggsls fra 23. januar til midtsommer, 3) kontinuerlig tilleggsls fra 13. mars til midtsommer. Tilleggsbelysningen førte til en kraftig nedgang i andelen laks som ble modne samme høst (som tosjøvinterlaks, tabell 2). Effekten var størst ved å sette på tilleggsls i januar. Resultatene fra disse to forsøkene viste at overføring til et akselerert lysregime i vintermånedene kan føre til nedgang i andelen modne laks.

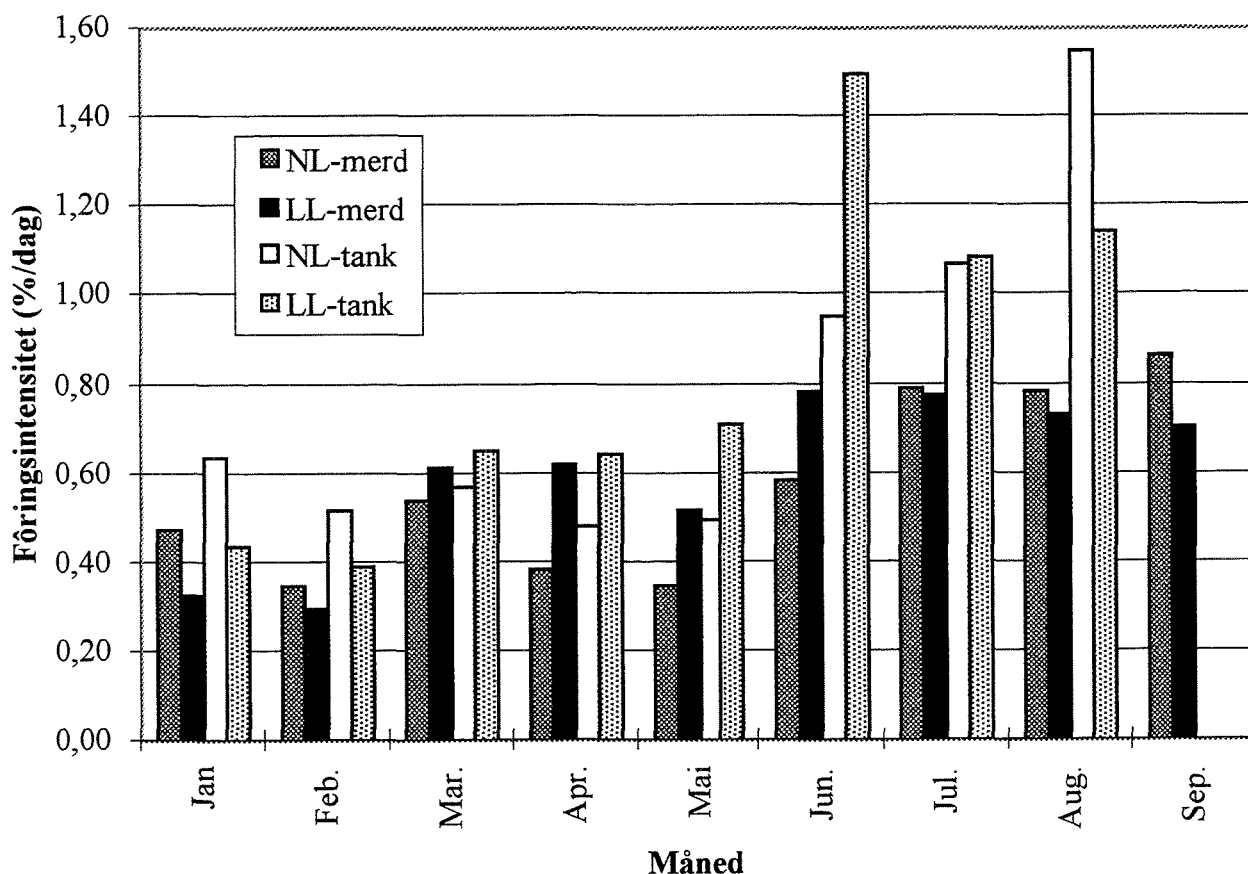
**Tabell 2.** Kjønnsmodningsandel hos laks som ble eksponert for enten naturlig lys (NL), kontinuerlig tilleggsllys fra 23. januar til midtsommer (TLJ), eller kontinuerlig tilleggsllys fra 13. mars til midtsommer (TLM) (Data fra Taranger et al. 1991).

Gruppe	Modne hanner	Modne hunner
	(%)	(%)
NL	74	91
TLJ	16	9
TLM	57	67

### Kan tilleggsllys øke andelen tidlig kjønnsmodning?

Lysperioden virker også inn på laksens vekstrate. Vi har vist at en brå overgang fra kort na-

turlig lysperiode til kontinuerlig tilleggsllys i vintermånedene øker vekstraten hos laks i merder i sjøvann (Endal et al. 1991, Kråkenes et al. 1991, Hansen et al. 1992, Taranger et al. 1994). Det er derfor mulig at tilleggsllys gir økt tertmodning ved at appetitt, vekstrate og energideponering øker før fisken har 'valgt' å modne. To forsøk med postsmolt i små merder (5x2,5m) har indikert dette. I det ene forsøket ble små postsmolt eksponert for kontinuerlig tilleggsllys fra 20. februar og fram til midtsommer (forsøk 3). Tilleggsllyset førte til en noe høyere vekstrate sammenlignet med kontrollgruppen (naturlig lys) i perioden april til juni, og tertandelen økte fra 19,6% i kontrollgruppen til 28,4% i lysgruppen (Kråkenes et al. 1991). Lignende resultater ble oppnådd i et senere forsøk der små postsmolt ble eksponert for kontinuerlig tilleggsllys fra november, desember eller januar og fram til midt-



**Figur 2.**

Fôringsintensitet (fôrmengde\* biomasse-1\*dag-1) hos laks eksponert for enten kontinuerlig tilleggsllys fra 1. januar til 1. mai i merd (LL-merd) og tank (LL-tank), eller naturlig lys i merd (NL-merd) og tank (NL-tank) (data fra Taranger et al. 1995). *Feeding intensity (food quantity\*biomas-1\*day-length) for salmon exposed to either continuous additional light from 1 January to 1 May in cages (LL-merd) and tanks (LL-tank), or natural light in cages (NL-merd) and tank (NL-tank) (data from Taranger et al. 1995)*



sommer (forsøk 4). Lysbruken førte til et karakteristisk vekstmønster i alle gruppene. De første seks ukene etter lyspåsett ble vekstraten redusert til ca. 50% av kontroll (naturlig lys), deretter økte vekstraten kraftig, og var høyere enn i kontrollgruppen i en periode på fire-seks måneder (figur 1, Endal et al. 1991). Parallelt med den kraftige vekstøkningen økte tertmodningen i de lyssatte gruppene (tabell 3). Den største økningen i tertmodning var i gruppen som hadde størst vekstøkning ('November-gruppen').

**Tabell 3.** Effekter av tilleggslys fra november, desember eller januar på tertandel hos laks i små merder (Data fra Endal et al. 1991).

Gruppe	Tertandel (%)
Kontroll (naturlig lys)	2,8
Tilleggslys fra november	17,3
Tilleggslys fra desember	8,3
Tilleggslys fra januar	3,9

Resultatene fra forsøk 3 og 4 viser at lysbruk kan øke andelen laks som modner på tertstadiet. En mulig forklaring på dette kan være at den vekststimulerende effekten av kontinuerlig lys har ført til økt energideponering og en høyere 'status' på fisken før 'beslutningen' om å fullføre modningen blir tatt.

### Kommersiell utprøving

Imidlertid har vi oppnådd helt motsatte effekter på kjønnsmodning når vi har benyttet tilsvarende tilleggsbelysning på postsmolt i kommersielle anlegg. I et forsøk ved Stolt Sea Farm AS sitt anlegg på Skolmosen i Masfjorden (forsøk 5) medførte tilleggslys fra 1. januar til 1. mai et tilsvarende vekstmønster som i forsøk 4 (indikert ved ulik appetitt; figur 2), mens tertmodningsandelen ble omtrent halvert i forhold til kontrollgruppene (tabell 4). Forsøket ble utført i to 15 x 15m merder (med og uten tilleggslys) og to flytende sjøvannstanker (13m diameter, 800 m<sup>3</sup>, med og uten tilleggslys). Disse resultatene har seinere blitt bekreftet ved observasjoner på en rekke oppdrettsanlegg som har benyttet tilsvarende tilleggsbelysning.

En mulig forklaring på de motsatte effektene av kunstig lys i forsøk 3 og 4 ved Matre Havbruksstasjon og forsøk 5 hos Stolt Sea Farm, kan blant annet være knyttet til ulik størrelse på forsøksenheter. Forsøk 3 og 4 var utført i svært små merder (2,5 x 5m) slik at fisken hadde små muligheter til å danne stim og opprettholde normal svømmehastighet. Merdene og tankene hos Stolt Sea Farm var betydelig større med bedre muligheter for stimdannelse og svømmeaktivitet. Det er bla. observert at bruk av tilleggslys fører til at laksen opprettholder stimstruktur og høy svømmehastighet om natten i merder av denne størrelse (Juell, Fosseidengen og Taranger, upubl.). Ulik svømmeaktivitet kan tenkes å påvirke energideponeringen hos fisken og dermed kjønnsmodningsandelen i de ulike systemene.

**Tabell 4.** Effekter av tilleggslys fra januar til mai på vekst og tertmodning hos laks i fullskala åpne merder (ÅM) og lukkede tanker (LT) hos Stolt Sea Farm AS (Taranger et al. 1994).

Gruppe	Vekt v. oppstart nov. 1990	Slakte- dato	Slakte- vekt (kg)	Tert- modning (%)
LT lys	1,1	aug. 1991	3,7	11
LT kontroll	1,1	aug. 1991	2,9	21
ÅM, lys	1,1	sept. 1991	3,9	9
ÅM, kontroll	1,1	sept. 1991	3,3	26

### Konklusjon

Bruk av akselererte lyssykluser og direkte endring fra kort naturlig lysperiode til kontinuerlig lys i vintermånedene har vist seg å redusere kjønnsmodningsandelen hos laks som blir holdt i merder av normal størrelse og i lukkede anlegg der fisken har gode muligheter for stimdannelse og høy svømmeaktivitet. Dette tyder på at tilleggslys kan brukes som et effektivt redskap for å redusere uønsket tertmodning i matfiskoppdrett av laks. Det er imidlertid resultater fra forsøk i små merder som viser at tilleggslys også kan øke kjønnsmodningsandelen i visse tilfeller. Det er derfor behov for flere kontrollerte forsøk der ulike lyssettingsstrategier blir testet ut med hensyn til effekter på vekst og kjønnsmodning.