



Fisken og havet, særnummer 2 – 2005

## Kyst og havbruk 2005

Redaktører: Karin Boxaspen  
Ann-Lisbeth Agnalt  
Jakob Gjørseter  
Lis Lindal Jørgensen  
Anne Berit Skiftesvik

[www.imr.no](http://www.imr.no)

*Illustrasjoner på kapitelforsider*

Kapittel 1: Detalj av hummerlarve i stadium V

Kapittel 2: "Bunnslette" kamskjellyngel på netting

Kapittel 3: Sjøanemone

Kapittel 4: Detalj av undersiden på en voksen lakselus

Kapittel 5: Torskelarve

Kapittel 6: Kappekant hos blåskjell

ISSN 0802 0620

Redaksjonen avsluttet april 2005

Grafisk form og produksjon: Harald E. Tørresen, Havforskningsinstituttet

Trykk: Designtrykkeriet as

Forord.....	5
Sammendrag.....	6
Summary .....	9
Utfordringer i kystsonen	
<i>E. Moksness og L.L. Jørgensen</i> .....	12
Nest best – er det godt nok?	
<i>O.J. Torrissen</i> .....	14
<b>Kapittel 1 Hvorfor er kysten viktig?</b>	
1.1 Hvorfor er kysten så viktig?	
<i>J. Gjøsæter</i> .....	18
1.2 Kysten, Riksveg nr. 1	
<i>J. Høyer</i> .....	21
1.2.1 Skipsfartens transport av fremmede arter	
<i>A. Jelmert</i> .....	22
1.2.2 Kongekrabbens vandringer langs kysten	
<i>A.M. Hjølset og J. Sundet</i> .....	24
1.2.3 Olje i det marine miljø, valget mellom fisk og fugl	
<i>L. Føyn</i> .....	25
1.3 Kystsoneplaner – forskningens bidrag	
<i>J.A. Knudsen, T. Strohmeier og A. Ervik</i> .....	27
1.4 Kystsoneforvaltning i praksis	
<i>A. Aanonsen</i> .....	29
1.5 Gytefelt langs kysten – om kunnskap og vitenskap	
<i>K. Sunnanå</i> .....	31
1.6 Vi innfører EUs rammedirektiv for vann	
<i>J. Alvsvåg, J. Aure, E. Dahl, J. Gjøsæter og L. Buhl-Mortensen</i> .....	34
<b>Kapittel 2 Kystressurser</b>	
2.1 Biologiske verdier i kystsonen	
<i>J.A. Knutsen, H. Steen og L.J. Naustvoll</i> .....	38
2.2 Kystklima	
<i>J. Aure</i> .....	41
2.3 Fjordcult – dyrking av fjorder	
<i>J. Aure og Ø. Strand</i> .....	45
2.4 Effekter av oksygensvikt på fjordfauna	
<i>L. Buhl-Mortensen og J. Aure</i> .....	48
2.5 Høsting av tang og tare – økologisk uforsvarlig eller bærekraftig ressursbruk?	
<i>H. Steen</i> .....	52
2.6 Europeisk ål	
<i>C. Durif og A.B. Skiftesvik</i> .....	55
2.7 Hummer	
<i>J.A. Knutsen og A.-L. Agnalt</i> .....	56
2.8 Taskekrabbe	
<i>A.K. Woll og A.-L. Agnalt</i> .....	57
2.9 Lite utnyttede ressurser (LUR)	
<i>P.G. Kvenseth og S. Mortensen</i> .....	59
<b>Kapittel 3 Kysten, vår viktigste åker</b>	
3.1 Sett fra et politisk ståsted	
<i>B. Mathisen</i> .....	64
3.2 Turistfiske utenfor kvoter og reguleringer	
<i>J. Gjøsæter og K. Sunnanå</i> .....	67
3.3 Marine verneområder	
<i>H.R. Skjoldal</i> .....	69
3.4 Dyrevelferd, fra et forsknings- og forvaltningsståsted.....	73
3.4.1 Naturlig atferd – fiskevelferd	
<i>A.B. Skiftesvik og H. Browman</i> .....	73
3.4.2 Fiskevelferd – et positivt eller negativt perspektiv for næringen?	
<i>J.E. Juell og T.S. Kristiansen</i> .....	75
3.4.3 Fiskevelferd og lovverket	
<i>B. Bergersen og I. Fyllingen</i> .....	78
3.5 Porsangerfjorden – et nasjonalt laboratorium	
<i>K. Sunnanå</i> .....	80
3.6 Kunstige rev på norskekysten	
<i>H. Christie</i> .....	83
3.7 Økt verdiskaping og bærekraftig forvaltning i havbruk: realisme eller utopi?	
<i>I. Huse</i> .....	86

**Kapittel 4 Laksefisk**

4.1	Produksjon av laks og regnbueørret i 2004 <i>A. Kjørhaug</i> .....	90
4.2	Markedssituasjonen for laks og ørret i 2004 <i>P.T. Aandahl og M.N. Kristiansen</i> .....	94
4.3	Helsesituasjonen hos laksefisk <i>A. Kvellestad, G. Bornø, K.I. Flesjø, H. Nilsen, H. Skjelstad og B. Hjeltmes</i> .....	97
4.4	Smitteoverføring i oppdrett <i>Ø. Bergh og S. Mortensen</i> .....	102
4.5	Oppdrettslaks på avvegar: omfang, konsekvensar og identifisering <i>Ø. Skaala, B. Barlaup og R. Borgstrøm</i> .....	105
4.6	Merking av oppdrettslaks? <i>Ø. Skaala og G.L. Taranger</i> .....	108
4.7	Rømt laks og regnbueørret bør fiskes opp <i>O. Skilbrei</i> .....	110
4.8	Finnes det grenser under vann for lakselus? <i>K. Boxaspen, L. Asplin, J.Chr. Holst og F. Nilsen</i> .....	112

**Kapittel 5 Marin fisk**

5.1	Torskeoppdrett <i>T. van der Meeren, A. Mangor-Jensen, Ø. Karlsen og G.L. Taranger</i> .....	118
5.2	Oppdrett av kveite <i>T. Harboe og G.R. Adoff</i> .....	123
5.3	Rømming av oppdrettstorsk – er genetisk merking ønskelig og nødvendig? <i>K.E. Jørstad, T. van der Meeren og G. Dahle</i> .....	127
5.4	Kvaliteten på fisk <i>S.B. Balevik, T. Haugen og E. Slinde</i> .....	129
5.5	Sykdomsforebyggelse hos marin fisk og skjell <i>Ø. Bergh, A. Nerland og O.B. Samuelsen</i> .....	132
5.6	Oppdrett av berggylte ( <i>Labrus bergylta</i> ) <i>A.B. Skiftesvik, B. Norberg, R.M. Bjelland og S. Muncaster</i> .....	135
5.7	Helsesituasjonen hos marin oppdrettsfisk 2004 <i>H. Hellberg</i> .....	137
5.8	Andre oppdrettsarter.....	141
5.8.1	Hyse vokser hurtigere enn torsk <i>I. Opstad og A.B. Skiftesvik</i> .....	141
5.8.2	Kråkebolle – en piggete lekkerbiskken med potensial som oppdrettsart <i>T. Dale, S. Siivkavuopio og K. Aas</i> .....	143
5.8.3	Flekksteinbit i oppdrett <i>I. Andreassen, I.-B. Falk-Pettersen, A.N. Pedersen og H. Tveiten</i> .....	146
5.9	En “kongelig norsk oppdrettstorsk” – eller er det ønskelig med flere stammer? <i>K. Jørstad, A.-L. Agnalt, G. Dahle, H. Otterå og T. van der Meeren</i> .....	149

**Kapittel 6 Skalldyr og havbeite**

6.1	Giftige skjell.....	154
6.1.1	Algeplankton langs kysten <i>E. Dahl</i> .....	154
6.1.2	Giftige alger – analyse før høsting av blåskjell <i>T. Castberg, E. Dahl, E. Gustad og L.J. Naustvoll</i> .....	157
6.1.3	Avgiftning av skjell <i>A. Duinker og M. Bergslien</i> .....	160
6.2	Yngelproduksjon av stort kamskjell <i>S. Andersen, T. Magnesen og G. Christophersen</i> .....	163
6.3	Havbeite – konsesjoner, premisser og tidsperspektiver <i>B. Leikvoll</i> .....	166
6.4	Bonde på havet – dyrking av hummer <i>K. Frøyland</i> .....	168
6.5	Hummer, rev og skjell <i>H. Christie</i> .....	171
6.6	Landbasert oppdrett av hummer <i>A. Drengstig og T.S. Kristiansen</i> .....	173

Havforskningsinstituttet har endret organisasjon for å møte nye krav og forventninger fra forvaltning, samfunn og næring. Å satse på økosystembasert rådgivning krever et mer omfattende og tverrfaglig fokus. Derfor var det formålstjenlig med ny inndeling av våre rapporter, slik at det som tidligere var tre årsrapporter nå er blitt til to. 19 forskningsgrupper og forskningsteknisk avdeling utfører det faglige arbeidet som danner grunnlaget for anbefalingene til myndigheter, næring og samfunn. Vi gir nå råd for økosystem Barentshavet, økosystem Norskehavet og Nordsjøen, økosystem kystsonen og for havbruk og havbeite. Det er mer naturlig i den nye tilnærmingen å se på de store økosystemene utenfor kysten i én rapport (Havets ressurser og miljø 2005). Det som skjer i kystsonen vår er samlet i denne rapporten, som har fått navnet "Kyst og havbruk 2005". Den skal dekke økosystembasert rådgivning i kystsonen, kystressursene, havbruk og havbeite både som næring og del av dette økosystemet.

"Kyst og havbruk 2005", som er den første i sitt slag, er inndelt i en kystdel og en havbruksdel. I de to første kapitlene, som mest omhandler kysten, har vi valgt å be noen sentrale aktører si noe om hvorfor kysten er viktig og hva som kan være de biologiske verdiene langs vår lange kyst. Vi har ikke tatt mål av oss til å få med alt, det hadde blitt alt for langt, men vi håper artiklene gir et tverrsnitt av noen av utfordringene som ligger i kystsonen. I midten ligger et kapittel kalt "Kysten, vår viktigste åker". Her er både journalist og forsker bedt om å skrive litt mer generelt om interessekonflikter, utfordringer innen fiskevelferd både for forskning og lovgivning og hvilke muligheter som finnes i kystsonen. Kysten er også et hjem for havbruk og havbeite, som begge er inkludert i denne rapporten.

Laksefisk er fremdeles vårt største havbruksprodukt, og både produksjon, eksport, sykdom og utfordringer er beskrevet. For de marine fiskeslagene er den kommersielle produksjonen av torsk på vei oppover, og kveite ser ut til å stabilisere seg. Nye arter som hyse, kråkebølle og steinbit blir også omtalt. Skalldyr og havbeite er samlet i ett kapittel, fordi havbeite per i dag kun er aktuelt for skalldyr. Blåskjellproduksjonen sliter med giftighetsproblematikken, og både algeproduksjon, giftige alger og avgiftning er aktuelle problemstillinger. Produksjon av kamskjellyngel kan gjøres i intensive systemer, hummeroppdrett kan kanskje komme på banen igjen og den nye havbeiteloven gir nye muligheter.

Forfatterne i "Kyst og havbruk 2005" ble spurt om å skrive på et oppgitt tema. Redaktørene takker for deres vilje til å levere i en stresset hverdag. En spesiell takk til eksterne bidragsyttere som har vært med på å skape bredde i rapporten, uten vederlag.

Rapporten er bevisst populært skrevet og har derfor heller ingen kildehenvisninger. De av leserne som er interessert i mer detaljert informasjon kan kontakte forfatterne direkte på e-postadressene som står listet under forfatternavnene i hver artikkel. Ellers vil redaktørene være villige til å videreformidle henvendelser.

#### **Redaksjonskomiteen**

"Kyst og havbruk 2005" er redigert av Karin Boxaspen, Ann-Lisbeth Agnalt, Jakob Gjøsæter, Lis Lindal Jørgensen og Anne Berit Skiftesvik. Grafisk form og produksjon er utført av Harald E. Tørresen. Ingunn E. Bakketeig og Berit M. Gullestad har stått for korrektur.

### Hvorfor er kysten viktig?

Kysten er området der land og hav møtes, men den har ingen klar naturlig avgrensning. EUs rammedirektiv for vann sier at kysten går en nautisk mil ut fra grunnlinja, der grunnlinja er en linje som trekkes mellom de ytterste øyer og skjær. Det er rom for så vel høsting av havets ressurser som rekreasjon, men også store utfordringer innen kystsoneplanlegging hvor rekreasjonsformål, arealbehov for både næring og private formål og hensyn til det økologiske mangfoldet må tas med.

#### Transport

Den økte trafikken av større skip bringer med seg mange utfordringer. I ballastvann kan virus, bakterier og større organismer haike med og i verste fall finne seg et nytt hjem langs våre kyster. Oljetransport kan også utgjøre en risikofaktor. Olje som flyter på overflaten er farlig for fugl, mens en nedblanding av olje i vann er farlig for fisken. Kongekrabbe fra det høye nord finner selv veien og vandrer nedover langs kysten.

#### Kystsoneplanlegging

Kystområdene i Norge utsettes i vår tid for et meget sterkt utbyggingspress både på land og i sjø. Presset skyldes et økende arealbehov både hos kystbefolkningen og feriegjestene til boligområder, hyttebygging, næringsutvikling og rekreasjon. Ofte får denne typen utbygging uheldige konsekvenser for de biologiske verdiene i sjø. Tilsvarende vil uhenksom utbygging kunne bidra til at områder med stort potensial for marin verdiskaping ødelegges. I kystsoneplaner og kystsoneforvaltning er derfor kartlegging og identifisering av biologiske verdier viktig. I Tvedestrand har de valgt å bruke kommuneplanen som et styringsverktøy og spesifisert overordnede mål for kystsoneforvaltningen.

#### Gyteområder

Kysten er det desidert viktigste området for gyting og oppvekst av de yngste stadiene av fisk og skaldyr. Dette gjelder både de store oseaniske bestandene av sild og torsk og de mer lokale og stedege fjordbestandene. Kjennskap til lokale gytefelt langs norskekysten er gammel kunnskap som finnes i lokalmiljøene, og forskere har benyttet seg av den i sine råd til forvaltningen. Dette vil også kunne bidra til økt kunnskap om de store økosystemene.

#### Vannkvalitet

Norge er i ferd med å innføre EUs rammedirektiv for vann. Vannrammedirektivet (VRD) vil påvirke verdiskapingen i kystsonen. Det sikter mot bevaring av en god økologisk tilstand og et rent miljø. Verdiskapende aktiviteter, som kan ha behov for mer avklaringer og dokumentasjon i forhold til forvaltningen av VRD, er havbruk og havbeite, taretråling, skjellskraping, kystnær bunntråling og kongekrabbe som en introdusert art.

#### Biologiske verdier

Betydningen av begrepet "biologiske verdier" er trolig ikke klart for de fleste. I begrepet biologiske verdier inngår både det biologiske mangfoldet og den biologiske produksjonsevnen i naturen. Mens det biologiske mangfoldet omfatter artsrikdommen,

og også den genetiske variasjonen innenfor den enkelte art, så vel som variasjonen i naturtyper på land og i sjø, er den biologiske produksjonsevnen knyttet til et områdes evne og kapasitet til å produsere levende organismer.

#### Klimaets innvirkning

Klimatilstanden i kystfarvannene har stor betydning for den biologiske produksjonen og observeres regelmessig på faste hydrografiske stasjoner fra Torungen (Arendal) til Ingøy. Målinger i overflatelaget blir tatt fra Hurtigruten ved en rekke lokaliteter mellom Bergen og Kirkenes (termograffjenesten). Temperaturene i overflatelaget langs hele kysten lå stort sett nær eller over det normale i 2004. I de dypere liggende lag av kystvannet (150 m), som i større grad er direkte påvirket av atlantisk vann, var det forholdsvis varmt gjennom hele året.

#### Fjorden som dyrkingsområde

Det er vist at brakkvannsdrevet oppstrømming av dypvann kan øke produksjonen av alger i et fjordområde og resulterte i en om lag tredobling av både algeproduksjonen og algebiomassen. En økt og stabil algeproduksjon, med dominans av giftfrie alger, kan skape grunnlag for en mer forutsigbar dyrking av blåskjell i våre fjorder. Fjordbassengene langs Skagerrakkysten har i økende grad vært utsatt for oksygenmangel etter at tilførselene av organisk materiale økte med 50–100 % i løpet av 1970-årene. Endringene i faunaforholdene som følge av reduserte oksygenforhold er blitt studert i alt 11 fjordbassenger langs Sørlandskysten. Foreløpige resultater viser at bunntilnyttede krepsdyr er følsomme for oksygenforholdene. De er derfor godt egnet som indikatorer for miljøtilstanden i et fjordbasseng.

#### Kommersielle ressurser

Stortare og grisatang er de eneste algeartene som høstes kommersielt i Norge i dag. Fra stortare utvinnes alginat og fra grisatang produseres hovedsakelig tangmel. Mengden av de norske leveringene av taskekrabbe passerte 5000 tonn i 2004. Dette er det største registrerte kvantum i Norge med unntak av en kort, hektisk periode i etterkrigstiden. Potensialet for en videre økning av fangstene ser ut til å være til stede, spesielt på Helgelandskysten. I 1950-årene var Norge det landet i Europa som hadde de største årlige registrerte fangstene av hummer. Denne situasjonen har nå endret seg drastisk, og i vår tid er fangstene et minimum i forhold til historiske tall. Nå er det imidlertid liten tvil om at disse tallene ikke gir et korrekt bilde av situasjonen, ettersom mye av dagens fangster, i motsetning til tidligere, går utenom offentlige omsetningsledd.

#### Lite utnyttede ressurser

Mange av de lite utnyttede ressursene (LUR) langs kysten er ufisk eller fremmede for de fleste av oss. Flere arter har etablerte markeder i utlandet, og kan derfor sannsynligvis eksporteres med fortjeneste. Den islandske modellen med informasjon som gir fiskerne grunnleggende kunnskap om de artene de får i fangsten, om rett håndtering, råvareegenskaper og bruksområder, er kanskje et eksempel til etterfølgelse.

### **Kysten, vår viktigste åker**

#### *Utfordringer*

Når politikere utfordres om kystsonen nevner de både ressursbegrensning, mulige brukskonflikter mellom turisme, oppdrett og vindkraft samt oljeforurensing som potensielle problemområder. Helt enige er de selvfølgelig ikke, men Kyst-Norge står utvilsomt foran store utfordringer.

#### *Turistfiske*

Turistfiske er blitt vanlig i Norge, og det tas opp mot 10 000 tonn fisk som ligger utenfor kvoter og reguleringer. Konfliktnivået mellom dette fisket, fritidsfiske og fiskerinæringen varierer langs kysten, men blir mange steder karakterisert som moderat. En samlet vurdering av turistfisket viser at verdiskapingen knyttet til dette fisket gir høyere verdiskaping enn om fisken var tatt opp av yrkesfiskere.

#### *Verneområder*

Et rådgivende utvalg har foreslått 36 områder som tilrås tatt med i første fase av en nasjonal marin verneplan. Områdene spenner i størrelse fra 5 til 3 450 km<sup>2</sup>, og de fleste ligger i kystsonen. Representativitet og særegenhet har vært hovedkriterier ved utvelgelsen av områdene. Hovedformålet er å beskytte det undersjøiske landskapet med tilhørende arts- mangfold i områdene.

#### *Fiskevelferd i en ny sammenheng*

Oppdrettsnæringen har vokst fram etter at dagens dyrevernlov av 1974 fikk sin utforming. Selv om denne loven har svært få bestemmelser som direkte omhandler fisk, er det presisert i § 1 at loven også gjelder for fisk. Laks og regnbueørret er nå Norges klart viktigste "husdyr". Likevel oppfattes fisk i langt mindre grad enn landdyrene som individer med egenverdi. I oppdrettsnæringen har en ansvaret for fiskens velferd og helse gjennom hele livssyklusen. Her bør holdningene til fiskens velferd dermed bli mer lik holdningene vi har til andre husdyr. Hva som legges i ordet dyrevelferd kan være forskjellig ut fra ståsted eller sektor, men en ting alle kan enes om er at fisk i fangenskap ikke skal lide unødvendig. Det atferdsspekteret fisk har er en tilpasning til et liv i naturen der målet er å overleve for å reproducere. Bare en svært liten andel klarer dette, et liv i naturen er ikke et liv i fred og fordragelighet. Ny viten om fiskens kapasitet til lidelse samt endrede holdninger til dyrevelferd, har ført til økt fokus på oppdrettsfiskens velferd de senere år.

#### *Nye habitater*

Vi har en rik kystsoner der det synes å være plass for mer liv hvis man øker mengde og mangfold av leveområder. Bruk av kunstige habitater har ført til økning i faunatetthet i kystnære systemer. Utplasing av kunstige rev både i Risør og i Lofoten har vist lovende resultater på begroing og ikke minst tiltrekning av fisk.

### **Laksefisk**

#### *Produksjon*

2004 ble et nytt rekordår for norsk laksenæring. Gode priser til oppdretter, sett i forhold til 2003, gjør at snittprisen for 2004 lå ca. 2 kroner høyere enn i 2003. Lakseeksporten fra Norge var i 2004 den stør-

ste noensinne. Eksportverdien nådde 11,1 milliard NOK – en økning på 10,9 % fra året før. Reduksjonen i den totale produksjonen av ørret medførte 14 % nedgang i eksportvolum. Prisene var imidlertid noe høyere enn året før, og den totale eksportverdien endte på 1,2 milliarder NOK i 2004, en nedgang på 4,1 %.

#### *Helse og smitte*

Helsesituasjonen var i 2004 omtrent som året før. Virussykdommer som infeksjøs lakseanemi, pancreas disease, hjerte- og skjelettmuskelbetennelse og infeksjøs pankreasnekrose var tilsynelatende de viktigste årsakene til tap. Vaksinasjon mot bakteriesykdommer som furunkulose, vibriose og kaldtvannsvibriose har gitt gode resultater. Lakselus og bendelmark er fremdeles de viktigste parasittene. "Nye" sykdommer ble ikke påvist i 2004. Oppdrett av flere arter gir oss nye utfordringer – ikke minst knyttet til avstand mellom anlegg med ulike oppdrettsarter, og kontakt mellom oppdrettsartene og ville fisk og skjell utenfor anleggene. Transport av sykdomsfremkallende organismer kan skje begge veier. Kartlegging av denne transporten gir grunnlag for råd til forvaltning og næring om fastsettelse av grenser og avstand mellom anlegg.

#### *Rømt laks og lakselus*

Rømt laks gir oppdrettsnæringen og forvaltningen store problemer. Den genetiske forurensingen av de ville laksestammene er uønsket. Merking av oppdrettslaks kan være et virkemiddel for å få bedre innblikk i hvor omfattende den u rapporterte rømmingen er, og hvor denne fisken kommer fra. Etableringen av nasjonale laksefjorder vil naturlig nok redusere, men på ingen måte eliminere problemet med oppvandring av rømt laks i elvene dersom rømmingstallene ligger på dagens nivå. Spredning av lakselus og mulig smitte mellom oppdrettsanlegg og ville bestander av laksefisk er et alvorlig problem. Fjordene våre ser ut til å peke seg ut som spesielle problemområder. Uten undersøkelser direkte i miljøet og på villfisk er det vanskelig å si om de vedtatte tiltakene i form av økt bruk av avlusningsmidler har den ønskede effekt.

### **Marin fisk**

#### *Torsk*

Utviklingen av torskeoppdrett er i stadig vekst. Det forventes en årsproduksjon på opp mot 15 000 tonn oppdrettstorsk når siste års yngel skal ut på markedet i 2006 og 2007. Fremdeles er finansiering av matfiskanlegg en vekstbegrensende faktor, og en betydelig andel av konsesjonene er ikke tatt i bruk. Dette kan skape problemer for yngelprodusentene, noe som allerede merkes ved at yngelprisen er falt til 5–6 kr.

Deformiteter på torsk utgjorde også i 2004 et problem, men frekvensen av nakkeknekk og andre misdannelser er gått ned. Økt kunnskap om basale miljø- og ernæringskrav i tidlige faser av fiskens liv samt en hardere sortering har bidratt til å øke kvaliteten på den torsken som settes ut. Vibriose er trolig det største helsemessige og økonomiske problemet innen oppdrett av torsk, med dødelighet også på stor fisk.

Hvis torsk skal bli vår nye store oppdrettsart etter laks, er det viktig at en gjennom domestiseringsprosessen velger ut det genmaterialet som er best egnet. Et avlsprogram vil endre gensammensetningen hos fisken, og vi vil få de samme diskusjonene knyttet til rømming av torsk og risiko for negativ genetisk påvirkning på de ville torskestammene som vi har hatt for laks. Økonomisk sett kan det synes best å utvikle kun én "kongelig norsk oppdrettstamme" av torsk som kan brukes overalt, men er det sikkert at én stamme passer inn overalt? Og hvordan varierer genprofilene på vill torsk mellom ulike geografiske områder? Oppdrettstorsk kan nå styres med et genetisk merke som entydig identifiserer fisken som en oppdrettstorsk. Dette gir unike muligheter til å følge effektene av rømming og gytning i merder på de ville bestandene

#### *Andre arter*

*Kveite* er på vei til å bli en kommersiell art å regne med. Tilgangen på egg er økende, og flere anlegg har også stamfisk med forskjøvet gytetidspunkt. Dette gir bedret tilgang på rogn gjennom året. Forskning har ført til lavere deformitetsandeler i plommesekkfasen og fôringsregime som gir god vekst og overlevelse. Reduksjon i antall yngelprodusenter, mindre etterspørsel etter yngel og lavere pris medfører styrt yngelproduksjon. I 2004 ble det slaktet 1000 tonn. Prognosen for 2005 er det dobbelte.

*Berggylte* har vist seg å være effektiv som luseplukker på stor laks. Berggylte er generelt veldig robust, aktiv ved lavere temperaturer, og beiter lus hele året. Oppdrett av berggylte vil kunne løse problemet med tilgang, og i tillegg gi mulighet for levering når behovet er størst.

*Hyse* har stort potensial som ny marin art i havbruk i Norge. Den er en aktiv fisk, har god appetitt og god vekst. Den vokser også fortere enn torsk i oppdrett.

*Kråkebollerogn* er et ettertraktet sjømatprodukt og, gitt riktig kvalitet, et av verdens best betalte. Reduksjonen i mengden kråkebollerogn tilgjengelig for markedet har ført til en interesse for oppdrett av kråkeboller mange steder i verden. Det er økende interesse for kråkebollefangst i Norge, og våre ressurser er langt på vei utnyttet.

*Flekksteinbit* har egenskaper som gjør den godt egnet som oppdrettsart i nordlige farvann. Den relativt gode veksten ved lave temperaturer gjør den spesielt aktuell som oppdrettskandidat på lokaliteter med tilgang på kaldt vann. Yngelproduksjonen er på mange måter mer lik laks enn andre marine arter, ved at den har store egg og vel utviklede larver.

#### *Helse for marin fisk*

Bakterielle sykdommer som vibriose og atypisk furunkulose er fremdeles et problem, selv om mye tid og penger er lagt ned i utvikling av vaksiner til både torsk, kveite og steinbit. Vaksiner må skreddersys for den enkelte oppdrettsart, og ny vaksine-teknologi kan gi oss mer effektive vaksiner. Skjell og tidlige livsstadier av fisk kan ikke vaksineres, og man er avhengig av andre tiltak for å forebygge sykdom. Det må også utvikles effektive behandlings-

prosedyrer for de ulike artene. Sentralt står funn av sykdomsframkallende bakterier og bruk av gunstige bakterier som sykdomsforebyggende tiltak, såkalt probiotika. Nye og mer avanserte oppdrettssystemer er også tatt i bruk. Produksjonen av kamskjellyngel har økt kraftig, og det er slutt på all bruk av antibiotika i yngelproduksjonen.

#### *Kvalitet*

Folk i Norge vil gjerne spise fisk, men den skal være fersk, og ikke for dyr. Viljen til å betale for god kvalitet er imidlertid voksende. Verdien av fisk øker, spesielt internasjonalt, og kundene forlanger kvalitet. Det hviler en stor utfordring for norsk fiskeforedlingsindustri i å bedre den hygieniske kvaliteten så vel som å tilfredsstille markedets krav til kvalitet av fisk.

#### **Skalldyr og havbeite**

##### *Alger og skjell*

Den landsdekkende rutineovervåkingen av planktonalger med vekt på skadelige alger foregikk i 2004 ukentlig fra midten av mars til ut i oktober på 26 stasjoner fra Østfold til Finnmark. I 2004 ble det utgitt 33 "algeinfoer" (<http://algeinfo.imr.no/>). Mengden av giftige alger til stede sier noe om risikoen for at skjell kan akkumulere algegifter til nivåer som gjør dem uegnet til konsum. Analyser av forekomsten av giftige alger brukes som en del av grunnlaget for tillatelser til skjellprodusenter til høsting av skjell, og likeledes råd til publikum som vil høste av naturlige bestander. Avgiftning av skjell kan stimuleres og skjellene kan avgiftes kostnadseffektivt i kar på land. Kunnskap om avgiftningsprosessene er viktig for å kunne planlegge driften i blåskjellnæringen.

Utvikling av en kamskjellnæring krever stabil tilgang på store mengder yngel til en rimelig pris. Den viktigste forutsetningen for lønnsom produksjon er stabil overlevelse i larvefasen gjennom hele produksjonsperioden. I intensive systemer har det lyktes å produsere store mengder yngel uten bruk av antibiotika.

##### *Hummer*

Fra midten på 1960-tallet har bestanden av hummer gått markert tilbake, og de registrerte fangster utgjør i dag bare kun ca. 5 %, dvs. om lag 50 tonn per år. Da havbeiteloven ble vedtatt 21. desember 2000, ble det i prinsippet åpnet for tildeling av tillatelser til havbeite for første gang i Norge. Loven er en typisk fullmaktslov som angir rammene for den næringsvirksomhet den skal regulere. I fjor vår inviterte fiskerimyndighetene til at man kunne søke om havbeitekonsesjon for hummer. De siste ti årene har det skjedd en utvikling av oppdrettsteknologi og datastyrt automatisering som har endret rammevilkårene for oppdrett av hummer til det bedre. I Norge har også den nye havbeiteloven åpnet opp for utvikling av en ny næring og skapt et marked for salg av settehummer. Ett alternativ er å sette ut hummer på kunstige rev under et blåskjellanlegg. Hensikten med en slik integrert løsning er å teste ut om hummeren kan utnytte nedfallet fra skjellanlegget, om hummerproduksjonen kan økes ved å tilby egnede habitater, og om hummer og andre organismer på revet kan bidra til å rense bunnen under anlegget.



**Why is the coastal zone important?**

The coast where the sea and land meet has no natural borders. One definition is that the coast is the area one nautical mile out from the coastal line, where the coastal line is defined as the line drawn through the outermost islands and skerries. The coast gives possibilities for harvest of the sea's bounty but also large challenges in coastal zone management for recreational purposes, areas for both industry and private interests while at the same time protecting the ecological diversity.

Increased transport has brought a new challenge, ballast water. Virus, bacteria and larger organisms might hitch a ride from strange ports and find a permanent home in our waters with possible adverse effects to the local flora and fauna. Transport of oil is a risk on its own. Oil on the surface will damage birds and oil dispersed in the water column will damage fish. Red king crabs have transported itself into Norwegian waters and are slowly making its way down the coast. The effect on the natural environment is not fully known but the implications might be severe.

The coastal areas of Norway are under strong building pressure both on land and at sea. Coastal inhabitants, tourists and industry want areas for different purposes. This can give unwanted effects on the biological environment like fishing resources and marine habitats. Areas needed for marine industry like fish farming and sea ranching can be spoiled. Mapping of marine areas and coastal zone management is therefore important.

The coastal zone of Norway is the most important area for spawning and growth for the smallest stages of fish and crustaceans for both the large oceanic populations of herring and cod and the coastal species. Positions of the spawning grounds are ancient knowledge in the local communities, a knowledge also used by researchers in their management advises to the authorities. This can also enhance the knowledge of the larger ecosystems.

Norway is about to implement the EU Water Frame Directive. The main objective of the Water Frame Directive is to get polluted waters clean again, and ensure that clean waters are kept clean. The aim is for all the water to be in its "natural state" and thus have a good quality in an ecological context. This goal should be reached by 2015.

**Biological resources**

"Biological values" is not a very precise or well-known concept. It contains both the biological diversity and the biological level of production in nature. While the biological diversity contains the number of species, the genetic variation within a species and the variation in nature types both on land and in the sea, the production capacity is linked to an area's ability and capacity for producing live organisms. Surveys are being made to map different habitats in this context.

The climatic conditions in the Norwegian coastal waters are observed on a regular basis in set hydro-

graphical stations from Torungen light house (Arendal) to Ingøy. The coastal steamer "Hurtigruten" makes measurements in the surface on several positions from Bergen to Kirkenes. The temperature in the surface layers was close to the normal for the whole coast in 2004.

Artificially created upwelling of nutrition from deeper layers resulted in three times higher algal biomass in the Lysefjord. An increased and stable production of non-toxic algae can result in a higher and more predictable production of blue mussel in the fjord.

The kelp and knotted wreck, are the only two species of macroalgae exploited in Norway. Growth of kelp after trawling was observed to be good, except in the northern parts of the trawled area (Sør-Trøndelag), where grazing from the common sea urchin likely prevented growth. Along the coast of northern Norway most of the kelp beds are grazed barren by the green sea urchin.

In the 1950s Norway accounted for some of the highest annual landings of European lobster in Europe. This situation has changed dramatically and today the landings are at a historical all time low level. However, these numbers do not represent a correct picture since much of today's catch, contrary to earlier years, is taken by leisure-fishers.

A total of 5000 metric tonnes of brown crab was delivered to the commercial trade companies in 2004. This is the highest recorded yearly catch in Norway ever except for a short intensive period after WW2. The potential for a further rise in the catch seems to be present.

Less exploited resources (in Norwegian: LUR) are seen as a new commercial possibility. Traditionally Norwegians only harvest and consume relatively few marine species and have to a very little degree copied the Japanese or Chinese style of processing and eating almost all possible species from the sea. Only 10 to 15 % of the more than 200 known aquatic species from the Norwegian coast are used today. One way of extending the line of products is to use the side catch in traditional fisheries.

**The coastal zone: our most important food production area**

Local and national politicians when challenged name several possible areas of conflict in the coastal zone, for instance limited resources, user conflicts over areas between tourism, fish farming and wind mill power plants and oil pollution etc. Coastal Norway has many challenges that must find its solution.

A total evaluation of tourist fishery indicates that the value added to the community per kilogram fish caught may be as much as ten times that of the traditional fishery. How should then this fishery be managed – and which are the positive gains to society from these tourist activities?

An advisory group has recommended that a selection of 36 areas should be established in the first

phase of a plan to establish marine protected areas. Together they represent a good and balanced selection of marine nature from the Norwegian coastal and territorial waters. Monitoring and control need to be established to ensure that the conservation is effective.

Fish farming has had its main growth after the Animal Protection Act got its final form in 1974. Even though this law has very few references to fish it is defined in the first paragraph to also include fish. New knowledge of fish capacity of suffering with a change in attitude for animal welfare has led to an increased focus on fish welfare the last years. Stress is functional: in a natural context, it can serve to save the organism's life. However, in the culture/farm context, many stress reactions are non-functional since the animal is not really in danger. In this context, it should be clear that stress and suffering are not the same. The issues surrounding fish welfare are complicated. While science is based upon facts (it is objective), philosophy, ethics and morals reflect what we think and stand for as a society (they are subjective). There is a need for research to develop operational definitions, welfare indicators and practical management of animal welfare relevant to the high number of animals characteristic of aquaculture.

Artificial reef structures as habitats have given an increase in fauna density in coastal areas. Small reef units have shown promising results attracting fish and high density of fouling organisms. The structures seem to increase both biomass and diversity in the coastal areas.

#### Salmonids

2004 turned out to be a positive year for Norwegian salmon farming. The prices were good compared to the year before with the average price for 2004 about 2 NOK higher than for 2003. The export value was NOK 11.1 billion – an increase of 10.9 % from the year before. Reduced export of trout is due to lower total production. A slightly higher price than the year before gave an income of NOK 1.2 billion which is a 4.1 % decrease.

The health situation for 2004 was more or less like the year before. The viral diseases infectious salmon anemia, pancreas disease, heart and skeletal muscle inflammation and infectious pancreatic necrosis seem to be the main reasons for loss in the industry. The most important bacterial disease seems to be winter ulcer due to *Moritella viscosa*-infections. Vaccination against other bacterial diseases like furunculosis, vibriosis and cold water vibriosis has given good results. Salmon lice and tapeworms have been the most prevalent parasites. No "new" diseases were detected in 2004.

"New" species give us new challenges – especially concerning distance between farming sites of different species and contact between the farmed organisms and wild populations outside the farms. One must expect transport of diseases both ways. The search for common pathogens for shellfish and fish are coordinated through the Norwegian – French programme AURORA.

Formally, it is not illegal to loose fish from a fish farm, but escapement from salmon farms may be a sign of bad management practice. A survey conducted in 13 rivers in the Hardangerfjord region in autumn 2004, proved to be a promising method for estimating the absolute numbers of both wild and escaped salmon. Experimental studies on comparisons of survival of farmed, wild and hybrid salmon can illuminate the consequences of gene flow from escaped to wild salmon. Existing tagging methods are not developed to the level where they can be directly implemented in salmon farming. Surveillance shows that a regular monitoring is needed and an effort should be made to fish out as many of the escapees as possible.

The dispersal of salmon lice and the possible transfer between fish farms or transfer to wild populations is a serious issue. The Norwegian fjords seem to give special problems in this context. Methods have been developed with the use of test cages to ascertain the level of salmon lice directly in the sea.

#### Marine fish

##### Cod

Cod farming is a growing industry where juvenile production reached a new high in 2004. The financing of on-growing units is still the growth-limiting factor of the industry and several of the newly legislated permits are not in use. Control with escape and early maturation are main concerns. Deformities were still a problem for cod farming in 2004 but the frequency of neck fracture and other deformities are reduced compared to the years before. It is still a need for more research to improve the intensive rearing of marine fry. Vibriosis is the main health problem in cod farming with mortality also occurring in adult fish.

A selective breeding programme is being established in Tromsø and will contribute to the future economy in the industry. Any breeding programme will change the genetic compositions of the farmed strain, and the aspects of escapees and risks for negative genetic influence on the wild cod stocks must be evaluated. Based on economically considerations in the breeding programme it is optimal to develop one single "Royal Norwegian cod strain" that can be used everywhere from Lindesnes in south and up to Finnmark in the north. But is it likely that a single strain is optimal under all environmental conditions? Farmed cod can now be equipped with a genetic marker that will positively identify the cod as a farmed one. This gives a unique possibility for following the effects of escape and in cage spawning on the wild populations. The genetic marker for cod was developed at the Institute of Marine Research in the 1980s and a brood stock of cod with the genetic marker is under development at the Institute.

##### Other species

*Halibut* is on its way to be a commercial species in Norway. The availability of egg is rising and several of the farms have light manipulated brood stock. Research have led to reduced deformities in the yolk sack stage and better feed regimes.

*Ballan wrasse* are effective delousers of large salmon. The abundance of ballan wrasse is lower than many other wrasse species, requiring a greater effort to catch large quantities. Farming of ballan wrasse could solve supply problems, alleviate pressure on wild stocks and allow delivery at the time of the year when they are most needed.

Rearing of *haddock* shows that it is very similar to the rearing of cod. Haddock has a great potential as a new species. It is an active fish with good appetite and larger growth potential than cod.

*Sea urchins* are fished in coastal areas around the world for their roe. Given the right quality, sea urchin gonads are among the highest priced seafood items in the world. There are two basic forms of sea urchin culture; the first involves enhancing gonads of wild caught adult animals. The other is classical farming involving all the stages of the life cycle. Whatever approach is chosen, the research and development areas are many and similar for both for instance the development of feed and holding technology.

*Spotted wolf fish* is well suited for farming in northern areas. The fry production is more similar to salmon than other marine species due to the fact that it has large eggs and well developed larvae at hatching. The fish meat is delicate and white; it has few bones and is highly regarded among chefs.

Cultivation of marine fish and shellfish has a great potential in Norway. A pre-requisite for this is a stable and safe production of juveniles. Vaccines must be tailor-made for each species, and new vaccine technology can provide more efficient vaccines. Bivalves and early stages of fish cannot be vaccinated, and one is dependent of other methods for prevention of disease. More advanced culture systems have a positive effect on larval health. All use of antibiotics in Norwegian scallop juvenile production has now been terminated.

People in Norway want to eat fish but it has to be fresh and not too expensive, and the will to pay more for good quality is increasing. It is an important task that lies ahead of the producers of seafood to better the hygienic quality as well as satisfy the market's demand for good quality fish.

### **Shellfish and sea ranching**

#### *Algae and blue mussel*

Reports on the algae community also toxic ones are produced continuously. The surveillance programme covered the coast from Østfold (south and east) to Finnmark (north) weekly from mid-March to October in 26 stations. For 2004 a total of 33 reports were produced (<http://algeinfo.imr.no/>). When toxic phytoplankton species are present, mussels may accumulate algal toxins. For selected potentially toxic algae there are established levels of warning, i.e. when cell counts are exceeding levels of warnings there is a risk of toxin accumulation in shellfish. Detoxification of bivalves can be stimulated and take place on land. Knowledge of the process is important for the planning of the commercial producer.

#### *Scallop*

The commercial development of a scallop industry depends on a reliable supply of large amounts of spat at a low price. The most important premise for an economic viable production is high survival in the larvae stage throughout the production season. Large quantities of scallop-spat have been produced in intensive systems without the use of antibiotics.

#### *Lobster*

A substantial drop in the population was noticed from the mid 1960s and today the catch is only about 5 % about 50 metric tonnes a year. When the new act for sea ranching was approved 21 December 2000 it was in principle the first time permissions to do sea ranching were assigned in Norway. The new principle was that a given permission gave the exclusive right to harvest the species in question for a geographic area and not only the individuals that had been deliberately placed in the sea ranching area. The legislation is a typical enabling act that gives the framework for the industry it is supposed to control. The first sea ranching permissions were given late in 2004 and the beginning of 2005. Acceptance for bottom cultivating of lobster in artificial reefs under mussel farms is given for a restricted area in South Norway. Artificial reefs will be used to provide habitats for enhanced densities of lobsters. During the last decade major developments of technology and computer controlled automatics have changed the setting for farming of lobster in a positive direction.

## Utfordringer i kystsonen

**Erlend Moksness**

Havforskningsinstituttet, forskningsdirektør

**Lis Lindal Jørgensen**

Havforskningsinstituttet, koordinator

Havforskningsinstituttet er snudd fra enkeltindivider som jobber selvstendig med isolerte problemstillinger, til en arbeidsplass hvor alle isolerte problemstillinger skal integreres til en samlet økosystemforståelse. Det kan sammenlignes med å vrenge en ball med pigger, slik at piggene peker inn mot hverandre. Utfordringen er hvordan vi klarer å finne en datafellesnevner som på en gyldig måte kan samordne alle resultater og forskning innen Havforskningsinstituttet til en helhetlig forståelse. Ikke nødvendigvis som et multiplikasjonsregnestykke, men som en forståelse av eller anelse om hvordan dette romlige dynamiske kaoset vi kaller økosystemet fungerer, og som er grunnlaget for at vi som marine "økosystemmeteorologer" kan gi prognoser og råd for fremtiden. Med vår infrastruktur av forskere, båter, instrumenter, redskaper, laboratorier, forsøksstasjoner, teknisk personell og en kystbefolkning med mer enn 1000 års fiskerikunnskaper, er vi internasjonalt kompetente til å drive med en storstilt økosystembasert forvaltning som vi kan være stolt av.

For å nærme oss en økosystembasert forståelse av det marine kystsystemet, er kartlegging, langtidsovervåkning og systemforskning viktig. Rådgivningsprogrammet Økosystem kystsonen vil fokusere på fire større tverrfaglige satsingsområder i de neste årene.

### Forskning om økosystembasert forvaltning

Omkring 95 % av levende marine organismer har tilknytning til kysten. Dette gjør kystsonen til det viktigste nøkkelområde i den marine verden. Havforskningsinstituttet har som mål å øke kunnskapen om kystsressursers bestandsstruktur, dynamikk, økologiske betingelser og totale beskatning. Havforskningsinstituttet har systematiske observasjoner fra deler av kysten tilbake til 1920, og dekker i dag kyst- og fjordområder fra svenskegrensen til grensen mot Russland. Interaksjonen mellom hav og kyst er av stor interesse. Dette inkluderer betydningen av de oseaniske bestander for kysten og kystens betydning for de oseaniske bestander, samt hvilke mekanismer som finnes mellom oseaniske- og kystbestander av samme art. I 2005 vurderes Porsanger på Finnmarkskysten som et nasjonalt laboratorium. Bakgrunnen for dette er å studere samspillet mellom en rekke arter som tare, kråkeboller, haneskjell, kongekrabbe og lokale fiskebestander. Med bedre kunnskap om økosystemer i kystsonen, med vekt på deres oppbygging, virkemåte, variabilitet og tålegrenser, har Havforskningsinstituttet som mål å

bidra til en helhetlig forvaltning og langsiktig verdiskaping i kystsonen.

### Kystatlas

Havforskningsinstituttet skal bidra til etablering av strategiske referanseområder med sikte på en helhetlig forståelse av de økologiske prosesser i kystsonen. Arbeidet med å kartlegge bl.a. gyteområder, oppvekstområder, ulike naturtyper, biologisk mangfold og verdier i kystsonen, samt leveområder (habitater) for organismer vi høster skal ha høy prioritet. Vi har som mål å etablere et kystatlas som inkluderer informasjon som upwelling, produksjonsindekser, lokale levende marine bestander, gyteområder, etc. Det aktive internettbaserte verktøyet "Veileder i marinøkologisk planlegging i kystsonen" ([www.kysttsone.no](http://www.kysttsone.no)) skal inneholde bearbejdede data og være et naturlig valg for forvaltning, næring, undervisning og forskning. Veilederen skal synliggjøre mulighetene for kombinasjon av bruk og vern av kysten, med vekt på føre-var-prinsippet.

### Bevaring av artsmangfold

Langs Norges kyst finnes områder som er unikt representative, særegne, sårbare og truet. Noen av disse vil bli vernet slik at det undersjøiske landskapet med habitater og biotoper opprettholdes, for indirekte å ta vare på artsmangfoldet fra svenskegrensen i sør til russegrensen i nord. En utfordring vil bli å gjøre bruk av slike områder i forvaltningsammenheng, og Havforskningsinstituttet skal fokusere på dette feltet i fremtiden.

### EUs vannrammedirektiv

Direktivet trekker opp retningslinjer for overvåkning og forvaltning av vannforekomster på land og i kystnære sjøområder. Formålet er å ivareta vannforekomstenes økologiske status, beskytte mot forurensning og sikre bruk som ikke forringer den økologiske status. Et grunnleggende prinsipp er at overvåkingen skal være knyttet til nedbørsfelt, vassdrag og utenforliggende sjøområder som disse drenerer til og se dette som helhetlige systemer. Etter vannrammedirektivet skal det etableres økologisk baserte miljømål for alle vannforekomster, og det skal innføres regelmessig overvåking av deres økologiske status. Økologisk status skal bestemmes ut fra tilstanden til de biologiske komponentene i økosystemene. Biologiske kriterier blir derfor en forutsetning for å kunne definere økologisk status og et økosystems respons på miljøpåvirkninger. Norskekysten er generelt ren, men hva som er "normal miljøtilstand" er dårlig definert. Det pågår nå en diskusjon om hvordan kvalitetsklassifisering skal være og defineres. Havforskningsinstituttet utfører i dag overvåking og rådgivning på marint miljø i norske havområder, og vil også for fremtiden være ansvarlig for

overvåkning av det marine miljø i norske kyst- og fjordområder.

Den norske kyst er lang og problemstillingene forskjellige. Av trusselbilder kan nevnes effekten av fremmede fastsittende alger langs kysten av Sør- og Vestlandet og kongekrabbe på Finnmarkskysten. Dette er introduserte arter, og kunnskapen om effekten på eksisterende leveområder og mulige konkurrerende arter er begrenset. På kysten av Nordland, Troms og Finnmark er store deler av tareskogen nedbeitet av kråkeboller. Resultatet av nedbeitingen er mest sannsynlig begrenset til oppvekstområder for fiskeyngel og reduksjon i total biomasse i disse områder. Om en slik prosess er mulig å reversere eller begrense, vet vi lite om. Det er nødvendig å sikre økosystemene i kystsonen for de store oseaniske fiskebestander og å opprettholde levevilkår for de arter som naturlig har tilholdssted der.

Havforskningsinstituttet bidrar i arbeidet med å utvikle en integrert kystsoneforvaltning i samarbeid med ulike forvaltningsnivåer (Fiskeridirektoratet, DN, SFT og fylkenes miljøvernodelinger), med universitetene (i Oslo, Bergen, Trondheim og Tromsø), høyskoler og andre forskningsinstitusjoner (NINA, NIVA og NGU). For å sikre høy kvalitet på arbeidet er internasjonalt samarbeid viktig, og her prioriteres land i Europa samt USA og Canada i årene fremover.

## Nest best – er det godt nok?

Ole Torrissen

forskningsdirektør Rådgivningsprogram havbruk og havbeite

Norsk havbruk er bygd på gode naturgitte forutsetninger og en fokusert og sterk forskning og utvikling utført av næringens aktører og solide forskningsinstitusjoner. Dette har gitt norsk havbruksnæring det lille fortrinnet som har vært nødvendig for å opprettholde konkurransevnen og dermed skapt mulighet for en meget sterk vekst. Et sterkt samspill mellom forskning, næring og våre naturgitte fortrinn er en forutsetning for at vi skal kunne utnytte vårt enorme potensial når det gjelder havbruk.

Innstillingen fra styringsgruppen for den blå-grønne matalliansen “Samlet innsats i ny struktur” ble lagt fram 1. desember 2004, og i mars 2005 ble St. melding nr 19, Marin næringsutvikling, Den blå åker presentert. Arbeidet med innstillingen “Samlet innsats i ny struktur” ble gitt stor oppmerksomhet i pressen, og likeså har departementenes invitasjon til høring utløst stor skrivekløe hos mange. Fiskeri- og kystdepartementet sammen med Landbruks- og matdepartementet skal ha ros for at de har stilt spørsmål ved den norske fiskeri- og landbruksforskningen. Det burde være en selvfølge at en med jevne mellomrom tar en gjennomgang av om forskningen gir det den bør gi, og til en rett pris.

Dessverre har det vist seg umulig å holde fokus på målsettingen om å skape en bedre og mer kostnadseffektiv forskning. Den “grønne” sektor greide å melde seg ut før utvalget begynte sitt arbeid, et faktum de fleste høringsinstansene har kommentert. Innstillingen omhandler derfor i hovedsak en omstrukturering av deler av blå sektor. Når det sies deler av blå, er det fordi universitetene, høyskolene, miljøinstituttene og hærskaren av regionale forskningsinstitutter ikke er tatt med. På havbrukssektoren har en altså bare vurdert de fem best fungerende instituttene. Det hadde kanskje vært en bedre idé å starte der problemet med fragmentering og manglende vitenskapelig produksjon er størst?

Dessverre viser det seg også gang på gang at det er umulig å få en saklig diskusjon om hvordan en skal organisere forskningen slik at den best blir i stand til å tjene samfunn, forvaltning og næring. Det minste snev av rykte om omfordeling av oppgaver mellom institutter og regioner gripes av pressen og svelges rått av de fleste meningsberettigete. Det som i øyeblikket tjener mitt distrikt eller vårt institutt får umiddelbart fokus. Det er lett å hisse seg opp over tap av en stilling eller merd i en forskningsinstitusjon, men vanskeligere å se de mulighetene slagkraftige forskningsinstitutter gir for vekst i næringslivet og dermed nye arbeidsplasser. Det

Norge trenger er levedyktige bedrifter og forskningsinstitusjoner som er internasjonalt ledende.

De fleste evalueringer av norsk forskning påpeker at miljøene er for små og fragmenterte, og at de mangler både faglig dybde og bredde. Det er fokus på hvem som betaler forskningen og hvordan resultatene kan offentliggjøres. Det er også fokus på forskningens habilitet i forhold til oppdragsgiver. Forskningens troverdighet og legitimitet ivaretas gjennom publisering i internasjonale og anerkjente vitenskapelige journaler. Det er også den eneste måte en benytter for å vurdere forskningens kvalitet.

Dessverre stiller også enkelte forskere og forskningsinstitusjoner spørsmål om behovet for å publisere forskningsresultatene. Næringsutøvere og politikere oppfatter gjerne også publisering som noe forskerne gjør for å få bedre lønn og at de selger arvesølvet for skillinger! Publisering er imidlertid langt viktigere enn det. Det er kvalitetssikring av forskningsarbeidet og bevaring av generert kunnskap for fremtiden. Rapportene blir vurdert av uavhengige eksperter ved innsending for publisering. I tillegg er arbeidene etter publisering gjenstand for etterprøving og diskusjon av andre forskningsmiljøer. Publisering skiller også helt klart mellom det forskeren objektivt har målt og analysert, og den subjektive tolkning han/hun har av resultatene. Publiserte forskningsdata blir derfor etterprøvd og vurdert i forhold til ny kunnskap over lang tid. Publisering er derfor en unik mulighet til å sikre forskningen troverdighet og legitimitet. Heldigvis ser vi en trend mot at internasjonale institusjoner og råd krever at vedtak kun skal bygge på offentlig publiserte metoder og data. Dette fordi berørte skal ha en mulighet til å vurdere grunnlaget for vedtak.

Hva så med industriens behov for å beskytte egne forskningsresultater mot innsyn fra konkurrenter? Det er slik at det meste som skal selges må gjennom en offentlig godkjenning og dermed kunne dissekeres og analyseres. Forskning som direkte brukes i produkter eller tjenester vil derfor i stor grad være tilgjengelig for konkurrenter. Industrien vil i de fleste tilfeller kunne beskytte sine interesser gjennom patentering parallelt med publisering eller gjennom så rask implementering av resultatene at det økonomiske potensial er tatt ut før konkurrentene har fått tid til å kopiere oppfinnelsen. Publisering og uavhengig dokumentering av effekt i anerkjente tidsskrifter er ofte et uvurderlig fortrinn når en rask skal ta ut gevinsten fra en oppfinnelse. Vi ser derfor oftest at industrien ønsker en publisering av forskningsresultatene.

Det vil i denne sammenheng være viktig å skille mellom produktutvikling og forskning. Produktutvikling er å skape nye produkter eller tjenester på

grunnlag av kjent kunnskap. Forskning er derimot å skape ny kunnskap, kunnskap som bygger videre på en solid grunnmur av basiskunnskap fra en rekke forskjellige fagfelt. Det vil i denne kunnskapsgenereringen ofte være vanskelig å se hvem som først vil få nytte og glede av forskningen; samfunn, forvaltning eller næring. I et større tidsperspektiv vil imidlertid alle sektorene dra nytte av kunnskapene forskningen har generert. Da Georg Ossian Sars klekket torskeegg i 1866 var det grunnforskning på sitt beste, få år senere var det kunnskap myndighetene brukte i sin forvaltning av torskbestandene, og fra slutten av nittensyttitallet har en brukt kunnskapene for å bygge en oppdrettsnæring.

Langsiktighet og fokusering er en fellesnevner for ledende internasjonale forskningsinstitusjoner. Forskning er som nevnt å bygge ny kunnskap på toppen av den en har for å finne helhetlige løsninger på definerte problemer. Det krever også at en har faglig dybde nok til å generere genuint ny kunnskap og bredde nok til løse komplekse oppgaver. Hovedtyngden av norsk forskning finansieres gjennom relativt små prosjektbevilgninger med tidsramme på ca. tre år. Det er derfor fundamentalt at en har institusjoner som langsiktig nok til å aggregere kunnskapen og sette denne sammen til helhetlige løsninger.

Havforskningsinstituttet har valgt å integrere forskning og infrastruktur gjennom eierskap til havbruksstasjonene. En integrering av disse har

medført at vi har fått spesialstasjoner som er designet og bygd opp for å dekke de arbeidsfelt vi har spesialisert oss på. Denne tilnærmingen ser vi også igjen i andre store velfungerende institutter som for eksempel IFREMER.

Det har gjort stasjonene til populære plattformer for andre som ikke primært søker karene stasjonene har, men kombinasjonen av unik kompetanse, forsøksdyr og utstyr. En forskningsplattform som ikke finnes andre steder og som utgjør kjernen i institusjonenes forskning.

Stasjonene er ryggraden i norsk havbruksforskning. De har vært de faglige tyngdepunktene i norsk havbruksforskning. Skal norsk havbruk ha en framtid må vi bygge på naturgitte fortrinn og sterk forskning. Det er ikke godt nok å være nest best, vi må vinne i verdensmesterskapet. Til det trenger vi utstyr som er tilpasset den enkelte. Vi må bevare integreringen mellom kunnskap, forsøksdyr og teknisk utstyr.

Regjeringen har gjennom blå-grønn matallianse og Stortingsmelding 19/2005 startet et viktig arbeid. De har foreslått en struktur for de største og best fungerende institusjoner. Dette er imidlertid bare det første lille skritt. Fragmenteringsproblemene vi har i norsk marin forskning er primært knyttet til de regionale forskningsinstituttene, høyskolene, universitetene og miljøinstituttene. Det er her den virkelige oppryddingsjobben ligger. Denne prosessen er ennå ikke startet.

# Kapittel 1

Hvorfor er kysten viktig?







## Hvorfor er kysten så viktig?

Kysten er området der land, hav og ferskvann møtes. Her kommer mennesket for å bo, for å høste av havets ressurser og for rekreasjon. Hit kommer også de store oseaniske fiskebestandene for å gyte, og for at avkommet deres skal finne gode oppvekstområder. Samtidig har vi lokale bestander av fisk og andre sjødyr, og vi har bestander av fugl og sel som beiter på dem.

Kysten har ingen klar naturlig avgrensing. EUs rammedirektiv for vann sier at kysten går en nautisk mil ut fra grunnlinja, der grunnlinja er en linje som trekkes mellom de ytterste øyer og skjær. Andre mener at kysten når så langt ut som kontinentalsokkelen, altså dit bunnen skråner ned mot de store havdyp.

Jakob Gjosæter  
jakob.gjoesaeter@imr.no

Hvis vi definerer kysten slik som EUs rammedirektiv for vann gjør det, er den 57 000 km lang og omfatter nærmere 100 000 km<sup>2</sup> av kystfarvann, et område som er fem ganger større enn vårt samlede ferskvannsareal. Storparten av befolkningen i Norge bor i kystnære områder. Av landets 435 kommuner er det 281 (64 %) som har grense til marine områder. Innbyggertallet i disse kommunene utgjør 73,1 % av det totale antall innbyggere.

Kysten kan inndeles på mange måter. En vanlig inndeling er åpen eller beskyttet. En kyst som er åpen mot havet vil være sterkt påvirket av vind og bølger, og den vil stort sett ha fjell- og steinbunn, ofte dekket med tareskog. En kyst som er dekket av øyer og skjær vil være langt mindre utsatt. Der kan sand og mudder være viktigste bunnsubstrater.

Vi kan også dele kysten inn etter hvor tidevannspåvirket den er. På Sørlandet er forskjellen mellom flo og fjære normalt 20 cm eller mindre, mens forskjellen utenfor Troms er over 3 m. Dette betyr svært mye for tidevannsstrømmer og annen sirkulasjon, og dermed for de organismene som lever på kysten.

En tredje måte å dele inn kysten på er temperaturforholdene. Disse varierer fra temperert klima langs Sør- og Vestlandet til arktisk utenfor Finnmark. Den norske kyststrømmen bringer varmt vann nordover langs kysten, slik at vi har langt mindre arktiske forhold enn det vår geografiske plassering skulle tilsi. De største årlige variasjonene i temperaturen finner vi på Skagerrakkysten der sommertemperaturen i vannoverflaten regelmessig er over 20 °C, mens vintertemperaturen kan være under 0 °C.

Fjorder og poller er karakteristiske trekk ved den norske kysten. Fjordene kan være med eller uten terskel. I dype fjorder med grunn terskel kan ofte vannutskiftningen i dypere lag være dårlig, og vi kan få vann med lite, eller fritt for, oksygen mot bunnen.

### Kysten som økosystem

Det er vanskelig å gi en god definisjon av et økosystem. Biodiversitetskonven-

sjonen har foreslått definisjonen “et dynamisk kompleks av planter, dyr og mikroorganismer som i samspill med det ikke-levende miljø utgjør en funksjonell enhet”. Økosystemene kan være svært ulike i oppbygging og kompleksitet, men alle inneholder et fysisk-kjemisk miljø (temperatur, næringssalter etc.), produsenter (planteplankton og fastsittende planter), konsumenter (dyr) og nedbrytere (bakterier og sopp).

### Avhengighet av havet utenfor

Kysten er ikke *ett* økosystem. I én forstand kan vi si at en fjord eller en poll er et økosystem, fordi de fleste organismer og de viktigste prosessene i noen grad utgjør en funksjonell enhet innenfor systemet. Men ikke noen fjord, poll eller noe annet kystavsnitt er uavhengig av havet utenfor. Vi har strømmer som transporterer plankton og næringssalter. Vi har store fiskebestander som vandrer inn for å etterlate seg gyteprodukter, for så å svømme ut i havet igjen. Som resultat av dette får vi fiskeyngel som beiter på kysten i sitt første leveår, og som så vandrer ut. Både strømmer og vandringer gjør derfor at det er svært nære forhold mellom kystens økosystemer og økosystemene i havet utenfor.

### Produksjon

Planteproduksjonen, som ofte kalles primærproduksjonen, er basert på fotosyntesen hvor karbondioksid og vann, med lys som energikilde, blir omdannet til organisk materiale. I tillegg trenger algene næringssalter for å vokse. Lyset avtar fort nedover i vannsøylen, og avhengig av hvor mye partikler det er i sjøen, kan den sonen som har nok lys til fotosyntese variere fra et par til 30-40 meter langs vår kyst. Sonen der algene har en nettoproduksjon kalles den eufotiske sonen.

Produksjonen kan deles i ny produksjon basert på næringssalter som kommer opp fra dypere vannlag eller fra land, og regenerativ produksjon som er basert på næringssalter som fornyes i den eufotiske sonen. Det er ny produksjon, som vi høster.

For å få en produksjon må næringssalter være tilgjengelig i den eufotiske sonen, samtidig som vannmassene er så stabile at planktonet kan holde seg flytende tilstrekkelig nær overflaten til å få lys nok til vekst og ikke stadig blandes ned i dypet.



Foto: Ø. Paulsen

I våre kystfarvann har vi vanligvis en god omrøring av vannmassene om vinteren, noe som medfører rikelig næring i de øvre vannlag. Om våren avtar omrøringen, stabiliteten øker og planktonet får gode produksjonsforhold. Vi får derfor en kraftig våroppblomstring. Men når stabiliteten øker og omrøringen avtar, blir det lite tilførsel av ny næring og den nye produksjonen vil avta. Vi får imidlertid hele tiden regenerert noe næring i de øvre vannlag. Det holder oppe et visst produksjonsnivå, som kan holde seg relativt konstant gjennom sommeren. Langs deler av kysten vår ser vi i tillegg gjerne en økning i ny produksjon når elvene flommer, fordi det da bringes ny næring til kysten. Om høsten får vi ofte nye, større og mindre omrøringer, som bringer en del ny næring til de øvre vannlag og kan føre til nye produksjonstopper, før vi igjen får en vintersituasjon med lav stabilitet og dårlige produksjonsforhold.

Kystfarvann og andre grunne områder som Nordsjøen og Barentshavet har svært høy produksjon sammenlignet med dyphavene og ikke minst områder med mindre markerte årstider. Dette skyldes de årlige omrøringer som gir rikelig med næringssalter til algene. Kystområdene kan også få økt produksjon på grunn av

tilførsel av næringssalter fra land, og i områder med store tilførsler kan produksjonen bli altfor høy fordi konsumentene i økosystemet ikke klarer å ta unna den store planktonproduksjonen. Vi kan da oppleve at mye plantemateriale synker til bunnen, dør og blir nedbrutt av bakterier. Denne prosessen krever mye oksygen, og i noen tilfeller kan vi få oksygenmangel og derved dårlige miljøforhold for andre organismer.

#### Bestander som bruker kysten

Langs kysten har vi dels fastboende dyr og planter som lever der hele året, og dels bestander som har kysten som gyte-, oppvekst- eller beiteområde, men som bruker mesteparten av sin tid i de åpne hav. Til den første gruppen hører festsittende dyr og planter, de fleste virvelløse dyr (unntatt noen blekkspruter) og mange fiskearter. Hos noen fiskearter, som torsk, kan vi ha både kyst- og havgående bestander.

De fleste fisker har ikke noe yngelpleie, men de har likevel atferdsmønstre som gjør at larver og yngel får best mulig oppvekstforhold. Dette kan de gjøre ved å gyte på riktig tid og riktig sted. Siden våroppblomstringen gir størst produksjon av planteplankton og små dyreplankton, er

**Figur 1.1.1**

Torungen fyr utenfor Arendal.  
Torungen lighthouse near Arendal.

det gunstig at larvene klekkes om våren. Derfor er de fleste store fiskebestandene i våre farvann vårgytere. Siden det er kysten som er mest produktiv, kommer de fleste bestandene inn til kysten for å gyte.

#### Gytefelt og oppvekstområder

Hvis vi bruker nordøstarktisk torsk som eksempel, kommer den inn til gytefeltene i Lofoten for å gyte på seinvinteren. Eggene og larvene vil følge strømmen nordover. Etter et par uker vil de klekke, og da er de midt i matfatet, i den næringsrike og produktive kyststrømmen. Larvene vil finne all den mat de trenger oppe i vannmassene. Ettersom de vokser, trenger de større næringsorganismer, og en stor del av disse finner de på bunnen.

Når larvene blir et par måneder gamle og rundt 5 cm lange blir de mer og mer knyttet til bunnen, og de slår seg ned i såkalte oppvekstområder. I disse oppvekstområdene er det viktig at det er nok mat, men det er også viktig at de kan finne skjul for fiender.



Foto: Ø. Paulsen

**Figur 1.1.2**

Vinterstemning på Skagerrakkysten, utenfor Marivold.  
*Winter at the Skagerrak Coast, near Marivold.*

En liten fiskeyngel har mange fiender, og for torskens vedkommende er ikke minst eldre artsfrender en fare. Oppvekstområder som har tang og tare eller ålegras er svært verdifulle, fordi disse både gir høy produksjon av mat og godt vern mot fiender som vil spise dem.

#### **Beiteområder**

Ettersom fisken blir større, trenger den større beiteområder og trekker ut i de åpne hav. Der er produksjonen per arealenhet mye mindre enn på kysten, men på grunn av de meget store arealene er det likevel mye å ta av.

#### **Transport av biomasse og næring**

Denne vandringen mellom gyteområder på kysten og beiteområder i de åpne hav, som vi finner både hos torsk, sild og lodde, gir en enorm transport av næring og biomasse. Den nordøstarktiske torskebestanden hadde i 2003 en bestandsstørrelse rundt 1,8 millioner tonn. Av dette var 650 000 tonn gytefisk som kom inn til kysten. Omkring 48 000 tonn blir fisket under lofotfisket. Om vi regner at 30 % av gytefisken er rogn og melke, etterlot torsken seg nærmere 200 000 tonn gyteprodukter på norskekysten!

For bestanden av norsk vårgytende sild var gytebestanden samme år ca. 6 millioner tonn, noe som skulle gi 1,8 millioner tonn i gyteprodukter. Til sammenligning er vekten av den norske befolkningen omkring 300 000 tonn!

Selv om tallene blir små sammenlignet med transporten som foregår mellom kyst og hav, er det også en betydelig utveksling mellom kystfarvann og land. De norske fiskeriene tar årlig opp mellom 2 og 3 millioner tonn fisk, skaldyr og tare. En betydelig del av dette tas i kystfarvann. Samtidig produseres det årlig over 500 000 tonn oppdrettsfisk. Disse er oppføret på mat som dels kommer fra havet og dels fra kysten. Samtidig tilføres kysten store mengder næringssalter fra land, dels som avrenning bl.a. fra jordbruk, dels via kloakk. Dette er med på å kompensere for den biomasse vi tar på land, og bidrar derfor til å opprettholde balansen.

I tillegg til denne menneskeskapte transporten, har vi store mengder sjøfugl som finner hoveddelen av sin næring i havet, og som legger igjen gjødsel på land. Slik transport via sjøfugl er en av grunnene til de svært produktive og artsrike strand-

engene vi kan finne mange steder på kysten. Tang og tare som blir vasket på land er også med på å gi næring til plante- og dyrelivet i strandsonen.

#### **Summary**

The coast, where the land and fresh water meets the sea is one of our most important habitats. The borders of the coast is not always clear but as defined by the EU being one nautical mile outside the line drawn from the outer islands, Norway has 57,000 km coastline. The biodiversity in this system consisting of several ecosystems is high. The circulation of nutrient rich water during winter gives a good primary production in spring that sustains many species. Fish like northeast artic cod, capelin and herring will migrate into coastal waters to spawn, giving their young good survival possibilities. This migration of fish gives an enormous transport of biomass. The cod is estimated to leave behind 200,000 metric tons and the herring 1,8 metric tons of spawning products. In comparison the biomass of the total population of Norway is estimated to be 300,000 metric tons.



## Kysten, Riksveg nr. 1

Jo Høyer

jo.hoyer@imr.no

Kysten er vårt ansikt utad. Leia mot nord, “Norvegr”, har gitt navn til dette lange, kronglete og topografisk sammensatte landet vårt. Det er ikke å ta for hardt i å si at det er kysten som historisk sett har bidratt mest til å skape vår identitet som nasjon, og som fra gammelt av har gitt oss levebrødet. Her, mellom holmer og skjær, “leikar fisken i kavet”. Inn fra storhavet kommer de oseaniske bestandene av torsk, sild og lodde for å gyte, og danner grunnlaget for våre største fiskerier. Slik har det vært i uminnelige tider, langs en karrig kyststripe, der det var gavene fra den blå åkeren som gjorde det mulig å overleve.

Nye næringer, nærings- og transportmønstre har med tiden gitt kysten nytt innhold. De siste tretti årene er den blitt et hjem for havbruksnæringen, og et satsingsområde for reiselivet. Sett utenfra har Norge en fantastisk kyststripe. Den er lang, vakker og – særlig i utlendingenes øyne – tilsynelatende uberørt. Den jomfruelige norskekysten er et eldorado, både for bofaste og for besøkende fra inn- og utland. Rike rekreasjons- og fritidsmuligheter gir grunnlag for optimisme og fremtidsvyer for reiselivsnæringen på kysten.

Paradokset er at samtidig som deler av kysten avfolkes eller konsentreres i byer og tettsteder, øker aktiviteten knyttet til urbanisering og industri. Dermed stiger også risikoen for uønsket miljøpåvirkning og mulige interessekonflikter i kystsonen. Å skulle avveie og ivareta disse ulike interessene krever kunnskap, oversikt og støtstyring. I denne prosessen, fram til politiske handlinger og praktisk forvaltning, spiller Havforskningsinstituttet en viktig rolle som kunnskapsleverandør.

Økende sjøtransport er noe av det som sterkest preger aktiviteten langs kysten og i områdene utaskjærs. Den lokale gods- og persontrafikken har riktignok avtatt i forhold til bil og andre kommunikasjonsmidler. Hurtigruten har de siste årene derimot opplevd stor tilstrømning, ikke på grunn av lokalt reisende, men fordi den er blitt et vellykket reiselivsprodukt for turister som vil oppleve vårt fantastiske

kystlandskap. Totalt sett vokser trafikken på norskekysten, ikke minst på grunn av den internasjonale tankfarten. Spesielt den omfattende frakten av råolje langs kystleia gjennom våre rikeste fiskefelt vekker bekymring. Olje- og gassforekomstene i Barentshavet øker områdets betydning i et internasjonalt strategisk perspektiv. Klimaendringer kan i tillegg åpne opp for nye transportruter i nordområdene, noe som vil innebære et enda høyere aktivitetsnivå og følgelig større risiko for negative miljøeffekter.

Både transportmåter og farleder har endret seg de siste årene. Det handler ikke lenger bare om den svingete “kjerreveien” innaskjærs, nå legges det til rette for de store fartøyene på “motorveiene” lenger ut. Dette krever nye tiltak for å styrke sikkerheten og beredskapen til havs. Flere hendelser de siste årene har vist at nettopp sikkerhet må ha prioritet, skal vi kunne verne menneskeliv, miljø og verdier. Men like viktig som å være forberedt på at det kan inntreffe store katastrofer, er det å sørge for at vi er i stand til å løse problemer forårsaket av vedvarende miljøpå-

virkning over tid, som blant annet olje- og gassproduksjon kan føre med seg.

Er vi så rustet til å håndtere disse utfordringene? Flere og større fartøyer farer forbi langs kysten og setter oss på prøve, ikke bare i forbindelse med forurensning. Hvordan vi skal forholde oss til introduserte arter og biologisk mangfold er andre spørsmål. De neste sidene vil belyse slike problemstillinger, og videre den kunnskapen vi trenger for at vi fortsatt skal kunne høste og produsere trygg sjømat, samtidig som vi vil sikre en ren kyst til bruk for et mangfold av næringer.



## 1.2.1 Skipsfartens transport av fremmede arter

Mer enn 80 % av verdens varetransport skjer sjøveien, og nye beregninger viser at det i forbindelse med denne varetransporten transporteres 3–4 milliarder tonn ballastvann. I ballastvannet, på ballasttankenes vegger og i bunn-sedimentene kan det overleve virus, bakterier, sopp, planter og dyr. I tillegg finnes det et betydelig antall arter som fester seg på skrog og i hulrom som “sjøkasse”, rør, kanal for baugpropeller o.l. Den amerikanske eksperten J.T. Carlton anslo i 1999 at det med de ca. 35 000 båtene som til enhver tid trafikkerer verdenshavene, vil være mer enn 7 000 arter under transport. Det kan også bemerkes at disse beregningene bare omhandler makroskopiske organismer. Selv om sikre data er sparsomme, må vi regne med at antallet blir vesentlig høyere når vi inkluderer bakterier, virus, sopp og protozoer. Erfaringsmessig vil ca. en tiendedel av de transporterte artene overleve, og av disse vil ca. en tiendedel klare å etablere seg i sitt nye miljø. Enkelte av de introduserte artene har vært i stand til å danne store populasjoner som har hatt omfattende negativ innvirkning i sitt nye miljø. Disse betegnes invaderende arter, og det er stor internasjonal bekymring for den skaden slike arter kan forårsake.

Anders Jelmert

anders.jelmert@imr.no

For tiden “importeres” det ca. 30–40 mill. tonn ballastvann til Norge årlig, vesentlig som følge av vår betydelige eksport av olje og oljeprodukter. Dette ballastvannet vil tømmes ved eller nær våre olje- og gass-terminaler på Vestlandet. Den vesentligste mengden av ballastvannet vil være tatt inn i de store europeiske havnene, men vi får også noe ballastvann fra vestsiden av Atlanterhavet. Organismene som lever på skipsoverflaten til disse skipene kan enten komme fra den sist anløpne havn med ballastering, eller også fra tidligere anløpne havner.

I årene som kommer kan vi forvente en betydelig øking i skipstrafikken til nordområdene, både som følge av utbyggingen på Snøhvit og den økende russiske oljeeksporten fra Kolaområdet. Med de eksportprognoser som foreligger, kan vi over en tiårsperiode regne med en import av ballastvann på ca. 4–5 mill. tonn årlig til Hammerfest (fra eksport av LNG (Liquid Natural Gas) og kondensat), og 25–50 mill. tonn årlig til Petchenga og de planlagte oljeeksportterminalene ved Kapp Kanin. Snøhvitutbyggingen representerer dermed en økning på ca. 10 %, og den planlagte russiske eksporten vil utgjøre en dobling av den samlede norske importen av ballastvann. Denne skipstrafikken innebærer også en betydelig økning i transportareal for fastsittende organismer (skrog og overflater knyttet til skrog). Det er fortsatt uklart hvordan risiko for “vellykkete” introduksjoner kan relateres til egenskaper (for eksempel mengde og reisetid) ved skipstrafikken. Det ser likevel ut som om graden av økologisk likhet mellom donorhavn og mot-tagerhavn, og dermed sammenfall med økologiske krav hos invaderende arter, er viktig. Introduksjoner kan i noen grad være uavhengige av volumene av ballast som tilføres.

Når vi ser på importen av ballastvann, vil den betydelige skipstrafikken til Norge domineres av fartøyer som kommer fra de større europeiske havnene, i første rekke Rotterdam, Amsterdam og i noen grad Le Havre og engelske havner. Disse vil i stor grad trafikkere havner innenfor samme biogeografiske område, og ballastvannet vil være hentet i områder med tilnærmet samme flora og fauna som vi selv har. Annen trafikk som stykk gods og container vil imidlertid være world-wide, og en må anta at en del skip kommer fra oversjøiske havner utenfor vår biogeografiske sone,

men som kan ha liknende fysiske og kjemiske forhold. Slike områder er angitt på Figur 1.2.1.1. Uansett LPC (Last Port of Call), ser skipstrafikken ut til å følge en kurs nær 12 nautiske mil fra grunnlinja fra Lofoten og nordover (Kilde: Forsvaret). De vil dermed i stor grad passere over viktige fiskebanker som Tromsøflaket og Fugløybanken.

Selv om det ikke er sikkert dokumentert, er det resultater som tyder på at en del arter har benyttet europeiske havner som “springbrett” for videre transport til Norge. Dette betyr at europeiske havner representerer større risiko enn lokaliseringen innen “vår egen” biogeografiske sone skulle tilsi.

Trass i økt aktivitet som oljeeksporten fra Mongstad og Sture har medført, er det i løpet av det siste tiårs undersøkelse i havneområdene bare funnet et fåtall introduserte arter som med noen grad av sikkerhet kan skyldes skipstrafikken.

### Konsekvenser av ballastbytte – Russland vs. Norge

Fartøyer som ankommer Barentshavet vil enten komme fra oversjøiske områder eller fra Europa. I de kommende år for ballastkonvensjonen trer i kraft må en regne med at en betydelig del av ballastvannet vil tømmes i umiddelbar nærhet av de russiske havneområdene. Når ballastvannkonvensjonen trer i kraft skal i prinsippet alle skip med oversjøisk LPC ha byttet ballastvann over atlantiske abyssale områder før de nærmer seg norske farvann. Den dominerende mengden fartøyer som kommer fra europeiske havner vil ikke kunne finne “biologisk fornuftige” områder å foreta MOE (Midt Oseanisk Ballastvannbytte) før et godt stykke opp langs norskekysten. Siden deler av Barentshavet er forholdsvis grunt, vil det være områder langs norskekysten som peker seg ut som sannsynlige områder for ballastvannbytte. Selv om en kan si at et russisk problem i noen grad “løses” ved å påføre Norge økt risiko, må dette likevel avveies mot konsekvensene av å tillate ubehandlet ballasttømming i Kolaområdet. Basert på erfaringene med kongekrabben er det nærliggende å anta at et “russisk” problem på sikt også vil bli et norsk problem.

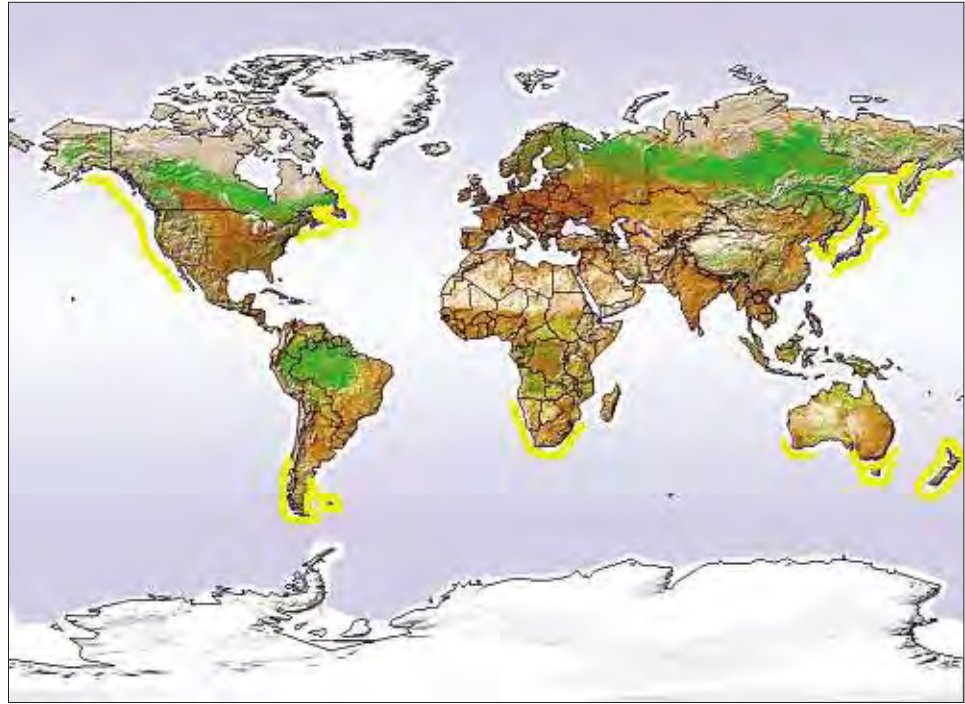
### Avbøtende tiltak: Ballastvannkonvensjon, tidsperspektiver

Det bør pekes på at det allerede før den nye ballastvannkonvensjonen vedtas, finnes det muligheter for ensidige vedtak om særlige bestemmelser med hensyn til behandling av ballastvann. Slike finnes

**Figur 1.2.1.1**

Områder (gule felter) hvor det kan være betydelig miljømessig overlapp med forholdene i Norge.

Geographical regions (yellow areas) where the environmental factors may overlap with the conditions in Norwegian waters.



bl.a. i Chile, USA, Canada, Australia, New Zealand og Israel. I vår situasjon ville det være viktig å komme frem til en felles forståelse med Russland om denne problemstillingen. Den internasjonale konvensjonen om håndtering av ballastvann ble vedtatt av IMO (International Maritime Organisation) i februar 2004. Konvensjonen vil kreve minimum MOE eller en renseteknologi etter nærmere angitt standard (som skal ha tilsvarende eller bedre renseseffekt). Det er knyttet en del usikkerheter til når dette vil bli implementert, og om og når Russland eventuelt vil ratifisere en slik avtale. En kan forvente at disse tiltakene tidligst vil bli effektive i tidsrommet fra 2008–2014 for en større del av den globale tonnasjen. I den nye konvensjonen vil det også bli formalisert muligheter til å vedta strengere regler for hvordan ballastvann skal behandles i enkelte land eller regioner. Den russiske oljeeksporten kan i noen grad by på utfordringer med hensyn til motivasjoner for avbøtende tiltak. Biologisk sett vil økosystemene ved eksportshavnen være førstehånds “eier” av problemer ved introduksjoner. Om en introduksjon skjer, har en imidlertid betydelig risiko for at den vil spre seg inn i norsk sone. Om ballastvannbytte forblir et hyppig benyttet avbøtende tiltak, bør det også pekes på at det fremdeles er en viss risiko for skade på skipet knyttet til slike operasjoner. Hvis det primært på grunn av dybdeforhold er aktuelt å gjøre ballastvannbytte langs norskekysten, vil en ha en økt risiko i forbindelse med disse operasjonene. Man må, så langt det er mulig, finne en forståelse med russerne om hvordan disse problemene best kan løses i fellesskap. En nokså umiddelbar problemstilling vil være å etablere et vitenskapelig

samarbeid med russiske miljøer, slik at en kan få utarbeidet biologiske profiler for de aktuelle havneområdene. Dette vil i sin tur muliggjøre risikovurderinger av trafikken til de aktuelle havnene.

#### Mulig område for ballastvannbytte

Ut fra vurderinger om dyp etc., synes området vest for Andøya og sør for Tromsøflaket og Fugløybanken å peke seg ut. Den “naturlige” skipsleden langs 12 nautiske mil trenger ikke forskyves vesentlig lenger vest før en har abyssele dyp på ca. 2 000 meter. Det vil være perioder som kan falle sammen med forekomst av bl.a. torskelarver fra Lofoten, men dette området synes ellers stort sett å representere små konflikter med fiskeri eller bunnressurser som koraller. Selv om det vedtas en “rask” innfasing av ballastvannkonvensjonen, vil det ta i størrelsesorden ti år før den er effektivt implementert. Hvis en i mellomtiden ser behov for avbøtende tiltak i form av teknologiske løsninger, vil en for eksempel kunne tenke seg et landbasert eller tilpasset skipsbasert anlegg som kan behandle ballastvann. Dette vil imidlertid kreve enighet med Russland, og sannsynligvis en viss styring med hensyn til hva slags skip som benyttes i eksporten. Last- og losseanordningene for ballastvann er særdeles lite standardisert. Skal en operere deballastering fra land eller fra et “ballastskip” effektivt, må en sannsynligvis ha en form for standardisering av rørsystemene i de båtene som skal tømmes.

#### Videre arbeid

Det vil være behov for en viss løpende vurdering og rådgivning om hvordan en kan redusere risiko knyttet til introduserte arter med skipsfart i nordområdene. En

ytterligere avklaring av egnet eller egnede områder for ballastvannbytte, etablering av samarbeid med russiske vitenskapsmiljøer for utarbeiding av biologiske havneprofiler i Barentsregionen og utarbeiding av risikoanalyser, bør være prioriterte oppgaver. Det er sannsynlig at utviklingen av virksomheten i nordområdene vil være en meget dynamisk situasjon. En vurdering av “best available practice” må baseres på kunnskap og gjøres i skjæringspunktet mellom den faktiske og fremtidige utviklingen, og det regelverket og den politiske viljen som er tilgjengelig.

Det opererer en betydelig fiskeflåte langs norskekysten og inn i Barentshavet. Det er ikke avklart hva slags betydning bl.a. kjølevann og isvann for preservering av fangst kan ha som transportvektor for organismer.

#### Summary

More than 80 % of the world's trade is transported on board ships, and current estimates show that the merchant fleet releases some 2–3 bill. tonnes ballast water annually. J.T. Carlton estimated that at any given time, some 7,000 species would be en route, hitchhiking with the approximately 35,000 vessels operating globally. The increasing exports of oil and petroleum products from both Norway and Russia mean increased transport opportunities for non-indigenous species, and increased risk that the ecosystems in the Norwegian and Barents Sea may be subjected to unwanted invasive species.

## 1.2.2 Kongekrabbens vandringer langs kysten

Kongekrabbe er en av de nye artene i Norge som har introdusert seg selv ved å vandre inn fra områdene i nordøst. Kongekrabben ble opprinnelig introdusert til våre kyster fra sitt opprinnelsesområde i Stillehavet til Murmanskfjorden øst i Barentshavet på begynnelsen av 60-tallet. I løpet av en tiårsperiode ble det satt ut store mengder yngel, juvenile småkrabber og kjønnsmodne hunner og hanner. Krabben ble registrert første gang i Varangerfjorden i 1977 av norske fiskere. Den hadde da vandret 150 km fra der den var satt ut.

Ann Merete Hjelset

ann.merete.hjelset@imr.no

Jan H. Sundet

jan.sundet@imr.no

### Spredningsvandringer

Havforskningsinstituttet har i flere år holdt kongekrabbebestanden under observasjon etter hvert som denne har spredt seg langs kysten. Flere års undersøkelser i områder hvor krabben har vært i etableringsfasen, har vist at hoveddelen av bestanden har bestått av store eggbærende hunner og en mindre andel kjønnsmodne store hanner. Dette i motsetning til bestandssammensetningen i områder hvor kongekrabben er etablert, der er kjønnsmodne hunner, hanner og juvenile individer i alle størrelser til stede.

Det ser ut til at krabbens strategi er å la kjønnsmodne hunner med rogn vandre først inn i nye områder. Der klekker de eggene sine, og larver spres. Man kan anta at denne strategien har vært vellykket for kongekrabben i våre farvann. I tillegg til denne spredningsvandringen har den kjønnsmodne andelen av bestanden et vandringsmønster avhengig av årstiden.

### Årstidsvandringer

De kjønnsmodne kongekrabbene vandrer inn til grunne, kystnære farvann om våren for å klekke, skifte skall og gyte. Voksne kongekrabber vokser rykkvis ved skallskifte. Hunnene skifter skall i forbindelse med gyteperioden, mens voksne hanner kan stå over skallskifte i to til tre år. Undersøkelser tyder på at hanner som skal gjennomgå skallskifte før gyteperioden starter, vandrer først inn mot grunne områder. Dette kan forklares ved at skallskifteprosessen er svært kritisk for krabben, den blir helt myk og lite mobil etter skallskiftet, og trenger egnede skjulesteder mens det myke skallet herdes. Det kan tenkes at de får dekket de nødvendige behov for beskyttelse i grunnere områder, sammenlignet med de åpne leireflatene de

vanligvis opptrer på i dypområdene. De hannene som står over skallskiftet dette året, vil vandre opp på grunne områder før gytingen starter.

De kjønnsmodne hunnene gyter i forbindelse med skallskiftet, fordi de må være myke for å klare å slippe eggene ut av egglederåpningen. Under skallskiftet blir hunnene gjerne assistert av en hannkrabbe, som både beskytter og hjelper hunnen under skallskiftet for å sikre seg første retten til å befrukte henne.

Krabben tar til seg lite mat i denne fasen, og når gytesesongen er over legger krabbene mest sannsynlig ut på en næringsvandring. Kjønne fordeler seg forskjellig i forhold til dyp, og trolig går hannene ned på dypere vann enn hunnene.

De helt minste krabbene, både hanner og hunner, vil oppholde seg store deler av året på grunt vann. Det er først når de passerer en skallengde på 110 mm og blir kjønnsmodne at de trekker ned på dypere vann, for deretter å følge de voksne krabbenes gyte- og fødevandringsmønster.

### Summary

The first red king crab caught in Norwegian water since the introduction in the Barents Sea was in 1977 in Varangerfjorden, 150 km from the release point. Since then, the crab has invaded the coast continuously. Most probably large ovigerous females and large sexual mature males invade new areas first.

In late winter and early spring males and females migrate into shallow waters to mate and breed. At the end of the spawning and mating period, they migrate into deeper areas inside the fjords or deeper waters offshore. This migration pattern is most likely connected to foraging.

**Figur 1.2.2.1**  
Krabbe på vandring.  
King crab on the move.



Foto: Geir Randby, www.lillehammer.com

### 1.2.3 Olje i det marine miljø, valget mellom fisk og fugl

Når oljesøl forekommer, flyter oljen gjerne mest på overflaten. Sjøfugl og enkelte pattedyr er spesielt utsatt. Man kan prøve å samle opp oljen eller bruke kjemiske midler til å blande den ned i vannet. Det siste er gjerne en enklere løsning. I en slik situasjon vil livet i havet som ikke er i stand til å flytte seg vekk være truet. Spesielt alvorlig er det for fiskeegg og larver som er i en sårbar del av livs-syklusen sin. Avgjørelsen må tas: fisk eller fugl?

Lars Føyn  
lars.foyen@imr.no

Olje tilføres det marine miljø på flere måter. De største mengdene kommer som følge av regulære utslipp fra land med elver og kloakk, fra skipstrafikk og småbåtrafikk, for eksempel gir de regulære utslippene fra utenbordsmotorer, spesielt totaktsmotorer, et ikke uvesentlig lokalt bidrag. Denne kontinuerlige tilførselen gjør at "bestanden" av oljespisende bakterier er stor, særlig i kystfarvann. Dette betyr også at oljen blir "tatt hånd om" slik at vi i liten grad merker disse tilførselene, men ingen som ferdes på sjøen kan unngå å registrere at det finnes små oljesøl nesten overalt.

Det er imidlertid de store oljehellene som vekker oppsikt og som kan påføre det marine miljø skader. Mest spektakulært er tilgrisede sjøfugl. Det er i første omgang sjøfugl som kan bli skadet, også på populasjonsnivå, dersom et oljehell skulle inntruffe til et spesielt uheldig tidspunkt.

Råolje som hentes opp fra reservoarene består av en mengde forskjellige organiske komponenter samt en del uorganiske komponenter som for eksempel svovel. Det er store forskjeller på råolje fra felt til felt. Nordsjøoljene er, selv om det er betydelige forskjeller fra felt til felt, for det meste

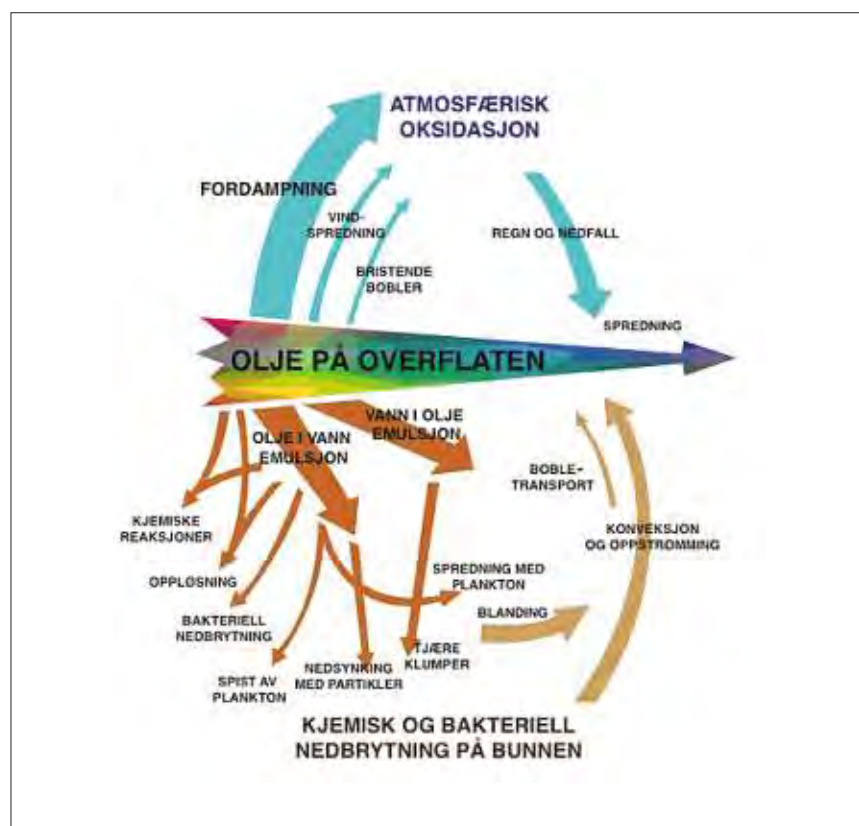
lette og har et lavt svovelinnhold. Sammensetningen bestemmer oljens egenskaper og dermed også oljens oppførsel i det marine miljø. En rekke forskjellige prosesser virker på olje som havner på sjøen. Dette er skjematisk forsøkt illustrert i Figur 1.2.3.1.

For at olje skal kunne skade marine organismer, må oljen blandes ned i sjøen hvor organismene finnes. De organismene som ikke kan flykte vil kunne skades. For fisk gjelder dette først og fremst egg og larver, som er de mest kritiske stadiene i en fisks liv der de driver mer eller mindre passivt i vannmassene. Olje i vann kan foreligge som ørsmå oljedråper som kan feste seg til partikler/små organismer, men det er først de oppløste komponentene fra oljen som har mulighet til å infisere en hel vannmasse og "treffe" alle organismene i vannmassen. Eksperimenter på Havforskningsinstituttet har vist at når fiskelarvene har fått en viss størrelse og dermed en markert egenbevegelse, vil de kunne unngå en oljeinfisert vannmasse. Grove beregninger av overlapp mellom et modellert oljeutslipp og aktuelle fordelinger av fiskelarver har vist, i en verst tenkelig situasjon, at opptil 40 % av en årsklasse av en aktuell art kan gå tapt.

Dette er en viktig grunn til at bruken av dispergeringsmidler for å fjerne olje på hav-

**Figur 1.2.3.1**

Skjematisk framstilling av oppførselen til olje på havoverflaten. Fargen på pilen som illustrerer olje på overflaten angir også hvorledes brunfarget olje spres utover, for til slutt å ende opp som en uhyre tynn, blåaktig film. The figure illustrates the behaviour of oil released to the sea surface from the thick brownish oil on the surface to the very thin slick called blue shine.







**Figur 1.2.3.2**

Forsvaret ved Landsdelskommando Nord-Norge, LDKN, følger alle skip med radar utenfor kysten. I november 2004 passerte 32 oljetankere på vei fra Russland. Alle fartøyene seilte rett på utsiden av grenselinjen for norsk territorialfarvann, som er 12 nautiske mil.

*Radar tracks for oil tankers coming from Northwest Russia. In November 2004, 32 oil tankers passed the Norwegian coast.*



**Figur 1.2.3.3**

Vraket av "Amoco Cadiz" utenfor kysten av Bretagne, Frankrike, i 1978 hvor 223 000 tonn olje rant ut.

*The wreck of "Amoco Cadiz" at the coast of Bretagne, France, 1978, where 223,000 tonnes of crude oil were released.*

overflaten bør unngås i tider med fiskeegg og -larver i sjøen. Fjerning av olje fra havoverflaten bringer oljen ned i sjøen hvor de marine organismene er, men fjerning av olje fra overflaten reduserer mulighetene for at sjøfugl blir skadet. Å velge mellom fisk og fugl kan være et kritisk dilemma i en oljevernaksjon. Bare god kunnskap om fordeling av kritiske stadier av marine organismer og tilsvarende for sjøfugl kan sørge for at de riktige valgene blir gjort.

Ved et stort oljeutslipp enten fra oljeutvinningen til havs eller ved et tankhavari, vil oljen med stor sannsynlighet havne inn på kysten. I tillegg til det rent estetiske med tilgrising av strender, vil fastsittende organismer skades, og avhengig av eksponeringsgrad i forhold til bølgepåvirkningen vil effektene av oljen gjøre seg gjeldende i mer enn ti år. Erfaring fra mange oljeuhell er imidlertid at oljen forsvinner relativt raskt. Størst skade kan tilføres havbruksnæringen. Fisk i merd kan ikke rømme, og selv om merdene kan vernes med lenser, så vil oppløste komponenter i vannet kunne utsette fisken for betydelig stress, noe som kan skade den. Fet fisk, som laks, tar også lett opp oljekomponenter som gir smak på fisken. Oppmerksomheten et stort oljeutslipp skaper i media vil kanskje være det største problemet ved at markedet blir påvirket i negativ retning, og da vil virkningene nærmest gjelde hele næringen. Som en klar påminnelse om den markedsmessige sårbarheten er eksemplet fra Shetland etter forliset av "Braer". All oppdrettsfisk, uansett om den var berørt eller ikke, ble slaktet og destruert for ikke å risikere tvil i markedet om kvaliteten på fisk fra Shetland.

Muligheten for å få et betydelig oljeutslipp utenfor vår kyst øker med økningen i den oljerelaterte virksomheten. Transport av olje og oljeprodukter må oppfattes som den største trusselen, og i denne forbindelse er oljetransporten fra Nordvest-Russland viet betydelig oppmerksomhet. Selv om denne transporten relativt sett er liten i forhold til de mengdene som transporteres langs kysten lenger sør, blant annet gjennom Skagerrak, forventes det en betydelig økning i den russiske oljeeksporten. Figur 1.2.3.2 viser Forsvarets (LDKN) radarplott av oljetransporten. Som figuren viser er seilingsrutene rett på utsiden av Norges territorialgrense på 12 nautiske mil. Allerede nå er passeringene oppe i en frekvens av én oljetanker per dag, 32 skip i november 2004, ifølge Forsvaret.

Før eller siden vil det finne sted et havari langs norskekysten, og det behøver ikke skje i nord. Selv om det per i dag er mest fokus på nordområdene både i forbindelse med den økende oljetransporten fra Russland og oljeboring i Barentshavet, må vi ha en beredskap som er innstilt på å håndtere oljeutslipp av typen "Amoco Cadiz"-havariet i 1978, Figur 1.2.3.3, hvor over 223 000 tonn olje rant ut på kysten av Bretagne i Frankrike. I lite eksponerte områder tok det mer enn ti år før oljen ble borte.

### Summary

Oil is introduced to the marine environment by different means. The main sources are regular discharges from land through rivers and sewage and from ordinary shipping activities as well as pleasure boats. This oil is "taken care of" by oil eating bacteria and will in most cases be neglected by the users of the sea. More spectacular are the so-called "disastrous" oil spills from offshore oil exploration or from wreckage of oil tankers. Oil as such consists of a range of various components and the behaviour of a particular oil is determined by its composition. Oil on the sea surface will behave as schematic presented in figure 1.2.3.1. To harm marine organisms the spilled oil has to be distributed down in to the water mass where organisms with little or no swimming capacity will be the ones potentially harmed. For fish their critical stages are as egg and larvae, which means that the use of dispersants should be avoided at the period with fish eggs and larvae in the sea. On the other hand the use of dispersants will reduce the harmful effects on sea birds. Only good knowledge of the distribution of both the critical stages of fish and of sea birds will help the decision makers to choose the right oil spill combat measures. The increasing transport of oil from Northwest Russia may sooner or later encounter some sort of wreckage and thereby an oil spill. As can be seen from figure 1.2.3.2 this transport takes place just outside the Norwegian coastline.



# 1.3

## Kystsoneplaner – forskningens bidrag

Kystområdene i Norge utsettes i vår tid for et meget sterkt utbyggingspress både på land og i sjø. Presset skyldes et økende arealbehov både hos kystbefolkningen og feriegjestene til boligområder, hyttebygging, næringsutvikling og rekreasjon. Ofte får denne typen utbygging uheldige konsekvenser for de biologiske verdiene i sjø, dvs. marine fiskeressurser (gyte- og oppvekstområder) og marine naturtyper (tareskog, ålegrasenger, tangsamfunn eller bløtbunnsområder). Tilsvarende vil uhensiktsmessig utbygging kunne bidra til at områder med stort potensial for marin verdiskaping ødelegges, enten dette gjelder muligheter for oppdrett eller havbeite.

Jan A. Knutsen,  
jan.atle.knutsen@imr.no

Tore Strohmeier  
tore.strohmeier@imr.no

Øivind Strand  
oivind.strand@imr.no

Arne Ervik  
arne.ervik@imr.no

I sjø er situasjonen ganske enkelt den at vi i dag ikke har kunnskap om hvilke konsekvenser den pågående bit-for-bit-utbyggingen i kystsonen har for det marine miljøet. I motsetning til på land vet vi for lite om hvor de verdifulle områdene er lokalisert i sjø, og likedan hvilke sjøområder de marine kystressursene er avhengige av i sin naturlige livssyklus. Derfor kan vi f.eks. komme i skade for å bygge ut nøkkelbiotoper som hele økosystemet er avhengig av, eller områder som har fortrinn for marin verdiskaping. Denne grunnleggende kunnskapsmangel fører til at kommunene i forbindelse med sin kystsoneplanlegging ikke når målsettingen om en bærekraftig planlegging og utnyttelse i kystsonen. Man mangler et skikkelig styringsverktøy basert på kunnskap om "livet under de blå flater", og resultatet blir en utilsiktet forringelse av arealene i kystsonen.

I det følgende vil vi presentere noen av de aktiviteter Havforskningsinstituttet er involvert i med direkte betydning for kommunenes kystsoneplanlegging: kartlegging av biologiske verdier i sjø, havbeite av kamskjell, lokalisering av oppdrettsanlegg og marinøkologisk veileder.

### Biologiske verdier i sjø

På land har det foregått en utstrakt kartlegging og verdifastsetting av naturområder de siste 30 år. Under vann mangler vi tilsvarende systematisk kunnskap om hvor de verdifulle områdene er lokalisert langs kysten. Havforskningsinstituttet har i løpet av de siste årene vært tungt involvert i arbeidet med å kartlegge og kartfeste viktige biologiske verdier i sjø, dvs. kystnære fiskeressurser (gyteplasser og oppvekstområder for marine larver og yngel) og marine naturtyper (etter DNs håndbok 19-2001 – nå under revidering). Dette har vært såvel nasjonale som lokale prosjekter. Kartleggingsprosjektene, som har fått mye oppmerksomhet, har hatt som hovedmålsetting å styrke det faglige grunnlaget for en bærekraftig forvaltning av marine ressurser og verdier i kystsonen. Arbeidet har bestått av tre faser: 1) identifisere og kartlegge viktige biologiske verdier i sjø (gyte- og oppvekstplasser for fisk), og marine naturtyper (etter DNs håndbok 19-2001, med tillegg. 2) gjøre kunnskap

**Figur 1.3.1**

Eksempel på trehusbebyggelse i norsk skjærgård (Lyngørporten).  
*Example of wooden houses in the coastal zone.*



Foto: Anonsen



**Figur 1.3.2**  
Uberørt kystperle (Nautholmen).  
*Untouched part of the coast.*

om biologiske verdier i sjø kjent og lett tilgjengelig (digitalisert) for saksbehandlere på kommunalt, fylkeskommunalt og statlig sektornivå. 3) etablere et planleggingsverktøy som støtter opp om kommunenes arealplanlegging i kystsonen.

#### Havbeite

Lov om havbeite ble vedtatt i desember 2000 og skal bidra til at havbeite kan bli en balansert, bærekraftig og lønnsom kystnæring. Loven åpner i første omgang for gjenfangst av utsatte kamskjell og hummer, og de første konsesjoner er nylig tildelt. Havbeite vil kreve større areal sammenlignet med tradisjonell havbruksvirksomhet, men havbeiteområder vil i langt større grad kunne nyttes til allmenn ferdsel og fiske. Konflikter ved havbeite vil derfor være vesentlig forskjellige fra konflikter knyttet til tradisjonelt havbruk. I kystsoneplanlegging er det dermed viktig å identifisere brukerkonflikter ved havbeite.

#### Kamskjell

Havforskningsinstituttet har i samarbeid med Hordaland fylkeskommune utarbeidet kriterier for å utvikle et modellverktøy for kartlegging av egnede havbeiteområder for kamskjell i Hordaland. Knyttet til kartlegging av marine naturtyper og kystressurser arbeider vi også med å etablere metode for å kunne kvantifisere kamskjellforekomster. Denne metoden anvender en fjernstyrt undervannsfarkost, og målsettingen er at utstyret også skal kunne anvendes i kystsoneplanlegging på kommunalt nivå. Etableringen av denne metoden er et viktig ledd i arbeidet med kartlegging av både naturtype med store kamskjellforekomster, kamskjell som ressurs og havbeiteområde.

#### Lokalisering av oppdrettsanlegg

Et oppdrettsanlegg skal ikke forurense området der det ligger, og fisken i merdene skal sikres reint vann og gode levevilkår. Anleggene må derfor legges på steder med god strøm som fornyer vannet i merdene, og som sprer avfallet utover slik at det ikke samler seg i hauger på bunnen. Anleggsområdet må også være så dypt at oppløste stoffer og partikler fra bunnen ikke kommer opp i merdene og skader fisken. I tillegg skal anleggene ikke komme i konflikt med farleder, verne- og friluftsområder og lignende. Norge har svært mange områder som oppfyller disse kravene, og prosessen med å velge ut områder som skal brukes til oppdrett kaller vi lokalisering.

I forbindelse med lokalisering har Havforskningsinstituttet arbeidet med å tilpasse miljøvirkningene fra anleggene til bæreevnen i området. I første omgang ble innsatsen konsentrert om å hindre overbelastning av bunnen under merdene. MOM-prosjektet har utviklet et overvåkningsprogram for bunnpåvirkning fra matfiskanlegg som beskriver hvilke undersøkelser som skal gjøres og hvordan resultatene skal vurderes. Påvirkningen graderes her i en skala fra 1 til 4, der 1 betyr at bunnen er lite påvirket og 4 at den er overbelastet. Arbeidet fra MOM ligger til grunn for Norsk standard 9410 "Miljøovervåkning av matfiskanlegg", og overvåkning etter denne standarden ble obligatorisk fra januar 2005.

MOM-prosjektet har videre utviklet matematiske modeller som kan brukes til å beregne hvor mye fisk som kan produseres på en lokalitet. Disse modellene kan vi sammen med beslektede modeller bruke til å forutsi hvilke miljøvirkninger fram-

tidig oppdrettsaktivitet vil få i et område. Havforskningsinstituttet arbeider nå med å utvikle et helhetlig system for regulering av miljøvirkninger fra havbruk. Systemet tar sikte på å omfatte lokal og regional påvirkning og å dekke ulike miljøvirkninger som spredning av smittestoffer og lakselus, bunnpåvirkning og algevekst. Geografiske informasjonssystemer (GIS) vil bli inkludert i planleggingsdelen av systemet.

#### Marinøkologisk veileder – [www.kystsone.no](http://www.kystsone.no)

Havforskningsinstituttet har de seneste år hatt hovedansvaret for utarbeidelse av marinøkologisk veileder. Veilederen skal være et sentralt hjelpemiddel for saksbehandlere på lokalt, regionalt og statlig nivå og sikre en oppdatert, kunnskapsbasert og enhetlig forvaltning av saker i kystsonen. Den skal bidra til at saksbehandlere får det nødvendige faglige grunnlaget til å foreta balanserte avveininger mellom bruker- og verneinteresser.

Kunnskap om biologisk produksjon og mangfold i havet og mulige konsekvenser av bruk på havets bæreevne er ikke innarbeidet som eget objekt i planlegging av kystsonen. Kunnskap om livet i havet, økologiske sammenhenger og havets tåleevne er samlet i ulike forskningsrapporter, spredt i tid og rom og på flere forskningsinstitusjoner i Norge. Dette er ikke tilfredsstillende. Veilederen skal være en støtte for forvaltningen, først og fremst av "de blå flater". Med bakgrunn i oppdatert kunnskap vil den fremholde faktorer som bør trekkes inn i saksbehandlingen og belyses, og antyde prioritering av faktorer i forhold til hverandre.

#### Summary

The coastal area is under high pressure. In Norway planning and management of terrestrial coastal areas has for many years been supported by detailed knowledge and extensive data on habitats and their associated species. In contrast, for undersea areas little focus has so far been drawn to identification and mapping of marine biological resources and the distribution of marine habitats in the coastal zone. Often the need for areas is in conflict with the biological values contained in the coastal zone. New electronic topographic maps showing both depths, biological resources and marine habitats would be an important tool for the decision makers.

Tvedestrand er en kystkommune i Aust-Agder, og skiller seg i store trekk ikke ut fra de andre, mindre kystkommunene mellom Søgne og Kragerø. Befolkningen har i et historisk perspektiv vært avhengig av sjøen, både som næringsgrunnlag, ferdsels- og transportåre. Det var derfor ikke unaturlig at mye av bebyggelsen opp gjennom tidene ble lokalisert til kystsonen, og gjerne helt ut i sjøkanten. Boliger og uthus ble satt opp etter behov, plassert i le for vind og vær, gjerne inne i ei lun vik hvor båten kunne ligge trygt i høststormene.

Asbjørn Aanonsen

asbjorn.aanonsen@tvedestrand.kommune.no  
miljøvernrådsgiver, Tvedestrand kommune

#### Kystkommunen Tvedestrand

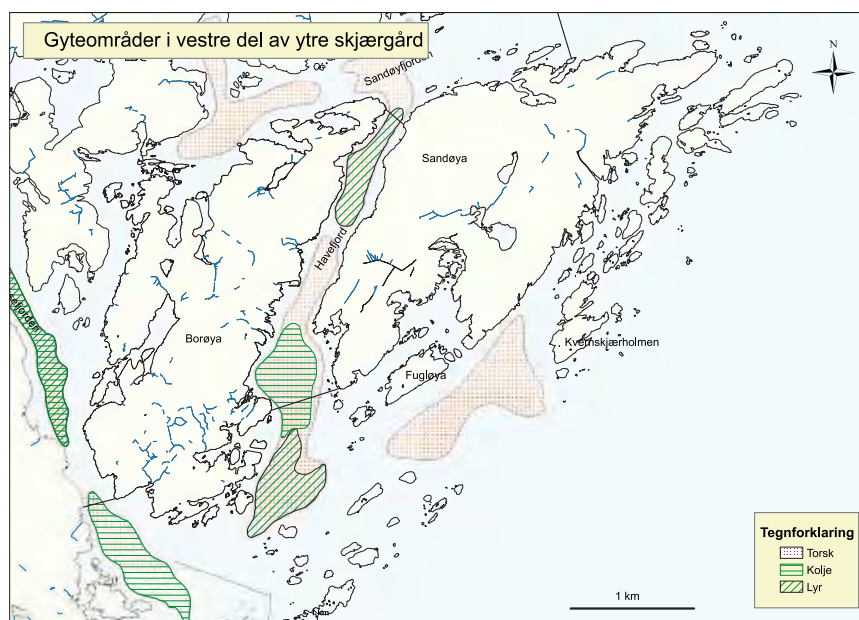
Kystsonen i Tvedestrand utgjør en stor andel av kommunen. Lengden på grunnlinjen er ca. 15 km, og avstanden fra de ytterste skjær og inn til Tvedestrand sentrum i bunnen av fjorden er på ca. 9 km. Vi finner altså en meget variert sørlandskyst, med skjærgård, dype fjorder, poller og flere fjordsystemer som går parallelt med kystlinjen. Fortsatt er mye av bebyggelsen knyttet til kystsonen, særlig fritidsbebyggelsen. Vi har tre levende øysamfunn med helårs bosetting, hvorav to uten broforbindelse til fastlandet. Videre finnes det ca. 1800 fritidshus i hele kommunen, av disse ligger ca. 1200 innenfor hundremetersbeltet til sjøen.

#### Kystsonen

Hva definerer vi som kystsonen i dag? Sørlandskysten har ikke innført rikspolitiske retningslinjer (RPR) for kystsonen. Det er gjort et arbeid med å avgrense arealer på land som en i RPR-sammenheng vil kalle for kystsonen. Grovt sett er det landarealet som er visuelt sårbart sett fra sjøen, og sjø- og landarealer som står i direkte økologisk, landskapsmessig og bruksmessig sammenheng. I den daglige arealforvaltning forholder vi oss fortsatt til hundremetersbeltet hvor det gjelder byggeforbud, hjemlet i plan- og bygningslovens § 17.2.

Figur 1.4.1

Kartlagte gytefelter i Tvedestrand-området.  
Survey of spawning grounds in the Tvedestrand area.



#### Press på arealene

Pris på kystnære arealer stiger år for år. Det er mange aktører som er til dels meget aktive for å få del i denne utviklingen. Dette fører til interessekonflikter. Eksempelene er flere: oppdrett – miljø, småbåthavner – forurensning, hyttebygging – boligbygging, privatisering – allemannsretten, bading – båttrafikk, osv.

Kommunene har en viktig rolle i kystsonedeforvaltningen ved at de er plan- og bygningsmyndighet etter plan- og bygningsloven. Av det følger at kommunen legger premisser for framtidig utvikling samtidig som de regulerer plassering og utforming av tiltak i detalj. En god kystsonedeforvaltning stiller store krav til kompetanse og vilje til å prioritere naturmiljøet.

#### Kommuneplan som styringsverktøy

Tvedestrand har innsett at de ikke er blant de mest ekspansive i forhold til nyetablering av industri og arbeidsplasser i stor målestokk. Det er i økende grad en erkjennelse av at naturmiljøet er en meget viktig faktor i forhold til at folk vil bygge og bo utenfor sentrum. Kystsonen er vårt fremste aktivum i så måte. Konkret har Tvedestrand vedtatt en næringspolitisk handlingsplan som har en målsetting om å bygge 200 boliger og 500 fritidshus innen 2014. En kan bare tenke seg hvor flesteparten av disse blir lokalisert.

I det pågående kommuneplanarbeidet har Tvedestrand valgt tre hovedsatsingsområder: 1) Barn og unge i bokommunen, 2) Sentrumsutvikling og 3) Forvaltning av kystsonen.

Overordnede mål for kystsonedeforvaltningen skal være:

- Begrepet bokommunen skal gjenspeile seg i kystsonedeforvaltningen.
- Det biologiske mangfold bør bevares. Det skal ikke tillates inngrep som kan true tilstedeværelsen av sjeldne og sårbare plante- og dyrearter.
- Den eldre, verneverdige bebyggelsen er en ressurs for bomiljø, turisme og næringsliv. Bevaring av disse bygningsmiljøene bør vektlegges.
- Nye utbygginger bør fortrinnsvis lokaliseres til eksisterende tettsteder og allerede utbygde områder.
- Strandområdene bør holdes åpne og tilgjengelige for allmennheten, både fra



**Figur 1.4.2**  
Kartlagte ålegrasenger i Tvedestrand-området  
*Survey of eel grass in the Tvedestrand area.*

land og sjø, og tilgjengeligheten skal forbedres i planperioden.

Det er mange strategier og tiltak en kan gjøre seg bruk av for å nå disse målene. Tradisjonelt har vi forvaltet landarealene i kystsonen uten i nevneverdig grad å tenke på konsekvenser i sjø. Hva fører etablering av et hyttefelt, utfyllingsarbeider, dumping av masser eller anleggelse av småbåthavner til av belastning på naturen? Eller hvilke konsekvenser får en høyspentledning lagt på fjordbunnen, tvers gjennom et viktig gytefelt? Spørsmålene er mange, og fortsatt er det mye vi ikke vet. Fram til i dag har vi hatt relativt god kunnskap om hva som finnes av naturkvaliteter på land, mens vi totalt har manglet denne kunnskapen for sjøen.

#### Kartlegging

Tvedestrand er i den spesielle situasjon at vi i dag besitter gode kunnskaper om hva som finnes av biologiske verdier i sjøen. Som eneste kommune i landet har vi fått kartlagt dette i detalj gjennom et stort pionerprosjekt hvor Havforskningsinstituttet, Flødevigen ledet arbeidet og var faglig ansvarlig. Flere andre kommuner har fulgt opp i ettertid, men få, om ingen, har kartlagt alle kommunens biologiske verdier med så finmasket nett som det Tvedestrand fikk gjort i 2001 og 2002. I tillegg har vi kartlagt verdifulle naturtyper for biomangfold på land i kystsonen. Resultatene av disse to kartleggingsprosjektene gjør at Tvedestrand har et bedre styringsverktøy enn de fleste andre kystkommuner. Dette

ser vi på som et konkurransefortrinn, men også som en stor utfordring.

#### Forvaltning

Vår utfordring er både en enkeltsaksbehandling som tar vare på naturmiljøet, og langsiktige strategier trukket opp i kommuneplanen. Vi kjenner alle bit-for-bit-utbyggingen, og hvordan dette forvaltningsprinsippet til slutt spiser opp hele kaka, og gjerne de beste kakestykkene først. Mangel på verdisetting er et dilemma når retningslinjer og planer skal utarbeides for framtidig forvaltning av marine naturmiljøer. Er alt like viktig? Hva tåler den enkelte lokalitet og populasjon av inngrep og ytre påvirkninger?

Til tross for dette mener vi nå at vi har nok kunnskap til å gjøre noen viktige grep i kommuneplanen. Nøkkelbiotopene kjenner vi. Gyteområder for torsk, lyr, kolje, hvitting og flatfisk er kartlagt (Figur 1.4.1), likeså oppvekstområder for torsk og sjøørret. Alle grunne områder med mudderbunn og biologiske nøkkelbiotoper som ålegrasenger (Figur 1.4.2) og tareforekomster er nøyaktig kartfestet. En av de viktigste østerspollene langs hele Sørlandskysten ligger innenfor kommunens grenser.

Ny genforskning har vist at Tvedestrandfjorden (og flere andre fjorder) har sin egen, stedege torskestamme. Kanskje gjelder dette også for andre fiskeslag. Vi vet nå at denne lokale fiskestammen, som er til glede for tusenvis av mennesker, er

meget sårbar for overbeskatning. Hva betyr det for oss som en kommune som ønsker utvikling, flere boliger og ikke minst mange flere hytter? Hva er det som er vårt fortrinn? Er det ikke en levende fjord, mulighet for å fiske sin egen midagsmat, fange krabber og hummer, dykke etter blåskjell og østers og kunne bade i friskt og reint vann? Hvilke konsekvenser får dette for Tvedestrand som forvalter av lokalt miljø?

I dag er det slik at fiskeressursene våre reguleres på et nasjonalt nivå. Erfaringer lenger øst, både i Sverige og i Oslofjorden, viser at den lokale torskbestanden ikke er en uutømmelig ressurs. Sett fra kommunalt ståsted synes det innlysende at vi må få et styringsverktøy som fører til at forvaltning av lokale fiskestammer skjer på lokalt/regionalt nivå. Det er ikke noe nytt, vi har lenge praktisert fiskeregler for den enkelte sjøørret- og lakselv med bakgrunn i lokale variasjoner og forhold.

#### Utfordring

Fra et kommunalt ståsted er det ønskelig at staten bidrar i et betydelig større omfang til kartlegging og kompetanseheving mht. biologiske verdier i sjø. De fleste kommuner rår over altfor små ressurser, både økonomisk og kunnskapsmessig, til å kunne løse de forventede oppgaver på en tilfredsstillende måte. Vår utfordring blir å vise evne og vilje til å gjennomføre vedtatte planer. Valg av løsninger i grenseområdet mellom utvikling/utbygging og bevaring av biologisk mangfold vil være avgjørende for om den enkelte kommune lykkes i å posisjonere seg som attraktiv i framtida.

#### Summary

Tvedestrand is a small coastal community on the southern coast of Norway. Historically the city has relied on the sea for both sustenance and transport. Most of the buildings are thus close to the sea and many on the shoreline itself. The closeness to the sea is something that the new generations also want to be a part of. This puts pressure on the communal area planning. The mapping of biological values and nature habitats for biodiversity has been undertaken in a large pioneer project together with The Institute of Marine Research. The challenge is both to protect the environment in single cases and to develop strategies for the long run. Governmental contribution for both mapping purposes and competence building is wanted since small communities can have limited resources for this kind of work.



## Gytefelt langs kysten – om kunnskap og vitenskap

Kunnskapen om gyting langs vår lange kyst er gammel og utviklingen av landet har vært avhengig av denne. Den har dannet grunnlaget for forskning som i mange år har vært brukt til forvaltning av næringen. Slik kunnskap må også i fremtiden være fundamentet for en økosystembasert forvaltning av fiskeriene.

Knut Sunnanå  
knut.sunnanaa@imr.no

Forskerens rolle i utforskningen av det naturgrunnlag menneskene lever av langs vår kyst har ofte vært å finne ut det folk allerede vet. Slik også på midten av 1800-tallet, da George Ossian Sars fikk i oppdrag av myndighetene å dra nord til Lofoten. Han skulle finne ut hvorfor skreien ikke kom inn til kysten slik den var ment å gjøre. Sars svarte aldri på dette spørsmålet, men han forsket frem mye kunnskap om torskens formering og om hva som ellers skjer i havet rundt Lofoten.

Mon tro om ikke fiskere og andre allerede hadde denne kunnskapen – om enn uttrykt med andre og kanskje ikke så presise ord som forskeren kunne bruke? Mon tro om ikke sammenhengen mellom rikt fiske i sesonger og fiskens gyting var godt kjent? Mon tro om ikke folk flest forbandt store mengder yngel i fjæresteinene om sommeren med torskens aktiviteter tidligere på vinteren? Det trengs nok en forsker for å kunne si at dette visste vi ikke før forskeren hadde sett det.

De menneskene som etablerte seg langs kysten for hundrevis, ja, tusenvis av år siden var kanskje jegere, de aller første. Men ganske snart kom bøndene, de som ønsket å være bofaste. De ville rydde jord for å skaffe den mat og det virke de trengte til et godt liv. De så nok at det langs kysten fantes områder der et rikt fiske årvisst ga bedre levekår enn andre steder. Her slo de seg ned, de som kom først. Vi vet at dette var i fjorder og kystområder med gode forhold for jordbruk og et rikt heimefiske.

Det er naturlig å anta at slike fjorder hadde sine egne bestander av fisk, og at det fantes gytefelt og småfiskområder i den samme fjorden. Folk visste godt hvordan fisket skulle foregå gjennom året for å ta vare på disse ressursene. Utover på 1300- og 1400-tallet ble det mulig å tjene gode penger på fiske, og denne kunnskapen førte til at folk dro fra disse rike fjordene til Lofoten og andre fiskevær lenger ute på kysten. Her skulle de drive fiske i sesongene og tjene penger. Det gode fisket i hjemmefjorden var mat til eget forbruk.

Men velsignelsen med de store gyteinnsig av sild og torsk til kysten førte også i perioder til at jordbruket ble forsømt. Pen-

gestrømmen i sesongfiskeriene var stor, og det var i hovedsak bønder som bemannet fiskefartøyene. Siden sildeperiodene også førte til mange års fravær av sild på kysten, kom diskusjonen om vintersildfisket egentlig var så lønnsomt, til å oppta folk mye. Mange som investerte oppspart kapital eller enda kjøpte båt og bruk på kreditt, opplevde at alt gikk over styr i dårlige år. Mange måtte da gjøre opp status med at hele sildeeventyret hadde ført dem ut i elendigheten. Ofte ble gårdsbruk stykket opp i mindre enheter for å sikre gårdsdrift til alle dem som skulle være mannskap på sildefartøyene. Det ble umulig å leve av disse små brukene når silda ikke lenger gav inntekt.

Ja, ikke bare var det fisken i havet som hadde en løssluppen atferd på sine mange gytefelt i slike år med rike gytefiskerier. Ungdommen ble beskyldt for usømmelig adferd og manglende interesse for å tjene til livets opphold som drenger og tjenestepiker. Unge mennesker, ble det sagt, spekulerte i å tjene seg rik på fiske, giftet seg etter eget forgodtbefinnende og endte kanskje opp med å måte ty til et ellers sterkt belastet fattigvesen.

Mange vil vel gjerne tro at vi i dag har gjort oss mindre avhengige av de store sesongfiskerier på gyteinnsigene, og ellers i langt mindre grad har en bosetting som er avhengig av vekselspill mellom fiske og jordbruk. Slik er det da også for oss mennesker som bor og lever langs kysten. Men fisken i havet som skal bidra til store inntekter er fortsatt like avhengig av gytefeltene på kysten, både de store oseaniske bestandene av sild og torsk og de mer lokale og stedeegne fjordbestander.

Så skal da også sies, at selv om de store sesongfiskerier har vært dominerende i den historiske beskrivelse av de norske fiskerier, utgjør det jevne fisket gjennom året en vel så stor andel av den høstede rikdom. Dette kommer klart frem når man lar statistikken tale og legger mindre vekt på de anekdotiske kilder.

Felles for alle fiskerier er at det fordrer et visst kjennskap til fiskens gang i havet; når kommer fisken opp, jager den og er vanskelig å fange, eller siger den rolig opp til sine gytefelt? Mange fiskerier har også vært drevet på resultatet av gytingen ved at de yngre aldersgrupper fiskes på mens de

beiter i fjorder og kystfarvann. I vår tid er det opp til havforskerne og fiskeribiologene å gi råd om gjennomføringen av fisket for å sikre at ressursgrunnlaget vedlikeholdes til felles beste. I denne sammenheng har det alltid vært en viss diskusjon om det er riktig å drive fiske på gytefeltene til våre fiskeressurser. Ville det ikke være bedre om fisken fikk gyte i fred og dermed sikre en så stor bestand som mulig?

En av de viktigste grunnene til at vi høster fisk som er på veg til gytefeltene er den fantastiske kvalitet og smak denne fisken har som mat. Selv om en stor del av fangsten, spesielt av sild, i perioder har gått til oppmaling og andre mindre betalte anvendelser, så er det de gastronomiske høydepunktene som fortsatt gir den største drivkraften for disse fiskeriene. Den mest kjente gastronomiske opplevelse i så henseende er vel å spise "mølje" gjennom vinteren. "Mølje" er ganske enkelt kokt torsk med lever, rogn og poteter. Denne maten er vel kjent langs hele kysten og har opp gjennom historien utgjort en vesentlig kilde til bl.a. D-vitamin i den mørke årstid.

Men torsken gir ikke bare opphav til gastronomiske opplevelser før gyting, gytingen i seg selv gir, sammen med værforhold i nord, opphav til det mest kjente norske fiskeprodukt i Europa – tørrfisken. Kombinasjonen av den spesielle ernæringsmessige sammensetning som fisken har under og etter gyting, og de gode klimatiske forhold for tørking av fisk på ettervinteren i Lofoten, har gjort det mulig å produsere og eksportere store mengder tørrfisk til Europa opp gjennom historien.

Et mer eksklusivt produkt av gytemoden fisk er vår eksport av moden hunnlotde fra Finnmarkskysten til Japan. Her sorteres og pakkes lodda enkeltvis, i forseggjort emballasje under nøye oppsikt av eksperter fra Japan, og serveres så som snacks til godt betalende japanere. Av andre produkter som er direkte forbundet med gyting er jo all kaviar, der den vanligste i Norge er tubekaviar laget av røkt torskerogn. Men vi har også et direkte fiske etter rognkjeks der det bare er rognen som tas vare på. Produktet her er kaviar som blir farget kunstig og som er å få kjøpt over hele Europa.

Selv om vi forbinder gyting langs kysten med disse fiskeriene, der vi så tydelig oppfatter at fisken kommer for å gyte, er faktisk kysten det mest brukte gyteområdet om vi ser alle våre arter av fisk og skalldyr under ett. En viktig grunn til dette er at fisken bruker kystområdet som oppvekstområde, selv om ikke arten lever hele sitt liv i kystsonen. Derfor er det en nøye sammenheng i dette, at fisken både gyter og vokser opp på kysten. Så kan man jo

likevel spørre seg: når fisken så er tilgjengelig også til andre tidspunkt av året, er det da fortsatt riktig at vi skal fiske under selve gytingen?

Sett fra naturens side kan det gjerne sies på følgende måte: Frem til gyting søker fisken å avpasse sin vekst, sin sjanse for å bli spist av andre (dødelighet) og sin produksjon av gyteprodukter slik, at gytingen på mange vis representerer resultatet av en optimal produksjon, alle forhold tatt i betraktning. Da kan det jo være like greit at vi aksepterer det og tar for oss av havets grøde på dette tidspunkt. Om vi høster fisken tidligere, gjør vi det jo bare vanskeligere for fisken – og høster vi seinere, er fisken gjerne død før vi rekker å dra den opp av havet. Så det er gjerne ikke så dumt å høste på gytefeltene likevel – i hvert fall så lenge vi ikke blir altfor grådige, slik at det blir for lite gyting til at fisken formerer seg.

Det er her vårt ansvar kommer inn – at vi beskatter fisk og skalldyr slik at det fortsatt er balanse i systemet, og at vi kan holde på med dette så lenge vi lyster. Da er det grunn til bekymring når fiskere, og andre med lokal kjennskap til kysten, forteller at gytefelt i fjordene og lenger ute i havgattet ikke lenger er i bruk – fisken trekker ikke opp for å gyte der lenger. Enda større bekymring bør det vekke dersom dette faller sammen med rapporter om at også ungdommen mangler. Ja, kanskje hele tarebeltet er borte, og det er lite fisk å få for dem som prøver å høste av fjorden.

Da trengs kanskje forskeren for å kartlegge denne situasjonen – rett og slett samle og systematisere den informasjon som folk har om gytefelt og hvordan det står til med gytefeltene langs kysten. Selv om kunnskapen sitter hos folk flest langs kysten, er den likevel ikke til nytte for dem som skal forvalte våre ressurser før den er samlet inn, bearbeidet og presentert i rapportform for byråkratene. Slik innsamling av data har vært gjort i en del sammenhenger, spesielt i forbindelse med utarbeidelse av kystsonerplaner for kommuner. Noen gytefelt er også kartlagt over større områder, bl.a. torskens gytefelt i Finnmark og deler av Troms.

Torsk har gytefelt fra nord til sør i landet, både ute på kysten og lenger inne i fjordene. De forskjellige torskestammene kan godt benytte de samme gytefeltene. Både skrei og kysttorsk gyter på gytefeltene i Lofoten, og det ser ut som om de klarer å finne sammen i alt kaoset – kysttorsk til kysttorsk og skrei til skrei. De store gytefeltene for skrei strekker seg fra Vest-Finnmark (Breivikbotten) til Lofoten, og videre sørover til Mørkekysten (Borgundfjorden) og helt ned til Bre-

manger. I alle disse områdene finnes det også gytefelt der det er kjent at det gyter kysttorsk og lokal fjordtorsk. Men kysttorsken og fjordtorsken har gytefelt helt fra kysten av Sverige, nordover norskekysten og øst til Fiskarhalvøya i Russland. Tyngden av gytingen kan skifte noe sørover eller nordover over tid, og både de nordligste og sørligste felt kan stå ubenyttet i perioder. Også lokalt er det slik at enkelte felt i perioder ikke er i bruk, uten at det er kjent hva dette skyldes. Men det vekker bekymring når dette observeres av fiskere som er vant til at fisken sigrer opp på bestemte felt. Oppsiget starter ofte i januar eller februar, og skreien gjør seg oftest ferdig i løpet av april. Gyting kan likevel foregå seinere, oftest hos kysttorsk. Selv om det vanligvis ikke observeres gyting etter midtsommer, kan det nok i sjeldne tilfeller forekomme gyting om høsten også.

Også sild har lokale bestander i fjorder langs kysten, i tillegg til de store oseaniske bestandene. Derfor finnes det også lokale gytefelt inne i fjordene. Storsildas innsig mot kysten og dens gyting foregår på de nære kystbankene, oftest der skillet mellom kystvann og oseanisk vann treffer havbunnen. Vekslinger i de oseanografiske forhold kan føre til at silda skifter gytefelt fra dype til grunnere områder, fra ytterst til innerst på kysten, og fra nord til sør. Sildas mengde varierer i store sykluser på nær hundre år, med mye sild i 50 til 80 år og lite sild ellers. I vekslingene mellom slike perioder kan silda endre sitt vandringsmønster radikalt, og gytingen kan skje i områder som tidligere var lite benyttet. Etter at den nye sildeperioden startet med den årgangen som ble gytt i 1983, har silda hatt sin gyting i Nord-Norge. Etter hvert har så gytefeltene sørover langs kysten gradvis blitt tatt i bruk, og i dag gyter silda langs hele kysten fra Troms til Rogaland. Silda har sitt innsig om vinteren, og gytingen skjer i februar–mars. Eggene er tyngre enn vann og fester seg til bunnen og andre egg, slik at hele feltet etter gyting er dekket av dette egglaget. Andre fisk lokkes til området og forsyner seg grådig av eggmassene frem til eggene klekkes etter to til fire uker, alt etter temperaturen.

Andre gyteinnsig og gytefelt trekker beitende fisk til seg og utgjør en viktig begivenhet også for disse. Lodda trekker store mengder torsk og annen fisk med seg inn til kysten av Finnmark gjennom vinteren. Etter at den har gytt langs kysten av Finnmark og Troms ligger store mengder utgytt og død lodde igjen på bunnen, og gir mat til mange fisk og bunnlevende dyr. Utgytt lodde ble også samlet inn av bønder og brukt som gjødsel på markene. Også sjøfugler har gode dager tidlig på våren

når de kan gasse seg i denne overflod av lodde.

En annen liten fisk som ligner litt på lodde, sil (tobis), spiller kanskje en enda viktigere rolle for sjøfuglene i våre farvann. Silen lever på sandbunn, gjerne fra 20 til 50 m dyp, der den graver seg ned når den ikke er på søk etter mat. Den er derfor ganske stedbunden, og har sitt gytefelt i samme område som den lever. Silen finnes langs hele kysten. Yngel og ungfisk av sil er yndet føde for mange sjøfugl, og fordi den er så slank kan de små fugleungene lett svelge den hel.

Arter som brisling, sei og hyse oppholder seg i de oseaniske vannmasser og gyter for største delen nær overflaten i åpent vann langt fra kysten. Men også disse artene kan gyte på kysten og i fjordene, og yngelen kan i stor grad være avhengig av kysten som oppvekstområde. Lange, blålange, brosme og kveite gyter på dypt vann, men har frittflytende egg. Også disse artene benytter kysten i større eller mindre grad

som gyteområder – da særlig dype fjorder og fjordåpninger. For alle de nevnte artene er området fra Nord-Vestlandet til Vest-Finnmark de kystnære gyteområdene som benyttes mest.

Flyndrer og varer finnes i alle våre fjorder og langs hele vår kyst, og de har sine gytefelt i samme område som de lever. De kan trekke litt dypere eller forflytte seg litt lokalt, men lange vandringer er mer sjeldne. Ellers finnes det lokale forekomster av svært mange, forskjellige arter fisk og skalldyr langs vår kyst, og de aller fleste har også sine gytefelt der de lever.

Alt i alt er derfor kysten det desidert viktigste området for gyting og for oppvekst av de yngste stadier av fisk og skalldyr. Riktignok høstes de store verdiene av våre fiskerier på bestander som bruker de store åpne vannmasser til å beite og vokse – men uten kysten vil heller ikke disse bestandene kunne produsere. Det er derfor nærliggende å tro at kjennskap til lokale gytefelt i fjorder, om deres sammenheng med opp-

vekstområder i tareskogen, og om de økologiske forhold på en slik liten skala, vil kunne bidra til økt kunnskap om de store økosystemene. Dette kan hjelpe oss til å forvalte våre marine naturressurser på en sunn og god måte. Å sette slik viten inn i sin rette sammenheng krever lokalkunnskap, ressurser og forskere med vilje til å samle inn og bearbeide dataene.

#### Summary

The location of spawning grounds for fish along the Norwegian coast is ancient knowledge shared among people living at the coast. Scientists have for centuries collected such information and used it in their advice on the management of the fisheries along the Norwegian coast. This kind of knowledge is becoming increasingly important these days as a more holistic approach to managing the ecosystems is adopted.



Norge er i ferd med å innføre EUs rammedirektiv for vann. Hovedmålet med direktivet er å beskytte våre vannressurser, som i direktivsammenheng er delt i grunnvann, innsjøer, elver, brakkvann og kystvann. Kystvannet i denne sammenheng strekker seg én nautisk mil utenfor grunnlinjen. Implementeringen skjer trinnvis, og Havforskningsinstituttet bidrar med ekspertise på kyst- og brakkvann. Hovedaktiviteter så langt har vært å definere kystvanntyper vi har i Norge, tilordne vannforekomster, med utgangspunkt i Fjordkatalogen, til de definerte vanntyper, og begynnende klassifisering og karakterisering av vannforekomster langs kysten.

**John Alvsvåg**

john.alvsvaag@imr.no

**Jan Aure**

jan.aure@imr.no

**Einar Dahl**

einardahl@imr.no

**Jakob Gjøsæter**

jakob.gjoesaeter@imr.no

**Lene B. Mortensen**

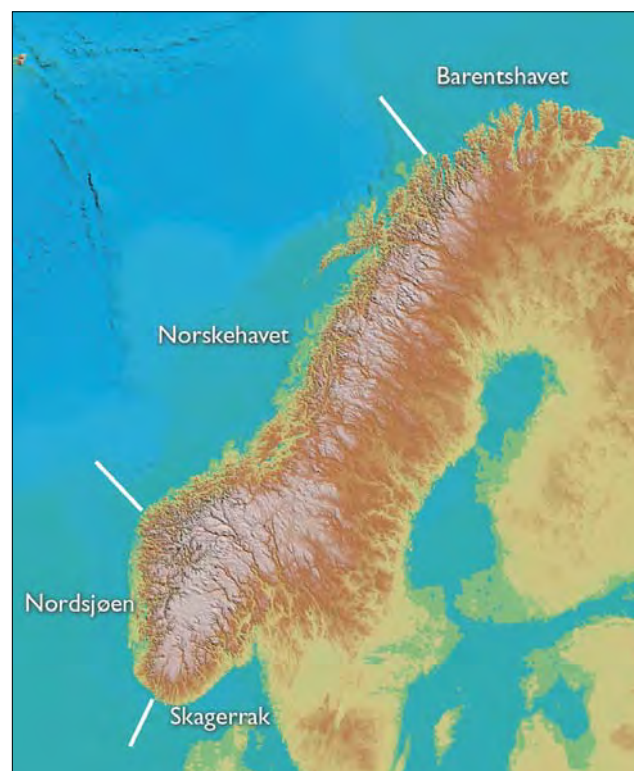
lene.buhl-mortensen@imr.no

EUs rammedirektiv for vann, vannrammedirektivet (VRD), har som hovedmål å beskytte våre vannressurser, som i direktivsammenheng er delt inn i kategoriene grunnvann, innsjøer, elver, brakkvann og kystvann. VRD setter krav om at vannforekomstene våre skal holde god til meget god kvalitet, målt etter økologiske kvalitetsmål. Økologiske kvalitetsmål er under utvikling, så hva som er “meget god” og “god” økologisk status er foreløpig bare beskrevet i generelle ordelag. Men et hovedpoeng er at en vannforekomst som ikke avviker mye fra sin “naturlig tilstand”, har en “meget god økologisk status”. Målet er at alle våre vannforekomster skal ha “god økologisk status” innen utgangen av 2015, og for vannforekomster som ikke

oppnår en slik status kan det bli aktuelt med tiltak for å oppnå en “god økologisk status”.

Vannforekomster er geografiske grunnenheter innenfor VRD. De er tenkt som funksjonelle enheter, økologisk og forvaltningsmessig. Et typisk eksempel fra kystvann er en mindre fjord eller fjordarm. Arealmessig bør de av praktiske årsaker ikke være mindre enn 0,5 km<sup>2</sup>, og de kan gjerne være mye større dersom de økologiske forholdene er ensartet innen hele vannforekomsten. Innføringen av VRD skjer i flere trinn. Havforskningsinstituttet er med i arbeidet knyttet til kystvann og brakkvann. VRD definerer kystvannet til én nautisk mil utenfor grunnlinjen. I det følgende vil vi kort omtale de ulike trinnene i innføringen av VRD så langt, med kystvannet som eksempel. Karakteriseringen av våre vannforekomster så langt har i hovedsak bestått av:

1. Etablere et system for inndeling av våre kystvannforekomster i typer (typifisering)
2. Identifisere vannforekomster på kart med utgangspunkt i Fjordkatalogen
3. Tilordne vannforekomster til vanntyper



**Figur 1.6.1**

De fire økoregionene: Skagerrak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet.  
The four ecological regions in Norway.

4. Eventuelt slå sammen tilstøtende, like vannforekomster
5. Begynnende klassifisering og karakterisering av vannforekomster ut fra kunnskap om tilstand og påvirkninger

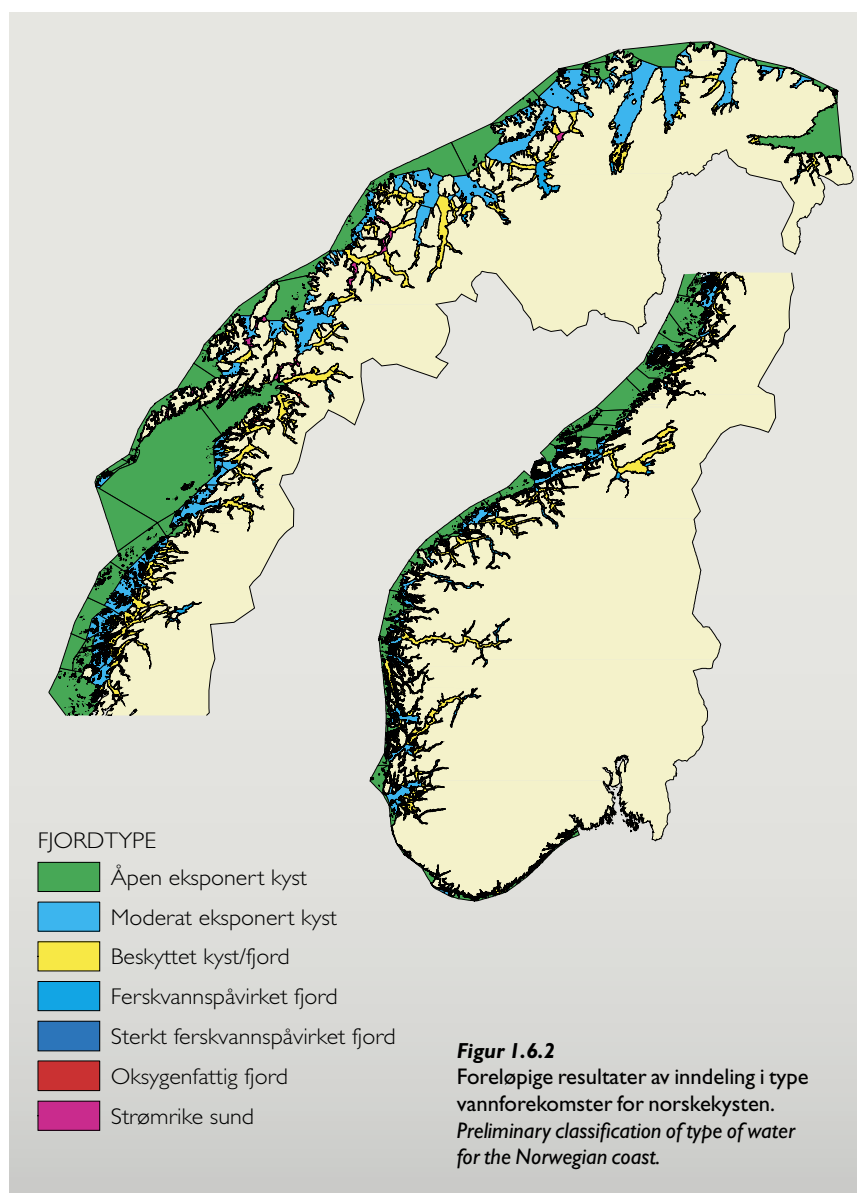
Det er nylig avgjort at Miljøverndepartementet med underliggende etater vil få ansvaret for forvalte VRD i Norge. Fylkesmennes miljøvernavdelinger vil trolig få et stort regionalt ansvar. I prinsippet skal man forvalte vannressursene helhetlig som nedbørfelt, inkludert deres influensområde i kystvannet. Avgrensninger av influensområder er ofte ikke så lett å gjøre i kystvannet. Eksempelvis vil de ytre deler av Skagerrakkysten være mer påvirket av langtransporterte næringsalter enn av tilførsler fra Norge, via elver, diffus avrenning og punktutslipp, men det går det nok an å finne praktiske løsninger på.

#### Det norske kystvannet er inndelt i "økologiske typer"

I løpet av 2003 ble det foreslått å inndele det norske kystvannet i økologisk ulike vanntyper etter fremgangsmåter utarbeidet av EU. Viktige kriterier for inndeling i vanntyper har vært økoregiontilhørighet, tidevannsamplitude, saltholdighetsforhold, eksponeringsgrad, grad av vertikalomrøring eller lagdeling, oppholdstid av vannmasser og strømforhold.

Kysten er delt i fire økoregioner: Skagerrak, Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet (Figur 1.6.1). Denne inndelingen er basert på et arbeid av Brattegaard og Holte. Inndelingen følger ICES-inndelingen i fiskeområder, bortsett fra grensen mellom Norskehavet og Barentshavet. Her har ICES trukket grensen lenger nord og øst, ved Nordkapp, i forhold til at VRD foreslår Lophavet som grense.

Kystvannet i Norge er foreslått inndelt i 22 vanntyper, men i arbeidet med klassifisering og karakterisering av kystvannet har det fremkommet forslag om å innføre noen flere vanntyper, f. eks. poller, slik at antallet "kystvanntyper" kan bli noe høyere. Det er heller ikke avgjort om vi i Norge vil bruke kategorien brakkvann eller "overgangsvann", som VRD har som egen vannkategori. I forbindelse med inndeling av vannforekomster er det videre åpnet for å innføre såkalte "sterkt modifiserte vannforekomster" (SMVF). Det er vannforekomster som er så påvirket av menneskets aktiviteter at de knapt kan tilbakeføres til "god økologisk status", iallefall ikke uten urimelige kostnader. Samtidig tjener de vanligvis viktige samfunnsmessige behov. Innenfor kategorien kystvann kan eksempler på SMVF være store havneområder eller fjorder som er påvirket av vassdragsregulering. Det er



**Figur 1.6.2**  
Foreløpige resultater av inndeling i type vannforekomster for norskysten.  
*Preliminary classification of type of water for the Norwegian coast.*

viktig å understreke at VRD likevel krever at man også for SMVF skal strebe etter å oppnå god økologisk status, og definitivt ikke "forurense" eller påvirke slike områder mer enn strengt nødvendig.

#### Alt kystvann er oppdelt i vannforekomster

Med utgangspunkt i de foreslåtte 22 kystvanntyper og i Fjordkatalogen, som Havforskningsinstituttet tidligere har bidratt til å utarbeide, har Havforskningsinstituttet laget forslag for inndelingen av kysten fra Jomfruland til grensen mot Russland i ca. 1570 vannforekomster. Disse er tilordnet til ulike, definerte vanntyper, og Figur 1.6.2 viser det foreløpige resultatet av denne inndelingen for store deler av Nord-Norge.

#### Klassifisering og karakterisering av vannforekomster er i gang

Foruten å inndele kystvannet i vannforekomster og å tilordne disse til vanntyper, er det også igangsatt klassifisering og

karakterisering av vannforekomster. I første omgang har en forsøkt å plukke ut vannforekomster med "åpenbart god økologisk status", og i neste omgang de som har "åpenbar risiko for ikke å oppnå god økologisk status". Det vil i praksis si at vi har forsøkt å skille ut de vannforekomstene som er henholdsvis minst og mest påvirket av menneskets aktiviteter. For denne foreløpige klassifiseringen av vannforekomster har viktige kriterier vært graden av tettbebyggelse, graden av landbruk og industri, kunnskap om kostholdsråd, introduserte arter, påvirkning fra havbruk, effekter av taretråling og annen tråling i kystfarvann, og bruk av SFTs miljøklassifiseringssystem for de vannforekomster hvor miljødata finnes. Arbeidet har i hovedsak vært utført ved å koble tilgjengelige elektroniske data og så foreta en ekspertvurdering. Bare i liten grad har konkrete miljødata, f. eks. fra ulike resipientundersøkelser, i kombinasjon med SFTs miljøklassifiseringssystem, vært brukt til denne foreløpige klassifise-

ring. Dette fordi det var for knapt med tid og ressurser til å søke opp og bruke slik kunnskap, som i stor grad finnes i ulike rapporter det tar tid å få oversikt over. De nye regionale myndighetene for VRD vil anvende mer slik kunnskap i videreføringen av det arbeidet som til nå er utført på inndeling, klassifisering og karakterisering av våre vannforekomster.

#### Arbeid fremover – utfordringer

Foreløpig er det bare noen korte og generelle beskrivelser i VRD om hva som er “meget god”, “god”, “moderat”, “dårlig” og “meget dårlig” økologisk status for kystvann. Økologiske kvalitetsmål (Ecological Quality Objectives – EQO) er for lite utviklet, og det er trolig langt fram til man kommer frem til noe omforent og operativt innenfor EU. I denne prosessen kan Havforskningsinstituttet bidra med sin marinøkologiske ekspertise.

VRD krever også at det igangsettes overvåkning av ulike typer vannforekomster langs kysten, ikke minst på noen referansestasjoner, slik at vi jevnlig kan dokumen-

tere tilstand og eventuelt trender. I 2005 starter arbeidet med å velge ut referansestasjoner og å utforme overvåkningsprogram for disse. For dette arbeidet har Havforskningsinstituttet en sentral kompetanse og ulike pågående overvåkningsaktiviteter det er naturlig å bygge videre på.

Vannrammedirektivet (VRD) vil påvirke verdiskapingen i kystsonen. Først og fremst på en positiv måte ved at det sikrer mot bevaring av en god økologisk tilstand og et rent miljø. Dette er i tråd med våre ambisjoner om at høsting av marine ressurser og havbruk skal være bærekraftig, det vil si drives innenfor rammer som sikrer at våre kystøkosystemers naturlige biologiske produktivitet og mangfold opprettholdes, og med ambisjonene om at norsk sjømat skal ha god kvalitet og være ren. Verdiskapende aktiviteter, som i første omgang kan ha behov for mer avklaringer og dokumentasjon i forhold til forvaltningen av VRD, er havbruk og havbeite, taretråling, skjellskraping, kystnær bunntåling og kongekrabbe som en introdusert art.

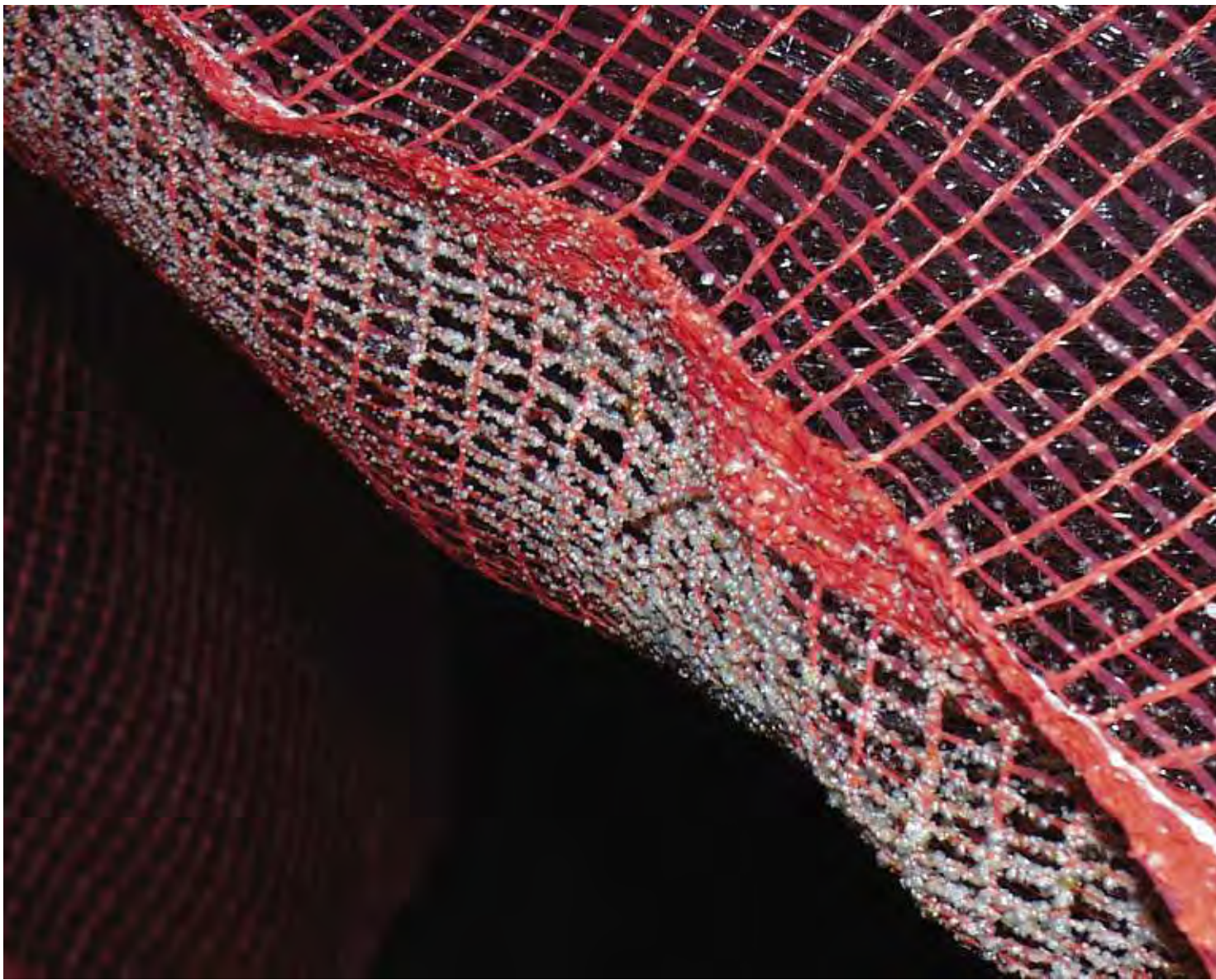
#### Summary

Norway is about to implement the EU-Waterframe Directive. The main objectives of the Waterframe Directive is to get polluted waters clean again, and ensure that clean waters are kept clean. For this purpose water resources are divided into ground water, lakes, rivers, brackish water and coastal water. The coastal water is defined as one nautical mile off the coastal line. Implementation of the Directive is a stepwise process, first the different types of coastal water have to be defined, classified, characterized, and synchronized with the Fjord catalogue. So far 22 different water types have been categorized and this gives about 1.570 different areas from Jomfruland in the south to the Russian border in the north. The aim is for all the water to be in its “natural state” and thus have a good quality in an ecological context. This goal should be reached by 2015.



# Kapittel 2

Kystressurser



## 2.1

### Biologiske verdier i kystsonen

Betydningen av begrepet “biologiske verdier” er trolig ikke klart for de fleste. I begrepet biologiske verdier inngår både det biologiske mangfoldet og den biologiske produksjonsevnen i naturen. Mens det biologiske mangfoldet omfatter artsrikdommen, den genetiske variasjonen innenfor den enkelte art, såvel som variasjonen i naturtyper på land og i sjø, er den biologiske produksjonsevnen knyttet til et områdes evne og kapasitet til å produsere levende organismer. Dette gjelder både økonomisk utnyttbare arter og likedan ikke direkte utnyttbare arter.

**Jan Atle Knutsen**

jan.atle.knutsen@imr.no

**Henning Steen**

henning.steen@imr.no

**Lars Johan Naustvoll**

lars.johan.naustvoll@imr.no

I en rekke kommuner har det over flere år pågått arbeid med kartlegging av det biologiske mangfoldet, da i første rekke på land. Arbeidet ble satt i gang som en oppfølging av FNs Rio-konvensjon i 1992 som forplikter alle land til å kjenne til og ivareta sitt biologiske mangfold. I Norge ble dette fulgt opp i St.meld. nr. 58 (1996–97) Miljøvernpolitikk for en bærekraftig utvikling, der alle landets kommuner ble pålagt å gjennomføre en kartlegging og verdiklassifisering av det biologiske mangfoldet innen kommunens områder.

#### Nasjonal satsing

Direktoratet for naturforvaltning (DN) utarbeidet i denne sammenheng håndbo-

ken Kartlegging av naturtyper – verdisetting av biologisk mangfold (DN-håndbok 13-1999). Denne omfatter primært naturtyper på land og i ferskvann, og DN utarbeidet derfor senere en egen håndbok for marine naturtyper – Kartlegging av marint biologisk mangfold (DN-håndbok 19-2001). I håndbøkene omtales de naturtyper som skal kartlegges og hovedprinsippene for gjennomføringen av kartleggingen beskrives.

Arbeidet med biologisk mangfold er videre fulgt opp i St. meld. nr. 42 (2000-2001) Biologisk mangfold, Sektoransvar og samordning. I oppfølgingen av stortingsmeldingen er det etablert et nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold for perioden 2003–2006. Programmet, som på marin side finansieres av Fiskeri- og kystdepartementet (FKD) og Miljøverndepartementet (MD), har som overordnet mål å styrke og samordne kartlegging og overvåking og utvikle et nytt kunnskapsbasert forvaltningssystem for biologisk mangfold

**Figur 2.1.1**

Tareskogen er tilholdssted for mange marine organismer og et viktig oppvekstområde for fisk. Kelp forests are inhabited by numerous marine organisms, and are important nursery grounds for fish.



i Norge (for mer informasjon om dette programmet se [www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)). Data fra programmet skal legges inn i databasesystemer som myndigheter og brukerinteresser kan benytte i sine planleggings- og beslutningsprosesser.

Den marine delen av Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold omfatter to hovedaktiviteter:

- Kartlegging av biologisk mangfold i kommunene, med fokus på stedfesting av naturtyper (habitater og biotoper) som vurderes som kjerneområder for biologisk mangfold. Kartleggingen i kommunene skal i hovedsak kunne utføres av kommunene selv.
- Program for overvåking av biologisk mangfold. Undersøkelsene gjennomføres av fagspesialister etter vitenskape-lige arbeidsmetoder.

For de marine naturtypene skal fokus i programmet være på kystsonen til én mil utenfor grunnlinjen (sonen for vannrammedirektivet), med hovedvekt på kartlegging av biologisk mangfold i kommunene. Det er fastlagt at DN's håndbok 19-2001 er utgangspunktet for veilederen som skal brukes til kartleggingen i kommunene. Denne veilederen ble videreutviklet i pilotprosjektet i 2003 og vil bli ferdigstilt som en del av pilotprosjektet i 2005.

Som en del av dette programmet har en ekspertgruppe arbeidet med å konkretisere og evaluere av planen for overvåking av marint biologisk mangfold i kystsonen og havområder. Konkretisering og evaluering av programmet for kystsonen ble gjennomført i 2003/2004, og det er nå ferdigstilt og under trykking. Arbeidet med å konkretisere planen for overvåking i havområder startet i 2004 og vil ferdigstilles i løpet av 2005. Dette arbeidet ledes av Havforskningsinstituttet.

Hovedfokus i 2004 har vært å utvikle "startpakker" for kartlegging av marine naturtyper. Startpakkene omtales som avanserte, da de er mer omfattende enn det som er vanlig f.eks. for terrestrisk kartlegging. Utviklingen av startpakker er gjennomført som et pilotprosjekt hvor Fylkesmannen, Fylkeskommunen og Fiskeridirektoratets regionkontorer deltok i regionale arbeidsgrupper. I tillegg deltok forskningsinstitusjonene NIVA, NINA, Havforskningsinstituttet, Høgskolen i Bodø og Akvaplan-NIVA i arbeidet. Startpakkene inneholder relevant informasjon om kjente områder med betydning for biologisk mangfold i de enkelte kommunene (kartfestet informasjon), kart med predikerte naturtyper basert på modellering som indikerer hvor aktuelle naturtyper kan finnes, veiledning i kartleggingsme-

toder, datalagring, datapresentasjon og om videre bruk av informasjonen i kommunalt planarbeid. Pilotfylkene i 2004 var Hordaland og Nordland med deltagelse fra et utvalg av kommuner innen hvert fylke.

Havforskningsinstituttet har hatt ansvaret med å fremskaffe relevant informasjon og bildemateriale av de naturtyper som inngår i denne kartleggingen. Nettsiden inneholder en oversikt over alle naturtyper som skal kartlegges (større tareskogforekomster, sterke tidevannstrømmer, fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet, spesielt dype fjordområder, poler, litoralbassenger, israndavsetninger, bløtbunnsområder i strandsonen, korall-, kalkalge-, østers- og større kamskjellforekomster, andre områder, skjellsand, ålegrassamfunn og gyteområder for fisk). For hver av naturtypene vil det ligge en definisjon, beskrivelse av forhold som definerer den, hvor det er sannsynlig at den finnes, hvor man kan finne informasjon om den, og bilde- og videomateriale som kan benyttes i kartleggingsarbeidet. For de naturtypene som er omtalt i andre håndbøker for kartleggingsarbeider (eks. DN 13-1999), er det på denne websiden forsøkt å avgrense og klargjøre eventuelle overlapp med DN 19-2001. Materialet skal settes sammen til en egen webside hvor kommunene kan hente informasjon og bilder som kan benyttes i det videre arbeidet med kartleggingen av naturtypene. Nettsiden vil ligge under Direktoratet for naturforvaltning, og vil være operativ i løpet av våren 2005.

#### Stor interesse for å kartlegge nøkkelhabitater

Nedenfor er et par eksempler på habitater som kartlegges av kommunene:

##### Tareskog

Tareskoger er høyproduktive og artsrike samfunn som spiller en viktig økologisk rolle, blant annet som oppvekstområder for fisk. I tillegg utnyttes tareressursene langs vestlandskysten av alginatindustrien (se artikkel om tang- og tarehøsting – økologisk uforvarlig eller bærekraftig ressursbruk i dette nummer). På grunn av tareskogens viktige betydning som habitat og ressurs vil det være av stor interesse å få kartlagt denne naturtypen. I de ytre og mest bølgeeksponerte hardbunnsområdene langs kysten består tareskogen hovedsakelig av stortare (*Laminaria hyperborea*). Man regner med at stortaren dekker et areal på ca. 5 000–10 000 km<sup>2</sup> og utgjør ca. 80 % av algebiomassen langs norskekysten. I Nord-Norge har store deler (ca. 2 000 km<sup>2</sup>) av tareskogen vært mer eller mindre kontinuerlig nedbeitet av kråkebolle siden tidlig på 1970-tallet. I mer



Figur 2.1.2

Tareskogen er best utviklet langs kysten av Nord-Vestlandet, der stortaren (*Laminaria hyperborea*) kan bli inntil 3–4 meter høy. The kelp species, *Laminaria hyperborea* dominates the Norwegian kelp beds, and is best developed along the northwestern coastline where individuals attain heights of 3–4 meter.

beskyttede kystfarvann øker innslaget av sukkertare (*Laminaria saccharina*) i tarevegetasjonen. I Skagerrak, der stortaren har reduserte vekstforhold og sjelden blir over en meter høy, vil den relative betydning av sukkertare være spesielt viktig. I løpet av de siste årene har man observert en omfattende reduksjon i sukkertarebestandene langs Skagerrakkysten. Årsakene til den massive nedbeitingen av tareskogen i Nord-Norge og reduksjonen av sukkertare på Skagerrakkysten er foreløpig ikke klarlagt, men disse omfattende tilstandsvariasjonene viser at tareskoger er dynamiske og sårbare systemer hvor det er behov for en overvåkingsinnsats over tid.

#### Ålegrasenger – viktige oppvekstområder for fisk

Ålegrasengene utgjør blant de beste oppvekstområdene til småtorsken og er selve matfatet til sjøorreten. Nesten ingen habi-

tater i sjø har et høyere artsmangfold enn nettopp ålegrasengene. Her formelig yrer det av liv. Men nå er disse viktige leveområdene truet.

#### Forekomst

Ålegras er en marin karplante som er vanlig å finne i gruntvannsområder både i Stillehavet, Atlanterhavet, rundt De britiske øyer samt langs hele kysten av Norge opp til Russland. Ålegras skiller seg fra tang og tare (alger) ved at de blant annet har et underjordisk rotsystem som i tillegg til å holde planten fast, også brukes i forbindelse med næringsopptak. Vi har to ålegrasarter i Norge, ålegras (*Zostera marina*) og dvergålegras (*Zostera noltii*). Sistnevnte er sjelden og ført opp som sårbar på den nasjonale rødlista over truede arter. I Norge er ålegrasets leveområder relativt dårlig kartlagt, men det biologiske mangfoldet assosiert med ålegraset er undersøkt noen få steder. Ålegrasplanten vokser vanligvis på flat bunn (< 7 graders helning) i delvis beskyttede, eller beskyttede bukter og vikar hvor det er bløtbunn (enten sand, smågrus eller sandinnblandet mudder). I våre farvann har planten høyde fra 20–100 cm, og vokser typisk fra ca. 1 til 7 meters dyp. Ofte opptrer ålegraset flekkvis fordelt, men i enkelte områder kan det også forekomme større sammenhengende belter.

#### Hvorfor er ålegras så viktig for fisken?

Hovedårsaken er ganske enkelt den at fisken finner godt med mat her, og at den finner skjul. Litt nærmere forklart vil

ålegrasplanten danne en tredimensjonal vertikal struktur opp fra bunnen. Dermed vil det midt mellom alle ålegrasplantene etableres uendelig mange små leveplasser og beskyttede vannvolum er for planter og dyr. Derfor har vi langt høyere produksjon her enn i områder hvor bunnen bare er dekket med vanlig stein eller mudder. Ålegrasplanten er altså rike produsenter av byttedyr for fisk og skalldyr, og har stor betydning for plante- og dyrelivet i hele skjærgården.

Undersøkelser viser at ålegrasengene er svært artsrike. Her lever en rekke dyregrupper som tanglus, tanglopper, børstemark, krepsdyr, snegl, muslinger, mosdyr, svamper og ulike fiskearter.

#### Praksis fra andre land

På øya Menorca i Middelhavet har de forstått hvor viktig en tilsvarende art, neptungraset, er for både naturmiljø og turisme. Derfor har de laget en egen brosjyre som oppfordrer alle til å beskytte neptungraset rundt øya. De er helt avhengige av et naturmiljø i balanse for at turistene skal besøke øya, og da er det viktig at de biologiske nøkkelområdene beskyttes.

#### Trusler

Ålegrasengene er på retur i hele Europa, og mange land overvåker habitatene nøye, ettersom de har så stor betydning mht. biologisk produksjon og mangfold i kystsonen. Overgjødning av kystvannet regnes som en viktig årsak til hvorfor ålegrasengene forsvinner. Mudring i forbindelse

med etablering av brygger, eller legging av sjøvannsledninger, fører også til at mange ålegrasenger blir ødelagt. Paradoksalt har ikke miljø-, fiskeri- eller havnemyndigheter etter loven mulighet til å nekte mudring hvis begrunnelsen kun er at det vil ødelegge en ålegraseng, dvs. et marint biologisk nøkkelområde. Er området forurenset derimot, stiller saken seg helt annerledes. Forstå det den som kan!

Introduksjon av fremmede arter kan også representere en trussel for ålegrasenger. I Middelhavet har spredningen av den introduserte grønnalgen (*Caulerpa taxifolia*) hatt en negativ effekt på det nevnte neptungraset. Japansk drivtang, som nå opptrer i store mengder langs kysten av Sør-Norge, og rødalgen (*Gracilaria vermiculophylla*), som er i rask spredning langs den svenske vestkysten, er begge introduserte arter som vil kunne ha en negativ konkurranseeffekt på ålegras. Har ålegraset først forsvunnet fra et område vil det, pga. sin dårlige spredningsevne, ha begrensede muligheter for å reetablere seg.

#### Praksis i Norge

Fiskeri- og kystdepartementet har sammen med Miljøverndepartementet satt i gang en større kartlegging av marint biologisk mangfold på kysten. Kommunene inviteres til å være med. Ålegrasengene er en av de naturtypene som her er fokusert. Men det haster. Fremdeles ødelegges det marine habitater som er viktige for å bevare kystens produktivitet og biologiske mangfold.

#### Sårbarhet

Ålegraset (*Zostera marina*) er beskyttet i henhold til Bernkonvensjonen, og er dekket iht. EUs habitatsdirektiv (HAP).

#### Summary

“Biological values” is not a very precise or well known concept. It contains both the biological diversity and the biological level of production in nature. While the biological diversity contains the number of species, the genetic variation within a species and the variation in nature types both on land and in the sea, the production capacity is linked to an area’s ability and capacity for producing live organisms. This contains both species that can be exploited commercially and species that has no direct commercial value. Surveys are being made to map different habitats in this context.

#### Figur 2.1.3

Ålegrasenger lager et tredimensjonalt leveområde for andre planter og dyr. “Eel grass” creates a three dimensional living space for other plants and animals.





## Kystklima

Klimatilstanden i kystfarvannene observeres regelmessig på faste hydrografiske stasjoner fra Torungen (Arendal) til Ingøy, to til fire ganger per måned, fra overflaten til bunnen. Målinger i overflatelaget blir tatt fra Hurtigruten ved en rekke lokaliteter mellom Bergen og Kirkenes (termograftjenesten). Temperaturene i overflatelaget langs hele kyststrekningen fra Sørlandet til Finnmark lå stort sett nær eller over det normale i 2004. I de dypereliggende lag av kystvannet (150 m), som i større grad er direkte påvirket av atlantisk vann, var det forholdsvis varmt gjennom hele året, med temperaturer ca. 1,0 °C over normalen. Langs hele norskekysten forventes det forholdsvis høye sjøtemperaturer i øvre vannlag vinteren 2005. I de dypereliggende vannlag vil det fortsatt være relativt varmt gjennom hele 2005.

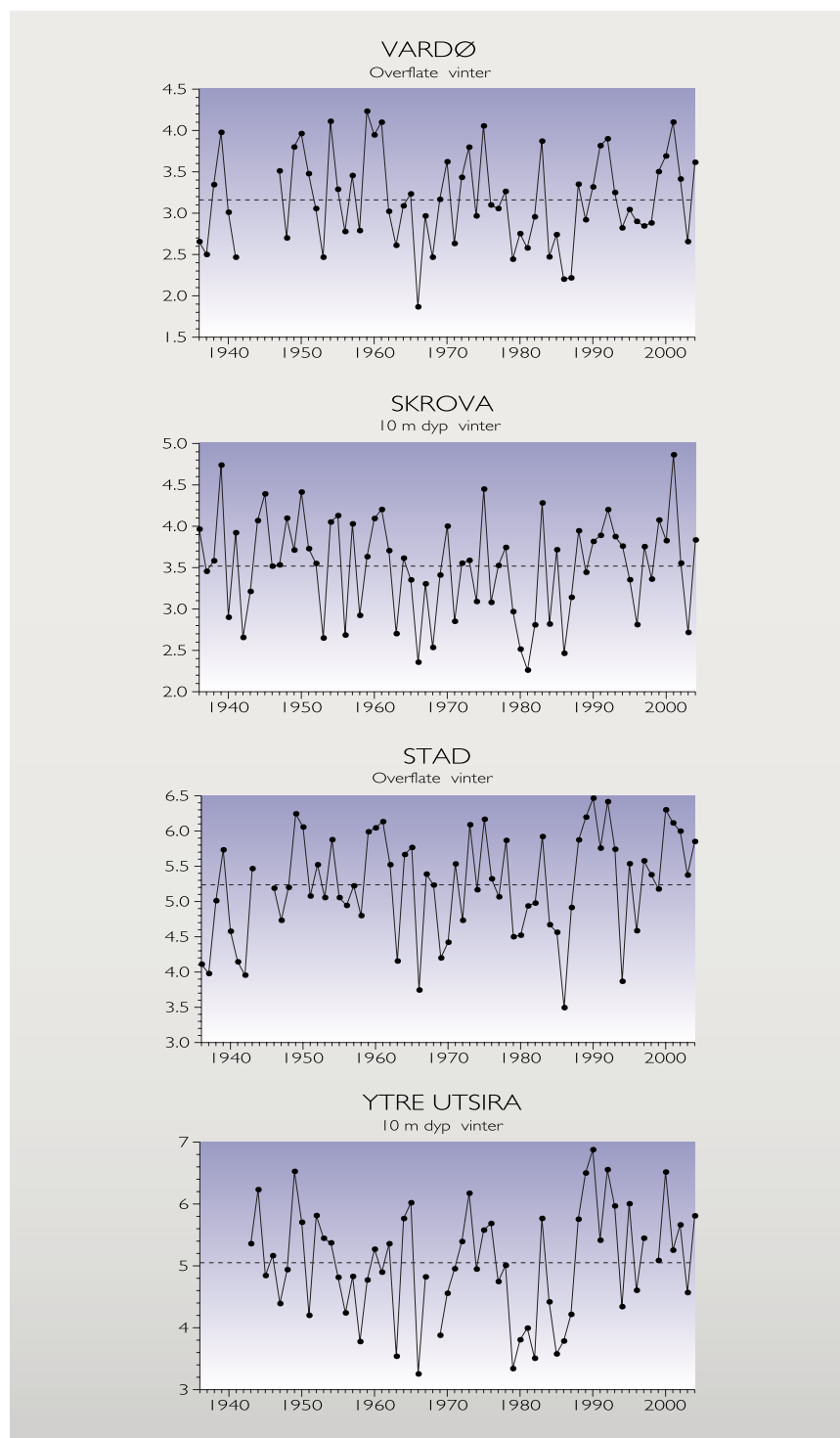
Jan Aure  
jan.aure@imr.no

### Langtidsendringer

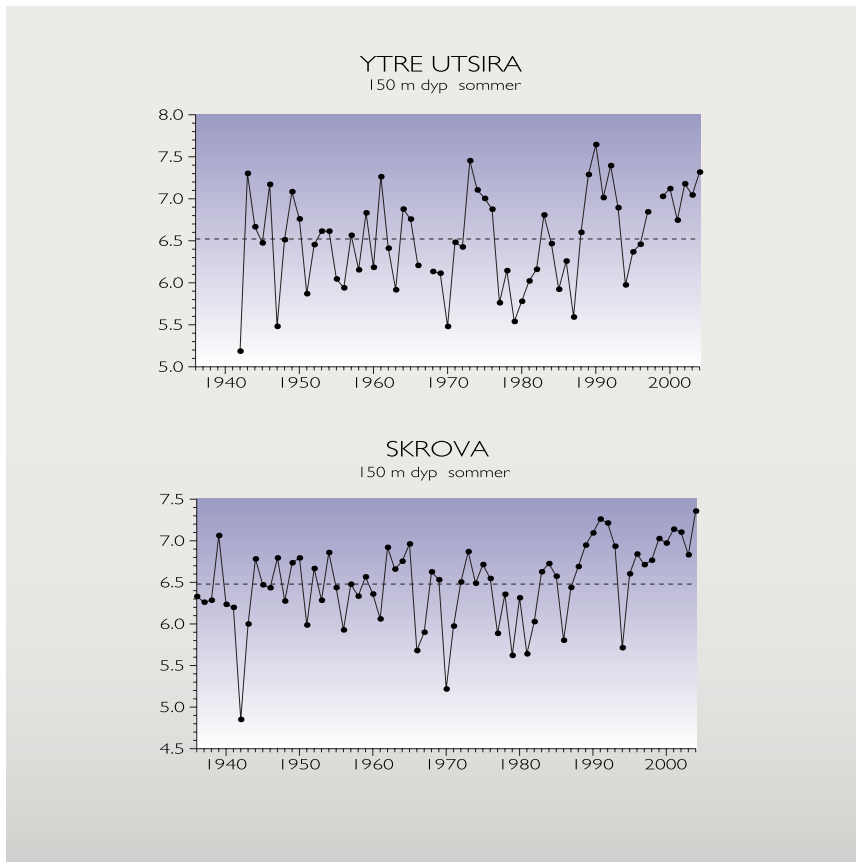
Langtidsendringer i havklimaet i øvre lag av kystvannet oppdages best ved å studere vintertemperaturene. De laveste vintertemperaturene i overflatelaget i

perioden etter 1936 ble observert i 1966 og i 1986–87. Ved Skrova og Utsira var det også kaldt omkring 1980 (Figur 2.2.1). Det var varme vintre rundt 1960, i første del av 1970-årene og i 1988–93/94. Temperaturforskjellen mellom kalde og varme vintre i denne perioden var 1,5–3 °C. På midten av 1990-tallet var det igjen noe kaldere

**Figur 2.2.1**  
Temperatur for overflatelagene i januar–mars ved Vardø, Skrova, Stad og ytre Utsira i årene 1936–2004. Prikket linje angir middelverdien.  
*Surface temperature in January–March at Vardø, Skrova, Stad and outer Utsira through 1936–2004. The dotted line represents the mean value.*





**Figur 2.2.2**

Temperaturen på 150 m dyp på sensommeren (juli–september) ved Skrova og ytre Utsira i årene 1936–2004. Prikket linje angir middelverdien.

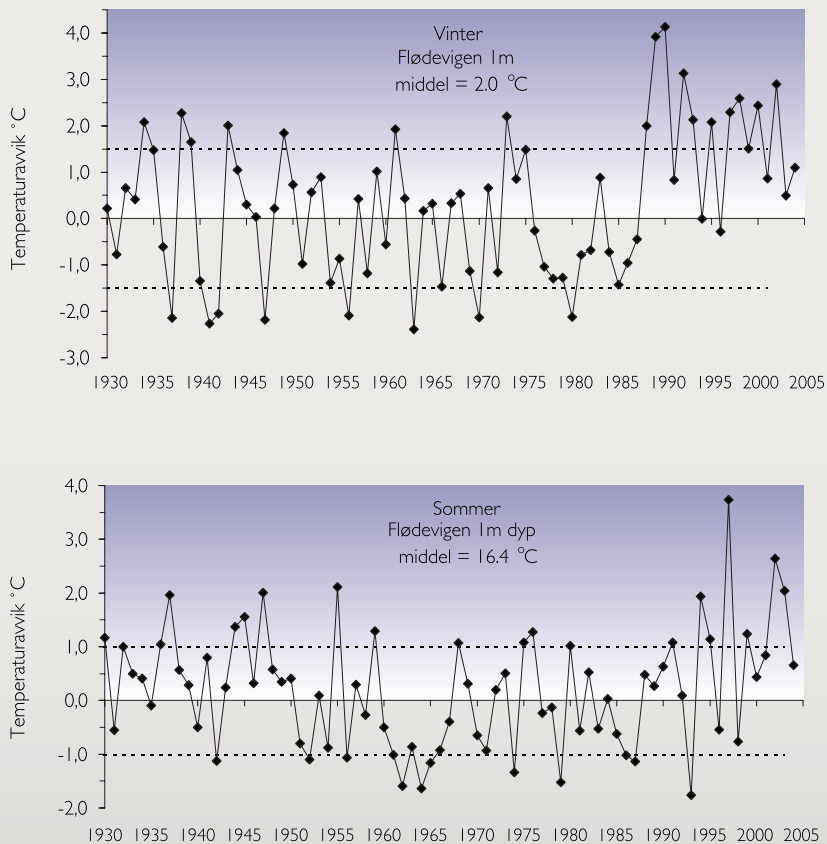
Temperature at 150 m depth late summer (July–September) at Skrova and outer Utsira through 1936–2004. The dotted line represents the mean value.

enn normalt i øvre lag av kystvannet, mens det etter om lag 1999 har vært forholdsvis varmt, med unntak av 2003. I 2004 lå vintertemperaturene over det normale langs hele norskekysten fra Utsira til Vardø.

Temperaturforholdene i dypere lag av kystvannet er her representert ved observasjoner i 150 m dyp ved Skrova og ytre Utsira om sommeren (Figur 2.2.2). Etter en kald periode omkring 1980, med reduserte tilførsler av varmere atlantisk vann, økte temperaturen i 1990–1991 til det høyeste nivået som er observert siden målingene startet i 1936. Dette gjenspeiler de milde vintrene i perioden fra 1988 til 1993 og betydelig økte tilførsler av atlantisk vann til kystområdene. De laveste temperaturene i dypere lag av kyststrømmen ble observert i begynnelsen av 1940-årene og omkring 1970, og lå da om lag 2 °C lavere enn i de varme årene 1990 og 1991.

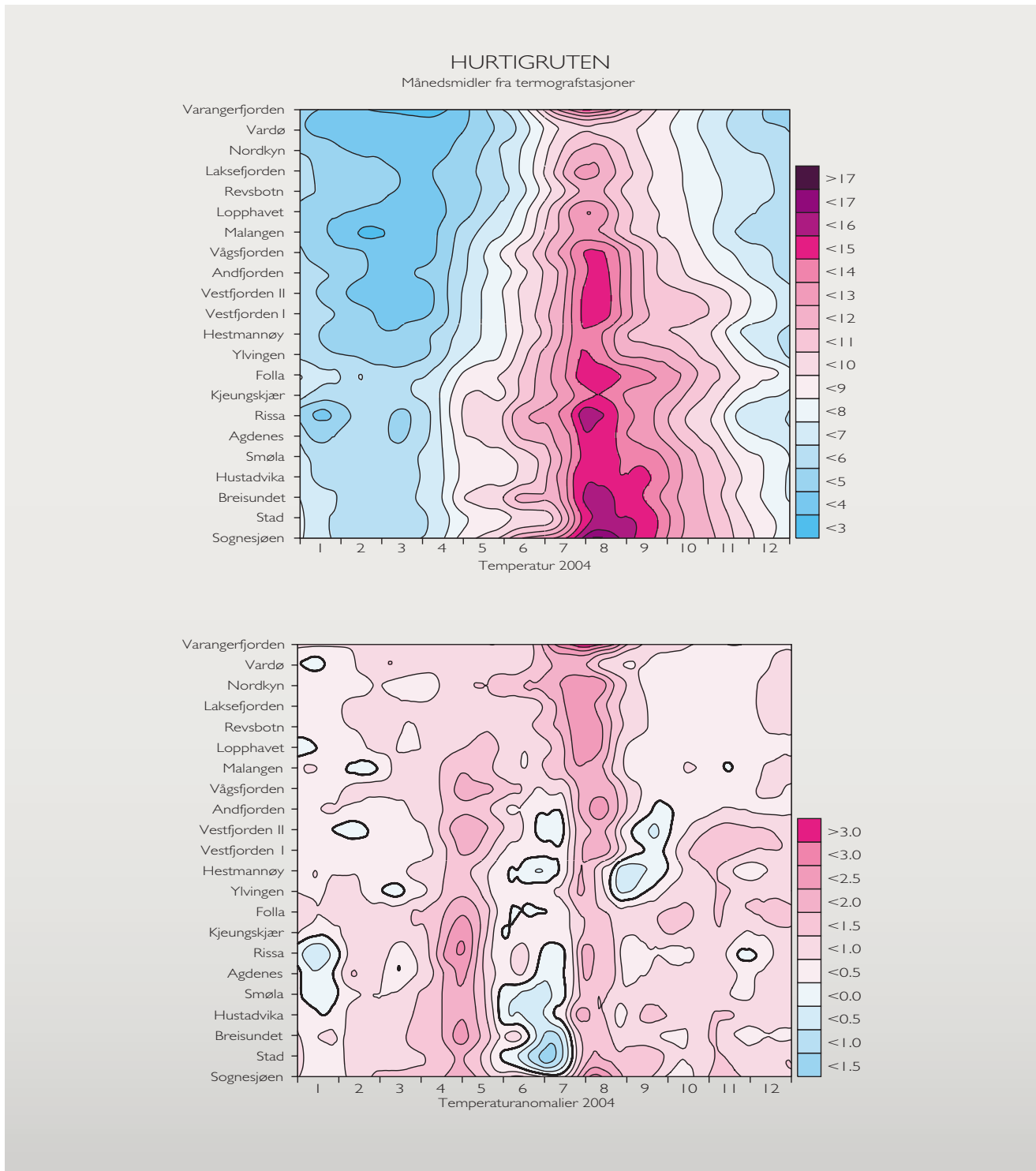
Etter en markert temperaturnedgang i 1993/94 har temperaturen igjen økt, og temperaturene i de dypere lag av kystvannet var i 2004 igjen på samme høye nivå som omkring 1990.

Figur 2.2.3 viser at det etter 1988 også har vært en rekke varme vintre langs Skagerrakkysten, med uvanlig høye vintertemperaturer i 1989 og 1990, hele 4,0 °C over normalen. Perioden etter 1988 var også den varmeste siden målingene startet i 1924 og trolig i de siste 100 år. Etter tilnærmet normale vintre i 1994 og 1996, var det forholdsvis varmt i perioden fra 1997 til 2004, med temperaturer mellom 0,5 til 2,5 °C over normalen for årstiden. I 2004 lå midlere vintertemperatur ca. 1,0 °C over nor-

**Figur 2.2.3**

Avvik fra midlere vintertemperatur (februar–mars) og sommertemperatur (juli–august) i 1 m dyp i Flødevigen, Arendal, 1930–2004. Heltrukket linje angir middelverdien, og prikket linje angir +/- ett standardavvik.

Winter and summer temperature anomalies in the surface layer of Flødevigen Bay, Arendal, 1930–2004. The solid line represents the mean value, and the dotted lines +/- one standard deviation.



malen for årstiden. Vi må tilbake til 1985 sist det var en kald vinter i Skagerrak. Det har også vært en rekke varme somre etter 1990, hvor somrene 1997 og 2002 skiller seg ut som de varmeste siden målingene startet i 1924. Sommeren 2004 var også relativt varm, med middeltemperatur  $0,7^{\circ}\text{C}$  over normalen for juli og august.

#### Temperaturforholdene i 2004

Resultatet av temperaturmålingene fra Hurtigruten i 2003, sammen med avviket fra et middelår, er vist i Figur 2.2.4. Her ser vi hvordan temperaturforholdene i over-

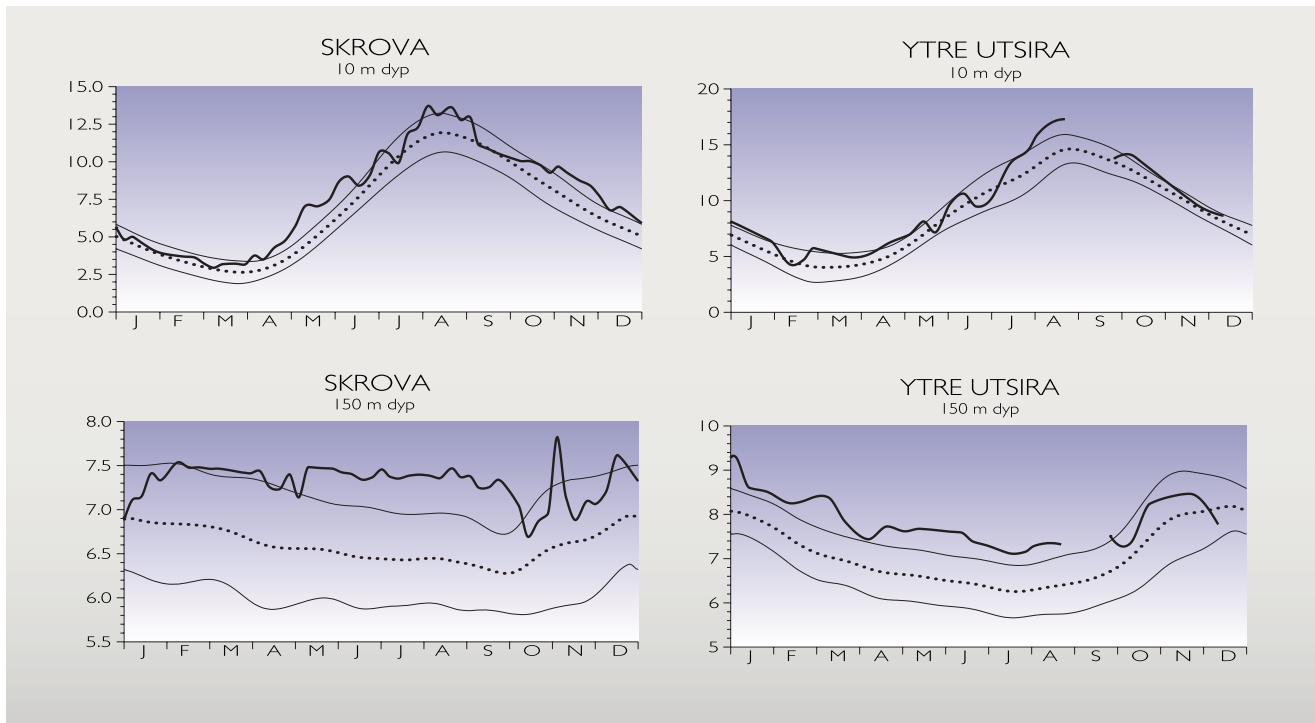
flatelaget langs kysten fra Sognesjøen til Varangerfjorden har variert gjennom årets 12 måneder. Langs hele norskekysten lå temperaturene nær eller over det normale i perioden fra januar til juni 2004. I juni og til midten av juli var det noe kaldere enn normalt fra Trøndelag og sørover. Resten av året var det varmere enn normalt langs hele kysten, med en ekstra varm periode fra midten av juli til september 2004.

Figur 2.2.5 viser temperaturvariasjonene i overflatelaget (10 m) og på 150 m dyp ved ytre Utsira og Skrova i 2003. Ved Skrova

**Figur 2.2.4**

Øverst: Temperaturen i overflatelaget langs kysten mellom Sognesjøen og Varangerfjorden i 2004, målt fra Hurtigruten. Nederst: Temperaturanomali (avvik) i 2003 i forhold til langtidsnormalen. 1 = januar, 12 = desember.

Upper panel: Temperature of the surface layer along the coast between Sognesjøen and Varangerfjorden in 2003 based on observations from the coastal express steamer. Lower panel: Temperature anomalies in 2004. 1 = January, 12 = December.



**Figur 2.2.5**

Temperatur fra Skrova og ytre Utsira i 2004. Tykk linje er temperatur i 10 og 150 m dyp, målt ca. hver 10. dag. Prikket linje er midlere årsvariasjon, og tynn linje er ett standardavvik. *Temperature at Skrova and outer Utsira in 2004. Thick solid line is temperature at 10 and 150 m depth, measured about every 10th day. Dotted lines represent mean annual variation. Thin lines represent one standard deviation.*

**Figur 2.2.6**

Daglige temperaturer på 1 m dyp i 2004 i Flødevigen, Arendal. Den tykke linjen viser glattet middeltemperatur og tynne linjer standardavviket, begge for 30-årsperioden 1961–90 samme sted. *Daily temperature at 1 m depth in 2003 in Flødevigen Bay, Arendal. The thick line shows the smoothed mean temperature and the thin lines show the standard deviation, both for the period 1961–90.*

lå temperaturene i overflatelaget nær eller over det normale gjennom hele året, med ekstra varme perioder i mai/juni, august og i november/desember 2004. Ved Utsira var også temperaturene nær eller over det normale gjennom hele 2004, med en ekstra varm periode i august 2004.

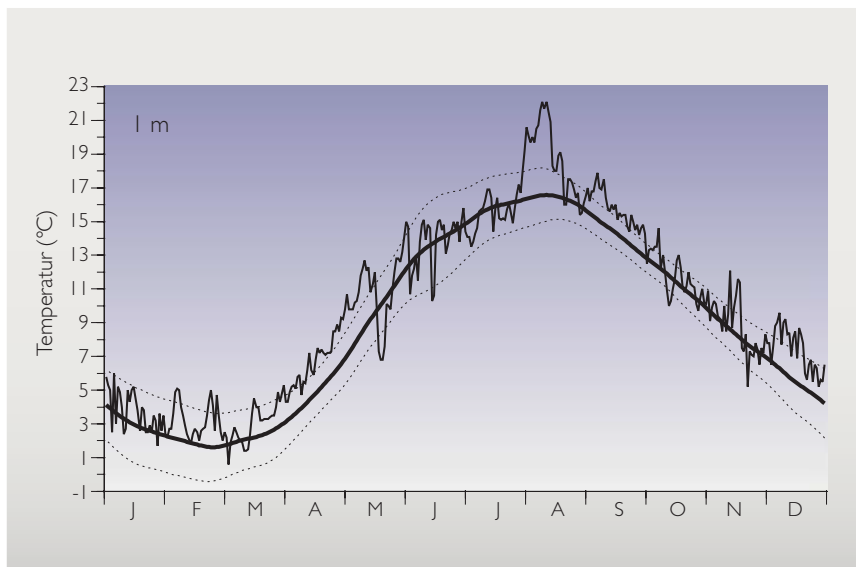
I dypere lag av kystvannet (150 m) var det varmt langs hele kysten fra Rogaland til Finnmark, med temperaturer som lå ca. 1,0 °C over det normale gjennom hele 2004. Ved Havforskningsinstituttet, Flødevigen (Arendal), har det vært utført daglige målinger av temperaturer i overflatelaget siden 1924. Selv om de årlige variasjonene og avvikene i temperatur er større i overflatelaget ved Flødevigen enn i åpne kystområder utenfor, er variasjonene representative også for klimaet i de

øvre vannlagene i Skagerrak. Fra januar til juni 2004 lå temperaturene over eller nær det normale for årstiden (Figur 2.2.6) og laveste vintertemperatur var ca. 2,0 °C, observert i begynnelsen av mars. Høyeste sjøtemperatur på 23,0 °C (ca. 5,0 °C over normalen) ble observert i august 2004. Fra september og ut året var det stort sett varmere enn normalt for årstiden.

Langs hele norskekysten forventes det relativt høye sjøtemperaturer i øvre vannlag vinteren 2005, og i de dypere liggende vannlag vil det fortsatt være forholdsvis varmt gjennom hele 2005.

### Summary

The climatic conditions in the Norwegian coastal waters are observed on a regular basis in set hydrographic stations from Torungen light house (Arendal) to Ingøy two to four times a month from the surface to the bottom. The measurements in the surface are conducted by the coastal steamer Hurtigruten on several positions from Bergen to Kirkenes. The temperature in the surface layers was close to the normal for the whole coast in 2004. In the deeper layers of the coastal waters (150 m) influenced to a larger degree by the Atlantic water it was warmer (1°C over normal) throughout the year. It is predicted that temperatures in the Norwegian coastal waters will be close to or above normal in 2005.



## 2.3

### Fjordcult – dyrking av fjorder

Det er for første gang vist at brakkevannsdrevet oppstrømning av dypvann kan øke produksjonen av alger i et fjordområde. Kunstig oppstrømning av næringssalter fra dypere vannlag resulterte i en om lag tredobling av både algeproduksjonen og algebiomassen innerst i Lysefjorden i 2004. Det var tydelige endringer i algebildet i influensområdet for kunstig oppstrømning. En økt og stabil algeproduksjon, med dominans av giftfrie alger, kan skape grunnlag for en mer forutsigbar dyrking av blåskjell i våre fjorder.

Jan Aure

jan.aure@imr.no

Øivind Strand

oivind.strand@imr.no

Tore Strohmeier

tore.strohmeier@imr.no

Tonje Castberg

tonje.castberg@imr.no

#### Bakgrunn

Oppbyggingen av blåskjellnæringen i Norge har vært hemmet av manglende forutsigbarhet i dyrking av skjell med høy kvalitet og alger som gir giftige skjell. På denne bakgrunn har det vært etterlyst mulige tiltak som kan bedre bæreevnen og redusere problemet med algegifter. Forsøk i store poser i sjøen og i poller, og erfaringer fra naturlige oppstrømningsområder, viser at økte tilførsler av naturlige næringssalter fra dypere vannlag fører til økt primærproduksjon og dominans av alger som vanligvis ikke gir giftige blåskjell.

Da næringssaltene i norske kyst- og fjordområder stort sett er brukt opp i de øverste 25–30 meter av vannsøylen i løpet av våroppblomstringen, er produksjonen av “nye” alger og dermed fødetilgangen til blåskjell ofte betydelig redusert utover sommeren og høsten. Litt dypere, der lysforholdene ikke er gode nok for algevekst, ligger det likevel et stort lager av naturlige næringssalter som ikke kommer opp til overflaten og således ikke kan inngå i ny algeproduksjon.

Det er utført modellberegninger med kunstig oppstrømning av dypvann i fjorder som viser at algeproduksjonen kan



Figur 2.3.1

Flåteanlegget i Lysefjorden for kunstig oppstrømning av dypvann.

The artificial upwelling platform in Lysefjorden.

økes tre-fire ganger. Næringssaltene i dypere vannlag innbefatter silikat som favoriserer vekst av diatomeer, som erfaringsmessig gir lite giftproblemer i skjell.

I de siste årene er det etablert et flåteanlegg med pumpe (Figur 2.3.1) for storskala utprøving av kunstig oppstrømning. Den indre del av Lysefjorden i Rogaland ble valgt bl.a. på bakgrunn av det indre fjordbassengets størrelse, god tilgjengelighet på næringssalter i dypere vannlag og god tilgang på ferskvann/brakkvann.

Helt avgjørende for prosjektets gjennomføring er sentrale aktører innen utviklingen av blåskjellnæringen i Rogaland, som ser de store mulighetene som ligger i en forutsigbar dyrking av blåskjell både med hensyn til fødetilgang og reduserte problemer med giftalger.

#### Anlegget for kunstig oppstrømning av dypvann

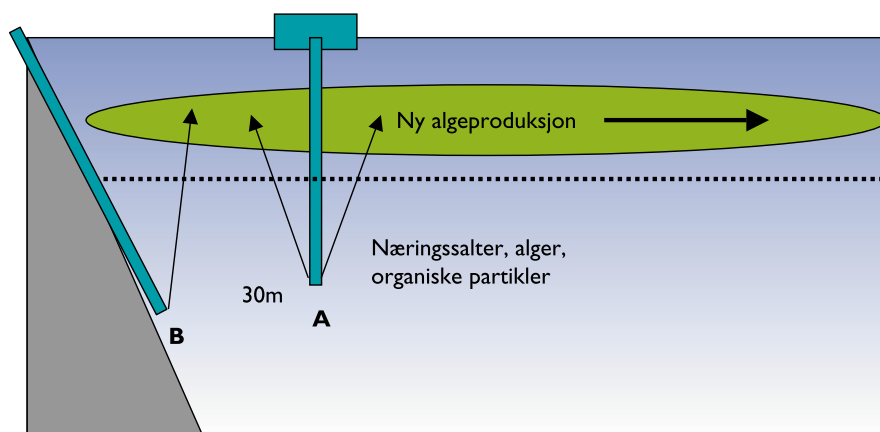
Ved hjelp av en pumpe med en driftseffekt på ca. 65 Kw (85 HK) plassert på en flåte (Figur 2.3.1 og 2.3.2 punkt A), blir brakkevann pumpet fra overflaten gjennom et rør ned til ca. 28 meters dyp innerst i Lysefjorden. Vannet som strømmer ut av røret er lettere og stiger derfor opp mot overflaten. På veien opp blandes det med saltene nærsrikt vann, før det lagrer seg inn i det dypet med samme tetthet som

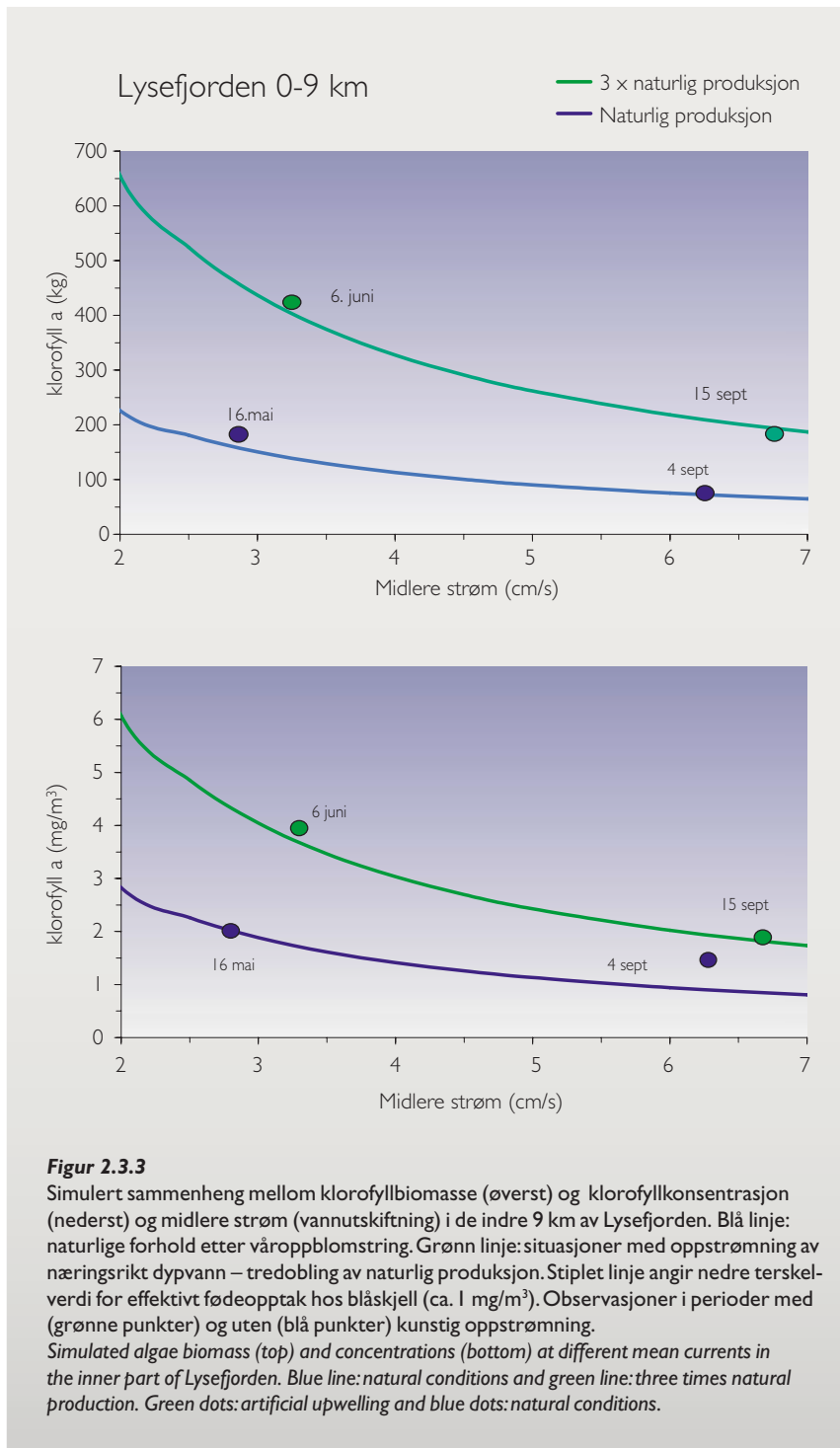
Figur 2.3.2

Prinsippskisse for kunstig oppstrømning.

A: Anlegget i Lysefjorden som pumper ned brakkevann B: Utslippsvann fra vannkraftverk eller fra en ferskvannskilde med tilstrekkelig vannføring og fallhøyde.

The principle scheme of the artificial upwelling system in Lysefjorden. A: The pump for bringing brackish water down B: Water from either hydro electric power plant or natural fresh water source.





**Figur 2.3.3**

Simulert sammenheng mellom klorofyllbiomasse (øverst) og klorofyllkonsentrasjon (nederst) og midlere strøm (vannutskiftning) i de indre 9 km av Lysefjorden. Blå linje: naturlige forhold etter våroppblomstring. Grønn linje: situasjoner med oppstrømning av næringsrikt dypvann – tredobling av naturlig produksjon. Stiplet linje angir nedre terskelverdi for effektivt fødeopptak hos blåskjell (ca. 1 mg/m<sup>3</sup>). Observasjoner i perioder med (grønne punkter) og uten (blå punkter) kunstig oppstrømning.

Simulated algae biomass (top) and concentrations (bottom) at different mean currents in the inner part of Lysefjorden. Blue line: natural conditions and green line: three times natural production. Green dots: artificial upwelling and blue dots: natural conditions.

blandingsvannet. Pumpen har en kapasitet på ca. 2 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, og mengden oppstrømmet vann til innlagringsdypet er beregnet til 10–15 ganger vanntransporten i røret, det vil si 20–30 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>. Det oppstrømmende vannet fører med seg næringsalter, organisk materiale og alger fra dypereliggende vannlag til innlagringsdypet. Nærings-saltene og organisk materiale fører til ny produksjon av alger i innlagringsdypet. Opportunistiske algearter vil respondere raskt på næringen som er tilført.

Innlagringsdypet for det oppstrømmende vannet vil øke ved sterkere lagdeling i fjorden og høy tetthet av vannet som

strømmer ut fra røret. Basert på tettheten og tetthetsprofilen i fjorden kan vi beregne innlagringsdyp og blanding for det oppstrømmende dypvannet. Ved å tilsette fargestoffet fluorecin i pumpevannet, viste målingene i fjorden at det var god overensstemmelse mellom beregnet og observert innlagringsdyp. Også de fleste målinger av klorofyll i dybdeprofilene på stasjoner i influensområdet viste god overensstemmelse med simulert innlagringsdyp. Alternativet til å pumpe ned brakk-/ferskvann er å benytte utslippsvann fra vannkraftverk eller fra en ferskvannskilde med tilstrekkelig vannføring og fallhøyde (se Figur 2.3.2 punkt B).

### Hva sier modellene?

Modellberegninger er illustrert i Figur 2.3.3 og viser hvordan utgående strøm påvirker midlere algekonsentrasjon og totale mengde av alger i indre del av Lysefjorden under naturlige forhold (blå linje) og med en tredobling av algeproduksjonen som følge av kunstig oppstrømning (grønn linje). Under naturlige forhold vil algekonsentrasjonene avta gradvis fra et maksimum på ca. 2,5 mg klorofyll m<sup>-3</sup> ved svake strømmer, til nær eller under 1 mg klorofyll m<sup>-3</sup> ved strøm over ca. 5–6 cm sek<sup>-1</sup>.

Med klorofyll under ca. 1 mg m<sup>-3</sup> reduseres fødeopptaket til blåskjell vesentlig. Dette viser at under naturlige produksjonsforhold i fjorden vil fødetilgangen til blåskjell i anlegg være vesentlig redusert når midlere strøm er over ca. 5 cm sek<sup>-1</sup>. Med kunstig oppstrømning vil algebiomassen øke, og fødetilgangen og bæreevnen opprettholdes ved langt høyere strømhastigheter, dvs. under langt mer varierende vind- og strømforhold i fjorden.

I Figur 2.3.3 er det også verd å merke seg at forskjellene i konsentrasjon (og biomasse) av alger med og uten kunstig oppstrømning avtar med økende vannutskiftning (strøm) i fjorden. I undersøkelsen er det derfor helt nødvendig å sammenligne situasjoner under tilnærmet like strøm- og vindforhold i fjorden.

### Hva skjedde med algeproduksjonen i Lysefjorden?

Strømforholdene under brakkvannslaget i indre del av Lysefjorden var betydelig påvirket av vindforholdene, dvs. mye vind gir mye strøm. I samsvar med modellberegningene viste også målingene, med få unntak, at strøm og vind påvirket algebiomassen i indre del av Lysefjorden.

I Figur 2.3.3 er det gitt eksempler på observert midlere klorofyllkonsentrasjon i de indre 9 km av Lysefjorden med (6. juni og 15. september) og uten (16. mai og 4. september) kunstig oppstrømning under forskjellige strømforhold. Disse målingene sammen med andre viste at algebiomassen (klorofyll) og algeproduksjonen var om lag tre ganger større i influensområdet for kunstig oppstrømning. En så klare forskjeller i artssammensetningen av alger i og utenfor influensområdet, og endringene i næringstilgangen førte ikke til anriking av giftalger i influensområdet.

Den 16. mai og 6. juni 2004 var det lite strøm i fjorden og dermed gunstige forhold for å observere forskjeller i algeforholdene med og uten kunstig oppstrømning (Figur 2.3.4). Observasjonene viste at det var betydelig høyere algekonsentrasjoner og vertikalutbredelse av alger i de indre 9

km av Lysefjorden den 6. juni, med kunstig oppstrømning av dypvann, enn 16. mai uten kunstig oppstrømning. Som nevnt foran var algebiomassen (klorofyll) ca. 3 ganger større den 6. juni.

Da endringene i algebiomassen i indre del av Lysefjorden i 2004 i stor grad later til å være bestemt av strømforskjellene (vannutskifting), ser det ikke ut til at beiting fra dyreplankton hadde noen stor innvirkning på algebiomassen i periodene med kunstig oppstrømning. En så i noen tilfeller økt innslag av ciliater i influensområdet. Disse beiter på små algearter, men er også egnet som føde for blåskjell.

Den 19. august 2004 var det en situasjon med sterkt redusert algevekst i innlagingsvannet fra den kunstige oppstrømningen, og det bygget seg opp høyere næringssaltkonsentrasjoner der hvor algene skulle vært. Dette kan skyldes annen næringsbegrensning, virusangrep, beiting eller en tidsforsinkelse i restruktureringen av algesamfunnet etter at miljøbetingelsene er endret.

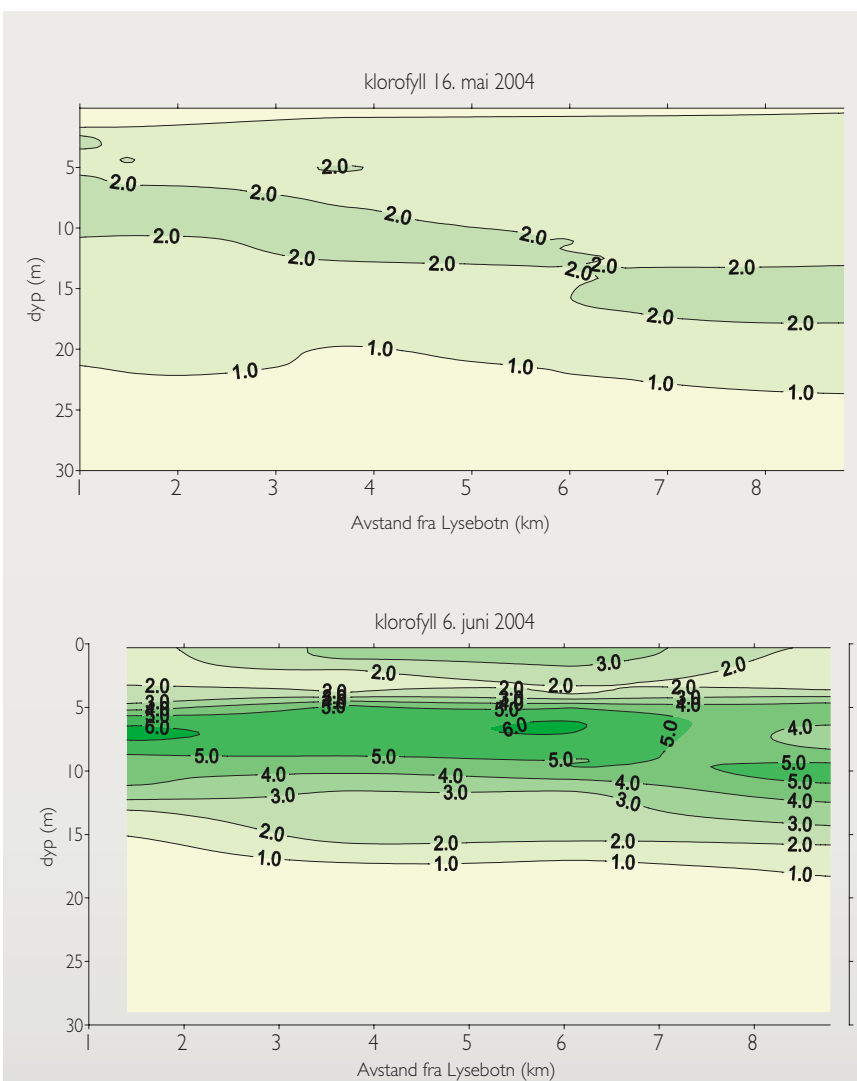
Dette er første gang man har vist at brakkvannsdrevet kunstig oppstrømning av dypvann kan øke produksjonen av alger i et fjordområde.

#### Alger og algetoksiner

Prosjektet har også som mål å undersøke hvordan oppstrømning av dypvann påvirker artssammensetning av alger, særlig med hensyn til grupper som gir giftige skjell. På Vestlandet er det vanligvis økt forekomst av algeslekten *Dinophysis* i perioden fra august og utover høsten som skaper problemer for blåskjellnæringen. Forekomstene av giftige alger var imidlertid sporadiske i kyst- og fjordområdene av Rogaland i 2004. Dette førte til at vi ikke kunne undersøke i hvor stor grad kunstig oppstrømning kan redusere problemet med skjellgiftalger i fjordene (*Dinophysis* sp). En så imidlertid ingen tegn til at næringstilførselen stimulerte disse algegruppene, heller ikke på den årstiden de normalt har naturlig forekomst i området. Ved ett tilfelle så vi en klar økning i forekomsten av diatomeer i influensområdet, men denne algegruppen har ikke i særlig grad ført til giftige blåskjell i Norge.

#### Oppsummering

- For første gang er det vist at brakkvannsdrevet oppstrømning av dypvann kan øke produksjonen av alger i et fjordområde.
- Resultater viser at kunstig oppstrømning av dypvann ved hjelp av dykket brakkvann resulterte i økt biomasse av klorofyll innenfor et influensområde på inntil 9 km ut fjorden. Økningen på ca.



**Figur 2.3.4**

Algekonsentrasjoner (mg klorofyll  $a\ m^{-3}$ ) i 0–30 m dyp i indre del av Lysefjorden 16. mai og 6. juni 2004.

Algae concentrations (mg chlorophyll  $a\ m^{-3}$ ) in the upper 30 meter in the inner part of Lysefjorden 16 May and 6 June 2004.

tre ganger bakgrunnsnivå for algebiomasse og algeproduksjon var i samsvar med beregninger, mens influensområdet var større enn antydning i tidligere beregninger.

- Fravær av giftige alger i Lysefjorden i 2004 gjorde at undersøkelser av i hvilken grad kunstig oppstrømning kan påvirke forekomster av *Dinophysis* sp. ikke kunne gjennomføres. Vi så imidlertid ingen anriking av slike alger under forsøkene. Vi forventet ut fra modellberegningene en dominans av diatomeer i influensområdet for kunstig oppstrømning (ikke giftige for blåskjell), og kunne i perioder observere dette i felt.
- Målinger og modellberegninger viser at strøm og vannutskifting i betydelig grad påvirket algekonsentrasjonen og algebiomassen i fjorden.
- Med kunstig oppstrømning av dypvann

i indre del av Lysefjorden vil algekonsentrasjonene og dermed bæreevnen for blåskjell opprettholdes ved en langt større variasjon i vannutskifting (strømforskjell rundt anlegget) enn under naturlige forhold.

#### Summary

For the first time it is proven that upwelling of deep water can increase the primary production in a fjord system. Artificially created upwelling of nutrition from deeper layers resulted in three times higher algal biomass in Lysefjorden. An increased and stable production of non toxic algae can result in a higher and more predictable production of blue mussel in the fjord.

# 2.4

## Effekter av oksygenvikt på fjordfauna

Fjordbassengene langs Skagerrakkysten har i økende grad vært utsatt for oksygenmangel etter at tilførslene av organisk materiale økte med 50–100 % i løpet av 1970-årene, i hovedsak fra langtransport. Havforskningsinstituttet leder et prosjekt som studerer endringene i faunaforholdene som følge av reduserte oksygenforhold i 11 fjordbassenger langs Sørlandskysten.

Foreløpige resultater viser at "hyperbentos" (bunntilknyttede krepsdyr) er følsomme for oksygenforholdene. De er derfor godt egnet som indikatorer for miljøtilstanden i et fjordbasseng. Hyperbentos kan også benyttes til å forutsi biologiske effekter av økende organisk belastning i fjordbassenger.

I tillegg videreutvikler prosjektet en metode for å kartlegge den historiske utviklingen i miljøforholdene i fjordbassenger ved å studere forekomstene av foraminiferer (skallbærende amøbedyr) i bunnsedimentene.

Lene Buhl-Mortensen  
lene.buhl-mortensen@imr.no

Jan Aure  
jan.aure@imr.no

### Fjordbassenger er spesielt følsomme for forurensning

Fjorder er en karakteristisk naturtype i det norske kystlandskap. De karakteriseres ved terskler som avgrensner fjordbassengene fra utenforliggende kystvann. Den begrensede vannutskiftingen i fjordbassengene gjør dem spesielt følsomme for forurensning. Store deler av Norges befolkning bor i nærheten av fjorder. Som en konsekvens av dette er fjorder utsatt for negative effekter av f.eks. industriutslipp av tungmetaller, næringsalter fra jordbruk og organisk belastning fra kloakk og oppdrettsanlegg, m.m.

Når tilførslene av organisk materiale er store, og tiden mellom hver gang det strømmer inn nytt oksygenrikt vann til fjordbassengene er lang, fører dette til lavt oksygeninnhold i bassengvannet. Generelt vil mengden tilført organisk materiale, fjordens topografi, de hydrografiske forholdene i kystvannet og breddegrad (tidevann) være avgjørende for oksygenforholdene ved bunn og organismene som lever der.

Havforskningsinstituttet har en unik langtidsserie av oksygenmålinger fra flere av

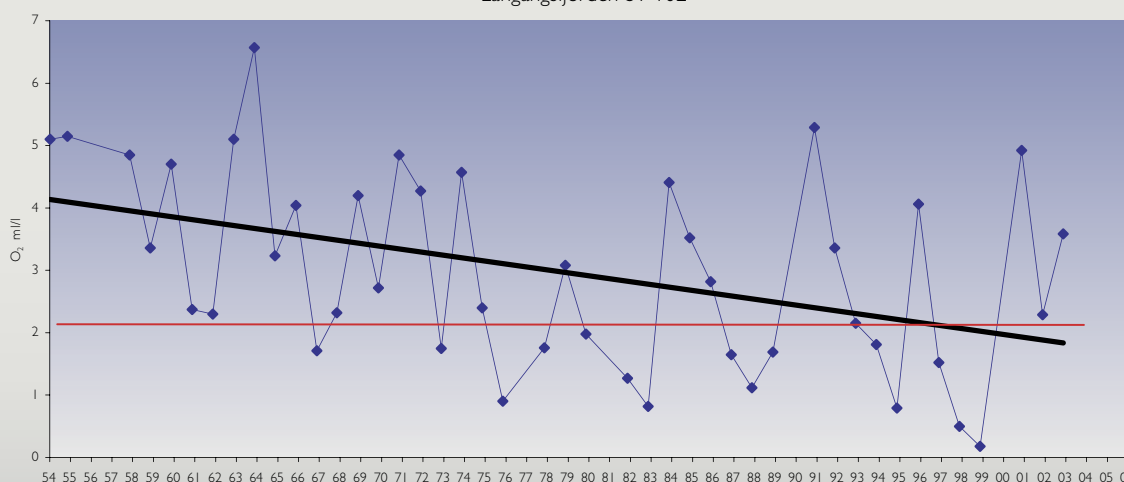
fjordene langs kysten av Skagerrak, som viser en klar nedgang i oksygeninnholdet i fjordbassengene etter 1970-årene, bl.a. som følge av økte tilførsler av organisk materiale. Denne økning skyldes i hovedsak økt tilførsel med langtransport fra det sørlige Nordsjøen og Kattegat. Figur 2.4.1 viser en markant forverring i Langangsfjorden (ST 102) siden 1975. Denne trenden ser ut å gjelde for hele området.

### Hva har vi undersøkt?

I 2003 startet Havforskningsinstituttet et prosjekt hvor hovedmålet var å finne følsomme bunnære indikatorarter med hensyn til oksygenvinn. Et annet viktig mål er å knytte dette sammen i en modell som både beskriver endringer i oksygenforhold ved økt organisk belastning og effektene på dyrelivet nær bunn. Prosjektet vil også identifisere fjorder som naturlig er utsatt for oksygenvikt ved hjelp av foraminiferer i sedimentet som kan brukes som et arkiv over historiske bunnforhold. Kartleggingen av bunn-dyrfaunaen i 11 fjordbassenger vil også gi et godt utgangspunkt for den videre overvåking av biologisk mangfold langs Skagerrakkysten.

Indikatorarter som i dag benyttes i marin miljøovervåking er i hovedsak dyregrupper som lever i sedimentet, såkalt "infauna". "Hyperbentos" er krepsdyr (bl.a. reker, pungreker og amfipoder, se Figur 2.4.2) som lever fritt på bunn eller i

Langangsfjorden ST 102



Figur 2.4.1

Et eksempel på 50 års overvåking av oksygenforholdene i bunnvannet (125 m dyp) i Langangsfjorden (st 102). An example of 50 years monitoring of oxygen conditions in the bottom water (125 m depth) in Langangsfjorden (st 102).

vannmassene like over bunn, og som antas å være mer følsomme for oksygennedgang enn organismer som lever i bunnsedimentet. Vi har i dag likevel lite kunnskap om hvordan denne faunaen reagerer på reduserte oksygenforhold.

For å finne fram til de dyregrupper som best egner seg som indikatorer på miljøtilstanden er både “hyperbentos”, “infauna” og foraminiferer studert i 11 fjordbassenger langs Sørlandskysten (Figur 2.4.3).

Bassengene er valgt ut slik at de representerer tre miljøkategorier:

1. Fjordbasseng med dårlige oksygenforhold ( $O_2 < 2$  ml/l)
2. Fjordbasseng med mindre gode oksygenforhold ( $O_2 : 2-3$  ml/l)
3. Fjorder med gode oksygenforhold ( $> 3$  ml/l).

I fjordbassengene ble det benyttet bunnslede for innsamling av “hyperbentos”, grabb og kjerneprøvetaker for dokumentasjon av henholdsvis “infauna”, sedimentkvalitet og foraminiferer. I tillegg ble det tatt profiler for å måle oksygeninnholdet i sedimentene. Prosjektet avsluttes i løpet av 2005, og vi vil her kun gi en oversikt over en del viktige og foreløpige resultater.

#### Bunnsfauna og miljø – foreløpige resultater

Resultatene fra 8 av de 11 fjordene langs Skagerrakkysten viser en meget god sammenheng mellom artsrikhet hos “hyperbentos” og laveste oksygenkonsentrasjon målt ved bunn de siste fem år (korrelasjonskoeffisient,  $r = 0.96$ ) (Figur 2.4.4). Disse resultatene tyder på at ~ 90 % av forskjellen i artsmangfold mellom fjordbassengene kan forklares av forskjellen i oksygenforhold. Artsrikheten ser også ut til å ha sammenheng med miljøfaktorene, % karbon i sedimentet og terskeldyp som er avgjørende for oksygensituasjonen i fjordene. Av hyperbentos-gruppene ser det ut som reker og amphipoder er de som viser sterkest respons på oksygenforholdene og derfor antakelig også egner seg best som indikatorer. Figur 2.4.5 viser hvordan antall arter av disse gruppene minker ved lave oksygenverdier. Resultatene peker på at sammenhengen mellom oksygenvikt og artsmangfold er meget sterk ved oksygenkonsentrasjoner lavere enn 3,5 ml/l. Dessverre foreligger ikke resultatene fra infauna-analysen ennå, og en direkte sammenlikning av gruppene kan ikke presenteres her.

Foraminifer-studiet er i hovedsak gjennomført for å kunne dokumentere historiske forhold i fjordbassenger. Denne



Vanlig reke hører til gruppen decapoda



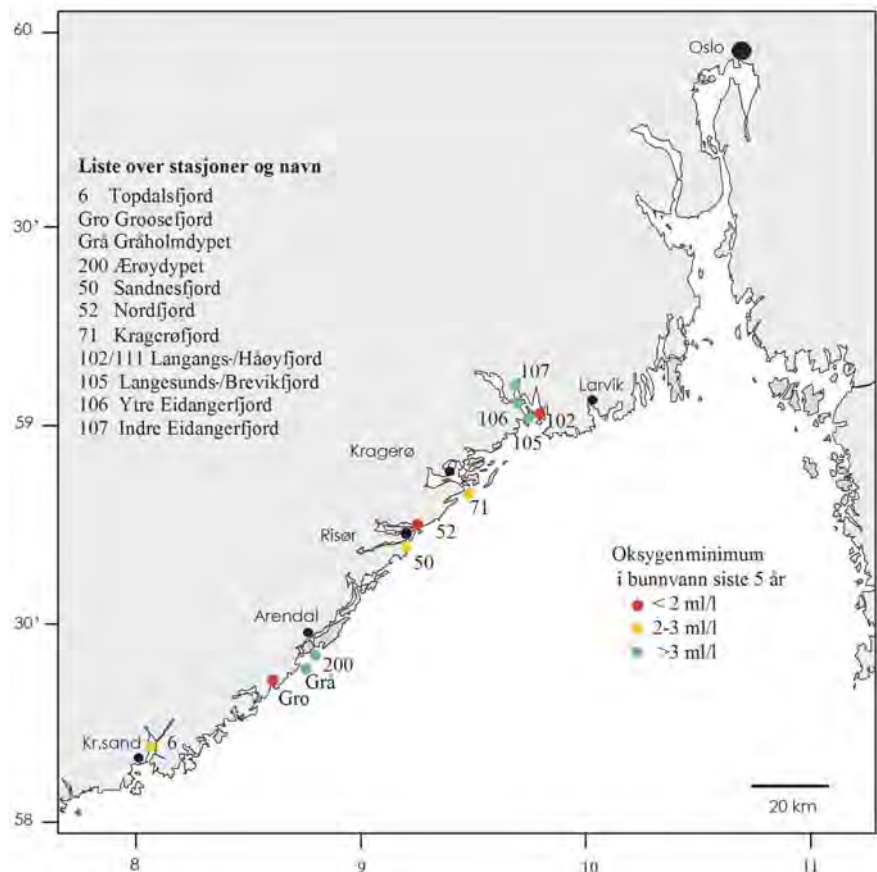
Amphipode



Myside/Pungreke

Figur 2.4.2

Foto av “hyperbentos”-organismer.  
Photo of “hyperbenthos” organisms.

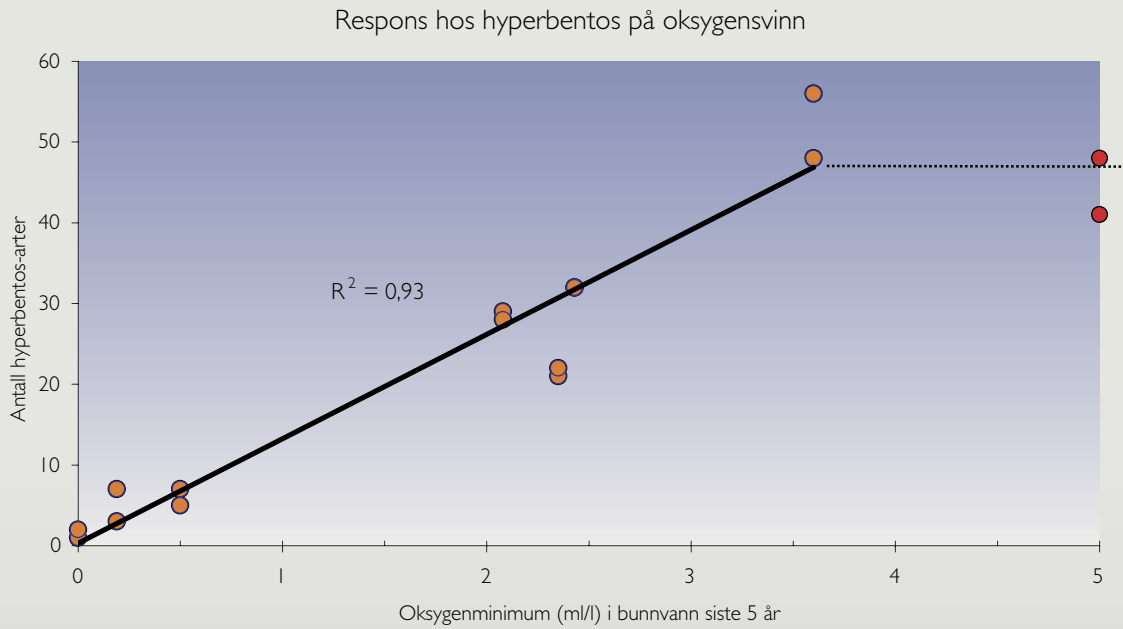


Figur 2.4.3

Kartet viser beliggenheten til de 11 fjordbassengene som studeres i prosjektet. Fargen på punktene viser oksygenforholdene de siste fem årene.

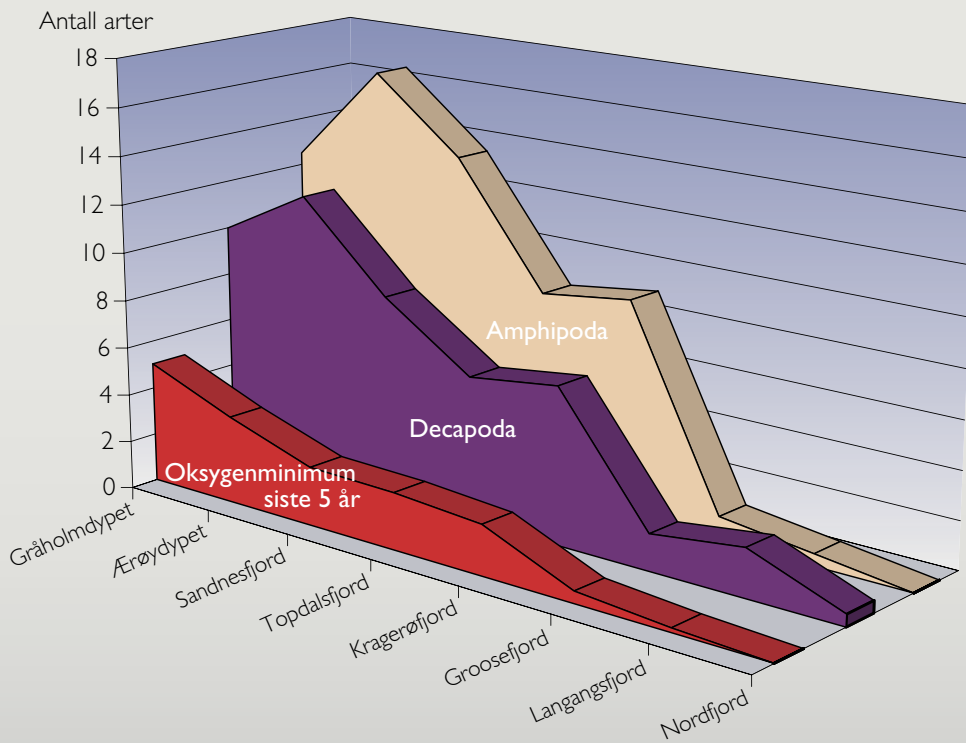
Map showing the position of the 11 basins investigated by the project. The color of the circle marking the sites indicate oxygen minimum values measured during the last five years.





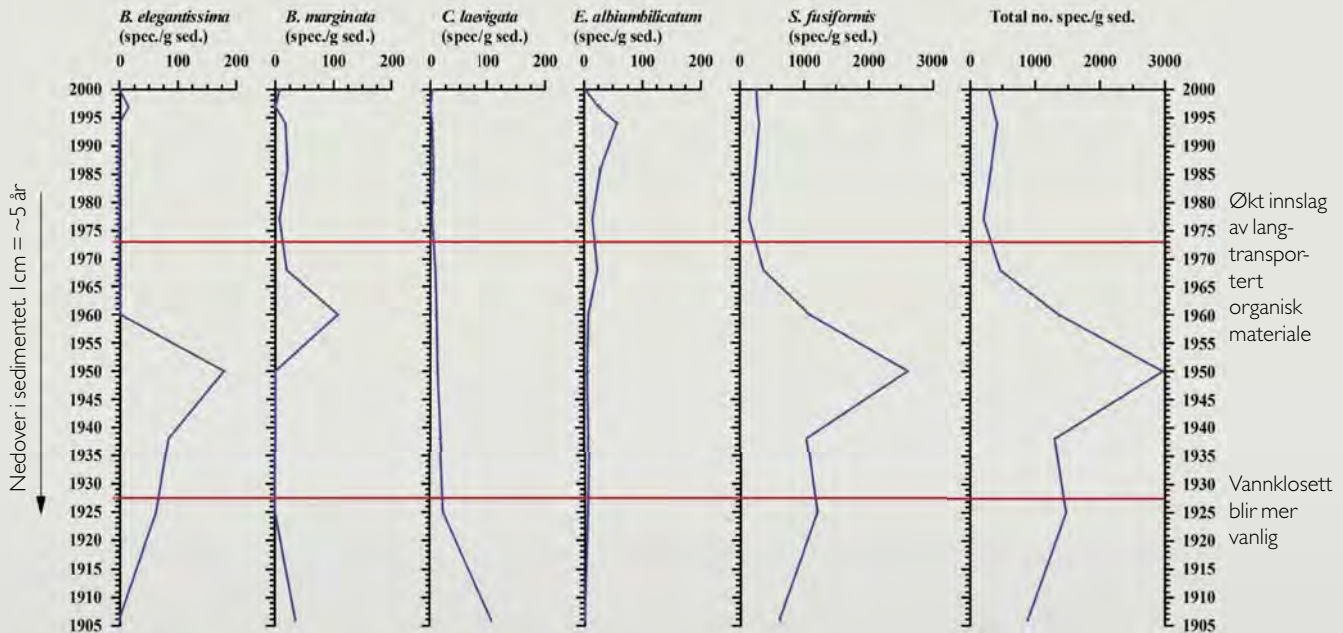
**Figur 2.4.4**

Forholdet mellom oksygenforhold ved bunn og diversitet hos "hyperbentos" i åtte fjordbassenger, målt de siste fem årene.  
*The relation between oxygen minimum measured during the last 5 years and species richness of hyperbenthos for fjord basins.*



**Figur 2.4.5**

Artsmangfold av decapoda (i hovedsak reker) og amphipoda i forhold til minimum oksygenkonsentrasjon siste fem år i åtte fjordbassenger.  
*Changes in species richness in decapoda and amphipoda in relation to oxygen minimum last five years in eight fjord basins.*



**Figur 2.4.6**

Historiske endringer i foraminifer-fauna i Groosefjorden, analyse utført av E. Alve og K. Husum (Universitetet i Oslo).

Historic changes in the foraminifera community in Groosefjorden, analysis made by E. Alve and K. Husum (University of Oslo).

faunagruppen egner seg godt til dette, da disse encellede dyr legger igjen skall etter seg som kan spores nedover i sedimentet. Når man så tar prøver nedover i sedimentet kan man studere de tidligere foraminifer-samfunn og forekomsten av visse indikatorarter. Spesielt er det artene *Stainforthia fusiformis* og *Cassidulina laevigata* som egner seg for dokumentasjon av dårlige oksygenforhold. Et eksempel på resultater fra Groosefjorden er vist i Figur 2.4.6. Resultatene tyder på at oksygenforholdene var bra før 1925, da vannklosettet ble tatt i bruk. I perioden 1925–1950 ble faunaen anriket på grunn av økt tilførsel av organisk materiale. Fra 1950–1970 har effekten av organisk belastning vært negativ for foraminifer-faunaen. I 1970 begynner effekten av langtransportert organisk materiale å gjøre seg gjeldende, og situasjonen har vært dårlig siden. I senere år har utbygging av kloakkanlegg minket den lokale tilførselen av organisk materiale, men langtransport sammen med de store mengder som over tid har samlet seg opp på bunn fortsetter å forbruke oksygen og hindre en umiddelbar forbedring. Datering med blyisotoper gjør det mulig å tidfeste et gitt dyp i sedimentet.

Man kan derfor også få en indikasjon på sedimentasjonshastigheten. Foreløpige resultater tyder også på en meget høy sedimentasjon i enkelte bassenger, 8 mm/år på stasjon 200 (Ærøydypet) og 2,9 mm/år i Groosefjorden (analyser utført av E. Alve og K. Husum, Universitetet i Oslo).

#### Oppsummering

Prosjektet vil bli sluttført i 2005, og en rapport vil foreligge innen utgangen av året. Foreløpige resultater har vist at bunndyrsamfunnet er kraftig påvirket av oksygenvinn i flere av de undersøkte bassengene. Sammensetningen av den bunnære krepsdyrfaunaen "hyperbentos" ser ut å være svært følsom for oksygenvinn og egner seg godt som en følsom indikator på miljøtilstanden i fjorder. Studiet av den historiske sammensetningen av foraminifer-faunaen i fjordene har vist seg å være et meget verdifullt redskap for å få informasjon om miljøforhold i fjorder før menneskelige aktiviteter hadde særlig innflytelse på økosystemet.

#### Summary

Many fjord basins on the Norwegian Skagerrak coast has experienced a decrease in oxygen concentration during the last 30 years due to increased load of organic matter. Institute of Marine Research has studied the bottom fauna of 11 fjord basins in this region representing a gradient in hypoxia. A strong negative relation between hypoxia and biodiversity is documented both for infauna and the crustacean fauna living at the sediment-water interface, "hyperbenthos". The preliminary results show that the "hyperbenthos" is particularly susceptible to hypoxia and that sensitive indicator-species can be found in this fauna-group. For documentation of historical oxygen conditions of the fjord basins foraminifera proved very useful.

## Høsting av tang og tare – økologisk uforsvarlig eller bærekraftig ressursbruk?

Stortare (*Laminaria hyperborea*) og griselang (*Ascophyllum nodosum*) er de eneste algartene som høstes kommersielt i Norge i dag. Årlig høstes ca. 130 000–180 000 tonn stortare og ca. 10 000–20 000 tonn griselang. Stortare høstes på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag, mens griselang høstes fra Sør-Trøndelag (Frøya) til Nordland (Vesterålen). Fra stortare utvinnes alginat og fra griselang produseres hovedsakelig tangmel.

Henning Steen  
henning.steen@imr.no

Stortare (*Laminaria hyperborea*) og griselang (*Ascophyllum nodosum*) hører til blant brunalgene (klasse Phaeophyceae). Mens griselang er den dominerende algarten på fjellbunn i den nedre del av fjæresonen, er stortare dominerende nedenfor lavvannsmaket. Begge arter er flerårige med enkeltindivider som kan bli inntil 20 år gamle, og representerer såkalte “klimaks-samfunn” i sine respektive vokseområder.

Utbredelsen av stortare er begrenset til østkysten av Atlanterhavet, fra Portugal til Kolahalvøya. Stortare utgjør ca. 80 % av den totale makroalgebiomassen langs norskekysten, og det er hovedsakelig denne arten som danner tareskogen, mens innslag av andre tarearter (sukkertare, fingertare, draughtare og butare) forekommer spredt. Man regner med at rundt 5 000–10 000 km<sup>2</sup> av norskekysten

er bevokst med tareskog. Tareskoger er høyproduktive (ca. 1 kg karbon produseres per m<sup>2</sup> per år), og den totale biomassen av stortare langs norskekysten anslås til ca. 50 millioner tonn. Stortaren er best utviklet på bølgeutsatte lokaliteter, og det er betydelige geografiske forskjeller i algens størrelse og biomasseproduksjon. De største forekomstene finnes langs kysten av Møre og Romsdal og Trøndelag med biomasser på 20–30 kg m<sup>-2</sup> og inntil 3–4 meter høye individer, mens individene i Skagerrak sjelden blir over 1 meter høye. I Nord-Norge er store deler av tareskogen beitet ned av grønn kråkebolle (*Strongylocentrotus droebachiensis*), en tilstand som har vedvart i mer enn 30 år.

Stortarens stive, opprette stilk skaper et tredimensjonalt miljø, som er tilholdssted for mange ulike marine organismer. Mer enn 300 arter av alger og dyr er observert tilknyttet plantene i tareskogen, og mer enn 100 000 individer av små dyr kan være knyttet til en enkelt stortare. Tareskogen er



**Figur 2.5.1**

Stortare (*Laminaria hyperborea*) danner tareskoger fra 1–20 meters dyp, mens enkeltindivider kan vokse helt ned til 40 meters dyp i klart kystvann. Stortarens stive, opprette stilk skaper et tredimensjonalt habitat som er tilholdssted for mange ulike marine organismer.

The kelp species, *Laminaria hyperborea* forms kelp-forests between 1–20 meters depth, whereas single specimens may grow as deep as 40 meters in clear coastal waters. The rigid, upright kelp stipes creates a three-dimensional habitat that houses numerous marine organisms.

**Tabell 2.5.1**

Årlig høstekvantum av stortare (*Laminaria hyperborea*) i tusen tonn fordelt på fylker. Yearly landings of kelp (*Laminaria hyperborea*) in thousand tonnes by counties.

År	Rogaland	Hordaland	Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Sør-Trøndelag	Totalt
1985	23	2	35	53		113
1986	22	1	37	64		124
1987	27	4	37	76		144
1988	24	3	35	84		146
1989	21	1	43	84		149
1990	25	0	40	100		165
1991	26	2	42	96		166
1992	30	4	44	85		163
1993	29	2	42	70		143
1994	27	3	46	85		161
1995	28	1	47	90		166
1996	25	4	46	82		157
1997	27	2	50	97		176
1998	26	1	44	88		159
1999	21	3	44	94		162
2000	19	2	34	98	22	175
2001	28	2	34	96		160
2002	19	2	38	89	20	168
2003	10	1	36	71	24	142
2004	9	0	33	72	19	133
Gj. snitt	23	2	40	84	21	154

blant annet viktig som oppvekstområde for mange fiskeslag og som næringsområde for enkelte arter av sjøfugl. I grunne områder kan stortare også ha en bølgedempende funksjon og motvirke erosjon av strandområder.

I motsetning til stortare tåler grisetang periodevis tørrlegging, noe som gjør den i stand til å vokse et stykke opp i fjæresonen. Grisetang finnes på begge sider av det nordlige Atlanterhavet, og i den østlige del vokser arten fra Portugal til Kvitsjøen. Algen er vanlig langs hele norskekysten, og de største forekomstene finnes langs kysten av Vestlandet og i Nord-Norge. Grisetangens form varierer med voksestedet, og arten er best utviklet i noe bølgebeskyttede områder. Akkurat som stortare, skaper grisetang et tredimensjonalt habitat med en rik assosiert flora og fauna.

### Høsting av tang og tare

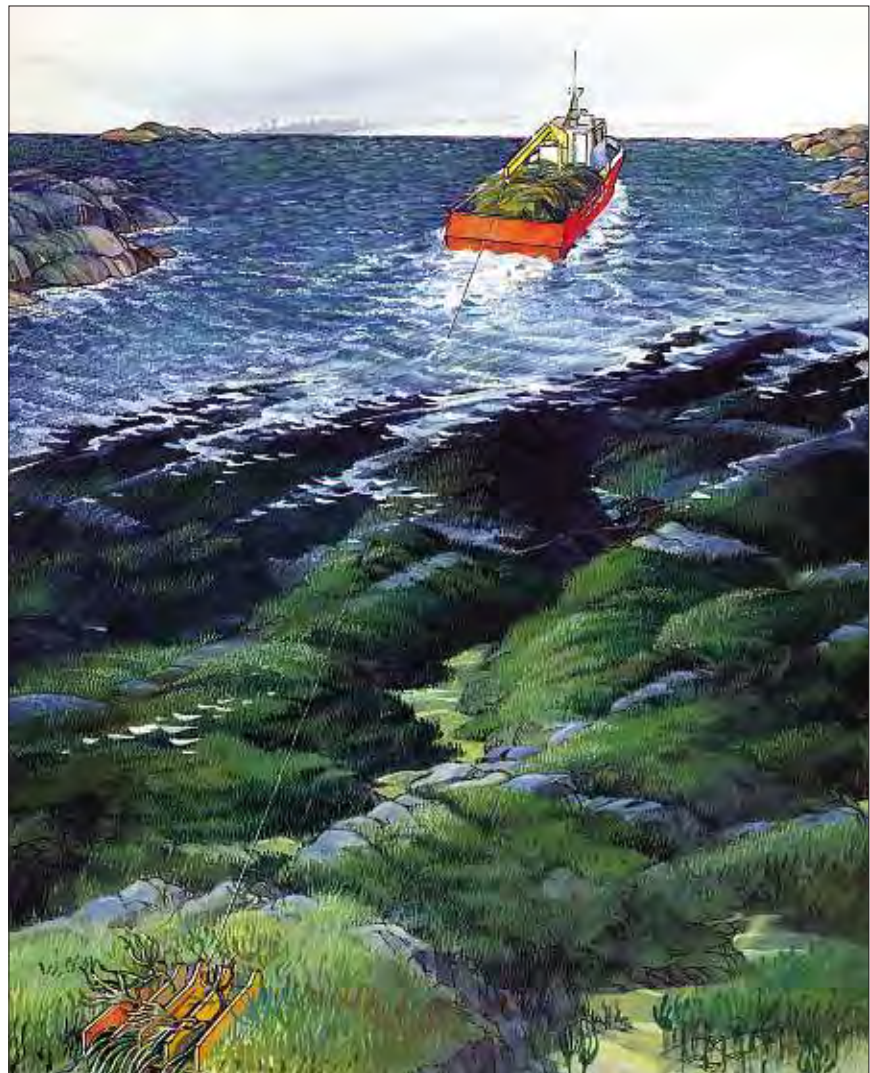
De eneste makroalgartene som utnyttes i industriell skala i Norge i dag er stortare og grisetang, som er råstoff for henholdsvis alginat og tangmel, til en samlet eksportverdi på ca. en halv milliard kroner per år. Tidligere ble det også høstet fingertare, som var den viktigste råstoffkilde for alginat i perioden fra 1940 til tidlig på 1970-tallet. På 1970-tallet ble høstingen av stortare og grisetang mekanisert ved at taretrål (tindetrål) og tanghøstmaskiner ble tatt i bruk, og håndskjæring av tang og tare opphørte. Høsting av stortare foregår på ca. 5–15 meters dyp i den ytre skjærgården på strekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Høstingen reguleres ved at fylkene deles inn i felter som blir rulert slik at hvert felt er åpent for taretråling hvert femte år. Sør-Trøndelag ble åpnet for taretråling i 2000, etter at bestandene av grønn kråkebolle gikk tilbake, og tareskogene ble reetablert i dette området i løpet av 1990-tallet. Grisetang høstes fra nedre del av fjæresonen til et par meters dyp, på strekningen fra Frøya (Sør-Trøndelag) til Vesterålen (Nordland). Det høstes årlig ca. ti ganger mer stortare (130 000–180 000 tonn per år) enn grisetang (10 000–20 000 tonn per år), og trålingen etter stortare representerer derfor et mer omfattende naturinngrep.

I forhold til den totale mengden stortare som vokser langs norskekysten utgjør den høstede mengden en svært liten del (ca. 0,3 %). Til sammenligning anslås det at ca. 40 % av tarebiomassen beites ned av kråkeboller, og at ca. 10–15 % av tareplantene naturlig løsrives hvert år. På grunn av bunnforholdene, med kuperte arealer og vanskelige høsteforhold, vil det vanligvis være store områder med uberørt tareskog innenfor et høstefelt. Taretråling representerer derfor et svært avgrenset inngrep i tareskoghabitatet. Lokalt kan likevel utta-



**Figur 2.5.2**

Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) med tanghøster i bakgrunnen.  
Knotted wreck, *Ascophyllum nodosum* with harvest vessel in the background.



**Figur 2.5.3**

Taretrålen fjerner alle tareplanter over en viss størrelse (ca. 20 cm) i en bredde på ca. tre meter. Etter at de store tareplantene er fjernet slipper lyset ned til småtaren i undervegetasjonen, som vokser opp til ny tareskog. På grunn av kuperte bunnforhold og vanskelige høsteforhold, vil det vanligvis være store områder med uberørt tareskog innenfor et høstefelt.  
The kelp trawl removes all kelp specimens above a certain height (ca. 20 cm), in a three-meter wide furrow. After removal of the canopy specimens, increased light availability improves the growth condition for the understory specimens, which re-establish the kelp-forest. Uneven bottom topography and difficult harvesting conditions, leaves large parts of each trawl-field untouched.

**Figur 2.5.4**

Langs kysten av Nord-Norge er store deler av tareskogen beitet ned av grønn kråkebolle – *Strongylocentrotus droebachiensis* (til venstre). I Sør-Trøndelag ble det lokalt observert høye tettheter av rød kråkebolle – *Echinus esculentus* (til høyre) i 2004.

Along the coast of northern Norway most of the kelp beds are grazed barren by the green sea urchin – *Strongylocentrotus droebachiensis* (left picture). High local densities of common sea urchin – *Echinus esculentus* (right picture) were observed off the coast of Sør-Trøndelag in 2004.

ket av stortare redusere tareskogens funksjon som habitat og bølgedemper i en viss periode inntil taresamfunnet reetableres. De fleste undersøkelser konkluderer med at en restituering av tarebiomassen etter tråling tar ca. 3–5 år, mens en reetablering av den assosierte flora og fauna tar minst 6–7 år. Det er også betydelige geografiske forskjeller i hastigheten tareskogen reetableres med. Undersøkelser viser at reetableringen av tareskogen tar lengre tid i Møre og Romsdal enn i Rogaland, og stortaren kan derfor høstes med en 4-års-syklus i Rogaland.

I 2003 startet Havforskningsinstituttet et langsiktig program for overvåkning av effekter knyttet til taretråling. Årlig undersøkes faste stasjoner, som inkluderer trålefelt i alle faser (5) av gjenvestperioden, i to områder i hvert fylke (tre områder i Sør-Trøndelag). På hver stasjon registreres spor etter taretråling, gjenvest av stortare samt forekomst av kråkebolle ved hjelp av videokamera. I 2004 ble det observert klare spor etter taretråling på flere av de undersøkte stasjonene. Forekomsten av trålspor avtok med tidsrom etter siste tråling. Gjenvesten av tare i de trålte områdene virket generelt god, med unntak av enkelte stasjoner i Sør-Trøndelag. Det ble ikke observert grønn kråkebolle på noen av de undersøkte stasjonene. Rød kråkebolle (*Echinus esculentus*) ble registrert i alle de undersøkte områdene. Den røde kråkebolle er et naturlig innslag i tareskogen, og det har ikke vært rapportert at denne arten har beitet ned tareskog i samme grad som grønn kråkebolle. På enkelte av trålfeltene i Sør-Trøndelag ble det registrert spesielt høye tettheter av rød kråkebolle. Her var også gjenvesten av tare dårlig, noe som kan tyde på at kråkebollene beiter ned småtaren og hindrer rekruttering.

I Norge overvåkes ikke høstingen av grisetang, og de økologiske effektene knyttet til denne aktiviteten har vært lite studert. Grisetang er en sentvoksende art som høstes med en frekvens på 4–6 år. Grisetangen er et viktig habitat for mange organismer i grunne farvann, og høstingen vil kunne forstyrre den økologiske balansen i slike samfunn. Undersøkelser gjort på østkysten av Canada, hvor man opererer med en

høstesyklus på fem år for grisetang, tyder ikke på at høstingen har alvorlige økologiske konsekvenser.

#### Framtidsperspektiver

Selv om stortaren representerer en fornybar ressurs, hvorav det årlig høstes mindre enn en halv prosent av den stående biomasse, så skaper dette relativt beskjedne uttaket betydelig konflikt med andre interesser og aktører i kystsonen, som f.eks. sjøfuglvern og fiskerinæring. Et eventuelt økende ressursbehov vil derfor ikke nødvendigvis kunne dekkes inn ved å høste mer fra naturlige tarebestander. En mulig løsning vil være å importere tare, noe næringen allerede har sett seg nødt til. Den importerte taren gir imidlertid alginat av en dårligere kvalitet enn norsk stortare. Et alternativ vil derfor være å dyrke stortare. I Asia dyrkes det mange millioner tonn tare per år, men også i flere europeiske land dyrkes det etterhvert tare, blant annet i forbindelse med fiskeoppdrett. Fiskeoppdrett står i dag for de største utslippene av nitrogen og fosfor til kystvann på strekningen fra Lindesnes til grensen mot Russland. Ved å samlokalisere kultivering av fisk og tare, vil tareplantene, i tillegg til å representere en høstbar ressurs, ta opp en del av næringssaltene som produseres av fisken. Fordelene tarenæringen oppnår ved å dyrke stortare, framfor ensidig å basere seg på høsting av naturlige bestander, er flere, blant annet en kontinuerlig råstofftilgang, mindre ressurskrevende innhøsting samt muligheter for å optimalisere vekst med hensyn til avkastning og råstoffkvalitet. På grunn av de forhøyede konsentrasjonene av næringssalter vil tareplantene som dyrkes i slike anlegg ha spesielt gode vekstvilkår og dessuten være mindre utsatt for beiting fra kråkebolle, noe som blant annet gjør kysten av Nord-Norge til en potensiell arena.

Det finnes mange anvendelsesområder for makroalger. I tillegg til den industrielle anvendelse, kan makroalger f.eks. benyttes til jordforbedringsmiddel og som mat. Allerede i sagatiden ble tang og tare utnyttet til mat og dyrefôr, og rødalgen søl (*Palmaria palmata*) inngikk i vikingenes kosthold. Mesteparten av makroalgene som dyrkes rundt om i verden går direkte

til menneskeføde. I Østen har makroalger blitt utnyttet til mat i tusenvis av år, men også i flere vestlige land er disse på vei inn i kostholdet. Makroalger regnes som helsevennlig kost, rik på vitaminer og mineraler, fattig på fett og proteiner. Hvis en ser bort ifra at foredlingsprodukter som alginat inngår som tilsetningsstoffer i en del matvarer, spiller makroalger en ubetydelig rolle i det norske kosthold i dag. Dette skyldes definitivt ikke ressursmangel, da det langs norskekysten finnes rikelige forekomster av arter som egner seg til menneskeføde. Foruten tare, og til dels også tang, er rødalger som fjærehinne (*Porphyra* spp.) og nevnte søl, samt grønnaalger som havsalat (*Ulva* spp.), alle potensielle matemner som konsumeres i andre land.

#### Summary

The kelp *Laminaria hyperborea*, and knotted wreck, *Ascophyllum nodosum* are the only two species of macroalgae exploited in Norway. Approximately 130,000–180,000 tonnes of kelp, and 10,000–20,000 tonnes of wreck are harvested each year. Kelp is harvested by trawl and this activity is limited to an area (five counties) on the west coast. Regrowth of kelp after trawling was observed to be good, except from in the northern parts of the trawled area (Sør-Trøndelag), where grazing from the common sea urchin (*Echinus esculentus*) likely prevented regrowth. Along the coast of northern Norway most of the kelp beds are grazed barren by the green sea urchin (*Strongylocentrotus droebachiensis*), a condition that has persisted for more than thirty years.

## 2.6

### Europeisk ål

Europeisk ål har et ekstremt stort utbredelsesområde; den finnes i ferskvann, brakkvann og langs kysten i hele Europa og langs Middelhavskysten av Afrika og Asia. Utbredelsesområdet har ingen skarp nordlig grense, men antallet synker gradvis mot nord. Ål lever så langt nord som Nordkapp. Selv om ål finnes ved Island, så er det aldri rapportert kommersiell fangst av ål der, dette er nok helt i utkanten av utbredelsesområdet.

**Figur 2.6.1**  
Blankål-hunner.  
Female silver eels.



Caroline Durif

caroline.durif@imr.no

Anne Berit Skiftesvik

anne.berit.skiftesvik@imr.no

Ålen er en katadrom art: den tilbringer det meste av livet i ferskvann, men gyter i saltvann. For ål vil det si Sargassohavområdet. *Leptocephalus*-larvene, ålens larvestadium, blir transportert av Golfstrømmen mot Europa. Ved kanten av kontinentalsokkelen blir de omdannet til små, gjennomsiktige ål. Det er i dette stadiet, glassålstadiet, de koloniserer kysten og ferskvannssystemene langs kysten i Europa. Ål er blitt funnet oppstrøms opp til 1000 km fra sjøen. Vekstperioden, gulålstadiet, har en svært varierende lengde (5 til 30 år). Selv om gulål er seksuelt differensierte, vil de være umodne og ute av stand til å gyte. Når gulålen har akkumulert et stort nok energilager, vil den bli omdannet til blankål og starte vandrings tilbake til gyteområdet.

I Norge har vi minstemål ved fangst av ål. Ålen må være 40 cm i ferskvann. I saltvann er målet 40 cm for gulål og 37 cm for blankål. I andre deler av Europa kan ål fanges i alle stadier og størrelser, noe den også blir. Fiskeri på europeisk ål er mye mer vanlig enn fiskerier på de andre åleartene. Ålefiske gir inntekt til rundt 25 000 mennesker i Europa. Kommersiell fangst av glassål er i hovedsak lokalisert i Frankrike, Spania, Portugal og De britiske øyer. En ubetydelig del av glassålen går direkte til konsum. Glassålen blir vanligvis solgt til akvakulturformål i Europa og Asia. Produksjonen av europeisk ål i akvakultur i 2000 var den samme for Europa og for Asia, 10 000 tonn hver. For øyeblikket er det Danmark og Nederland som dominerer dette markedet.

Glassål blir også fanget for bruk i utsettingsprogram. Som oftest blir de transportert fra sydlige områder og satt ut igjen i de sentrale og nordlige deler av Europa. I 1980-årene sank kvantumet som ble brukt til utsetting på grunn av høye glasså priser på det internasjonale markedet. Fiske på gul- og blankål foregår over hele Europa og nordlige deler av Afrika, med den høyeste konsentrasjonen i Nederland, Tyskland, Danmark og Sverige. I Skandinavia er det blankål de fleste fisker etter, noe som synes å være en tilpasning til den

lave tettheten i de lokale ålebestandene (25 ål/km<sup>2</sup> landoverflate) i de fleste nordlige land. I Norge er tettheten av ål estimert for Imsavassdraget, og ligger 10–20 ganger under andre europeiske populasjoner. Ved middels tetthet i midtre deler av Europa (400 ål/km<sup>2</sup> landoverflate) konsentrerer fiskeriene seg om gulålstadiet, med blankål som bifangst. Tettheten i typiske områder for glassålfiskerier i de sørvestlige deler av Europa kommer opp i tettheter på rundt 1500 ål/km<sup>2</sup>.

Ålepopulasjonen har gått dramatisk ned siden 1980-årene. De siste data antyder at antallet av ål i stadiet rett etter glassålstadiet er redusert med så mye som 99%. På grunn av ålens diadrome natur (deler av livssyklusen i saltvann og deler i livssyklusen i ferskvann), er den truet av årsaker både i sjøen og i ferskvann. Mulige årsaker til nedgangen kan være utnyttelse av alle kontinentale livsstadier (glassål, gulål og blankål), tap av habitat (spesielt passering av turbiner for utvandrende blankål) og økt predasjon. Andre faktorer, så som forurensning og parasittinfeksjoner, synes å ha en begrenset effekt på de kontinentale stadiene, men har kanskje en forstyrrende effekt på sjøfasen der ålen seksuelt modnes.

#### Summary

The European eel has an extremely wide distribution area; it is found in fresh, brackish and coastal waters in almost all of Europe, and along the Mediterranean coasts of Africa and Asia, and eels are fished at all continental life stages (glass eel, eelver, yellow eel, silver eel). Commercial fisheries for glass eels are mainly located in France, Spain, Portugal and the British Isles. Glass eels are usually exported in Europe and Asia for aquaculture: production of European eel aquaculture in 2000 was 10,000 t for Europe and 10,000 t for Asia. Since the 1980s, the eel population has been severely declining. The latest data suggest that European eelers have decreased by as much as 99%. Because of its diadromous nature (part of the life cycle is in saltwater and part in freshwater), the eel is threatened by both oceanic and continental causes. Suggested causes for this decline are: exploitation of all continental life stages, habitat loss, and increased predation.

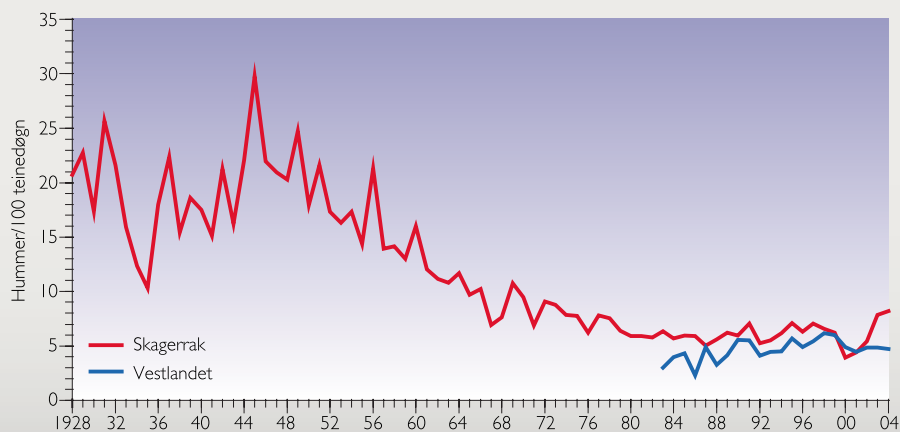
## 2.7

## Hummer



I 1950-årene var Norge det landet i Europa som hadde de største årlige registrerte fangstene av hummer. Denne situasjonen har nå endret seg drastisk, og i vår tid utgjør fangstene et minimum i forhold til historiske tall. Nå er det imidlertid liten tvil om at disse tallene ikke gir et korrekt bilde av situasjonen, ettersom mye av dagens fangster, i motsetning til tidligere, går utenom offentlige omsetningsledd.

**Figur 2.7.1**  
Fangstrate målt i antall hummer per 100 teinedøgn 1928–2004 (data fra 2004 er foreløpige).  
Lobster catch rate (CPUE) in number of lobsters per 100 traps per day along the Norwegian Skagerrak coast, and the west Coast of Norway 1928–2004.



Jan A. Knutsen  
jan.atle.knutsen@imr.no

Ann-Lisbeth Agnalt  
ann-lisbeth.agnalt@imr.no

I 1928 startet Havforskningsinstituttet, Flødevigen innsamlinger over fangst per enhet innsats fra hummerfiskere på Skagerrakkysten. Fra 1980 ble det også foretatt tilsvarende innsamlinger på Vestlandet. Vi har derfor relativt god oversikt over svingningene i hummerbestanden i disse områdene.

I antall hummer per teinedøgn var det en jevn nedgang fra toppåret 1945 til et minimum i 1992. Etter dette var det en ubetydelig oppadgående tendens. Dette året ble minstemålet økt fra 22 cm til 24 cm. I 2000 viste fangst per enhet innsats et sterkt fall til et nytt minimum. Resultatene i 2001 var ikke mye bedre. I 2002 økte fangstene noe, og kanskje kan de dårlige værforholdene i 2000 og 2001 ha virket som en delvis fredning. I 2003 fikk vi en betydelig oppgang i fangstene på Skagerrakkysten, og målingene viser en økning i andelen hummer like over minstemålet. I 2004 fikk vi en bekreftelse på at tallene i 2003 ikke ser ut til å være et engangstilfelle, selv om fangstene gikk litt ned (foreløpige tall fra 2004). Fiskerne melder også om mange undermåls hummer. Alt i alt tyder dette på en økt rekruttering i bestanden. Allikevel – selv om det de to siste årene kan synes å ha skjedd en viss bedring i hummerbestanden, har vi god dokumentasjon som viser at hummerbestanden per 2004 fremdeles ligger på et, historisk sett, relativt lavt

nivå. På Vestlandet ser vi ingen tendens til økte fangster.

Den gradvis forverrede bestandsituasjonen for hummer de siste 30 år har ført til en nærmest kontinuerlig diskusjon mellom yrkesfiskere, forvaltere og forskere om hvilke tiltak som bør iverksettes for å øke bestanden på Skagerrakkysten. I 1992 ble minstemålet for fangbar hummer hevet fra 22 cm til 24 cm. Økt mengde småhummer i fangstene i 2002, 2003 og 2004 tyder på at reguleringstiltakene nå er begynt å virke. Imidlertid er hummerbestanden fortsatt på såvidt lavt nivå at utviklingen må følges over flere år for å se om dette vil bli en stabil økning over tid.

Av de spørsmål som jevnlig har vært diskutert og vurdert, har vært spørsmålet om totalfredning av hummeren, men også hvor raskt en hummerbestand vil bygge seg opp hvis alt fiske med faststående redskap (ruser, teiner og garn) ble stoppet i et begrenset område. Bakgrunnen for dette var dels svenske forsøk som har gitt spennende resultater, men også data fra Norge som viser rask oppgang i hummerbestanden i perioder med lavere beskatning (f.eks. 1940–45).

Havforskningsinstituttet har i 2004 fremmet forslag om fire såkalte hummerreservater på Skagerrakkysten, ett i Østfold, ett i Vestfold og to i Aust-Agder. Forslagene er utarbeidet i samarbeid med lokale myndigheter (Fiskeridirektoratet) og lokale fiskerlag på kysten. Det er vist stor interesse for arbeidet med reservatene både fra fiskere og forvaltning.

### Summary

In the 1950s Norway accounted for some of the highest annual landings of European lobster in Europe. This situation has changed dramatically and today the landings are at a historical all time low level. These numbers do not however represent a correct picture since much of today's catch, contrary to earlier years, is caught by leisure-fishers and thus not recorded through official trading organisations.

# 2.8

## Taskekrabbe



Mengden av de norske leveringene av taskekrabbe passerte i 2004 over 5 000 tonn. Dette er det største registrerte kvantum i Norge til nå, med unntak av en kort, hektisk periode i etterkrigstiden. Potensialet for en videre økning av fangstene ser ut til å være til stede, spesielt på Helgelandskysten. Fisket har etter hvert blitt en viktig del av inntekten for mange fiskere i Kyst-Norge, og rekrutteringen til fisket er økende.

Astrid K. Woll

astrid@mfaa.no  
Møreforskning

Ann Lisbeth Agnalt

ann-lisbeth.agnalt@imr.no

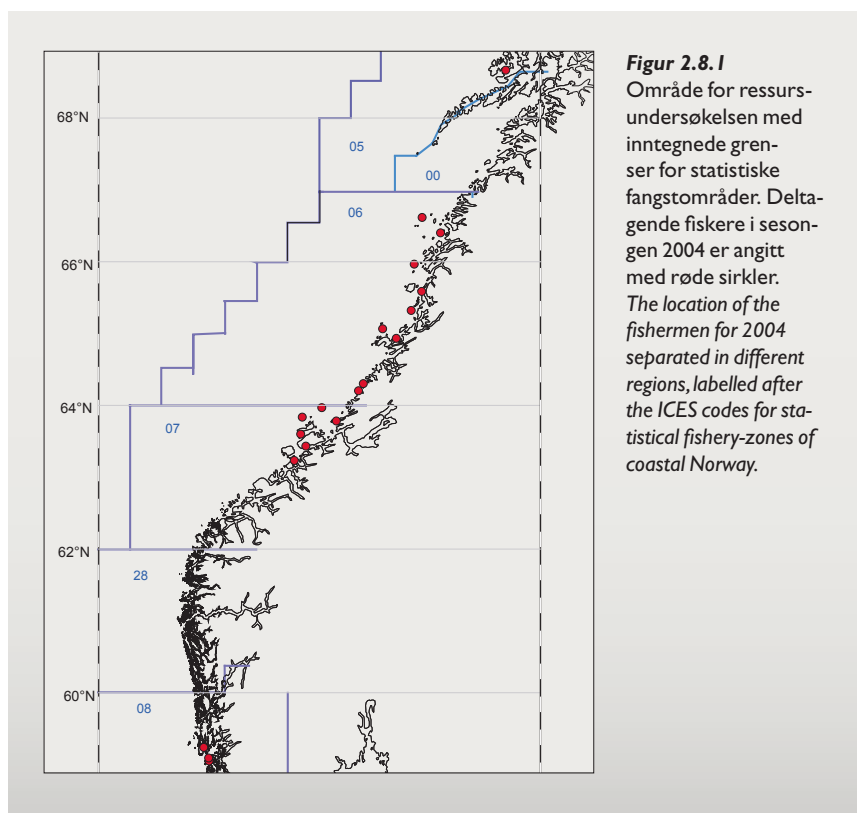
En registrering av taskekrabbebestanden langs norskekysten startet i 2001. Dette var den første systematiske undersøkelsen av denne bestanden. Pilotprosjektet ble avsluttet i 2003. Ut fra erfaringene ble registreringsmetodikken justert og prosjektet videreført i 2004.

Registreringsprogrammet baserer seg på kontraktbaserte fangstregistreringer foretatt av yrkesfiskere. Dagrappporter er innført, hvor dagens fangst og antall teinehal registreres. I tillegg foretas en omfattende

registrering fra et mindre utvalg av fiskernes teiner for vurdering av fangst sammensetningen. Registreringen i 2004 ble foretatt i september, som er den perioden hvor fangstene er mest stabile både med hensyn til mengde og fangst sammensetning. Til sammen 19 fiskere deltok i sesongen 2004: 3 fra Rogaland (område 08), 6 fra Sør-Trøndelag (område 07), 9 fra Nord-Trøndelag og Helgeland (område 06) og 1 fra Vesterålen (område 05) (Figur 2.8.1). Minstemålet i Rogaland er 11 cm skallbredde, mot 13 cm i områdene lenger nord, og dataene er behandlet ut fra dette.

### Rogaland (område 08)

Fangstratene for de ulike registreringsårene varierer. For levert fangst var den 2,6 kg per teinehal i 2004 (Figur 2.8.2). Pro-



**Figur 2.8.1**  
Område for ressursundersøkelsen med inntegnede grenser for statistiske fangstområder. Delta-gende fiskere i sesongen 2004 er angitt med røde sirkler. The location of the fishermen for 2004 separated in different regions, labelled after the ICES codes for statistical fishery-zones of coastal Norway.

**Tabell 2.8.1**

Registrerte landinger (tonn) av taskekrabbe i de ulike salgslagene 1996–2004.  
Brown crab, Norwegian landings 1996–2004.

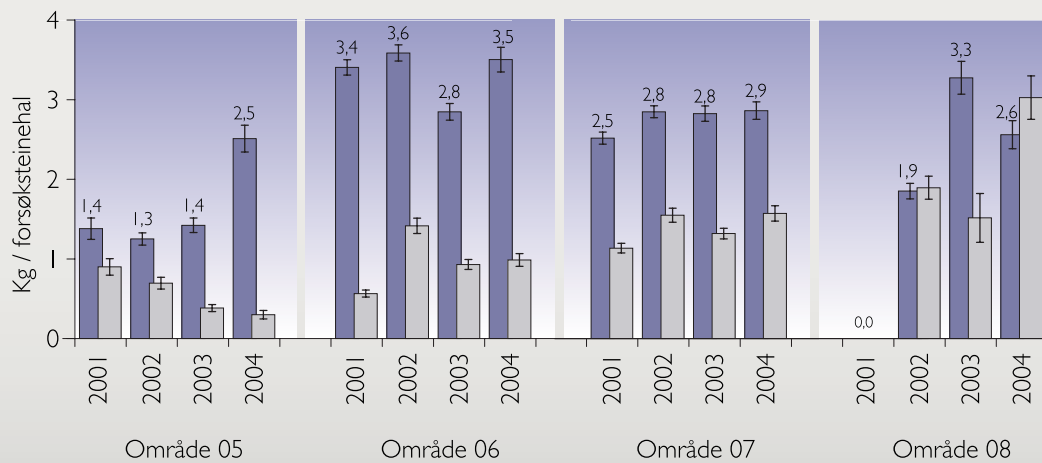
Salgsorganisasjon	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004 <sup>*)</sup>
Norges Råfisklag	1 161	1 362	2 134	1 963	2 187	2 714	3 311	3 780	4 030
Sunnmøre&Romsdal FSL	62	45	52	35	29	87	160	95	28
Vest-Norges FSL	281	323	408	352	306	300	435	621	669
Rogaland FSL	279	389	401	556	382	334	395	434	506
Skagerakfisk	-	-	1	-	-	-	-	2	3
<b>Sum (tonn)</b>	<b>1 783</b>	<b>2 119</b>	<b>2 996</b>	<b>2 906</b>	<b>2 904</b>	<b>3 434</b>	<b>4 301</b>	<b>4 932</b>	<b>5 236</b>

<sup>\*)</sup> foreløpige tall



**Figur 2.8.2**

Fangstrater (kg/teinehal  $\pm$  s.e.m.) beregnet fra forsøkssteinene i de ulike statistiske fangst-områdene sesongene 2001–2004 (september); for landet fangst og for utkast.  
Catch rates as kg/traphaul, divided in discarded crabs (lower legend) and landed crabs (upper legend).



sentvis andel av hunner i levert fangst har vært noenlunde stabil, rundt 50 % i samtlige registreringsår.

Fangstene fra Rogaland har generelt mange krabber per teinehal, opptil 16 krabber i snitt. Krabbene er mindre enn i områdene lenger nord. Fra 40 til 60 % av krabbene i september er utkast, i hovedsak vasskrabber og krabber under minstemål, der vasskrabber utgjør den største andelen.

Få registrerende fiskere i Rogaland, og en del endringer mht. disse, gjør trendene i dataene vanskelig å vurdere. Det store antall krabber under minstemålet kan skyldes en tidligere oppfisking av store krabber (høyt fangsttrykk gjennom flere år). Småkrabbene får da bedre forhold grunnet manglende konkurranse om mat og gode plasser. En annen årsak kan være at fangstområdene til de registrerende fiskerne ligger relativt eksponert. I slike områder er krabben ofte mindre i størrelse, og kjønns sammensetningen i høstmånedene nærmer seg 50/50.

#### Sør-Trøndelag (område 07)

Fangstratene for område 07 har vært stabile i registreringsperioden, med unntak av 2002 da de var lavere (Figur 2.8.2). Andel hunner i levert fangst har minket, fra 74 % i 2001 til 61 % i 2004. Snittvekt for leverte hunner og hanner har også minket. Fangstratene opprettholdes likevel grunnet et større antall leverbare krabber. Området har hatt en økning av antall krabber under minstemål.

Forandringene i 2004 kan skyldes at fangsttrykket er for stort i området. En

annen mulig årsak kan være at hannkrabbe har blitt mer etterspurt, noe som kan ha innvirkning på fiskernes valg av fangstområder. Sesongen 2004 ble det observert at fangstdybden var noe grunnere. Dette påvirker fangstsammensetning. Små krabber og flere hanner oppholder seg grunnere enn de store hunnene. Det er imidlertid grunn til å følge utviklingen i område 07 for å se om resultatet skyldes en for høy beskatning, eller en forandring av fiskernes fangststrategi.

#### Nord-Trøndelag og Nordland (område 06)

For levert fangst var fangstraten i gjennomsnitt 3,5 kg per teinehal i 2004. Dette var tilnærmet det samme som i 2001 og 2002 (Figur 2.8.2). Området har de høyeste fangstratene og den mest stabile fangstsammensetning av alle områdene i registreringsprosjektet. Også i dette området er det imidlertid en trend med minkende andel hunner i fangstene. På grunn av til dels god fortjeneste til fiskerne har det utviklet seg en betydelig interesse for krabbefiske, særlig i Nordland.

#### Vesterålen (område 05)

Området hadde ingen mulighet for levering i sesongen 2004, derfor registrerte kun én fisker. Etter tre år med mer eller mindre forsøksfiske, tyder resultatet fra denne fiskeren på at fangstratene nærmer seg nivået til områdene lenger sør.

#### Oppsummering

I perioden vi nå er inne i, med stadig utviding av fangstfelt og fangsttinnings, er det viktig fortsatt å følge utviklingen av bestanden med rutinemessig registrering.

Ved vurderingen av innsamlet data, ønsker man på denne måten å bidra til at utviklingen i fiske blir forsvarlig.

Registreringene viser store forskjeller i fangstsammensetning mellom områder. Forskjeller observeres også innen områder der fangstsammensetning og kvalitet varierer fra ytre kyststrøk til mer beskyttede områder i fjordene. Resultatet tyder også på at det fremdeles er uutnyttede områder, spesielt i Nordland. Dersom lønnsomheten i næringen skal opprettholdes, er det imidlertid svært viktig at markedet kan ta imot en eventuell økning av fangstmengde.

#### Summary

A total of 5000 metric tonnes of brown crab was delivered to the commercial trade companies in 2004. This is the highest recorded yearly catch in Norway ever except for a short intensive period after WW2. The potential for a further rise in the catch seems to be present. This fishery has become an important source of income for fishermen and the recruitment is rising. In this period of increased catch effort it is important to register the development of the stock to ensure a sustainable development.

LUR-arter er blitt et begrep . . . for noe vi ikke helt har klart å gripe fatt i. Lite Utnyttede Ressurser som ligger foran oss og venter på å bli brukt – fornuftig, målrettet og innovativt. Vi har vært for konservative, vi sløser – både med ressurser og muligheter. Dette skal vi langsamt, men sikkert klare å snu. LUR skal bli prøving, og sikkert også feiling. LUR skal bli verdiskaping og ikke minst en endring av vår bevissthet.

**Figur 2.9.1**  
Sjøpølsefangst i Norge (*Stichopus tremulus*).  
Catch of sea cucumber in Norway  
(species *Stichopus tremulus*).



Per Gunnar Kvenseth

kvenseth@sjomat.no  
Stiftelsen Norsk Sjømatsenter

Stein Mortensen

stein.mortensen@imr.no

#### Behovet for et fokus på “nye arter”

Bruken av ressursene våre er litt for snever. Vi vasser rundt i helsekost, langs hele kysten, og trenger ikke engang en båt for å komme i gang med å høste fra den blå åkeren. Mang en middag kan sikres med fiskestang fra brygga eller svaberget. Også på kommersielt nivå kan og bør vi bli flinkere til å utnytte matfatet. Av de rike marine ressursene langs norskekysten er det fortsatt en rekke arter som enten ikke utnyttes optimalt eller ikke i det hele tatt. Bare 10–15 % av de over 200 artene som vi i dag har oversikt over, utnyttes økonomisk. Hele verdikjeden for fisk og skaldyr er altså bygget opp rundt fangst, produksjon og omsetning av relativt få arter, men i et stort volum. Dette gjør blant annet at

innskrenkninger i kvoter får store konsekvenser for deler av fiskeflåten.

Økt verdiskaping i fiskerinæringen kan blant annet oppnås ved å utnytte flere arter. I blandingsfiske (for eksempel industri-trålfiske og av en del autolinebåter) tas det en rekke arter som i dag ikke utnyttes. Det betyr at en andel av fangstene kasseres. Mye av utkastet er omsettelige fisk og skaldyr, som krever etablering av tilpassede rutiner for håndtering og omsetning i hele verdikjeden. Samtidig kan det etablere seg et skjult fiske etter attraktiv bifangst. Et eksempel på dette er breiflabb, som de fleste steder er en høyt priset, men hardt beskattet art, og vanlig bifangst i for eksempel reke- og krepsetråler.

#### Hva er hensiktsmessig strategi for fangst og omsetning av bifangst?

Det er altså viktig å finne en rett balanse mellom det å unngå for mye bifangst og å få kommersialisert den bifangsten fiskerne faktisk får. Uansett må utkastet reduseres til et absolutt minimum. Hva må det arbeides med for at vi skal oppnå denne balansen? For det første må det hele tiden settes fokus på hva som er hensiktsmessige reguleringer og fangststrategi. Dette er naturligvis alltid fiskeriforvaltningens primære mål. For det andre må en del holdninger endres, både til hva som kan brukes og hva som kan omsettes. For at en ny ressurs skal bli attraktiv, bør den ha høy status i hele verdikjeden. Det å øke kunnskapen om råvarene hele veien “fra dekk til tallerken” er kanskje viktigere enn vi vanligvis tenker over. Det er også viktig å erkjenne at enkelte arter kan være omsettelige selv om mengdene er små. Enkelte fiskeslag – som kveite, steinbit og breiflabb – er omsettelige selv om det kun er noen få fisk i fangsten. Det er mulig å etablere tilsvarende modeller for flere arter. For det tredje må vi naturligvis vise at det lønner seg å ta vare på en større del av fangsten. Her kan det være nyttig å se på hva som omsettes i utenlandske markeder, og regne seg “baklengs” for å se på hva som er mulig å gjøre med de alternative artene. Hvis gapeflyndre har en utsalgspris på ca. 12 euro på spanske markeder, vil det da lønne seg å ta vare på den på dekk på en norsk tråler? Eller hvis tørkede sjøpølser omsettes for et par tusen kroner per kilo i Kina, vil det da lønne seg å ta dem ut av reketrålen, prosessere dem og ta dem hele veien dit? Hvis svarene er “ja”,

så må vi sikre oss at de ulike råvarene blir håndtert rett, slik at de havner ute i markedene med topp kvalitet og optimal pris. Rett håndtering handler om flere ting. For det første naturligvis grunnleggende ting som bløtting, sløyning og vasking, men også etablering av individuelle produksjonslinjer som er tilpasset egenskapene til hver enkelt råvare. Alle arter kan ikke behandles likt. Det er også helt sentralt at fiskemottakene er tilrettelagt for å kunne håndtere nye arter. Og for at de skal tilrettelegge må det finnes et marked – helst både hjemme og for eksport. Alle disse forholdene henger naturligvis sammen. Nøkkelordene er nytenking og kunnskap!

#### Kulturelle forskjeller påvirker ressursutnyttelsen

Når vi skal arbeide med nye arter og produkter, ser vi at ressursutnyttelse er tett knyttet til matkultur. Vi må ta stilling til et nasjonalt forbruksmønster som er styrt av en hel rekke ulike forhold, fra religion, gammel overtro, vaner og uvaner, til knallhard, kynisk påvirkning fra dem som styrer omsetningen av dagligvarer.

I tillegg til våre nasjonale "særegenheter" ser vi to prinsipielt store geografiske forskjeller. Den første er forskjellene nord-sør i Europa. En rekke arter som i dag knapt nok er salgbare i Norge, frembys på markeder i Sør-Europa. Noen eksempler på dette er fiskeslag som knurr, ulke, smørfluyndre, gapefluyndre, lomre, berggylt, hornkjel, fjesing og taggmakrell. Den største forskjellen finner vi imidlertid mellom Vesten og Det fjerne østen. I Østen omsettes praktisk talt alt som kan høstes ut av havet, og en rekke virvelløse dyr som absolutt ikke har noen plass i vår matkultur er høyt skattet. Eksempler på dette er snegler, sjøpølser og maneter. Ved analyser av både europeiske og asiatiske markeder vil vi helt sikkert få identifisert flere arter som er kommersialiserbare.

#### Hva kan vi lære av Islands bifangstbank?

I denne prosessen er det ikke sikkert at vi behøver å begynne helt fra nullnivå, vi kan starte med å se på hva som er gjort i noen av våre naboland. Island er et land det er naturlig å sammenlikne seg med. Islandske farvann har, i likhet med norske, noen få fiskearter som har vært høyt verdsett i uminnelige tider. Alt annet ble ansett som ufisk eller agn og stort sett kastet på sjøen igjen!

På Island er denne situasjonen blitt radikalt forandret. Island innførte en garantert minstepris for såkalte bifangstarter i perioden 1990–1995. Målet var å sikre at all fangst som kom i fangstredskaper skulle utnyttes. Løsningen ble opprettelsen av en

bifangstbank, som skulle kjøpe bifangstarter fra frysetrålerna. Årsaken til dette var at i mange tilfeller var ikke fiskerne fortrolig med håndtering av disse artene. Det ble derfor anbefalt å fryse dem ned slik at de kunne håndteres på en korrekt måte etter levering til mottak. For å gjøre det enklere for fiskerne å gjenkjenne og håndtere de nye artene ble det utarbeidet en håndbok som ble distribuert til fiskerne. Samtidig med disse stimulerende tiltakene ble det innført et totalt forbud mot, og strengere straffereaksjoner på utkast.

Det ble raskt klart at mange av bifangstene utgjorde en betydelig del av fangstene. Når de ble lettere å omsette, ga det også fiskerne en betydelig inntekt. Fiskeindustrien begynte å konkurrere om råstoffet etter hvert som større og mer stabile mengder ble tilgjengelig. Når dette stadiet ble nådd for en bestemt art, trakk den offentlige banken sin garanti, og arten ble definert som kommersiell. Programmet bidro til en betydelig økning i omsetningen av mange arter. I perioden 1989 til 1992 økte fangstene fra 5 500 tonn til 21 000 tonn. Volummessig dominerte artene snabeluer, sjøtunge, gapefluyndre, lomre og vassild. Prismessig dominerte kloskate og havmus med 5–6 US dollar per kilo. For å øke bevisstheten og fokus mot nye/rare fisker ble det årlig arrangert en "rare fiskers uke", der kokker og restauratører presenterte utvalgte bifangstarter på sine restauranter. Dette ble et meget vellykket arrangement som gjorde mye for å stimulere bruken av de gitte artene.

#### Hva skjer i Norge?

I Norge har situasjonen stort sett forblitt uforandret. Kanskje løsningen med bifangstbank kan være en mulig modell for oss også? Vi ser tidvis skandaleoppslag om utkast i stor stil, juks med fangster og ulovlig fiske. Det er lett å være enig i at slikt er helt uakseptabelt. Det skal ikke være lov å drive rovdrift på verdifulle ressurser – eller for den saks skyld å kaste mat i en verden som sulter.

Som for de fleste land blir data om utkast heller ikke samlet inn systematisk i Norge. Havforskningsinstituttet v/ Valdemarsen og Nakken gjorde i 2000 et anslag over hvor stor andel av totalfangsten som ender som utkast, angitt som sannsynlig lav, henholdsvis høy prosentandel. Det understrekes sterkt at dette ikke er tall som er vitenskapelig basert, men likevel kan tjene som veiledende. Anslagene viser at utkastnivået i de norske fiskerier ligger på 50 000–200 000 tonn, som utgjør 2–8 % av totalfangsten. Sett fra et LUR-ståsted er det flere fiskerier med spennende bifangster som er interessante. Noen tusen tonn haifisk og skjellbrosme fra om lag 50

autolinefartøyer kan absolutt være noe å se nærmere på, likeledes fangster fra fisket etter sjøkreps, i industritrålfisket, med videre. Rapporten om utkast i de nordiske fiskeriene er å finne på Havforskningsinstituttets hjemmesider [www.imr.no](http://www.imr.no).

#### Foregangsarbeid hos Møreforskning

Møreforskning i Ålesund er et av de miljøene som har vært aktive når det gjelder arbeid for å kommersialisere nye arter. Miljøet har hatt fokus på dyphavsarter, med forsøksfiske, biologi, redskapsteknologi, råstoffegenskaper og markedsvurderinger som prosjektaktiviteter. Aktiviteten har gitt resultater. I perioden 2001 til 2003 ble det fisket ca. 7 500 tonn dyphavsarter i Nord-Atlanteren, til en verdi av vel 70 millioner kroner. Dette fisket har nå blitt et alternativ for enkelte linefartøyer. Samarbeid med eksportører har gitt regulært salg av flere arter og produktvarianter som for få år siden var nesten ukjente. Dyphavsartene er meget interessante, både på innenlandsmarkedet og til eksport. For artene isgalt, havmus, mora og hai er i det i dag både fangst og omsetning. For flere av artene er det utarbeidet informative produktdatablad, og for isgalt er det utarbeidet et oppskriftshefte. Isgalten er testet ut på 40 anerkjente restauranter i de større byene, i fiskedisker i ulike butikker, under fiskerimesser og matfestivaler – alt med svært positive resultater. Den har lyst kjøtt med mild smak og fast tekstur.

#### LUR-programmet

Som et ledd i arbeidet med å legge til rette for økt verdiskaping, miljøtilpassing, omstilling og nyskaping i fiskeri- og havbruksnæringen, vedtok Fiskeri- og Havbruksnæringens forskningsfond i sin handlingsplan for 2002 å utarbeide et program for bedre utnyttelse av lite utnyttede kystnære ressurser (LUR). Geografisk omfattet dette også Barentshavet og Nordsjøen. Programmet brukes til å stimulere utøvere i fiskerinæringen til å prøve ut nye arter. LUR har hittil gitt midler til prosjekter som arbeider med sjøpølse, kongesnegl og gapefluyndre. I tillegg satses det på å utnytte bifangster fra industri- og reketrål langs hele norskekysten.

En LUR-art er i handlingsplanen definert som en ressurs som:

- i dag utnyttes, men som med hensyn til ressurs, produkt og/eller marked har et uutnyttet potensial (f.eks. taskekrabbe, kamskjell, noen flatfiskarter, m.m.)
- ikke, eller i bare liten grad, utnyttes kommersielt i dag, noen flatfiskarter, skjellarter, m.m.)
- er eller kan være overbeskattet, breiflabb, hummer m.m.
- arter som tas som bifangst og/eller biprodukt

LUR-ressursene er gruppert i følgende hovedgrupper:

- Krepsdyr (taskekrabbe, sjøkreps, etc.)
- Bløtdyr (skjell, snegler, etc.)
- Pigguder (sjøpølser, kråkeboller, sjøstjerner, etc.)
- Fisk (stavsild, skolest, leppefisk, div. flatfisker, etc.)

Hovedmålet med LUR-programmet er å få satt i gang en prosess for utvikling og kommersialisering av lite utnyttede kystnære ressurser som blant annet vil kunne bidra til økt verdiskaping og sysselsetting på grunnlag av de samlede marine ressursene, herunder også økt lønnsomhet for aktørene, og økt kunnskap som kan få betydning for forvaltning av de samlede kystnære ressurser og redusert fangstpress på kvotebelagte fiskerier.

#### Hvilke arter bør vi satse på?

Det finnes ikke midler til å satse tungt og seriøst på alle de LUR-artene som kan tenkes å ha en fremtidig verdi. Det er derfor tatt noen valg i LUR-programmet. Uavhengig av LUR har vi også forsøkt å sette fokus på noen arter som vi mener åpenbart har et potensial. Dette er enten “brukervennlige fiskeslag” eller andre arter med etablerte markeder og høy markedsverdi. I tillegg til de artene som er nevnt over, finnes det en rekke andre fiskeslag med utnyttet potensial. Eksempler er ulike hai og skater, og beinfisk som horn gjel, berggylte, ål, smørflýndre, gapeflýndre, lomre, vassild, kolmule, lysing, isgalt, og en rekke andre andre arter av dypvannsfisk. Vi skal gå nærmere inn på noen få av disse:

#### Flatfisk

Flatfisk er de fleste steder høyt skattede matfisk, men overraskende dårlig utnyttet i Norge. Vi har tradisjoner for å bruke noen få arter, som kveite, rødspette og beskjedne mengder piggvar. I ulike former for blandingsfiske tas det variable kvanta av både smørflýndre, gapeflýndre, lomre etc. Det finnes markeder for disse artene. En av utfordringene ligger sannsynligvis i å få etablert rutiner for mottak som muliggjør levering av variable og ofte små kvanta fra fartøyene. Hvis mottakene håndterer fisken rett og fryser inn etter hvert som det leveres, vil det gradvis kunne bygge seg opp omsettelige kvanta. I tillegg til dette må det naturligvis etableres kontakt med de rette markedene.

#### Berggylte

Berggylten er utbredt langs kysten i hele Sør-Norge, nord til Trondheimsfjorden, og er tallrik fra fjæra ned mot 20 meters dyp. Berggylten er lokalt brukt som matfisk, men mest til fiskesuppe. Det er synd, for berggylte er meget velsmakende. Denne fisken har fått et stempel som “full av



**Figur 2.9.2**  
En LUR trål.

Catch of the day. Trawling in Norway.

bein”. Helt uproblematisk: Med rett filetering blir det ikke et eneste bein tilbake i stykkene – og fileter av berggylte er faste, fine og velsmakende. De kan brukes både til baking, steking og som suppe- eller gratingfisk. Gabriel Scott hadde sin forklaring på hvorfor ikke flere spiser berggylte:

*Som suppefisk er han særdeles fin,  
og hodet smager som sylte -  
ja, var det ikke for kvindfolkets grin,  
så åd en mere berggylte.*

Berggylte og annen leppefisk er imidlertid mye brukt som “rensefisk” i lakseoppdrettsanlegg. Rensefisken brukes både til å holde lakselus under kontroll og redusere problemene med begroing på oppdrettsnøtene. Årlig benyttes det 2–4 millioner leppefisk til dette formålet, fanget og

levert av fiskere langs kysten. Etterspørselen etter den største leppefisken; berggylten, har økt betraktelig de seneste årene. Berggylte av riktig størrelse er en skikkelig “rensemaskin”, som tar store mengder lakselus og i tillegg beiter effektivt på små blåskjell. Ideell størrelse på berggylte er 15–20 cm, og etterspørselen er større enn det fiskerne klarer å levere. Hovedutfordringen ligger i sammensetning av fangstene, for mye av fisken som fanges er rett og slett for stor. Berggylten kan bli opp mot 60 cm og oppnå en vekt på 3,5 kilo. Kanskje 10 % av fangstene ligger innenfor den optimale størrelsen, resten blir utkast, som er lite egnet som rensefisk. Dermed blir fangst og omsetning av berggylte lite lønnsomt for fiskeren, eller meget kostbart for oppdretteren. Derfor har vi begynt å arbeide med tanken om å utnytte stor berg-

gylte som allerede er blitt fanget, til matfisk. "En fisk med praktfulle farger, med karakteristisk smak og full av bein", påstår enkelte som har prøvd ovnsbakt berggylte, grillt berggylte, steikt berggylte og mye, mye mer! Og det er ikke nødvendigvis nordmenn som behøver å spise våre "ny-gamle" eksotiske fiskeslag. Norsk Sjømatsenter planlegger å gjennomføre et markedsmessig fremstøt for berggylte som matfisk, sammen med de beste kokker og matfaglige eksperter som er å oppdrive, i løpet av våren/sommeren 2005. Kanskje det er akkurat det som skal til for å få til lønnsom fangst og omsetning av berggylte, både til rensfisk og matfisk? I neste omgang kan jo dette utløse en interessant utnyttelse av fisken når den har utført jobben som rensfisk, laksen skal slaktes og nota skal ut av sjøen. Kanskje berggylten også kan slaktes og omsettes til priser som utkonkurrerer laksen – hvem vet?

### Sjøpølser

Sjøpølser representerer i dag en utnyttet ressurs i Norge, og sjøpølser som blir tatt – blant annet med reke- og krepsetrål, blir dumpet på havet. Den røde sjøpølsen, *Stichopus tremulus*, er vanlig i våre farvann. Den er vanligvis 10–20 cm lang, og lever på bløt bunn på 20–1200 meters dyp.

I Asia er sjøpølser en delikatesse, og de siste tiårene har det vært en økning i importen av sjøpølser, spesielt til Japan og Kina. Dette skyldes overfiske i egne farvann. Sjøpøsefangsten i verden ble i 1983 anslått til å være 27125 tonn, men hadde i 1988 steget til 120000 tonn. Markedsverdien ble da anslått til 60 millioner US dollar. Prisen på sjøpølser varierer sterkt med kvaliteten på produktet. De forskjellige segmenter av markedet har også sine preferanser. Japanerne foretrekker for eksempel rå sjøpølser, mens kineserne – og også stort sett resten av Asia – foretrekker tørkede, men det er også et marked for frosne sjøpølser. Dette kommer av forskjellige tilberednings-tradisjoner. Generelt kan sjøpølser brukes til alt, enten de spises rå, stekt, kokt, stuert eller i supper. Sjøpølser selges stort sett hele, med innvollene intakte. Disse fjernes først ved tilberedning. Er sjøpølsene tørkede, fjernes tarmene først etter at pølsene har ligget i kaldt vann i minst 12 timer, for deretter å bli kokt i en til to timer før de avkjøles.

Det bør også nevnes at sjøpølser har blitt brukt medisinsk i Asia, da til behandling av leddsmerter. Ellers har sjøpølser generelt et høyt innhold av aminosyrer og har forbindelser som kan brukes i behandling av revmatiske lidelser. Vi

anser derfor sjøpølser som interessante i kartleggingen av forbindelser som har medisinsk virkning. Kineserne har også lenge verdsatt sjøpølsene som et afrodisiakum, og eldre kinesere har også hevdet at de i sjøpølser har funnet kilden til "evig ungdom".

Den dominerende arten i salg verden over er *Stichopus japonicus*. Denne finnes i flere fargevarianter, rød, grønn og sort. *Stichopus tremulus* finnes i norske farvann og er rød på farge. Den deler også det fellestrekk med *Stichopus japonicus* at den har en tykk kroppsvegg. Dette er viktig da det er kroppsveggen og muskelen som utgjør størstedelen av sjøpølsens spiselige deler.

For oss er sjøpølsene en ny råvare. Det kreves derfor helt grunnleggende kunnskapsoppbygging for å kunne etablere en komplett produksjonslinje. Vi er nå i gang med dette, og arbeider med utvikling av produksjonsmetoder tilpasset *Stichopus tremulus*, slik at det ferdige produktet er tilpasset det asiatiske markedet. Det er produsert ulike prøvepartier (saltet, frysetørket, tørket) som er presentert for kinesiske markedskontakter. Etter en samlet vurdering basert på kostnadskalkyler fra norske fiskere, samt pristilbud fra kinesiske aktører og besøk ute i markedene i Kina, er vår konklusjon imidlertid at det lite sannsynlig at det er regningssvarende å eksportere ubearbeidet råvare. Vi ønsker en verdiskaping i den norske produksjonskjeden. En slik tilnærming vil også være i tråd med overordnede fiskeripolitiske målsettinger – nemlig å medvirke til en bedre bruk av marine ressurser, med økt verdiskaping i flere ledd.

### Kunnskapsformidling – lær noe LURt!

Mange av de lite utnyttede artene er nye og fremmede for mange av oss. Derfor har vi kanskje også en sperre for å bruke dem. Mange arter har som nevnt etablerte markeder i utlandet, og kan derfor sannsynligvis eksporteres med en fornuftig fortjeneste. En rekke arter kan imidlertid også godt benyttes av oss selv. De bør inn i den norske matkulturen – og i den norske fiskeindustrien. For å oppnå dette målet er nøkkelordet kunnskap. Vi bør fange opp den islandske modellen med informasjon som gir fiskerne grunnleggende kunnskap om de artene de får i fangsten – om rett håndtering, råvareegenskaper og bruksområder. Våre mål bør gå lenger. Vi vil ha slik kunnskap implementert i skoleverket, og spredt ut til forbrukerne. Vi planlegger derfor både lærebøker, kokebok og informasjonsmateriell om de lite utnyttede ressursene.

### Summary

Less exploited resources (LUR) is seen as a new commercial possibility. Traditionally Norwegians only harvest and consume relatively few marine species and has to a very little degree copied the Japanese or Chinese style of processing and eating almost all possible species from the sea. Only 10 to 15 % of the more than 200 known aquatic species from the Norwegian coast are used today. One way of extending the line of products is to use the side catch in traditional fisheries.

The Institute of Marine Research in Bergen have made calculations over possible side catch that are not commercially used today (Valdemarsen and Nakken, 2000). Their estimates shows a range of 50,000–200,000 tons per year – or about 2–8 % of the yearly total catch. Several of the side catch species give exciting possibilities, looked upon with LUR eyes. One example is several thousands tons of different species of sharks from auto longliners. The total report is available on [www.imr.no](http://www.imr.no).

Many of the LUR-species are new and strange for many Norwegians, and we might have a mental block for the use as food. Many of the actual species, as sea cucumbers, have already an established market abroad, and can possibly be processed and exported with profit. But we should increase our own use also, take it into the Norwegian food culture and into the Norwegian processing industry. To reach this goal – the key word is increased knowledge. We should follow up the Icelandic model with easy available information to the fishermen about LUR species, characteristics, handling, possible use and trading channels. As a coastal nation, we should implement such knowledge into school textbooks, cookery books and spread out information to the consumers. Plans to do this are on their way!

# Kapittel 3

Kysten, vår viktigste åker



Birgit Røe Mathisen

birgitrm@online.no

Frilansjournalist

Hva er de største utfordringene i norsk kystsoneforvaltning? Vi har bedt om innspill fra noen utvalgte politikere.

#### Summary

Norwegian politicians are challenged on what they think is important for the coastal zone management and aquaculture in Norway. Journalist Birgit Røe Mathiesen asks Geir Knutson, leader of County Council for Nordland, Ivar Kristiansen, Member of the Norwegian Parliament and Olav Akselsen, leader of the Parliament Trade Committee.

### 3.1.1 Oppdrett versus turisme



Geir Knutson

Interessekonflikten mellom oppdrett og turisme byr på store utfordringer, mener Geir Knutson, fylkesrådsleder i Nordland.

– Den største utfordringa i kystsoneforvaltninga er interessekonfliktene mellom fritid og rekreasjon og utnyttelse av ressursene, sier Geir Knutson. Han er AP-politiker og leder for fylkesrådet i Nordland, fylkesregjeringen, og skal dermed ha et overordnet blikk på kystsonoplanlegging. Knutson satt også i Distriktskommisjonen.

#### Ingen enkel balanse

Nordland fylke har 25 prosent av kysten i hele Norge, med ei kystlinje på 14 000 kilometer. Åtte prosent av befolkningen er sysselsatt innafor fiskeri- og havbruk. Fylket har de beste naturgitte forutsetningene for havbruk. Lofotfisket er viktig både for verdiskaping og sysselsetting. De biologiske ressursene skal forvaltes godt. Reiselivsnæringa er i vekst, og kystsonen er et svært attraktivt område for friluftsliv og rekreasjon, både for lokalbefolkningen med hytter og fritidshus, og for turister. Her er majestetiske fjell, reint hav, vakre fjorder, rein luft og gamle kulturlandskap som byr på en rad av flotte naturopplevelser. Samtidig ønsker oljeselskapene å utvinne olje og gass i havområdene utafor. Interessene går i sprikende retninger, men alle er viktige for bosetting og sysselsetting i nord.

– Kystsonoplanlegging er ingen enkel balansegang, slår Geir Knutson fast. Vi må finne en god avveining, og kunne bruke den blå åkeren på en fornuftig måte. Men vi har et regelverk som er et godt utgangspunkt for å lage kystsonoplaner. Mange mener at det offentlige ikke skal inn og regulere. Men skal vi sikre en best mulig utviklingsmulighet for alle næringer, så er vi nødt til det, sier han.

#### Vindkraft og turisme

Nordland fylke har vedtatt å satse på reiseliv og turisme. Turistene legger igjen

pengar, og turismen skaper arbeidsplasser. Samtidig profilerer Nordland seg som energi- og vindkraftfylke. Men reiselivsnæringa er ikke delvis begeistra for en skog av vindmøller i områder de skal lokke turistene til.

– Vi vil satse på både vann- og vindkraft, og kanskje også bølgekraft. Sjø i et så plassrikt fylke som Nordland vil det bli ei utfordring i forhold til plassering. Jeg ser ikke for meg at det er noen store konflikter mellom havbruksnæringa og for eksempel vindmøller. Ei vindmølle og et oppdrettsanlegg vil ikke sjenere hverandre. Men i forhold til reiseliv og fritidsbruk er konfliktene større.

– Her har vi ei stor utfordring, ikke minst på Helgelandskysten. Her er det områder som er godt egnet for vindmøller, samtidig har fylkeskommunen et mål om å bygge opp reiselivsnæringa fra Bodø og sørover.

#### Den blå åkeren

Geir Knutson peker på at det er et stort utnyttet potensial for havmat på verdensmarkedet.

– Den blå åkeren har store muligheter for matproduksjon og verdiskaping langs kysten. Det betyr arbeidsplasser, som igjen er viktig for bosetting og tilflytting. Særlig hvis vi får skapt en stabil videreforedlingsproduksjon. Havbruk gir en sikker tilgang på råstoff, og en stabil leveranse av produkter som etterspørres på et kjøpesterkt marked. Matproduksjon i et reint og sunt hav vil ha store muligheter i framtida, mener han.

#### Olje og gass

Men bildet av den rene nordnorske naturen kan svertes av frykten for oljeforurensning. Utafor nordlandskysten ligger store forekomster av olje og gass. På Nordland

VI og VII utafor Lofoten og Vesterålen antas det å være verdier for mellom 300 og 600 milliarder kroner. Foreløpig er ikke disse områdene åpnet for leteboring. Fiskerinæringa frykter at oljeboring i det viktigste gyteområdet for torsk kan få fatale konsekvenser.

– Det første oljeselskapet som opplever ei utblåsing i Lofoten, vil ødelegge for hele næringa. Oljenæringa gjør derfor mye for å ha sikre miljøstandarder.

Det er ikke oljeboring Knutson frykter mest.

– Den største risikoen er knyttet til skips-trafikken langs kysten, uansett om det bores etter olje eller ikke. Oljetransporten fra Nordvest-Russland øker. Her har ikke norske myndigheter den samme muligheten for kontroll som vi har med egen oljenæring.

– Men vi har satt i gang en del, med oljelens, kystovervåking og god slepebåtkapasitet, ut fra en føre-var-tenkning. Et anna tiltak er den nordlige maritime korridor, å lage tydelige seilingsleder lenger ut i havet, med større avstand til kysten, sier han.

#### Trenger fagmiljø

– Hva slags kunnskap har det offentlige behov for i forvaltningen av kystområdene?

– Vi utnytter nettverkene vi har, og trekker inn den fagkompetansen som er nødvendig i forhold til planer. Vi har den gjennomgående kompetansen som er nødvendig, og skaffer oss tilleggskompetanse når vi trenger det.

Men Geir Knutson vil ha mer forskning i Nordland.

– Vi har fått styrket forskningsaktiviteten i Nordland på dette området, og vi ønsker at vi skal få større ansvar. Ei viktig problemstilling som henger sammen med alt dette er bosetting og arbeidsplasser. Vi har ei stor utfordring med å få nordlandsungdom til å vende tilbake etter endt utdanning. Da må vi bygge opp attraktive fagmiljøer, blant anna med tanke på forvaltningen av kysten der vi lever. Dette betyr ikke at vi skal bygge opp noe på siden av de forskningsmiljøene som eksisterer i Bergen og Tromsø. Men vi må komplettere det som finnes, og få til samhandling og samarbeid, mener fylkesrådsleder Geir Knutson.

#### Summary

The conflict of interest between tourism and aquaculture gives great challenges, says Knutson. Nordland County is a beautiful and scenic part of Norway with majestic mountains, clear oceans and clean air that also contains 25 % of the Norwegian coastline. Recreation and growth in tourism are both possible ways to increase income for the scattered population in this part of the country. On the other hand the county has stated that they want to produce electricity by modern windmills and wave engine parks, off the coast lies some of the larger oil reserves in Norway and the possibilities for growth in aquaculture are also possible ways of increasing the income and revenue. Tourists and visible windmills in the scenic countryside are not easily combined. The scare of possible oil spills in the great spawning fields of arctic cod is of concern. International shipping lines off the coast originating in Russia carrying oil is a continuous hazard. The County needs to widen their competence on coastal zone management and an increase in research around these issues to give better advise to the County Council says Knutson.

### 3.1.2 Oppkonstruert konflikt



Ivar Kristiansen

– Konflikten mellom havbruk og turisme er oppkonstruert og overdrevet, mener stortingspolitiker Ivar Kristiansen (H).

Han er ikke i tvil om at havbruket må prioriteres foran reiselivsnæringa.

Vi har ikke råd til å la være. Hvis ikke utenlandske turister tåler å se ei oppdrettsmerd eller et anlegg, har vi mer enn nok av andre tilbud til dem. Havbruksnæringa er utpekt som et nytt økonomisk lokomotiv og er viktig for bosettinga, sier Ivar Kristiansen, 2. nestleder i næringskomiteen. Men han hevder konflikten mellom oppdrett og reiseliv er overdrevet og oppkonstruert av miljøbyråkrater.

– Naturforvaltningsbyråkratiet har fått altfor mange anledninger til å drive omkamp om arealer. Oppdrettsnæringa har vært mye plaget, men nå er det optimisme og ny glød. Det viktigste er stabile rammevilkår.

#### Ingen store areal

– Oppdrettsnæringa har ikke lagt beslag på urovekkende store arealer langs kysten. Den største trusselen langs kysten er fraflyttingsspøkelset. Her kan næringa være en viktig motsats. Men da er det viktig å sikre tilgang til både areal og marked, sier han.

Kristiansen vil ha minst mulig byråkrati og skjemavelde i forvaltningen av kystsonen.

– Vernes det for mye etter ditt syn?

– Vi må være forsiktige. Det har vært en del unødvendige omkamper i vernesaker. Det må vi unngå.

– Oppdrett er også ei næring som forurenser lite. Og den innebærer ingen inngrep i naturen som ikke er mulig å reversere.

#### Kunnskap

– Bosettinga langs kysten er også tuftet på miljøstandarder som ingen stiller spørsmålstegn ved. Markedsføringa av både villfisk og oppdrettsfisk er avhengig av framstillinga av et uplettet miljø og et reint hav. Den som skal gi råd om forvaltningen av disse spørsmålene må selvfølgelig ha den nødvendige kompetansen. Men jeg tror vi har en betydelig areal- og forvaltningskompetanse i norske fylkeskommuner og kommuner, sier han.

– Det er forskning som har gjort Norge til en stor oppdrettsnasjon. Vi må være i tet i verden hvis vi skal klare oss på markedet, både når det gjelder miljø og teknologi.

#### Olje

– Men oljeutvinning kan bety at bildet av verdens reneste hav sprekker?

– Det er en soleklar konflikt mellom olje og fiskeriinteresser. Men jeg mener det er plass til begge deler, og at begge næringer må kunne leve i et slags kompaniskap.



Utfordringa er nok størst i en letefase. Norsk fiskerinæring er avhengig av en tipp topp miljøstandard, og vi tåler ingen katastrofe. Samtidig er det slik at det er oljetransporten langs kysten som utgjør den største trusselen. Oljevirkosomheten i Barentshavet vil øke radikalt, uansett hva vi gjør på norsk side. Vi har ingen kontroll med den russiske oljetransporten. Men Norge kan være med på å sette en miljøstandard, og vi må ha den nødvendige oljevernberedskap på plass, mener Kristiansen.

– Jeg sier ja til både olje og fisk, samtidig som vi skal ha miljøstandarder som til enhver tid holder mål.

#### Summary

The conflict between tourism and aquaculture is constructed and exaggerated says, Ivar Kristiansen. He holds that aquaculture must be prioritised in front of tourism and don't think a tourist will mind a few fish cages out on the sea. Aquaculture is appointed the new locomotive in Norwegian economy after the oil and will be important for the continued settlement on the coast and stop the population moving away. The aquaculture industry has of yet not used too large areas along the coast and he wants a simpler process and less bureaucracy in the

governmental management of the coastal areas. The environmental standards must be kept high and the competence on area planning and administration must be prioritised. The conflict between oil and fisheries and aquaculture is a clear one but there must be room for both. The risk is probably higher in the search for oil situation and the Norwegian fish products relying on their reputation coming from a clean ocean cannot afford an oil disaster. An environmental standard and a state of readiness in case of an oil spill will be important.

### 3.1.3 Fiskerne den største trusselen



Olav Akselsen

– Fiskerne har utgjort et større problem for fiskerinæringa enn oljevirkosomhet, sier Olav Akselsen, AP, leder for Stortingets næringskomité. Han mener nye oppdrettsarter kan styrke det økologiske mangfoldet.

– Overfisket har vært en større trussel enn utslipp og miljøtrusler. Silda er overfisket, det samme er nordsjøtorsk og østersjøtorsk. Ei sterk næring og mangel på kunnskap har vært det største problemet for fiskeriene, sier Akselsen.

– Men faren for den typen kollaps er nok betydelig mindre nå enn før. Samtidig er det en reell diskusjon mellom fiskere og forskere om hvor mye uttak som tåles. Ingen tjener på at vi høster mer av ressursen enn den tåler.

Akselsen mener det ikke trenger å være de store konfliktene mellom olje og fiskeri ved ordinær drift.

– Vi har lang erfaring fra Nordsjøen med stadig strengere miljøkrav. I Barentshavet har vi et nullutslippskrav i produksjonsfasen.

#### Styrke økologisk balanse

Olav Akselsen slår fast at havbruket har en viktig plass i den norske kystsonen.

– I starten tiltok den seg plass, uten at det var politisk bestemt. Lokale pionerer gikk foran, etter hvert ble det lagt politisk vilje bak. Han mener oppdrett av nye arter kan styrke de ville populasjonene.

– Vi har mye areal hvor det ligger godt til rette for produksjon av skjell og kvitfisk. Med oppdrett av disse artene vil behovet for uttak av truede arter villfisk bli mindre. Dermed kan de være med på å styrke den økologiske balansen. Kanskje kan vi også hente kunnskap fra oljenæringa om flytende installasjoner, og flytte en del anlegg lenger ut. Dermed unngår vi en del konflikter i kystsonen.

– Det er også et politisk ønske om å ha ei spredt bosetting. Oppdrettsanlegg kan ikke sentraliseres, de må ha en lokal geografisk plassering, dermed betyr næringa mye for bosetting og arbeidsplasser.

#### Oppdrett og vern

Olav Akselsen mener at å finne den rette balansen er den viktigste utfordringa i forvaltningen av kysten.

– Vi skal sikre det biologiske mangfoldet, og samtidig gi rom for næringar som i en del tilfeller truer mangfoldet. Det er ikke alltid like lett.

Han hevder at de sterkeste interessekonfliktene ligger mellom oppdrett og verneinteresser.

– I begynnelsen var det nok mye bonanza i både næringa og forskningen. Det var mye fokus på det som var i merdene, og lite på miljøet i havet. I dag er det nok mer balansert. Men det hadde vært en fordel å vite i større grad hvordan miljøet i havet påvirkes, og dermed kunne slå fast hvilket omfang vern bør ha.

#### Summary

The fishermen have made a larger negative impact on the fisheries than the oil industry, says Olav Akselsen. A well-organised and strong fishery fleet and lack of knowledge has led to massive overfishing in several fish populations. Better communication between fishermen and researchers is improving the situation. The conflict between fisheries and oil production in ordinary running shouldn't be a problem based on the experience from the North Sea. Aquaculture has an important place in the Norwegian coastal zone. Production of white fish and shellfish could help the ecological balance on already threatened stocks. To find the right balance is the challenge for the coastal zone management. To ensure the biological diversity and give room for commercial growth of aquaculture is not an easy task. Akselsen thinks the main controversy is between commercial interest and the protection forces. It would be an advantage to know more about how the environment in the sea is affected to decide the extent of protection needed.

# 3.2

## Turistfiske utenfor kvoter og reguleringer

All høsting av havets ressurser er i Norge underlagt strenge reguleringer fra forvaltningens side. Turister fisker år om annet opp mot 10 000 tonn fisk uten at det er avsatt kvote til dette fisket. En samlet vurdering av verdiskapingen knyttet til dette fisket viser at denne aktiviteten gir langt mer til samfunnet enn om fisken var fisket av yrkesfiskere. Skal vi forvalte denne aktiviteten – og hvordan kan en slik forvaltning utformes?

**Jakob Gjøsæter**

[jakob.gjoesaeter@imr.no](mailto:jakob.gjoesaeter@imr.no)

**Knut Sunnanå**

[knut.sunnanaa@imr.no](mailto:knut.sunnanaa@imr.no)

Alt fra de første nordmenn som bodde langs kysten begynte med fiske for å tjene penger til livets opphold, var det forskjell på dette fisket og det fisket de drev hjemmefra til matauk for seg og sin familie. Slik er det også i våre dager – fritidsfiske er en aktivitet mange driver for matauk og hygge. I de seinere år er det også etablert flere bedrifter langs kysten som tilbyr turister å drive fiske.

Turistfiske er en næring i rask vekst, og er forventet å bli en meget viktig næringsvei med store økonomiske ringvirkninger i mange kystsamfunn. Turismens uttak av fisk og arealbruk langs kystlinjen kan ha betydelig virkning på lokale fiskeressurser, og kan derfor komme i konflikt med lokale fiskerinteresser. Denne næringen

kan også være med å øke presset for å få bygge overnattingsplasser, kaianlegg og mottak for fisk i strandsonen og kan derfor komme i konflikt med miljø- og naturverninteresser.

Ifølge en undersøkelse som ble publisert i 2002 (Hallenstvedt & Wulff 2002), er det over 900 bedrifter i Norge som tilbyr turistfiske, og antall fisketurister ble anslått til ca. 190 000 per år. De beregnet at utenlandske fisketurister tar 12 000–15 000 tonn fisk per år og har et konsum på 2,2–2,4 milliarder kroner. Av dette beløpet regner man at ca. 435 millioner går til fiskeribedriftene. Cape Gemini Ernst & Young (2004) som bl.a. gjorde en rekke intervjuundersøkelser, kom til at tallene for fangst måtte nedjusteres noe, og antyder fangsttall mellom 6 og 9 tusen tonn i året. Likevel er dette svært høye tall.

Det er vanskelig å sammenligne “verdien” av fisk tatt av turistfiskere med verdien av den fisken som tas av profesjonelle fiskere. Løse anslag tyder imidlertid på at et kilo fisk tatt av en turist kan gi opp mot ti ganger høyere verdiskaping enn en kilo som tas av fiskere (Cape Gemini Ernst & Young 2004). Det er også vanskelig å sammenligne fritidsfiske og turistfiske. Fritidsfiske er først og fremst et tilskudd til kosten for mange, og det gir ingen arbeidsplasser lokalt. Turistfiske er derimot en næringsvei som genererer arbeidsplasser med utgangspunkt i verdien av å få lov å fiske. Derfor kan det være riktig å vurdere turistfiske først og fremst opp mot andre næringer som benytter kystsonen og dens ressurser.

Utredningen “Kartlegging av arealbrukskonflikter i kystsonen”, gjort på oppdrag fra Fiskeridepartementet i 2002, gir en del synspunkter på forholdet mellom turistfiske og yrkesfiske og havbruk.

Den finner at konfliktnivået mellom fritids- og turistfiske og fiskerinæringen, generelt blir vurdert som moderat, men problemene varierer svært mye langs kysten. Konfliktnivået med havbruksnæringen er mer beskjedent, men også dette regnes som stort i Rogaland og på Sørlandet.

I forhold til yrkesfiske mener de fleste at uoverensstemmelser med fritids- og turistfiske kommer mer som følge av en

**Tabell 3.2.1**

Noen aktuelle interaksjoner i møtet mellom turister og fiskere.

*Possible interactions between fishermen and tourists, their effect and suggested reactions.*

Forhold	Effekt	Virkemiddel
Fiskere og turister konkurrerer om samme fisk	-	Det viktigste er å begrense uttaket av småfisk ved opplysning, holdningskaping og regelverk. Maksimalgrense for landing kan være aktuelt for torsk og andre stasjonære fisk.
Fiskere og turister konkurrerer om fiskesteder	-	God merking av fiskernes redskaper og forbud mot å fiske nær disse. (Tilsvarende som for havbruksinstallasjoner.)
Turister skader fiskernes redskaper	-	God merking av fiskernes redskaper og forbud mot å fiske nær disse. Erstatningsansvar ved skade. God merking av turistfiskernes båter, slik at disse kan gjenkjennes.
Turistfisket øker interessen for fisk, og kan derfor få folk til å kjøpe mer fisk fra fiskerne	+	Mulighet for lokal omsetning av fisk til nærliggende fiskebruk samt økt salg av fisk til turister og restauranter
Turistfisket øker interessen for fisk, og kan derfor gi positiv oppmerksomhet også til fiskerinæringen	+	Eksportutvalget for fisk kan koble sammen turistfiskelokaliteter med norsk fisk i markedene – gjenkjenning og positiv holding
Turistfiskerne kan gi fiskerne arbeid med opplysning og veiledning	+	Lokale fiskarlag kan utarbeide ressurs- og aktivitetskart som kan brukes i kystsonenplanlegging
Turistfiskerne kan gi fiskerne arbeid ved å ta dem med ut i båt	+	Enklere regelverk for å ta med turister om bord. Turistanlegg har nødvendig utstyr og gir sikkerhetsopplæring for “turist”-mannskapet.
Positive holdningskampanjer rettet mot turistfiskere, kan også slå positivt ut for lokale hobbyfiskere	+	Sikkerhetstiltak og opplæring i ansvarlig fiske også for fritidsfiskere

ressurskonflikt enn en arealkonflikt. Kystfiskerne mener at fritids- og turistfiske går sterkt ut over bestandene av kysttorsk, bunnfisk og hummer. Mange lar være å følge tids- og redskapsbegrensningene, og det eksisterer fortsatt ikke noen effektiv kontroll med virksomheten.

Fylkesfiskarlagene vurderer generelt konfliktnivået som høyere enn forvaltningen. Selv om mange mener de reelle konflikten sannsynligvis er størst med fritidsfiske, er turistfiske mer til ulempe og irritasjon. Det blir opplyst at dårlig lokalkunnskap og manglende sjøveit er medvirkende årsaker til dette. Flere fylkeskommuner, Fiskeridirektoratets regionkontorer og enkelte fylkesfiskarlag mener det bør være plass til både yrkes-, fritids- og turistfiske langs kysten, og det blir sagt at turistfiske som regel er til større fordel enn ulempe for kystsammfunnene.

Norges Turistråd opplyser at de er interessert i et nært samarbeid med både fiskerinæringen og fiskeriforvaltningen. De opplyser at de ikke vil markedsføre turistfiske som "matauk", men mer som en familieaktivitet. De vil i større grad forsøke å bidra til å spre turistfiskerne etter ressurstilgangen. I den forbindelse opplyses det at turister vanligvis er lite interessert i fiske med teiner og andre passive fiskeredskaper, og de bidrar derfor ikke til å redusere for eksempel hummerbestandene. Turistrådet opplyser også at yrkesfiske og oppdrett ikke er noen ulempe for reiselivsnæringen, snarere tvert imot. Turistrådet mener at også turistfiske og reiselivsnæring betyr svært mye for mange kystsammfunn, og henviser bl.a. til rapporten fra Norges fiskerihøgskole som viser at verdier for 2 milliarder kroner årlig legges igjen i norske kystsammfunn, som følge av turistfiske. Det blir også lagt vekt på at det er sammfunnsøkonomisk svært lønnsomt å la turister fange deler av fiskebestandene langs kysten.

Denne utredningen fra Fiskeri- og kystdepartementet fokuserer på mulige negative interaksjoner, men det er også muligheter for klare positive samspill. Ut fra dette, og samtaler med fiskere og representanter for turistfiskeanlegg, kan en sette opp en liste over noen aktuelle interaksjoner.

De tre første forholdene er dels basert på arealkonflikt, dels på ressurskonflikt.

Ressurskonflikten kan reduseres med flere virkemidler:

- Opplysning og holdningsskaping med sikte på å spare småfisk og rette innsatsen mot stor fisk. Gi opplæring i hvordan fisken skal håndteres for å overleve ved gjenutsetting.

- Opplysning om hvor og hvordan man finner den store fisken og unngår de små. Lage kart og tidsangivelser for hvor og når fisken kan tas uten å komme i konflikt med yrkesfiskere.
- Rette turistfiskernes oppmerksomhet mot arter som tåler beskatningen; hyse, sei, makrell, berggyllt, lusuer etc. Presentere nye og spennende arter ved at turistene får servert denne fisken på restauranter og kafeer.
- Kontroll av at redskapsbegrensninger overholdes. Veilede om hva slags redskaper som er fornuftig til forskjellige fiske.
- Påse at regler for tillatt utførselsmengde av fiskefileter overholdes. Fokuserer på gleden ved å tilberede og spise fisken mens man er på ferie, og stimulere til at turistene kjøper mer norsk fisk når de kommer hjem.

I noen tilfeller kan også utsetting av fisk, for eksempel torsk, for å gjenoppbygge eller supplere en overbeskattet bestand være av verdi.

Arealbrukskonflikter fremstilles i flere tilfeller som mer alvorlige enn ressurskonfliktene. Det klages over at turistfiskerne fisker for nær stående fiskeredskaper og i enkelte tilfeller ødelegger redskapene. Det finnes også rapporter om turister som fisker svært nær eller til og med oppe i merder for oppdrett av laks og ørret.

Dette problemet må løses fra to sider. Fiskerne kan merke redskapene sine slik at det er lett å se dem og vite hvor de står. Turistene kan instrueres om ikke å komme nær slike redskaper, og pålegges erstatningsansvar dersom de skader redskap eller fangst. Det kan være en fordel om turistanleggene har lett gjenkjennelige båter, og at disse utstyres med tydelige navn eller nummer, slik at de som skader andres redskaper lett kan identifiseres og ansvarliggjøres.

Som næringsdrivende må turistanleggene, båtutleiende og andre som driver med turistfiske gjøres ansvarlige for eventuelle skader virksomheten fører til. Obligatoriske forsikringsordninger må vurderes og sikkerhetsforskrifter må utarbeides.

De neste og mulige positive forholdene kan deles i tre:

- Informasjon om fisk som ressurs og som mat, primært rettet mot turistnæringen, kan gi positive holdninger til fisk og fiske. Dette kan gi økt omsetning av fisk ved at turistene tar de positive holdningene til norsk fisk og Norge med seg tilbake til sine hjemland.
- Turistnæringen kan bruke fiskere aktivt i næringen sin ved å ansette dem eller

gi dem oppgaver. Dette kan være oppgaver av to typer; de kan gi veiledning om hvor og hvordan en best kan fiske og om hvordan en kan ivareta fiskeresursene på best mulig måte, og de kan ta turistene ut til fiskeplasser, enten på egne båter eller som førere og guider på andre båter. Dermed kan fiskerne få et utvidet næringsgrunnlag ved at de også er aktive i turistnæringen.

- Informasjon og holdningsskaping arbeid rettet mot turistnæringen kan ha ringvirkninger ved å gi andre hobbyfiskere mer kunnskap og mer positiv atferd. Dette vil også indirekte komme fiskerinæringen og de profesjonelle fiskerne til gode.

For forvaltningen vil det være viktig å kunne hente data både om fisket og fangsten. Det kan være at også forskere skal involveres for å spre kunnskap – både til næringens utøvere og kanskje direkte til turistene – samtidig som de kan lage opplegg for å samle inn biologiske prøver. Da kan det bli mulig å utarbeide oversikter over de lokale bestandenes utvikling og hvilken betydning turistenes fangst har for fiskernes ressursgrunnlag.

Det har vært sagt fra alle som har arbeidet med mulige problemer knyttet til turistfiske, at denne gruppen turister er mer betalingsvillige enn gjennomsnittsturisten. Det bør da være mulig å tenke seg at en mer interessant ferie gjennom at turistene får tilført kunnskap, at de kommer i nærmere kontakt med befolkningen – ja, rett og slett får oppleve noe andre turister bare må se langt etter – og kan tilføre kystens befolkning store verdier. For oss havforskere som mener at alle bør få et nærmere forhold til den fantastiske naturen vi har i kystsonen, synes turistfiske å være en gylden anledning til å fremme en slik utvikling.

### Summary

All harvesting of fish and shellfish resources in Norway is subject to rigid regulations. Tourists annually catch close to 10,000 tonnes of fish and there are no quota regulations of this fishery. A total evaluation on this fishery indicates that the value added to the community per kilogram fish caught may be as much as ten times that of the traditional fishery. How should then this fishery be managed – and which are the positive gains to society from these tourist activities?

Et rådgivende utvalg har foreslått 36 områder som tilrås tatt med i første fase av en nasjonal marin verneplan. Områdene spenner i størrelse fra 5 til 3 450 km<sup>2</sup>, og de fleste ligger i kystsonen. Representativitet og særegenhet har vært hovedkriterier ved utvelgelsen av områdene, som til sammen utgjør et godt og balansert utvalg av norsk undersjøisk natur fra kysten og norsk territorialfarvann. Hovedformålet er å beskytte det undersjøiske landskapet med tilhørende artsmangfold i områdene. I tillegg skal de tjene som referanseområder for forskning og overvåking, bl.a. i forhold til å vurdere grad av menneskelig påvirkning fra fiskeri, havbruk og andre aktiviteter i kystsonen.

Hein Rune Skjoldal  
hein.rune.skjoldal@imr.no

#### Arbeidet med marin verneplan

Et rådgivende utvalg for marin verneplan har nå sluttført sitt arbeid med tilråding til myndighetene om etablering av et sett av marine verneområder i norske kyst- og havområder. Det rådgivende utvalget var sammensatt av representanter fra fem direktorater (bl.a. Fiskeridirektoratet og Direktoratet for naturforvaltning), to næringsorganisasjoner (Norges fiskarlag og Norske fiskeoppdretteres forening), to naturvernorganisasjoner (Norges naturvernforbund og WWF), samt tre medlemmer fra forskningsinstitusjoner (deriblant leder for utvalget, Hein Rune Skjoldal fra Havforskningsinstituttet).

Rådgivende utvalg har foreslått at 36 områder bør tas med i en første fase av marin verneplan. Disse områdene spenner i størrelse fra 5 til 3.450 km<sup>2</sup> og utgjør til sammen ca. 16 000 km<sup>2</sup>. Utvalget har også gitt tilråding om verneformål, verneform og behovet for restriksjoner på menneskelige aktiviteter i områdene.

Arbeidet med marint vern har vært en lang prosess som startet for snart 20 år siden. I 1987 satte Miljøverndepartementet ned en arbeidsgruppe (ledet av Arne Bjørge, Havforskningsinstituttet) som fikk i oppgave å foreslå strategi og retningslinjer for utvelgelse av områder som kunne inngå i en marin verneplan. Et nytt utvalg, ledet av Torleiv Brattegard fra Universitetet i Bergen, fikk så i oppgave å identifisere kandidatområder til en slik verneplan. Brattegard-utvalget gjorde en meget grundig jobb med å oppsummere kunnskapen om forekomsten av dyr og planter langs kysten, samt en fylkesvis gjennomgang av kandidatområder som kunne kvalifisere til å inngå i en verneplan.

Brattegard-utvalget leverte sin rapport i 1995 (DN-rapport nr. 1995-3). Etter dette fulgte en politisk fase med diskusjon om avveining mellom vern og bruk. Stortingsmelding nr. 43 (1998-99) "Vern og bruk av kystsona" gav avklaring på dette. I denne meldingen legges det føringer på at vernet ikke skal være strengere enn nødvendig, og at kombinasjon av vern og bruk skal benyttes hvor det er mulig. På bakgrunn av denne avklaringen ble arbeidet videreført med nedsetting av det rådgivende utval-

get som er nevnt ovenfor. Dette utvalget startet sitt arbeid i mai 2001 og leverte sin endelige tilråding i juli 2004.

I Stortingsmeldingen "Rent og rikt hav" (nr. 12, 2001–2002) ble arbeidet med marint vern beskrevet. Det arbeidet som pågår nå utgjør fase 1. Det rådgivende utvalget har karakterisert sitt forslag som et rimelig godt og balansert utvalg av norsk undersjøisk natur fra kysten og territorialfarvannet. Det videre arbeidet i fase 1 er nå at forslaget vurderes av Miljøverndepartementet i samråd med andre berørte departementer. Direktoratet for naturforvaltning vil deretter sammen med Fiskeridirektoratet og andre etater, utarbeide konkrete forslag til vern av de enkelte områdene inklusiv lovhjemmel og utkast til forskrifter. Disse forslagene vil så sendes på nasjonal høring, og høringsresultatene vil vurderes før eventuelle vedtak om vern treffes. For store områder (>500 km<sup>2</sup>) er konsekvensvurdering påkrevd før forslag sendes på høring.

Etter fase 1, som er antydnet ferdig i 2007, er det skissert en fase 2 der det totale vernebehovet skal vurderes og planen eventuelt suppleres. Det rådgivende utvalget har i februar 2005 som avslutning på sitt arbeid, gitt råd til arbeidet i fase 2. Utvalget peker på noen konkrete behov for suppleringer av verneplanen med områder fra kysten. Ut over dette vil hovedfokus for fase 2 være på å utvikle verneplanen for sokkel- og havområdene i norsk økonomisk sone utenfor territorialfarvannet (12 nautiske mil).

#### Foreslåtte marine verneområder

36 områder er foreslått å inngå i fase 1 av marin verneplan. Disse områdene strekker seg fra Østfold i sør til Finnmark i nord og fra indre fjordområder til ytre sokkel og kontinentalskråning. Hovedparten av områdene ligger i kystsonen.

I vurderingene og prioriteringene ble kandidatområdene gruppert i seks kategorier:

- Poller
- Strømrrike lokaliteter
- Spesielle gruntvannsområder
- Fjorder
- Åpne kystområder
- Transekter kyst/hav og sokkelområder

To hovedkriterier ble brukt ved utvelgelsen av områder:

- Representativitet
- Særegenhet

Brattgard-utvalget delte norskekysten inn i tre biogeografiske subprovinser basert på artsmangfoldet av planter og dyr. Disse subprovinsene var Skagerrak, Vest-Norge og Finnmark, med grenser ved Lindesnes og LoppHAVet. Ved vurdering av representativitet er disse subprovinsene lagt til grunn. Vestnorsk subprovins er lang, og her er også kystavsnitt innen subprovinser brukt ved vurderingen.

Artsmangfoldet i norske kyst- og havområder er bare overfladisk kartlagt og kjent. Vi kjenner de fleste arter som er vanlige og tallrike på bunn som egner seg for innsamling med grabb, trål og lignende redskaper. Grabb tar bare små utsnitt fra store arealer. Trål fanger større organismer, mens småformer går gjennom trålposen. Det er bare en ørliten del av bunnen som er sett gjennom kamera og ved dykking, og mange små dyr blir oversett ved denne typen registrering. Vi må derfor forvente at et stort antall mindre vanlige eller sjeldne dyr ikke er oppdaget og beskrevet for vitenskapen enda.

Det rådgivende utvalget la til grunn en strategi ved vurdering av representativitet og særegenhet hvor geologi og geomorfologi ble brukt som grunnlag. Hovedtrekkene i geologi og geomorfologi er kjente, og detaljer kan fås fra detaljerte bunnkart med informasjon om dyp og bunnens beskaffenhet. Vi kjenner på generelt grunnlag at det er en sammenheng mellom forekomst av bunndyr og bunntype, f.eks. mellom hardbunn og bløtbunn og for bløtbunn, mellom mudderbunn og sandbunn. Vi kan derfor forvente at det er en sammenheng mellom bunntyper som gjenspeil i geomorfologi og utbredelse av arter og artsmangfold.

Poller er en vanlig naturtype langs norskekysten. Forslaget til verneplan inneholder fem spesielle poller. Framvaren er en nesten helt avstengt fjordarm innenfor Farsund i Vest-Agder. Dette er et ekstremt miljø med ingen utskiftning av bunnvannet, noe som har gitt verdensrekord i høyt innhold av hydrogensulfid. Her lever i hovedsak bare mikroorganismer som er tilpasset et slikt miljø uten oksygen (anaerobt). Anaerobt miljø finnes også i Rossfjordvannet i området Rossfjordstraumen i Malangen i Troms. Dette er en fjordarm som er i ferd med å bli avstengt på grunn av landheving, og sjøvann renner inn gjennom Rossfjordstraumen over et bredt tidevannsområde bare i en kort periode omkring høyvann. Overflaten i Rossfjordvannet er nesten rent ferskvann. I et tynt skikt mellom overflaten og det anoksiske

og sulfidholdige vannet under 12-15 m dyp lever her en egen lokal sildestamme. De tre andre pollene er Lindåspollene (og Lurefjorden) i Hordaland, Borgenfjorden inne i Trondheimsfjorden og Kaldvåg-fjorden–Innhavet i Hamarøy i Nordland.

Strømrrike lokaliteter er meget vanlige mellom øyer og sund i skjærgården, og mange slike lokaliteter inngår i de større områdene foreslått i kategoriene åpne kystområder og transekter kyst/hav. Fem strømrrike lokaliteter er valgt ut spesielt. Den mest kjente er Saltstraumen innenfor Bodø. Denne er en turistattraksjon med strømhastigheter opp i 20 knop. Tre lokaliteter ligger i Trondheimsfjorden. Skarnsundet er et dypt sund som utgjør forbindelsen til det innerste fjordavsnittet (Beitstadfjorden). Tautraryggen ligger lenger ute som en morenerygg på tvers av fjorden ved Tautra. Her finnes den grunneste (30 m) kjente forekomsten av dypvannskorallrev (*Lophelia*). Rødberg er en undersjøisk bratt fjellskråning på nordsiden i svingen mellom det ytre og midtre avsnittet av Trondheimsfjorden. Her finnes det en rik korallfauna. Det siste området i denne kategorien er Rystraumen like sør for Tromsø.

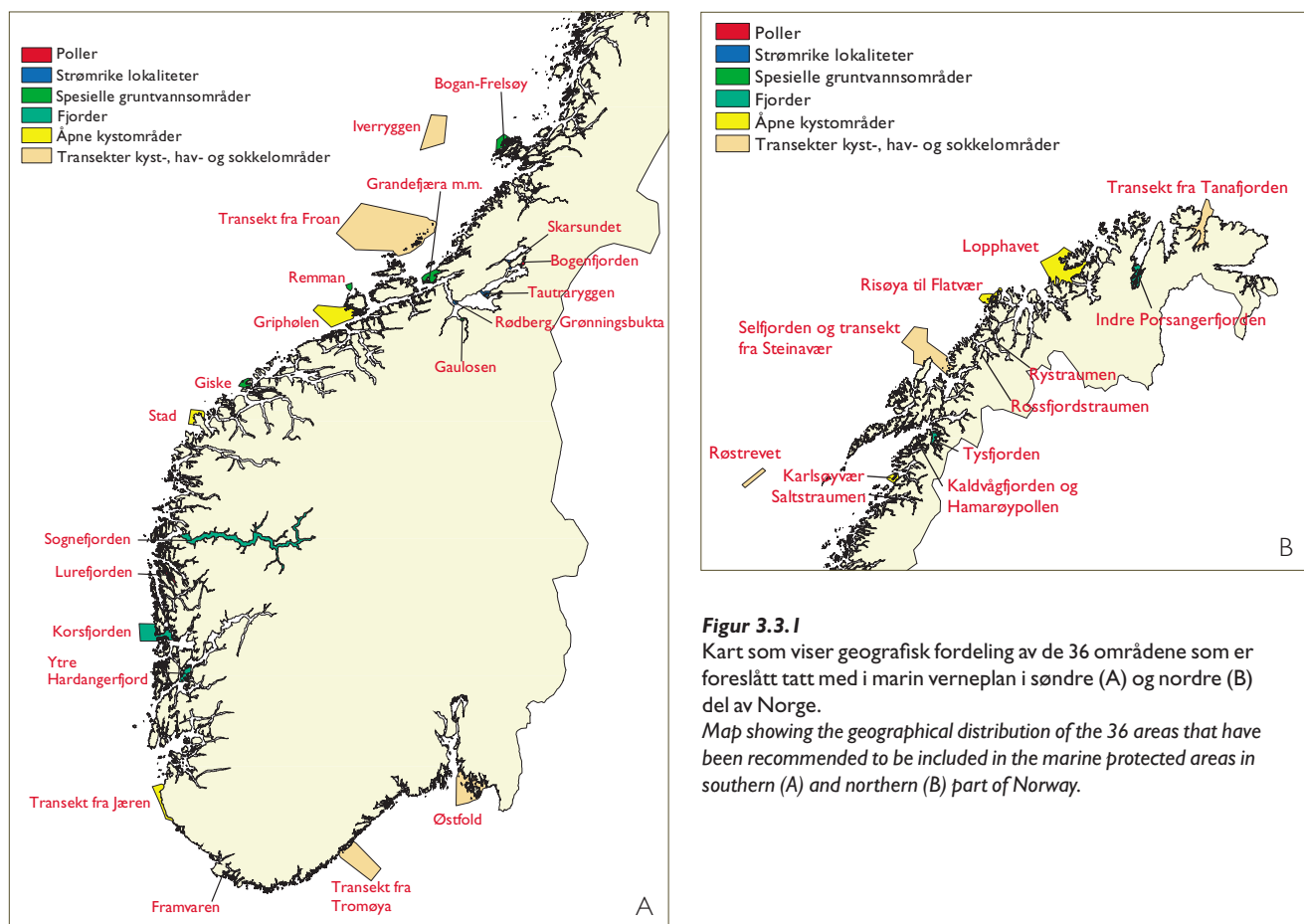
Forslaget til verneplan inneholder fem spesielle gruntvannsområder. Disse ligger alle i Møre og Romsdal og Trøndelag. Dette gjenspeiler det forholdet at det finnes mange og store gruntvannsområder i denne landsdelen. Giske er et område med mye sandbunn ved Valderøy og Giske utenfor Ålesund. Remman er et grunt og eksponert platå med storvokst tareskog på vestsiden av Smøla. Grandefjæra (med Innstrandsfjæra og Kråkvågsvaet) er et område med store, grunne partier utenfor Ørlandet. Dette er bl.a. et viktig område for fugl. Gaulosen er elvedeltaet for Gaula som renner ut i Trondheimsfjorden like ved Heimdal sør for Trondheim. Det siste området i denne kategorien er Borgan–Frelsøy i Ytre Vikna. Her er det langsgående grunne strukturer med dype renner imellom i en berggrunn bestående av skifer. Store grunne partier inngår også i de fleste av de åpne kystområdene omtalt nedenfor.

Det er foreslått åtte områder i kategorien fjorder. Det største av disse er Sognefjorden som er selve kongen blant fjorder. Når vi krysser den med ferje tenker vi gjerne ikke over at Sognefjorden er et eneste geologisk fenomen på verdensbasis. Den skjærer seg som en buktende og dyp renne mer enn 200 kilometer inn i landet. Dypet er 1200–1300 m over en lang strekning, og bunnen er flat og dekket av et tykt lag med breslam. Fra denne flate bunnen reiser fjordsidene seg bratt oppover og fortsetter i fjellsider, med et samlet vertikalt relieff

på mer enn 2 km fra fjordbunn til fjelltopp. Sidefjordene er grunne hengende daler som munner ut i fjordsidene ca. 1 km over fjordbunnen. Tysfjorden i Nordland er også et stort og dypt (ca. 700 m) fjordsystem som strekker seg sørøstover fra innerst i Vestfjorden. Hvor den lengste fjordarmen ender inne i Hellemobotnen er Norge på det smaleste med bare ca. 5 km til svenskegrensen. Indre Porsangerfjord i Finnmark er det tredje større fjordområdet som er foreslått i planen. Dette er en relativt grunn fjord med et arktisk preg i miljøforhold og fauna.

De øvrige fem fjordområdene er mindre fjorder eller deler av fjorder. Ytre Hardangerfjord omfatter terskelen til Hardangerfjorden som er en morenestruktur ytterst i fjorden ved Huglo. Korsfjorden er et dypt fjordbasseng like sør for Bergen. Dalsfjorden i Sunnfjord omfatter de indre deler som er påvirket av den uregulerte Gaularelva. Vistenfjorden innenfor Vega i Nordland er et særpreget fjordsystem som innerst går over i sjøvannspåvirkete innsjøer. Nordfjorden i Rødøy er en indre fjordarm som er påvirket av smeltevann fra Svartisen.

I kategorien åpne kystområder er det foreslått seks områder. Jærstrendene omfatter en grunn (20–40 m) og relativt bred brem utenfor land, avgrenset ytterst med en brattere skråning fra ca. 50 m dyp. Dette er et meget dynamisk område hvor strøm og bølger er med på å virvle opp sand og endre bunnsstratet. Stad er det meget eksponerte og relativt grunne området på vest- og nordsiden av Stadlandet. Griphølen er et større område utenfor Kristiansund. Det omfatter et dypt parti (Griphølen) omgitt av store, grunne partier i "paddemarken" sørvest for Smøla og rundt Grip og Griptaren. Stor produksjon i gruntområdene (bl.a. av tare) er med på å gjøre Griphølen til et spesielt rikt område. Beliggenheten like nord for det grunne Møreplatået gjør at strømmen setter inn mot kysten. Dette er et av de stedene hvor sørlige arter først dukker opp i norske farvann. Karlsøyvær er et større område med øyer, skjær og grunne partier på sørsiden av Vestfjorden like nord for Landegode utenfor Bodø. Ytre Karlsøy er et relativt stort og variert område på ytre kyst i Troms nord for Tromsø. LoppHAVet er det største området i denne kategorien. Det omfatter et dypt parti som kommer inn fra havet øst for Tromsøflaket og som fortsetter inn i Sørøysundet. Området omfatter også grunne partier på nord- og vestsiden av Sørøya, og dype og grunne bukter og sund mot øyene rundt Sørøysundet. Dette området har et sterkt alpint preg og er biogeografisk et overgangsområde mellom Vest-Norge og Finnmark subprovinser.



**Figur 3.3.1**  
Kart som viser geografisk fordeling av de 36 områdene som er foreslått tatt med i marin verneplan i søndre (A) og nordre (B) del av Norge.  
Map showing the geographical distribution of the 36 areas that have been recommended to be included in the marine protected areas in southern (A) and northern (B) part of Norway.

I den siste kategorien er det foreslått sju områder. Fire av disse er transekter fra kysten og utover sokkelen, mens de øvrige tre er områder som ligger på sokkelen og som inneholder store korallforekomster. Området Østfold er et større område fra Ytre Oslofjord (ved Rauer) og sørover til svenskegrensen. Det omfatter en stor spennvidde i undersjøisk natur med Glommas estuarium på innersiden av Hvaler, Hvaler-arkipelaget, grunne eksponerte områder på utsiden (Tisler, Torbjørnskjær) og dype partier (bl.a. den markante Hvalerrenna). Dette området vurderes nå videre som en del av arbeidet med nasjonalpark i dette området. Transekt fra Tromøya er et transekt som går fra kysten ved Tromøya og Arendal og ut til det dype midtpartiet (ca. 700 m) i Skagerrak. Transekt fra Andfjorden går over Andfjorden fra Selfjorden på sørvestsiden av Senja, forbi nordenden av Andøya og videre utover sokkelen som her er på sitt smaleste. Området inkluderer kontinentalskråningen med Bleiksdjupet som skjærer inn som en renne i denne. Transekt fra Tanafjorden omfatter hele Tanafjorden og en del av området utenfor ut til territoriale grensen (12 nautiske mil).

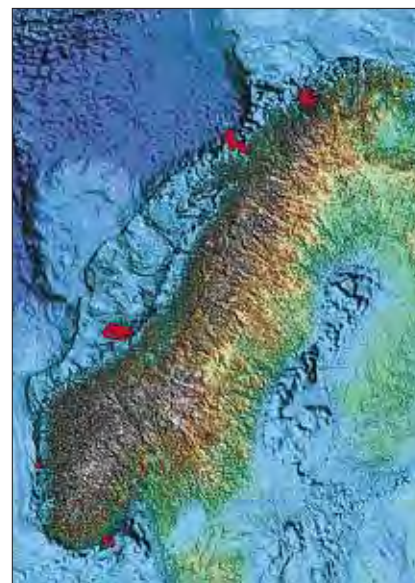
De tre andre områdene i denne kategorien som ligger på sokkelen er området Froan–Sularevet, Iverryggen og Røstrevet. Froan–Sularevet er et avkortet transekt som strekker seg fra de store gruntvann-

områdene rundt Froan og ut over det dype Suladypet og Sularevet i vest. Dette er et stort område med stor spennvidde i naturforhold. Iverryggen er et korallområde som ligger på sokkelen vest om Vikna. Røstrevet ligger sørvest for Røst ytterst i Lofoten, i øvre del av skråningen fra eggkanten. Her har det for flere tusen år siden gått et undersjøisk ras, og Røstrevet ligger som et 30 km langt revkompleks i bakkant av dette skredet. Dette er det største kjente *Lophelia*-korallrev. Alle de tre korallområdene som er nevnt er allerede beskyttet mot fiske med bunntrål.

#### Verneformål og verneform

Verneverdien for de aller fleste av de foreslåtte områdene er knyttet til sjøbunnen med tilhørende planteliv (på grunt vann) og dyreliv. Sjøbunnen utgjør en mosaikk av habitater som er leveområder for fastsittende, gravende, krypende og svømmende livsformer. De fleste av disse livsformene er ikke godt kartlagt, og mange er sannsynligvis ennå ikke oppdaget og beskrevet for vitenskapen.

Verneformålet er å ta vare på det undersjøiske landskapet og artsmangfoldet som hører til i landskapet. Vannmassene over bunnen er i konstant bevegelse og renner gjennom områdene. Oppholdstiden av vannet innen et enkelt område kan typisk være fra timer til uker. Vannet er derfor



**Figur 3.3.2**  
Kart med bunntopografi som viser den geografiske plasseringen av de 6 områdene som er foreslått som generelle referanseområder for langtidsovervåking og forskning.  
Map with bottom topography showing the geographical localities of 6 areas recommended as generally reference areas of long term monitoring and research.

ikke direkte en del av verneverdien, men god vannkvalitet (for eksempel ingen forurensning eller overgjødning) vil være en forutsetning for verneformålet knyttet til livet på og ved bunnen. Unntak i denne sammenheng er poller og dype fjorder hvor oppholdstiden av vannet kan være lang (flere år). Poller er små økosystemer, og her omfatter verneformålet også vannsøylen og livsformene i denne. Det samme gjelder Sognefjorden, som har et særegent livsmiljø i vannmassene i dypbassenget som inngår i verneverdien.

Verneformen er knyttet til hvilket lovverk og hjemmelsgrunnlag som brukes for å etablere marine verneområder. Naturvernloven åpner for flere ulike verneformer som naturreservat, nasjonalpark, landskapsvernområde og naturminne. Naturreservat er vanligvis en streng verneform og kan være aktuell for flere av de mindre og spesielle områdene som er foreslått. Nasjonalpark innebærer vanligvis at mennesker skal kunne oppleve natur som ikke har vært gjenstand for store inngrep. Denne verneformen er derfor i utgangspunktet ikke så aktuell for mange av de store områdene hvor sjøbunnen ikke er lett tilgjengelig for mennesker (i hvert fall ikke på kort sikt). Områder kan også gis beskyttelse etter annet lovverk som regulerer sektoraktiviteter som for eksempel saltvannsfiske. I den videre prosess vil direktoratene vurdere hvilke lover som skal brukes for hvert enkelt område.

Det rådgivende utvalget har generelt foreslått en verneform hvor en beskytter det undersjøiske landskapet med sitt mangfold av habitater, samtidig som en tillater bærekraftig bruk av de levende ressursene med metoder som ikke skader landskapet. En slik tilnærming med kombinasjon av vern og bruk betinger at det er overvåking og kontroll som sikrer at aktivitetene som tillattes ikke forringer verneverdiene verken på kort eller lengre sikt.

#### Referanseområder

Et av formålene med norske marine verneområder er at de skal kunne tjene som referanseområder. Dette er områder som kan tjene som referanser ved sammenligning av status og utvikling mellom områder hvor aktiviteter (for eksempel taretråling) er tillatt og områder hvor slike aktiviteter er forbudt.

Referanseområder kan brukes aktivt i forbindelse med forskning og overvåking. For forskning kan det være viktig å ha områder med minst mulig påvirkning, slik at en kan studere naturlige prosesser. For overvåking kan det være viktig å dokumentere utvikling og endringer i områder som ikke er direkte påvirket av aktiviteter. Referan-

seområder kan være generelle i forhold til alle aktiviteter eller spesielle i forhold til enkelte aktiviteter. For eksempel kan et område hvor taretråling er forbudt kunne tjene som referanseområde i forhold til taretråling, mens andre aktiviteter som garn- og teinefiske kan være tillatt.

Vi må forvente at norsk marin natur vil kunne endre seg mye i løpet av de kommende tiårene. Klimaendring er sannsynligvis på gang, noe som vil føre til endringer i utbredelse av arter og bestander. Nye introduserte arter vil kunne føre til ytterligere endringer gjennom biologisk påvirkning. Nye forurensningsstoffer vil kunne dukke opp som får biologiske konsekvenser. Ekspansjon i havbruk og høsting av levende ressurser vil kunne ha konsekvenser på kort og lang sikt. Det kan bli økt press på den nære kystsonen bl.a. i forbindelse med vindmølleparker i sjøområder.

Det vil være en krevende oppgave å skille mellom hva som er naturlige endringer og hva som er menneskeskapte endringer i årene fremover. Til det trenger vi en klar strategi hvor bruken av referanseområder inngår. Det rådgivende utvalget har foreslått at seks av de marine verneområdene brukes som generelle referanseområder for langtidsovervåking og forskning. Disse seks områdene vil være representative utvalg hver med et mangfold av undersjøiske naturtyper fra de biogeografiske subprovisene og kystavsnitt innenfor disse.

I tillegg er det anbefalt at det etableres referanseområder for taretråling, reke- og krepsetråling, bunnfisktråling og fiske med snurrevad innen deler av utvalgte områder. For taretråling gjelder dette områdene Jærstrendene, Korsfjorden, Stad, Giske, Griphølen, Remman og Froan-Sularevet. For reke- og krepsetråling gjelder det Østfold, transekt fra Tromøya, Korsfjorden, Vistenfjorden, transekt fra Andfjorden, LoppHAVet og transekt fra Tanafjorden. For snurrevad gjelder det transekt fra Andfjorden, LoppHAVet og transekt fra Tanafjorden. Fiske med bunntrål etter fisk er generelt forbudt innenfor territoriegrensene på 4 nautiske mil. Utenfor denne er det foreslått referanseområder stengt for bunnfisktråling innen områdene transekt fra Tromøya, Froan-Sularevet, transekt fra Andfjorden og transekt fra Tanafjorden.

#### Summary

Work on establishing marine protected areas (MPAs) in Norway has been ongoing for more than 15 years. An advisory group was established in 2001 with members from national agencies, industry, environmental interest groups, and scientific institutions. The advisory group has now finished its work, and recommended that a selection of 36 areas should be established in the first phase of a plan to establish MPAs. The main criteria for selecting the areas have been representativity and uniqueness. The 36 areas range in size from 5 to 3.450 km<sup>2</sup> and most of them are located in the coastal zone. Taken together they represent a good and balanced selection of marine nature from the Norwegian coastal and territorial waters.

The proposal from the advisory group is now considered by the authorities, and, following a national hearing process, it is expected that formal establishment of the MPAs will be done by 2007. After that a second phase is envisaged with focus on establishment of MPAs in the Norwegian economic zone outside the territorial waters.

The main conservation purpose of the majority of the suggested MPAs is to protect the underwater seascape with its diversity of habitats and associated species. Sustainable harvesting of living resources with methods that do not impact adversely the seafloor and mariculture that do not conflict with the conservation objectives are suggested allowed in the MPAs. Monitoring and control need to be established to ensure that the conservation is effective. Some of the MPAs will also serve as reference areas for research and monitoring, to help in the assessment of impacts of activities such as kelp harvesting and bottom trawling in areas where these are allowed.



# 3.4

## Dyrevelferd, fra et forsknings- og forvaltningsståsted

### 3.4.1 Naturlig atferd – fiskevelferd

Hva som legges i ordet dyrevelferd kan være forskjellig ut fra ståsted eller sektor: oppdretter, bonde, filosof, økonom, politiker, jurist, etc., men en ting alle kan enes om er at fisk i fangenskap ikke skal lide unødvendig. Det atferdsspekteret fisk har er en tilpasning til et liv i naturen der målet er å overleve for å reproducere. Bare en svært liten andel lykkes i dette, et liv i naturen er ikke et liv i fred og fordragelighet.

Anne Berit Skiftesvik

anne.berit.skiftesvik@imr.no

Howard Browman

howard.browman@imr.no

Men hva menes med fiskevelferd fra en økologisk, vitenskapelig vinkel? Fiskevelferd i naturen, kanskje et ord uten innhold. Det er mye lidelse i naturen, men kanskje er lidelsene kortere. Svake, skadete eller syke fisk blir lett bytte for andre. Vi observerer derfor ikke dette så ofte i naturen.

Hva er fiskevelferd i en oppdrettssituasjon? Det finnes ikke et entydig svar på dette spørsmålet heller. Grunnen til det er at det kan være store forskjeller mellom arter, og det kan også være store forskjeller mellom ulike stadier av samme art. Ulike livsstadier kan ha helt ulike krav til omgivelsene. Hva som er bra for én art eller ett stadium, kan være direkte skadelig for en annen art, eller et annet stadium for samme art. En fiskelarve og en 5–10 kilos fisk vil mest sannsynlig kreve helt forskjellige omgivelser, og kan ha helt ulike prioriteringer ut fra størrelse og ulikt sted i livssyklusen. Vil fisken egentlig lide på noe vis ved ikke å få stimuli den normalt ville ha fått i naturen? Er dette så bevisst? Sannsynligvis ikke, men det vil vi aldri få vite noe sikkert om.

Vi må legge oss på minne at stress ikke er det samme som lidelse, og ingen kan gå gjennom livet uten å føle stress nå og da. Det er en naturlig reaksjon, og stress har normalt også en funksjon. Det som kan være skadelig er mye stress over lang tid, en konstant stressituasjon f.eks. når miljøet ikke er tilpasset de fysiologiske krav fisken har. Dette er områder vi kan tilegne oss kunnskap om.

#### Atferd

Fiskens uttrykte atferd er basert på nedarvede eller lærte reaksjoner på stimuli. På larvestadiet er de fleste atferdsreaksjoner nedarvet, men enn økende andel kan være lært med økende alder. Grunnen til at så lite av atferden er lært i tidlige stadier, er at det er en svært sterk seleksjon/utvelgelse på dette stadiet, det er viktig å ha "rett" atferd, det er ikke rom for å prøve og feile, og lære av feil/suksess. Larver har liten mulighet

til å svømme langt, vandre langt, velge mellom ulike byttedyr (fordi det er få, mye færre enn i en oppdrettssituasjon), sjekke ut om en predator er farlig, etc. Den største dødeligheten hos fisk i naturen skjer i dette stadiet, kanskje bare 1 % overlever.

Større fisk har færre fiender (predatorer) og kan derfor tillate seg mer uten å bli spist av andre (dersom en ser bort fra fiske). Det er større rom for læring og individuell tilpasning.

Fisk kan danne hierarkier, eller de kan forsvare et område pga. gjemmedsteder, gytsteder eller mye mat. Det kan forekomme mye aggressivitet i den forbindelse, de svakeste eller minst dominante blir undertrykte (finner sin plass) eller får mindre tilgang på ressurser. Denne type atferd kan bare opprettholdes dersom gevinsten er større enn kostnaden med å opprettholde territoriet/hierarkiet. Dersom det er mange fisk vil denne type atferd bli redusert, fordi det koster de dominante fiskene for mye å forsvare området/ressursene, med det resultatet at den aggressive atferden blir redusert. I en oppdrettssituasjon er dette ønskelig. Mindre slåssing, færre skadete fisk og kanskje mer synkron vekst.

I naturen er ofte største øyeblikkelige trussel predasjon. Fisk har utviklet ulike strategier for å unngå predasjon, så som nedsatt aktivitet for ikke å bli så lett oppdaget; kamuflasje for ikke å bli sett, beite ved lave lysintensiteter; fisk kan trykke mot bunnen når de oppfatter fare, spesielt vanlig for flatfisk, og de kan også senke hjerterytmen for ytterligere å redusere sjansen for å bli oppdaget; gå sammen i stimer, vanskelig for predator å velge ut et bytte. Det å danne stim er altså ofte en strategi for å minske sjansene for å bli spist av predator, med andre ord en strategi for å overleve. Fisk kan stime når de utsettes for stress/fare, eller kommer i en situasjon der predasjonspresset er stort eller vanligvis vil være stort. Når fisk i en oppdrettssituasjon søker sammen kan det være et sunnhetsstrekk, de reagerer normalt. Lav fisketetthet kan virke stressende for fisken i enkelte situasjoner. Dette er for øvrig områder kan vi få mer kunnskap om.



### Fisk i oppdrett

Fisk i oppdrett kan reagere som om de var i naturen. I utgangspunktet er all deres uttrykte atferd blitt tilpasset over tid for å overleve i naturen. Fisk i oppdrett kan nødvendigvis ikke vite at det ikke er predatorer der. De kan derfor reagere på samme måte som i det fri dersom de får signaler som kan tolkes som fare. Imidlertid kan mange fisk reagere mindre dersom det gjentatte ganger viser seg at det ikke er en farlig situasjon, altså kan den lære. Vi har ofte sett at fisk som blir vant til mennesker reagerer lite på at noen kommer bort til karet/merden, mens fisk som ikke er så vant til mennesker kan reagere med fryktrespons. Det er alltid viktig å bevege seg rolig nær fisken.

Mange fisk har vandring som en naturlig del av livet, det være seg døgnvandring horisontalt eller mest vanlig, vertikalt (for å finne mat eller unngå predasjon), vandring til oppvekstområder eller gytevandring. Flatfisk for eksempel, forflytter seg ofte om natten, mens den er svært bunntilknyttet om dagen. Dersom fisk blir gitt omgivelser eller stimuli som ville ha fått den til å vandre i naturen, kan den bli rastløs og kanskje prøve å "vandre" også i en oppdrettssituasjon. Fisken skjønner ikke nødvendigvis at den er i et oppdrettskar eller merd, vegger og små volum er ikke noe fisk har erfaring med fra naturen, og vi kan få noe som vi ser på som en "ufornuftig" atferd. Det vil være viktig å få kunnskap om hvilke stimuli som setter i gang vandringsinstinkt slik at vi kan unngå dette, eller dersom det bare er noen få, sortere dem ut.

En fôringssituasjon kan være stressende fordi dette er en risikosituasjon i naturen. Ved byttedyrsøk/fangst er oppmerksomheten overfor predatorer mindre, og de er dermed mer sårbare. Dette er et stress som også følger fisken inn i en oppdrettssituasjon.

Siden det å være mange kan få fisk til å føle seg mer trygg i en faresituasjon i naturen samt at en får mindre hierarki/mindre territoriehevdning, kan for lav tetthet være en stressende opplevelse i en oppdrettssituasjon.

Som tidligere nevnt, stress er ikke det samme som å lide. Ingen levende vesen kan gå gjennom livet uten å være stresset nå og da, heller ikke fisk. Men stressreaksjoner som i naturen kan redde livet til fisken har kanskje ingen hensikt for fisken i en oppdrettssituasjon. Lyd eller bevegelse kan skremme fisken. Den kan ikke vite at dette ikke er en farlig situasjon, men kanskje bare en aktivitet i forbindelse med driften. Vi skal selvsagt prøve å unngå å

skremme fisken, men å bli skremt nå og da er en naturlig del av fiskens liv i naturen. Problemer kan oppstå når fisken kommer i denne situasjonen for ofte, og at merder og kar setter begrensinger for fiskens normale reaksjon/atferd.

Stressreaksjoner kan være en nødvendighet i naturen, en faresituasjon krever at reaksjonshastigheten er høy. I oppdrett derimot er det ofte en fordel å avle på fisk som reagerer mindre på "faresituasjoner". Det vil si at de som klarer seg best i naturen, hurtig reaksjon, dominerende, er kanskje de som vi minst ønsker å avle frem i oppdrett.

Det vil alltid være variasjoner i hvordan fisk reagerer i en oppdrettssituasjon. Noen fisk kan være i en konstant stresssituasjon, og stresser opp fisk de går sammen med. Det er her domestisering kan være viktig for fiskevelferd. Domestisering kan medføre endringer i nedarvet atferd og fysiologi, og denne endringen kan komme alt etter noen generasjoner. Hvor hurtig denne endringen skjer, kommer an på hvor målrettet utvelgelsen er. En typisk egenskap det selekteres for, er nedsatt aggressivitet. En ser ofte at fisk finner seg bedre til rette i en oppdrettssituasjon etter at den er blitt holdt i fangenskap en del generasjoner. Utsortering av fisk som ikke finner seg til rette i oppdrett foregår hele tiden, og på denne måten endrer vi bevisst, eller ofte ubevisst, egenskapene til fisken. Dette er for øvrig noe som har foregått i landbruket i hundrevis av år.

### Meningsløs atferd i en oppdrettssituasjon

Vi ser ofte at fisk i alle stadier, men spesielt i tidlige stadier, kan ha en "meningsløs" atferd i en oppdrettssituasjon. For eksempel kan fiskelarver stå og stange mot veggen i et kar til de dør av utmattelse/sult. Dette fordi de er satt inn i omgivelser de ikke forstår, og vi ikke vet nok om hvilke stimuli som fører til atferden, eller hvorfor. En larve vil aldri oppleve en karvegg i naturen. Denne karveggen kan være lysere, eller ha et lysere område. Å gå mot lys, eller en spesiell lysintensitet, er kanskje noe som er en nedarvet atferd. De er da programmert til å gå mot lyset og møter en karvegg. En karvegg er som sagt ikke noe de møter ute i de frie vannmasser, og fiskelarven har derfor ikke noe fornuftig atferd i den forbindelse. Denne type problemer var det mye av i oppstartsfasen av marint oppdrett, men er et mindre problem i dag. Det viser at det er viktig å ha kunnskap om hvorfor fisk reagerer, og hvordan de reagerer for å gi dem omgivelser de kan takle. En god måte å øke fiskevelferden på er å ha nok kunnskap om fisken så vi kan gi den et miljø den trives i.

Fiskevelferdbegrepet er innfløkt. Vitenskap er faktabasert og objektiv, mens filosofi, etikk og moral er mer hva vi tror og hva vi vil stå for, og den kan være svært subjektiv og kulturavhengig. Men det vil alltid være en fordel med et solid vitenskapelig kunnskapsgrunnlag også når vi tar etiske beslutninger.

### Summary

Stress is natural. Every living organism is stressed – regularly – throughout its life. Stress is functional: in a natural context, it can serve to save the organism's life. However, in the culture/farm context, many stress reactions are non-functional; since the animal is not really in danger. In this context, it should be clear that stress and suffering are not the same.

The "welfare" of wild fish is a meaningless concept. Defining the welfare of farmed fish is tricky because each species (and life stages) has its own specific needs.

The behavioural responses of fishes are partly genetic, and partly learned. During the earliest life stages, most behaviour is hard-wired; learned behaviour becomes more important with age. Following from this, during its early life (before it has learned much about its environment), the majority of a farmed fish's behaviour will be the same as if it were in the wild. As it gets older, its behaviour – through learning – can diverge more and more from the natural response. However, some fundamental responses cannot be completely eliminated. For example, in nature, a fish is susceptible to predation while feeding and this will, therefore, always be a stressful situation for them. Domestication can be used to reduce or eliminate inherent behavioural/physiological responses, and this can be achieved after only a few generations. The domestication process can, therefore, be used as a tool to develop fishes that are better adapted to farming.

The issues surrounding fish welfare are complicated. While science is based upon facts (it is objective), philosophy, ethics and morals reflect what we think and stand for as a society (they are subjective). However, it will always be advantageous to have a complete scientific basis for the ethical decisions that we make.

### 3.4.2 Fiskevelferd – et positivt eller negativt perspektiv for næringen?

Ved årsskiftet 2003–04 stod det over 210 millioner laksefisk i sjøen og et tilsvarende antall i setefiskanleggene. Laks og regnbueørret er nå Norges klart viktigste “husdyr”. Fisk omfattes av dyrevernloven på samme måte som pattedyr og fugl, og har i prinsippet samme vern. Likevel oppfattes fisk i langt mindre grad enn landdyrene som individer med egenverdi. I fiskeriene berøres bare de siste timene eller minutene av fiskens liv. I oppdrettsnæringen har en derimot ansvaret for fiskens velferd og helse gjennom hele livssyklusen. Her bør holdningene til fiskens velferd dermed bli mer lik holdningene vi har til andre husdyr.

**Figur 3.4.2.1**

Effekten av kronisk stress på en rekke ulike biologiske funksjoner er kjernen i EU-prosjektet WEALTH. Det overordnede målet er å bedre velferd og helse i den europeiske oppdrettsnæringen.

*The effect of chronic stress on different biological levels is the core activity in the EU project WEALTH. The overall goal is to improve the welfare and health in the European fish farming.*

Jon-Erik Juell

jon-erik.juell@imr.no

Tore S. Kristiansen

tore.kristiansen@imr.no

De siste årene har fiskevelferd kommet i fokus i Vest-Europa og Nord-Amerika. Dette gjenspeiles i antall artikler skrevet om emnet. Fiskeri- og havbruksnæringen føler et økt press fra forbrukere og myndigheter for å dokumentere god fiskevelferd, og fisk blir i økende grad behandlet på lik linje med andre vertebrater når det gjelder dyrevelferdsspørsmål. Mattilsynet og tilsvarende organ i EU (EFSA) etter spør i økende grad kunnskap relatert til velferd hos fisk og andre akvatiske dyr, og det er klart at vi her står overfor store forskningsbehov. Europarådet utarbeider nå anbefalinger under produksjonsdyrekonvensjonen for beskyttelse av oppdrettsfisk. I Norge er derfor fiskevelferd et prioritert område for forvaltning, forskning og næring. De siste årene har flere utredninger som berører problemstillinger og forskningsbehov relatert til fiskevelferd blitt levert til Stortinget, Mattilsynet og Norges forskningsråd. Enten vi ønsker det eller ikke, er vi sannsynligvis vitne til et paradigmeskifte der fisk på en helt annen måte blir betraktet som individer med egenverdi.

Fokus på fiskevelferd utløser ofte kommentarer som: “man må ikke overfokusere på det negative”, “man tillegger fisken

menneskelige egenskaper”, “det fører til økte kostnader for næringen”, “det er ikke bevist at fisken kan føle smerte”, etc. Med andre ord: å fokusere på fiskevelferd er et uønsket perspektiv. Etter vår mening bør man ha fiskevelferd som et positivt perspektiv, som i det lange løp vil bidra til en mer bærekraftig verdiskaping i havbruk. Næringen bør her ligge i forkant av forbrukerne og sørge for at god dyrevelferd kan dokumenteres og at en tåler å bli sett i kortene. Det er dyrt å vinne tilbake tapt tillit i markedet. Norske forbrukere tror fortsatt at oppdrettslaksen er full av antibiotika og at av norske husdyr er det bare burhøns som har det verre enn oppdrettslaks.

#### Hvordan defineres “dyrevelferd”?

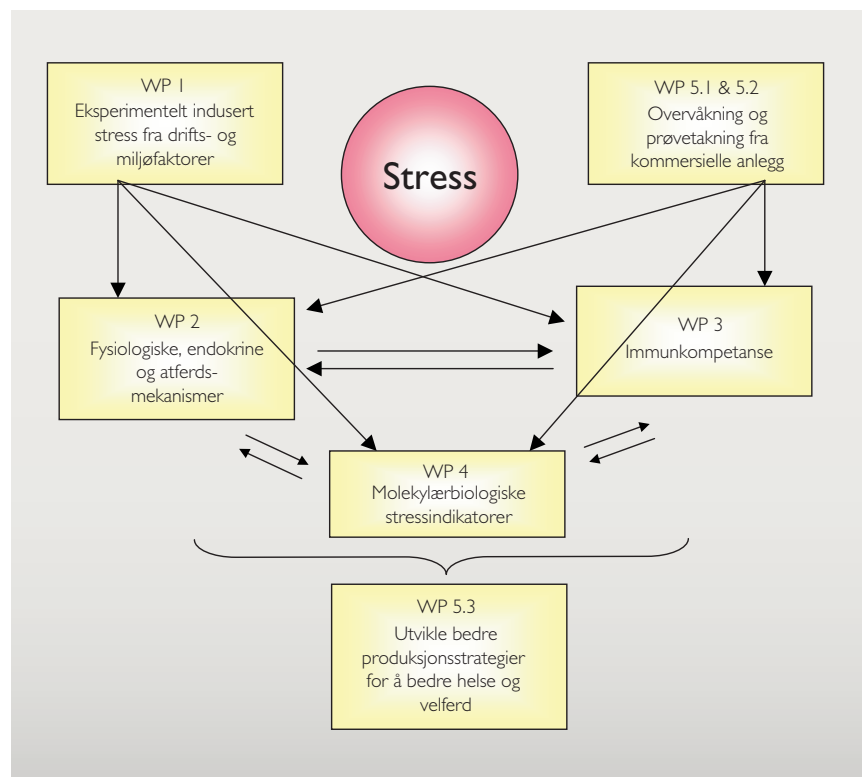
Dyrevelferd handler om dyrets livskvalitet og kan rangeres fra god til dårlig, men på samme måte som for eksempel begrepet “lykke”, er dette et begrep som ikke kan defineres eller graderes entydig. Den engelske Brambell Committee laget i 1965 fem kriterier (“The five freedoms”) for god dyrevelferd for pattedyr som fortsatt er like aktuelle:

1. frihet fra sult, tørst og feilernæring
2. frihet fra unormal kulde og varme
3. frihet fra frykt og stress
4. frihet fra skade og sykdom
5. frihet til å utøve normal atferd

Senere har både forskere og filosofer prøvd å videreutvikle og gi dyrevelferdsbegrepet et operasjonelt innhold. Disse definisjonene kan grupperes i tre ulike synsvinkler, hvor man vektlegger ulike aspekter av dyrs livskvalitet:

- **Dyrets biologiske funksjon:** velferden er god når dyret kan tilpasse seg de eksisterende miljøforholdene og opprettholde god helse og kroppsfunksjon.
- **Dyrets subjektive mentale tilstand:** velferden er god når dyret føler seg bra, er fri for frykt og negative opplevelser, og har tilgang på gode opplevelser, som for eksempel samvær med dyr av samme art.
- **Dyrets naturlige behov,** bygger på antagelsen at dyr har en indre biologisk natur de trenger å uttrykke, og velferden er god når de får leve ut sine naturlige artstypiske atferdsbehov og -repertoarer.

Siden kunnskapen om subjektiv opplevelse og naturlige atferdsbehov er svært begrenset når det gjelder fisk, har fokuset på “fiskevelferd” stort sett vært rettet mot “biologisk funksjon” og hvilke kriterier som må fylles her. Det er viktig å understreke at velferdsnivået alltid relaterer seg til *individet* og ikke måles som et gjennomsnitt i en gruppe dyr. Selv om de fleste



individene i en gruppe har god velferd, bør enkeltindivider med dårlig mestringsevne i forhold til fysiske og sosiale miljøfaktorer få et spesielt fokus. I store merder med tusenvis av fisk er det imidlertid umulig å vurdere tilstanden til hvert enkelt individ. Denne typen dyrehold krever derfor andre tilnærminger og metoder for måling og overvåking av velferd enn i små og lett kontrollerbare enheter.

### Begrepene lidelse og stress

De siste årene har det pågått en debatt i media om fisk kan føle smerte, som særlig har vært relatert til "fang og slipp-fiske" og slaktning av oppdrettsfisk. Noen fagmiljøer mener at fisk ikke kan lide eller være bevisst sine lidelser på grunn av manglende hjernestrukturer. Nyere forskning viser imidlertid at regnbueørret er rikt utstyrt med smertereseptorer og nerveforbindelser til hjernen, og viser langvarige atferdsmessige tegn på lidelse når de utsettes for antatt smertefulle påvirkninger. Debatten fokuserer også på om fisk har en bevissthet vedrørende egne lidelser. At fisk har bevissthet forutsetter at de har kognitive ferdigheter tilsvarende andre høyerestående dyr. Dette kan belyses ved å teste hvordan lært informasjon er lagret. Enten som stimulus-responsatferd, der dyret reagerer ubevisst på et stimulus (reflekshandling) eller gjennomfører en rutine med etter et fast atferdsmønster. Alternativt lagres det på en måte som tillater selektiv oppmerksomhet til indre og ytre stimuli, viljestyrt gjenkalling av minner, forventninger og målrettet aktivitet, og som gir rom for en fleksibel atferd og adaptive responser. Flere forsøk indikerer at ulike fiskearter har den siste typen læring som er karakteristisk for bevissthet. Det er også neuroanatomiske, farmakologiske og atferdsmessige undersøkelser som kan tyde på at fisk opplever affektive tilstander på lignende måte som firbente virveldyr.

Stress er et begrep som blir brukt i mange ulike sammenhenger. Når det gjelder fisk snakker vi vanligvis om akutt fysiologisk stress og de indre hormonelle og biokjemiske reaksjoner som skjer i fisken når den blir utsatt for en miljøforandring i en eller annen form (fysisk, kjemisk eller biologisk stressor). Fisk har fysiologiske stressresponser tilsvarende pattedyr og kan mestre akutt stress ved å skille ut stresshormoner. Disse setter i gang prosesser som for eksempel stimulerer oksygenopptak og mobiliserer energi til fysisk aktivitet, og gjør fisken i bedre stand til å mestre utfordringen (kamp eller fluktreaksjoner). Dersom den over lang tid blir utsatt for miljøforhold den ikke mestrer blir stresset "kronisk". Over tid truer dette individets liv og helse. Kronisk stress fører

til maladaptive reaksjoner i form av endret atferd og redusert appetitt, immunforsvar og reproduksjonsevne, nedsatte barrierefunksjoner (vevskader i hud, tarm, gjeller) og økende osmoseproblemer. Det er ikke nødvendigvis direkte sammenheng mellom akutt stressrespons og velferd. Symptomer på langvarig kronisk stress må derimot sies å være klare indikatorer på dårlig velferd.

### Kunsten å holde balansen

Produksjonssystemene som benyttes i akvakultur vil alltid være et kompromiss mellom fiskens og oppdretterens behov. I intensive systemer påfører vi fisken ekstrabelastninger, som høye tettheter, endringer i vannkjemi, håndtering og sykdomsbehandling, som kan overskride hva det fysiologiske systemet greier å kompensere. Fisken har heller ingen muligheter til å velge hva den skal spise, og ernæringsmessige svakheter i føret vil få konsekvenser for fiskens velferd og helse. Alle fiskearter er evolusjonsmessig tilpasset et gitt livsmiljø, for eksempel når det gjelder temperatur og saltholdighet, der noen kan tolerere store miljøvariasjoner (for eksempel piggvar) og andre svært små (for eksempel tropiske korallrevfisk). Ugunstige forhold kan takles i en begrenset periode ved å forbruke kroppens ressurser, men de skadelige effektene av stress øker raskt når toleransegrensene for akklimatisering overskrides. Særlig i ytterkantene av toleranseområdet vil de skadelige effektene av stress øke eksponentielt bare ved små endringer i miljøet. For eksempel døde store deler av oppdrettskveitene som stod i sjøen på Sør-Vestlandet sommeren 2001 da sjøtemperaturen steg fra 18 til 20 °C. I denne sammenheng blir lokalisering og artsvalg viktig.

Fiskeoppdrett dreier seg i stor grad om å holde en positiv balanse mellom tilgang og forbruk av ressurser. Opererer man med små marginer har det lett for å tippe feil vei både for fisken og oppdretteren. En god illustrasjon på dette finner vi i marin yngelproduksjon. Marine fiskelarver har små ressurser og dårlig tid og er avhengige av å skaffe seg så godt som alt den trenger fra eksterne ressurser. En torskelarve er bare 4 millimeter og 30 mikrogram (tørrvekt) når den klekkes, og i løpet av de neste to månedene vil de som overlever ha mer enn 1000-doblet vekten. Med opp til 20 % vekstrate per dag, må de spise omtrent sin egen vekt per dag. Små reserver gjør derfor fiskelarvene svært sårbare for matmangel eller stress som forhindrer fødeopptak. Kostnadene ved høyt stressnivå og feilernæring betales med feilutvikling og deformasjoner, svekket immunforsvar og stor dødelighet. Larvefasen er spesielt kritisk, siden det er i denne fasen alle orga-

ner og grunnleggende anatomiske strukturer dannes. Selv korte perioder med dårlig miljø eller ernæring kan føre til uopprettelige skader. På tross av dette har vi relativt lite kunnskap om hvordan stress påvirker larvenes fysiologi, vekst og utvikling, og fiskevelferdsbegrepet er i liten grad brukt på de tidlige stadiene.

### Hvordan er situasjonen i norske oppdrettsanlegg i dag?

I Norge har vi i dag en veletablert næring basert på oppdrett av laks og regnbueørret, der vi har hatt en fantastisk effektivisering av produksjonen og nedgang i produksjonskostnadene. Det er blant annet blitt utviklet vaksiner mot de viktigste bakterielle sykdommene, som har bidratt til at forekomsten av katastrofale sykdomstap er kraftig redusert og forbruket av antibiotika nærmer seg null. Atskillelse av generasjoner og flytting av anleggene til mer åpne områder og bruk av større merder, har også redusert smittepresset og gitt bedre miljøforhold. Likevel er det fortsatt betydelige velferdsproblemer i næringen. I settefiskfasen dør det årlig over 100 millioner lakseyngel av sykdommer og andre årsaker (en stor del av disse blir utsortert på grunn av dårlig kvalitet), og ytterligere 30 millioner dør i sjøfasen (kilde: Fiskeridirektoratet 2003). Dette viser at det fortsatt er et stort potensial for å forbedre dyrevelferden i laksenæringen, og at en kanskje må stille spørsmålstegn ved noen av produksjonsrutinene. Disse utfordringene påfører i dag næringen store kostnader og merarbeid.

For de marine fiskeartene er vi fortsatt på pionerstadiet, hvor vi ennå mangler mye basiskunnskap og teknologi. På dette stadiet er det mye som går galt i produksjonen, og overleving og produksjonsresultater varierer. Overgangen til intensiv produksjon (med dyrking av byttedyr) har ført til problemer med feilutvikling og rygggradsdeformasjoner, som i første rekke skyldes utilstrekkelig næringsinnhold i hjuldyr og artemia, og trolig ugunstige miljøforhold. Imidlertid har langsommere vekst, i forhold til føring med naturlige byttedyr, og jevnere størrelse på yngelen redusert problemet med kannibalismen og økt overlevingen. Det arbeides nå både fra næring og forskning med å forbedre næringsverdien i levendefôr og for å klarlegge de ulike stadienes miljøkrav. I en dyrevelferdsammenheng bør fokus rettes mer mot hvordan individene mestrer miljøforholdene og hvilke fysiologiske kostnader de betaler i et suboptimalt miljø. Vi vet også at skader i larvestadiet kan være uopprettelige og vil gå ut over produksjonsevne, atferd og velferd på senere stadier. Dette er noe oppdrettere og forbrukere ikke kan leve med.

### Hvordan kan vi måle velferd, og hva er bra nok?

Stærk internasjonal konkurranse på pris, gjør at det stadig er et press for å få ned produksjonskostnadene. Ofte er det en klar sammenheng mellom gode produksjonsresultater og god velferd. Metodiske og teknologiske nyvinninger er imidlertid ofte ikke tilstrekkelig evaluert med hensyn til fiskens velferd. Som nevnt ovenfor kan rasjonalisering i for eksempel settefiskfasen medføre problemer i matfiskfasen. Et grunnleggende problem er at vi ikke har gode og etterprøvede prosedyrer for å måle fiskevelferd. Vi må derfor utvikle "velferdsindikatorer" som kan brukes for å gradere velferden. Dette må være prosedyrer som er anvendbare i praktisk oppdrett. De bør derfor være enkle og billige å registrere. I stor grad må de også være spesifikke for art, livsstadium og oppdrettsystem. Her jobbes det både med atferdsindikatorer, som appetitt og svømmeatferd, fysiologiske indikatorer, som ulike blodparametere, hud- og finneskader, og ulike mål på immunrespons og immunkompetanse. I oppdrettsanleggene er det ofte fiskens atferd og appetitt som blir observert daglig. Dette er derfor kanskje de beste kandidatene for å gi et øyeblikksbilde av tilstanden og et tidlig varsel om at noe er galt. Dette krever imidlertid at vi har metodikk til å observere atferden, og at vi kan tolke den riktig og sette den inn i en sammenheng. Skal en finne årsaken til variasjon i velferd må vi også vite noe om miljøforholdene i anlegget. Miljøparametrene kan også i seg selv være gode indikatorer på god velferd. Det bør derfor være et visst minimum av miljømålinger. Totalt blir dette mye data, som må analyseres og evalueres opp mot kjent viten. Dette krever godt utdannede brukere eller at en utvikler database og ekspertsystemer som kan håndtere dataene og gi tidlig advarsel når noe er galt. Satt i system vil dette gi en dokumentasjon av velferden som kan følge fisken til markedet.

Hva er god nok velferd? Dette er et vanskelig spørsmål å svare på, og samtidig et spørsmål om "god nok for hvem?" Hva er etisk og kulturelt akseptabelt i de ulike markeder, og skal vi tilfredsstille kjøperen eller fisken? I den norske dyrevernsloven fra 1935 kreves det at "dyr ikke skal lida i utrensmål", og dette kan fortsatt være et godt utgangspunkt. Uønskete hendelser og sykdommer kan aldri fjernes 100 %, og noen nødvendige prosedyrer i oppdretts-syklusen vil alltid være stressende for fisken. Det handler derfor mer om å forstå fiskens behov og unngå situasjoner som overskrider fiskens tilpasningsevner. Dette handler mye om god lokalisering og om å utvikle teknologi og protokoller som fyl-

ler disse kravene, men også om holdninger og hvordan røkterne håndterer fisken. Økt forståelse for hvilke kostnader fisken påføres ved dårlig håndtering og miljø sett i sammenheng med bedriftens kostnader er en nøkkelfaktor.

### Gammelt nytt – ny innpakning?

Er så alt dette snakket om "fiskevelferd" noe nytt? Forskning, forvaltning og næring har jo alltid jobbet for å løse "problemer" som næringen har stått overfor. Motivet har imidlertid som regel vært økonomisk og løsningen ofte å behandle symptomene heller enn å fjerne årsaken. Forskningen har også hatt en tendens til å fokusere på enkelte livsstadier og høyt spesialiserte problemstillinger. En leter gjerne der det er best lys. Ofte blir det langt fra laboratoriet til merdkanten, noe som kan føre til at resultatenes relevans forsvinner på veien. Helheten og sammenhengen blir borte. I velferdsforskningen er helhet og relevans viktige perspektiver. Hvordan påvirker forhistorien til en fisk dens evne til å mestre oppdrettsforholdene? Forhistorien går her helt tilbake til hvordan foreldrene hadde det under kjønnsmodning og reproduksjon. Hvilken evne har fisk til å lære, og hvordan vil det den lærer påvirke evnen til å mestre oppdrettsforholdene? Hvilke miljøforhold utsettes fisken for med dagens teknologi? Er den fra naturens side tilpasset til å mestre miljøet den eksponeres for? Hvilke preferanser og toleranser har den i ulike faser av livet? Må vi kanskje endre teknologien? Har de ulike artene spesielle atferdsbehov? Kan vi avle fram dyr om er bedre tilpasset de forholdene vi tilbyr? Utgangspunktet bør altså være fiskens behov.

Norges forskningsråd har i samarbeid med blant annet Fiskeri- og havbruksnærings landsforening (FHL) nylig fått utarbeidet en utredning om dyrevelferd. Den gir status og utfordringer for forskning på dyrevelferd for alle husdyr i Norge samt aspekter ved fiske og fangst. Utredningen gir en grundig innføring i dette komplekse fagområdet ([www.forskningsraadet.no](http://www.forskningsraadet.no)). Kompleksiteten henger sammen med det helhetlige perspektivet. Dyrevelferd er derfor et sterkt tverrfaglig fagområde som også inkluderer samfunnsmessige og etiske perspektiver. Utredningen viser behovet for sterk og integrert satsing for å løfte kunnskapen på dette området. Det gjelder ikke minst innenfor akvatisk produksjon. Det er viktig at vi utvikler en kunnskapsbasert forvaltning på dette området. (Imidlertid må man ha forståelse for at det er behov for en forvaltning, selv om kunnskapen ikke er til stede.) Det er viktig å merke seg at velferdsforskningen er et nytt fagområde, og at kunnskapen når det gjel-

der akvatisk dyr er spesielt lav. Norge er i ferd med å bygge opp denne kunnskapen blant annet gjennom flere strategiske instituttprogrammer. Havforskningsinstituttet har en sentral rolle som rådgiver for forvaltningen på dette fagområdet. "Velferd hos akvatisk organismer" er derfor ett av tre satsingsområder for Havforskningsinstituttets havbruksforskning i tiden fremover. Instituttet samarbeider bredt både nasjonalt og internasjonalt. Et eksempel er EU-prosjektet "Welfare and health in sustainable aquaculture" (WEALTH). Her samarbeider europeisk ekspertise innen atferd, fysiologi og immunologi for nettopp å utvikle kunnskap hele veien fra merdkanten til laboratoriet og tilbake igjen (Figur 3.4.2.1). Visjonen i dette prosjektet er: "Welfare and health creates WEALTH". Dette er en visjon som også næringen bør anerkjenne. La fiskevelferd bli en kilde til innovasjon og ikke til irritasjon.

### Summary

Fish is now by far the most numerous production animal (300–400 millions) in Norway and there is an increased focus on the welfare of these animals. Animal welfare is a difficult and multifaceted concept and it is important to develop our basic understanding on the welfare of aquatic animals. There is a need for research to develop operational definitions, welfare indicators and practical management of animal welfare relevant to the high numbers of animals characteristic of aquaculture. The inherent holistic approach of the "animal welfare perspective" should be used as a positive new incentive to develop a healthy and sustainable industry.

### 3.4.3 Fiskevelferd og lovverket

Fiskeoppdrettsnæringen er Norges desidert største næring for animalsk produksjon og reguleres gjennom flere lover. Fiskeri- og kystdepartementet har forvaltningsansvaret for oppdrettsloven og for bestemmelser i matloven og dyrevernavloven samt tilhørende forskrifter som kommer til anvendelse for fiskeoppdrett. Oppdrettsnæringen har vokst fram etter at dagens dyrevernavlov av 1974 fikk sin utforming. Selv om dyrevernavloven har svært få bestemmelser som direkte omhandler fisk, er det presisert i denne lovens §1 at den også gjelder for fisk. Slik har de generelle bestemmelsene samt en del av de særskilte bestemmelsene gyldighet også for fiskeoppdrett. Mange vil nok likevel mene at dyrevernavloven har hatt lav prioritet i oppdrettsnæringen. Forskriftene som har regulert næringen har gjenspeilet dette, og har inntil den 22.12.2004 da den nye akvakulturdriftforskriften ble vedtatt, kun i liten grad omhandlet fiskevelferd. Ny viten om fiskens kapasitet til lidelse samt endrede holdninger til dyrevelferd, har ført til økt fokus på oppdrettsfiskens velferd de senere år. Derfor er nå en rekke bestemmelser som omhandler velferden til oppdrettsfisk innarbeidet i akvakulturdriftforskriften.

Bente Bergersen

bente.bergersen@mattilsynet.no  
Mattilsynet

Inger Fyllingen

inger.fyllingen@fiskeridir.no  
Fiskeridirektoratet

#### Ny akvakulturdriftforskrift

Arbeidet med særskilte dyrevernavbestemmelser har pågått over flere år. Først i 2004 har Mattilsynet og Fiskeridirektoratet i fellesskap, og på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepartementet, gjennomført en omfattende omarbeiding av forskriftene som regulerer driftsfasen av oppdrett av akvatiske dyr i Norge. Bakgrunnen for dette har delvis vært et ønske om å forenkle forskriftstrukturen slik at bestemmelsene skulle bli enklere tilgjengelig for brukerne. Samtidig var det behov for å forskriftsfeste nye velferdsbestemmelser for oppdrettsfisk. Dette har resultert i forskrift av 22.12.2004 om drift av akvakulturanlegg (akvakulturdriftforskriften) som er hjemlet i oppdrettsloven, matloven og dyrevernavloven. Forskriften erstattet tidligere forskrifter av 18. desember 1998 nr. 1409 om etablering, drift og sykdomsforebyggende tiltak ved oppdrettsanlegg, 20. desember 2000 nr. 1397 om tildeling, etablering, drift- og sykdomsforebyggende tiltak ved settefiskanlegg for laksefisk og annen ferskvannsfisk, 15. januar 2004 nr. 178 om helsekontroll med akvakulturdyr og deler av forskrift av 4. juli 1991 nr. 509 om forebygging, begrensning og utrydding av sykdommer hos akvatiske organismer. Mattilsynet forvalter den nye forskriftens bestemmelser som er hjemlet i matloven og dyrevernavloven, mens Fiskeridirektoratet forvalter bestemmelsene som er hjemlet i oppdrettsloven.

#### Velferdsbestemmelser i akvakulturdriftforskriften

I alt 24 av paragrafene i den nye forskriften er helt eller delvis hjemlet i dyrevernavloven. Velferdsbestemmelsene er avgrenset til å omhandle fisk, delvis som et resultat av at dagens dyrevernavlov ikke gjelder for alle akvakulturdyr. Europarådets forslag til anbefalinger og forslag fra en faglig prosjektgruppe ble lagt til grunn ved utarbeiding av bestemmelsene.

Allerede i forskriftens formålparagraf (§1) synliggjøres det nye fokuset på fiskevelferd. I denne paragrafen sidestilles forskriftens formål om å bidra til en bærekraftig, lønnsom, og konkurransedyktig utvikling av akvakulturnæringen med forskriftens formål om å ivareta akvakulturdirenes helse og fiskens velferd. Dyrenes egenverdi ligger til grunn for velferdsbe-

stemmelsene, som skal bidra til at det tas hensyn til fiskens naturlige behov og trivsel, og ikke bare være et vern mot lidelse.

Ettersom kunnskap anses som en nøkkelfaktor for å ivareta fiskens velferd, settes det i forskriftens §6 krav til at de som arbeider med oppdrettsfisk skal inneha kompetanse om fiskevelferd. Fra 2010 skal slik kompetanse dokumenteres gjennom praktisk og teoretisk opplæring som skal gjentas hvert 5. år. Dette vil trolig både bidra til bearbeiding av holdninger til fisk som følede individer og til bevisstgjøring omkring relasjoner mellom fiskens velferd og helse. Dokumentasjonskravet innebærer at næringen må sette i gang kurstilbud i god tid i forkant, slik at opplæring er gjennomført før 1. januar 2010.

I forskriftens §17 settes det krav om at all etablert og fremtidig metodikk, teknikk og utstyr som benyttes til produksjon av oppdrettsfisk skal være egnet ut fra hensynet til fiskevelferd. Bestemmelsen vil bidra til å regulere oppdrettsnæringen mht. de metoder og tekniske innretninger som benyttes, slik at dette er i tråd med intensjonene i dyrevernavloven. Dette kan innebære at etablert metodikk/tekniske innretninger etter en faglig vurdering kan bli funnet uegnet ut fra hensynet til dyrevelferd. Mattilsynet signaliserer i den forbindelse at de tar sikte på å fremskaffe mer kunnskap om produksjon av nullårssmolt, for å foreta en nærmere vurdering av de dyrevernavmessige konsekvensene ved denne produksjonsformen.

Bestemmelsen vil videre bidra til at alle nye metoder og tekniske innretninger skal være utprøvd og funnet dyrevernavmessig forsvarlig, før de tas i bruk. Dette betyr at det, i henhold til denne bestemmelsen, må legges betydelig økt fokus på evaluering av velferdsaspekter, både innen forskning, utvikling og frambyding av nye produkter og løsninger. Dette vil bidra til å styre utviklingen av oppdrettsnæringen i en retning der produksjonsdyrenes velferd i større grad blir ivare tatt. I tillegg vil det være bevisstgjørende og holdningsskape for forskere, produsenter, frambydere og oppdrettere.

Mattilsynet signaliserer at i de tilfeller der etablerte metoder/tekniske løsninger allerede foreligger, bør kravet for å få godkjent nye metoder/tekniske løsninger til samme formål være at disse løsningene er minst like godt eller bedre egnet ut fra hensynet til fiskens velferd som de gamle.

Forskriftens §§19–21 setter krav om at fisk både i sjø- og landbaserte anlegg skal

ha tilgang på nok vann av god kvalitet. I merknadene til forskriften foreligger det en tabell over måleparameter og grenseverdier som Mattilsynet anser å være i samsvar med kravet om god vannkvalitet for settefiskanlegg med laksefisk.

I forskriftens §26 settes det forbud mot inngrep og fjerning av kroppsdeler hos fisk. Implantat anses som et inngrep og er dermed også forbudt i henhold til denne bestemmelsen. Det gis likevel adgang til merking av fisk, dersom metoden ikke medfører vesentlig ubehag. For å sannsynliggjøre at aktuelle merkemethoder ikke medfører vesentlig ubehag for fisken, kan det være behov for forskning eller innsamling og analyse av eksisterende kunnskap.

Dersom det er nødvendig å avlive fisk på anlegget skal dette skje i samsvar med bestemmelsene i §28, der det bl.a. gis retningslinjer for hvordan avlving av fisk på anlegget skal gjennomføres i samsvar med dyrevernloven. Fisk skal bedøves med egnet metode, eksempelvis slag mot hode eller medikamentelt, før den avlives. Avlving skal skje ved bløgging, medikamentell overdose eller annen egnet metode. Fisken skal være død før videre behandling.

Tettheten av oppdrettsfisk skal være tilpasset vannkvalitet, fiskens adferdsbehov, driftsform etc. (§§41 og 52). Øvre tetthetsgrense på 25 kg/m<sup>3</sup> (reelt volum) for laks og regnbueørret i sjø opprettholdes i §41. Det kan likevel være situasjoner hvor dette er for tett for å imøtekomme kravet om tilfredsstillende vannkvalitet. Det er ikke angitt noen øvre tetthetsgrense for settefisk. Tettheten i slike anlegg skal ikke være høyere enn at det er mulig å opprettholde god vannkvalitet og heller ikke høyere enn at skadevirkninger eller velferdsproblemer ikke oppstår.

For øvrig inneholder den nye driftforskriften velferdsbestemmelser om alarm på landbaserte anlegg (§18), tester og utsett i sjøvann (§22), føring (§23), håndtering og stell av fisken (§24), beredskapsplaner og tiltak i krisesituasjoner, deriblant predatorer, alger og maneter (§§ 7 og 25), kjemiske substanser og hormoner (§27), avl og reproduksjon (§45) og vaksinerings (§55).

Forskriften finnes bl.a. på Mattilsynets og Fiskeridirektoratets hjemmesider. Merknader til forskriften er under utarbeiding og vil foreligge på de samme hjemmesidene når de er ferdigstilt.

#### **Dyrevernbestemmelser for slakt og transport av oppdrettsfisk**

En prosjektgruppe i Mattilsynet la i september 2004 frem forslag til dyrevernbe-

stemmelser for slakt og transport av oppdrettsfisk. I løpet av 2005 tas det sikte på å innarbeide dyrevernbestemmelser på disse områdene i eksisterende Forskrift av 2002.08.30 nr. 941 om slakterier og tilvirkingsanlegg for akvatiske dyr fra akvakulturanlegg og havbeite og i Forskrift av 1997.02.20 nr. 193 om transport av akvatiske organismer. Også her vil krav til kompetanse være sentralt. Andre elementer er funksjonelle krav til bedøvningsmetode, avlivingsmetode, krav til skånsom håndtering, krav til vannkvalitet, m.m.

#### **Ny dyrevernlov**

Ny dyrevernlov er under utarbeiding, og prosjektarbeidet som pågår skal være avsluttet innen 1. april 2005. Det er videre forventet at odelstingsproposisjonen sendes på ordinær høring til høsten/vinteren. Det tas sikte på at den legges frem for Stortinget og behandles politisk i løpet av 2006. I tillegg til å beskytte dyrene mot negative velferdsparameter som kan påføre fisken ubehag og lidelse, signaliserer Mattilsynet at denne loven i større grad vil vektlegge positive velferdsparameter, som for eksempel dyrenes mulighet til å tilfredsstille sine atferdsbehov.

#### **Forskningsbehov**

God velferd for oppdrettsfisk anses som viktig både ut fra etiske betraktninger, ut fra hensynet til fiskehelse og sykdomsproblematikk og også ut fra forbrukerinteresser. Det bør derfor være i næringens interesse at denne virksomheten drives i overensstemmelse med regelverket som er hjemlet i dyrevernloven. Kunnskap om både positive og negative velferdsindikatorer er viktig for at myndigheter og forvaltning skal kunne lage forskrifter og retningslinjer som sikrer dyrevernmessig forsvarlig drift av akvakulturnæringen. Mattilsynet og Fiskeridirektoratet oppfordrer derfor til at det i årene framover satses på forskning som fokuserer på fiskevelferd.

#### **Summary**

Fish farming is Norway's biggest food producing industry and is regulated through several laws. The Ministry of Fisheries and Coastal affairs has the administrative responsibility for the Aquaculture Law and for certain provisions in the Food Act and the Animal Welfare Act pertaining to the aquaculture industry. Fish farming has had its main growth after the Animal Welfare Act was last revised in 1974. Even though few of the provisions in the Animal Welfare Act explicitly concern fish, fish are according to article one covered by the act. Therefore the general provisions in chapter I and certain of the special provisions do apply to the aquaculture industry. However many would probably claim that the Act has had low priority in the fish farming community. The regulations directed at the aquaculture industry reflect this and contain few provisions that pertain to fish welfare. This was the case until 22 December 2004 when the new Regulation relating to the operation of aquaculture farms was introduced. New knowledge of fish's capacity for suffering and a changed attitude towards animal welfare has led to an increased focus on fish welfare the last years. This is one of the main reasons why we as of 22 December 2004 have numerous provisions relating to fish welfare issues in the aquaculture industry.

Havforskningsinstituttet ønsker å kartlegge muligheten for å etablere et samarbeid mellom nasjonale oppdragsgivere, forskningsinstitusjoner og enkeltforskere for å realisere en geografisk forskningsarena med nødvendig infrastruktur i et sentralt kyst- og fjordområde. Denne forskningsarena skal brukes til forskning til fremme av en økosystembasert forvaltning av våre naturressurser. En lang rekke forskningsfelt vil naturlig kunne finne det interessant å utføre sin forskning i dette området og prosjektet vil søke finansiell støtte for å sikre at denne arena fremstår som attraktiv.

Knut Sunnanaå

knut.sunnanaa@imr.no

I sammenheng med overgang til et mer økosystembasert forvaltningsregime er det selvsagt at det må rettes en langt større innsats på å belyse hvordan menneskelig aktivitet samvirker med økosystemene. Det tør være et naturlig utgangspunkt å anta at alle våre økosystemer er så påvirket av vår aktivitet at de må kunne karakteriseres som kulturlandskap.

Økologiske prinsipper gjelder også i kulturlandskap – men innflytelsen av den menneskelige aktivitet kan være så stor at dette setter klare rammer for de variasjoner vi ser i systemet.

Når slike systemer viser uønsket produktivitet – uansett om “uønsket” i denne sammenheng er sett fra menneskelige behov eller fra et mer økologisk ståsted – er det naturlig og i samsvar med norsk forvaltningstradisjon at det settes i gang tiltak som man håper kan bringe utviklingen inn på et nytt spor. Porsanger kommune ønsker å iverksette tiltak for å endre mulighetene for å høste av Porsangerfjorden. Kommunen ønsker at disse tiltakene skal være basert på faglig vurdering, både ut fra virkning på økosystemet og for å kunne kontrollere om effektene er i samsvar med ønsker.

Gjennom å engasjere forskere fra forskjellige forskningsmiljøer til å være med på å utarbeide en rammeskisse for et større prosjekt, ønsket kommunen å få kvalitets-sikkert påstandene og få innspill til konkrete tiltak. Samtidig inviterer kommunen til at forskningsmiljøer kan bruke Porsangerfjorden som et nasjonalt laboratorium for kystøkologi og næringsutvikling i kystsonen.

Porsanger kommune har et ensidig og sårbart næringsliv, og er sterkt avhengig av Forsvarets tilstedeværelse i kommunen. Omstilling og nedbemanning i Forsvaret har derfor hatt stor negativ betydning for næringslivet. På grunn av dette er Porsanger kommune definert som nyskappings- og utviklingskommune. Som et offensivt mottrekk har kommunen tatt mål av seg til å utvikle et mer robust næringsliv med nye lønnsomme arbeidsplasser. Fiskeri- og havbruksnæringen er utpekt som et nasjonalt satsingsområde, og det er store

forventninger til utviklingen, ikke minst innenfor havbruk.

Porsangerfjorden er landets fjerde lengste fjord med om lag 1600 km<sup>2</sup> sjøareal innenfor Porsanger kommune. Fjorden har et rikt fugle- og dyreliv, og en rekke øyer som til sammen danner en spesiell skjærgård. Porsangerfjorden er en kald fjord. Det har i mange år vært en myte at fjorden ikke egner seg til oppdrett pga. miljøforhold som lav temperatur og stor bølgehøyde. Det er imidlertid påvist at selv om minimumstemperaturen i indre deler av fjorden er lav, er gjennomsnittstemperaturen i midtre og ytre deler av fjorden på nivå med Kåfjord i Altafjorden hvor det drives oppdrett med gode resultater. På grunn av til tider lav minimumstemperatur er det kun begrensete områder som egner seg for oppdrett av ørret og laks. Fjorden egner seg imidlertid utmerket til oppdrett av marine arter (bl.a. steinbit og torsk), og til dyrking av skjell.

Fiske i Porsanger kan aldri bli en stor næring sett i forhold til fiskeri nasjonalt eller i fylket. Næringen har likevel stor betydning for bosetting langs fjorden, og for å opprettholde lokal tradisjon og kultur. Porsanger kommune er en trekulturell kommune – samisk, kvænsk og norsk. Samisk og kvænsk kultur i kommunen er særlig avhengig av bosettingen i ytterdistriktene i kommunen. Dersom man lykkes med å reetablere fiskebestandene til noe i nærheten av det nivået de har vært på tidligere, gir det et potensial for førstehånds-omsetning på 15–20 millioner kroner per år.

Havforskningsinstituttet ønsker å være med på å utvikle et prosjekt med tittel “Porsangerfjorden: Et nasjonalt havlaboratorium” med målsetting å lansere Porsangerfjorden som et nasjonalt havlaboratorium blant forskere i Norge og internasjonalt. Havforskningsinstituttet har en lang rekke aktiviteter og prosjekter som berører kystressurser, fra tang, tare og plankton til sjøpattedyr. Flere av disse aktivitetene er allerede knyttet til området i eller rundt Porsangerfjorden. Også andre institusjoner, som høyskoler og universiteter, har aktiviteter lokalisert til dette området, og alle miljøer som har, eller som ønsker å ha, aktivitet i området vil bli invitert med.



**Figur 3.5.1** Utsikt fra Hamnholmen over Porsangerfjorden.  
View from Hamnholmen to the Porsangerfjord.

Et nasjonalt havlaboratorium i Porsangerfjorden vil derfor ha som ett av sine hovedfundamenter at forskere og institusjoner skal kunne gi råd til kommuner og region om tiltak som kan bidra til en ønsket forvaltning og næringsutvikling i de berørte kommuner (Porsanger, Nordkapp og Lebesby) og andre regioner og kommuner. Et annet hovedfundament vil være å etablere en generell forskningsarena med nødvendig infrastruktur. I det følgende listes opp temaer som med stor sannsynlighet vil være interessante for prosjekter innenfor området.

Tareskogene er blant de mest produktive systemene på kloden, og inneholder store tettheter av invertebrater (små dyr som krepsdyr, mark og snegl). Disse er næring for fisk (for eksempel unge årsklasser av torskefisk) som særlig forekommer i store mengder i tareskogen fra sensommeren og utover høsten. Vi antar at tareskogen har relativt stor betydning for produksjon og oppvekst av fisk i systemer der grunne hardbunnsområder utgjør en betydelig del av systemets areal, og dette bør dokumenteres nærmere. Vi har indikasjoner på at en intakt tareskog (dvs. tett vegetasjon med

tareskogen som inneholder invertebrater og fisk) normalt er et lite gunstig oppvekstområde for kråkeboller. Det er ønskelig å gi et svar på hvilke (biologiske) faktorer som er viktige i å begrense rekruttering og oppvekst av kråkeboller.

Vi vet at stortare trives best i eksponerte farvann, mens sukkertare overtar og dominerer innover i mer beskyttede kyst- og fjordområder. Vi vet at begge arter huser store mengder potensielle næringsdyr for fisk, men vi vet ikke om begge arter har like stor betydning for oppvekst av fisk. Stortare står oppreist som et tre, mens sukkertare har en kortere stilk og et stort blad som ligger mer utover bunnen. Ved å sette ut tau/not som kunstig substrat for å etablere kunstige tareskoger vil man høyst sannsynlig få en dominans av sukkertare som en slags "hengende hage", dvs. en struktur mer lik en opp-ned tareskog enn en typisk sukkertareskog (noe som kanskje kan være mer gunstig for fisk). Porsangerfjorden vil således kunne gi mulighet for kunnskaper om sammenhengen mellom tareskog og fisk, og hvilken betydning skjulesteder og næringsdyr har hver for seg og i kombinasjon.

Grunnlaget for næring til all fisk, sjøpatedyr og bunnfauna er den produksjon som skjer i de øvre vannmasser. Fisk og sjøpatedyrs atferd er også styrt av hvor mat er tilgjengelig, og slike økologiske aspekter bør undersøkes. Dette har betydning både for hvordan vi og fiskerne oppfatter bestandssituasjonen, og for å kunne etablere en langsiktig forvaltning basert på kunnskap om økosystemet i fjorden.

Fiskeri har vært en vesentlig del av næringslivet i Porsanger i flere hundre år. Fisket har vært preget av flere arter både av bunnfisk og pelagisk fisk, og aktiviteten i fjorden har skapt et kulturlandskap med jevn avkastning. Fram til midten av 1980-tallet ble det årlig ilandført mellom 1 000 og 1 500 tonn fisk i Porsangerfjorden. Det var et levende og aktivt fiskermiljø med flere fiskebruk. På slutten av 1980-tallet sank imidlertid ilandført fangst dramatisk i løpet av få år, og den har siden vært stabilt lav. Det samme gjelder for antall fiskere og registrerte fiskebåter. Inntil mars 2003 var det kun ett fiskebruk igjen, mot fem tidligere. Mens fiskebestandene har tatt seg opp etter 1990 i de fleste nordnorske fjorder, har ikke dette skjedd i Porsanger.



Det er i dag et åpent spørsmål om hvor stor del av den fisken som fiskes i de ytre deler av fjorden som tilhører en vandrende komponent av fjordfisk. Dersom dette er fisk på gytevandring i fjorden, representerer fisket en uforholdsmessig høy beskatning på denne delen av bestandene. Det er også et åpent spørsmål om fjorden er avhengig av innvandrende fisk, og om en slik innvandring hindres av fisket i de ytre deler av fjorden.

På bakgrunn av dette er det riktig å stille spørsmål om forvaltning og regulering av fisket i seg selv fører til en kombinasjon av over- og feilbeskatning der fjorden nærmest legges brakk – både for vandrende fisk og for fiskere. Sammen med årsaker som fører til manglende områder for yngel, og en høy nedbeiting av yngel fra steinkobbe eller havert, representerer dette en påvirkning av fiskebestandene som er svært negativ.

Kystsel har tradisjonelt hatt stor betydning i Porsanger, som i mange andre kyst- og fjordsamfunn, som mat- og nyttegenstandsressurs (klær, seletøy, m.m.). Med tiden er det imidlertid blitt færre som nytter seg av denne ressursen. Kvotene settes i hovedsak som likevektskvoter, det vil si at fangstuttaket ikke skal redusere bestanden. Det knytter seg imidlertid noe usikkerhet til bestandsestimatene, noe som kan resultere i at kvotene er lavere enn hva som muligens kan høstes. Selv ikke disse kvotene blir tatt. Dette viser at interessen for jakt er lav. Man må imidlertid regne med noe fangst som ikke rapporteres.

Nedbeiting av tareskogen på grunn av høye bestander av kråkeboller er ikke et problem isolert til Porsangerfjorden. Dette er et fenomen som gjelder hele kysten nord for Trondheimsfjorden, og denne utviklingen har foregått i hvert fall en 25-årsperiode. Utenfor Vega på Helgeland er det dokumentert at fisken forsvant sammen med tareskogen. På 90-tallet er det rapportert om gjenvest av tareskog på Trøndelagskysten, men ikke lenger nord. Det er lite som tyder på at nedbeitingen vil opphøre på en naturlig måte. Nedbeiting er også rapportert i andre land.

Kongekrabben sprer seg nå til stadig nye områder, også Porsangerfjorden. Lokal bæreevne for yngel og voksne individer vil variere sterkt alt etter hvilke habitater som er tilgjengelige i de forskjellige områder. Feltstudier og laboratorieeksperimenter med Porsangerfjorden som utgangspunkt er satt i gang.

Haneskjellfelter og andre områder med skjell finnes i Porsangerfjorden og er gjenstand for undersøkelser. Disse fungerer

som fødeområder for bl.a. dykkender, fisk og sjøpattedyr. Større, fastsittende eller langsomme arter av bunndyr vil måtte tåle endringer i det lokale habitat fra år til år. Sammensetningen av slike arter vil derfor kunne gi et godt bilde av status for habitaten som undersøkes. Det er fortsatt en stor utfordring i å kartlegge habitater for planter og dyr i kystsonen. Det er stor mangel på kunnskap om habitater, deres struktur og funksjon samt hvilke miljøforhold og økologiske tilstander som er gunstige for eksistens og bruk av de forskjellige habitattyper. Det er ønskelig med prosjekter som søker å utvikle kvalitative og kvantitative metoder til å kartlegge habitater. Av spesiell interesse i Porsanger vil være habitater for larver og yngel av fisk og beiteområder for invertebrater, som f.eks. kongekrabbe.

Å forstå de økologiske sammenhenger i geografisk avgrensede områder fremstår etter hvert som en av de mest sentrale problemstillinger innen forskning rettet mot forvaltning av naturressurser. Innen en "Nasjonalt laboratorium"-sammenheng vil initiering av prosjekter på dette tema bli en viktig koordinerende aktivitet. Det vil være ønskelig å kunne kartlegge hele fjorden med flerstråle-ekkolodd og med bunnpenetrerende ekkolodd for å etablere en topografisk modell med substratangivelse. Det foreligger gode oseanografiske data for fjorden, og det vil være naturlig å utvikle en regnemodell for hydrografien i fjorden.

Bruk av digital video som observasjonsplattform vil kunne utvikles videre innenfor dette konseptet, både med hensyn til fisk, skalldyr og pigghuder, men også med tanke på tareskog og andre bentiske organismer.

Historisk er kartlegging av marine økosystemer ofte gjennomført med ødeleggende redskap som bunntål, skraper, grabber osv. Videre har denne type redskap ofte liten spredning i størrelse av innsamlede organismer, enn si evne til å samle spesielle størrelser. Kvantitativ kartlegging av marine habitater, oppvekst- og fødeområder er ikke standardisert ennå. Utvikling av kalibrerte redskaper til å samle forskjellige deler av et fjordøkosystem vil derfor være en viktig aktivitet. Dette kan dreie seg om strandnot, teiner, ruser, stolpeline, trollgarn, modifisert snurrevad, skånsom trål og andre redskaper. Feller av ymse slag har den fordel at byttedyrene holdes i live og kan merkes og settes ut etter sampling. Det vil også være aktuelt å utvikle prosedyrer og modifisering av vanlig brukt redskap for aktiv seleksjon av organismer, både for kommersielt fiske og for effektiv sampling i prosjekter.

Havforskningsinstituttet har lang erfaring med kartlegging av levende marine ressurser, også i fjordområder. Sammen med universitetene i Tromsø, Bergen og Oslo samt flere av landets høyskoler, arbeider allerede flere forskere med problemstillinger knyttet opp til høstbare ressurser i fjorder. Samlet representerer dette en omfattende kompetanse som raskt kan etablere seg i Porsangerfjorden dersom det prioriteres tilstrekkelige personellressurser. Videre vil det være mulig å benytte forskningsfartøy fra Tromsø, Bodø eller Bergen som egner seg til fjordundersøkelser gjennom samarbeid med universitetene og høyskolene i de to byene.

### Summary

The Institute of Marine Research wishes to initiate cooperation among research institutions in Norway to establish a geographical research arena in the Porsanger fjord area. This arena should be used to facilitate ecosystem based research and management of our living marine resources. For a number of scientific themes it would be natural to conduct research in this area, as both open ocean and estuarine areas are found in this fjord area.

# 3.6

## Kunstige rev på norskekysten

Bruk av kunstige habitater har ført til økning i faunatetthet i kystnære systemer. Utplassering av kunstige rev både i Risør og i Lofoten har vist lovende resultater på begroing og ikke minst tiltrekning av fisk. Vi har en rik kystsoner der det synes å være plass for mer liv hvis man øker mengde og mangfold av leveområder.

Hartvig Christie

hartvig.christie@niva.no  
Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Settes fuglekasser ut i en ørken vil man sannsynligvis se lite fugl, men settes fuglekasser ut i en frodig skog vil det øke bestanden av flere fuglearter, avhengig av hvordan kassene er utformet. Etter flere års forskning i våre kystfarvann har vi kunnet påvise hvor frodige og produktive de grunne kystområdene langs hele norskekysten er. Ved å sette ut kunstige imitasjoner av tang og tare har vi erfart at de blir kolonisert av flere hundre snegler og krepsdyr bare i løpet av et døgn. Dette har vakt vår nysgjerrighet. Undersøkelser med ulike mengder kunstig habitat har vist økende mengder dyr som etablerer seg, og ved å variere kunstige habitat typer får man inn ulike arter. Disse habitatene inneholder ikke næring, så resultatene tyder på gode næringsforhold, mens det synes å

være mangel på leveområder/skjulesteder for mange arter. Slike undersøkelser samt undervannsobservasjoner av mye ensartet bunn (svaberg og sand) har satt fart i spørsmål om muligheter for habitatforbedringer langs kysten. Her beskrives undersøkelser av de første spede forsøk med kunstige rev i Norge.

Kunstige rev har lenge vært brukt i mange land for å øke produksjon av fisk og skalldyr og for å redusere bølgeerosjon i strandsonen. Bare i Japan har det vært brukt i størrelsesorden tilsvarende flere hundre millioner kroner årlig på kunstige rev. Her hjemme har det vært lite satsing på kunstige rev, unntaket er blåskjellanlegg som er et kunstig habitat for å konsentrere og øke produksjon av denne arten. Kunstige rev har vært foreslått for å øke fisk, skalldyr og biologisk mangfold samt restaurering av kraftig forstyrrede habitater, men så langt finnes det bare småskala forsøk med

**Figur 3.6.1**

Fiskehus på 55 m dyp i Lofoten.

Til høyre: den store enheten med sei i forgrunnen. Under: den store enheten med brosme og stim av uer kan skimtes innenfor "vinduet", og en av de små pyramideformede enhetene med uer rundt.

*The "fish homes" at depths of 55 m in Lofoten. To the right: A large unit with saithe (Pollachius virens) in front. Below: a large unit with cusk (Brosme brosme) and a school of redfish (Sebastes sp.) glimpsed inside the "window", and one of the pyramid-shaped units with redfish (Sebastes sp.).*



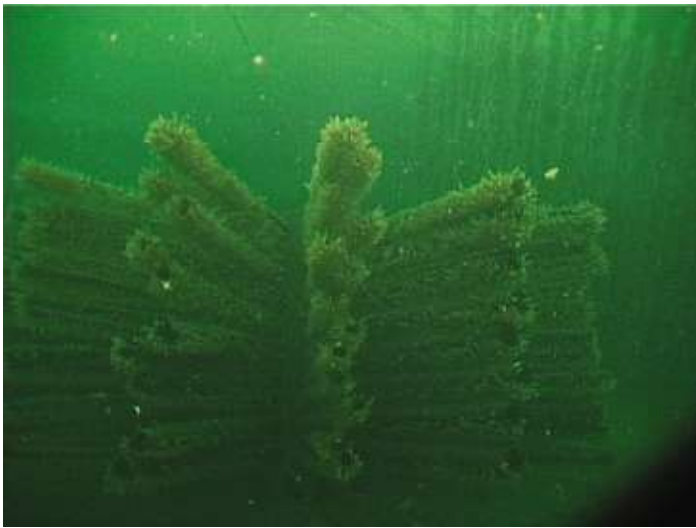


Foto: Harvig Christie

**Figur 3.6.2**  
En enhet av Runde-revet på 8 m dyp i Nordfjorden, tett begrodd med sekkedyr.  
A unit of Runde reef at depths of 8 m in Nordfjorden, overgrown with ascidians.

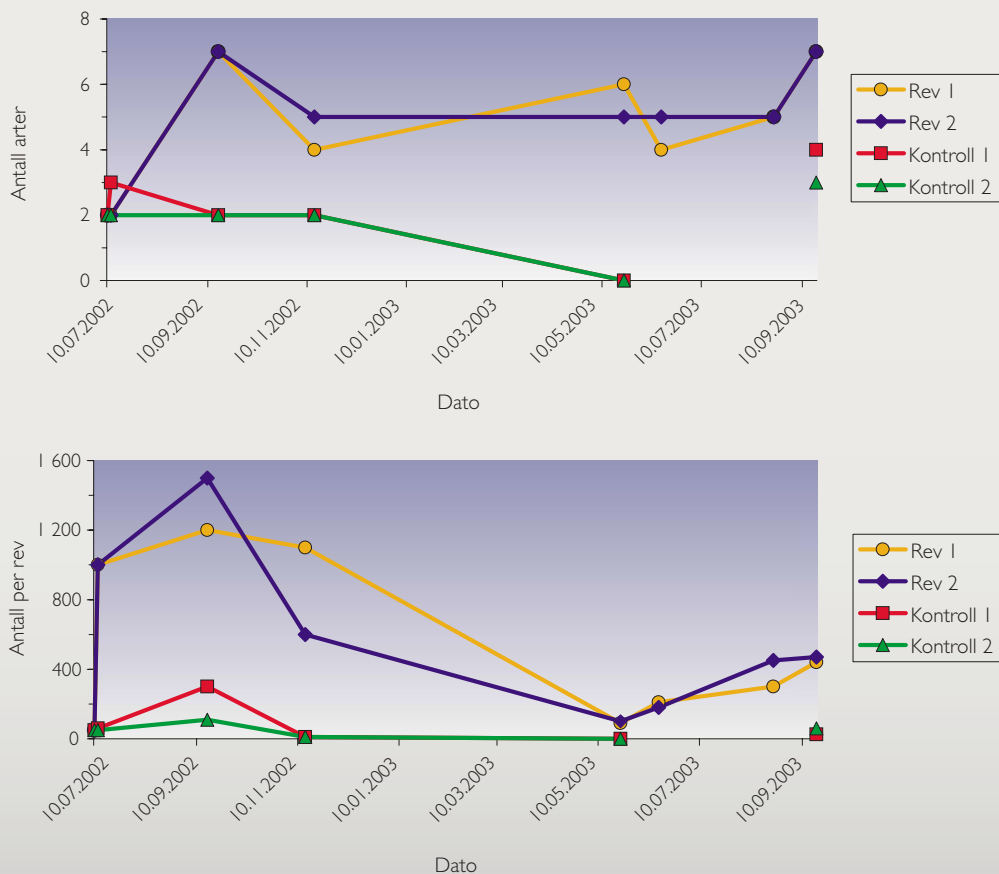
kunstige rev i Norge. Fiskehus AS satte ut to "fiskehuslandsbyer" ved Stamsund i Lofoten for ca. ti år siden, og Reef Systems AS plasserte to enheter av Runde reef i Nordfjorden ved Risør i 2002.

Fiskehusene i Lofoten består av en stor enhet der fire vegger med to rekker åpninger (vinduer) danner et firkantet rom, og

med fem mindre gjennomhullete pyramider plassert rundt, alt støpt i betong. En slik fiskehuslandsby er plassert på ca. 20 m og en på 55 m dyp på flat bunn dominert av stein/sand. Lofilab har påvist tett begroing og ansamling av fisk rundt disse revene i de første årene, og vi fant tilsvarende resultater da disse revene ble undersøkt med ekkolodd og ROV høsten 2004, ti år etter

utsetting. Alle enhetene var tett begrodd med små rødalger og fastsittende filterrende dyr. Ekkoloddregistreringene viste store ansamlinger av fisk på begge revene, men fiskestimen ble skremt bort på 20 m. Videoregistreringer med ROV viste meget høye ansamlinger av sei og uer på det dypeste revet. Fra registreringene ble det estimert tettheter i størrelsesorden 100 sei og 200 uer per rev, mens enkeltindivider av andre torskefisk, lomre og kutling ble registrert på begge rev. Kontrollregistreringer i områder uten rev viste lite eller ingen fisk.

De to rev-enhetene i Risør består av en 2,5 m høy sylindrisk betongkjerne med 14 rader hule plastrør av ulik dimensjon. De er plassert ut på 8 m dyp på slakt skrånende sand/mudder. Kun moderat tetthet med sandkutling og et fåtall svartkutling ble observert i området før utsetting. Etter utsetting ble begge rev-enhetene raskt bebodd av tangkutling (størrelsesorden 1000 per rev), bergnebb (størrelsesorden 200) pluss mindre tettheter av andre arter leppefisk. I løpet av det første året ble 12 fiskearter observert på disse revene. Fisketettheten varierte med sesongen, men total tetthet av fisk gikk ned etter hvert som større individer etablerte seg rundt revene. Kutlinger og leppefisk dominerte fortsatt



**Figur 3.6.3**  
Antall fiskearter og total tetthet av fisk på hver rev-enhet sammenliknet med to naturlige områder av samme størrelse. Se også rapport på: [http://www.seacult.com/pdf/Reef\\_rapport.pdf](http://www.seacult.com/pdf/Reef_rapport.pdf)  
Number of fish species and total density of fish at each reef unit compared to two natural locations of same size. See also the report [http://www.seacult.com/pdf/Reef\\_rapport.pdf](http://www.seacult.com/pdf/Reef_rapport.pdf)

rundt revene, men moderate forekomster av torskefisk (særlig lyr og sypike) var tidvis å se. De hule rørene synes å være attraktive gjemmesteder for flere fiskearter, særlig om vinteren. Figuren nedenfor viser at antall fiskearter og totalt antall fisk på hvert rev var klart høyere enn på tilsvarende kontrollområder ca. 100 m unna hvert rev.

Begge revene utviklet seg også likt når det gjelder begroing. De ble raskt tett bevokst med alger på toppen, og sekkedyret *Ciona intestinalis* dominerte hele revet for øvrig. Begroingen gjennomgikk stadige forandringer, men var dominert av sekkedyr, hydroider, svamp, sjøanemoner og kalkrørsmark. Innimellom de fastsittende organismene etablerte det seg et rikt dyreliv der børstemark, snegl og krepsdyr var mest tallrike. Også større dyr som sjøstjerner, krabber og trollhummer søkte til revene i løpet av det første året. Med fiskeforekomstene samt øvrig plante- og dyreliv kan disse revene framstå som mangfoldige oaser på en ellers monoton bunn.

Begge forsøkene med kunstige rev i Norge virker lovende når det gjelder å forbedre

marint mangfold og ressurser på områder som har vært relativt ensformige. Store ansamlinger av fisk selv rundt disse begrensede rev-enhetene viser at det er potensial for å oppnå økte forekomster. Imidlertid knytter det seg flere spørsmål til bruk av kunstige rev i Norge. De undersøkte revene er kun enkeltstående strukturer, og effekten av slike rev blir større dersom et større antall enheter kan spres slik at de dekker et stort nok areal til at en fiskepopulasjon kan etableres (minst 20 000 kvadratmeter). Det kan også stilles spørsmål ved om revene tiltrekker seg fisk eller skalldyr og således bare flytter ressursene fra ett sted til et annet, eller om produksjon av fisk og skalldyr øker ved å forbedre habitatsituasjonen. Våre resultater, som tyder på plassbegrensninger heller enn næringsbegrensning i kystsystemene våre, antyder at mulighet for økt produksjon er til stede. Ved bedre kunnskap om artenes habitatpreferanser og muligheter for å sette ut yngel av ønskete arter fisk og skalldyr, skulle det være mulighet for å utnytte næringen i våre høyproduktive kystområder mer effektivt ved at den omsettes på grunt vann og lenger ned i næringskjeden slik at

energitapet blir redusert og produksjonen høyere. Fra naturens side er mye av den norske kystsonen glatt fjell- eller sandbunn, og potensialet for å tilby forbedrede skjulesteder ved å plassere ut tredimensjonale substrater skulle være stort. I tillegg er mye av undervannsvegetasjonen beitet ned eller slammet ned, og kunstige rev kan kompensere for dette tapet av skjulesteder. Kunstige rev burde også ha potensial for å bedre forholdene for rekreasjonsformer som dykking og hobbyfiske.

#### Summary

Artificial reef structures as habitats have given an increase in fauna density in coastal areas. Small reef units both in Risør in southern and Lofoten in northern Norway have shown promising results attracting fish and high density of fouling organisms. The structures seem to increase both biomass and diversity in the coastal areas.

**Figur 3.6.4**

Nærbilde fra toppen av Runde-revet med begroing og tett ansamling av tangkutling.

Close-up of the top of the Runde reef overgrown and with dense aggregations of two-spotted goby (*Gobiusculus flavescens*).



## Økt verdiskaping og bærekraftig forvaltning i havbruk: realisme eller utopi? En frimodig ytring fra en synsende forsker.

Verdiskaping og bærekraft er partnere i konflikt. I et nært samspill mellom næring og forvaltning blir veien til mens man går den sammen. De utopiske utspillene havner i historiens søppelkasse, mens realismen blir konge på kunnskapens haug.

Ingvar Huse  
ingvar.huse@imr.no

Utviklingen av lakseoppdrett representerer et av de mest imponerende industrieventyrene i det 20. århundre i Norge. Ikke bare gikk det fort og ble stort, men det kom også først og fremst Utkant-Norge til gode. I begeistringens rus har mange mer eller mindre falske profeter stått frem og spådd en videre utvikling av alternative havbruksaktiviteter som vil stille lakseeventyret i skyggen. De siste års hendelser med konkurser og økonomisk nedgang i laksenæringen har imidlertid ført til en mer nøktern, og til tider negativ tenkning rundt mulighetene fremover.

Bærekraften av utviklingen har også blitt diskutert. Dels med hensyn til denne type anvendelse av betydelige mengder verdifulle fett- og proteinkilder i relasjon til global matvaresikkerhet, dels med hensyn til en begrensning i forhold til total tilgang på slike råstoffer, og dels med hensyn til arealbruk i kystsonen, forurensing og skade på ville bestander.

Det foreligger nå et rimelig rikt grunnlag av informasjon for refleksjon rundt disse temaene i relasjon til en videre utvikling av denne næringen. Det enkleste først: er det grunn til å tro at vi kan produsere betydelig større mengder laks (flere tusen tonn) i fremtiden? Jeg tror mange vil være enig med meg i at det neppe vil være tilfelle. Det meste av en eventuell volumvekst vil trolig komme i Chile. De har bedre tilgang enn oss (større nærhet) til dioksinfrie fettkilder og utmerkete fiskeproteiner fra Humboldtstrømmen, samt større nærhet til store markeder hvor ekspansjon fortsatt kan ventes (USA, Asia).

Men volum og verdiskaping trenger ikke å være synonymt. Laks er etablert som et middels til lavprisprodukt i markedet, og det differensieres lite på kvalitet. Innenfor det nåværende norske produksjonsvolumet ligger der et betydelig potensial for økt verdiskaping gjennom utvikling av spesialprodukter. Ikke bare gjennom videreforedling, men kanskje først og fremst gjennom produksjonslinjer som tar sikte på spesialisering mot smalere markedsnysjer: f.eks. økologisk laks, mager laks, fet laks, dioksinfri laks, laks for grilling, laks for baking, laks med mye antioksydanter eller laks med en garantert fettprofil.

Mange kunder på kontinentet, i Japan og USA er villige til å betale mye for et godt produkt, og en innretning av produksjonslinjer og markedstiltak mot "designerlaks" kan være en interessant vei å gå for norsk lakseproduksjon. Det vi i alle fall ikke bør ende opp i er en konkurranse mot kylling og svin på pris. Da har vi tapt i utgangspunktet, og det er vel resultatene av en slik utvikling vi har vært gjennom de siste årene.

Hva så med alle de nye artene som skulle stå for mye av den påståtte veksten? Skjell ser lovende ut, om ikke på det nivå det ble postulert. Vi eksporterer 3 500 tonn blåskjell til Frankrike og Belgia. Bra greier det, men markedsvinduet er lite. Våre blåskjell er fine og feite i mars-april før gyting. Da er de hollandske skjellene ennå ikke kommet til markedet, og de norske skjellene har ennå ikke gått over på dinoflagellater som inneholder DSP. Dette markedsvinduet bør vi utnytte maksimalt, og med skjellproduksjon nordover langs kysten kan vi tøye det gjennom mai før de hollandske skjellene kommer med full tyngde i juni. Kanskje blir det ikke snakk om de millionene av tonn profetene postulerte, men det kan i alle fall bli en interessant aktivitet for et betydelig antall personer langs kysten.

Norske kamskjell er også ettertraktet, og tilgangen er mindre enn etterspørselen, først og fremst av villfanget skjell. I Japan og Kina består ryggraden i kultiveringstiltakene for kamskjell av at store mengder stamskjell samles på gytelokaliteter, og yngelsamlere plasseres i nærheten. Dette er en annen art, men i alle fall kan vi se at i Frøya-området går det an å høste store mengder kamskjell over lang tid, tilsynelatende bærekraftig. Rett nok er vekstforholdene der gode i sund med sterk strøm, men det skulle forundre meg om dette ikke også har sammenheng med at store mengder kamskjell finnes der slik at lokal yngelavsetting blir god. Stort kamskjell er et prestisjeprodukt som gir god pris og som mange vil ha, spesielt ferskt. Her er det store muligheter for verdiskaping, men det kreves ytterligere innsats fra fellesskapet. Det gjelder bare å identifisere de rette tiltakene.

Hva så med kveita? Mange satte sin tro og lit til den. Den syntes så åpenbar, i og med dens tradisjonelt høye pris og pre-

stisje. Kveita vil komme, den. Yngelproduksjonsmetodene blir stadig bedre, men utviklingen på matfisksiden har stagnert noe på grunn av problemene i laksenæringen. Vekst er også et problem, men konturen av problemet ligner mer på en generell svakhet i domestiseringen av en hvilken som helst vill art enn et grunnleggende problem for arten kveite. Løsningen ligger med andre ord i en videre utvikling og forskning innenfor oppdrettsmetode, diett, genetikk og avl, så vil nok disse forholdene falle på plass etter hvert. Kveita har en framtid som oppdrettsfisk, det tar bare litt mer tid enn det utålmodige folk med penger har.

Og så torsken da, hva med den? Ikke godt å si. Jeg er skeptisk, har vært det hele tiden. Torskekrise i Nordsjøen satte fart i torskeoppdrett igjen. Men tre ting taler mot torsk i oppdrett: 1) det fiskes fortsatt flere hundre tusen tonn i det nordlige Atlanterhavet, 2) denne torsken leveres kappet og sløyd fra fartøyet til samme pris (eller mindre) som det koster å produsere torsk intensivt, og 3) lagring og salg av levende torsk fra snurrevadflåten i Nord-Norge skyter fart. Dette vil representere et betydelig konkurranseelement. Konklusjon: Jeg forblir skeptisk.

Hva så med bærekraften? Lakseproduksjonen har funnet sin form, og volumet vil neppe øke betydelig. Volumet av torsk og kveite vil på kort sikt heller ikke påvirke totalvolumet av oppfôret fisk betydelig, slik at disse kan behandles samlet. Tilgangen på fôr vil neppe bli noe stort problem. Hvis den likevel blir det, betyr det bare at vi produserer for billige produkter og ikke kan konkurrere med andre produksjonsformer om fôrkildene.

Er det etisk forsvarlig å føre opp fisk med ypperlig fett og protein, og dermed tape en stor del av energimengden? Dette er et av de store dilemmaene i forholdet til mennesker som sulter. Kan norsk opp-

drettsnæring løse problemet gjennom å legge ned virksomheten? Svaret er nei. Slik fungerer ikke den globaliserte økonomien. Fôrkildene vil bare bli kanalisert til andre produksjonslinjer. Norge og andre land gir faktisk støtte til utvikling av f.eks. rekeoppdrett i den tredje verden der produktene blir eksportert til USA, Japan og Europa. Hensikten er å skape økonomisk vekst i disse landene, slik at velstanden også etter hvert skal komme de fattigste til del. Et etisk problem er det fortsatt, men norsk oppdrettsnæring kan ikke løse det.

Den samlede fiskeproduksjonen legger beslag på betydelige kystområder. Men heldigvis er kysten vår lang, så i forhold til det denne næringen gir tilbake, må man kunne si at den båndlegging oppdrettslokalitetene utgjør av kystsonen ikke er urimelig. Heldigvis er det også slik at utslipp fra oppdrettsanleggene (fôrspill, faeces) først og fremst representerer et problem for oppdrettsfisken selv, og dermed for oppdretteren. Samtidig medfører de stramme økonomiske marginene i næringen at fôrspill må unngås. Resultatet er at anleggene nå lokaliseres på eksponerte lokaliteter som ofte er lite attraktive for allmennheten, samtidig som utslipp fordeles og fortynnes og utgjør en begrenset trussel mot naturmiljøet.

Lakselus og potensiell genetisk forurensing representerer fortsatt en betydelig utfordring i relasjon til ville bestander. Dette må Norge ASA rydde opp i både av økonomiske og etiske grunner. Mye er gjort, men mye gjenstår også. Vi greide å rydde opp i uvettig bruk av kjemikalier. På samme måte må vi forholde oss til disse utfordringene. Norges framtid vil i stor grad avhenge av vår evne til å ta vare på miljø og ressurser, det seg være i forhold til livskvalitet for innbyggerne, internasjonal verdsetting av produktene våre og lysten andre har til å komme hit som turister. Derfor er det like viktig at vi har livskraftige bestander av vill laks og sjøaure som at vi

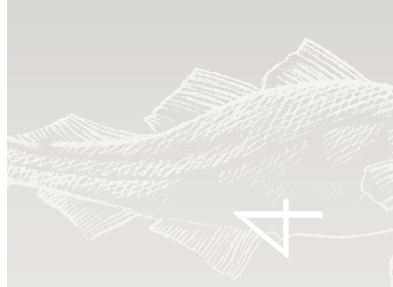
har en sunn oppdrettsnæring som driver i pakt med gode prinsipper for økosystemforvaltning.

Skjellproduksjon er velsignet fri for etiske og miljømessige konflikter. Skjellene finner sin egen mat i naturen og belaster miljøet så lite at man må lete etter utfordringer mht. negative aspekter. Et krafttak for å utvikle en livskraftig skjellnæring i Norge ville representere et signal om at myndighetene tar ansvar for en bærekraftig utvikling av kysten vår.

Verdiskaping/bærekraft, er det konfliktfylt? I utgangspunktet ja, men med et nært samspill mellom næring og forvaltning blir veien til mens man går den sammen. Samtidig vil de utopiske utspillene havne i historiens søppelkasse, og realismen vil bli konge på kunnskapens haug.

#### Summary

The author, who is a scientist at The Institute of Marine Research, speculates over economic development and sustainability, being partners in conflict, in a perspective where aquaculture is viewed as a universal solution to all problems related to coastal rural development in Norway. Whereas an abundance of more or less false prophets paint pretty pictures of a multitude of potential parallel virtual rosy futures, the author calls for realism, both regarding expansion of the salmon industry as well as regarding the budding cod farming development.



# Kapittel 4

Laksefisk



2004 ble et nytt rekordår for norsk laksenæring med et slaktekvantum på langt over 500 000 tonn. Gode priser til oppdretter, sett i forhold til foregående år, gjør at snittprisen for 2004 lå ca. 2 kroner høyere enn 2003. Produksjonen har i all hovedsak gått bra. God tilvekst, kombinert med et lavere antall utsatt smolt enn foregående år, gjør at 1-åring 03G vil være ferdig utslaktet langt tidligere enn normalt.

Arnt Kjønhaug

arnt.fredrik.kjonhaug@kontali.no  
Kontali Analyse A/S

#### Biologi

Antall innlagt rogn for klekkesesongen 03/04 var estimert til ca. 210 millioner rognkorn. Sett i forhold til 02/03-klekkingen, er dette en reduksjon på ca. 35 millioner rognkorn, eller en nedgang på 16 %. Estimert på 0-årsingsutsett 04, samt 1-årsingsutsett 2005, som blir dannet på grunnlag av 03/04-klekkingen, tyder på at utbyttet av smolt per innlagt rognkorn vil bli prosentvis høyere enn tidligere.

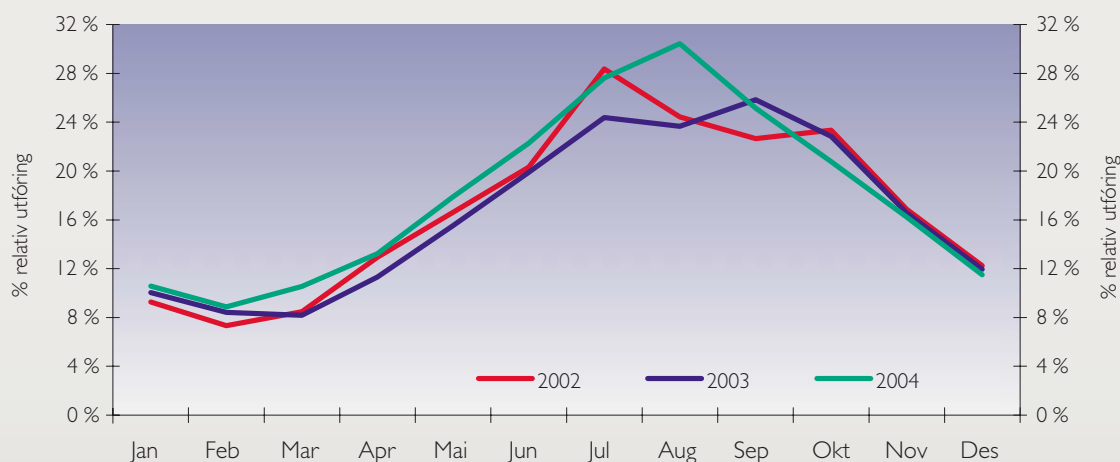
Etter to år med høye sjøtemperaturer, var vi i 2004 tilbake på et mer normalt nivå. Temperaturene førte til en god tilvekst gjennom sommeren. I perioden juli-oktober ble det i 2004 føret ut hele 23 000 tonn mer fôr til atlantisk laks enn samme tidsrom i 2003. Dette førte til en sterk årsklasse av både 1-åring og 0-åring 03G, og slaktingen kunne starte noe tidligere. Kombinasjonen lavere antall utsatt smolt og en høy snittvekt, gjorde at mye av generasjonen var ferdig utslaktet før jul. Den relative utføringen i 2004 (mengde utføret / stående biomasse), sammenlignet med tidligere år, viser en mer normal kurve med topp i juli og august. Disse kurvene illustrerer

godt de gode produksjonsforholdene i 2004, i forhold til 2002 og 2003.

Smoltutsettet på våren 2004 ble på ca. 100 millioner, 11 millioner høyere enn 2003, og det høyeste smoltutsett av atlantisk laks noensinne. 1-åringen fra 04G hadde naturligvis også en god tilvekst, med den høyeste registrerte snittvekt på samme fiskegruppe per 31.12 siden 2000. 0-årsingsutsettet er estimert til å være på samme nivå som fjoråret, ca. 47 millioner individ.

I løpet av 2004 ble det slaktet ca. 537 000 tonn rund bløgget vekt (wfe\*) atlantisk laks. Dette er en økning av slaktekvantumet i 2003 på 6 %. Til tross for den høye slaktingen, gjør det høye 1-årsingsutsettet og den gode produksjonen at det ikke er spesielle endringer i stående biomasse ved utgangen av året i forhold til ved inngangen. Dette fører til en nedgang i biomassen på marginale 2 %.

Slaktekvantumet av ørret har gått ned fra ca. 71 000 tonn i 2003 til ca. 63 000 tonn i 2004. Dette er en reduksjon på 13 %. Reduksjonen skyldes i hovedsak et lavere antall utsatt smolt de siste årene. I 2002 ble det satt ut ca. 21 millioner, mens utsettet i 2004 var redusert til ca. 17 millioner individ.



Figur 4.1.1

Relativ utføring til laks i perioden 2001–2004 (tonn utføret per tonn stående biomasse).

Relative feed rate of Atlantic salmon per month 2001–2004 (tonnes of feed per tonnes of standing biomass).



Totalt ble det slaktet ca. 600 000 tonn atlantisk laks og regnbueørret i Norge i 2004, noe som gir en økning fra 2003 på ca. 3 %.

Totalt forforbruk til atlantisk laks i Norge endte på i underkant av 700 000 tonn, som er ca. 45 000 tonn høyere enn 2003, og en økning i utføring på ca. 7 %. Forforbruk til ørret er redusert fra tidligere år. Fra ca. 82 000 tonn i 2003 til ca. 72 000 tonn i 2004. Dette gjør at den stående biomassen av ørret er estimert ca. 7 000 tonn lavere ved utgangen av 2004 enn ved begynnelsen av året. Det totale forsalget i Norge endte på ca. 810 000 tonn, noe som inkluderer for til yngel/smolt produksjon og til marine arter.

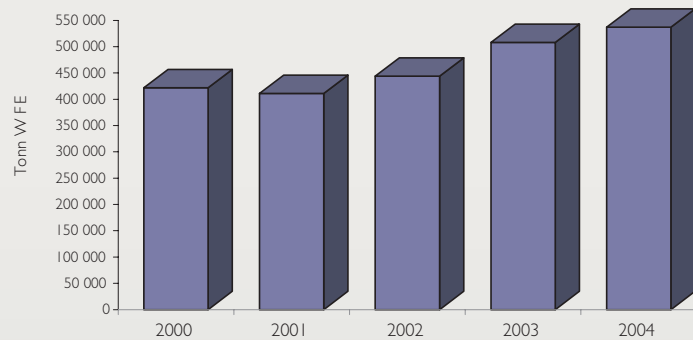
Når det gjelder sykdomsproblemene i Norge i 2004, var ILA og PD de som skapte mest bekymring. Av ILA ble det registrert 6 utbrudd i 2003, og i 2004 ble det registrert hele 15 utbrudd. De fleste fylkene ble rammet av ILA i 2004, og på strekningen Hordaland til Finnmark, var bare Møre og Romsdal som ikke fikk påvist utbrudd av sykdommen. PD rammet oppdretterne i Hordaland hardt også dette året, med 40 registrerte utbrudd av sykdommen. Rogaland fikk også registrert sykdommen for første gang, med 3 utbrudd. Dødeligheten har vært varierende fra anlegg til anlegg, men totalt sett snakker vi om en sykdom som påfører oppdretterne store bekymringer og økonomiske tap. Det rømte i 2004 ca. 470 000 laks og ørret, som er en nedgang på 28 % fra 2003. Av rømmingstilfellene i 2004 skyldes over 70 % av rømmingene ytre påvirkning, der båter hadde kjørt på oppdrettsanleggene.

#### Priser

Prisene på laks har vært gode gjennom nesten hele 2004. Det var en periode på høsten med prisfall. Dette gjorde at oktober og november endte under fjorårets snittpriser for samme periode. Den gode tilveksten gjorde at laksen tidlig nådde slaktevekt, og prisene begynte å falle på grunn av press i markedene. Andre årsaker som kan være delaktig i prisfallet, var usikkerheten rundt den uavklarte situasjonen om markedsadgang til EU.

Snittprisen i året som helhet havnet på 21,61 NOK Fca.\* Oslo, mens snittprisene i 2003 endte på 19,40. Dette gir en prisøkning på ca. 11 %. Totalt et forholdsvis godt år for norsk laksenæring, der det sterke og fremtvungne fokuset på reduserte produksjonskostnader begynte å gjøre seg gjeldende.

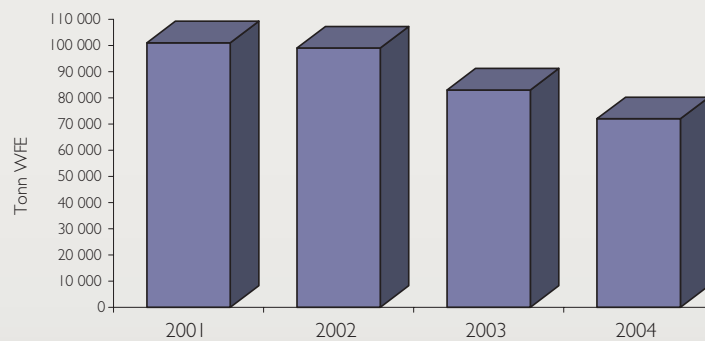
Verdien av eksport og innenlands forbruk av laks og ørret steg fra ca. 12 mrd i 2003 til



**Figur 4.1.2**

Slaktet kvantum (tonn wfe) av laks i Norge 2001–2004.

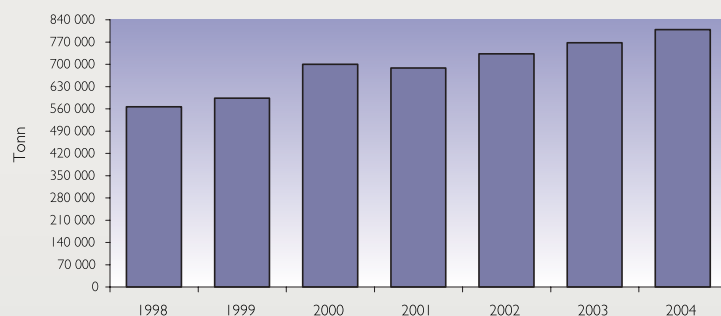
Harvest quantity (tonnes wfe) of Atlantic salmon in Norway 2001–2004.



**Figur 4.1.3**

Slaktekvantum ørret 2001–2004.

Harvest quantity rainbow trout 2001–2004.



**Figur 4.1.4**

Totalt forsalg i Norge 1997–2004 (Kilde FPF).

Total feed sale in Norway 1997–2004 (Source FPF).

ca. 13 mrd i 2004, som tilsvarer en økning i verdi på ca. 8 %.

#### Marked

Hovedmarkedet for norsk laks er EU. Hele 65 % av forbruket av laks i EU i 2004 ble produsert i Norge. Dette utgjør en økning i markedsandel på ca. 3 prosentpoeng fra 2003. Desidert størst har den norske eksportveksten vært i de ti nye EU-landene, og Norge hadde en total økning til EU på ca. 23 000 tonn, eller 6 % målt i kvantum. Eneste produkt med merkbar nedgang til EU er fryst filet.

Det har fra britisk og irsk side vært sterke anklager, knyttet til dumping av laks i EU-markedet. I midten av august 2004, ble det innført midlertidige safeguards-kvoter på all import av oppdrettet laks inn til EU, og på nyåret 2005 er også spørsmålet om langsiktige kvoter aktuelt. Senere har EU-kommisjonen også åpnet for dumpingundersøkelser mot norsk laksenæring. Resultatet av dette kjenner vi ikke ennå.

Alle hovedmarkeder for laks hadde volumvekst i 2004, unntatt USA. USA, som er hovedmarkedet for chilensk laks, hadde en svak tilbakegang totalt, noe som gjorde at Chile styrket sin markedsandel på bekostning av Norge og UK. Tilbakgangen i volum for Norge, var på hele 35 %. Det svake USA-markedet gjorde at Norge også tapte markedsandeler til Japan grunnet sterk konkurranse fra Chile.

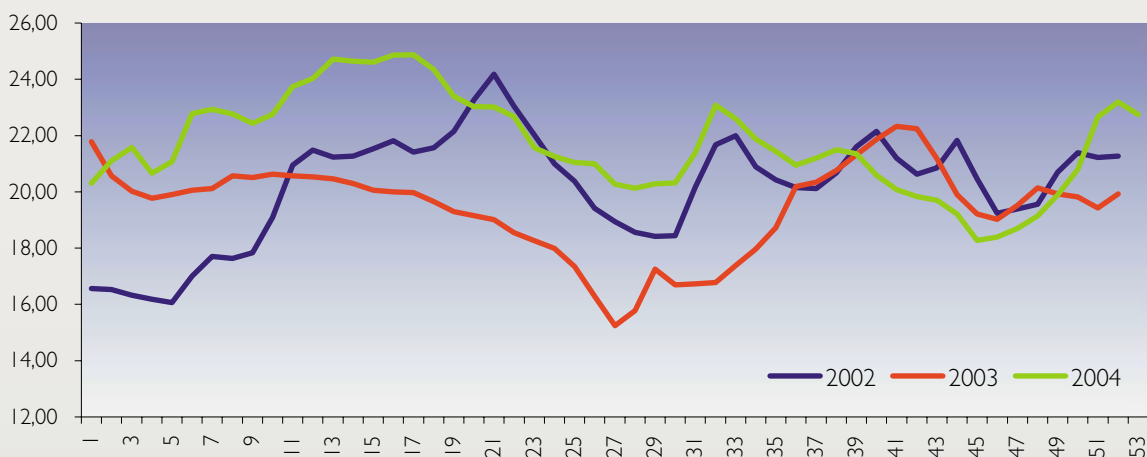
Norge fikk redusert sin markedsandel fra 70 % i 2003 til 56 % i 2004. Chile derimot økte fra ca. 16 % til 34 % av markedet. I eksporten til andre markeder hadde Norge en økning på ca. 11 %, som innebærer en økning på ca. 11 000 tonn. Selv om økningen er betydelig fikk Norge en marginal reduksjon i markedsandel.

Totalt ble det i 2004 solgt ca. 1 190 000 tonn laks på verdensbasis. Dette er en økning fra 2003 på ca. 4 %. Selv om Norge økte sitt slaktekvantum med 6 % i 2004, er andelen av norsk laks fortsatt 45 % av verdensproduksjonen.

#### Konkurrerende produsentland

Chile hadde i 2004 en sterk vekst i slaktevolum, og kanskje var 2004 det siste året der Norge er den største produsenten av laksefisk i verden. Chile slaktet i 2004 ca. 340 000 tonn laks. Dette er 60 000 tonn mer enn i 2003, en økning på over 20 %. Prognosene for 2005 viser en fortsatt økning i produksjon av laks. Som tidligere nevnt er den største utfordringen til Chile, nedgangen i forbruk av laks i USA. Fortsetter denne nedgangen, samt en like sterk økning i produksjonen, kan Chile bli en sterk utfordrer til europeiske lakseprodusenter også i EU-markedet.

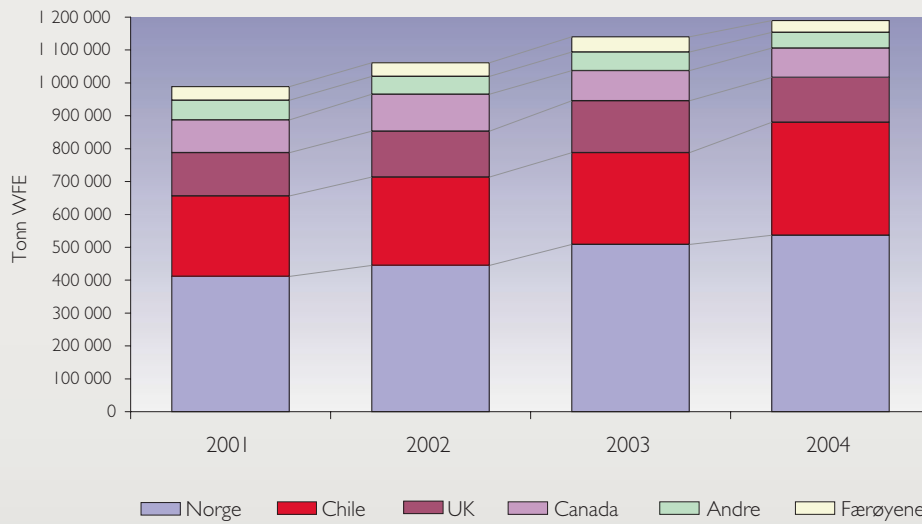
UK hadde en klar nedgang i slaktekvantum i 2004. Fra et kvantum på ca. 160 000 tonn i 2003 til i underkant av 140 000 tonn i 2004 (nedgang på ca. 13 %). Dette skyl-



**Figur 4.1.5**

Utvikling i ukentlig gjennomsnittspris for superior laks 2001 – 2004  
(NOK/kg sløyd, superior kvalitet FCA Oslo)

Development in the weekly average price of Norwegian Atlantic salmon (Nok/kg gutted, superior quality FCA Oslo)



**Figur 4.1.6**

Slaktet kvantum (tonn wfe) av laks på verdensbasis.  
Harvest quantity (tonnes wfe) of Atlantic salmon world wide.

des problemer knyttet til 2003, med store sykdomsproblemer og små kvanta av slakteklar fisk.

Nord-Amerika har, som de fleste andre lakseproduserende nasjoner, hatt et godt produksjonsår, og i 2004 ble det slaktet totalt 100 000 tonn. Sykdomsproblemene som har herjet de siste årene, ser ut til å bedre seg. Næringen har vært gjennom en restrukturering, og produksjonen av atlantisk laks kommer i fremtiden til å skje i områder som ikke har vært rammet i så stor grad. Situasjonen gjør at det ble satt ut 12–15 % mer smolt i 2004 enn i 2002 og 2003.

Færøyene hadde i 2004 et slaktekvantum på ca. 36 000 tonn laks, som er en tilbakegang fra 2003 på 10 000 tonn. Dette skyldes at de store sykdomsproblemene på Færøyene i 2003, med mange ILA-utbrudd, begynner å gjøre seg gjeldende. Estimaterne for 2005 viser at Færøyene kommer til å redusere slaktekvantumet ytterligere som følge av disse tidligere problemene.

\*Betegnelsen FCa. Oslo står for "Free Carrier levert Oslo" og er en standard salgs- og leveringsbetingelse i henhold til Incoterms. Den benyttes som sammenligningsgrunnlag ved innrapportering av oppnådde priser til FHL. WFE (whole fish equivalent) er en standard vektbenevnelse for rund bløgget vekt (etter sulting og bløgging), og tilsvarer en omregningsfaktor på ca. 6–8 % fra levende vekt.

#### Summary

2004 turned out to be a good year for Norwegian salmon farming with more than 500,000 metric tonnes of salmon produced. The prices were good compared to the year before with the average price for 2004 about 2 NOK higher than for 2003. The production has all over been good. Good growth combined with a lower number of smolts used will result in the 1 year 03G being taken out much earlier than normal.

Lakseeksporten fra Norge var i 2004 den største noensinne, med 514 000 tonn (rund vekt). Eksportverdien nådde 11,1 milliard NOK – en økning på 10,9 % fra året før. Veksten har først og fremst skjedd til Russland og Polen, mens eksporten går ned blant annet til USA og Danmark. Til Asia har eksporten av fersk norsk laks økt, mens fryst laks er redusert på grunn av konkurranse fra Chile. Kina er i sterk vekst og Norsk Laks er nå etablert i de fleste store dagligvarekjeder.

Reduksjonen i den totale produksjonen av ørret medførte 14 % nedgang i eksportvolum. Det ble eksportert vel 57 000 tonn (rund vekt). Prisene var imidlertid noe høyere enn året før, og den totale eksportverdien endte på 1,2 milliarder NOK i 2004, en nedgang på 4,1 %. Russland har nå befestet seg som det viktigste markedet for Norsk Ørret etter Japan.

Paul T. Aandahl

paul-t.aandahl@seafood.no  
Eksportutvalget for fisk

Merete N. Kristiansen

merete.kristiansen@seafood.no  
Eksportutvalget for fisk

#### Usikker markedsadgang til EU

Eksportørene av laks opplevde stor usikkerhet knyttet til markedsadgangen til EU-markedet også i 2004. Fra august ble det innført importkvote på ca. 164 000 tonn som skulle vare fram til februar 2005. Dette førte til usikkerhet både blant eksportører og importører, med påfølgende økning i tilførsel og prisfall i markedet. Kvoten ble imidlertid opphevet i desember. Etter dette steg prisene jevnt og trutt frem mot nyttår.

EU innførte straffetoll på 17,8 % på norsk ørret fra 12. mars 2004. Effekten av straffetiltakene så vi imidlertid allerede i 2003, for EU innførte da midlertidig straffetoll i september. Eksporten av Norsk Ørret til EU ble kraftig redusert over natten, og dette varte inn i 2004. Total eksport av ørret til EU var i 2004 under 7 000 tonn, mot 16 000 tonn året før.

#### Norsk Laks har en sterk posisjon internasjonalt

Norsk Laks er blant Norges viktigste merkevarer internasjonalt, skapt gjennom bevisst innsats fra norsk fiskeri- og

havbruksnæring gjennom mange år. I de viktigste markedene har Norsk Laks oppnådd en kjennskap på 70–90 %, noe som er på linje med kjente internasjonale merkevarer. Forbrukerne i markedene sier også at de foretrekker Norsk Laks, og det er helt vesentlig for at forbrukerne faktisk velger å kjøpe Norsk Laks når de er i butikken eller på restaurant.

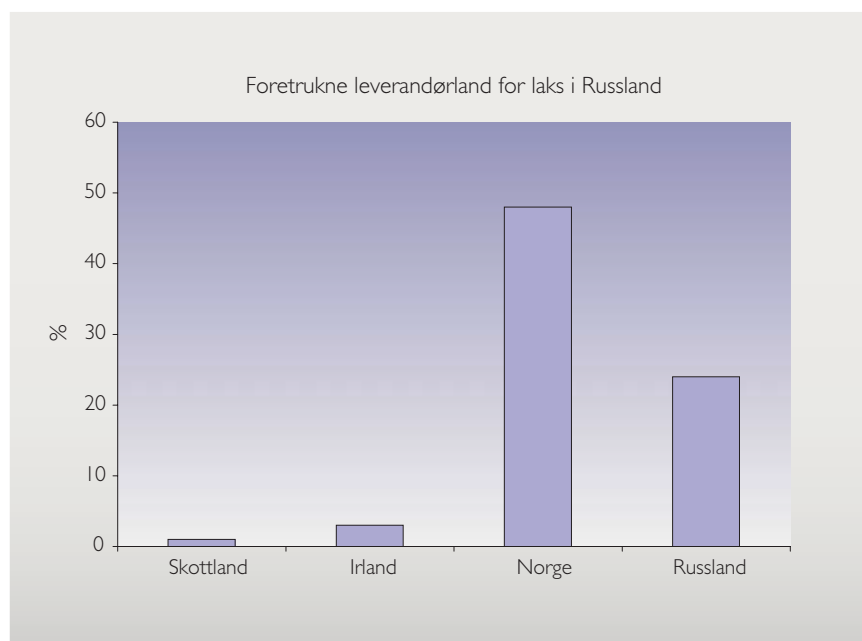
Norges viktigste konkurransefortrinn er evnen til å levere fersk laks. Flere markeder – deriblant Japan – som bruker laks til sashimi og sushi, foretrekker ferske produkter.

#### Russland – et marked i rask utvikling

Den kraftige veksten til Russland skyldes i første rekke generell økning i disponibel inntekt blant den vanlige russer og rask utbygging av moderne varehandel, kombinert med aktiv markedsbearbeiding fra norsk laksenæring over flere år. Siden 1997 har det vært investert 40 millioner kroner i fellesmarkedsføring for Norsk Laks i Russland. Dette har bidratt betydelig til at Russland nå er det fjerde viktigste markedet for Norsk Laks, etter Frankrike, Danmark og Tyskland.

De siste årene har eksporten av fersk laks økt kraftig. Andelen fersk laks utgjorde 50 % av totalen i 2004. For bare seks år siden var tilsvarende andel 5 %. Dette er viktig fordi Norges viktigste fortrinn – i konkurransen med andre leverandørnasjoner av laks – er vår evne til å levere fersk laks i markedet. Norsk Laks har en enestående posisjon i det russiske markedet i dag, med praktisk talt ingen konkurrenter innenfor fersk laks. Hele 48 % av forbrukerne i Russland sier at de foretrekker Norsk Laks fremfor laks fra andre leverandørnasjoner (se Figur 4.2.1).

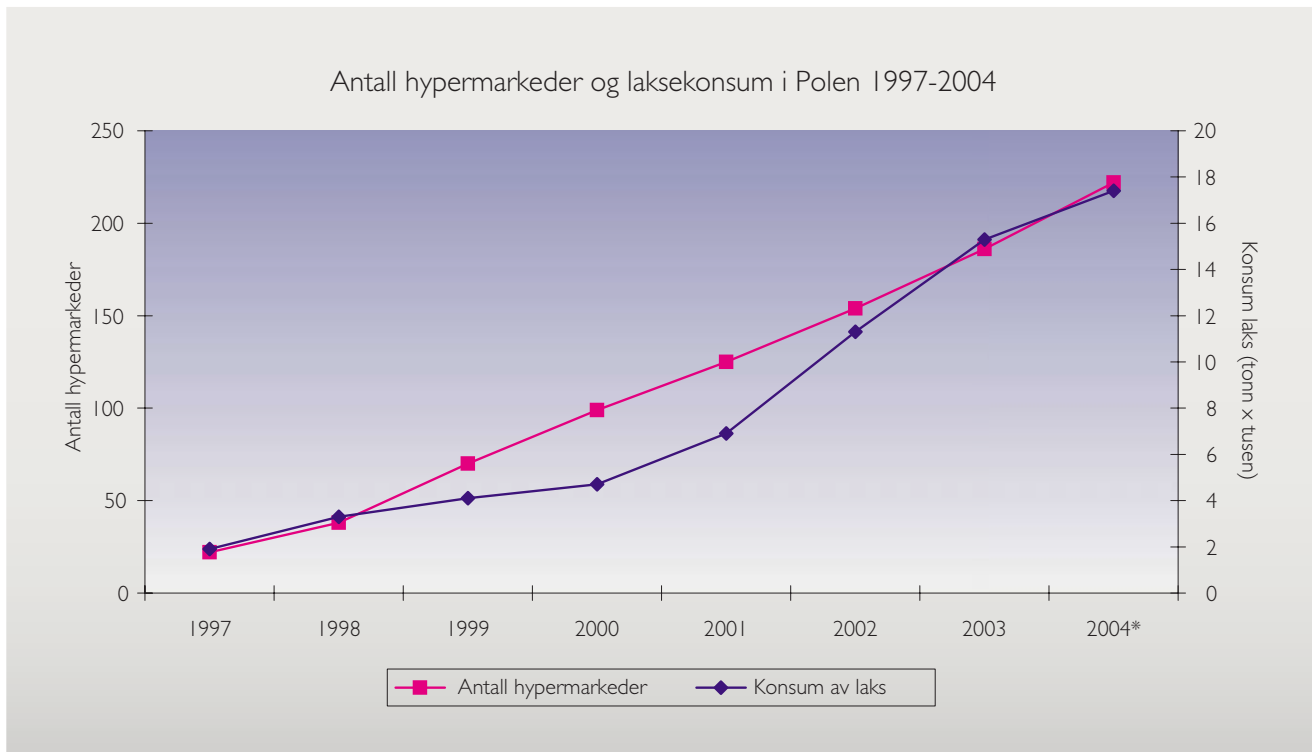
Mesteparten av laksen i Russland spises i dag som lettsaltet laks på brød. Det er



Figur 4.2.1

Norsk Laks foretrekkes fremfor laks fra alle andre leverandørnasjoner – også Russland. (Kilde: TNS Gallup/EFF, 2004)

*Norwegian salmon is preferred before any other source of salmon – including Russia. (Source TNS Gallup/EFF, 2004)*



Figur 4.2.2

Utvikling i antall hypermarkeder og konsumet av laks henger sammen i Polen. (Kilde: EFF/PMR Publications)

*Development of hypermarkets and the consumption of salmon is closely linked in Poland (Source: EFF/PMR Publications)*

fremdeles et stort potensial for å utvikle konsumet av fersk laks som middagsrett.

Innføringen av straffetoll på norsk ørret til EU (i 2003) har medført at Russland har befestet sin stilling som det største vekstmarkedet for ørret. Russland er nå det nest viktigste markedet etter Japan. Eksporten av ørret til Russland økte med 42 % i 2004 til over 20 000 tonn.

#### Norsk Laks vokser i EU

Gjennom utvidelsen av EU med ti nye medlemsland i fjor er dette markedsområdet blitt enda viktigere for Norsk Laks. Total eksport til EU utgjorde hele 74 % i 2004, en økning på 6 % fra året før. Tilførselen til "gamle" EU (15 land) økte med 4 % til 336 000 tonn. Et av vekstmarkedene i EU i fjor var Finland hvor eksporten økte med 28 % til 18 000 tonn. Økningen må ses i sammenheng med at ørreteksporten til Finland gikk ned med hele 77 % til knappe 1 500 tonn. Dette skjedde som følge av straffetollen EU innførte i fjor.

Viktige markeder som Tyskland og Frankrike økte også, mens eksporten til Danmark gikk tilbake. Danmark er fortsatt en viktig aktør for videreforedling og distribusjon av Norsk Laks, men stadig mer av laksen går nå direkte til konsummarkedene.

Eksporten til de nye medlemslandene økte med 30 % til 46 000 tonn, med Polen som største vekstmarked. Omtrent halvparten av laksen til Polen blir videreforedlet for eksport, i første rekke til andre EU-land og Japan. I 2004 var laksekonsumet i Polen på ca. 17 000 tonn, eller nesten 500 g per

innbygger. Dette er mer enn en fordobling på tre år.

På samme måte som i Russland, ser vi i Polen tydelig sammenheng mellom utbyggingen av nye super- og hypermarkeder og konsumet av laks. Norsk Laks som produkt passer godt inn i moderne distribusjon. Det er et produkt av høy kvalitet med stabil tilgjengelighet, leverandørene kan garantere sporbarhet helt frem, Norge står høyt i kurs hos forbruker, og det beste av alt – handelen har god fortjeneste på å selge Norsk Laks. Disse forholdene har vært med på å øke etterspørselen etter laks fra Norge.

#### Økt konkurranse i Asia, men Norge øker på fersk laks

Eksporten av Norsk Laks til Asia økte med 2 % til 72 000 tonn. Her var utviklingen forskjellig for fersk og fryst laks. Mens eksporten av fersk laks økte med 8 %, til 47 000 tonn, ble eksporten av fryst laks redusert med 9 % til 24 000 tonn. Årsaken er den sterke økningen i tilførselen av bearbeidet fryst laks fra Chile. Eksporten av fryste produkt fra Chile til Asia økte med hele 228 % i 2004. Dette har vært med på å øke konkurransen, spesielt for norsk fryst laks til flere av markedene. Norsk fryst laks har tapt i volum i forhold til chilensk fryst laks blant annet til Japan, Israel og Taiwan, og en forklaring er forskjell i pris. Eksportprisen for laks fra Chile er generelt lavere enn eksportprisen for Norsk Laks.

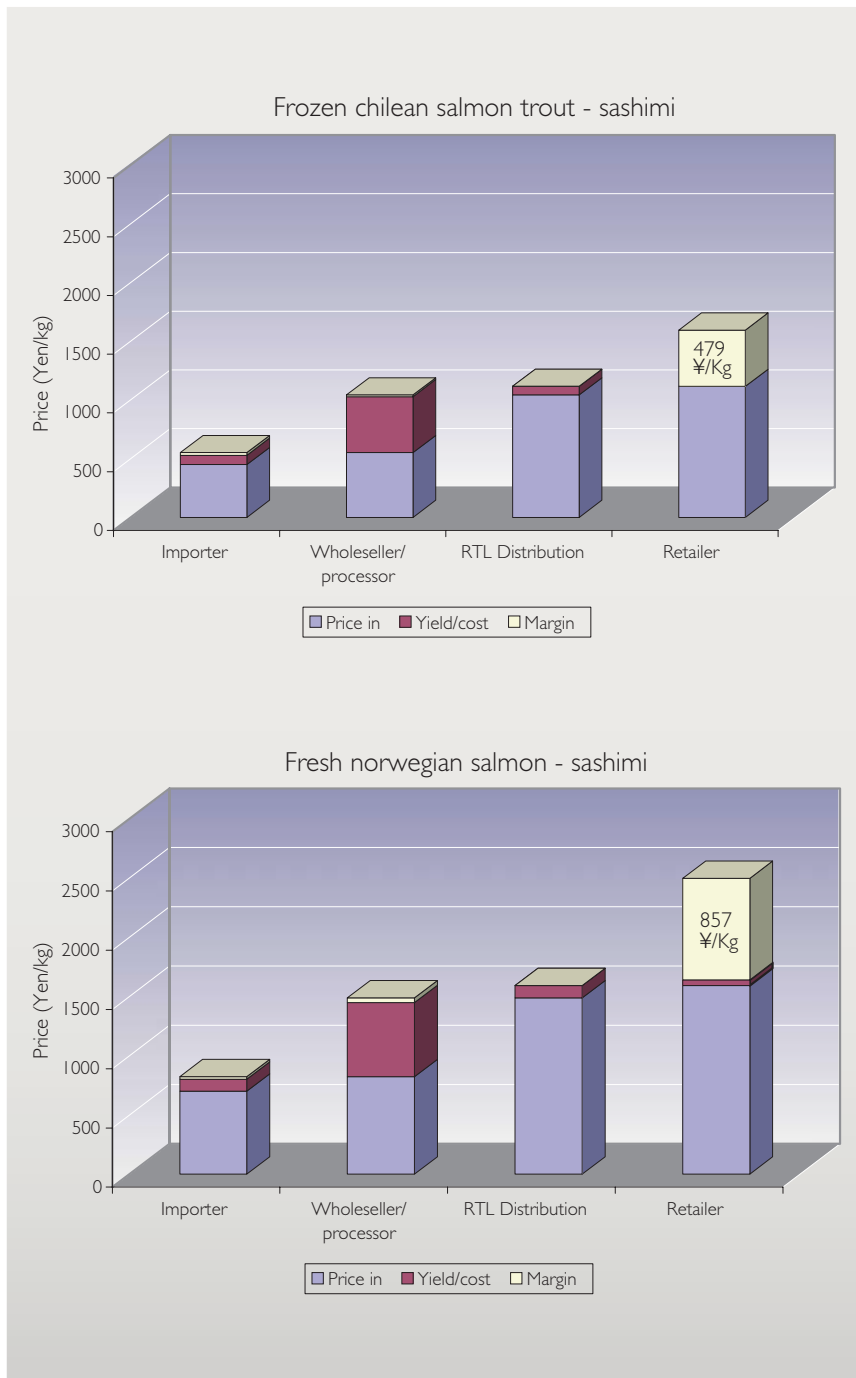
På den annen side dominerer Norsk Laks markedene for fersk laks i Asia. I kvali-

tetsbevisste Japan sier hele 60 % av forbrukerne at de foretrekker Norsk Laks. Denne posisjonen er sterkt knyttet til at Norge oppleves som en trygg leverandør av sjømat. Detaljistene utnytter dette ved å ta ut en høyere pris og margin for norsk fersk laks enn for chilensk fryst laks (og ørret). Eksporten av fersk norsk laks til Japan økte med 5 % i 2004.

Den norske laksenæringen har jobbet aktivt med å utvikle det kinesiske markedet siden slutten av 90-tallet, og nå begynner vi å se resultatene av dette arbeidet. Eksporten av norsk laks til Kina økte med nesten 40 % fra 2003, til et totalt volum på om lag 5.400 tonn. Veksten skyldes utelukkende fersk laks, som økte med 70 %. For frossen laks var det nedgang. Norsk Laks dominerer segmentet for fersk laks i Kina med en markedsandel på 98–99 %, mens segmentet for frossen laks domineres av laks fra Chile. Billigere frossen laks fra Chile har funnet andre segmenter i markedet og konkurrerer derfor ikke direkte med fersk laks fra Norge.

#### Markedsberedskap

Å sikre et positivt omdømme for norsk fiskerier og norsk sjømat er meget viktig. EFF har siden 1999 arbeidet sys-

**Figur 4.2.3**

Japanske kjeder tjener dobbelt så mye på fersk norsk laks som på chilensk fryst laks. (Kilde: Promar Japan/EFF)

*Japanese store chains earn twice as much on fresh Norwegian salmon compared to Chilean frozen salmon. (Source: Promar Japan/EFF)*

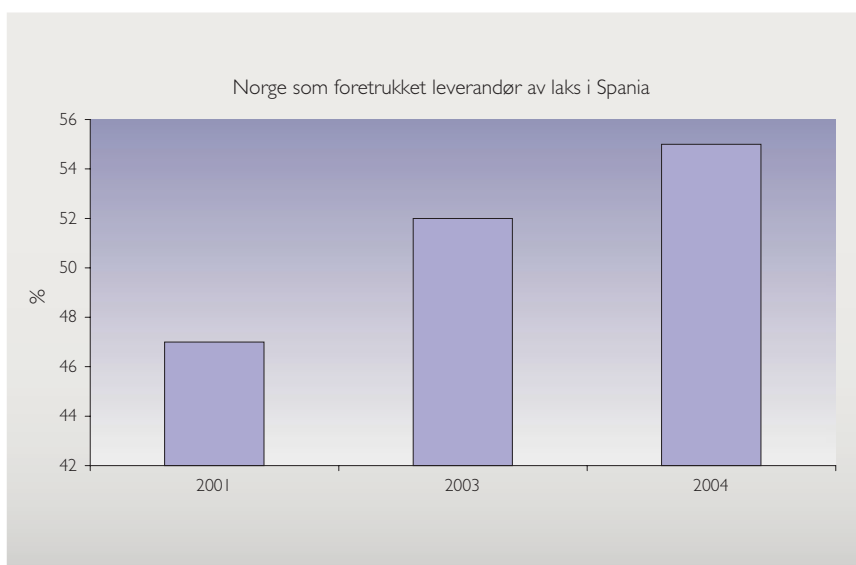
tematisk med markedsberedskap og krisekommunikasjon på vegne av norsk fiskeri- og havbruksnæring.

I 2004 fikk vi igjen bevist hvor viktig det er å ha en god markedsberedskap. I januar 2004 ble det publisert en sterkt negativ artikkel om laks i det amerikanske tidsskriftet Science. Artikkelen førte til negativ publisitet om laks verden over, som igjen medførte redusert etterspørsel etter laks i enkelte markeder i begynnelsen av året. Et marked som merket dette godt var Spania. Der registrerte vi stor usikkerhet i handelsleddene og en nedgang i markedet de første månedene. Men samtidig som det totale laksekonsumet i dette markedet gikk tilbake, ser vi imidlertid at Norsk Laks økte sin markedsandel i 2004 og preferansen for Norsk Laks økte ytterligere. Forbrukerne har med andre ord fått enda større tillit til Norge som trygg leverandør av laks, og dette tilskriver vi den norske laksenæringens raske og profesjonelle håndtering av saken.

#### Summary

The export of Norwegian salmon was the highest ever in 2004 with a total of 514,000 metric tonnes (round weight). The export value of this was NOK 11.1 billion – an increase of 10.9 % from the year before. The growth is mainly to markets in Russia and Poland, while a decrease has been seen on the Danish and American markets. The sale of unprocessed salmon is increasing in Asia but the frozen market is under strong competition with Chilean Atlantic salmon. China is a growing market with Norwegian salmon established in larger chain warehouses.

Reduced export of trout is due to lower total production. With a slightly higher price than the year before a total of 57,000 metric tonnes gave an income of NOK 1.2 billion which is a 4.1% decrease. Russia has strengthened its position as the main market after Japan.

**Figur 4.2.4**

Spanske forbrukere har i 2004 styrket sin tillit til Norge som trygg leverandør av laks. (Kilde: TNS Gallup/EFF)

*Spanish consumers have for 2004 strengthened their trust in Norway as a safe supplier of salmon.*

Helsesituasjonen var i 2004 om lag som året før. Virussjukdomane infeksjøs lakseanemi (ILA), pancreas disease (PD), hjarte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) og infeksjøs pankreasnekrose (IPN) var tilsynelatande dei viktigaste årsakene til tap. ILA førekom i 2004 på få lokalitetar, men fleire enn i 2003. Konsekvensane var likevel store og bekjempingsstrategien omdiskutert.

Førekosten av PD og HSMB var klart aukande. IPN vart påvist på flest lokalitetar. Kardiomyopatisyndrom (CMS) og proliferativ gjellebetennelse gav store tap og vert heilt eller delvis sette i samanheng med virusinfeksjonar. Vaksinasjon er i varierende grad prøvd mot virussjukdomar, særleg IPN, utan at effekt i felt er dokumentert. Den viktigaste bakteriesjukdomen synest å vere vintersår m.m. pga. *Moritella viscosa*-infeksjon. Vaksinasjon mot andre bakteriesjukdomar som furunkulose, vibriose og kaldtvassvibriose gjev gode resultat. Av parasittar synest lakselus og bendelmark viktigast. Vaksineskadar er vanlege, og er saman med nemnde sjukdomar eit velferdsproblem og dei viktigaste årsakene til døying, redusert tilvekst eller nedsett slaktekvalitet.

Spreiinga av særleg PD og HSMB tyder på at dei generelle smitteførebyggjande tiltaka ikkje fungerer godt nok. Marine sjukdomsframkallande organismar hos laks i setjefiskanlegg med inntak av sjøvatn tyder på tidvist fråvær av den smittehygieniske barrieren mellom ferskvass- og sjøvassfasen. "Nye" sjukdomar vart ikkje påviste i 2004. Vi kjenner framleis ikkje årsakene til sjukdomane HSMB, CMS og proliferativ gjellebetennelse.

#### Agnar Kvellestad

agnar.kvellestad@vetinst.no  
Seksjon for fiskehelse, Veterinærinstituttet Oslo

#### Geir Borno

geir.borno@vetinst.no  
Veterinærinstituttet Harstad

#### Kjell I. Flesjå

kjell.flesja@vetinst.no  
Veterinærinstituttet Sandnes

#### Hanne Nilsen

hanne.nilsen@vetinst.no  
Veterinærinstituttet Bergen

#### Hanne Skjelstad

hanne.r.skjelstad@vetinst.no  
Veterinærinstituttet Trondheim

#### Brit Hjeltnes

brit.hjeltnes@vetinst.no  
Avdeling for fiske- og skjellhelse, Regionale laboratorier, Veterinærinstituttet

Det er ei rivande utvikling av kunnskap om sjukdomar og påvisingsmetodar for sjukdomsframkallande organismar. Metodar som sjukehistorie, klinikk, obduksjon og histologi er særst viktige for generell sjukdomsdiagnostikk og som grunnlag for t.d. ILA-mistankar. Sjukdomsframkallande organismar vert påviste vha. mikroskopi, dyrking, immunhistokjemi, molekylærbiolegiske metodar som PCR og fisken sin immunrespons (serologi). Rask utvikling av PCR-metodar i kombinasjon med næringspolitiske og andre omsyn har medført eit aukande fokus på screening (generell testing) for visse infeksjonar og ein tendens til å leggje mindre vekt på den generelle sjukdomsdiagnostikken.

Ved screening vert som oftast prøvar frå tilfeldig valt fisk undersøkte for eventuell skjult smitte i populasjonen. Ingen enkeltmetode er under feltforhold i stand til korrekt å klassifisere alle smitta og ikjesmitta individ. Risikoen for falske positive resultat i smittefrie populasjonar er dermed til stades også ved bruk av moderne metodar som PCR.

Metodeutviklinga går dels raskare enn utviklinga av kunnskapsgrunnlaget som er naudsynt for å tolke resultat. Det kan vere ei utfordring å fastslå sjukdomsframkallande evne til smittestoff påviste hos tilsynelatande frisk fisk.

I sjukdomsdiagnostikk vert sjuk fisk undersøkt for å finne årsak(ene), og infek-

sjonssjukdomar vert diagnostiserte ved påvising av smittestoffet og karakteristiske sjukdomsendringar. Dermed trengst vanlegvis ikkje smitteforsøk for å avklare om den påviste organismen faktisk er sjukdomsframkallande. PCR er spesielt nyttig for med høg grad av sannsyn å kunne utelukke bestemte smittestoff som årsak.

Røynsler syner at screening aldri vil kunne erstatte den jamne inspeksjon av fisken og oppfølging av eventuelle helseproblem for å halde kontroll med smittsame sjukdomar.

Forvaltning i samband med smittsame sjukdomar har vorte fokusert i 2004. Generelle hygieniske prinsipp som generasjonsåtskilje, brakklegging og kontroll av transport er viktig. I tillegg diskuteres no betydninga av områdevis brakklegging (epidemiologisk eining) i staden for å fokusere berre på det enkelte anlegg.

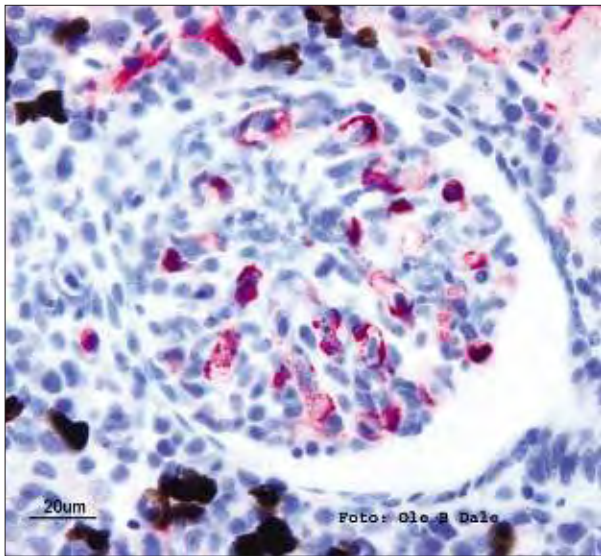
Forskrift om helsekontroll med akvakulturdyr iverksette EØS-direktiv 91/67 i 2004 og fastset krav til helsekontroll. Etter at omsetjingsforskrifta kom i 2003, krevst ikkje lenger helse- og opphavsattest ved innanlands omsetjing av akvakulturdyr. Bortfall av helseattest og EU-harmonisering kan svekke kontrollen med smittsame sjukdomar som t.d. bakteriell nyresjuka (BKD).

#### Virussjukdomar

##### Infeksjøs lakseanemi – ILA

Diagnosen vart i 2004 stilt på 16 lokalitetar med laks, om lag like mange som dei fire føregåande åra. Det er likevel ein auke frå 2003, då diagnosen vart stilt på åtte sjøvasslokalitetar på strekninga frå nordsida av Trondheimsfjorden til Troms. I 2004 vart diagnosen stilt på ti sjøvasslokalitetar frå nordsida av Trondheimsfjorden til Finnmark, og på seks lokalitetar frå Hardanger til Sogn. Sistnemnde omfattar også ein stamfisklokalitet. I tillegg til sonene kring 16 nemnde lokalitetar oppretta Mattilsynet ei observasjonssone kring eit anlegg i Nordland.

Sjukdomsdiagnosen ILA er basert på påvising av både viruset og karakteristiske sjukdomsendringar vha. fleire metodar. Dette er ifølgje diagnostiske kriterium i Mattilsynets ILA-bekjempingsplan, som igjen er tilpassa EUs regelverk og tilrådingar frå OIE (Verdas dyrehelseorganisa-



**Figur 4.3.1**

Infeksiøs lakseanemi (ILA) hos laks. Immunhistokjemisk farga snitt frå nyre syner store mengder ILA-virus (raudfarga) i infiserte celler som kler innsida av blodårane i kapillærnøsta. *Infectious salmon anaemia (ISA) in Atlantic salmon. Immunohistochemistry demonstrates great amounts of ISA virus (red) in infected cells lining the inside of blood vessels in kidney glomeruli.*

sjon). Alle diagnosar skal stadfestast ved Veterinærinstituttet, som er offentleg godkjent referanselaboratorium. Dei diagnostiske metodane er under stendig utvikling og har vorte både meir følsame og raskare. Sikker diagnostikk er heilt avgjerande i ILA-bekjempinga.

Det var i 2004 mykje merksemd kring ILA-bekjemping. ILA er i Noreg ein gruppe B-sjukdom og i EU ein liste I-sjukdom. Matlov, forskrifter og ILA-bekjempingsplan med krav til handtering av ILA-utbrot er i samsvar med EUs regelverk (rådsdirektiva 91/67/EØF og 93/53/EØF, og kommisjonsvedtak 2003/466). Bekjempingsplanen krev utslakting innan 80 yrkedagar, og dette førde til store tap for råka oppdrettarar. Mattilsynet har sett ned ei arbeidsgruppe som vil gå gjennom grunnlaget for den noverande ILA-forvaltninga. Fiskeri- og kystdepartementet vurderer erstatningsordning.

Diskusjonen har òg fokusert på korleis sjukdomen vert overført, mogleg eksistens av virusstammer med ulik evne til å gje sjukdom og risiko frå smitta fisk utan klare sjukdomsteikn. Til no har det vore relativt stor semje om at ILA sannsynlegvis ikkje vert overført med desinfiserte egg frå smitta stamfisk og at smitten er knytt til sjøvattn. Dette har nokre forskingsmiljø sett spørsmålsteikn ved, og fleire pågåande forskingsprosjekt kan bidra til å avklare dette. Brønnbåtar kan vere ein risikofaktor, for desse fraktar store mengder fisk, det kan vere kort tid mellom ulike transportoppdrag og desinfeksjon av båtane er krevjande.

Studiar av virus-arvestoffet (genotyping) syner variasjonar mellom virus isolerte frå ulike sjukdomsutbrot. Det kan verte eit verktøy i epidemiologiske studiar, men biletet vert komplisert av påvising av fleire

genotyper i eitt og same utbrot. Det er også indikasjonar på at det finst ILA-virusstammar med ulik sjukdomsframkallande evne. Ved genotyping vonar ein også å kunne finne markørar for dette, slik at ein kan skilje dei farlege isolata frå dei som måtte ha mindre evne til å årsake sjukdom. Dette kan få mykje å seie for korleis ILA skal bekjempast.

#### *Pancreas Disease – PD*

Pankreassjukdom vart i 2004 påvist på 44 lokalitetar i sjø, om lag dobbelt så mange som i 2003. Kjerneområdet for sjukdommen er Hordaland og Sogn, men han vart i 2003 for første gong diagnostisert i Troms og Finnmark, og i 2004 for første gong i Nordland og Rogaland. Dei fleste sjukdomsutbrota har førekomme hos laks, men regnbogeaure er også ramma. PD var i 2004 eit av dei største problema hos laksefisk på Vestlandet. Sjukdomsutviklinga gjev grunn til bekymring, og Mattilsynet har føreslege at han skal verte meldepliktig i gruppe B. PD er også eit stort problem i Irland og Skottland.

Dei fleste utbrota i 2004 vart diagnostiserte hos laks sjøsett i 2003. PD gjev langvarig sjukdom, døying og dårleg tilvekst hos overlevande fisk. Laks på nokre lokalitetar har vorte slakta med det same, og fisken er prøvd seld til anna enn røyking.

Eit europeisk forskingssamarbeid har medverka til fleire diagnostiske metodar, noko som er naudsynt for sjukdomsbekjemping. Det omfattar påvising av virus vha. PCR, dyrking og immunhistokjemi, og påvising av spesifikke antistoff i blod. Immunhistokjemi påviser virus i vevskadar berre på eit tidleg stadium, medan antistoff i blodet kan påvisast seinare og i lang tid etter eit utbrot. Validering og forbedring av metodane pågår. Eit nyleg avslutta smitteforsøk skal gje betre kunnskap om

sjukdomsutvikling over tid. Antistoff mot PD-virus vart ikkje påviste ved analyse av blodprøvar frå villfisk i Nord-Noreg og på Austlandet. Tre ulike genogrupper av PD-virus er i dag kjende; frå PD hos laks og regnbogeaure i sjøvattn i Noreg, frå Sleeping Disease hos regnbogeaure i ferskvattn i fleire europeiske land, og frå PD hos laks i Skottland og Irland. Vaksine mot PD vert prøvd i felt.

#### *Infeksiøs pankreasnekrose – IPN*

IPN har lenge vore eit stort problem og var også i 2004 den sjukdommen som vart påvist på flest lokalitetar; minst 172 lokalitetar frå Vest-Agder til Finnmark. Det var om lag like mange som åra før. IPN førekom særleg om sommaren hos vårutsett laks. Få av påvisingane gjaldt regnbogeaure. Dødstala innan og mellom anlegg varierte mykje, og overlevande fisk kunne ha liten tilvekst. Effekten av vaksiner vert oppfatta ulikt.

Karakterisering av dei sjukdomsframkallande eigenskapane til norske IPN-virusstammar vha. genteknologiske metodar har så langt synt at desse er genetisk nært i slekt. Men ulike stammar gjev høvesvis høg og låg døying i smitteforsøk, noko som kan vere med og forklare den store variasjonen i døying ved feltutbrot. Kjennskapen til desse variantane av IPN-virus kan endre føresetnadene for dagens forvaltingspraksis. Kjennskap til sjukdomsframkallande eigenskapar kan også vere verdifullt for vaksineutvikling.

#### *Hjarte- og skjelettmuskelbetennelse – HSMB*

Sjukdomen vart i 2004 påvist hos laks frå minst 53 sjøvasslokalitetar frå Vest-Agder til Troms, og vart for første gong påvist i Hordaland. Møre og Romsdal hadde høgast førekomst med 21 lokalitetar, inkludert eit setjefiskanlegg med sjøvassinntak, og flest påvisingar i januar, juni,



Tabell 4.3.1

Oversyn over nye oppdrettslokaliteter med påvist infeksjøs lakseanemi (ILA), infeksjøs pankreasnekrose (IPN), pankreas disease (PD), hjarte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB), piscirickettsiose, furunkulose og bakteriell nyresjuka (BKD) hos laksefisk i perioden 1997–2004. Overview of diagnosed new cases (farms with salmonids) with infectious salmon anemia (ISA), infectious pancreas necrosis (IPN), pancreas disease (PD), heart and skeletal muscle inflammation (HMSI), piscirickettsiosis, furunculosis and bacterial kidney disease (BKD) in the period 1997–2004.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
ILA (ISA)	6	13	14	23	21	12	8	16**)
IPN*						174	178	172
PD	7	7	10	11	15	13	23	44
HSMB (HMSI)								54
Piscirickettsiose	1	0	6	0	1	17	5	0
Furunkulose	4	1	2	6	3	0	2	3***)
BKD	15	0	3	3	3	1	1	1

\*) Tal for åra 1997–2001 er utelatne pga. usikker innrapportering. No certain registrations for the years 1997–2001.

\*\*\*) To av lokalitetane ligg i same bekjempingssona. Two adjacent farms were situated in the same control zone.

\*\*\*) Matfiskanlegg med laks, villlaks i elv og kultiveringsanlegg for aure. The number includes a seawater farm, wild salmon in a river and a cultivation farm for brown trout.

juli og oktober. Dødstala varierte mykje. Forsking har synt at det er ein infeksjons-sjukdom, og at det sannsynlegvis er eit ukjent virus. Diagnosen er basert på karakteristiske sjukdomsendringar ved klinikk, obduksjon og histologi, og sjukdomen kan vere underdiagnostisert fordi ein enno manglar påvisingsmetodar for smittestoffet.

Talet på tilfelle har auka mykje sidan første påvisinga i Møre og Romsdal i 1999, og tilsynelatande er HSMB eit av dei raskast veksande problema. Mattilsynet har føreslege at han vert meldepliktig som gruppe B-sjukdom.

### Bakteriesjukdomar

#### Vintersår og sepsis –

#### *Moritella viscosa*-infeksjon (*Vibrio viscosus*)

*M. viscosa* vert oppfatta som ei vesentleg, men kanskje ikkje einaste årsak til vintersår og sepsis hos laks. Bakterien vert særleg påvist i vinterhalvåret hos laks med sår, frå Vest-Agder til Finnmark; både i matfiskanlegg i sjø og i få setjefiskanlegg med inntak av sjøvatt som skal vere desinfisert. Av bakteriesjukdommane gjev denne størst tap pga. døying og nedklassing ved slakting, og det er eit velferdsproblem at fisk kan gå lang tid med store sår. Det er ein C-sjukdom og offentleg statistikk manglar. Effekten av vaksining vert oppfatta som varierende. Antibiotikaresistens er ikkje påvist, og sjukdomen har i nokre tilfelle vorte handsama med god effekt.

#### Andre bakteriesjukdomar

Førekomsten av piscirickettsiose varierer frå år til år, og i 2004 var det ingen påvisingar. Det var få tilfelle av sjukdomar som det vert vaksinert mot; furunkulose hos to smoltgrupper i eit matfiskanlegg i Hordaland, klassisk vibriose hos laks på ein lokalitet og hos regnbogaure på to lokaliteter

på Vestlandet, og kaldtvassvibriose hos stor laks på to lokaliteter i Nord-Trøndelag og to lokaliteter i Finnmark. Årsakene til desse utbrota er ikkje fastslege, men generelt gjev kommersielle vaksiner godt vern mot dei tre sjukdomane dersom tilrådde vaksineringsprosedyrar vert følgde. Yersiniose vart påvist i få setjefiskanlegg.

BKD vart i 2004 påvist vha. obduksjon, histologi og immunhistokjemi hos ein laks frå ein sjøvasslokalitet i Nordland. Sjukdomen var tidlegare eit større problem, men må i dag kunne seiast å vere under kontroll. Fiskehelsetenester sender stadig mistenkjeleg materiale til Veterinærinstituttet for undersøking. Det er ei utfordring å halde stamfiskbesetningane frie for sjukdomen. Overvaknings- og kontrollprogram for BKD er igangsett i fleire EU-land, og Mattilsynet vurderer tilsvarande i Noreg.

*Flavobacterium psychrophilum* vart om sommaren påvist hos sjuk regnbogaure i to ferskvassanlegg, dels vha. PCR med 16S universalprimer og sekvensering. Bakterien kan vere underdiagnostisert.

#### Sopp

Det er ikkje meldt om problem med soppinfeksjonar utanom på rogn- og yngelstadiet. Førebyggjande handsaming mot sopp i setjefiskanlegg førekjem.

#### Parasittsjukdomar

#### Lakselus – *Lepeophtheirus salmonis*

Som del av Nasjonal handlingsplan mot lakselus iverksett i 1997 har Mattilsynet no ei maksimumsgrense på 0,5 vaksne holus i gjennomsnitt per oppdrettsfisk om våren. Grensa kan vere for høg fordi den totale mengda oppdrettsfisk er så stor. Lakselus førekjem no sjeldan i store mengder hos oppdrettslaks og regnbogaure. Luseteljing i regi av to forskingsprosjekt

i 2004 i anlegg i Alta-, Sogne- og Hardangerfjorden, synte med eit par unntak tal langt under grenseverdien om våren. Utover sommaren og hausten auka talet. Vidare analysar av dette materialet vil gje eit betre fundament for kunnskapsbasert forvaltning.

Fiskehelsetenestene rapporterer om varierende problem med lus i 2004. I Vest-Agder var problema mindre enn i 2003, og nesten all bekjemping var ved bruk av leppefisk. Rapportane for Vestlandet sør for Stad spriker, for Møre og Romsdal var det om lag som i 2003, for Trøndelag har ein inntrykk av større problem enn i 2003, og for Nord-Noreg var det om lag som i 2003. Forsking syner at det er mogleg å vaksinere laks mot lakselus, og det pågår no eit intensivt arbeid med vaksineutvikling.

#### Bendelmark – *Eubothrium crassum*

Bendelmark hos laks i sjø var ikkje noko problem i Agder, men som i 2003 eit problem elles i Sør-Noreg. Det er frå visse område rapportert dårleg effekt av handsaming med praziquantel, sjølv med auka dosering.

#### *Parvicapsula pseudobranchicola*

Parasitten vart påvist hos laks på minst 20 sjøvasslokaliteter; ein i Sunnhordland og 19 frå Trøndelag til Finnmark. Den er truleg underdiagnostisert. Påvisinga i Sunnhordland var den første sør for Stad, og parasitten vart saman med typiske sjukdomsendringar påvist om våren som mogleg årsak til døying hos haustsmolt. Fiskehelsetenestene i Trøndelag er i tvil om parasitten var eit problem. Dei fleste påvisingane i Nord-Noreg var hos sjuk fisk.

#### *Spironucleus barkhanus*

Parasitten vart ikkje påvist i oppdrettsfisk i 2004. Nyare forskning tyder på at det er



Foto: Anne-Berit Olsen

Figur 4.3.2

Bendelmark (*Eubothrium crassum*) i tarmen hos opprettslaks i sjø. Histologiske snitt syner blindsekkar frå fisk utan (a) og med parasitten (b). Parasittane (X) ligg i holrommet i tarmen og det er store sjukdomsendingar med m.a. sterk avflating av tarmslimhinna (Y), noko som klart indikerer helseproblemet.

Tape worms (*Eubothrium crassum*) in the intestine of farmed Atlantic salmon in seawater. Histological sections demonstrate blind sacs from fish without (a) and with the parasites (b). The parasites (X) were present in the lumen and there were extensive pathologic changes of the intestinal mucosa (Y) demonstrating the health problem.

ein eigen spironucleusart, og ikkje *S. barkhanus*, som gjev sjukdom hos oppdrettslaks og -røye. Parasittens naturlege vert er ukjend, men mykje kan tyde på at det er marin fisk. Forskningsresultata så langt gjev grunnlag for å avgrense dagens meldeplikt til *Spironucleus*-infeksjonar med den sjukdomsframkallende genotypen.

#### Andre parasittar

*Ichthyobodo necator*-liknande parasittar og trichodinidar har førekomme i høgt tal i få anlegg, bl.a. ved proliferativ gjellebetennelse. *Gyrodactylus salaris* vart ikkje påvist på oppdrettsfisk.

#### Andre helseproblem

##### Proliferativ gjellebetennelse

Sjukdomen førekjem hos sjøsett laks og vart i 2004 påvist på over 100 lokalitetar frå Agder til Finnmark, om lag som i 2003. Også i 2004 var han i Rogaland rapportert som den viktigaste tapsårsaka. Han førekjem særleg om hausten hos vårutsett laks, med forlaup på fleire veker og nokså variabel døying. Som i det minste medverkande årsaker er kjende to mikroorganismar; bakteriar i samlingar (epiteliocyster, *Piscichlamydia salmonis*) og Atlantic salmon paramyxovirus. Epiteliocyster vert påvist ved histologi og påvisingsmetodar for virus er under utvikling. I pågåande forskingsprosjekt vert nemnde organismar si rolle prøvt avklara.

##### Cardiomyopatisyndrom – CMS (hjartesprikk)

Hjartesprikk førekjem hos stor laks og vart i 2004 påvist i anlegg langs heile kysten frå Rogaland til Finnmark. Veterinærinstituttet stilte diagnosen på ca. 69 lokalitetar, men talet er truleg høgare sidan prøver ikkje alltid vert innsende ved stadfesting av diagnosen. Dei fleste

anlegga ligg i Midt-Noreg. F.eks. var det i Trøndelag minst 19 lokalitetar (derav to stamfiskanlegg). Det var store tap i enkelte anlegg.

##### Hemoragisk smoltsyndrom – HSS (hemoragisk diatose)

HSS førekjem hos laks i ferskvatn. Førekomsten i 2004 synest å ha vore som tidlegare år. Årsaka er ukjend, men observasjonar tyder på at problemet er større i setjefiskanlegg utan sjøvasstilsetjing. Døyinga er som regel moderat.

##### Katarakt

Fiskehelsetenester rapporterer låg førekomst for 2002–2004, oppfatar no katarakt som eit mindre problem og meiner å sjå ein samanheng med endra førsamansetjing. Den gjennomgåande låge temperaturen i 2004 er også tillagd ein god effekt.

##### Vaksineskadar

Vaksineskadar i form av bukhinnebetennelse m.m. førekjem i varierende grad ved bruk av vaksiner frå alle dei tre leverandørane, men spesielle vaksinebatchar synest å gje meir biverknader. Enkelte grupper av fisk har vorte destruerte pga. store biverknader, bl.a. redusert tilvekst. Pigmentflekkar i muskulaturen er rapporterte i varierende grad frå fiskehelsetenestene, i visse tilfelle med betydeleg nedklassing ved slakting.

##### Misdanningar

Ulike fiskehelsetenester rapporterer både liten og høg førekomst av misdanningar, bl.a. gjellelokkforkorting hos laks i setjefiskanlegg. Unormal hjarteform hos laks og regnbogeure er meldt frå nokre anlegg, bl.a. ein smoltleveranse med hjartet snudd opp ned hos 20 % av fisken. Fisken frå

nokre av desse anlegga tolerer lite stress ved slakting. I Rogaland vart det ved slakting sett høgare førekomst enn vanleg dei siste åra av ryggradsmisdanning hos laks sett ut hausten 2002. Misdanninga synest å ha oppstått i tida fram mot slakting.

##### Manet- og algeskadar, høg temperatur

Det er ikkje meldt om problem pga. maneter og algar, men spor av maneta *Muggiea* er påvist iallfall på Sør-Vestlandet. Høg temperatur er ikkje rapportert som eit problem i 2004.

##### Forbruket av medisinar

Tal for medikamentbruk er enno ikkje tilgjengelege. Av antibiotika nyttast florfenikol, quinoloner (flumequin og oksolinisyre) og oksytetracyklin. Bronopol vert nytta i hovudsak mot sopp på rogn. Formalin vert brukt mot ektoparasittar i fersk- og sjøvatn. Handsaming mot lakselus er ved bading av større fisk med syntetiske pyretroidar (cypermethrin og deltamethrin) og ved oral handsaming av mindre fisk med emamectin-benzoat. Mot bendelmark nyttar ein i hovudsak praziquantel, men også fenbendazol. Det er registrert appetittsvikt etter bruk av begge i tilrådd dose. Av bedøvingsmiddel aukar bruken av metacain på bekostning av benzocain.

##### Dyrevelferd og etisk forsvarleg produksjon

Dyrevvernlova gjeld for fisk, og nye driftsforskrifter har skjerp krava til velferd. Også Europarådet utarbeider tilrådingar under produksjonsdyrkonvensjonen for vern av oppdrettsfisk, og OIE er i ferd med å lage reglar for transport og slakting. Eit sentralt punkt er om fisk har evne til medviten smertekjensle. Det er i dag usemje om dette. Forskinga innan velferd er venta å auke. Blant anna skal EU finansiere

prosjekt vedrørende velferdsindikatorar. Mange forskingsinstitusjonar saman med næringa utførde for Noregs forskingsråd i 2004 ei utgreiing for å identifisere forskingsbehova for alle dyreslag i høve til krav om auka velferd. Internasjonalt har Noreg eit særskilt ansvar for utvikling av oppdrettssystem som ivaretek velferd. Forbrukarane er vortne meir opptekne av etisk forsvarleg matproduksjon. Det vil venteleg auke krava til at norske oppdrettarar kan dokumentere god helsetilstand og velferd hos fisken. Helsefremjande tiltak og sjukdomsbekjemping med minimal bruk av antibiotika og andre medisinar vil i framtida vere to av fleire faktorar som er avgjerande for å ivareta velferd og tilfredsstillende marknaden sine krav til etisk og miljømessig forsvarleg produksjon.

### Helsesituasjonen for vill laksefisk

#### Lakselus – *Lepeophtheirus salmonis*

Utvandrande laksesmolt fiska i kystsona i nord og sør hadde nesten ikkje lus i 2004. Strategien for å verne villfisk ser ut til å fungere for utvandrande laks, men ikkje for sjøaure. Tal frå årlege undersøkingar av elveosar på Vestlandet syner at det i 2004 var meir for tidleg tilbakevandra, luse-skadd sjøaure enn tidlegare år. Situasjonen var ikkje så ille som i 1997, men langt verre enn i 2002 og 2003. Både der og i Troms og Finnmark ser det ut til at infeksjonsintensiteten held seg på 1999-nivå, som er så høgt at det gjev klare helseproblem for fisken. Unntaket er Hardangerfjorden med klart færre lus per aure no enn før.

#### *Gyrodactylus salaris*

I 2004 fanst det 19 smitta vassdrag på kyststrekninga frå Drammen til Skibotn. *G. salaris* vart dessutan påvist på røye i Numedalslågens kjelder, Pålsbu- og Tunhovdfjorden. Resultat av genotyping gav på den eine sida grunnlag for å identifisere parasittane frå Numedalslågen som *G. salaris*, men på den andre sida at dei var av ein type som tidlegare berre har vore funnen på regnbogeare i oppdrett. *G. salaris* har truleg vore på røye i Pålsbu- og Tunhovdfjorden i mange år. Dette saman med kunnskap om genotype gjer at ein ikkje straks bør erklære situasjonen for laksen i Numedalslågen som kritisk.

#### Andre sjukdomar

Furunkulose vart påvist hos aureyngel i kultiveringsanlegg i Nordland. Inntaksvatnet kjem frå elv med anadrom fisk. Som tidlegare år vart sjukdomen også påvist hos villaks i Årgårdsvassdraget i Nord-Trøndelag. *Yersinia ruckeri* serovar O7 ga døying hos vill sik i Valdres. Kultiveringsanlegg plagast noko med parasittar som *Ichthyobodo (Costia)*, trichodinidar og myxosporidiar. Fleire anlegg har hatt drifts- og vasskvalitetsproblem som bl.a.

har førd til gjelleskadar. Mange vassdrag på Sør- og Vestlandet har i fleire år vore kalka for å nøytralisere effekten av sur nedbør.

Rapporten baserer seg på resultat frå diagnostisk arbeid utført ved Veterinærinstituttet og andre laboratorium, samtalar med fiskehelsetenester og opplysingar frå Mattilsynet.

### Summary

The health situation for 2004 was more or less like the year before. The viral diseases infectious salmon anemia (ISA), pancreas disease (PD), heart- and skeletal muscle inflammation (HSMI) and infectious pancreatic necrosis (IPN) seem to be the main reasons for loss in the industry. ISA was found on only few localities in 2004 but even still more than in 2003. The consequences were severe and the way of combating the disease was under discussion. The levels of PD and HSMI were clearly rising. IPN was found in more localities than the rest. Cardio myopati syndrome (CMS) and proliferative gill inflammation gave large losses and was seen in context with viral diseases. Vaccination is tried in varying degree against viral diseases, especially IPN without any conclusive evidence of effect in the field. The most important bacterial diseases seem to be winter ulcers due to *Moritella viscosa*-infections. Vaccination against other bacterial diseases like furunculosis, vibriosis and cold water vibriosis have given good results. Salmon lice and flukes seem to be the most prevalent parasites. Damage due to vaccination is common and together with the diseases mentioned the most important causes of death, reduced growth and harvest quality. The spread of particularly PD and HSMI suggests that the measures undertaken for disease control are not good enough. The presence of marine infectious diseases in salmon hatcheries using sea water suggest that the fresh water – sea water hygienic barrier is not effective. No “new” diseases were detected in 2004, but there are still much unknown in the cause of HSMI, CMS and proliferative gill inflammation.

# 4.4

## Smitteoverføring i oppdrett

Oppdrett handler ikke kun om lakseproduksjon. Næringen er i ferd med å få bredde: Noen kveiteanlegg er på plass, torskeoppdrettet er voksende, og etter en tøff start ser det også ut til at blåskjellnæringen er i vekst. De “nye” artene gir oss nye utfordringer – ikke minst knyttet til avstand mellom anlegg med ulike oppdrettsarter og kontakt mellom oppdrettsartene og ville fisk og skjell utenfor anleggene. Vi må regne med transport av sykdomsfremkallende organismer begge veier.

Øivind Bergh  
oivind.bergh@imr.no

Stein Mortensen  
stein.mortensen@imr.no

### Overlevelse av sykdomsfremkallende organismer i vann

Sykdomsfremkallende mikroorganismer vil ha ulik overlevelsessevne i de frie vannmasser. Frie viruspartikler vil bli mer eller mindre inaktivert av UV-stråler, mens virus som er bundet i organiske partikler i større grad vil kunne bli stabilisert. Det vil også være stor forskjell i overlevelsestid mellom ulike typer virus, siden virus er “konstruert” svært forskjellig fra naturens side.

De fleste bakterier som kan forårsake sykdom hos fisk er såkalt opportunistisk sykdomsframkallende, og kan overleve og formere seg utenfor verten. Slike bakterier kan overleve i vann i lengre tid. Omkring 1990 ble det publisert flere arbeider som omhandlet bakteriers evne til å tåle sulting, og de konkluderte med at mange slike bakterier kan overleve lenge, både i vannmasser og i sedimenter. I dag vet vi at bildet er mer sammensatt. Omsetningen av bakterier i naturen kan være høy, og det betyr at bakterier som ikke formerer seg raskt kan minke i antall.

Oppportunistisk sykdomsframkallende bakterier har et mye videre sett av overle-

velsesstrategier enn det vi finner hos virus eller obligat patogene bakterier (bakterier som ikke kan overleve på andre måter enn ved å framkalle sykdom hos en vert). Opportunister kan ikke bare overleve uavhengig av verter, de kan ofte utgjøre en del av vertenes normalflora. Det betyr at de er til stede hos friske individer, og først utløser sykdom når verten svekkes, for eksempel som følge av temperaturendringer, ekstrem sult eller andre former for stress. Mange slike bakterier, for eksempel *Listonella (Vibrio) anguillarum*, *Vibrio splendidus* og atypiske *Aeromonas salmonicida*, er kjent fra mange arter av fisk og virvelløse dyr.

### Opptak i filtrerende organismer

En mulig distribusjonsvei for viruspartikler i sjøvann er via opptak i filtrerende organismer, hvor viruset kan bli akkumulert. Filtrerende organismer er derfor vurdert som en potensiell risiko for akkumulering og spredning av fiskepatogene mikroorganismer. Disse mikrobenes skjebne i filtrene er imidlertid avhengig av deres følsomhet for normale fordøyelsesprosesser etter opptak. Ulike mikrober har ulike egenskaper, og det er derfor sannsynlig at noen akkumuleres, mens andre blir hurtig inaktivert i filtrerende organismer. Bakterier utgjør for eksempel ofte en del av den naturlige kosten til skjell. På den annen side er det kjent at flere bakterier som kan forårsake sykdom hos mennesker kan overleve i skjell over en viss tid. Også

**Figur 4.4.1**  
Nyreutstryk fra leppefisk.  
Bacterial sampling from kidney of wrasse.

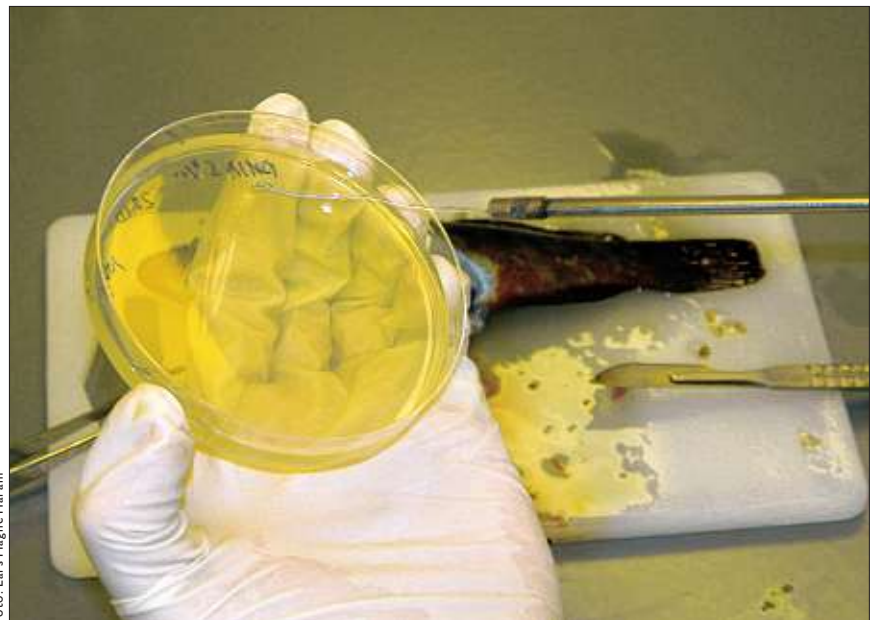


Foto: Lars Magne Haram

Foto: Yvonne Bonéte



**Figur 4.4.2**  
Asiatisk teppe-  
skjell fra Seløy-  
pollen, Tysnes i  
Sunnhordland.  
*Manilla clam*,  
*Ruditapes*  
*philippinarum*  
from Seløy-  
pollen, Tysnes,  
Sunnhordland.

virus tas opp i skjell. Uten at de utløser sykdom hos skjellet kan de utgjøre en trussel for dem som spiser skjellene. Det er for eksempel veldokumentert at viruset som forårsaker hepatitt A kan smitte via østers, noe som understreker betydningen av god hygiene omkring dyrking og oppbevaring av skjell.

#### Sykdom hos leppefisk

I flerartskulturer må vi være ekstra oppmerksomme på en eventuell smitteoverføring. Et spesielt eksempel på flerartskultur er bruken av leppefisk mot lakselus, der en eller flere arter av leppefisk brukes innenfor oppdrettsmerkene. Dette er svært vanlig både i norsk, skotsk og irsk oppdrett, og representerer en miljøvennlig metode for å bekjempe lakselus. Hvis det finnes muligheter for smitteoverføring, kan vi tenke oss at sykdom hos leppefisk også kan være en potensiell trussel mot laksen. Det finnes etter hvert noen publiserte vitenskapelige arbeider om sykdom hos leppefisk. Foreløpig er det ikke funnet noen sykdomsframkallende organismer hos leppefisk som utgjør noen konkret trussel mot laksen. Her må det understrekes at virussykdommer hos leppefisk er svært lite kjent. Parasitter er bedre undersøkt, og parasitter som er beskrevet hos leppefisk er neppe en trussel mot laksen. Når det gjelder bakterielle sykdommer er bildet mer sammensatt. Kunnskapstilfanget har økt de siste årene, blant annet gjennom flere prosjekter ved Havforskningsinstituttet.

De ulike artene av leppefisk ser ut til å ha ulik mottakelighet for forskjellige bak-

terielle sykdommer. Bergnebb er utsatt for atypisk furunkulose, og sykdommen utløses vanligvis i forbindelse med stress. Grønnngylt synes å være mer utsatt for ulike sykdomsframkallende bakterier i slekten *Vibrio*. Begge disse gruppene av bakterier kan utløse sykdom på bergnebb, men en hovedoppgave i fiskehelse som ble utført ved Havforskningsinstituttet i 2004 konkluderte med at bergnebb er relativt lite følsom for stress, og at dette i relativt liten grad utløser sykdom hos arten. Sannsynligvis kan forhold knyttet til utsetting av leppefisk i merd utløse stress og føre til dødelighet. Det finnes i dag tilgjengelige manualer og kvalitetssikringsprosedyrer for bruk av leppefisk. De gjør det mulig å dempe sykdomsrisikoen og øke effekten av leppefisk som "middel" i kampen mot lakselusa. De bakteriene som er kjent fra leppefisk har ikke gitt sykdom hos laks i smitteforsøk. Det gir grunn til å se optimistisk på en fortsatt bruk av leppefisk.

#### Finnes det beslektede bakterier i skjell og fisk?

Vi isolerte i 2000–2001 bakteriene *Vibrio splendidus* og *Vibrio tapetis* fra grønnngylt med symptomer på vibriose. *Vibrio splendidus* er kjent fra en lang rekke fiske- og skjellarter. *Vibrio tapetis* ble isolert for første gang i Norge, og for første gang fra et virveldyr overhodet. Hittil var denne bakterien kun isolert fra teppefisk, først og fremst arten asiatisk teppefisk eller "Manilla clam", *Ruditapes philippinarum*, der den forårsaker sykdommen "Brown Ring Disease" (BRD). Dette er den dominerende sykdommen på denne arten, som

i Europa blir oppdrettet i Spania og Frankrike. Seint på åttitallet og fram til 1991 ble det gjort utsetningsforsøk med denne arten ved flere ulike lokaliteter i Norge.

Det ble etablert kontakt med et forskningsmiljø ved Université Bretagne Occidentale i Brest i Frankrike, ledet av Dr. Christine Paillard. Gjennom det norsk-franske AURORA-programmet ble det innvilget reisemidler i 2002–2005, som har muliggjort relativt omfattende norsk-fransk forskerutveksling. Det norsk-franske prosjektet har studert vertsspekteret for *Vibrio tapetis*, og hadde basis i feltarbeid ved to lokaliteter, Glenan-øyene ved sydkysten av Bretagne, og Seløy- og Espevikpollene i Tysnes i Hordaland. Det ble gjennomført omfattende prøvetakinger av ulike skjell- og leppefiskarter. Leppefisk ble valgt fordi vi visste at bakterien fantes hos grønnngylt, og at leppefisk spiser skjellyngel.

Ett av resultatene var isolering av *V. tapetis* og påvisning av BRD på asiatisk teppefisk ved lokaliteten i Seløypollen. Dette er første påvisning av sykdommen BRD i Norge. Fra før var det beskrevet at skjellene ikke hadde formert seg ved de norske lokalitetene, og funnene fra feltarbeidet i 2003 og 2004 bekreftet dette bildet. Det ble kun funnet store individer, som sannsynligvis ble satt ut omkring 1990. Små individer av asiatisk teppefisk ble ikke funnet. Det ble tatt prøver fra et vidt spekter av andre mulig infiserte fiske- og skjellarter i området. Det ble funnet en rekke bakterieisolater som likner *Vibrio tapetis*. Likevel viste en omfattende genetisk undersøkelse

av isolatene, basert på bakterienes 16 S ribosomale DNA, som er et vanlig brukt gen i taksonomiske undersøkelser, at isolatene var forskjellige fra isolatene fra asiatiske teppeskjell. Dette gjaldt også isolatene fra grønngylt, inklusiv isolatene fra 2000–2001. Vi kunne derfor konkludere med at en overføring av smitte ikke så ut til å ha funnet sted.

#### Kan ILA-virus overleve i blåskjell?

En av de mest problematiske sykdommene i norsk lakseoppdrett de siste årene er infeksøs lakseanemi, som er forårsaket av infeksøs lakseanemi-virus (ILAV). Det er viktig å kunne vurdere mulige smitteveier for dette viruset. Vi har villet belyse om blåskjell kan fungere som vektor for ILAV. Studier av dynamikken i virusdistribusjonen er avhengig av følsomme og pålitelige påvisningsmetoder. Det har derfor vært en viktig oppgave å utvikle diagnostikk basert på moderne molekylærbiologiske teknikker, som kan fange opp svært små mengder ILAV i blåskjellvev. Metoden er basert på såkalt PCR-teknologi, og gjenkjenner genetisk materiale fra viruset. Denne deteksjonsmetoden er deretter brukt som analyseverktøy både i eksperimentelle studier i smittelaboratorier, og ved forsøk der vi har sett om vi kan detektere ILAV i feltmateriale, det vil si blåskjell samlet inn ved utbrudd av ILA i lakseanlegg. I forbindelse med samlokaliseringprosjektet HASUT i Trøndelag ble det samlet inn en rekke prøver av blåskjell ved ILA-utbrudd hos laks og sendt til Veterinærinstituttet i Bergen. Prøvene ble analysert ved bruk av to forskjellige PCR-baserte metoder; én metode analysert på individnivå (ved Havforskningsinstituttet) og én basert på samleprøver (utført av Veterinærinstituttet). Det ble ikke påvist ILAV i noen av disse prøvene.

De eksperimentelle studiene er basert på en modell hvor blåskjell eksponeres for en kjent virusmengde under standardiserte betingelser. Det er deretter gjennomført en serie eksponeringsforsøk med påfølgende PCR-basert påvisning av ILAV i blåskjellvevet. Resultatene tyder på at ILAV brytes hurtig ned i blåskjell etter optak, da det

ikke er mulig å påvise ILAV få døgn etter smitte. Det er viktig å være klar over at PCR-baserte metoder ikke sier noe om ILAV eventuelt er infeksøs, og det ble derfor utført kontrollforsøk hvor materiale fra ILA-infiserte skjell ble injisert i mottakelig laksesmolt. Kun fisk som ble injisert med materiale fra nylig infiserte skjell ble virus-positive. Dette bekrefter at ILA-viruset har en meget kort "levetid" i skjellene. En samlet konklusjon fra dette arbeidet er altså at blåskjell ikke ser ut til å representere et reservoar eller fungerer som vektor for ILA-virus.

Det er imidlertid viktig å unngå generaliseringer ut fra forsøk med ett enkelt virus. ILAV er ikke regnet som et spesielt "tøft" virus, og det er meget mulig at for eksempel nodavirus eller IPNV vil oppføre seg annerledes. Derfor arbeider vi nå med forsøk der også andre sykdomsfremkallende mikroorganismer inngår, og vi samler inn data som kan legges til grunn for en mer helhetlig analyse av skjell som mulige vektorer for fiskepatogene mikroorganismer.

#### Nodavirus og IPNV – kjent fra mange fiskeslag

Nodavirus og infeksøs pankreasnekrose-virus (IPNV) er kjent fra en rekke fiskearter. I Norge har nodavirus vært kjent som den viktigste årsaken til sykdom i kveiteoppdrett. Sykdommen kalles Viral Encephalopati og Retinopati, og angriper sentralnervesystemet til fisken. Hjernen, ryggmargen og netthinnen blir etter hvert ødelagt, og fisken får en atypisk atferd. Bildet er stort sett det samme i de mer enn tjue fiskeartene som hittil har vært kjent som verter for dette viruset. En kanadisk forskergruppe har nylig påvist sykdommen hos torsk, og det er all grunn til å være oppmerksom på muligheten for at oppdrettstorsk kan få denne sykdommen. Også IPNV har et vidt vertsspekter. Viruset er viktig hos laks, og har også vært en viktig dødelighetsårsak i oppdrett av kveite og piggvar. Vi vet lite om disse virusene hos villfisk, men det er ikke usannsynlig at de har en vid utbredelse i ville fiskebestander.

#### Summary

Farming is no longer only about salmon production. The aquaculture industry in Norway is starting to show diversity: Some halibut farms are in place, farming of cod is on the rise and after a rather hard start the growing of blue mussels show promise. These "new" species give us new challenges – especially concerning distance between farming sites of different species and contact between the farmed organisms and wild populations outside the farms. One must expect transport of diseases both ways. Survival of disease inducing organisms in sea water, especially bacteria like *Listonella (Vibrio) anguillarum*, *Vibrio splendidus* and atypical *Aeromonas salmonicida*, is known from many species of fish and invertebrates. Shellfish can take up and in some cases concentrate bacteria and virus through their filter feeding. In duo culture like with wrasse kept in salmon pens to clean off salmon lice one could expect a transfer of disease. The search for common pathogens for shellfish and fish are coordinated through the Norwegian–French programme AURORA.

# 4.5

## Oppdrettslaks på avvegar: omfang, konsekvensar og identifisering

Ifølgje fiskeriforvaltinga er det knytt stor uvisse til kor mykje laks som faktisk rømer frå norske oppdrettsanlegg. Dei fleste registreringane av rømd laks er baserte på stikkprøvar som berre er eit uttrykk for prosentdel rømd laks i ein gytebestand. Difor er det sjeldan ein veit nokolunde nøyaktig kor mykje rømt fisk det er i ein vill gytebestand. Vanlegvis veit ein heller ikkje kor stor den naturlege, ville gytebestanden er. Prosentdelen rømlingar er avhengig av både mengda av rømlingar og mengda av villaks. Dermed vert det vanskeleg å avgjera om mengda av rømd fisk eitt år er større eller mindre enn førekomsten eit anna år. Dette er problematisk med tanke på å evaluera effekten av tiltak mot røming.

Øystein Skaala

oystein.skaala@imr.no

Bjørn Barlaup

bjorn.barlaup@zoo.uib.no  
Universitetet i Bergen

Reidar Borgstrøm

reidar.borgstrom@umb.no  
Institutt for naturforvaltning,  
Universitetet for miljø- og biovitenskap

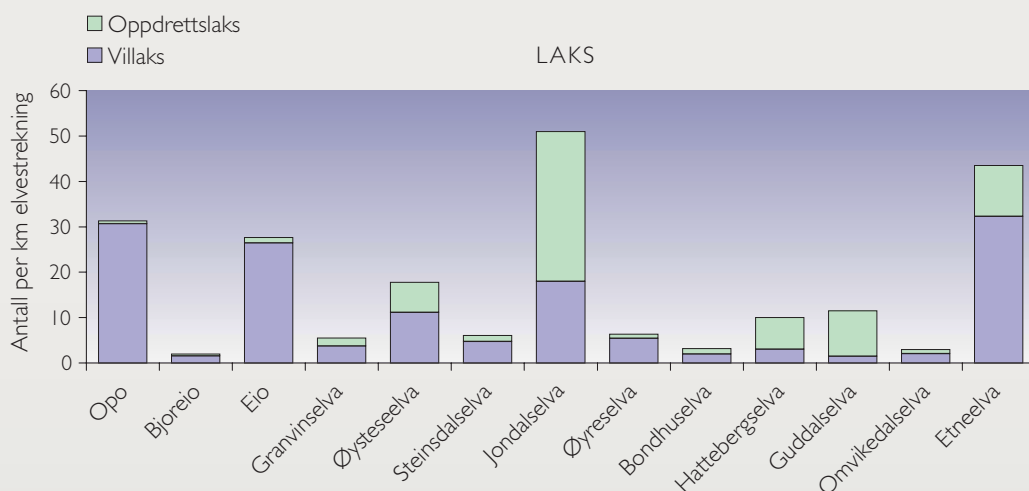
Hausten 2004 vart det gjennomført ei omfattande dykkarteljing av laks og sjøaure i 13 elvar i Hardangerfjordområdet, frå Opo inst i Sørfjorden ut til Etnelva inst i Etnefjorden. Dette er ein region med stor oppdrettsaktivitet og omfattande fiske etter rømlingar. Måla med denne registreringa var å undersøkje om teljing ved hjelp av dykkarteam var praktisk gjennomførbart, og å undersøkje korleis metoden kan optimaliserast og standardiserast for bruk i eit framtidig overvåkingsprogram. Undersøkinga stadfesta at villbestandane av laks og sjøaure i elvane i Hardangerfjorden, med nokre få unntak, er kritisk små. Saman med stikkprøvar av skjelmateriale for bestemming av prosentdel rømd laks, er dette ein rask og effektiv metode for å framskaffa gode data på mengda av rømd og vill laks.

### Konsekvensar

Studiar av overlevingsevne hos avkom av oppdrettslaks og villaks kan gjennomførast ved utplanting av rogn frå familiar som er definerte ved DNA-profilar. Slike utplantingar kan gje informasjon om omfang og konsekvensar av gentransport frå rømd oppdrettslaks. Det er gjennomført ei slik undersøking i Burrishoole, Irland, og ei mindre omfattande i Imsa, Noreg. Desse forsøka har vist sterke negative effektar på villbestanden. Sidan det empiriske datagrunnlaget om konsekvensane av rømd laks er lite, er det vanskeleg å generalisera observasjonane. For å utvida kunnskapsgrunnlaget gjennomfører vi eit omfattande prosjekt med utplanting av over 60 familiegrupper av oppdrettslaks, villaks og hybridlar i eit naturleg elvemiljø i Guddalselva. Kvart einskild individ kan identifiserast til familie og gruppe ved DNA-mikrosatellittmarkørar, slik at vi kan samanlikna tilslaget og produksjonen av oppdrettslaks og villaks under naturlege miljøtilhøve, og få meir nøyaktig informasjon om omfang og konsekvensar av gentransport frå rømd laks.

### Identifisering

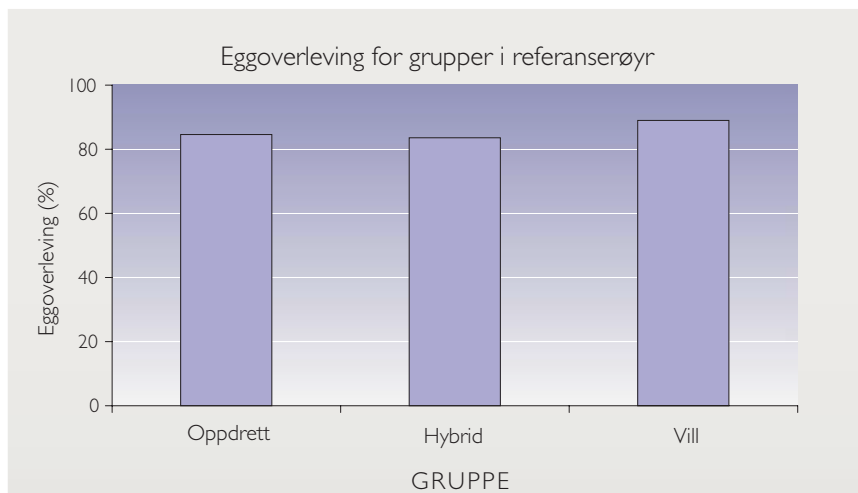
DNA-baserte metodar gjer det no mogeleg å identifisera kva familie og bestand



Figur 4.5.1

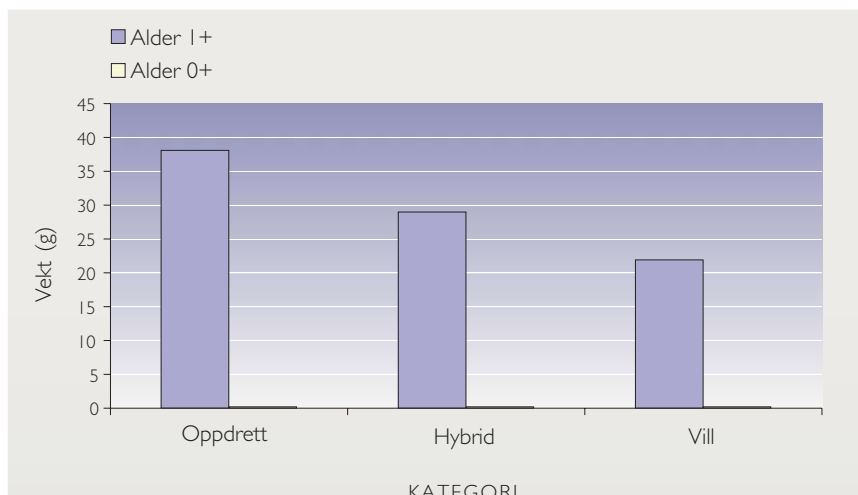
Tal på laks per km elvestrekning observert av dykkarteam i 13 elvar i Hardangerfjorden hausten 2004, etter at omfattande utfisking av rømlingar var gjennomført. Prosentdelen rømd fisk er basert på direkte observasjon og difor underestimert, sidan ein del av tidleg rømd oppdrettslaks framstår som villaks. Når teljinga vert kombinert med informasjon frå skjelpøvar, får ein presis informasjon om talet på rømd og vill fisk.

Total number of salmon per kilometre river length observed by diver team in 13 rivers in the Hardangerfjord area in autumn 2004, after massive catch effort. The true fraction of farmed salmon is underestimated.



**Figur 4.5.2**

Overlevinga av utplanta rogn av oppdrettslaks, vill lærdalslaks og hybridar i elveforsøket er god og nokså lik for alle tre gruppene. Prøvar vert samla inn ved ulike tidspunkt for vidare samanlikning av mellom anna overleving, vekst, smoltifisering og utvandring. *Survival of planted eggs from farmed and wild salmon and their hybrids in a natural river habitat is good in all three groups. Sampling is continued for further comparisons.*



**Figur 4.5.3**

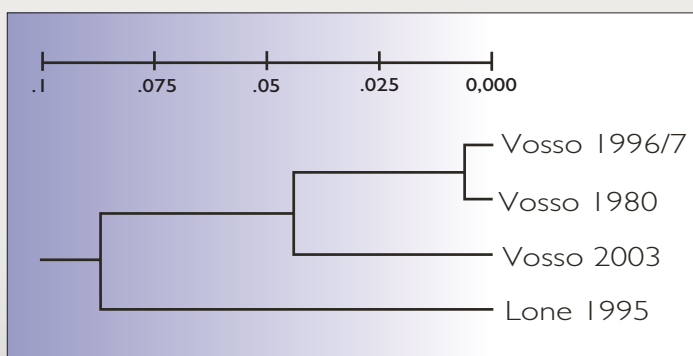
Gjennomsnittsvikt (g) på kontrollgrupper av oppdrettslaks, vill lærdalslaks og hybridar ved alder 0+ og 1+ i karforsøk. Forsøket vil visa om den store skilnaden mellom gruppene som eittåringar i karforsøka også vil koma til uttrykk i det naturlege elvemiljøet, og om overlevingsevna varierer mellom gruppene. *Mean weight (g) of control groups of farmed and wild salmon and their hybrids at age 0+ and 1+ in tank experiments.*

eit individ kjem frå. Dette gjer at vi no kan gjennomføra undersøkingar av laksebestandar og forandringar i desse som følgje av rømd laks, og oppnå presise data om omfang og konsekvensar. Vi kan også laga genetiske profilar for ein gitt laksebestand ut frå det DNA'et som fins i gamle fiskeskjel, og samanlikna desse profilane med profilar av den same laksebestanden slik han er i dag.

Kva skjer med villaksen når rømd laks med oppdrettsegenskapar gyt i naturen? I mange villaksbestandar har ein over lang tid observert høge prosentdelar av rømd oppdrettslaks. Døme på dette er Vosso, Opo, Etne og til dels Namsen. Er desse og andre viktige bestandar tapt, eller har vi framleis villaksbestandar som er upåverka av rømd oppdrettslaks? Dette spørsmålet kan ein nærma seg på fleire måtar, og vi har freista å finna svar gjennom forskingsaktivitet som består av fleire delprosjekt med finansiering frå Havforskningsinstituttet og Noregs forskingsråd.

Kor kjem dei frå, rømlingane, og kva er den relative fordelinga av drypplekkasjar og større episodar? Innleiande arbeid ved Havforskningsinstituttet har vist at DNA-markørar og nytutvikla statistiske testar i mange samanhengar gir høve til identifisering med god presisjon. I eit innleiande arbeid med prøvar av oppdrettslinjer og villaks kunne vi skilja mellom oppdrettslaks og villaks med over 96 % presisjon ved 12 mikrosatellitt-markørar. Identifiseringa av individuelle villaksbestandar var mindre presis, med unntak av laks frå Neiden, der identifiseringa var 93 %. I eit påfølgjande sporingsforsøk med smolt frå fire matfiskanlegg i Hardangerfjorden, levert frå seks smoltprodusentar, lukkast det å identifisera seks av ti individ til rett matfiskanlegg ved åtte DNA-markørar, noko vi vurderer som lovande.

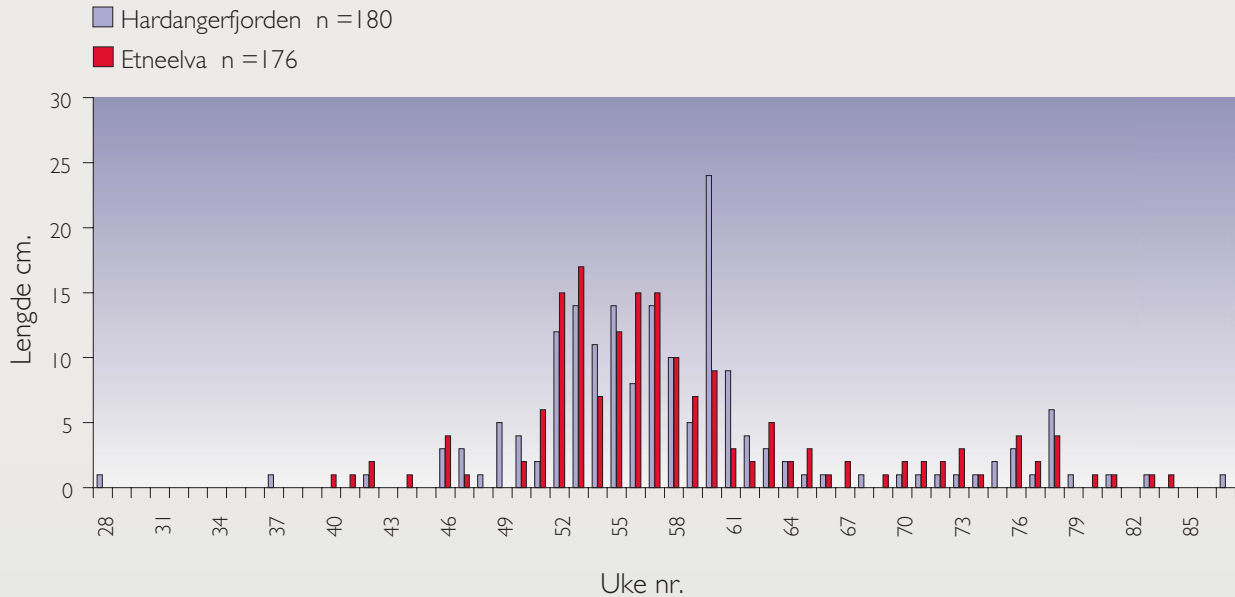
Hausten 2004 vart det samla inn eit større skjelmateriale av rømd laks i sjø og elvar



**Figur 4.5.4**

Genetisk distanse er eit mål for skilnader mellom prøvar eller bestandar, her vist ved DNA mikrosatellittar. Det var ingen påviseleg skilnad mellom gytebestandane i Vosso i 1980 og 1996/97. Prøven av vossolaks frå 2003 viser likevel ei genetisk endring i bestanden. Tilsvarande har vi sett i Opo, medan vi ikkje har påvist endringar i laksen frå Namsen og Etne. *Genetic distance is a measure for the genetic differences between samples or populations, here based on DNA microsatellites. No difference was observed between samples from the spawning population in River Vosso collected in 1980 and in 1996/97, while the 2003 sample deviates genetically. Changes have also been observed in River Opo, but not in River Namsen, so far.*





**Figur 4.5.5**

Lengdefordelinga (cm) syner at det aller meste av den rømde laksen både i Etneelva og i midtre deler av Hardangerfjorden i 2004 var umoden fisk mellom 1 og 2,2 kilo. DNA-analysar frå skjelmateriale kan visa om dette er ei eller fleire grupper av laks, om det er same gruppe rømlingar som blir registrert i ulike geografiske soner og vassdrag i fjordsystemet, kor mange av rømlingane som kjem attende frå havet i 2005 som høyrer til same gruppe, og om den relative fordelinga av drypplekksjar og større einskildepisodar.

*The length distribution (cm) shows that most of the escaped salmon in River Etne and middle parts of the Hardangerfjord in 2004 were immature individuals from 1 to 2.2 kilos. DNA analyses from scale samples will tell us if the escaped salmon belongs to one or more groups.*

i Hardangerfjordområdet. Biologiske data på rømd laks frå det nasjonale laksevassdraget Etneelva, og frå lokalitetar i midtre del av fjordområdet, viste at hovudtyngda av rømlingane var frå 52 til 62 cm, det var i all hovudsak umoden fisk mellom 1 og 2,2 kilo. Resultata viser svært få fisk mindre enn denne lengdegruppa, og få fisk over denne lengdegruppa. Dersom hovudmengda av rømd laks har opphav i berre ei einskild røming, tyder det på at drypplekksjar i dette tilfellet er eit mindre problem for villaksen enn større einskildepisodar. Dersom ein hadde kjente referanseprøvar, kunne ein estimera kor stor del av rømlingane i regionen som stammar frå rapportert røming, og om det er fisk frå fleire rømingar i materialet. Dersom smoltleverandøren har levert smolt av same linje og årsklasse til fleire matfiskanlegg, kunne det likevel ikkje utelukkast at fleire matfiskanlegg med same smolttype hadde tapt fisk samstundes. Nye kjemiske analysar i kombinasjon med DNA-markørar ville truleg auka presisjonen i identifiseringa ytterlegare.

#### Summary

According to the Norwegian Directorate of Fisheries the amount of salmon escaping from fish farms is not easy to estimate. Most of the registrations of escapees are based on random sampling giving only a percentage number of the spawning population. It is therefore seldom known precisely how many escapees there would be in any given wild population. The percentage is dependent on both the number of escapees and the number of wild fish. To compare between years is therefore difficult. A survey done in the river with divers drifting down with the current proved to be a good method for estimating the amount of both wild and escaped salmon. The comparison of survival for farmed, wild and hybrid salmon can give data on the consequence of gene flow between the two groups.

Fiskeridepartementet tok i 2003 initiativ til oppretting av eit nasjonalt utval for å greia ut spørsmål knytt til merking av oppdrettsfisk. Initiativet hadde bakgrunn i St.meld. nr. 12 (2001–2002) Reint og rikt hav, og Innstilling frå energi- og miljøkomiteen, Inst. S. nr. 134 (2002–2003) om oppretting av nasjonale laksevassdrag og laksefjorlar.

Øystein Skaala  
oystein.skaala@imr.no

Geir Lasse Taranger  
geir.lasse.taranger@imr.no

I innstillinga frå Energi- og miljøkomiteen vart det vist til utgreiing om merking på følgjande måte:

*“Flertallet viser til prosjekt i Fiskeridepartementet for å finne frem til en egnet, rasjonell merking av oppdrettsfisk, og forutsetter at prosjektet fører frem til konkrete forslag til et slikt system, og at næringen så snart som det er praktisk mulig pålegges å gjennomføre slik merking. Merkingen må foregå på en effektiv og dyreetisk forsvarlig måte. Merking skal både ha en generell preventiv effekt, og gjøre det mulig å lokalisere anlegg der fisk har rømt fra. Flertallet peker på muligheten for å nytte slik*

*merking som et kvalitetsstempel overfor utenlandske kjøpere”.*

Fiskeridirektøren nedsette same år eit utval med representantar frå oppdrettsnæringa, forskingsmiljøa og delar av forvaltninga. Utvalet la fram sin rapport 25. mai 2004, og konklusjonane, som var einstemmige, blir refererte i denne artikkelen.

Rømd oppdrettslaks omfattar både rapporterte rømingar der røming skjelda er kjent, og røming som ikkje er meldt inn til Fiskeridirektoratet. Medan ein har relativt god oversikt over den rømde laksen som blir rapportert inn til fiskeristyresmaktene med omsyn til omfang, årsak og rømingsskjeldene si geografiske fordeling, har ein ingen tilsvarende kjennskap til den urapporterte røminga. Merking av oppdrettslaks kan vera eit verkemiddel for å gje betre innblikk i kor omfattande den urapporterte røminga er, og kor denne fisken kjem frå.

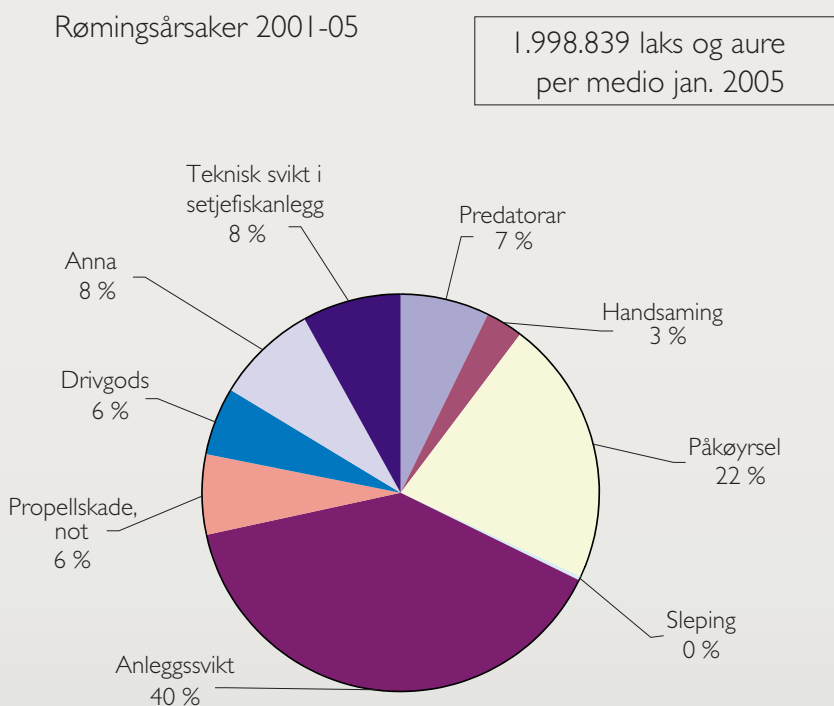
Merkeutvalet la til grunn at føremålet med ei eventuell merkeordning må vera å redusera talet på urapporterte rømingar, og å knyta rømd laks frå urapporterte rømingar til rømingsskjeldene.

Under arbeidet fant utvalet det naudsynt å utvida omgrepet “merking” til også å omfatta andre former for identifisering som gjer det mogleg å spora laks tilbake til sitt opphav. Dette var naudsynt for å inkludera andre metodar som ikkje omfattar påføring av fysiske merke på fisken.

Utvalet tok vidare utgangspunkt i at merkinga eller identifiseringssystemet skal vera basert på merking av grupper av fisk, og ikkje på individuell merking av einskildfisk. Dette tyder at oppdrettsfisken vert merka med ein gruppekode som kan knyta rømde individ til eit spesifikt anlegg.

Dei negative miljømessige konsekvensane av røming er etter kvart godt dokumenterte, og det er på det reine at røming kan ha negative effektar både genetisk, økologisk og smittemessig. Det er difor eit uttalt mål både frå forvaltning og næring at rømingstala skal ned.

For Merkeutvalet var det viktig å vurdere nytta av merke-/identifiseringssystemet som eit verktøy for å kartlegga rømingss-



**Figur 4.6.1**  
Årsaker til røming av laks og regnbogeaure 2001–2005.  
Causes of escapement of farmed salmon and rainbow trout 2001–2005.

kjelder med tanke på redusert røming på sikt. Utvalet understreka likevel at det å kunna spora eit rømd individ tilbake til lokalitet, har liten verdi om det ikkje vert lagt inn ein innsats for å oppdaga den rømde fisken så raskt som mogleg gjennom eit overvåkingsprogram. Eit identifiserings-system kan i seg sjølv ikkje gje svar på årsaker til røminga. Difor vil det framleis vera naudsynt å føreta undersøkingar på anlegget.

Det er i hovudsak fiskeriforvaltinga og miljøforvaltinga som har behov for metodar for identifisering av rømd laks, og i liten grad næringa sjølv eller forskingsmiljøa. Fiskeridirektoratet må så raskt som mogleg få kjennskap til at det har skjedd ei røming, kor han har skjedd, og eit anslag for omfanget. Miljøforvaltinga sitt behov er samanfallande med fiskeristyresmakterne. Utover dette er det også viktig å kunna identifisera det geografiske opphavet til rømlingar, i samband med evalueringa av vernetiltak, som til dømes opprettinga av nasjonale laksefjordar.

#### Rapportert og urapportert røming

Talmaterialet som Merkeutvalet hadde tilgang til er Fiskeridirektoratet sine statistikkar. I den årlege statistikkundersøkinga utført i samarbeid med Statistisk Sentralbyrå er svinnet 10–15 %. I 2002 utgjorde dette om lag 30 millionar individ. Berre ein liten del av dette er fisk som rømer. Dei seinare åra har den rapporterte røminga av laks vore under 500 000 individ, gjennomsnittet for perioden 1999–2003 er 333 000 individ. I høve til det totale talet på fisk som står i anlegga, er dette 1–2 %.

Dei rømingane som vert rapporterte, og dermed utgjer dei offisielle rømingstala, er likevel så låge i høve til dei berekna fangstane av rømd laks i overvåkingsfisken, at det også må føreliggja urapportert røming. Talmaterialet som føreligg, tydar på at omfanget av den uregistrerte røminga kan vera omfattande. Dei siste fem åra er det i gjennomsnitt fanga 55 000 oppdrettslaks i sjø- og elvefisket med følgjande årsvariasjonar: 54 000 (1999), 63 000 (2000), 58 000 (2001), 63 000 (2002) og 37 000 (2003). Om ein antar at den rapporterte røminga representerer all rømd laks, tyder dette at 16,5 % av den rømde laksen blir gjenfanga. Estimert for kor stor del av rømd oppdrettslaks som blir gjenfanga, tydar på at gjenfangstprosenten for større laks varierer mellom 1,4–8 %, medan yngre og mindre fisk truleg har lågare overleving og dermed gjenfangst. Dette tyder at om gjenfangstprosenten er rundt 5, er det om lag 1,1 million laks som rømer årleg. Dersom gjenfangstprosenten er lågare enn 5 %, tyder det at det er meir enn 1,1 million som rømer.

#### Konklusjonar frå utvalet

Merkeutvalet la til grunn for sitt arbeid at røming i seg sjølv ikkje er ulovleg, men at røming kan gje ein indikasjon på uforsvarleg drift. Funn av rømd laks kan difor ikkje åleine føra til reaksjonar mot oppdrettar, det er naudsynt å føreta nærare undersøkingar av aktuelle rømingsskjelder for å finna årsaka til røminga. Utvalet vurderte på dette grunnlaget kva metodar som kan avdekkje kva anlegg som skal undersøkjast når det blir registrert rømd oppdrettsfisk.

Både fysiske merkemethodar for identifisering via førtilsetjingar, avleiring av kjemiske sporstoff og naturlege kjemiske og genetiske profilar vart vurderte. Utvalet kom fram til at det i dag ikkje finst metodar som er klare for implementering i oppdrettsnæringa. Fleire av metodane som vart vurderte, vart avviste på grunn av logistiske vanskar, høge kostnader, eller fordi dei ikkje er tilstrekkeleg utvikla. Merkeutvalet konkluderte med at det er to ulike tilnærmingar eller metodar som kan vera eigna for identifisering av rømd laks ut frå dei metodane som er tilgjengelege; snutemerking (coded wire tags) og beredskapsmetoden. Begge desse metodane forutset utprøving under kontrollerte norske forhold før ein kan gje klare tilrådingar i høve til presisjon, logistiske forhold og kostnadseffektivitet. Metodane er også ulike i tilnærminga til problemet.

Beredskapsmetoden (også kalt “Case-basert” metode) tar utgangspunkt i laksen sine naturlege eigenskapar, som storleik, DNA, kjemiske sporstoff m.v., utan at fisken vert tilført noko merke eller indikator. Metoden er basert på å samanlikna eigenskapar (DNA, kjemi, storleik m.v.) hos den rømde laksen og laks av same storleik i oppdrettsanlegg innafor eit geografisk område der rømlingane først vart observerte. Denne metoden vil primært kunna nyttast ved større rømingar og i særleg grad der laksen vert registrert kort tid etter at han har rømd. Ved denne metoden vil aktivitet og kostnader bli utløyse først etter at det vert oppdaga konsentrerte forekomstar av rømlingar. Denne metoden er mindre eigna til å gje informasjon om små mengder rømingar, eller seint oppdaga rømingar, eller til å gje informasjon om laksevandring og geografisk spreining.

Snutemerking vil kunna gje informasjon om moglege rømingsskjelder også ved mindre omfattande rømingar, og i tilfelle der fisken har vore lenge på rømmen. Denne metoden forutset betydeleg innsats med merking også av laks som ikkje rømer. Ifølgje opplysningar frå produsent av merkeutstyr, vil kostnaden for denne metoden vera 1,0–1,3 kroner per fisk, utan omsyn til

om oppdrettsverksemda har hatt røming eller ikkje. I tillegg vil det vera kostnader knytt til nødvendige tilpassingar til norske forhold. Eit anslag for årlege kostnader ved snutemerking av all oppdrettslaks er 150–200 millionar kroner.

For begge metodane er det ein føresetnad at det føreligg eit profesjonelt overvåkings-system som både registrerer røming, rapporterer til rette forvaltings- og fagmiljø, og som dessutan kan samla inn prøvar av den rømde fisken og levere desse til avtala laboratorium for rask identifisering. Ingen av dei to metodane er eigna til å kvantifisera rømingssomfanget.

#### Summary

The Norwegian Ministry of Fisheries and Coastal Affairs took in 2003 the initiative for a national group looking into the possibility of tagging all farmed fish. The conclusion of the group was: escapees in itself is not illegal, but can be a sign of illegal management practises and have to be further investigated before any reactions against individual farmers could be taken. It was also concluded that no satisfactory methods exist that are ready for implementation into the salmon farming industry. However they suggested that two methods can be possible; snout tags (coded wire) and the Case-based method. The latter consists of measuring parameters on the fish without physical tagging (eg. properties such as DNA, size, chemical trace elements and others). Both methods require a professional surveillance system. None of the two methods will quantify the amount of escapees in a given system.

Havforskningsinstituttets internprosjekt “Rømt fisk og lakselus” pågikk fra 2001 til 2004. I en av delaktivitetene har fordelingen av rømt laks og regnbueørret i Hordaland vært overvåket, både geografisk fordeling innen fylket og variasjon i mengden rømt fisk mellom ulike år. Denne artikkelen oppsummerer hovedresultatene og anbefaler at overvåkingen av rømt fisk burde vært styrket og at mest mulig rømt fisk bør fiskes opp.

**Figur 4.7.1**  
Garnfanget laks.  
Gill-netted salmon.



sonene, og innen sonene i løpet av fiskesessongene. I mange tilfeller kunne endringer i fangst per innsats relateres direkte til rømmingsepisoder. Fangst per innsats gir sannsynligvis et godt mål for den relative tettheten av rømt laks og regnbueørret. Følgende konklusjoner kan derfor ha praktisk anvendelse:

#### **Nedfisking av rømt regnbueørret for å redusere problemer med lakselus**

Bestanden av rømt regnbueørret kan fiskes ned til et lavere nivå i løpet av få uker. Årsaken er at rømt regnbueørret i stor grad ser ut til å holde seg i nærområdet etter rømming. Fangsten av regnbueørret rundt Osterøy i 2001 illustrerer dette godt. Fangst-innsatsen var høy, og fangst per innsats sank hurtig. Dessuten ble 50 % av rømt regnbueørret som hadde blitt fanget, merket og sluppet fra kilenot ved Osterøy (på Trengereid) rapportert gjenfanget i løpet av høsten. Andelen som ble gjenfanget er svært høy for denne typen forsøk, og støtter således antakelsen om at garnfisket i området har beskattet den rømte fisken i vesentlig grad.

Den mest åpenbare nytteeffekten for miljøet av å redusere antallet regnbueørret i fjordområder er å eliminere dem som potensielle smittekilder av lakselus; både for villsmolt av laks under utvandringen om våren, for vill sjørret som bruker fjord- og kystnære strøk som oppvekstområde, og for å redusere smittepresset på fisk i merder. Tellingene av kjønnsmoden lakselus på rømt fisk viste at påslaget kan variere mye, fra få lakselus til verdier som var rundt ti ganger høyere enn tiltaksgrensen for behandling i oppdrett. Prøvene fra Sørfjorden ved Osterøy indikerte for eksempel at det var lite lakselus på rømt fisk i 2002, men sannsynligvis nok våren 2000 til å anta at den rømte fisken førte med seg et vesentlig bidrag til produksjonen av lakseluslarver i området. Denne våren var brakkvannslaget i fjorden tykt på denne tiden, rundt 2 meter. Tilstedeværelsen av et ferskvannslag kompliserer vurderinger av betydningen av rømt fisk, blant annet med hensyn til hvordan lagdelingen påvirker overlevelse og transport av lakseluslarvene. Forsøksfiske på 0–30 meters dyp viste for øvrig at over halvparten av regnbueørreten ble fanget mellom 3 og 5 meters dyp, i en sone der saltholdigheten sannsynligvis er innenfor toleransegrensene for lakselus.

Ove Skilbrei  
ove.skilbrei@imr.no

#### **Fangst per innsats i garnfisket ble brukt som mål for mengden rømt fisk**

I prosjektet ble det samlet inn og systematisert opplysninger fra høst-/vinterfisket med garn etter rømt oppdrettsfisk i Hordaland fra 2001 til 2004. Dette fisket er satt i gang av Miljøvernnavdelingen hos Fylkesmannen i Hordaland, med hensikt å redusere antallet rømlinger på en årstid da villfisken i all hovedsak har vandret opp i elvene. Nesten 60 fiskere har bidratt med fangststatistikk i vårt prosjekt. Fangst per innsats, dvs. antall fisk per garn per dag, ble brukt som et relativt estimat over mengden rømt oppdrettsfisk for å kunne sammenligne fangstene av rømt oppdrettslaks og regnbueørret i ulike deler av fylket fra år til år. Fangst per innsats av både laks og regnbueørret varierte betydelig fra år til år, mellom de ulike geografiske



Foto: Asbjørn Borge

### Nedfisking av rømt laks

Det var ikke mulig å si noe om hvor stor andel av den rømte laksen som ble tatt opp i fisket etter rømlinger. Fangst per innsats beskrev imidlertid en fangstkurve over tid som indikerte at rømlingene var fiskbare i 7–8 uker. Det var dessuten åpenbare forskjeller mellom ulike regioner i Hordaland både med hensyn til størrelsesfordelingen til rømt fisk og tidspunktet for fangst. Slike forskjeller mellom regionene var synlige hvert år og sannsynliggjorde at en vesentlig del av den rømte fisken må ha hatt lokal opprinnelse, og at de var fordelt mellom ulike størrelsesgrupper som må komme fra ulike rømmingsepisoder. Dette blir også underbygget av at det var en stor andel umoden fisk i fangstene i områder med mye oppdrett av laks. Selv om det er vanskelig å kvantifisere nytteeffekten, vil et ordinært høstfiske eller beredskapsfiske etter rømt fisk redusere antall lokale rømlinger, og resultatene indikerer at et slikt fiske kan opprettholdes i opptil to måneder.

### Vurderinger av soneregimer

Etableringen av nasjonale laksefjorder vil naturlig nok redusere, men på ingen måte eliminere problemet med oppvandring av rømt fisk i elvene dersom rømmingstallene ligger på dagens nivå. Mens områder i Hordaland med mye oppdrett ble dominert av fangst av umodne rømlinger som sannsynligvis har lokal opprinnelse, så var det en klar overvekt av rømt kjønnsmodnende laks på gytevandring i Sørkjolen ved Osterøy. Det har ikke blitt produsert laks i merdene i dette området over flere år. Ifølge tidligere resultater fra merke-/slippforsøk, kan laks som er merket og sluppet dukke opp igjen langt vekk fra slippstedet når den er blitt kjønnsmoden og leter etter en ferskvannskilde.

### Helårlig overvåking av rømt oppdrettsfisk

I fiske etter rømt oppdrettsfisk vil sted, tid på året og fangstmetodikk ha stor betydning for resultatet, både i forhold til mengden rømt fisk som registreres og hvor høyt innslaget av rømt fisk er i forhold til vill fisk. Registreringer i Norge har i hovedsak vært gjort i kilenøter på kysten og i elvene. Garnfisket etter rømlinger i Hordaland har vist at rømt oppdrettsfisk dominerer fangstene i fjord- og indre kyststrøk fra oktober og utover høsten og vinteren.

Fiske etter rømt fisk om høsten kan ha stor verdi, selv om det ikke har vært en større rømming i et område. På grunn av at antallet fisk i merd er så mye høyere enn antall villfisk, vil små, knapt merkbare, utslipp av fisk fra anlegg likevel kunne utgjøre en høy andel av fisken i mange elver. I tillegg er fiske etter rømt fisk egnet som miljøovervåking, og vil fange opp ikke rapporterte rømmingsepisoder på et tidlig stadium. Fangst per innsats kan muligens brukes av forvaltningen til å forbedre anslag og utbredelse av rømt fisk i slike tilfeller.

Fra 2001 til 2003 ble det innrapportert at det rømte 302 tonn laks og regnbueørret i Hordaland. Dette kvantumet er langt høyere enn fangstene fra fisket etter rømt oppdrettsfisk. Mange av de innrapporterte episodene inntraff på andre årstider enn under fisket etter rømt fisk, og synliggjøres heller ikke i kurvene for fangst per innsats. Det må også antas at drypplekkasjer, som det vil være vanskelig for oppdretter å ha full oversikt over, kan bidra til det totale antallet rømt fisk. Disse forholdene peker på at det burde vært opprettet et helårlig overvåkingsfiske etter rømt laks og regnbueørret.

Figur 4.7.2

Kilenot ved Trengereid i Sørkjolen.  
Bag-net located near Trengereid in Sørkjolen.

En fullstendig rapport fra det omtalte delprosjektet (Fordeling av rømt fisk i sjø og betydning av lakselus for overlevelse hos laks i havet) vil være tilgjengelig i løpet av vinteren 2005.

### Summary

Project “Escapees and salmon lice” has been running from 2001 to 2004. One topic has been to ascertain the distribution of escapees of salmon and rainbow trout in Hordaland. Both the geographical distribution and the variation in numbers have been registered in all years. The conclusion from the surveillance is that a regular monitoring is needed and an effort should be made to fish out as many of the escapees as possible. The rainbow trout seems to be fairly stationary and the fishing is not difficult. Salmon has a wider dispersal and the catch rate indicate that the salmon are available in 7 to 8 weeks after escape. Because of the large number of salmon in the fish farms, small and for the farmer not noticeable escapes will contribute to the overall number in the rivers. All year around fishing is thus recommended for catching the fish and at the same time act as surveillance of possible escape incidents.

# 4.8

## Finnes det grenser under vann for lakselus?

Lakselus lever den første delen av livet sitt som frittlevende plankton på jakt etter en laksefisk. Problemstillingen er enkel: Finner den en fisk vil den prøve å sette seg fast, hvis den ikke klarer det, vil den dø. Hvordan greier en lakselus som er fra 0,4 til 0,7 mm lang å finne en laks i havet, og siden den er så liten: Hvordan skal vi igjen greie å finne lakselusa? Spredning av lakselus og mulig smitte mellom oppdrettanlegg og ville bestander av laksefisk er et alvorlig problem. Fjordene våre ser ut til å peke seg ut som spesielle problemområder. Her vandrer den ville smolten ut om våren, og møter kanskje for mange lakselus på sin vei mot havet. Hvor mange lakselus møter den, og hvorfor varierer det mellom forskjellige år? Produksjonen av lakselus er avhengig av temperatur og saltholdighet i sjøen. Antallet verter (laks og ørret) og antallet mordyr på disse vil også ha en innvirkning. Uten undersøkelser direkte i miljøet og på villfisken er det vanskelig å si om de vedtatte tiltakene i form av økt bruk av avlusningsmidler har den ønskede effekt.

**Karin Boxaspen**

karin.boxaspen@imr.no

**Lars Asplin**

lars.asplin@imr.no

**Jens Chr. Holst**

jens.christian.holst@imr.no

**Frank Nilsen**

frank.nilsen@imr.no

### Bakgrunn

Lakselus har ikke stor evne til egenbevegelse og vil for eksempel ikke kunne svømme mot sterk strøm. Den vil derfor antagelig spre seg passivt langs kysten. Det er imidlertid observert at den beveger seg opp og mot lyset om dagen og nedover i vannmassene om natten. De vil også prøve å unngå områder med lav saltholdighet, slik som brakkvannsområdene nær et elveutløp og de øverste lagene i en fjord i vårmeltinga. Hvordan innvirker disse faktorene på lakselusas spredning i fjorder? Ved å kombinere modeller for vannstrømmen og biologisk kjennskap til lakselusa skal vi prøve å beskrive dette. Siden det har vist seg så vanskelig å finne

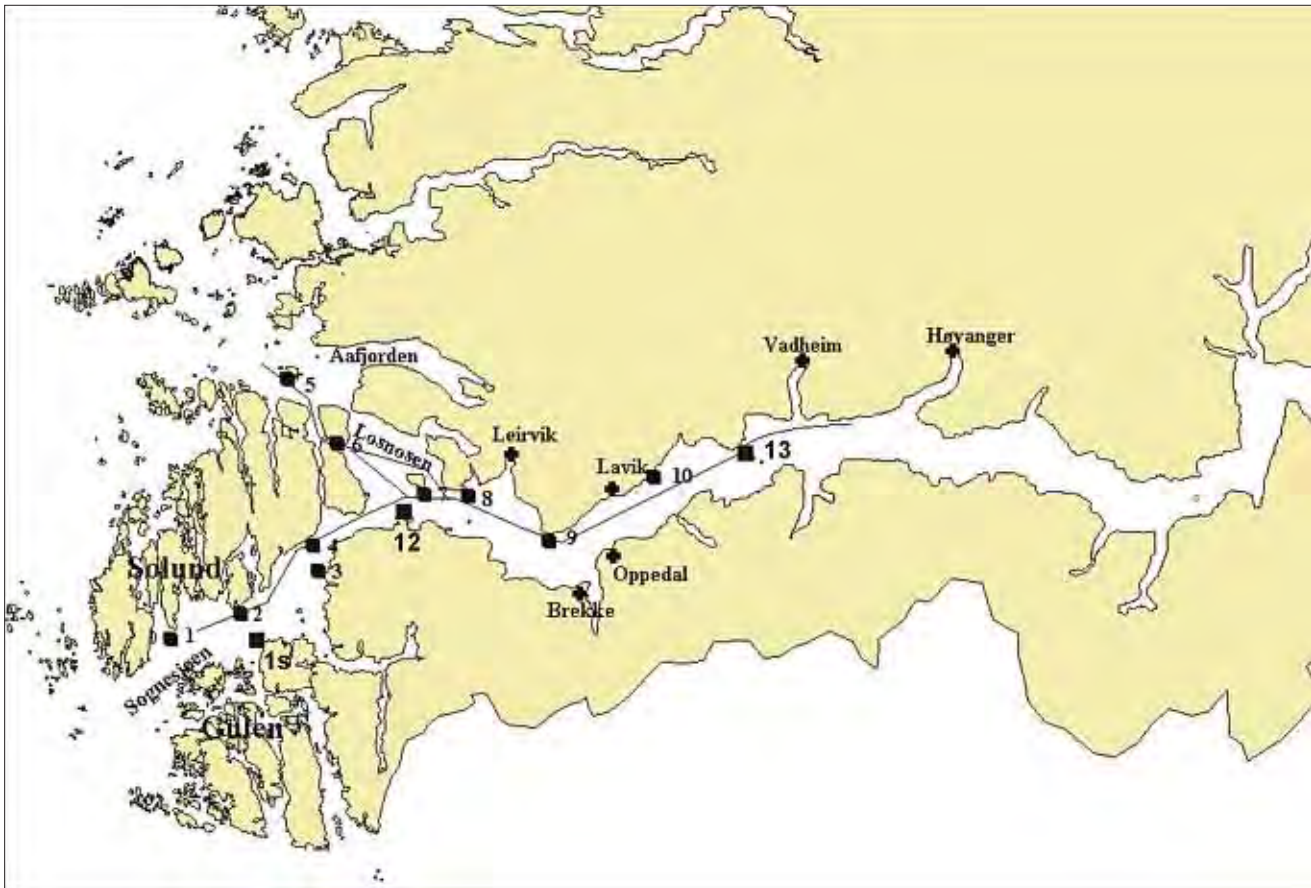
de små lakselusene i havet, har vi utviklet en indirekte metode der laksesmolt blir brukt som lokkemiddel og felle. Slik kan vi studere forekomst av lus på utvalgte geografiske steder og sammenholde dette med andre faktorer som villsmoltens vandringsrute, lus på villaks, bakgrunnsnivået av voksne lus, temperatur, saltholdighet og vannstrømmene. Til nå har undersøkelsene gitt forskjellige resultater hvert år, hvorfor er det slik?

Havforskningsinstituttet har studert spredning av lakselus i flere år og har dette som et satsingsområde under paraplyen økologiske effekter av havbruk. Lakselus har siden 1970-tallet vært et stort problem i oppdrett av laksefisk både i Norge og i andre lakseproduserende land som Skottland og Irland. Lakselusa er en utvendig parasitt som lever av å spise slim, hud og blod av fisken. Dette kan lage sår, og fisken vil få problemer med saltbalansen i kroppen eller den kan få infeksjoner. Uten behandling vil dette kunne ta livet av fisken. Det er utviklet gode metoder for å behandle fisk i oppdrettsanlegg. Der det er mulig blir det brukt leppefisk som ren-



**Figur 4.8.1**

Utsett av testmerder for smolt i Sognefjorden. Arve Kristiansen og Ole Gjervik påser at utstyret er i orden. Small test cages are placed in the sea containing salmon free of lice to act as traps for the free living salmon lice.



sere, noe som er en fullstendig biologisk bekjempingsmetode (se Kapittel 5.6).

Andre ganger kan det være nødvendig med kjemisk behandling, enten i form av badebehandling eller ved tilsetninger av avlusningsmidler i føret. Det er allikevel ikke mulig å holde lakselus helt borte, siden den finnes hos de ville stammene av laksefisk også. Det vil i Norge si laks, regnbueørret, sjøørret og røye. Metodene en kan bruke i oppdrett er ikke alltid 100 % effektive, og de ville bestandene får vi ikke tak i for behandling.

#### På tokt i fjorden

Siden slutten av 90-tallet har vi brukt Havforskningsinstituttets båter for å kartlegge situasjonen i Sognefjorden og Hardangerfjorden. Målet med toktene er todelt. Vi ønsker å vite hvor mye lakselus som er i fjorden om våren når villsmolten skal vandre ut fra elvene, samtidig som vi ønsker å måle hydrografiske parameter som er viktige for spredning av lakselus.

Små merder på ca. 1 m<sup>3</sup> (Figur 4.8.1) blir brukt som oppbevaringsenhet for smolt som er garantert fri for lakselus når de blir satt ut. For å få merdene til å stå på ett sted blir det lagt ut et tungt lodd (jernbanehjul eller kjettinglengder) på bunnen med tau til overflaten og store garnblåser på toppen. Her blir merdene festet og ligger på svai i hele forsøksperioden. Denne meto-

den har vært brukt siden 1999. Merdene har blitt plassert fra Sognesjøen ytterst og inn til Vadheim (Figur 4.8.2).

#### Antall lakselus i testmerdene

I 2001 ble i gjennomsnitt funnet mer enn 80 lus per fisk, men det var en klar forskjell i hvor mye lakselus som fantes på de ulike lokalitetene. På noen lokaliteter var det relativt lite lus (M1 & M5), mens på to av lokalitetene var det svært høye infeksjonsnivåer (M8 & M9). For 2003 ble det funnet kun 6,1 lus per fisk, slik at påslaget av lakselus var betraktelig lavere enn for 2001. Enkelte av stedene hadde allikevel likt nivå lakselus som året før (M1 & M5). I 2004 var det kun 0,21 lus per fisk. Dette er så lave tall at de ikke kan ses på samlefiguren (Figur 4.8.3).

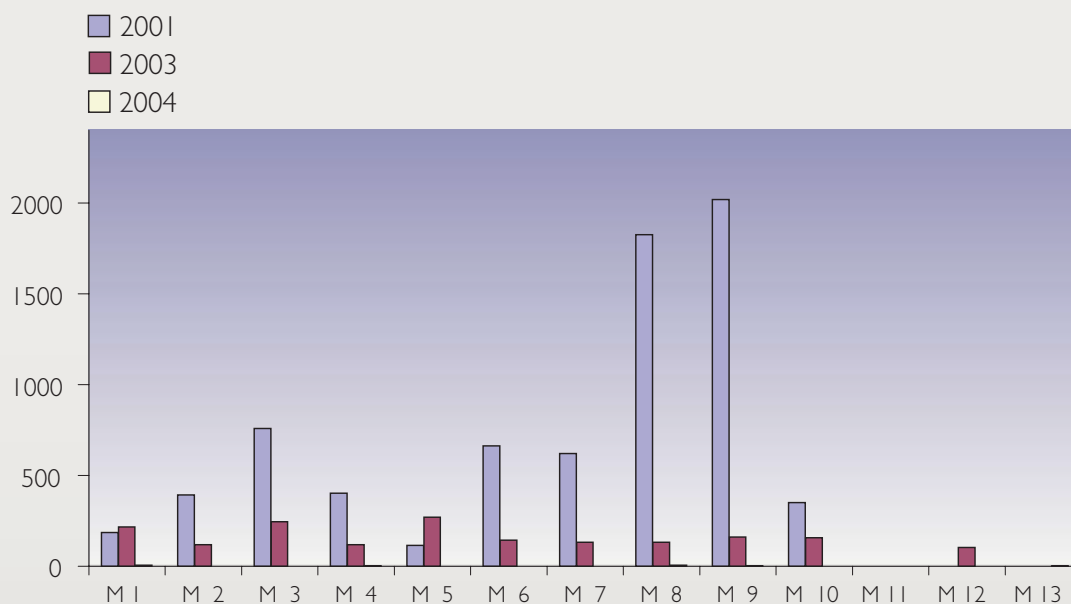
#### Modellering av vannmassene

Ved hjelp av alle målingene som er gjort er det laget en modell for spredning av vannmasser i Sognefjorden. Den viser at tenkte utslipp av lakselus på to forskjellige dager kan gi stor variasjon i spredning av lakseluslarvene (Figur 4.8.4). Variasjonen kan forklares med forskjellig strøm- og vindforhold, og særlig den sterkt varierende vinden påvirker strømmen i de øvre vannlagene i stor grad. På figuren ser vi at under forholdene som var 15. april dette året vil mye lakselus bli vasket inn i fjorden i løpet av elleve dager. To uker seinere, 1. juni, har værforholdene endret seg, og

**Figur 4.8.2**

Geografisk plassering av testmerder. Ti av disse var operasjonelle i 2001, mens alle 13 lokalitetene ble brukt for 2003. For 2004 ble det satt ut merder kun på sentrale lokaliteter (1, 4, 8, 9 og 13).

*Geographical position of the test cages. No 1 to 10 was operational in 2001 while all 13 were used in 2003. For 2004 only the central locations of 1, 4, 8, 9 and 13 were used.*



**Figur 4.8.3**

Påslag av lakselus på smolt satt ut i Sognefjorden fra 2001 til 2004. Tallene representerer det sammenlagte antall lakselus funnet i hver av merdene, uavhengig av hvor mange fisk som var igjen i merden. For 2004 er tallene så små at de ikke synes i denne fremstillingen.

*Settlement of salmon lice on smolts in the Sognefjord from 2001 to 2004. The numbers represent the total no of salmon lice found in each test cage independent of how many smolts were left. For 2004 these numbers are too small for visualisation.*

mye av lakseluslarvene blir vasket til havs (røde prikker).

#### Variasjon, hvorfor det?

Kilden til lakselus er mordyrerne som sitter på laksefisk enten i oppdrettsanlegg eller på villfisk. Hvis det er mange av dem blir produksjonen stor, og mengden lakselus som svømmer fritt i fjorden øker. Siden lakselus bare lever i saltvann, er mengden av ferskvann i fjorden også en viktig faktor med hensyn til hvor lakselusa befinner seg. Når de så befinner seg i vannmassene vil vindretning, strømstyrke og strømretning på forskjellige dyp ha innvirkning på hvordan de sprer seg videre.

I de tre årene det har blitt gjort vellykkede studier av lakseluspåslaget i Sognefjorden med testmerder (2001, 2003 og 2004), har tallet på lakselus gått drastisk ned. Dette er sammenfallende med tallene en finner i studier av den utvandrende villsmolten. Året med de høyeste påslagene innenfor disse studiene var 2001, som var kjennetegnet av lite ferskvannsavrenning og derfor høy saltholdighet i hele fjorden. Dermed var det fritt fram for lakselusen å drive innom testmerdene. Grunner til nedgangen i den observerte lakselusmengden i fjorden i 2003 og 2004 kan være strengere kontrollrutiner og påfølgende lavere nivåer av lakselus i oppdrettsanleggene. I perioder har en del områder vært brakklagt på grunn av

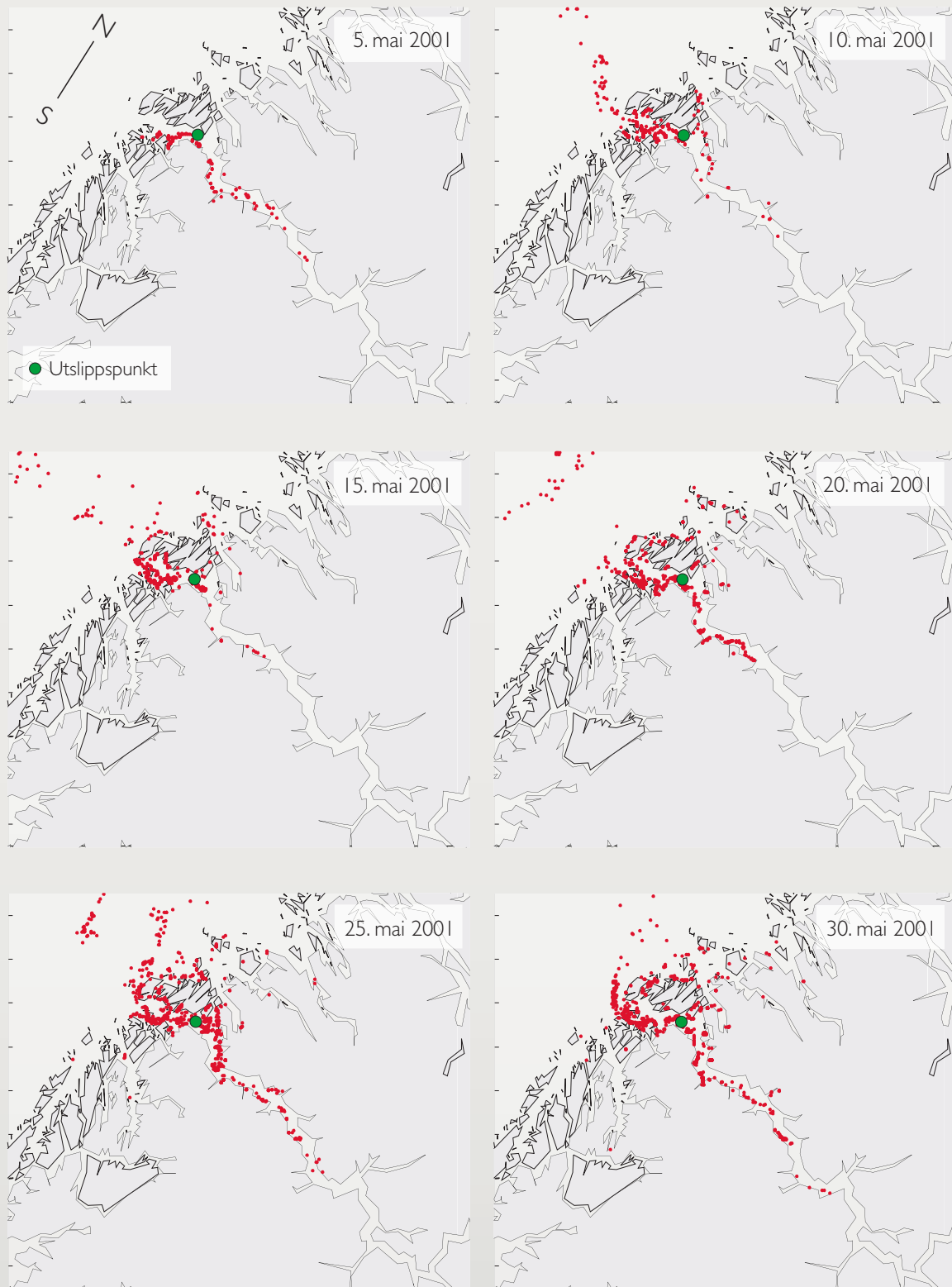
sykdom, slik at antallet verter i systemet har vært lavere. I 2003 ble det imidlertid registrert høye nivåer av lakselus ute ved kysten, noe som ble gjentatt i 2004. Reelle tall for hele oppdrettsnæringen er vanskelig å få tak i, men resultatene peker mot at en bør ha lengre tidsserier, mer enn ti år, for å kunne finne årsakssammenhengen her.

Arbeidet med en spredningsmodell for lakselus bør over tid kunne si hvor det er best å posisjonere fremtidige anlegg, om enkelte områder er lite egnet for oppdrettsaktivitet og om flytting av oppdrettsanlegg over kortere eller lengre avstander kan gi en gevinst. Slike modeller er riktignok krevende å operere, og vil i overskuelig framtid ikke kunne brukes til rutinemessige undersøkelser uten at det legges ned en nokså stor innsats.

#### Summary

Salmon lice will live the first part of their life cycle as free-swimming plankton searching for a salmonid host. Their objective is simple: find a host or die. How does a salmon lice of 0.4 to 0.7 mm find a salmon in the sea and how are we going to find the minute salmon lice? The dispersal of salmon lice and the possible transfer between fish farms or transfer to wild populations is a serious issue. The Norwegian fjords seem to give special problems in this context. The wild salmon migrating from the river in spring might meet too many infective salmon lice on their way out to the open sea. The production of salmon lice is dependent on many factors: temperature, salinity, number of hosts and the number of female salmon lice on these hosts. The salmon farmers are using increased levels of chemical treatment to reduce the salmon lice load in spring. Is this working? Without surveys directly into the environment these questions cannot be answered. Methods have been developed with the use of test cages to ascertain the level of salmon lice directly in the sea. The Hardanger Fjord on the west coast of Norway has been chosen as a test area with an extensive survey being undertaken over several years by the major institutes in the sector.





**Figur 4.8.4**

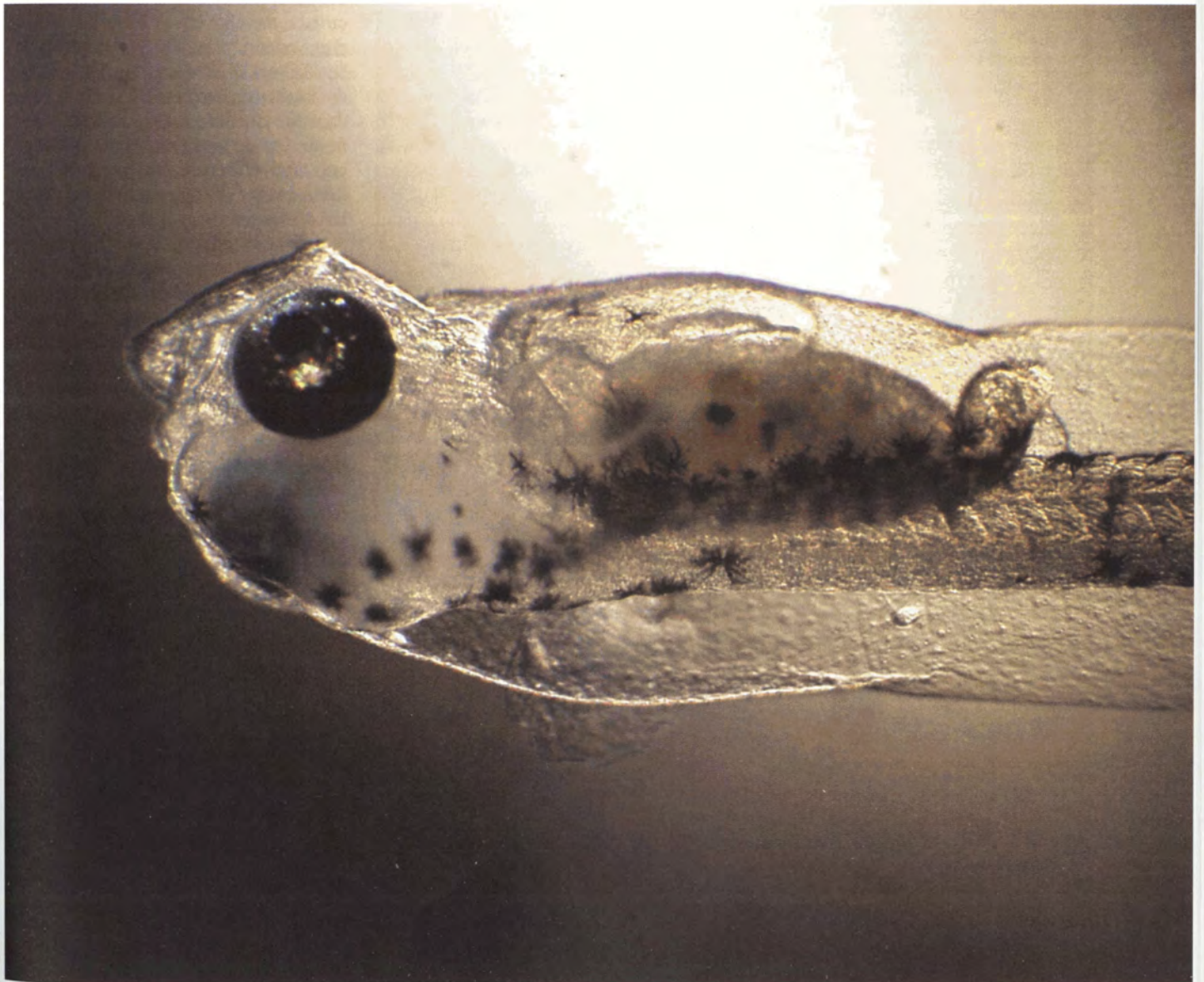
Spredningsmodell for lakselus i Sognefjorden. Simulert utslipp 1. mai 2001. 5. mai er de fleste lusene rundt utslippspunktet, men allerede 10. mai er mange larver vasket ut til havs.

Dispersal model of salmon lice for the Sognefjord. Simulated release 1 May 2001 with transport of larvae both out to sea (10 May) and into the fjord (25 May).



# Kapittel 5

Marin fisk





## Yngel- og matfiskproduksjon av torsk

Utvikling av torskeoppdrett er i stadig vekst. Yngelproduksjonen har nådd nye høyder i 2004, og et økende antall matfiskanlegg fylles opp med yngel. Det forventes en årsproduksjon på opp mot 15 000 tonn oppdrettsorsk når siste års yngel skal ut på markedet i 2006 og 2007. Fremdeles er finansiering av matfiskanlegg en vekstbegrensende faktor, og en betydelig andel av konsesjonene er ikke tatt i bruk. Dette kan skape problemer for yngelprodusentene, noe som allerede merkes ved at yngelprisen er falt til 5–6 kr. I fremtiden vil man nok måtte leve med lave yngelpriser, og næringen står overfor en stor utfordring mht. å effektivisere yngelproduksjonen.

Uforklarlig dødelighet i larvefasen og deformiteter hos yngel og settefisk har vært et betydelig problem, men i 2004 meldes det at disse problemene har hatt mye mindre omfang. For produksjonen av matfisk er også kontroll med rømming og kjønnsmodning en utfordring. Forsøk med bruk av kontinuerlig lys viser at kjønnsmodning kan utsettes, men optimaliserte protokoller for bruk i merd mangler. Gevinsten er ikke bare økt vekst, dette kan også redusere omfanget av gyting i merd, og derved redusere mulig genetisk forurensing til fjordbestandene av torsk rundt anleggene.

Ørjan Karlsen

orjan.karlsen@imr.no

Anders Mangor-Jensen

anders.mangor-jensen@imr.no

Terje van der Meeren

terje.van.der.meeren@imr.no

Geir Lasse Taranger

geir.lasse.taranger@imr.no

### Yngelproduksjon

Yngelproduksjonen av torsk har de siste årene økt kraftig (Figur 5.1.1). Fra 2002 har ekstensiv og semi-intensiv produksjon i poller ligget stabilt på ca. 1,2–1,3 millioner yngel, mens økningen først og fremst skyldes at det produseres stadig flere yngel i de intensive anleggene. Veksten i yngelproduksjonen var liten fra 2002 til 2003. Dette hadde sin årsak i en del problemer med overlevelse i larve- og tidlig yngelfase. Imidlertid ser det ut til at disse problemene til dels er overkommet i 2004. Yngeloppdretterne rapporterer om at de har gjort endringer i protokollene, noe som har gitt mye bedre overlevelse. Dette har ført til en forholdsvis stor økning i antall yngel produsert per anlegg (Figur 5.1.2). Blant annet ser det ut til at oppdretterne har lagt større vekt på vannkvalitet og vannbehandling. Bruk av vakuumluffing for å unngå gassovermetning blir stadig mer utbredt. Trolig kan også en større fokus på ernæringsmessig kvalitet i produksjonen av levendefôr (hjuldyr) forklare bedre overlevelse i larve- og yngelfasen.

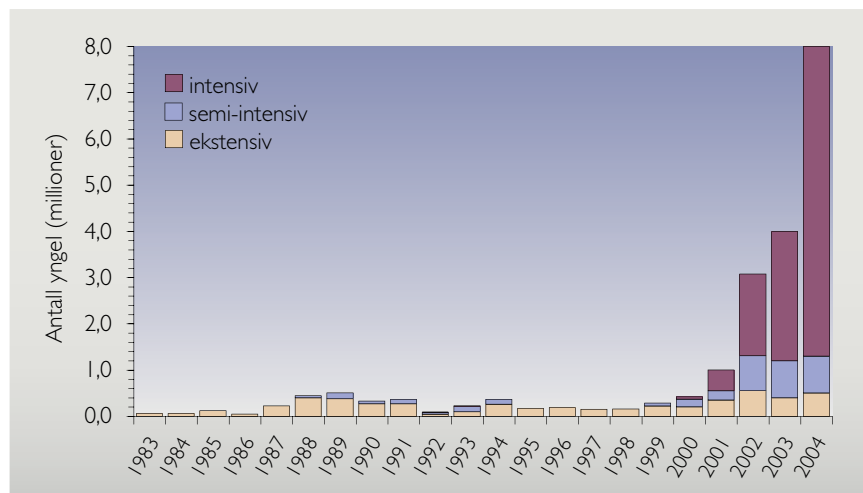
I 2003 ble det rapportert om forholdsvis store problemer med skjelettdeformiteter hos torskeyngelen. Ifølge yngeloppdret-

terne er også dette problemet redusert i 2004. Denne yngelen sorteres ut, men en effektiv sortering kan ikke gjøres før yngelen er minst 20 gram. Den seine utsorteringen vil derfor føre til et avvik mellom det oppdretterne oppgir som antall yngel produsert og det som faktisk blir solgt og satt i merd. Likeledes vil yngel produsert seint på høsten telles med som produsert yngel, mens salget foregår året etter. Dette gjør tallene for intensiv (årstidsuavhengig) yngelproduksjon noe usikre. For eksempel ble det oppgitt en produksjon på totalt ca. 8 millioner yngel i 2004, mens det kun ble solgt 5 millioner yngel.

Skjelettdeformiteter er kjent hos de fleste fiskearter i intensivt oppdrett. Hos torsk er det observert en rekke ulike typer deformiteter, men hovedvekten er bøyning av ryggsoylen i vertikalplanet (lordosis) og "nakkeknekk". Hos torsk har det vist seg at deformitetene kan være vanskelige å oppdage før yngelen er godt inne i settefiskfasen. Om dette skyldes at deformitetene oppstår til ulike tidspunkt gjennom yngelfasen, eller at skaden oppstår helt tilbake i larvefasen, er uklart. Forskning på andre marine arter tyder på at deformiteter kan oppstå også i yngelfasen. Både ernæring og oppdrettsmiljø (bl.a. gassovermetning, temperatur og strømhastighet) har vært nevnt som mulige årsaker, men det trengs ytterligere forskning for å avdekke mulige sammenhenger. Løsning av problemet vil kunne gi betydelige gevinster.

Omfanget av deformiteter i næringen er usikkert. Yngelen sorteres og selges ved ulike størrelser, og vurderingen av deformert fisk er høyst subjektiv. Det finnes

**Figur 5.1.1**  
Produksjon av torskeyngel i Norge fra 1983–2004. (Kilde: Oppdrettere og forskningsinstitusjoner).  
Total production of cod fry in Norway 1983–2004. (Source: Producers and research institutes).



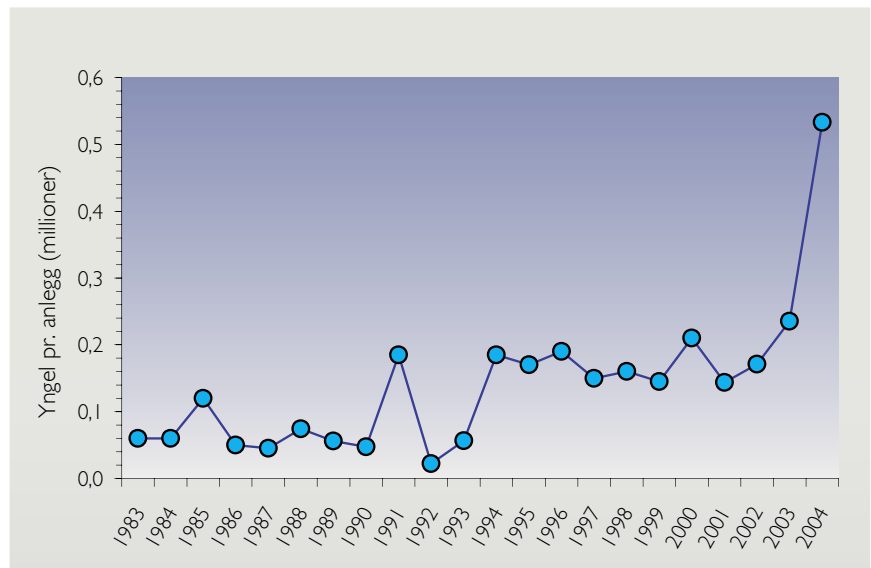
liten grad av standardisering for sammenligning av ulike fiskegrupper eller anlegg. En begynnelse kan derfor være å benytte et graderingssystem etter modell av den som har blitt innført ved Havforskningsinstituttet, Austevoll (Figur 5.1.3). Her gis graden av deformitet en tallverdi fra 0 (ingen deformitet) til 3 (meget stor deformitet). Verdien 1 og 2 representerer henholdsvis liten og middels grad av deformitet. Fisk med verdiene 2 og 3 bør aldri settes i merd. Graderingssystemet gjør det mulig å sammenligne statistisk ulike behandlinger dersom de leses av samme person. Deformiteter kan også opptre i kombinasjoner, og ved å gradere for eksempel tre typer deformiteter samtidig kan det teoretisk opptre 64 ulike kombinasjoner. Slike data må behandles med multivariate metoder, og Figur 5.1.4 viser deformiteter hos yngel fra den samme egggruppen som er drettet opp under tre ulike forhold. Her viser resultatene at yngel drettet opp i poser med zooplankton som fôr har langt lavere forekomst av deformiteter enn yngel drettet opp intensivt ved to ulike temperaturer. Som det fremgår av figuren er posefisken karakterisert ved langt høyere andel av normal utvikling sammenlignet med de to intensive gruppene. Dette kan tyde på at fôr er viktig for forekomst av deformiteter, men det er også store forskjeller i oppdrettsmiljø mellom poseoppdrett og et intensivt system. Oppdrettsmiljø kan derfor heller ikke her utelukkes, og det trengs forskning for å avdekke mekanismene.

#### Miljø og fiskevelferd i yngelkulturer

Det ligger i sakens natur at kommersiell lønnsom produksjon av yngel kommer til å foregå i stadig tettere og mer effektive kulturer for å redusere produksjonskostnadene, samt for å kunne tilby yngel til en stadig voksende matfiskindustri. Overgangen fra systemer med lav fisketetthet (semi-intensive) til høytetthetssystemer har gitt yngelprodusentene store utfordringer fordi den grunnleggende kunnskapen om både fiskevelferd og vannbehandling har vært mangelfull. Sjøvann som medium er høyst forskjellig fra ferskvann, som har vært arbeidet med i mange tiår både til smoltproduksjon, men også i forbindelse med vann til husholdninger. Det har derfor vært nødvendig å utvikle ny kunnskap om sjøvannsbehandling, både med hensyn til fjerning av metabolitter i resirkulerte systemer, og kontroll av mikroorganismer.

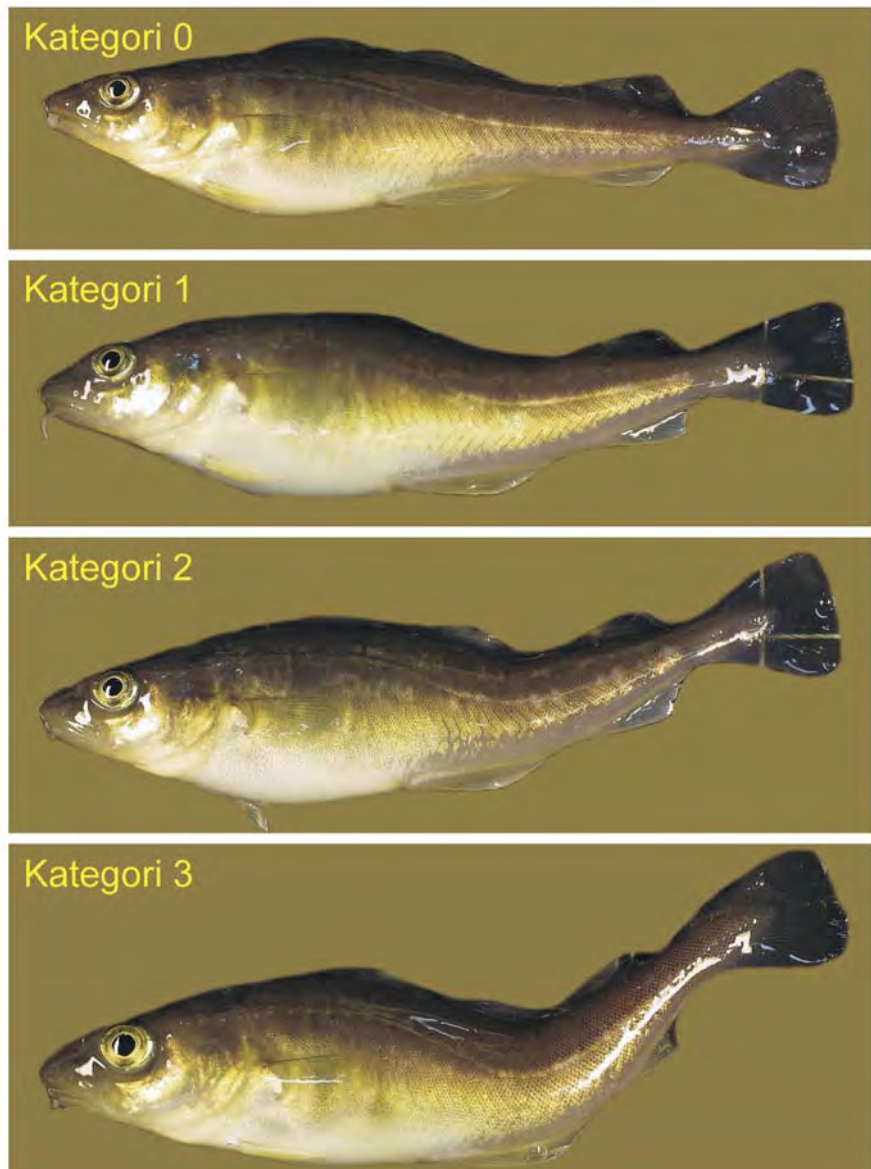
**Figur 5.1.3**

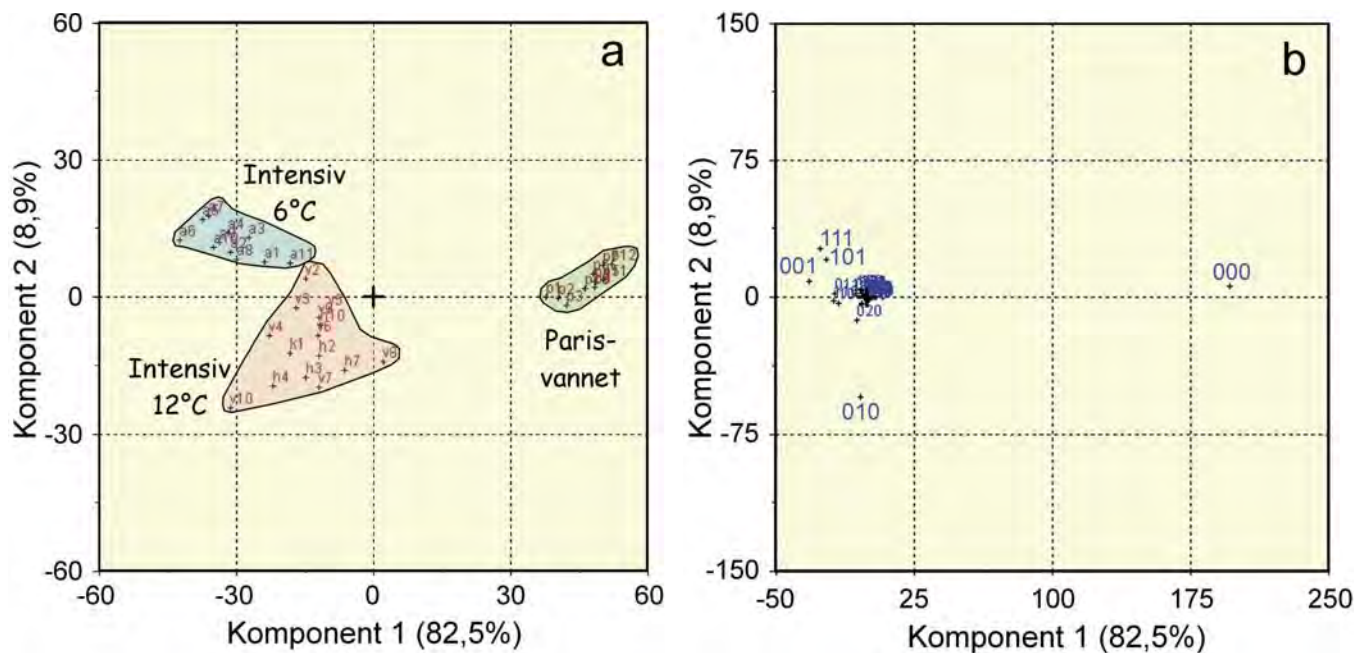
Standardisering av deformitetsavlesning hos torskeyngel. Bildet viser fire ulike kategorier for avlesning av ryggradsdeformitet (lordosis).  
Standardisation of deformity readings in cod fry. The pictures show four different degrees of spinal deformities (lordosis).



**Figur 5.1.2**

Gjennomsnittlig antall torskeyngel produsert per oppdretter for perioden 1983–2004.  
Average numbers of cod fry per production unit for the period 1983–2004.





**Figur 5.1.4**

Multivariat fremstilling (prinsippkomponentanalyse) av deformiteter for torskeyngel (>30 g) produsert fra samme egg-gruppe i både poser i poll, og ved to temperaturer i et intensivt system. Den multivariate metoden legger et plan gjennom datamaterialet slik at størst mulig grad av variasjonen kan forklares langs de to aksene. Prosentverdi langs aksene angir hvor stor grad av variasjonen som forklares. a) "Loading plot" over ulike kar med fisk fra de tre behandlingene. b) "Score plot" over hvilke deformiteter som bidrar til spredningen i materialet. Første siffer er deformiteter vurdert fra 0 til 3 i hoderegionen, andre siffer er tilsvarende vurdering for nakkeknekk og siste siffer er rygg- eller haledeformitet (lordosis) vurdert på samme måte.

Multivariate display (principal component analysis) of deformities in cod juveniles (>30 g) produced from the same egg batch in both mesocosms (plastic bags in lagoons) and intensive systems (at two temperatures). The multivariate method puts a plane through the data in such a way that most of the variance is explained along the two axes. Percentage along the axes denotes the degree of variation that is explained. a) Loading plot from different tanks with juveniles from the three different treatments. b) Score plot of which deformities that contribute to variation in the data. First digit is head deformities evaluated on a scale from 0 to 3, second digit is a similar evaluation for neck deformity, and last digit is the same for spinal cord or tail deformities (lordosis).

Dagens yngelproduksjon av torsk er i en overgangsfase mellom "åpen" og "lukket" teknologi. Flere av produsentene av torskeyngel har tatt i bruk delvis resirkulering i sine vannbehandlingskonsepter. Tette kulturer krever mye vann på grunn av et høyt oksygenforbruk og høy produksjon av avfallsstoffer som fôrrester, fekalier og metabolitter (CO<sub>2</sub> og ammonium). Dersom vannet må varmes vil dette medføre store kostnader. I tillegg har det vist seg at det såkalte "rene" vannet vi har utenfor stuedøra i Norge, kanskje ikke er så bra som vi trodde. Anlegg med åpne systemer (ikke resirkulering) har derfor i mange tilfeller opplevd at produksjonen går bedre etter hvert som vannkvaliteten kommer under kontroll. I disse anleggene har man med godt resultat benyttet vannbehandlingskomponenter som vanligvis er forbundet med behandling av resirkulert vann, så som vakuumluftere, proteinskimmere, partikkelfiltre, ozonering, oksygenjustering etc.

Lukkede systemer (resirkulasjon) har ikke vært vanlig i norsk marin yngelproduksjon, selv om dette nå er på vei inn. Europeisk yngelproduksjon av arter som "sea bass" og "sea bream" foregår i stor grad i resirkulerte systemer, men denne teknologien kan ikke umiddelbart overføres til våre arter som torsk og kveite. Delvis

skyldes dette ulike toleranser for vannkvalitet, og delvis den store forskjellen i temperatur som i særlig grad vil påvirke effektiviteten i biofiltre. I resirkulerte systemer stilles det store krav til kunnskap om vannbehandling. Feilaktig bruk av resirkuleringsteknologi vil medføre store negative konsekvenser både med hensyn til fiskevelferd og produksjon.

I tillegg til riktig fôr, er vannkvalitet og karmiljø de viktigste faktorene i fiskevelferd i tidlige stadier hos torsk. Man har imidlertid få eller ingen gode indikatorer for å påvise eller kvantifisere grad av "velbefinnende" hos torskelarver og -yngel. De vanligst brukte kvantifiserbare parametrene er fôropptak, vekst og overlevelse. En erfaren røkter kan likevel øyeblikkelig og uten problemer se om et startfôrings- eller yngelkar er i balanse. Vannbehandling og fiskevelferd blir i dag satt høyt på dagsorden hos yngeloppdretterne, i forskningen og i forvaltningen. Mange av dagens aktører har lang erfaring med produksjon av yngel, og innehar en betydelig ekspertkompetanse (les: udokumentert erfaring). Dette er erfaringer man ønsker å bringe videre inn i kontrollerbare forsøk for å etablere dokumentert kunnskap, som igjen kan danne grunnlag for retningslinjer for forsvarlig produksjon. Et eksempel på dette er gassovermetning, som man har

hatt mistanke om kan være en av nøkkelårsakene til høy dødelighet, deformiteter og "flytere" blant torskeyngelen. Enkelte anlegg har installert avanserte systemer basert på vakuumering av forbruksvannet, og mener selv å ha oppnådd meget gode resultater. Gassovermetning er et fenomen som hovedsaklig opptrer som problem i intensive systemer på grunn av dybderestriksjonene slike systemer gir. Eksempelvis vil en 10 % overmetning kompenseres for ved et dyp på 1 meter med hensyn til fare for emboli (nitrogenbobler i blodet) hos fisken. I andre typer anlegg (f.eks. lukkede nedsenkede poser) kan store gassovermetningsproblemer oppstå på grunn av oppvarming. Som kjent vil 1°C oppvarming av vann gi ca. 2 % økt gassmetning. En økning fra ca. 100 til 102 % metning vil kunne medføre problemer i kulturene, men dette gjenstår å verifisere.

Kjemisk og biologisk behandling av resirkulert vann for fjerning av ammonium er kjent teknologi. Biofiltre har etter hvert fått konkurranse av kjemiske fjernere, det vil si tilsetningsstoffer som omdanner giftig ammoniakk til ufarlige salter eller utfellingsprodukter. På grunn av den lave giftigheten til ammonium ved normal sjøvanns-pH, vil opphopning av ammoniumsalter i systemet være en potensiell fare

som kan føre til akutte situasjoner dersom pH økes, for eksempel ved tilførsel av lut. Dette fenomenet er også kjent fra brønnbåter, som i perioder må kjøre med lukkede luker på grunn av fare for smitte.

CO<sub>2</sub> skiller ut av fisken over gjellene, og vil hurtig omdannes til karbonsyre (bikarbonat og karbonat i en likevekt med CO<sub>2</sub>). Dette buffersystemet vil sørge for at pH ikke endres nevneverdig selv om CO<sub>2</sub>-innholdet i vannet øker. Under dannelsen av karbonat fra CO<sub>2</sub> vil det dannes H<sup>+</sup> som vil senke vannets pH. Likevekten mellom løst CO<sub>2</sub>-gass og karbonat er derfor i første rekke bestemt av pH. I resirkulerte systemer ser man regelmessig at vannet etter hvert vil tappes for baser (OH<sup>-</sup>). Dette er en endring som skjer over tid og vil innenfor gitte grenser normalt ikke medføre problemer. Man skal imidlertid være forsiktig med oppjustering av pH fordi dette vil endre likevektene til både ammonium (mot den giftige formen NH<sub>3</sub>) og løst CO<sub>2</sub> (økes). Ved høye mengder fritt CO<sub>2</sub> i vannet vil dette ha konsekvenser for fiskens syre-/baseregulering, og derved evne til å ta opp oksygen.

Ozon kan benyttes til behandling av sjøvann, men med andre forutsetninger enn når det benyttes i ferskvann. Ozon har vist seg effektiv i forbedring av vannmiljø, og da spesielt brukt sammen med proteinskimmere. Halogenidene (Cl, F, Br, I) danner oksyderte forbindelser når de utsettes for ozonets svært oksyderende egenskaper, og det er disse som i realiteten er de aktive desinfektantene. Dette øker vannets redox-potensial, noe som innenfor visse grenser (300–350 mV) har vist seg gunstig både med hensyn til fisketrivsel og hemming av mikroflora. For å oppnå desinifisering av vannet må man opp i relativt høye ozondoser. For å inaktivere VER-viruset, har forsøk vist at man må opp i over 800 mV, noe som er svært giftig for fisken og krever at vannet avgiftes for bruk (for eksempel med tiosulfat). Dette er imidlertid forhold man har kunnskap om, og som fortsatt benyttes ved enkelte yngelanlegg. I resirkulerte systemer vil bruk av ozon lett kunne føre til dannelse av den giftige bromforbindelsen bromat (eller bromsyre). Denne er stabil, og er svært vanskelig både å kvantifisere og fjerne fra vannet. Anlegg med åpne systemer som benytter seg av høye doser ozon, samt lukkede systemer som benytter lavdoseringer av ozon, må være oppmerksom på at dette kan medføre problemer. I disse tilfellene må man praktisere en "varsom" politikk, fordi kunnskapen om dannelse av bromat er mangelfull, samt at kvantitativ analyse av bromat i sjøvann er vanskelig.

Resirkulerte systemer vil naturligvis inneholde mye løste organiske molekyler

(DOM)- og partikulært organisk materiale (POM), som ubehandlet meget raskt vil sørge for at vannet blir uegnet for yngelproduksjon. En del av dette blir håndtert i biofilteret hvor bakterier bryter det ned til CO<sub>2</sub> og ammonium, men hoveddelen må fjernes med slamavskillere og proteinskummere. Større partikler fjernes lett ved filtrering, mens mindre POM og DOM må fjernes ved skumming. Proteinskummeren er kanskje den mest sentrale komponenten i et vannbehandlingssystem. Her blir vannet utsatt for en kraftig gjennombobling, noe som gjør at løste organiske molekyler samt små partikler blir drevet av som skum. Sannsynligvis bidrar en godt drevet proteinskummer også til å redusere både virus og bakterier.

Resirkulerte systemer har vist seg å gi like god vekst og overlevelse som tradisjonelle åpne systemer, i tillegg til at man oppnår en betydelig energigevinst. Dessuten vil de lave utslippene fra slike systemer gjøre yngelproduksjon miljøvennlig og akseptabel også i sentrale strøk.

#### Matfiskproduksjon og kjønnsmodning

Matfiskproduksjonen av torsk øker årlig, i fjor ble det antagelig slaktet i overkant av 3 000 tonn, inkludert om lag 1 200 tonn fra fangstbasert havbruk. Yngelutsettene de to siste årene indikerer en fortsatt økning de neste årene. Flere av matfiskproduksjonene benytter seg av tilleggslis for å utsette modningen, med noe varierende resultat. De siste årene har en også fått erfaringer med stormerdsdrift av torsk, de største anleggene er helt på høyde med laksemerder.

I sammenheng med de gode vekstvilkårene i oppdrett observerer man normalt at nær all fisken blir kjønnsmoden om lag 22 md. etter klekking i pollproduserte grupper. Det er også sterke indikasjoner på at yngre og mindre fisk produsert i intensive systemer også modner andre vinter i sjø. Antagelig er det en nedre størrelsesgrense for modning, spesielt for hunnene, men vi vet med sikkerhet at selv grupper med snittvekt på bare 600 g kan bli modne.

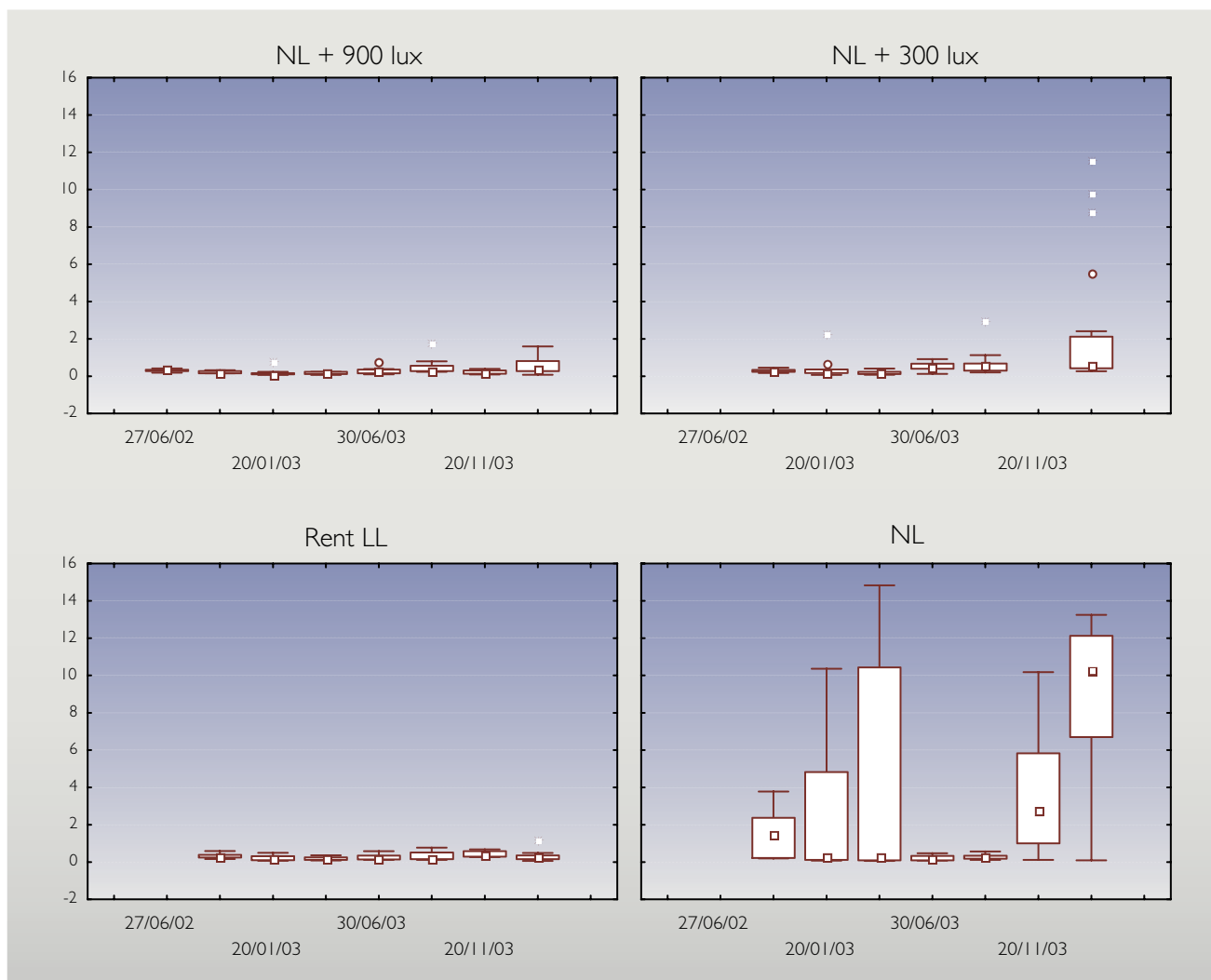
Kostnadene ved kjønnsmodningen er formidabel, en ting er det faktiske vekttapet som følger av at fisken bygger opp og slipper rogn eller melke med tilhørende økt førfaktor, men også økt dødelighet blir observert. I tillegg mister fisken appetitten fra om lag 1 md. før gyting og et godt stykke ut i gytingen. Dette bidrar også til at produksjonstiden til en gitt størrelse vil øke med opptil 6 md. Gyting i merdene vil også kunne føre til utslipp av store mengder befruktete egg som potensielt kan ha negative genetiske effekter på villtorsk.

Så langt er det lysstyring som har vist seg mest effektiv for å utsette kjønnsmodningen hos torsk. Forsøk i kar har vist at effekten er god om lyset settes på om sommeren når torsken er ca. 15 måneder gammel, og den deretter holdes på kontinuerlig lys. Økende lysperiode fremmer også veksten i settefiskfasen (20–80 g) uavhengig av kjønnsmodning, men foreløpig har en ikke funnet noen slik effekt i merdfasen (fra fisken er ca. 100 g). Det er imidlertid gjennomført bare få forsøk for å dokumentere dette.

Årsaken til at lys virker utsettende på modningsprosessen har sannsynligvis sammenheng med at minkende daglengde utover høsten igangsetter modningsprosessen som leder frem mot sluttmodning og gyting. Ved å bruke kontinuerlig lys igangsettes ikke denne (eller den blir i hvert fall forsinket). Hos hunner i kar har det vist seg at modningsprosessen utsettes tidlig i eggutviklingen. Hos hannene er det mer komplekst, der en del kjønnceller ser ut til å utvikle seg mot modning, men i praksis utsettes modningen også hos dem til en alder av tre år. Karforsøk har indikert at lysintensiteten har betydning for hvor effektivt en klarer å utsette modningen. I utendørs kar dekket av en 70 % lysreduerende not fant en at kontinuerlig lys med 300 lux på bunnen av karet utsatte modningen i de fleste individene med opptil to år (dvs. at det var lite modning også da fisken var tre år). Denne lysintensiteten var i praksis omtrent like effektiv som tre ganger så sterkt lys (Figur 5.1.5).

Kommersielle oppdrettere har noe variable resultater hva angår effekten av lys. I relativt små merder (12x12x12 m) ser det ut til at lysstyring typisk utsetter modningen med et halvt år, samtidig som veksten øker. Lysmengdene som blir benyttet er til dels store, gjerne opp til 14 W per kvadratmeter merdoverflate. I en del situasjoner er dette tilstrekkelig til å få torsk opp i over 3 kg før første modning. Imidlertid kan det se ut til at det er vanskeligere å lysstyre store og dype nøter (nøter som gjerne er 40 m dype). Her vil plasseringen av lyskildene i merden, torskens plassering og fisketetthet ha stor betydning. Vi trenger derfor mer kunnskap om torskens atferd i slike store merder, og mer presis kunnskap om hvor mye lys som må til for å stoppe modningen under slike forhold, før en kan komme med klare anbefalinger for hvordan en skal lysstyre torsk i store merder.

Noen oppdrettere prøver en alternativ strategi for å redusere skadevirkningene av gytingen ved å sette på lyset først i november–januar like før gyting, slik at en faktisk fremskynder gjennomføringen av



**Figur 5.1.5**

Utviklingen i GSI (melkevekt/rundvekt \* 100, %) for hanntorsk i kar med 70 % lysreducerende dekknot under enten naturlig lysregime (NL), rent kontinuerlig lys i lystette kar (Rent LL), i kar med dekknot og 300 lux (NL + 300 lux) eller kar med dekknot og 900 lux (NL + 900 lux) fra sommeren av når fisken var om lag 15 mnd gammel etter klekking. Lyskildene var metallhalogenlamper monter over overflaten.

Development in GSI (testis weight/total weight \* 100, %) for male Atlantic cod in tanks with 70 % light reducing shade nets under either natural light regime (NL), true continuous light in lightproof tanks (Rent LL), in tanks with shade nets and 300 lux (NL + 300 lux) or tanks with shade nets and 900 lux (NL + 900 lux) from the summer the cod were 15 months old after hatch. Light sources were metal halide lamps mounted above surface.

gytingen, og at torskene ikke investerer like mye i gytingen. Dette vil kunne føre til at en totalt sett får mindre veksttap som følge av modningen enn om fisken gikk gjennom en normal modning.

Det er enda mange muligheter i lysstyring som ikke har vært undersøkt, og det er en del fakta en mangler. Hva skjer for eksempel med intensivprodusert fisk som har opplevd kontinuerlig lys hele livet, hvordan påvirkes den av det naturlige lyset når den kommer ut i merd, og hvilken effekt har kontinuerlig lys på denne? I tillegg trenger en mer kunnskap om hva som skal til for å stoppe modningen hos torsk i store merder. De lysmengdene som blir brukt i små merder vil være vanskelig å opprettholde i store merder av økonomiske og praktiske årsaker, og en trenger mer effektiv belysningsteknologi som er spesielt tilpasset til formålet. Dette kan gå på å utvikle mer energieffektive lyskilder og å tilpasse lyskildenes fargesammensetning bedre til torskens biologi. Vi har resultater som tyder på at torskene er mer følsom for lys i den blå-grønne delen av lysspekteret, men det gjenstår å vise om blått/grønt lys har større effekt på kjønnsmodning hos torsk i merder.

### Summary

There is continued growth in cod farming. Fry production reached a new high in 2004 and the farms for on-growing are being filled with fry. A yearly production of almost 15,000 metric tonnes are expected when last years farmed cod are ready for harvesting in 2006 to 2007. The financing of on-growing units are still the growth limiting factor of the industry and several of the newly legislated farms sites are not in use as of yet. This can give the fry producers a problem and the price has already fallen to NOK 5-6/ fry. In the future the industry probably will have to live with a low price on fry and there are

several challenges on this part of the production. Unexplained death in the larval phase and deformities in the fry has been a major problem although 2004 has seen less of this. In the on-growing stage control with escape and early maturation are main concerns. Experiments with the use of continuous light show that early maturation can be postponed, but optimized use in cage systems is not fully tested. The gain is not only increased growth but also reduced unwanted spawning. The spawning is unwanted due to possible genetic flow to the wild cod populations in the vicinity of the farms.

# 5.2

## Oppdrett av kveite

Kveite er på vei til å bli en kommersiell art å regne med. Tilgangen på egg er økende, og flere anlegg har også stamfisk med forskjøvet gytetidspunkt. Dette gir bedret tilgang på rogn gjennom året. Forskning har ført til lavere deformitetsandeler i plommesekkfasen og fôringsregime som gir god vekst og overlevelse. Totalt på verdensbasis ble det produsert 850 000 yngel i 2004. Island er den største produsenten, men 350 000 av disse var produsert i Norge. Reduksjon i antall yngelprodusenter, mindre etterspørsel etter yngel og lavere pris medfører styrt yngelproduksjon. I 2004 var det ti matfiskprodusenter i Norge, og 90 % av produksjonen kom fra fire av disse. Enkelte aktører holder på å bygge opp biomasse fordi stor fisk er bedre betalt, og vil først slakte i 2006/2007. I 2004 ble det slaktet 1000 tonn. Prognosen for 2005 er det dobbelte.

Torstein Harboe  
torstein.harboe@imr.no

Grethe R. Adoff  
gra@norconsult.no  
Norconsult AS

### Eggproduksjon

Stamfisk av kveite kan manipuleres ved hjelp av daglengde til å gyte ved ønsket årstid. I motsetning til hos torsk, tar det flere år fra lysmanipuleringen starter til en oppnår et tilfredsstillende resultat med hensyn til eggkvalitet og videre utvikling i plommesekk- og startfôringsfasene. Tilgangen på egg utenfor naturlig gyteperiode som har tilfredsstillende kvalitet, er stigende.

De fleste yngelprodusentene har egen stamfisk. Av totalt sju yngelanlegg i drift i 2004 har seks egen stamfisk og stryker egg. I 2004 ble det brukt totalt mellom 300 og 400 liter rogn i Norge i yngelproduksjonen. Til sammenligning brukte det canadiske anlegget Scotian Halibut alene 350 liter egg i 2003. Det har også i 2004 vært vanskeligheter med å få tak i egg utenom den ordinære gytisesongen.

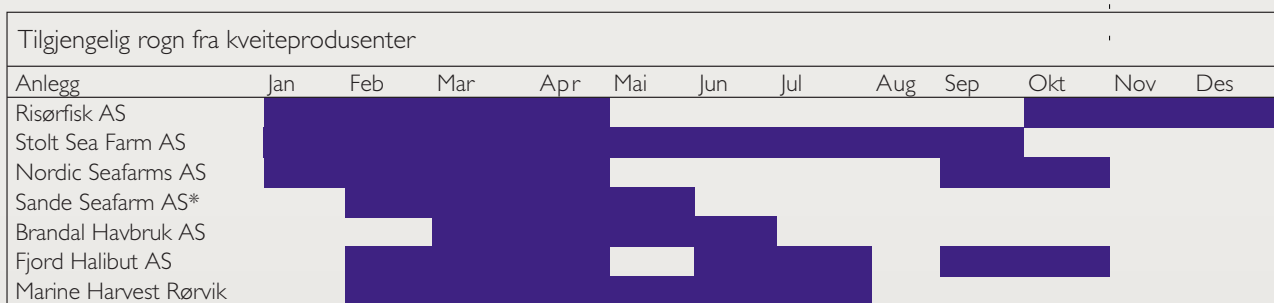
Fem av anleggene har bestander som er lysforskjøvet. Overskuddsrogn blir solgt til andre yngeloppdrettere, og dette bidrar til ekstra inntjening. Mulighetene til salg av rogn mellom anlegg gjør at det blir bedre tilgang på rogn utenom naturlig gyteperiode (hovedsesongen). Figur 5.2.1 viser rognproduksjonen gjennom året hos de forskjellige produsentene.

Fordelene med egen stamfisk er flere. Oppdretterne kjenner opphavet, har kontroll over produksjons- og driftsrutiner og unngår transportdødelighet. En vesentlig ulempe med kjøp og salg av rogn er spredning av eventuell smitte av sykdommer som er direkte relatert til egg og stamfisk. Det er antydning at dette kan være en mulig smittevei for VER, men så langt er det ikke trukket noen endelig konklusjon her. Salg av rogn avhenger av gode personlige relasjoner mellom oppdretterne, og enkelte har avtaler om gjenkjøp av yngel som del av en total avtale. Stort sett fungerer dette tilfredsstillende, men problemet er gjerne at etterspørselen er størst til de tider på året hvor totalvolumet ikke er stort nok. Kveitenettverk Sør bidrar til å opprettholde kontakt innad i næringen gjennom årlige samlinger.

En økende andel av stamfisken er oppdrettsfisk, og enkelte har annen generasjons oppdrettsfisk som er selektert på vekst og sen kjønnsmodning. Det er av flere årsaker vanskelig å følge enkelte yngelgrupper ved å holde dem atskilt og derved vurdere kriterier for avl.

### Produksjon av yngel

Kveitas tidlige utviklingsstadier deles inn i periodene som omfatter egg-, plommesekk-, startfôrings- og yngelstadiet. Kveita er porsjonsgyter, og egg og melke strykes ut manuelt. Eggene blir befruktet umiddelbart etter stryking og deretter overført til egginkubatorer. Om lag ti dager etter befruktning blir eggene



**Figur 5.2.1**

Tilgjengelig rogn hos stamfiskprodusentene. (Kilde: Kveitenettverk Sør ved G. R. Adoff)  
Halibut spawning in different farms during a year. (Source: Kveitenettverk Sør ved G. R. Adoff)



overført til store siloer hvor de klekkes. Klekkingen blir synkronisert ved bruk av lys. I plommesekkfasen tar ikke larvene til seg føde. De vokser og utvikler seg kun på innholdet i plommesekken. Plommesekkfasen hos kveite varer over 40 dager ved 6 °C. Dette er lang varighet sammenlignet med annen marin fisk, og stiller store krav til oppdretterne. Larvene blir overført til kar med levendefôr og alger for startfôring.

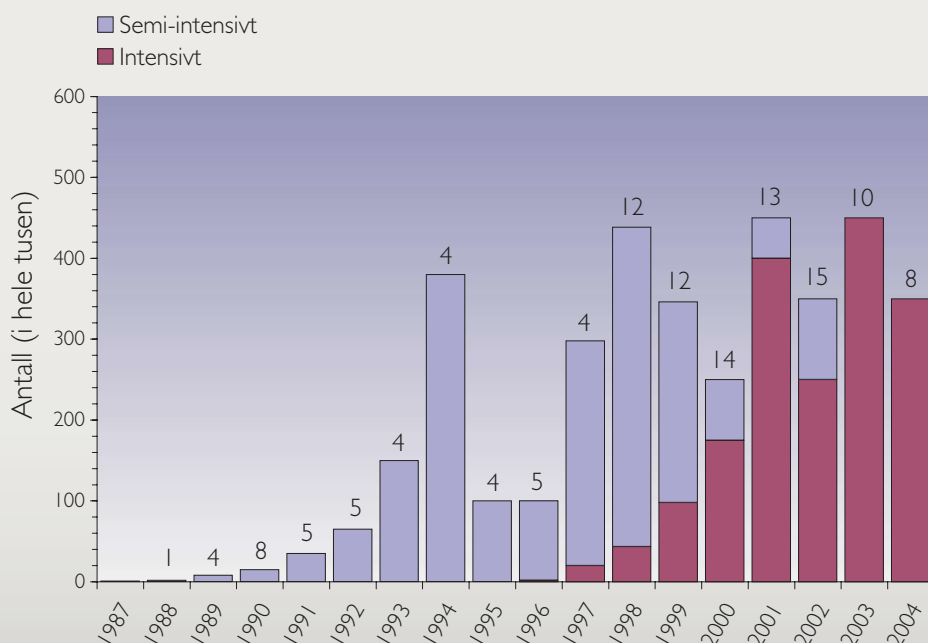
De neste 30 til 50 dagene blir kveitelarvene føret med levende anriket artemia (*Artemia salina*). I startfôringsperioden gjennomgår larvene en metamorfose der det venstre øyet vandrer over til høyre side og larvene blir flate og pigmentert på øyesiden. De endrer også atferd fra å være pelagiske til å legge seg på bunnen med den upigmenterte venstresiden ned. Etter metamorfosen går de over i yngelstadiet. De blir gradvis tilvent et granulert tørrfôr og blir etter hvert overført til grunne kar eller lengdestrømsrenner for videre oppfôring med tørrfôr. Det blir stadig arbeidet med å forbedre formulerte fôr, slik at perioden med levendefôr kan reduseres.

Utviklingen av yngelproduksjonen på verdensbasis har hatt en jevn økning siden 1995, med en viss reduksjon i 2004. Den største økningen over tid har vært i utlandet, spesielt på Island. I 2004 ble totalproduksjonen på verdensbasis redusert til 850 000 yngel, fra 1,5 mill. i 2003. Figur 5.2.2 viser utviklingen i yngelproduksjonen i Norge siden 1987. Produksjonen i 2004 var om lag 350 000 yngel.

#### Forskningsaktivitet ved Havforskningsinstituttet

En årsak til begrenset yngelproduksjon har vært innslag av kjevedeformerte larver. Disse larvene kan først oppdages mot slutten av plommesekkfasen, og er ikke levedyktige. Ved Havforskningsinstituttet, Austevoll har vi i flere år forsket på dette området og har nå oppnådd resultater i form av driftsprotokoller som gir lave forekomster av deformerte larver. Et vesentlig punkt i denne protokollen er bruk av lys til å synkronisere klekkingen. Ved dette oppnår en effektiv fjerning av eggeskall og døde egg. Lyseksponering medfører også at larvene endrer oppdrift (blir tyngre), og en kan dermed sette i gang vannutskiftning uten at larvene blir skadet mot avløpsillen. Vi får høye deformitetsandeler når larvene utsettes for stress i form av vannbevegelse den første tiden etter klekking. Problemet med kjevedeformiteter er størst for oppdrettere som blander egg-grupper der eggene har ulike flyteegenskaper og alder ved innlegging. Dermed kan de ikke benytte seg av synkronisert klekking. De fleste oppdrettere velger å legge inn flere egg-grupper i samme silo, fordi de i mange tilfeller er små.

Omleggingen til intensiv produksjon har også medført større variasjon i yngelkvalitet. Andelen yngel med manglende pigmentering og ufullstendig øyevandring har vært stor, og dette skyldes i første rekke ernæringsmessige mangler ved de levende fôrorganismene (Figur 5.2.3). Næringsinnholdet i artemia kan forbedres ved anriking, dvs. å føre dyrene en kort periode med ulike næringsrike



**Figur 5.2.2**

Produksjon av kveiteyngel i Norge fra 1987–2004. Tall over søylene angir antall oppdrettere. (Kilde: Oppdrettere og forskningsstasjoner fram til 2000, deretter G. R. Adoff ved Norconsult AS/ Kveitenettverk Sør). Total production of halibut fry in Norway 1987–2004. Numbers above the bars represent number of producers (Source: Producers, research institutes and G. R. Adoff at Norconsult AS).

**Figur 5.2.3**

Kveiteyngel med normal pigmentering og øyevandring.

*Normal pigmented halibut fry with good eye migration.*

førblandinger. I et samarbeidsprosjekt mellom Havforskningsinstituttet, NIFES (tidligere Fiskeridirektoratets ernæringsinstitutt) og SINTEF, finansiert av Norges forskningsråd, har en vist at yngelkvaliteten påvirkes av fettinnholdet og fett-syresammensetningen i artemia. Også ved å forlenge tiden før anrikning fra de foreskrevne 24 timer til over 30, forbedret en næringsinnholdet signifikant. Det er i tillegg nå kommet kommersielle førblandinger til artemia som gir høyt DHA-innhold og derved god pigmentering. Det vil i 2005 bli utført forsøk i regi av dette prosjektet for å kartlegge og også bedre yngelkvaliteten med hensyn til øyevandring.

Ved startfôring av kveitelarver er fôringsregime et sentralt område. Fôringsregimet påvirker larvenes overlevelse, vekst og kvalitet. I tillegg vil det være avgjørende for valg av driftsfôr og dermed økonomi. Ved Havforskningsinstituttet, Austevoll ble det i 2004 utført et storskalaforsøk der kveitelarver ble startfôret ved tre ulike fôringsregimer. I forsøket ble det benyttet tre startfôringskar innen hvert fôringsregime. Den ene larvegruppen ble fôret med artemia kontinuerlig, mens de to andre larvegruppene ble gitt to faste måltider (ett morgen og ett ettermiddag). Den ene av disse larvegruppene hadde i tillegg stopp i vanngjennomstrømningen en periode etter fôring. Ved startfôring av kveitelarver er det avgjørende å ha god vannkvalitet. Dette oppnår en med å ha god vannutskiftning. Høy vannutskiftning medfører derimot at fôret (artemia)

går tapt i avløpet. I dette forsøket har vi beregnet hvor stort tapet er ved de ulike behandlingene. Resultatene så langt viser at det er signifikant bedre overlevelse ved måltidsfôring sammenlignet med kontinuerlig fôring. Det var derimot ingen signifikante forskjeller i yngelkvalitet. Tap av fôr gjennom avløp er også større ved kontinuerlig fôring.

#### Resultater fra næringen

##### Larver og yngel:

På grunn av lav kapasitetsutnyttelse og til dels svake resultater de siste årene har yngelprodusentene en vanskelig økonomisk situasjon. Markedspriser på yngel i Norge har vært bestemt av prisen på yngel importert fra Island. Denne prisen har ikke vært så høy at de norske yngelprodusentene har fått dekket de reelle produksjonskostnadene. Prisen var i 2003 ca. 40 kr per stk. for yngel fra Island. Dette er selektert yngel med lav andel av pigmenteringsfeil og god øyevandring. Markedssituasjonen for yngel har vært vanskelig, og yngeloppdretterne har til tider hatt problemer med å få solgt yngelen. Det har vært meldt om yngelpriser ned i 20 kr per stk. i 2004.

Det har de senere år vært gjort betydelige investeringer på vannbehandlings-siden, og både UV- og ozonanlegg har vært installert på deler av produksjonen eller i hele produksjonssyklusen. Dette har medført færre sykdomsproblemer, spesielt virussykdommene (IPN og VER), og har begrenset dødeligheten i de tilfellene det har vært påvist. Overlevelsen i plommesekkfasen (silofasen) har vært relativt

stabil de senere årene, og det ser heller ikke ut til å være store individuelle variasjoner mellom anleggene. Det største problemet i plommesekkfasen har vært kjevedeformiteter, eller såkalte "gapere" hos larvene. Gjennomsnittlig overlevelse rapportert fra larver til ferdig tørrfertilvent yngel er 5 %. Det er store variasjoner fra gruppe til gruppe og også mellom anlegg. Overlevelse er rapportert fra tilnærmet 0 til over 30 %. Kveiteyngelanlegget Fiskey på Island rapporterer om 10 % overlevelse i 2003, med en produksjon på 750 000. I 2004 er resultatet dårligere (ca. 400 000 yngel) og dermed også lavere overlevelse. Resultatene viser at det er et stort forbedringspotensial på dette området og dermed rom for å øke produksjonen betraktelig.

#### Matfisk:

Antallet matfiskprodusenter har blitt redusert over tid. I 1998 var det totalt ca. 35 anlegg i drift, mens i 2004 var det kun ti anlegg i drift. Av disse står fire for 90 % av produksjonen. Noen anlegg holder på å bygge opp biomasse, og vil først starte slakting i 2006/2007. Flere av de små oppdretterne holder fisken i anlegget for å få den størst mulig før salg. Større fisk er bedre betalt, og med få fisk i merdene vil det være god strategi for å øke produksjonen. Det ble i 2004 slaktet mer enn 1000 tonn kveite (Figur 5.2.4). Prognosen for 2005 er om lag det doble.

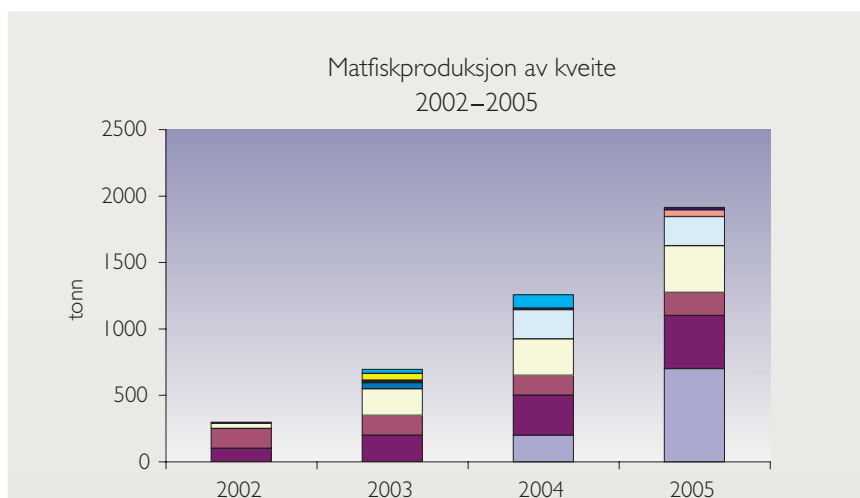
Matfiskproduksjonen av kveite har gjennomgått store endringer siden 90-tallet, da det meste av fisken ble slaktet fra landbaserte anlegg. Det har vært en økende satsing på sjøbaserte anlegg. Det er per i

dag kun to oppdrettere (Stolt Sea Farm AS og Tustna Kveiteoppdrett) som har hele matfiskproduksjonen i landanlegg. Oppdrettere som Marine Harvest og Nordic Seafarms og tidligere Dønna Marin har en kombinasjonsdrift med deler av produksjonsfasen i sjøen. De er dermed mer fleksible og kan utnytte produksjonsforholdene maksimalt. Mindre anlegg har hele produksjonen sin på sjøen (Bremnes Seashore, Omega 2, Tysfjord Marinefarm og Skei Marinfisk). Etablering av sjøanlegg krever langt lavere investeringer, og det vil være lettere å finne egnede lokaliteter.

Det er et faktum at tilveksten i matfiskanleggene er lavere enn forventet. Gjennomsnittlig veksttid fram til slakting (5–7 kg) er fem til seks år fra klekking. Dette er ett til to år lenger enn tidligere antatt og medfører økte kostnader. Der er imidlertid stor spredning i vekst i en populasjon, og enkeltindivider viser betydelig bedre vekst. Resultater fra enkelte anlegg gir grunn til å tro at produksjonstiden kan reduseres. Her er det imidlertid behov for forskning og utviklingsarbeid på flere områder.

#### Summary

Halibut is on its way to be a commercial species in Norway. The availability of egg is rising and several of the farms have light manipulated broodstock. This gives better access to egg all year round. Research have led to reduced deformities in the yolk sack stage and better feed regimes. Total world production was 850,000 fry in 2004 where 350,000 were produced in Norway. Reduction in the number of fry producers, lower demand for fry and lower price controls the total production. In 2004 four out of 10 farmers produced 90 % of all the harvested halibut. This can be due to the build up of biomass in some of the farms since larger fish gives better prices. This fish will be harvested in 2006/2007 at the earliest. In 2004 a total of 1000 metric tonnes were harvested but this is expected to double by 2005.



**Figur 5.2.4**

Matfiskproduksjonen av kveite i Norge. Stripene i stolpene er produksjonen fra enkeltanlegg. (Kilde: Kveitenettverk Sør ved G. R. Adoff)

Slaughtered halibut in Norway. Horizontal lines in bars represent different farms. (Source: Kveitenettverk Sør ved G. R. Adoff)

## 5.3

### Rømming av oppdrettstorsk – er genetisk merking ønskelig og nødvendig?

Oppdrettstorsk kan nå utstyres med et genetisk merke som entydig identifiserer fisken som en oppdrettstorsk. Dette gir unike muligheter til å følge effektene av rømming og gyting i merder på de ville bestandene. Utgangspunktet er derfor mye bedre enn for laks hvor de langsiktige effektene av rømt oppdrettsfisk er svært vanskelige å dokumentere. Det genetiske merket hos torsk ble utviklet ved Havforskningsinstituttet på slutten av 1980-tallet, og en stamfiskbestand av torsk med dette merket er nå under utvikling ved instituttet.

Knut E. Jørstad

knut.joerstad@imr.no

Terje van der Meeren

terje.van.der.meeren@imr.no

Geir Dahle

geir.dahle@imr.no

Torsk skal bli vår neste store oppdrettsart, og det investeres store beløp i utviklingen av næringen, spesielt på yngelproduksjon. Foreløpig er det begrenset med fisk som går i merder i sjøen, men dette forventes å øke voldsomt i løpet av de neste fem til ti år. Torsk har en annen atferd enn laksen og finner den minste mulighet for rømming. Dette ser vi allerede nå – det er meldt om rekordhøg rømming av torsk fra næringen. De anslagene som Fiskeridirektoratet har gjort viser at så mye som 10 % av torken i merdene klarte å rømme.

I laksenæringen har vi i 20 år hatt en debatt omkring de negative virkningene av rømt laks på de ville laksestammene. Det ble tidlig foreslått at oppdrettslaksen burde være genetisk merket slik at graden innkrysning med villaks kunne måles og evalueres. Dette ble dessverre ikke gjennomført av økonomiske årsaker, og vi har i Norge i dag ingen dokumentasjon på hvilke genetiske effekter den storstilte rømmingen av oppdrettslaks egentlig har gitt. Omfattende undersøkelser i Irland dokumenterer imidlertid at både avkom fra oppdrettslaks og krysninger med villaks har redusert levedyktighet ("fitness") i forhold til avkom fra ren villaks. I løpet av prosjektet fikk en også sammenlignet levedyktighet hos avkom av stedegen laks og avkom fra villaks fra en fremmed elv. Resultatene viste at det fremmede materialet bare hadde ca. 40 % levedyktighet i forhold til den stedegne stammen.

Torskenæringen er nå i startfasen, og rømming av torsk representerer både et økonomisk problem for oppdretterne og en mulig miljørisiko på samme måten som hos laks. De økonomiske konsekvensene av en uheldig utvikling vil kunne bli av en helt annen størrelsesorden sammenlignet med lakseoppdrett. Ved manglende kunnskap bør det naturlig nok være førevar-prinsippet som vil legges til grunn. I dag mangler vi kunnskap til å vurdere risikoen for en negativ påvirkning på de ville torskstammene, mens de økonomiske konsekvensene vil kunne bli mye større

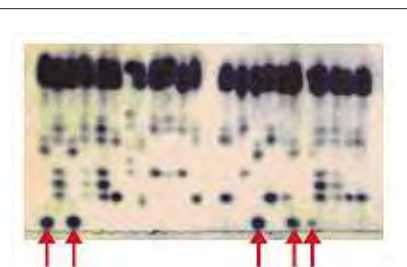
enn hos laks. Samtidig har vi dessverre en situasjon der våre stammer av kysttorsk er kraftig nedfisket og dermed følsomme overfor genetiske endringer.

**Genetisk merket (GM) oppdrettstorsk**  
Både ved Havforskningsinstituttet og ved andre forskningsinstitutter har man i flere tiår forsket på genetikk hos torsk. I starten var dette arbeidet motivert ut fra ønsket om å bruke genmarkører til å skille ulike bestander av fisk i den løpende forvaltningen. Men etter hvert ble det stadig mer aktuelt også å ta i bruk genetiske metoder i forbindelse med kultivering og akvakultur. Ny forskning fokusert på genetisk interaksjon mellom oppdrettstorsk og villtorsk på slutten av 1980-tallet, førte til at man oppdaget et genetisk merke hos torsk. I løpet av seks–sju år ble det krysset fram en særskilt stamme av torsk med det genetiske merket. Fisk med det genetiske merket (GM-torsk) ble brukt i en rekke forsøk, særlig på tidlige stadier hvor fysisk eller mekanisk merking ikke var mulig. Denne fisken hadde en genmarkør som er svært sjelden i naturen (ca. 1 av 10000), og genet kan lett identifiseres ved et særpreget båndmønster i en elektroforese (se Figur 5.3.1) av enzymet *glukosefosfat isomerase*. Fisk fra denne stammen ble også brukt i flere av utsettingene i regi av PUSH-programmet tidlig på 1990-tallet. Stammen ble imidlertid ikke ført videre ved havbruksstasjonen i Austevoll på midten av 1990-årene, delvis på grunn av sykdom og helseproblemer.

Et av de viktigste områdene hvor GM-torsk ble satt ut, var i Masfjorden i Hordaland. Over 100000 settefisk (14–20 cm) ble satt ut her i begynnelsen av 1990-tallet. I samarbeid med Gunnar Nævdal ved Universitetet i Bergen ble det samlet inn prøver for genetiske analyser i løpet av PUSH-perioden fram til 1995. Utsettingene førte som ventet til en kraftig økning i frekvensen av markørgenet i bestanden i området (se Figur 5.3.2). Men analysene viste også en relativt rask nedgang i årene etter utsettingen, noe som kunne forklares ut fra større dødelighet på utsatt fisk og/eller endring i vandringsmønster.

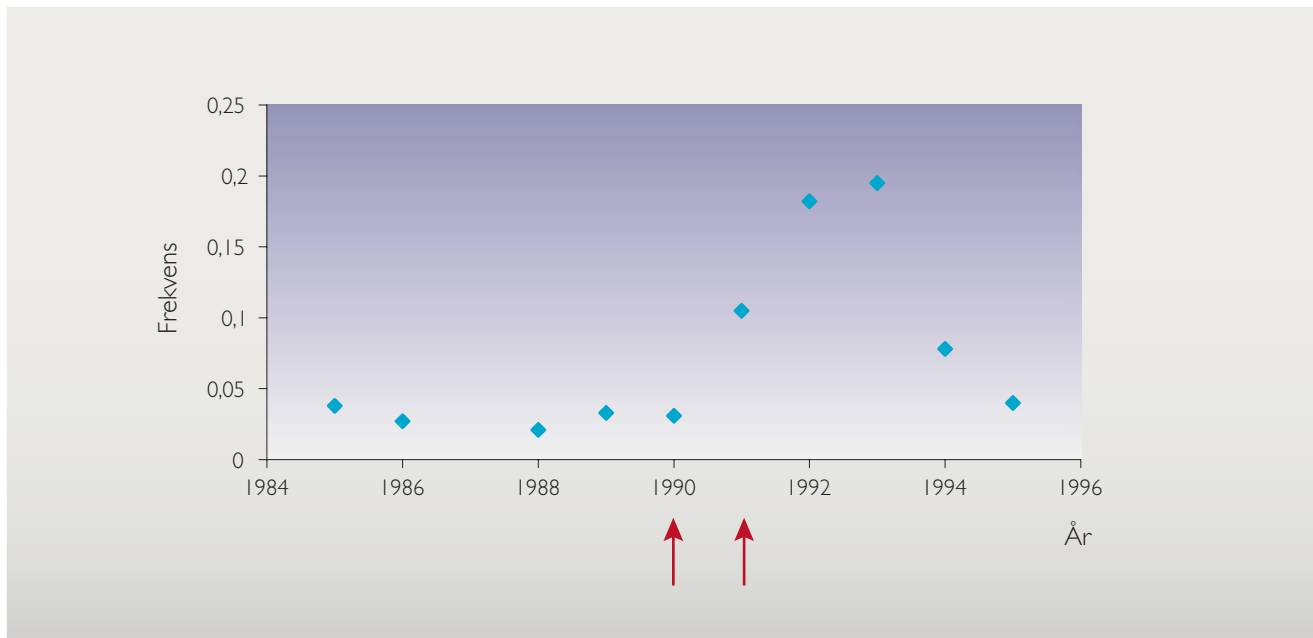
#### Oppbygging av GM oppdrettstorskstamme og nye muligheter

I tillegg til Masfjorden ble det også satt ut GM-torsk både i Heimarkspollen i Austevoll og ved Nautnes i Øygarden. På grunn



Figur 5.3.1

Den genetiske markøren hos torsk kan lett identifiseres ved et særpreget båndmønster (røde piler) med utgangspunkt i enzymet glukosefosfat isomerase. Gene marker in cod identified by specific banding patterns (red arrows) based on the enzyme glucosephosphate isomerase.



**Figur 5.3.2**

Frekvens av markørgenet (GPI-I\*30) i Masfjorden i prøver samlet inn i perioden fra 1984 til 1995. Pilene angir utsetting av GM-fisk.  
 Frequency of marker gene (GPI-I\*30) in Masfjord in samples collected in the period from 1984 to 1995. The arrows indicate releases of GM fish.

av den store interessen i kommersielt oppdrett på torsk var det aktuelt å se om noe av det opprinnelige genmaterialet fremdeles var til stede i de tre utsettingsområdene. Det ble derfor gjennomført et fiske og prøvetaking av torsk fra alle tre områdene i 2002 og 2003. Resultatene var som beskrevet ovenfor for Masfjorden – ingen påviselig langtidsendring i bestanden – frekvens av markørgenet tilbake på samme nivå som før utsettingene av GM-torsk. Det samme var tilfellet i Heimarkspollen.

I Øygarden var derimot situasjonen annerledes. Blant villfisk som var samlet inn som stamfisk til produksjon av torskeyngel i Parisvatnet i Øygarden, var det et lite antall av GM-torsk. Med utgangspunkt i disse fiskene har Havforskningsinstituttet nå klart å gjenreise stammen av GM-torsk. En lite antall fisk ble produsert allerede i 2002, mens det egentlige gjennombruddet kom i 2003 ved Austevoll havbruksstasjon. Da lyktes en å produsere 4 000–5 000 stk. GM-torsk som nå blir føret opp som fremtidig stamfisk. Antall foreldrefisk (stamfisk) for 2003-årsklassen var begrenset, og det ble derfor satt opp nye forsøk i 2004 for å øke den genetiske bredden i stamfiskmaterialet. Den sistnevnte årsklassen (2004) består nå av anslagsvis 20 000 fisk, inkludert 8 000 GM-torsk. Det er også mulig å videreutvikle stammen ved å kombinere med andre typer genmarkører som for eksempel mikrosatellittsystemer. Dermed kan en eventuell genpåvirkning følges i flere generasjoner.

Den opprinnelige genetisk merkede fisken ble krysset frem for å kunne studere geninteraksjon med vill torsk i forbindelse med utsetting. En gjenreisning av denne stammen åpner nå en rekke muligheter i forbindelse med den fremvoksende torskenæringen. Dette gjelder i særlig grad undersøkelser med sikte på skaffe ny og nødvendig kunnskap om genetisk interaksjon mellom rømt oppdrettstorsk og vill torsk. Det kan gjennomføres både mindre forsøk og storskalastudier over hvordan gyting i merd og rømt oppdrettstorsk påvirker de lokale bestander. I motsetning til den langvarige debatten på laks, har vi for torsk en glimrende mulighet til å klarlegge slike problemstillinger helt i startfasen av torskenæringen. Dette er svært viktig for å vurdere risiko for uønskede genetiske effekter på vill torsk, og ikke minst, fremskaffe kunnskap for en utvikling av et kommersielt torskeoppdrett med minimale miljøeffekter.

Nå i startfasen av det nye torskeeventyret er det altså mulig å merke all oppdrettstorsken genetisk ved naturlig avl. Med bruk av det genetiske merket i oppdrettstorsken betyr det at all fisk med opprinnelse i merder kan entydig identifiseres. Det vil da bli mulig å dokumentere eventuelle genetiske effekter av generell rømming fra næringen i et mer langsiktig perspektiv. Kunnskap og vitenskapelig dokumentasjon om effekter av rømming er viktig for en effektiv forvaltning av den voksende oppdrettsnæringen.

#### Summary

Farmed cod can now be equipped with a genetic marker that will positively identify the cod as a farmed one. This gives a unique possibility for following the effects of escape and in cage spawning on the wild populations. The starting point is therefore much better than the case is for salmon where the long time effects of escapees is very difficult to document. The genetic marker for cod was developed at the Institute of Marine Research in the 1980s and a brood stock of cod with the genetic marker is under development at the Institute.

# 5.4

## Kvaliteten på fisk

Folk i Norge vil gjerne spise fisk, men den skal være fersk, og ikke for dyr. Viljen til å betale for god kvalitet er voksende. Dette kom frem i en rapport i 2004 fra de matpolitiske forbrukerpanelene ledet av Forbrukerrådet. Verdien og betydningen av norske fiskerier kan vanskelig tallfestes i fortid og heller ikke i framtid. Forvaltningen i dag gjøres stort sett ut fra biologiske kriterier og ikke økonomiske. Vi har alltid hatt overflod av fisk i Norge, og vår verdifastsettelse bærer preg av det. Vi har nådd grensen for hva vi kan ta ut i våre havområder og det er ikke nok marint fett i verden til dagens akvakulturproduksjon. Verdien av fisk øker, spesielt internasjonalt, og kundene forlanger kvalitet. I denne sammenheng må vi også tenke hygiene, og den er ikke god nok i norsk sjømatnæring. Det hviler derfor en stor utfordring for norsk fiskeforedlingsindustri i å bedre den hygieniske kvaliteten så vel som å tilfredsstille markedets krav til kvaliteten på fisk.

Stine Beate Balevik

stine.beate.balevik@imr.no

Trine Haugen

trine.haugen@imr.no

Erik Slinde

erik.slinde@imr.no

### Hva er kvalitet?

Selve ordet kvalitet stammer fra det latinske ordet *qualitas*, som betyr egenskap. Det er ikke enkelt å definere kvalitet, fordi det inneholder en rekke subjektive oppfatninger. Hver og en av oss har en subjektiv oppfatning av hvilke egenskaper fisken bør ha for at produktet skal behage oss. Dette går på hvordan fisken ser ut, hvordan den er pakket, tekstur, smak og lukt. Altså ligger det noe mer enn det tradisjonelle kravet om at fisken skal være fersk. Den mest brukte definisjonen på kvalitet er:

“Kvaliteten til et produkt blir bestemt av produktets evne til å tilfredsstille brukeren/kundens behov, ønsker, krav og forventninger hver gang kunden kjøper produktet.”

En enklere definisjon av kvalitet kan være:

“Likt hver gang”

Denne definisjonen gir kunden det samme hver gang uavhengig av hva du selv eller andre mener om produktet.

Fiskens vandring fra sjø til bord er lang, og hvert foredlingsledd har ansvar for på best mulig måte å ivareta de faktorene som kan påvirke kvaliteten på det endelige produktet. Disse kvalitetsfaktorene er mange og kompliserte, og ofte er det slik at en faktor påvirker den andre. Kvaliteten på både villfisk og oppdrettsfisk vil variere gjennom året. For villfisk er kvalitet svært avhengig av gytesesong og nærings-tilgang. Hos oppdrettsfisk kan en i større grad styre kvaliteten gjennom innholdet i fôret og mengden fôr fisken får.

### Sensorisk kvalitet

For kunden vil først og fremst den sensoriske kvaliteten være den viktigste fak-

toren som former totalinntrykket av et fiskeprodukt. Sensorisk kvalitet omhandler egenskaper som kan oppfattes med sansene slik som utseende, lukt, smak, tekstur og saftighet. Disse opplevelsene er subjektive og varierer fra person til person. For en produsent er det derimot viktig å forme produktet på en objektiv måte. Dette betyr at de egenskaper som karakteriserer produktet skal kunne måles.

Det totale bildet av sensorisk kvalitet er ikke dannet før kunden har kjøpt og spist produktet. Dermed er det først og fremst den estetiske kvaliteten som bestemmer om kunden velger å kjøpe produktet. Dermed gir den estetiske og sensoriske gir en god opplevelse, vil kunden kjøpe det igjen.

Industrien legger vekt på objektive og kvantitative målinger. En teknisk og empirisk verdi blir satt på produktets egenskap og kvalitet slik at produksjonen kan standardiseres og produktene blir like hver gang. For fiskeindustriens vedkommende skal definisjonen på kvalitet være “å levere varer i overensstemmelse med valgte spesifikasjoner som tilfredsstiller kundens krav”.

### Hva påvirker kvaliteten?

Kvaliteten på fisk varierer gjennom året, både i konsistens, altså fasthet/bløthet, og med hensyn til farge og hvor fet fisken er. Disse faktorene blir påvirket av muskellens kjemiske og strukturelle sammensetning, vannbindingsevne og ikke minst de biokjemiske prosessene som skjer etter død. Selve rigorprosessen (dødsstivhet) er svært viktig for kvaliteten på det ferdige produktet. Varigheten og styrken på denne prosessen vil igjen bli påvirket av faktorer som art, størrelse, fangstmetode, håndtering av fisken, temperatur og hvordan fiskens kondisjon var før den ble slaktet.

Fiskens muskulatur vokser enten ved at den enkelte muskelfiber vokser i størrelse eller ved at nye fibre dannes. Fisk viser en betydelig evne gjennom året til å endre muskelsammensetningen. Nydannelsen av fibre er på sitt høyeste om vinteren da veksten er liten, og er en forberedelse til en periode med hurtig vekst sommer og høst. Dette kan man se i muskelen ved at forholdet små og store fibre er høyest om høsten og vinteren, for deretter å falle utover våren før en ny vekstsesong starter.

Når forholdet mellom bindevevsprotein og muskelprotein endres, påvirker dette kvaliteten på fisk. Men i motsetning til pattedyr har fisk et lavere innhold av bindevev, noe som gjenspeiles i spensten på fiskefileten sammenlignet med et stykke storfekjøtt.

Tilstanden til muskelen vil påvirke den mørning som finner sted etter slakting, surhetsgraden (pH) i muskulaturen og utvikling av dødsstivhet, og dermed kvaliteten på produktet. Det har også blitt påvist at filetspalting blir påvirket av muskelstrukturen, slik at fisk med en høyere andel små fibre har mindre filetspalting enn fisk med en større andel store fibre. Dersom en behandler fisk som er dødsstiv, kan dette føre til mekanisk stress på fileten som gir filetspalting.

Evnen fileten har til å holde på vann er en annen svært viktig kvalitetsfaktor, siden det påvirker tørrheten, tyggemotstanden og konsistensen av fileten. Vanninnholdet i fileten er påvirket av muskelstrukturen, men også av varigheten og styrken på selve rigorprosessen, og har en helt klar sesongbasert variasjon. I tillegg vil også nedfrysingsrutiner påvirke vanninnholdet. Blir innfrysningen gjort mens fisken er på vei inn i rigor, vil det føre til ekstra kraftig muskelsammentrekning. Dette kan

igjen medføre at muskelfibrene revner, så vi får en spaltet filet og væsketap. Blir fisken frosset inn før rigor, får vi en såkalt *tine-rigor*; dvs. at fisken går i rigor mens den tiner, noe som påfører fiskefileten store drypptap og dermed senker kvaliteten. Stort vanntap vil påvirke vekten av fileten, og på den måten være av stor økonomisk betydning.

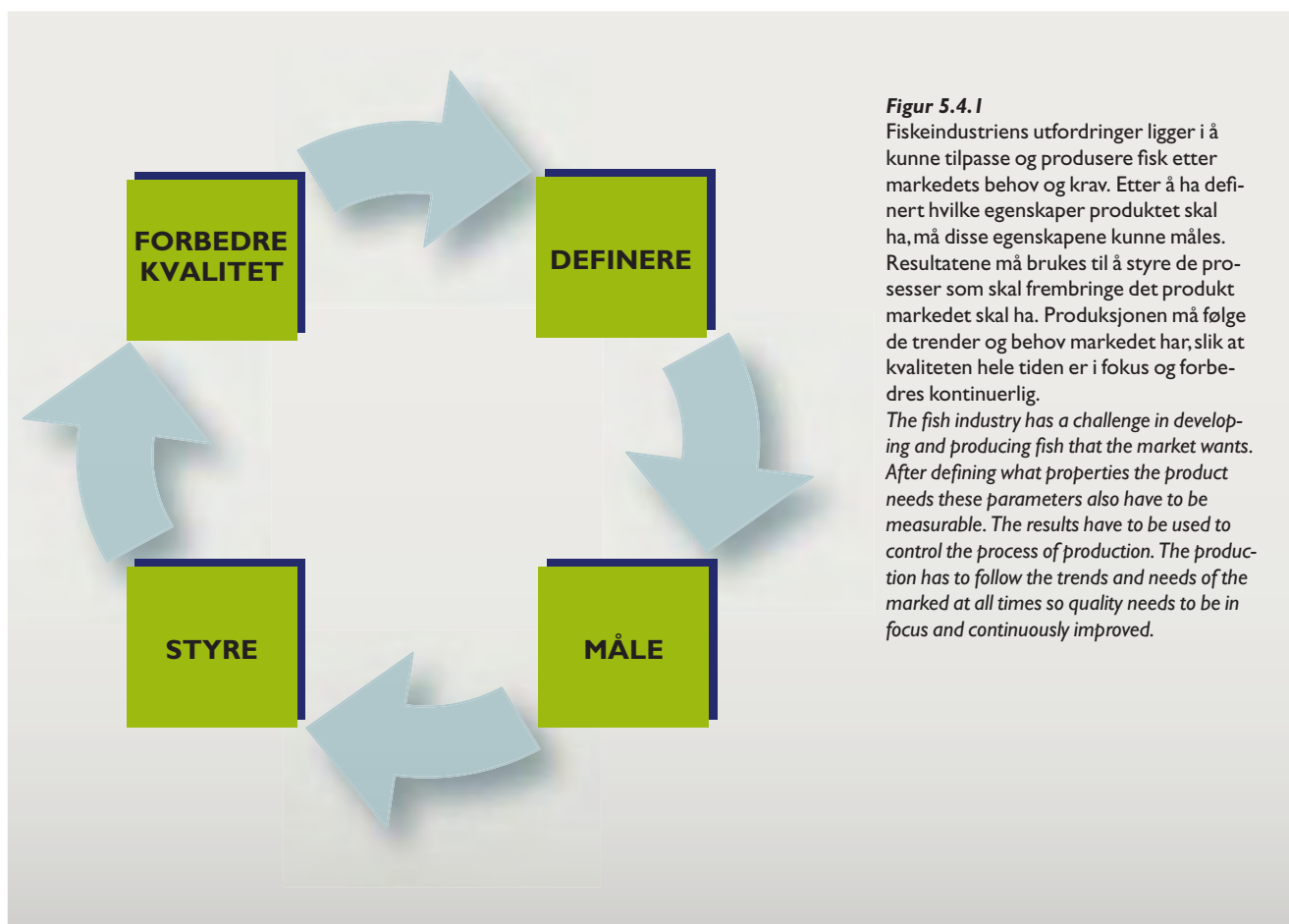
I laks avleires fett i store fettceller, spesielt i buken og i bindevevsdragene i muskulaturen og rundt selve muskelfibrene. Studier gjort på kveite, viser at den lagrer fett først og fremst i fileten, men også i relativt store mengder langs fettrandene ved rygg og bukfinne. Hvor fet en filet er vil ha stor innvirkning på kvaliteten, og dette gjelder også hva slags fettsyrer som finnes i dette fettene. En fet fisk som inneholder mye umettede fettsyrer er sunn, men vil ha kort holdbarhet pga. harskning. Typen fett i muskelen påvirkes i stor grad av fett som fisken får i føret. Hos oppdrettet fisk kan en derfor til en viss grad modellere hva slags fettsyrer som skal finnes i muskulaturen ut fra hva slags fett som er gitt i føret i perioden før slakting. Dette er spesielt aktuelt med tanke på bruk av vegetabiliske råvarer i føret til oppdrettet fisk. Typen fett i føret trenger ikke nødvendigvis påvirke smaken på produktet, men vil påvirke produktets næringsverdi.

### Hva er hygiene?

En fiskefilet er i utgangspunktet steril og antall bakterier er lik null. Når dyr er i live, har de sitt immunsystem som sammen med annet antibakterielt forsvar, som for eksempel fiskens slim, sørger for at bakterietallet er akseptabelt, og at fisken holder seg frisk. I det fisken avlives starter også nedbrytningen av fiskens forsvarssystem som gir bakterier muligheten til å vokse.

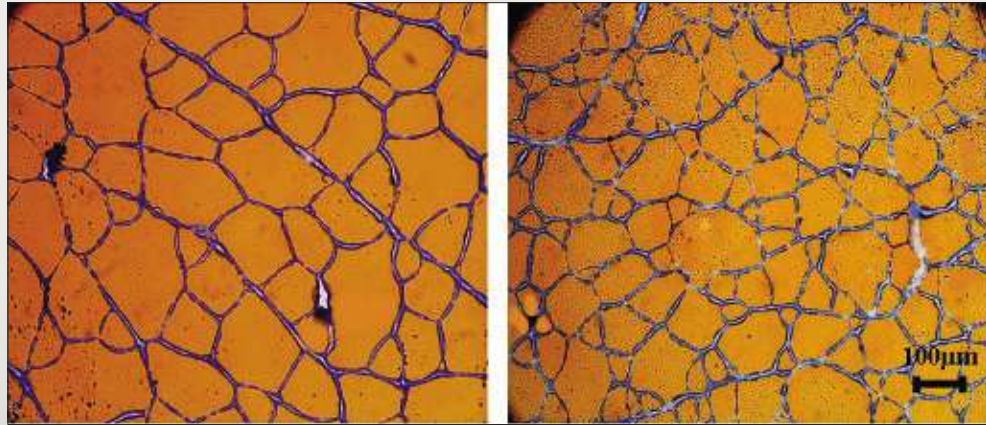
Det man vanligvis forbinder med hygiene er hvor rent et produkt er. Det er spesielt bakterieinnholdet vi ønsker skal være så lavt som mulig. Dårlig hygiene og behandling av mat gjør at vi tilfører bakterier til det rene kjøttet, siden en filet i utgangspunktet ikke inneholder bakterier. Disse tilføres ved den behandling vi utfører, fordi det er umulig med den prosesssteknologi vi har i dag å arbeide sterilt. Derfor er det satt en øvre grense for hvor mange bakterier et matprodukt kan inneholde. For fisk ligger denne verdien på en million bakterier per gram. Det vil si at dersom det totale antallet bakterier overstiger en million bakterier per gram fisk, er den uakseptabel som mat.

Det fins både farlige og ufarlige bakterier. Det er selvfølgelig de farlige bakteriene vi vil unngå i et matprodukt. Men som i alle biologiske forhold er det slik at ting



**Figur 5.4.2**

Tverrsnitt av muskelfibre hos atlantisk kveite. Bildet til venstre er fra en fisk som er slaktet om våren, bildet til høyre fra en fisk som er slaktet om vinteren. *Muscle fibres from Atlantic halibut, 200 x. The left picture shows a fish slaughtered in spring, the picture to the right shows a fish slaughtered in winter. Note the difference between the numbers of small and large fibres.*



påvirker hverandre. Har de relativt ufarlige bakteriene fått vokse, ligger forholdene til rette for at også de farlige bakteriene kan formere seg.

En viktig faktor i forbindelse med hygiene er vannet som benyttes. Er dette rent nok? I Norge benytter vi stort sett overflatevann, og ved kysten er dette ofte utsatt for forurensning fra for eksempel fugl. Innen fiskeindustrien vasker en også mye med sjøvann, og det er viktig å være klar over at sjøvann ikke er rent, men inneholder store mengder bakterier og virus. Dette er noe som varierer med strømforhold, utslipp i området og temperatur. Bakterier trives i forurenset vann, og i sjømatindustrien brukes det mye vann.

Temperatur er en viktig måte å kontrollere bakterievekst på. Det er lettere å holde "kjølekedjen" om vinteren, både om bord i en fiskebåt og ved videre transport, enn om sommeren. Isingsloven og regelen om at fersk fisk alltid skal ha is på seg er

et svært viktig tiltak. Lave temperaturer er den viktigste faktoren for å holde god hygiene. Men det er også viktig å tenke på at fisk og vann inneholder en del kuldetolerante bakterier, så lav temperatur vil ikke være nok i seg selv for å holde bakterietallet nede.

#### **Gammel vane vond å vende**

Det har i den senere tid vært et økt fokus på hygiene i fiskeindustrien. Kravet til høy kvalitet på fisk spesielt i andre land har blitt strengere. Ofte har disse landene helt andre kvalitetskriterier enn det vi har her i Norge. Vi selger fisk til Japan som skal benytte fisk til sushi og sashimi, noe som krever strenge hygiene- og kvalitetskrav. Bedring av hygien bedrer også kvaliteten på fisk. Hygiene er en motivasjonssak og bør hele tiden arbeides med. Fiskeindustrien må forholde seg til at kundene stadig blir mer opptatt av kvalitet og hygiene. Et mål for fremtiden må være at "Godt Norsk" ikke bare gjelder for norsk kjøtt, men at det også må bli en realitet for norsk sjømat.

#### **Summary**

People in Norway want to eat fish but it has to be fresh and not too expensive. Their will to pay more for good quality is however rising. The value and the importance of Norwegian fisheries are not easy to estimate. The management of today is largely done from biological criteria and not economical. It seems like the limit is reached to the amount harvestable from our waters and there is not enough marine oil in the world today for the aquaculture production. The value of fish is rising, especially internationally and the customer demands quality. In this context hygiene is important and it is not satisfactory at the moment in Norwegian sea food production. It lies on the producers of food to better the hygienic quality as well as satisfy the markets demand for good quality fish.



Oppdrett av marin fisk og skjell har et svært potensial i Norge. En forutsetning for å få dette til er stabil og sikker tilgang på yngel. Vaksiner må skreddersys for den enkelte oppdrettsart, og ny vaksineteknologi kan gi oss mer effektive vaksiner. Skjell og tidlige livsstadier av fisk kan ikke vaksineres, og man er avhengig av andre tiltak for å forebygge sykdom. Det må også utvikles effektive behandlingsprosedyrer for de ulike artene. Sentralt står funn av sykdomsframkallende bakterier og bruk av gunstige bakterier som sykdomsforebyggende tiltak, såkalte probiotika. Nye og mer avanserte oppdrettssystemer er også tatt i bruk. Produksjonen av kamskjellyngel har økt kraftig, og det er slutt på all bruk av antibiotika i yngelproduksjonen.

Øivind Bergh

oivind.bergh@imr.no

Audun Nerland

audun.nerland@imr.no

Ole B. Samuelsen

ole.samuelsen@imr.no

### Skjell og fiskelarver kan ikke vaksineres

Mens fiskeoppdrett er helt avhengig av vaksiner, er man avhengig av å bruke andre teknikker for å beskytte skjell mot sykdom. Skjell tilhører en dyregruppe som etter det vi i dag vet ikke har noen immunologisk "hukommelse". De mekanismene og celletypene som finnes hos fisk og mennesker som gjør at immunforsvaret reagerer på en vaksine og "husker" antigenene som fantes i vaksinen, finnes ikke hos skjell. Dette vil ikke si at skjell mangler immunforsvar. Tvert i mot må vi huske at skjell er tilpasset gjennom millioner av år til å leve i et miljø med høye konsentrasjoner av bakterier, og at bakterier utgjør en del av næringen til skjellene. Det er ikke mulig å leve på en slik måte uten å ha utviklet ganske gode beskyttelsesmekanismer. Andre deler av immunforsvaret er derfor godt utviklet hos skjell. Det er sannsynlig at såkalt uspesifikk immunstimulering vil kunne brukes med godt resultat. Tilsetning av gunstige bakterier, såkalte *probiotika*, dels for å stimulere immunforsvaret, og dels for å holde sykdomsframkallende bakterier borte, er antakelig en vei å gå.

Fiskelarver kan heller ikke vaksineres. De fleste fiskearter klekker på et relativt primitivt utviklingsstadium, og de delene av immunforsvaret som kan kjenne igjen "fiender" blir først utviklet noe seinere. Fra studier av kveite, torsk og piggvar vet vi at dette først skjer etter startfôring. I praksis betyr dette at man er avhengig av andre metoder for sykdomsforebygging. Både hygiene, probiotika og uspesifikk immunstimulering kan være viktige komponenter.

### "Fingeravtrykk" av hele bakteriesamfunnet

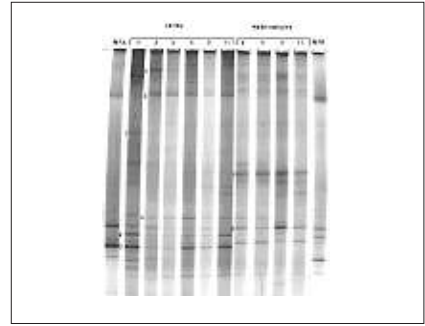
Tradisjonelle mikrobiologiske teknikker som brukes i klassisk veterinærmedisin og fiske- og skjellhelse er basert på dyrking av bakterier på ulike dyrkningsmedier. Slike teknikker er nyttige for å påvise for eksempel bakterier i blodbanen hos større fisk. Hvis man f.eks. studerer

spinkle skjellarver med størrelse på en tidels millimeter, har de imidlertid klare begrensninger. I praksis vil man oppleve at man isolerer mange forskjellige arter bakterier, og at hver og en av disse kan antas å spille en rolle. Man får bare et lite gløtt inn i sammensetningen av bakteriesamfunnet. En vesentlig andel av de bakteriene som finnes i samfunnet vil ikke la seg dyrke, og forblir uoppdaget. I tillegg vil man fort støte på det problemet at "klassiske" mikrobiologiske teknikker er svært arbeidskrevende, og at man må begrense seg til noen få gløtt inn i bakteriesamfunnene. Sammenlikninger mellom ulike akvakultursystemer, effekter av ulike behandlinger over tid, eller effekter av ulike miljøparametere, blir da i praksis umulig å gjennomføre. I våre tidligere prosjekter har vi brukt slike "klassiske" teknikker og skaffet oss et lite overblikk over mikroorganismene som er assosiert med skjellarver. Fra homogenater av skjellarver og fra algekulturene har vi isolert og karakterisert bakterier som kan forårsake dødelighet hos skjellene. Smitteforsøk har vært utført med skjellarvene og har bekreftet disse bakterienes evne til å forårsake dødelighet. Det er påvist flere ulike sykdomsframkallende bakteriestammer, men viktigst er *Vibrio splendidus* og en bakterie i slekten *Pseudoalteromonas*. Parallelt med dette undersøkte vi patologi ved infeksjoner forårsaket av slike bakterier, og bekreftet at disse bakteriene virkelig forårsaket sykdom hos skjellarvene. Det er imidlertid ikke slik at alle bakteriene har negative effekter for larvene. Tvert i mot er det grunn til å tro at mange av dem har positive effekter. Noen av bakteriene ga økt overlevelse i "smitteforsøk", og det er grunn til å tro at det bør være mulig å utvikle et probiotikakonsept basert på disse.

Vi har hentet teknologi fra studier av mikroorganismenes økologi. Forskere som arbeider med mikroorganismer i jord, sedimenter og i marine systemer har i lengre tid arbeidet med å utvikle metoder som kan gi overblikk over hele bakteriesamfunnet i de systemene som studeres. Dette forskningsfeltet er en rik kilde til metoder som kan brukes i akvakultursammenheng. Vår metodikk for overvåking av bakteriesamfunn assosiert med larver og akvakultursystemer (inntaksvann, vann i oppdrettseenheter, utslippsvann, levedefør og algekulturer) gir i prinsippet et

**Figur 5.5.1**

Et eksempel på sammenlikning mellom bakterieflora på kamskjellarver og vannprøver på ulike dager i larveutviklingen (dag 0–11). Hver kolonne representerer et bakteriesamfunn, og hvert bånd representerer i prinsippet en bakterieart. Hvert bånd er et DNA-fragment fra disse bakteriene. Det kan stanses ut, man kan sekvensere DNA-et, og bruke dette til å identifisere bakterien. Slik kan man identifisere bakteriene uten å dyrke dem. Figuren er hentet fra Sandaa RA, Torkildsen L, Magnesen T, Bergh Ø. (2003). *Syst. Appl. Microbiol.* 26:302-311. *A comparison of the bacterial microflora of scallop larvae and water samples at different days in the larval development (days 0–11). Each column represents a bacterial community, and each band represents in principle one bacterial species. Each band consists of an amplified DNA fragment. The DNA can be sequenced, and this information can be used to identify the bacterium. This method makes it possible to identify the bacteria without cultivation.*



“genetisk fingeravtrykk” av alle bakteriene i en populasjon, enten de kan dyrkes eller ei.

Prinsippet for metoden er at man isolerer alt DNA fra en prøve, og deretter isolerer og oppformerer spesifikt såkalt 16S ribosomal-DNA. Dette er genetisk materiale som finnes i alle bakterier og egentlig har samme funksjon i dem alle: Det koder for en del av ribosomene, som spiller en viktig rolle i syntesen av proteiner. Slikt genetisk materiale utgjør en såkalt “biologisk klokke”. Jo mer likt 16S ribosomal-DNA er hos to bakterier, jo mer slektskap er det mellom de to bakteriene. Det finnes store internett-databaser tilgjengelig der man kan søke etter “slektninger” til det 16S ribosomal-DNA-et man har funnet. Ved å separere 16S ribosomal-DNA fra ulike bakterier ved hjelp av en såkalt Denaturerende Gradient Gel-Elektroforese (DGGE), kan man skille de ulike bakterietypene i en prøve fra hverandre. Hvert bånd på gelen på figur tre utgjør som oftest i prinsippet DNA fra en bakterietype. Det er mulig å sekvensere dette genetiske materialet, og bruke dette til identifikasjon av bakteriene. Vi kan si at DGGE-metodikken gir oss et “genetisk fingeravtrykk av et helt bakteriesamfunn”.

#### Anvendelse av ny mikrobiologisk kunnskap

Vi har brukt slik metodikk til å kartlegge oppformering og spredning av sykdomsframkallende bakterier i yngelproduksjonsanlegget, og studere effekten av ulike mottiltak. Vi har oppnådd en langt mer detaljert oversikt over hvilke bakterier som finnes i de ulike delene av produksjonen enn det som hadde vært mulig med tradisjonelle mikrobiologiske teknikker. Vi arbeider nå med implementering av tilsvarende metodikk i forskningsprosjekter rundt torskeyngelproduksjon. Her er det også betydelige bakterielle problemer, og høy dødelighet som følge av dette. Heller ikke tidlige livsstadier av torsk og kveite kan vaksineres, og problemstillingene har mange fellestrekk med produksjon av

skjellyngel. Ved å overvåke bakteriesamfunnene tilknyttet larver og -yngel kan vi si noe om hvilke bakterier som er assosiert med god overlevelse. Siden torsk, kveite og kamskjell er svært forskjellige organismer med ekstremt forskjellige larvestadier, er det store forskjeller med hensyn til hvilke bakteriearter som kan leve sammen med larvene. Målet vårt er konsepter for sykdomskontroll og probiotika som er spesialtilpasset hver oppdrettsart.

#### Bakterier og kamskjell

De tre–fire første ukene av livet er kamskjell fritt svømmende planktonorganismer som er ca. en tidels millimeter store. Det å oppdrette slike organismer er en enorm biologisk utfordring. Erfaringer både fra Norge og andre land tilsier at larvene er ekstremt sårbare for opportunistiske bakterier. Høy dødelighet er mer regel enn unntak. Tidligere var man avhengig av antibiotika for å få larvene gjennom disse stadiene.

Yngelproduksjon av kamskjell er en krevende prosess med flere ulike elementer. Flere ulike algearter skal dyrkes med tilfredsstillende kvalitet, og tilføres skjellyngelen. Algekulturene er assosiert med bakterier. Det dreier seg ikke om enkeltbakterier, eller kulturer av noen få bakteriestammer. Hver kultur er en komplisert miks av mikroorganismer, med en dominerende algekultur, og en rekke forskjellige bakteriearter i større eller mindre mengder. Vi bruker vanligvis ordet “samfunn” om slike samlinger av mange organismer. Algekulturene er assosiert med hvert sitt bakteriesamfunn, og det finnes egne bakteriesamfunn som er assosiert med forskjellige oppdrettsystemer for skjellarver og -yngel.

Hver av algeartene som dyrkes er assosiert med sitt eget bakteriesamfunn. Variasjoner i oppdrettsystemer for skjellarver kan ha svært stor innvirkning på bakteriesamfunnet i vannet, og til dels også på larvene. Overgangen til gjennomstrømningsystemer for de fritt svømmende

larvestadiene har medført en endring i bakteriesamfunnet i gunstig retning, med betydelig bedring i overlevelse og vekst som resultat. Det er dette som har gjort det mulig å avslutte all bruk av antibiotika i kamskjellklekkeriet.

Vi har også kartlagt oppformering og spredning av gunstige bakterier i anlegget. Disse bakteriene ble oppformert i et biofiltersystem og tilsatt larvetankene i en kontinuerlig strøm derfra. Dette kan være en kostnadseffektiv og enkel metode for å tilsette probiotika til vann i oppdrettsenheter i stor skala. Nå arbeider vi med å studere kvantitative aspekter av slik tilsetting av probiotika. Her skal blant annet såkalt “kvantitativ PCR” brukes. Metodikken som er utviklet i våre prosjekter kan brukes i mange forskjellige systemer og uavhengig av art.

#### Probiotika til kveite og torsk?

Vi arbeider nå med implementering av tilsvarende metodikk i forskningsprosjekter rundt torskeyngelproduksjon. Her er det også betydelige bakterielle problemer, og høy dødelighet som følge av dette. Spesi-



Foto: Arne Dünker

**Figur 5.5.2**

Kamskjellarver er spinkle planktonorganismer (60–120 µm) som lever av å filtrere alger og bakterier fra vann. *Scallop larvae are tiny planktonic organisms (60–120 µm) feeding on microalgae and bacteria.*

elt bør vi være oppmerksom på tendenser til en foruroligende økning av antibiotikabruken i torskoppdrett de siste årene. Ved å overvåke bakteriesamfunnene tilknyttet larver og yngel kan vi si noe om hvilke bakterier som er assosiert med god overlevelse. Siden torsk, kveite og kamskjell er svært forskjellige organismer med ekstremt forskjellige larvestadier, er det store forskjeller med hensyn til hvilke bakteriearter som kan leve sammen med larvene. Målet vårt er konsepter for sykdomskontroll og probiotika som er spesielt tilpasset hver oppdrettsart.

#### Nye vaksiner

Vaksiner har vært det klart viktigste elementet i forebyggende sykdomsarbeid i norsk akvakultur. Utviklingen av effektive vaksiner mot kaldtvannsvibriose og furunkulose var hovedårsaken til den kraftige nedgangen i antibiotikaforbruket tidlig på nittitallet. Industrialisert fiskeoppdrett som vi kjenner det i dag er en umulighet uten systematisk bruk av gode vaksiner.

I sin enkleste form er vaksiner basert på drepte eller svekkede mikroorganismer. Vaksinerne mot de vanlige bakterielle sykdommene er basert på at mikroorganismene dyrkes opp i store mengder, og drepes med formalin. For kaldtvannsvibriosen var dette tilstrekkelig. For furunkulosevaksinen måtte man i tillegg inkorporere en såkalt "adjuvans", som er et hjelpestoff som øker effekten av vaksinen. Tradisjonelle vaksiner mot virus inneholder drepte eller svekkede virus, men det er ofte vanskelig å få tilstrekkelige mengder av viruset til at man klarer å få til en immunologisk respons.

De senere årene har rekombinant DNA-teknologi blitt benyttet i vaksineutvikling. Et eksempel på bruk av slik teknologi er en vaksine mot IPNV som ble tatt i bruk i Norge for noen år siden. Her bruker man en

genetisk modifisert bakterie til å lage store mengder av et overflateprotein fra viruset. Det er dette overflateproteinet som er vaksinen. Den genmodifiserte bakterien slipper aldri ut av laboratoriet, og selve fisken utsettes bare for et protein. Mange vanlig brukte legemidler til mennesker og dyr produseres i dag på denne måten, og slik bruk av bioteknologi er ikke regnet som kontroversiell i dag. Forskningsfronten i dag tar utgangspunkt i bioinformatikk som kan brukes til å kartlegge overflatestrukturer på mikroorganismene som kan være interessante for vaksineutvikling.

En annen forskningsfront er såkalte DNA-vaksiner. Her settes genet fra mikroorganismen inn i dyret som blir vaksinert, slik at dyret selv produserer det stoffet som skal gi et immunsvær. Erfaringer fra laboratorieforsøk er svært lovende. Metoden er sikker, billig og gir god beskyttelse. Negative konsekvenser av slike vaksiner er ikke kjent. Om de likevel blir tatt i bruk i oppdrett kan ha mer med markedsaksept enn med biologi å gjøre.

#### Behandling: Hver art er spesiell

Selv om hovedfokus i fiskehelsearbeid må være på sykdomsforebyggelse, er det helt nødvendig å sikre at den fisken som likevel blir syk får adekvat behandling. Det å holde dyr i fangenskap forplikter, og syke dyr har krav på behandling. Vi kan si at forebyggelse er Plan A, og behandling er Plan B. Å satse alt på at Plan A alltid holder vil være uetisk og urealistisk. Erfaring har vist at kunnskapen om behandling av marine fiskearter er utilstrekkelig. I praksis har veterinærene vært henvist til å behandle kveite og torsk etter samme prosedyrer som fantes for laks. Fysiologien til disse artene er svært ulik, og de står også langt fra hverandre i utviklingsbiologien.

Havforskningsinstituttet har de seinere årene gjennomført en rekke forsøk med behandling av kveite, torsk og ulike lep-

pefisk. Dels har vi gjennomført farmakokinetiske studier, dvs. kartlagt hvordan legemidler distribueres i ulike vev og etter hvert skilles ut, og dels har vi studert effektivitet av ulike behandlingsregimer. Det er også mulig å lage prosedyrer for tilsetning av legemidler via levendefôr. Flere kvalitetssikrede prosedyrer for behandling av disse artene er nå tilgjengelige. De siste årene har vi spesielt fokusert på torsk. Dette er begrunnet i den betydelige veksten i torskenæringen. Et hovedprinsipp er at minst to uavhengige behandlingsprosedyrer må være tilgjengelige for hver oppdrettsart. Ved at veterinærene kan vekse systematisk mellom ulike legemidler, kan problemer med resistensutvikling begrenses kraftig.

#### Summary

Cultivation of marine fish and shellfish has a great potential in Norway. A prerequisite for this is a stable and safe production of juveniles. Vaccines must be tailor-made for each species, and new vaccine technology can provide more efficient vaccines. Bivalves and early stages of fish cannot be vaccinated, and one is dependent of other methods for prevention of disease. More advanced culture systems have a positive effect on larval health. All use of antibiotics in Norwegian scallop juvenile production has now been terminated.

# 5.6

## Oppdrett av berggylte (*Labrus bergylta*)

Berggylte har vist seg å være effektiv som luseplukker på stor laks (over 2 kg). Berggylte er generelt veldig robust, aktiv ved lavere temperaturer og beiter lus hele året. I motsetning til flere av de andre leppefiskartene, er ikke berggylta så tallrik, og det krever stor innsats å fange den i stort antall. Størrelsen på bestanden er ikke kjent, og den kan være sårbar for nedfisking. Oppdrett av berggylte vil kunne løse problemet med tilgang og gi mulighet for levering av fisk til de tider på året behovet er størst. Havforskningsinstituttet har med hell produsert yngel av berggylte ved havbruksstasjonen på Austevoll (1997 og 1998), og en del utfordringer er kartlagt. I det nye prosjektet som startet opp i 2004 er det noen endringer i produksjonsmetode, i første omgang på stamfisksiden.

Anne Berit Skiftesvik  
anne.berit.skiftesvik@imr.no

Birgitta Norberg  
birgitta.norberg@imr.no

Reidun Marie Bjelland  
reidun.bjelland@imr.no

Simon Muncaster  
simon.muncaster@imr.no

Grunnleggende kunnskap om fiskens biologi og krav til omgivelsene vil alltid være nøkkelen til en stabil og kostnadseffektiv produksjon av fisk. Berggylta kan bli opp til 60 cm, veie 3,5 kg og oppnå en alder av 25 år. Den gyter sein vår/tidlig sommer. Berggylte har kjønnskifte og skifter fra hunn til hann, slik at de største individene alltid er hanner. I naturen holder hannen revir, og tre–fire hunner gyter eggene på egnede plasser innen territoriet. Berggylte lar seg ikke stryke, så vi er avhengig av naturlig gyting. Det vil si at vi må få fiskene til å utvikle gonader, tilby dem omgivelser som trigger gyteleken, og at de har egnet substrat å til feste eggene på.

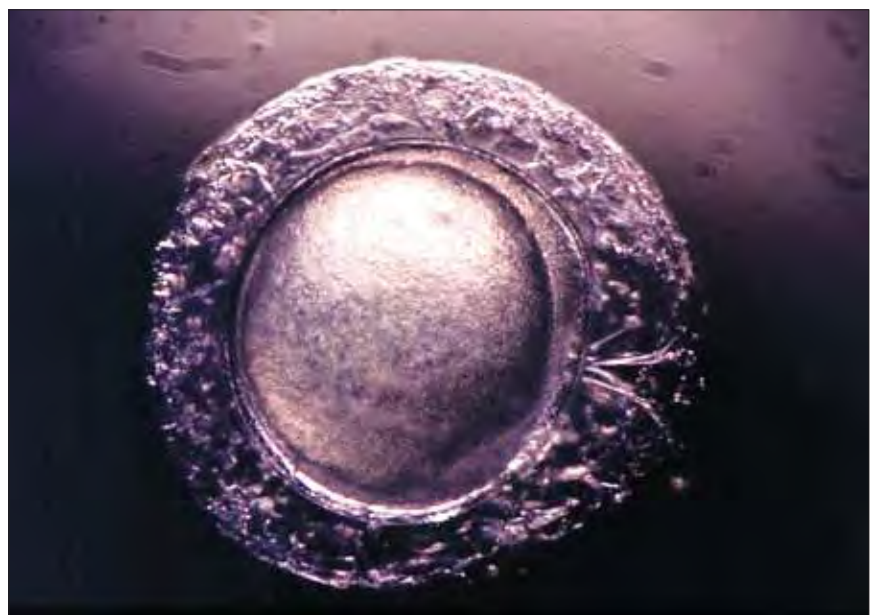
For å utvikle en produksjonslinje for en ny art, som berggylte, er vi avhengig av en jevn tilgang til befruktete egg. Det første trinnet er derfor å fange og holde stamfisk, for så å kontrollere reproduksjonssyklusen. Dette betyr at en forstår effektene av de viktige miljøparametrene daglengde og temperatur har på regulering av gytetids-

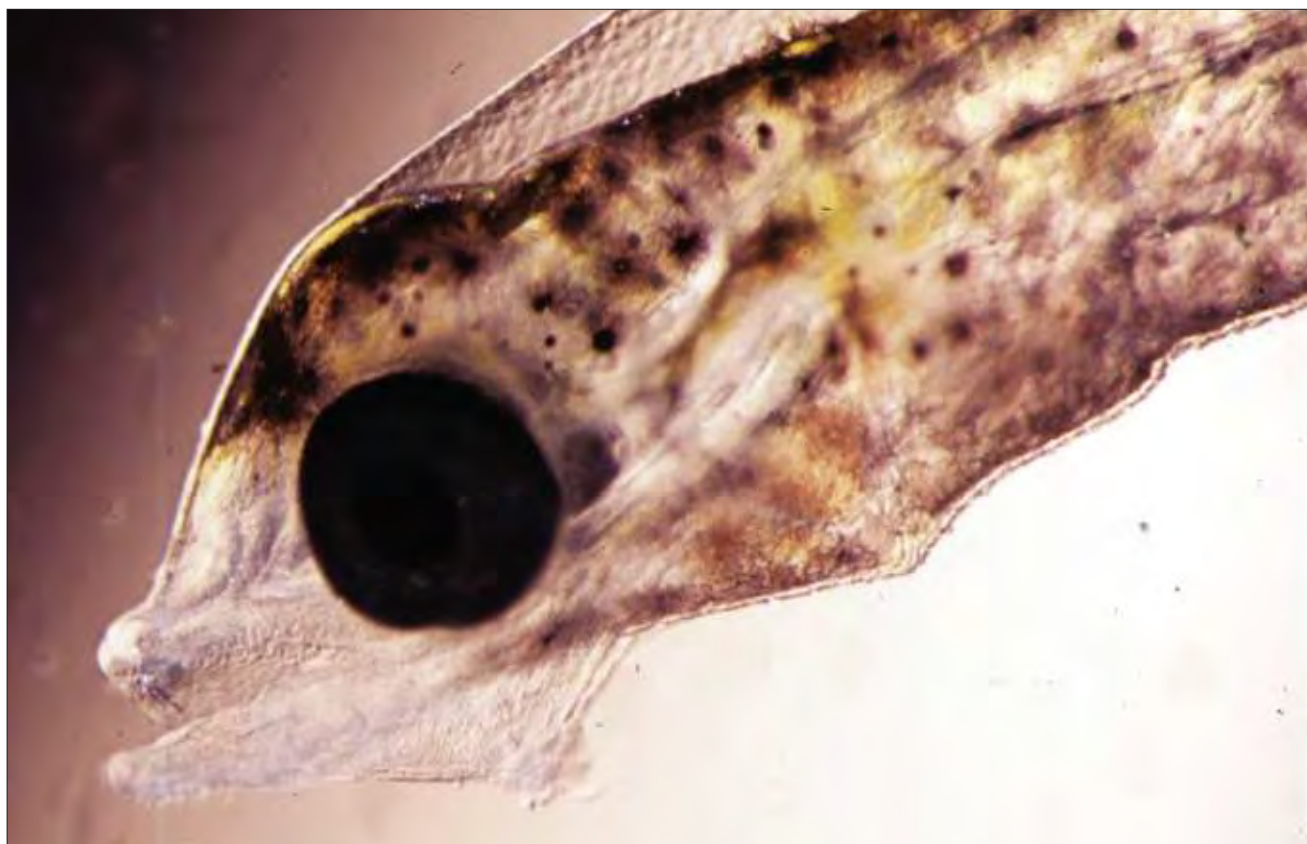
punkt samt utviklingsmønster på gonader fram mot en god gytesesong.

Vårt arbeid innebærer manipulering av daglengde og vanntemperatur for å utvikle en gruppe stamfisk som vil gyte utenom naturlig gytesesong, og undersøke om stamfisk vil gyte i det kalde 8 °C dypvannet en oftest bruker i norske klekkerier. Vi vil også studere effekten av kunstig induisert utvikling av gonader ved bruk av det syntetiske hypothalamus-hormonet, Gonadotropin releasing hormone (GnRH<sub>a</sub>). Hormonbehandlingen stimulerer gonadeutvikling og gametmodning gjennom å øke produksjon og utslipp av kjønneroider i gonadene. Behandlingen kan bli gitt som direkte injeksjoner (raske stimuli) eller som implantater (langvarige stimuli). Hormonindusert gyting er ikke tidligere prøvd på berggylte. Vi vil utføre en detaljert studie av den sesongmessige gonadeutviklingen på hunner og hanner og nivåene på kjønshormoner som kontrollerer denne syklusen. Videre undersøkelser vil fokusere på eggkvalitet, og hvilken effekt dette vil ha på den endelige yngelproduksjonen. Denne forskningen vil fremskaffe teknikker for masseproduksjon av berggylte.

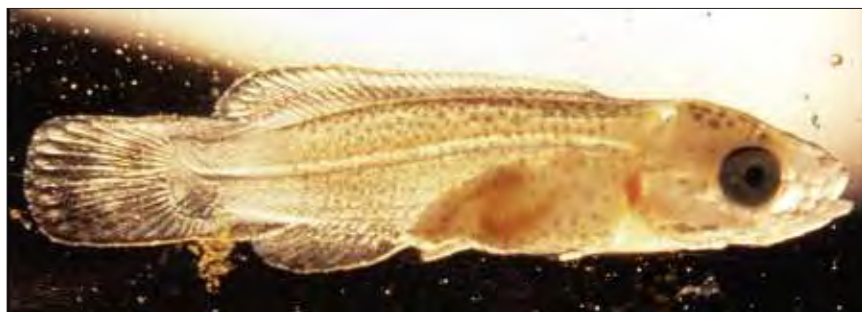
Stamfisken gytt i kar utstyrt med plater og plaststrimler for skjul og gytesubstrat. Eggene ble overført til kar med en temperatur på 12 °C, og klekket etter fem–seks dager. Nyklekte larver hadde en gjennom-

**Figur 5.6.1**  
Nygytt egg (0,89 mm) av berggylte. Klebrig "gelé"-lag utenpå selve egget.  
*Freshly spawned ballan wrasse egg (0.89 mm) with adhesive surrounding layer.*





**Figur 5.6.2**  
Berggyltelarve 15 dager etter klekking. Lengde ca. 5,3 mm.  
*Ballan wrasse 15 days after hatching. Length approximately 5.3 mm.*



**Figur 5.6.3**  
Berggylteyngel 39 dager etter klekking. Lengde 14 mm. *Artemia* i tarmen.  
*Ballan wrasse juvenile 39 days after hatching. Length 14 mm. Artemia in gut.*

snittlig lengde på 3,6 mm. Omtrent fem dager etter klekking har larvene spist alger og rotatorier, mens *Artemia* blir tilbudt fra dag 30. Rundt 40 dager etter klekking er metamorfosen over, og yngelen har nådd en lengde på 14 mm. Omtrent to måneder etter klekking ble yngelen tilvent tørrfôr. Fra dette stadiet er fisken ganske robust, og dødeligheten er ubetydelig.

Det er observert en stor dødelighet i tidsrommet etter startfôring og frem til tørrfôrtilvenning. I fremtidige studier vil vi fokusere på å kartlegge problemer i dette stadiet og optimalisere miljøparametrene.

#### Summary

Ballan wrasse are effective delousers of large salmon (greater than 2 kg). They are robust fish that will graze lice at low sea temperatures and throughout the year. The abundance of ballan wrasse is lower than many other wrasse species, requiring a greater effort to catch large quantities. The stock size is currently unknown, raising concerns that the species may be susceptible to overfishing. Farming of ballan wrasse could solve supply problems, alleviate pressure on wild stocks and allow delivery at the time of the year when they are most needed. The Institute of Marine Research has successfully produced ballan wrasse fry at the Austevoll Aquaculture Research Station (1997 and 1998). Several challenges were noted during this time and changes have been made to production-methods, especially regarding the broodstock, in the latest project that started in 2004.

Deformiteter på torsk utgjorde også i 2004 et problem, men frekvensen av nakkeknekk og andre misdannelser er gått ned sammenlignet med 2002 og 2003. Dette problemet er knyttet til intensivt oppdrett av torsk yngel og er ikke observert i ekstensivt oppdrett. Økt kunnskap om basale miljø- og ernæringskrav i tidlige faser av fiskens liv samt en hardere sortering har bidratt til en bedre kvalitet på den torsken som settes ut, men det er fremdeles stort behov for forskning for å forbedre intensivt oppdrett av marin yngel. Bakterielle sykdommer som vibriose og atypisk furunkulose er fremdeles et problem hos marin fisk, selv om mye tid og penger er lagt ned i utvikling av vaksiner til både torsk, kveite og steinbit. Vibriose er trolig det største helsemessige og økonomiske problemet innen oppdrett av torsk, med dødelighet også på stor fisk.

Hege Hellberg

hege.hellberg@vetinst.no  
Veterinærinstituttet Bergen

I tillegg til arbeidet med forebygging og bekjempelse av sykdommer er fiskevelferd et område der det ligger utfordringer for både offentlige og private aktører i tiden fremover. Forskrift av 22.12.2004 om drift av akvakulturanlegg (også kjent som driftsforskriften) presiserer viktigheten av et aktivt arbeid for å sikre god helse og velferd hos fisk. Ulike fiskearter kan ha svært ulike krav til bl.a. optimal temperatur, vannkvalitet og ernæring. Økt kunnskap om aktuelle oppdrettsarters naturlige miljø og adferd er viktig for å sikre en stadig forbedring av forholdene vi tilbyr fisken i vår varetakt.

En annen forskrift som har stor aktualitet er slakteriforskriften som fra og med 1. januar 2005 også gjelder for oppdrettstorsk. Det stilles bl.a. krav til behandling av fast og flytende avfall og desinfisering av produksjonsvann. Slike krav om oppsamling og desinfeksjon av bløtgevanne og annet biologisk materiale har vært gjeldende for lakseslakterier i 15 år. Gjennomføringen av strenge hygienekrav har bidratt til å minske risikoen for utbrudd av virus- og bakteriesykdommer både for oppdrettslaks og villaks.

Den følgende oversikten over sykdomstilfeller er basert på innsendt materiale til Veterinærinstituttet i 2004 og opplysninger fra fiskehelsetjenestene utover hele landet.

#### Virussykdommer

##### Nodavirus

Det er ikke rapportert om tap pga. infeksjon med nodavirus (også kjent som VNN eller VER) i 2004. VNN er påvist hos de fleste marine fiskearter i oppdrett på verdensbasis og har tidligere vært et stort problem hos kveiteyngel i Norge. Nedgangen i rapporterte tilfeller over de siste årene tyder på at næringen har funnet måter for å minske smittepress og tap. VNN er påvist på torsk i Canada og Skottland, men er hittil ikke diagnostisert hos torsk i Norge.

Det pågår et utstrakt forskningsarbeid innen utvikling av diagnostiske metoder for VNN og vaksine mot nodavirusinfeksjon. I tillegg jobber man også med å kartlegge forekomsten av hardnakket

infeksjon hos fisk som overlever akutte utbrudd og muligheten for bærerstatus hos stamfisk. For mer informasjon om nodavirus henvises til tidligere havbruksrapporter.

##### Infeksiøs pankreasnekrose – IPN

I 2004 er det heller ikke rapportert om dødelighet pga. IPN hos marine fiskearter i oppdrett. Dette var tidligere et problem på kveiteyngel. Nedgangen i rapporterte tilfeller kan skyldes at IPN ikke er et stort yngelproblem. Det er imidlertid også mulig at høy yngeldødelighet fremdeles anses som "normal", og dermed ikke utredes videre. I slike tilfeller kan smittsomme sykdommer som IPN ikke utelukkes som medvirkende årsak til dårlige resultater. IPN er hittil ikke påvist på torsk i Norge, selv om laboratorieforsøk ved Fiskeriforskning i 2002 viste dødelighet ved smitte av torsk med IPN-virus isolert fra kveite.

#### Bakterieinfeksjoner

##### Vibriose – infeksjon med *Vibrio anguillarum* (*Listonella*)

Vibriose er et stort problem i oppdrett av torsk og forårsaker dødelighet i alle aldersgrupper og hos både vaksinert og uvaksinert fisk. Høy vanntemperatur øker risikoen for vibriose, men man har sett utbrudd av sykdommen langs hele kysten, også i nord. Symptomene kan variere med alvorlighetsgraden av utbruddet, men man finner ofte svimere med hudblødninger i hoderegionen generelt, og særlig på gjellelokk/kjeve. Man ser også blødninger ved finnebasis, slitasje av finner og hudsår. I kroniske tilfeller ser man ofte blodige, utstående øyne. Vibriose er et langt mindre problem på kveite, og det er kun rapportert om enkelte utbrudd med begrensede tap. Det er også påvist vibriose hos villfanget sei; utbruddene forekommer i tiden før og i perioden rett etter vaksinerings.

Vibriose forårsakes av bakterien *Vibrio anguillarum* (*Listonella*) som forekommer i flere serotyper (O1, O2 $\alpha$ , O2 $\beta$ , O3, O5). Mens det ofte er serotype O1 som isoleres ved utbrudd av vibriose på laksefisk, finner man som regel O2 $\alpha$  og O2 $\beta$  hos torsk. I de over 20 utbruddene fra 2004 som er utredet fant man overveiende serotype O2 $\beta$ , men også O2 $\alpha$  er et betydelig problem. Av *Vibrio anguillarum* (*Listonella*) O2-kulturer innsendte til Veterinærinstituttet, utgjorde O2 $\alpha$  35% i 2004 mot 18% i 2003. Dette indikerer en økning i andelen



Foto: Hege Helberg



Foto: Hege Helberg

**Figur 5.7.1**  
Vibriose hos torsk.  
*Vibriosis in cod.*

O2 $\alpha$  i forhold til O2 $\beta$ . Det er noe ulik erfaring med behandling av vibriose og valg av medikament, men dersom man velger å behandle fisken må man komme raskt i gang pga. appetittsvikt. Høy temperatur vil også føre til manglende fôrøptak. Det er påvist resistens i enkelte O2 $\beta$ -stammer mot behandling med kinoloner. Resistensen er tilknyttet gjentatte antibiotikabehandlinger. Det molekylære grunnlag for resistensen er under utredning.

*Atypisk furunkulose – infeksjon med atypisk Aeromonas salmonicida*

Infeksjoner med atypisk *Aeromonas salmonicida* er et tilbakevendende problem i oppdrett av marin fisk og er påvist hos kveite, steinbit, sei og torsk. Bakterien finnes i miljøet og utbrudd kan som regel settes i sammenheng med dårlig vannkvalitet, høy temperatur eller mye håndtering.

I et påvekstanlegg for kveite så man i 2004 flere utbrudd gjennom året, med en total dødelighet på 10 %. Det er ikke observert sykdom etter at et effektivt UV-anlegg kom på plass. Atypisk furunkulose er kanskje det største sykdomsproblemet i kveiteoppdrett, og flere anlegg vaksinerer med autogen vaksine. Sykdom er observert i flere aldersgrupper, fra yngel til fisk på to kilo. Behandling med medisinfôr er mulig, men appetittsvikt fører også her til problemer. Det er gjort positive erfaringer med injeksjon av antibiotika, men dette er mest aktuelt for større fisk.

#### Andre bakterielle sykdommer

Det er ikke bare *Vibrio anguillarum* (*Listonella*) og atypisk *Aeromonas salmonicida* som forårsaker sykdom på marine arter. Flere *Vibrio*-arter kan forårsake sykdom dersom forholdene ligger til rette for det,

dvs. de er opportunistisk patogener. *Vibrio logei* og andre *Vibrio*-arter er isolert ved sårproblemer hos både torsk og kveite. Svømmeblæreinfeksjon med *Vibrio* sp. er også sett hos torsk. Ulike *Vibrio*-arter isoleres også ved finneråte hos kveiteyngel. Finneråte er et tilbakevendende problem og kan gi store tap. I tillegg til diverse *Vibrio*-arter finner man ofte *Flexibacter* ved direkte mikroskopi av finner. Ulike behandlingsmåter er forsøkt, både formalin- og antibiotikabad, men årsakene til finneråte er ofte sammensatte og det finnes derfor ikke alltid en enkel løsning. Forebyggende tiltak som optimalisering av ernæring og miljø og kontroll av ektoparasitter kan styrke fiskens motstandskraft og til dels minske smittepresset.

Av de mer uvanlige bakteriene påvist hos marin fisk er en *Carnobacterium piscicola*-lignende bakterie som ble funnet i blod og svømmeblæremukosa hos stamtorsk. *Carnobacterium piscicola* og lignende *Carnobacterium*-arter er påvist i forbindelse med bukhinne- og hjertehinnebetenelse hos regnbueørret og laks.

#### Parasittsykdommer

Veterinærinstituttet mottok få prøver av lus fra marin fisk i 2004. I et torskoppdrettsanlegg på Sør-Vestlandet var fisken infisert av parasittene *Caligus elongatus* (skottelus) og *Caligus curtus*, som er nære slektninger av lakselusa. Den første kan infisere de fleste fisk i våre farvann, og er tidvis et problem i lakseoppdrett, mens *Caligus curtus* er spesifikk for torsk. Begge parasittene finnes derfor naturlig nettopp i de farvann der det skal drives oppdrett av marin fisk, og ut fra det vi vet om lakselusas suksess, er det grunn til å studere smitteveier og overføring mellom vertarter her. I et samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Flødevigen og Veterinærinstituttet kartlegges nå vertsprefransene til *C. elongatus* på Skagerrakkysten. Torsk og rognkjeks er attraktive verter for skottelus, og det er oppdaget genetiske forskjeller mellom lus fra forskjellige fisk. Dette vil gi informasjon om "hvem som smitter hvem", og om lus fra for eksempel sei "foretrekker" torsk fremfor laks. Det arbeidet har også gitt genetiske signaturer på en rekke andre *Caligus*-arter fra andre marine fisk. (Øines Ø & Heuch PA. Under trykking. Identification of sea louse species of the genus *Caligus* using mtDNA. *J.Mar.Biol.Ass.U.K.* vol 85.), noe som er en forutsetning for å studere epidemiologien til disse artene som har morfologisk svært like larver. Liknende studier bør nå igangsettes på andre viktige parasitter på torsk, for eksempel *Gyrodactylus*, som har potensial til å skape store problemer i torskoppdrett fremover. Som for lakse-

fiskene er overføring av parasitter mellom tamme og ville bestander av verter meget aktuelle og forvaltningsmessig viktige problemområder.

Sent i 2003 ble det funnet en ukjent art av *Argulus* (fiskelus) på en opprinnelig villfanget torsk i et oppdrettsanlegg i Finnmark. Marine *Argulus* spp. er velkjent, men dette er første gang en marin *Argulus* har blitt funnet i Norge og det er også første gang overhodet at denne parasittlekten er rapportert fra torsk. Det har blitt arbeidet med dette parasittfunnet i 2004, og det er nå brakt på det rene at det dreier seg om en hittil ukjent art. Parasitten har ennå ikke fått noe vitenskapelig navn. Alle de seks individene som ble funnet var larver (stadium 6 av totalt 10), og i henhold til systematiske retningslinjer bør nye arter beskrives ut ifra voksne individer. Funnet blir imidlertid publisert i det vitenskapelige tidsskriftet *Journal of the Marine Biological Association* i 2005.

I forbindelse med sykdomstilfeller hos oppdrettstorsk, både av vill- og klekkekrikkontrollert herkomst, blir det ofte funnet en rekke parasitter. Nematoder, ikter, mikrosporidier, myxosporidier, antatte koksidier, ciliater og haptormark er blant de vanligste funnene. Dette er ikke overraskende, sett i lys av at torsk er registrert som vert for ca. 150 forskjellige parasittarter. I mange tilfeller blir det påvist deformiteter og bakterieinfeksjoner hos den samme fisken, og det er i de fleste tilfeller vanskelig å fastslå eller utelukke hvilke infektive organismer som er årsak til det observerte sykdomsbildet. Det er imidlertid på det rene at det mangler gode kunnskaper om parasitter hos oppdrettstorsk. Dette bør generelt bli et prioritert satsingsområde, all den tid torsken er utropt til å bli laksens arvtaker eller likeverdige bidragsyter innenfor norsk fiskeoppdrett.

Mikrosporidier blir ofte påvist hos villfanget torsk, og parasittansamlinger kan lett ses i gjeller, hjerte og andre indre organer. Dette ser som regel ikke ut til å innvirke på tilvekst og slaktekvalitet, men i ett tilfelle var dette assosiert med blødning fra gjellene. Også myxosporidier er observert på torsk og kan ha vært medvirkende til økt dødelighet enkelte tilfeller. Av gamle kjenninger har vi bl.a. *Trichodina*, *Ichthyobodo* (*Costia*) og *Cryptocotyle lingua* (svartprikkssyke). *Trichodina* og *Ichthyobodo* (*Costia*) forårsaker problemer for torsk, kveite og steinbit, både i yngelanlegg og matfiskanlegg. Det går som regel verst utover yngelen, og gjellebetennelse pga. *Ichthyobodo* førte til høy dødelighet i et kveiteyngelanlegg i 2004. Det ser jevnt over ut til å ha vært lite problemer med lus på torsk i 2004, men *Cryptocotyle lingua*

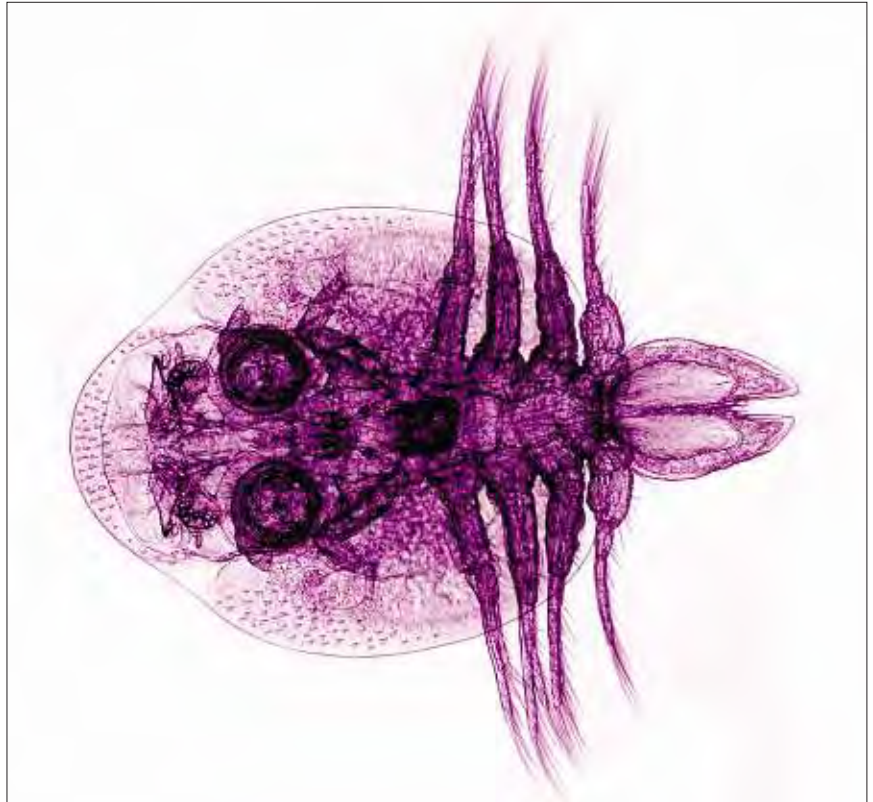


Foto: Erik Stenrud

**Figur 5.7.2**  
*Argulus* fra villfanget oppdrettstorsk.  
 A parasite from the *Argulus* family from wild caught farmed fish.

**Figur 5.7.3**  
 Mikrosporidiegranulom i milt fra oppdrettstorsk.  
 Microsporidium granuloma in spleen from farmed cod.

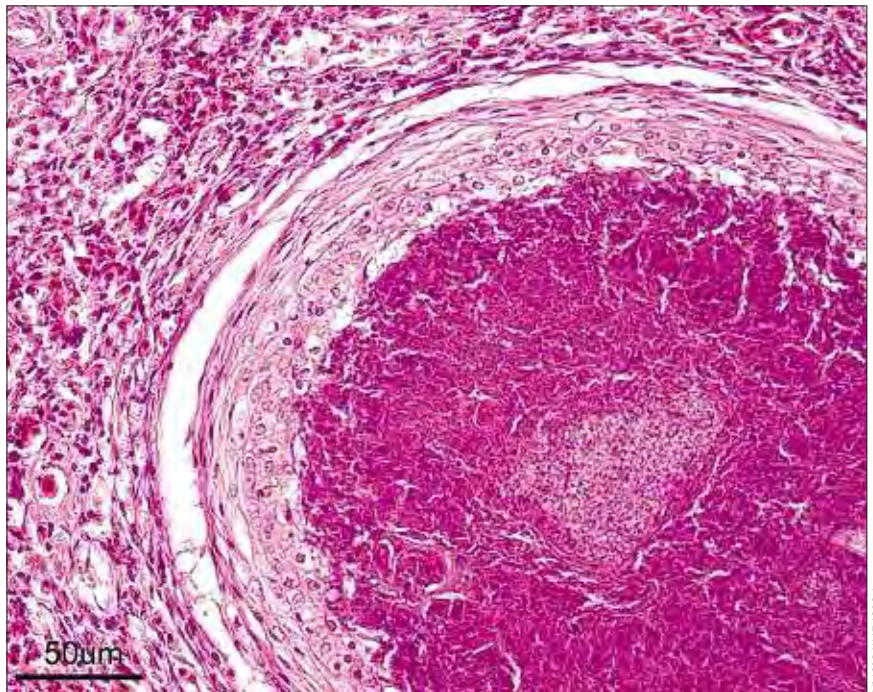


Foto: Erik Stenrud





Foto: Hanne Nilssen

(svartprikksyke) har i enkelte tilfeller ført til uttalt hudbetennelse og nedklassing av torsk.

#### Annet

Fiskehelsetjenester langs hele kysten rapporterer om problemer med deformiteter på torsk: Nakkeknakk, ryggradsmisdannelser og "manglende finner". Deformiteter er påvist både hos yngel og matfisk, men blir ofte mer uttalte etter hvert som fisken vokser. I og med at man ser disse problemene hos torsk fra intensivt yngeloppdrett og ikke fra pollproduksjon (ekstensiv drift), er det tydelig at miljøfaktorer er av avgjørende betydning. Grunnlaget for de fleste misdannelser legges tidlig i organismens liv, og inkubasjonstemperaturen har vist seg å ha stor innvirkning på andelen misdannelser hos laks. Det er også påvist en sammenheng mellom ernæring og feilpigmentering og manglende øyevandring hos kveite. Selv om overlevelsen av marin yngel er større enn tidligere, er det mange problemer som må løses før man får en stabil produksjon av yngel med høy kvalitet. Overgangen fra levende fôr til tørrfôr er fremdeles en flaskehals i yngelproduksjonen.

Man ser også at rene tekniske forhold kan forårsake massedødelighet. Nitrogenovermetning er et betydelig mindre problem i larvefasen enn tidligere år. I ett torskianlegg var akutt, uforklarlig massedødelighet på yngel tidligere en årlig foreteelse, men dette opphørte etter at luftovermetning ble fjernet i 2004. Tidli-

gere år har torskelyngelprodusentene hatt problemer med såkalte "flytere", fisk med utspilt svømmeblære. Problemet er fremdeles til stede, men denne fisken sorteres ut i større grad enn tidligere. Enkelte tilfeller av tarmslyng hos større torsk (matfisk) er sett ved undersøkelse av død fisk. Betydningen er usikker, men i et anlegg fant man tarmslyng hos opptil 30 % av dødfisken.

Det er rapportert om manetangrep på torsk i et anlegg. I tillegg har flere anlegg rapportert om hudskader på torsk (se Figur 5.7.4). Undersøkelser for bakterier eller virus har vært negative, og flere mulige årsaker til skadene har vært diskutert, bl.a. manetangrep.

Det er registrert et tilfelle av tiaminmangel på villfanget torsk pga. fôring med lodde. Flere fiskeslag inneholder enzymet tiaminase som bryter ned tiamin (vitamin B1). Dette var et velkjent problem da våtfôr var mye brukt til laks, men er sjelden registrert i den senere tid.

#### Forbruk av antibiotika og antiparasittmidler

Det er vanlig å behandle utbrudd av vibriose på torsk med antibiotika. Det er ikke rapportert mange tilfeller av resistens i 2004, men situasjonen følges nøye. Bakterieisolat fra sykdomsutbrudd resistens-testes, både for å overvåke utviklingen og gi råd om eventuell behandling. Formalinbehandling er mye brukt, både mot ektoparasitter og finneråte.

**Figur 5.7.4**

Hudskader på torsk.  
Damage in the skin of cod.

#### Summary

Deformities were still a problem for cod farming in 2004 but the frequency of neck fracture and other deformities is reduced compared to the years before. This problem is tied in with intensive rearing of cod and is not observed in extensive farming. Increased knowledge on basic environmental and nutritional demands in the early stages of the fish life combined with stricter sorting has improved the quality of fish transferred to net cages. It is still a need for more research to improve the intensive rearing of marine fry. Bacterial diseases like vibriosis and atypical furunculosis is still problem even though a lot of time and money have been used to develop vaccines for cod, halibut and wolf fish. Vibriosis is the main health problem in cod farming with mortality also occurring in adult fish.

## 5.8.1 Hyse vokser hurtigere enn torsk

Resultatene fra de første forsøk med hyse ved Havforskningsinstituttet, Austevoll, har vist at det er mulig å oppdrette denne fisken på samme måte som torsk. Hyse har et stort potensial som ny marin art i havbruk i Norge. Den er en aktiv fisk, har god appetitt og god vekst.

**Figur 5.8.1.1**

Hyse (øverst) og torsk (nederst) etter å ha vært fôret under like betingelser i 35 dager. Haddock (at the top) and cod (under) after 35 days rearing under equal conditions.

Ingegjerd Opstad  
ingegjerd.opstad@imr.no

Anne Berit Skiftesvik  
anne.berit.skiftesvik@imr.no

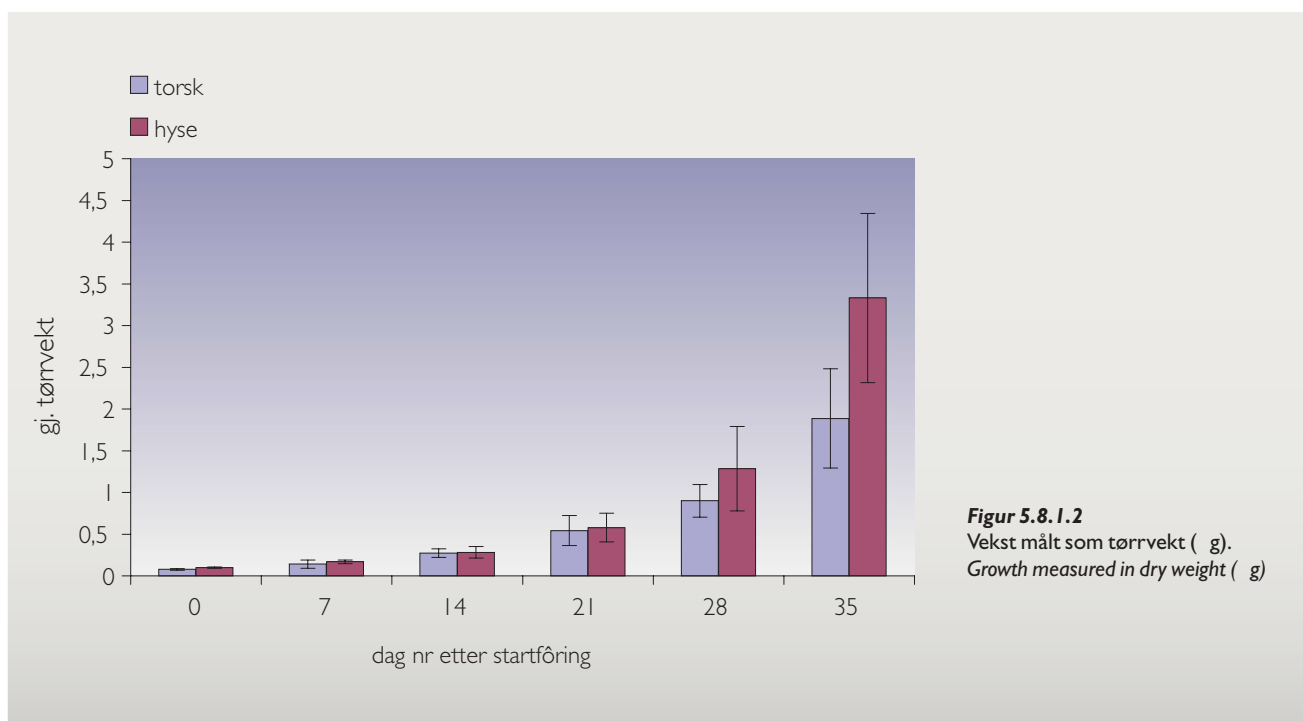
Hyse (*Melanogrammus aeglefinus*) hører til torskfamilien og er en viktig fiskeart i Norge. Hyse har et delikat, hvitt og fast fiskekjøtt og egner seg derfor ypperlig til mat. I denne sammenheng er det aktuelt å forsøke oppdrett av hyse som mulig ny marin art for akvakultur i Norge. Eksperimenter med hyseoppdrett gjennomføres i Canada, Nord-Amerika og Skottland. I disse landene oppnår hyse en høyere pris enn torsk, i Norge er det motsatt.

Høsten 2004 gjennomførte vi et sammenlignende vekstforsøk på torsk og hyse. Eggene hadde samme alder og ble startfôret samme dag under helt like betingelser. Resultatene viste at hyse vokste raskere enn torsk (Figur 5.8.1.1 og 5.8.1.2).

**Stamfisk**

Det ble samlet inn 20 hyser utenfor sjøanlegget ved Austevoll havbruksstasjon i 2000, og fiskene ble overført til 7000 liters kar. To dager etter fikk vi den første porsjonen av befruktete egg (200 ml) i karet. Temperaturen på vannet var 7 °C. Den siste dagen med gyting var 4. mai (10 ml). Gytingen hadde da pågått i 44 dager, og vi





**Figur 5.8.1.2**  
Vekst målt som tørrvekt ( g).  
Growth measured in dry weight ( g)

hadde samlet inn 3,7 liter med befruktete egg.

#### Egginkubering

Inkubatorer var 70 liters kone, svarte kar med lufting og vanngjennomstrømming, samme type som brukes for inkubering av torskeegg. Vanntemperaturen i inkubatorene var 6 °C. Befruktningsprosenten varierte mellom 50–70 %. Klekkeprosenten varierte mellom 30–80 %. Inkuberingsperioden varte i 15–16 dager ved denne temperaturen.

#### Yngelproduksjon

Startfôringsforsøk ble prøvd i kar med forskjellige volumer: 50, 500 og 1500 liter. Alder ved overføring av larver til startfôring, var tre dager etter klekking. Temperaturen ble økt med én grad per dag opp til 12 °C. Vi startfôret hyselarver med rotatorier og uten bruk av mikroalger. Naturlig zooplankton ble gitt i tillegg fra dag 8 etter klekking det første året. Under årets yngelproduksjon har vi kun brukt rotatorier, Artemia og tørrfôr. Vi observerte lite aggresjon og kannibalisme hos larver i løpet av eksperimentet. Enkelte tilfeller av dette ble observert da larvene var 30–40 dager gamle.

#### Vekst

Lengden hos tre måneder gammel fisk varierte fra 4,4 til 9,5 cm og vekten fra 1,4 til 13,0 g. Gjennomsnittslengden var 6,7 cm og middelvekten 4,8 g. Etter 14 måneder har vi oppnådd en gjennomsnittsvekt på 415,6 g, og den største var 714 g. Dette viser at hyse har et godt vekstpotensial. Den oppnår dobbelt så høy vekt på samme tid som torsk det første halve året.

#### Flaskehals

Følgende flaskehals er identifisert i forsøkene med hyse:

- Høy leverindeks
- Lav toleranse for høye sjøvannstemperaturer (15–20 °C)
- Lav toleranse for bedøvelse og håndtering
- Lav befruktningprosent ved temperaturer over 8 °C
- Utsatt for vibriose, men torskevaksine mot vibriose ser ut til å fungere

Vi har gjennomført et fôringsforsøk på hyse med et fôr som har gitt lav leverindeks og god vekst på torsk. Vi oppnådde en dobling i vekstraten sammenlignet med tidligere forsøk og en reduksjon på 1 % på leverindeksen. Leverindeksen er fortsatt høy (16 %). Vi har også gjennomført forsøk med å forbedre overlevelsen ved bedøvelse/håndtering av hyse, og har her oppnådd gode resultater.

Sjøvannstemperaturen sommeren 2003 var høy (15–20 °C), men denne sommeren overlevde all hyse som stod i sjøen. Det var to vesentlige forskjeller fra året før, da all hyse i sjøen døde. I 2003 var hysene vaksinerte mot vibriose før de ble satt ut, det var de ikke i 2002. I 2002 var temperaturen 20 °C en hel måned, mens den i 2003 varierte mellom 15 og 20 °C.

Om høsten har temperaturen i stamfiskarene vært over 8 °C under gytingen. Vi har nå tre år på rad oppnådd svært lave befruktningprosent. Høsten 2004 senket vi temperaturen i stamfiskarene til 6 °C, og da fikk vi en befruktningprosent rundt 60 %.

#### Summary

The first results from rearing of haddock in the Institute of Marine Research, Austevoll show that it is very similar to the rearing of cod. Haddock has a great potential as a new species for rearing in Norway. It is an active fish with good appetite and larger growth potential than cod.

## 5.8.2 Kråkebolle – en piggete lekerbisen med potensial som oppdrettsart

Kråkebollerogn er et ettertraktet sjømatprodukt, og gitt riktig kvalitet, et av verdens best betalte (Figur 5.8.2.1). Det er derfor utstrakte fiskerier på kråkeboller flere steder i verden. I 1995 ble det på verdensbasis høstet omkring 110 000 tonn kråkeboller. Det største volumet ble landet i Chile (ca. 55 000 tonn), med USA og Japan på de neste plassene. På grunn av overfiske har fangstene på verdensbasis gått nedover siden toppåret 1995.

Det er en økende interesse for kråkebollefangst i Norge, og våre kråkebolleressurser er langt på vei utnyttet. Nedgangen i fangstene i de tradisjonelle fangstlandene stiller i så måte Norge i en gunstig posisjon som mulig produsentnasjon. Reduksjonen i mengden kråkebollerogn tilgjengelig for markedet har ført til en interesse for oppdrett av kråkeboller mange steder i verden.

Både nasjonalt og internasjonalt jobbes det parallelt med to tilnæringer til kråkebolleoppdrett: Den ene innebærer oppføring av voksne villfangede individer. Den andre er oppdrett i klassisk forstand, og involverer hele dyrets livssyklus. Uansett tilnæringsmåte er det mange FoU-oppgaver som er felles, av disse kan nevnes problemstillinger knyttet til fôrutvikling, og utvikling av oppbevaringsteknologi.

Trine Dale

trine.dale@fiskeriforskning.no  
Fiskeriforskning

Sten Siikavuopio

sten.siikavuopio@fiskeriforskning.no  
Fiskeriforskning

Kåre Aas

kaare.aas@fiskeriforskning.no  
Fiskeriforskning

### Fôr

Den største FoU-innsatsen på fôr, både nasjonalt og internasjonalt, har så langt vært rettet mot å fremme gonadevekst. Ved oppføring av villfangede individer er dette det eneste man trenger, da disse individene på fangsttidspunktet allerede har en ønsket skallstørrelse. I tradisjonelt oppdrett vil behovet for et fôr som fremmer skallvekst være viktig gjennom store deler av tilvekstfasen, mens et fôr som fremmer gonadevekst hovedsakelig vil være viktig i den siste delen av tilvekstfasen hvor individene har oppnådd ønsket skallstørrelse.

I den vitenskapelige litteraturen er det i de senere år beskrevet en rekke formulerte fôr. Et av disse er norsk, utviklet ved Fiskeriforskning. På grunn av at kråkebolleoppdrett fremdeles er i sin spede begynnelse, er det imidlertid kun et fåtall av disse beskrevne fôrene som per i dag produseres kommersielt. Mange av de fôrformuleringer som er publisert gir tilfredsstillende gonadevekst, med en 50–100 % økning i gonadens størrelse over en periode på to

måneder. Gonadens størrelse er imidlertid bare et av flere viktige kvalitetskriterier. Skal god pris oppnås må også farge, smak og konsistens være tilfredsstillende. Gonaden skal ha en frisk gul/oransje farge, smaken skal være av frisk sjø med en anelse søthet, og konsistensen skal være fast. For noen av de formulerte fôrene, er også den resulterende gonadekvalitet undersøkt.

Det ser ut til at rogn fra oppfôret kråkebolle skiller seg negativt fra rogn fra ville kråkeboller. Avvikene er mest fremtredende når det gjelder smak og konsistens, hvor oppfôrede kråkeboller har en tendens til mindre søtsmak/mer bittersmak og en bløt konsistens. Det arbeides derfor nå med å undersøke sammenhengene mellom diett, biokjemisk sammensetning av gonaden og smak. Så langt ser det ut til at graden av bittersmak kan ha sammenheng med mengden av visse frie aminosyrer i gonaden. Mengden av disse frie aminosyrene ser igjen ut til å påvirkes av forholdet mellom proteiner og karbohydrater i fôret, men sammenhengene er fremdeles langt fra klarlagt.

### Oppdrettsteknologi og miljøkrav i oppdrett

Kråkeboller lever i et todimensjonalt miljø, og trenger flater å feste seg på. I motsetning til fisk hvor man kan tenke volum, må man i utformingen av teknologi for kråkeboller tenke areal. Dette gjør at oppbevaringsenheter brukt for fisk ikke uten



Figur 5.8.2.1

Kråkebollegonader pakket på trebrett.  
Sea urchin roe packed on wooden boards.

videre kan anvendes. Det jobbes parallelt med å utvikle landbasert og sjøbasert oppbevaringsteknologi for kråkeboller. Begge konseptene har på papiret fordeler og ulemper. Landbaserte systemer antas å være dyre både i konstruksjon og drift, men gir til gjengjeld god kontroll, og enkel tilgang til dyrene i forbindelse med røkting og føring. Sjøbaserte systemer antas å være billigere i drift, men gir mindre muligheter for kontroll, og man har større utfordringer knyttet til røkting og utføring. I Norge har interessen så langt vært størst for sjøbaserte systemer, men det er også aktører som satser på landbasert. Internasjonalt har man i mange land sterke restriksjoner på sjøbasert aktivitet, og landbaserte konsepter har fått mest fokus.

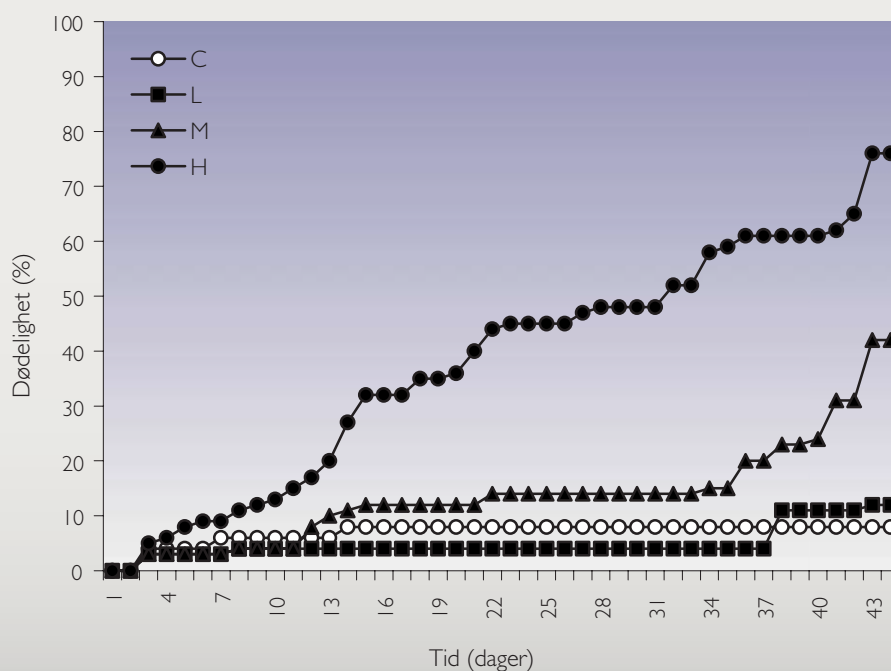
#### Landbasert konsept

En stor kostnad i landbaserte anlegg er knyttet til forbruk av vann. For å utnytte vannressursene mest mulig effektivt er det viktig med detaljert kunnskap om dyrenes krav til vannmiljø, da denne type kunnskap danner grunnlaget for design av beholdere, sirkulasjonssystemer osv. Nyere studier har vist at kråkeboller er følsomme for redusert vannkvalitet, og spesielt følsomme for egne avfallsprodukter. Selv ved svært lave konsentrasjoner av eksempelvis ammoniakk ( $0.016 \text{ mg l}^{-1}$ ) og nitritt ( $0.5 \text{ mg l}^{-1}$ ), observeres signifikant reduksjon i gonadevekst. Sammenliknet med fisk, har vi også observert forhøyet dødelighet ved lave konsentrasjoner av ammoniakk ( $0.03 \text{ mg l}^{-1}$ ) (Figur 5.8.2.2). Det er derfor viktig å utvikle systemer som effektivt fjerner forrester og faeces. Kråkeboller viser få atferdsmessige tegn

på manglende velferd. Fôrinntak, som på andre organismer ser ut til å være en brukbar velferdsindikator, fungerer dårlig for kråkebolle. Dyrene har et jevnt fôrinntak nesten frem til døden. Det vil derfor være viktig å ha gode systemer for å overvåke vannkvaliteten i landbaserte systemer. Flere typer karteknologi med tilhørende forslag til rensing og vannsirkulasjon er foreslått, men så langt er det lite dokumentasjon på hvordan disse fungerer i kommersiell skala.

#### Sjøbasert konsept

Også i sjøbaserte systemer er det en utfordring å sørge for god vannkvalitet for alle individene i anlegget. I tillegg kommer utfordringer knyttet til røkting og føring. Man er avhengig av "nærkontakt" med dyrene for å fordele fôr, fjerne døde individer, etc. De fleste beskrevne konsepter for sjøbasert oppdrett av kråkebolle er bygget rundt ideen om kurver eller bokser stablet i reol eller skuffesystem, og hvor reolene henger i flytelementer i overflaten. På slutten av 1990 tallet ble det utviklet et slikt system ved Fiskeriforskning. Ideene fra dette konseptet ble videreutviklet i samarbeid med en utstyrproducent (NOFI stigemer), men kom aldri i kommersiell produksjon. Nylig har bedriften SeaNest (Figur 5.8.2.3) lansert et flytende reolkonsept. Systemet består av plastkurver, stablet over hverandre i reoler. Et liftsystem heiser opp kurvene med kråkeboller til en flytende arbeidsplattform, hvor røkting og føring foregår. Etter fullført røkting, heises kurvene ned igjen i reolen. En prototype er nå klar, og fullskala tester er under planlegging.



**Figur 5.8.2.2.**

Dødelighet hos drøbakkråkebolle oppfôret ved ulike nivåer av ammoniakk (UIA). C=kontroll ( $0.0001 \text{ mg l}^{-1}$ ), L=low ( $0.016 \text{ mg l}^{-1}$ ), M=medium ( $0.032 \text{ mg l}^{-1}$ ), og H= høy ( $0.068 \text{ mg l}^{-1}$ ). (Figur hentet fra Siikavuopio et al. 2004 *Aquaculture* 242:313-320).

*Mortality of "Drøbak" sea urchin reared in presence of different levels of ammonia (UIA). C=control ( $0.0001 \text{ mg l}^{-1}$ ), L=low ( $0.016 \text{ mg l}^{-1}$ ), M=medium ( $0.032 \text{ mg l}^{-1}$ ), and H= high ( $0.068 \text{ mg l}^{-1}$ ). (Figure printed from Siikavuopio et al. 2004 *Aquaculture* 242:313-320)*



**Figur 5.8.2.3**  
Sjøbasert oppbevaringsteknologi for  
oppfôring/oppdrett av kråkebolle.  
*Sea based holding technology for feeding and  
rearing of sea urchin.*



#### Summary

Sea urchin roe is highly sought after and with the right quality the seafood item in the world with the highest price. Extensive fisheries occur several places in the world. In 1995 the production was 110,000 metric tonnes on a world basis. Chile landed the highest volume (about 55,000 tonnes) with USA and Japan on the next places. Due to over fishing the catches have gone down since. The interest is growing in Norway and our natural resources are mainly unexploited. The decrease in other countries' catch places Norway in a good position as possible producer. The reduction in catch has also increased the interest in rearing of sea urchins. Two areas are pursued in sea urchin ranging. One is to feed wild caught adult animals and the other is classical farming involving all the stages of the life cycle. Whatever approach is chosen the research and development areas are many and alike, being development of feed and holding technology.

### 5.8.3 Flekksteinbit i oppdrett

Flekksteinbit har egenskaper som gjør den godt egnet som oppdrettsart i nordlige farvann. I oppvekstfasen er flekksteinbiten robust i forhold til sykdommer, liker høye tettheter og vokser raskt selv ved lave temperaturer (>8 °C). Den relativt gode veksten ved lave temperaturer, som denne arktisk-boreale arten trives ved, gjør den spesielt aktuell som oppdrettskandidat på lokaliteter med tilgang på kaldt vann. Yngelproduksjonen er på mange måter mer lik laks enn andre marine arter, ved at den har store egg og vel utviklede larver. På tross av sine kvaliteter som oppdrettsfisk og matfisk er oppdrett av flekksteinbiten kommet i skyggen de siste årene. Etter bortfall av NUMA-RIO- midlene og fokusering på torskesatsing har midler til FoU-arbeidet på flekksteinbit vært svært begrenset. Det har likevel blitt utført endel nytt FoU-arbeid som blir presentert her.

#### Inger Andreassen

i-andrea@online.no  
IA – Marin rådgivning

#### Inger-Britt Falk-Petersen

Inger-Britt.Falk-Petersen@nfh.uit.no  
Norges fiskerihøgskole

#### Arvid N. Pedersen

arvidp@finnmark.norut.no  
Origo Nord As/Norut – NIBR Finnmark

#### Helge Tveiten

helge.tveiten@fiskeriforskning.no  
Fiskeriforskning

I dag finnes det kun ett etablert anlegg for produksjon av flekksteinbityngel i Nordland, Tomma Marin Yngel AS. Dette anlegget disponerer også over flere generasjoner stamfisk som er overtatt fra tidligere Troms Steinbit AS. Anlegget har en produksjonskapasitet på 120 000–200 000 yngel per år. Kapasiteten til stamfiskpopulasjonen gir mulighet til mer enn en fordobling av produksjonen.

Innen matfiskproduksjon har man per i dag to aktører, Tomma Marinfisk AS og Loppa Steinbit AS. Loppa Steinbit AS driver med oppdrett av flekksteinbit i merd, og er foreløpig i en FoU-fase, mens Tomma Marinfisk AS driver landbasert.

Denne artikkelen gjør et forsøk på å oppsummere status innen oppdrett av flekksteinbit og vil omfatte en del ny kunnskap som ikke tidligere er presentert. Det vil spenne fra forskning på spermkvalitet til erfaringer fra produksjon av flekksteinbit i merd.

#### Spermkvalitet – effekter av ioner i seminalvæsken

Steinbit er ulik andre fiskearter i oppdrett i den forstand at den har indre befruktning. Spermcellene er aktive i seminalvæsken, men inaktiveres ved kontakt med sjøvann. Informasjon om hvilke faktorer som påvirker spermkvalitet hos steinbit er lite kjent. Analyser av seminalvæskens ione-sammensetning relatert til spermens aktivitet viser at seminalvæsken hos individer med aktiv sperm har en høy  $\text{Na}^+:\text{Mg}^{2+}$  ratio sammenliknet med individer med inaktiv sperm. Dette forholdet kan derfor være en god indikator på spermkvalitet hos steinbit.

I seminalvæsken var det en sterk negativ sammenheng mellom konsentrasjonen av  $\text{Na}^+$  og  $\text{Mg}^{2+}$ , samtidig som nivået av de to ionene var vesentlig forskjellig fra det en finner i plasma. Disse forholdene indikerer at seminalvæskens ionesammensetning er gjenstand for aktiv regulering. Konsentrasjonen av  $\text{Na}^+$  og  $\text{Mg}^{2+}$

i seminalvæsken var henholdsvis positivt og negativt relatert til plasmanivået av 11-ketotestosteron, et hormon som er sentralt i utviklingen av testes hos beinfisk. En slik sammenheng kan indikere at 11-ketotestosteron er involvert i regulering av seminalvæskens ioneinnhold, og gjennom dette aktivisering av spermcellene. Hyppige strykinger resulterte i en reduksjon i forholdet mellom  $\text{Na}^+$  og  $\text{Mg}^{2+}$ . Dette skyldes både en reduksjon i  $\text{Na}^+$ - og en økning i  $\text{Mg}^{2+}$ -konsentrasjonen. Andre ioner ( $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  og  $\text{Cl}^-$ ) eller seminalvæskens osmolalitet kunne i liten grad relateres til spermaktivitet.

#### Egg- og yngelkvalitet

Kvaliteten til egg produsert av oppdrettsfisk og villfisk i fangenskap er varierende, men generelt produserer eldre hunnfisk (>5 år) egg av god kvalitet. Overlevelsen gjennom eggfasen er ca. 60 %–80 % hos hunnfisk med god kvalitet. Forsøk med ulike stamfiskfôr viser at førets fettsyresammensetninger har betydning for eggenes og larvenes utvikling og overlevelse. Det er videre viktig å optimalisere miljøforholdene under inkuberingsfasen for å sikre høy overlevelse hos steinbitlarver og juvenile. Miljøfaktorer og desinfeksjonsrutiner er avgjørende for totaloverlevelsen i den lange inkuberingsperioden. Steinbitteggene er 5–6 mm store, og etter 900–950 døgngrader klekkes en nesten fullt utviklet 20–22 mm lang yngel. Fødeopptaket starter rett etter klekking, og det er ikke nødvendig å bruke levende fôr for å oppnå god overlevelse. De fleste kommersielt tilgjengelige tørrfôr (f.eks. Wean-Ex, Gemma) for marine larver og endatil laksestartfôr gir gode resultater.

Steinbitlarver som ikke overlever startfôringsfasen, vil gradvis falle fra gjennom de tre–fire første ukene. Organ- og vevsfunksjonalitet samt tilstrekkelige energireserver ved klekking kan være avgjørende for videre overlevelse og vekst. I enkeltgrupper opplever man over 90 % overlevelse gjennom startfôringsfasen, men variasjonen er stor. Gjennomsnittet for en produksjonssesong ligger mellom 30 %–50 %. Eldre fisk produserer gjerne større rogn, som igjen gir bedre overlevelse i startfôringsfasen. Stamfisk- og eggkvalitet forklarer likevel ikke all variasjon i overlevelse. Det ligger derfor et stort optimaliseringspotensial i å forbedre overlevelsen gjennom startfôringen. Trolig er en del av problemet med varierende startfôringsoverlevelse relatert til miljø- og/eller systemfeil i produksjonen. Deformiteter og andre utviklingsproblemer forbundet med produksjonsforhold har ikke vært registrert som et problem hos steinbit.

Steinbityngel vokser raskt og fordobler gjerne vekten på to uker ved 8 °C. Raskere vekst kan oppnås ved høyere temperaturer, men høyere temperaturer gir gjerne økning i dødelighet. Produksjonstiden fra klekking til 5 gram er ca. 3 måneder ved 8 °C.

#### Inkuberingsstemperatur

Forsøk har vist at temperatur under inkuberingsfasen er en viktig faktor som kan manipuleres for å klekke ut relativt store, velutviklede larver. Dette kan gi bedre overlevelse i den kritiske startfôringsfasen. Forsøk har bekreftet at overlevelse gjennom inkuberingsperioden er høyest når eggene inkuberes ved ca. 6 °C. Egg inkubert ved 4 °C viser gjerne noe lavere totaloverlevelse, men larvene som klekkes ved denne temperaturen er større, litt mer utviklet og har mindre plomme igjen enn larver klekket fra egg inkubert både ved 6 og 8 °C. Larver fra egg inkubert ved 8 °C har betydelig større plommesekk og er både mindre, og mindre utviklet, enn larver fra egg inkubert ved 6 og 4 °C. Larver klekket fra egg inkubert ved 6 °C synes å være tilstrekkelig utviklet i tillegg til å ha nok energireserver i form av plomme for å klare seg gjennom de første kritiske startfôringsukene. Dette er vist i flere forsøk.

#### Matfiskproduksjon

Flekksteinbiten er bunnlevende og krever derfor mer areal enn volum i en oppdretts-situasjon. Dette har frem til nå gjort arten mest aktuell for landbasert oppdrett på lokaliteter der det er muligheter for bruk av temperaturstabil dypvann. Et slikt anlegg finnes samlokalisert med yngelanlegget og heter Tomma Marinfisk AS. Her trives flekksteinbiten både i grunne lengde-

strømsrenner og i runde kar. Anlegget er for tiden under utvidelse, og det er forventet en produksjonskapasitet på 400 tonn per år når anlegget er i full produksjon. Tomma Marinfisk AS har levert filet av flekksteinbit til markedet siden 2003. Fileten er blitt bra mottatt og oppnår gode priser. Etableringen av flere matfiskanlegg for steinbit på land har gått langsomt på grunn av krav til høye investeringsutgifter i forbindelse med landbaserte anlegg. De siste års økonomiske situasjon i fiskeri- og oppdrettsnæringen har ikke virket positivt inn på utviklingen av flekksteinbitoppdrett.

#### Flekksteinbit i merd

Kapitalmangelen har vært med på å initiere tiltak for å fortsette kommersialiseringarbeidet via andre veier enn kapitalkrevende landbasert oppdrett. For å kunne utvikle næringen videre har det vært ønskelig med enklere og billigere måter å etablere matfiskoppdrett av flekksteinbit på. Det var da naturlig å gå til det prinsippet for fiskeoppdrett som er mest utbredt i Norge, og hvor vi er verdensledende – merdoppdrett. På basis av kjent og utprøvd teknologi ønsket man å tilpasse dette til flekksteinbitens krav.

Innledende forsøk med steinbit i merd (ved havbruksstasjonen i Kårvika) har vist at det er mulig å oppdrette flekksteinbit i merd. Det er likevel mange utfordringer knyttet til å ha en bunnlevende kaldvanns-art i merd. Troms Steinbit AS, Alta Kraftlag og Kunnskapsparken Nord AS (nå Origo Nord AS) tok derfor i 2002 initiativet til å gjennomføre et pilotskalaforsøk for å klarlegge potensialet for oppdrett av flekksteinbit i merd, samt tilpasse teknologi og utvikle en driftsmanual.

Målet for prosjektet har vært å avklare mulighetene for å drive kommersiell produksjon av flekksteinbit i merd og gi anbefalinger for hvordan et slikt anlegg skal utformes og driftes.

Lokaliteten for pilotforsøket ble valgt med utgangspunkt i det man visste om fiskens toleransegrenser ved starttidspunktet. Lav temperatur året rundt (<10 °C), lite strøm (<5 cm/s) og beskyttelse mot bølger var hovedkriteriene. Valget falt på Nuvsvåg i Loppa kommune, en parallellfjord til Øksfjord. Når det gjaldt valg av merdtype deltok Polarcirkel AS med et eget prosjekt på utvikling av merdteknologi for steinbit. Det ble utformet flatbunnmerder og yngelmerder som fortsatt er i bruk på lokaliteten.

Det ble satt ut fisk i Nuvsvåg i to omganger: januar/februar 2003 og juni/juli 2003. Fisken som ble satt ut var fra 20–130 g. Sommer viste seg ikke uventet å være et bedre utsettingstidspunkt enn vinter. Tiden for tilvenning og dermed tap av vekst var betydelig kortere. Det er forventet at april/mai vil være det mest gunstige tidspunktet for utsett siden fisken da kan utnytte hele sommer- og høstperioden for vekst. Dette stemmer også godt overens med de erfaringene som gjøres på laks i Finnmark. Fisk på 20 g hadde en raskere tilvenning til merdsituasjonen enn større fisk. Til tross for at vinteren viste seg å være et langt mer ugunstig tidspunkt for utsett med lang sturing og tap av tilvekst, var dødelighet i forbindelse med utsett på vinteren lav.

Sommertemperaturene i Nuvsvåg var høyere enn antatt, og fjorden kan ikke defi-



**Figur 5.8.3.1**  
Merdssystemet med fôrflåte i bakgrunn.  
Sea cage with feeding system in the back.



**Figur 5.8.3.2**  
Steinbit oppdrettet i merd, 2 år etter utsett.  
Farmed wolf fish 2 years old.



neres som kald. Både sommeren 2003 og 2004 var det maksimumstemperaturer på 14 °C ned til 7 m dyp. Det ble ikke observert økt dødelighet eller helseproblemer i disse periodene. I dagene med temperaturer over 13 °C hadde fisken imidlertid tydelig redusert aktivitet og appetitt. Resultatene kan tyde på at flekksteinbiten er mer temperaturløst enn tidligere antatt. Det har tidligere vært antatt at flekksteinbiten hadde et temperaturn maksimum på 8–10 °C, men det finnes få dokumenterte resultater på vekst av større flekksteinbit ved høyere temperaturer. Veksten har vært best i høst-månedene fra august–september og ut året. Dette tyder på at vekstoptimumet for arten ligger et sted mellom 6–8 °C som tidligere antatt. Problemer med høye overflatetemperaturer kan reduseres ved bruk av dypere nøter og evt. senkbare merder.

Vekstratene som er registrert i sommer- og høstperioden står ikke tilbake i forhold til det som er observert i landbasert oppdrett. Januar–mars er den absolutt dårligste vekstperioden, der kombinasjonen tannfelling og lave temperaturer er sannsynlig hovedårsak. Flekksteinbiten har vist evne til å kompensere for noe av den tapte veksten som vintermånedene gir. Vekstprognoser som er utført på bakgrunn av data fra Nuvsvåg viser at påvekstperioden fra utsett til slakting kan være 2–2,5 år fra utsett, avhengig av størrelsen på settefisken. Det er knyttet noe usikkerhet til denne prognosen siden man ikke har gjennomført siste tilvekstfase ennå. Men allerede høsten 2004 har man observert fisk som har vokst fra 200–300 g til 2,5 kg på 1,5 år. En betydelig optimaliserings-gevinst mht. tilvekst forventes med økende kunnskap og domestiseringsgrad hos oppdrettet steinbit. Noe dypere nøter og flittig bruk av kamera fra utsett vil sannsynligvis kunne øke tilveksten i sommermånedene betraktelig.

Steinbitens fôringsadferd er i “slow motion”, sammenlignet med for eksempel laksefisk og torsk. I mange perioder vil fisken i liten grad komme opp i merden for å ta fôr. Fôringsadferden kan derfor forårsake problemer med fôringskontroll, særlig i perioder med dårlig sikt. For en bunnlevende fisk er bruk av overvåkingsutstyr en forutsetning for optimal tilvekst. Utvikling av fôr med lavere synkehastighet vil være en fordel, slik at fisken får lengre aksjonstid.

Erfaring fra landbasert oppdrett er at vannhastigheter over 5 cm/s er problematisk og fører til stuvning av fisk i perioder. Antakelsen før pilotforsøket var derfor at flekksteinbit i merd ville ha samme begrensning. Erfaringen viser at dette er mer nyansert. Fôring ved kraftig strøm

kan være vanskelig fordi fôret lett renner ut av nota før fisken klarer å reagere og ta fôret.

Man har ikke opplevd problemer med “stuvning” av fisk pga. sterk strøm. Perioder med til dels kraftig strøm viste at vannhastigheter på 5 cm/s ikke er maksimum av hva steinbiten tolererer. Videofilming under 1 m høye bølger viste fisk som spiste og så ut til å være relativt uanfektet på tross av bevegelsen i trampolinebunnen. Utvikling av merder som har bedre bølgedemping vil trolig gi mulighet for å bruke mer eksponerte lokaliteter.

Et annet viktig aspekt å få avklart har vært flekksteinbitens evne til å utnytte volum. Uten bruk av volumnyttende innretninger vil det bli behov for svært store områder til et fullskalaanlegg. Hyller og en “kube” bestående av PE-rør i ulike dimensjoner ble introdusert i merdene høsten 2003. Etter en lang tilvenningsperiode ble begge innretninger tatt flittig i bruk.

Flekksteinbiten lever naturlig på 100–300 m dyp og har lite utviklet vern mot UV-stråling. Det er derfor viktig å dekke merden med solnett. Dekkingen bør skje så tidlig som fra starten av mars.

Parasittproblemer var ventet å bli en utfordring i merdoppdrett, men med unntak av en mindre infeksjon av *Trichodina* høsten 2003 har ikke parasitter vært et problem. Dette er likevel en aktuell utfordring ved oppskalering av driften. Predatorer som oter, mink og sjøfugl er imidlertid et problem og har trolig vært årsak til en del tap av fisk i Nuvsvåg. Strømgjerde, dobbel not og finmasket fuglenett anbefales som foranstaltninger.

#### Avslutning

Flekksteinbit er fortsatt en aktuell art for oppdrett både på land og i merd. Erfaringer viser at flekksteinbiten er en tøffing som takler ulike oppdrettsituasjoner svært godt. Det er allerede kjent at den tolererer ekstreme tettheter, har bedre toleranser for lave oksygenverdier, høyt karbondioksyd- og amoniakknivå enn andre oppdrettsarter. Oppdrett på land er kapitalkrevende, men muligheten for merdoppdrett gir et rimeligere alternativ for oppstart av matfiskproduksjon. Til tross for en del oppstartproblemer er tilvekstresultatene fra oppdrett i merd positive, og illustrerer et potensial for fremtiden.

Det er fortsatt en rekke utfordringer knyttet til optimalisering av drift i alle faser av produksjonen, men ingen flaskehals som synes uløselig med systematisk FoU-arbeid.

I løpet av våren/sommeren 2005 vil det publiseres en større rapport finansiert av NT-programmet som gir “oppskriften” på merdoppdrett med utgangspunkt i erfaringene fra Nuvsvåg.

#### Summary

Spotted wolf fish is well suited for farming in northern areas. It is robust towards diseases in the early stages, it tolerates high densities and has fast growth even at low temperatures (>8 °C). The fry production is more similar to salmon than other marine species due to the fact that it has large eggs and well developed larvae at hatching. The fish meat is delicate and white, it has few bones and is highly regarded among chefs. Despite these qualities there has been less focus on this species in the later years. Only one farm produces fry (120,000–200,000 fry/year) and has the capacity to increase production two fold. Two farms are doing on-growing at the moment. One does production on land and the other in sea cages. Both type of facilities give fish at 4–4,5 kg 3,5 years after hatching. Land based production is most developed, but both types of production must be regarded as still in an R&D-phase. This article gives a summary of the current status of the species and presents new knowledge about themes ranging from sperm motility to production in sea cages.

## En “kongelig norsk oppdrettstorsk” – eller er det ønskelig med flere stammer?

Torsk skal bli vår nye store oppdrettsart etter laks. Både forskningsinstitusjonene og ikke minst industrien selv, investerer nå store summer i utvikling av torskeoppdrett. Som for laks vil det svært viktig at en gjennom domestiseringsprosessen velger ut det genmaterialet som er best egnet under oppdrettsbetingelser. Et basismateriale med bred genetisk variasjon vil være fordelaktig for et målrettet avlsarbeid med sikte på å forbedre produksjonsegenskaper. Et avlsprogram på torsk er under oppbygging i Tromsø og kan få stor fremtidig betydning for økonomien i industrien.

Et avlsprogram vil endre gensemsetningen hos fisken, og vi vil få de samme diskusjonene knyttet til rømming av torsk og risiko for negativ genetisk påvirkning på de ville torskestammene som vi har hatt for laks. Kysttorsk langs norskekysten er delt inn i stammer, og en del av disse stammene er kraftig nedfisket og følsomme for genetisk påvirkning. Økonomisk sett kan det synes best å utvikle kun én “kongelig norsk oppdrettstamme” av torsk som kan brukes overalt, fra Lindesnes i sør til Finnmark i nord, men er det sikkert at én stamme passer inn overalt? Og hvordan varierer genprofilene på vill torsk mellom ulike geografiske områder? Kan en genetisk foredlet oppdrettstorsk representere en trussel mot små og lokalt tilpassede kysttorskbestander?

**Knut E. Jørstad**

knut.joerstad@imr.no

**Ann-Lisbeth Agnalt**

ann.lisbeth.agnalt@imr.no

**Geir Dahle**

geir.dahle@imr.no

**Håkon Otterå**

haakon.otteraa@imr.no

**Terje van der Meeren**

terje.van.der.meeren@imr.no

Dette er noe av bakgrunnen for de undersøkelserne Havforskningsinstituttet, under program for havbruk og havbeite, har gjennomført de siste tre årene. Målet har vært å gjennomføre en omfattende genetisk kartlegging av torsk i norske farvann, i tillegg til å studere ulike stammer/populasjoner under gitte oppdrettsbetingelser.

Spørsmålene stilt ovenfor har betydning for utviklingen av kommersielt torskeoppdrett i Norge. Det er viktig å samle den kunnskapen som allerede finnes, men like nødvendig er det å evaluere om det trengs ny og mer omfattende kunnskap, slik at en fremtidig strategi sikrer utviklingen av en lønnsom næring uten negative miljøeffekter.

### Tidligere genetiske undersøkelser

Genetiske studier på torsk har lange tradisjoner i Norge. Det kan være store forskjeller i størrelsesfordeling, fargemønstre, kroppsform m.m. mellom torsk fra ulike geografiske områder. Noe av variasjonen kan forklares ut fra forskjeller i miljøbetingelser, men også genetiske faktorer kan være involvert. De første genetiske studiene ble startet av Dag Møller og Gunnar Nævdal på 1960-tallet. De omfattende undersøkelserne var basert på genetisk variasjon i blodproteiner og ulike antistoffer. Det ble funnet genetiske forskjeller mellom de to hovedgruppene kysttorsk og skrei i Lofoten, men det ble også påvist forskjeller mellom kysttorsk fra ulike områder langs kysten og i fjordene. Dette bildet ble også i mange tilfeller bekreftet gjennom sammenligning av biologiske parametere og vandringsmønstre.

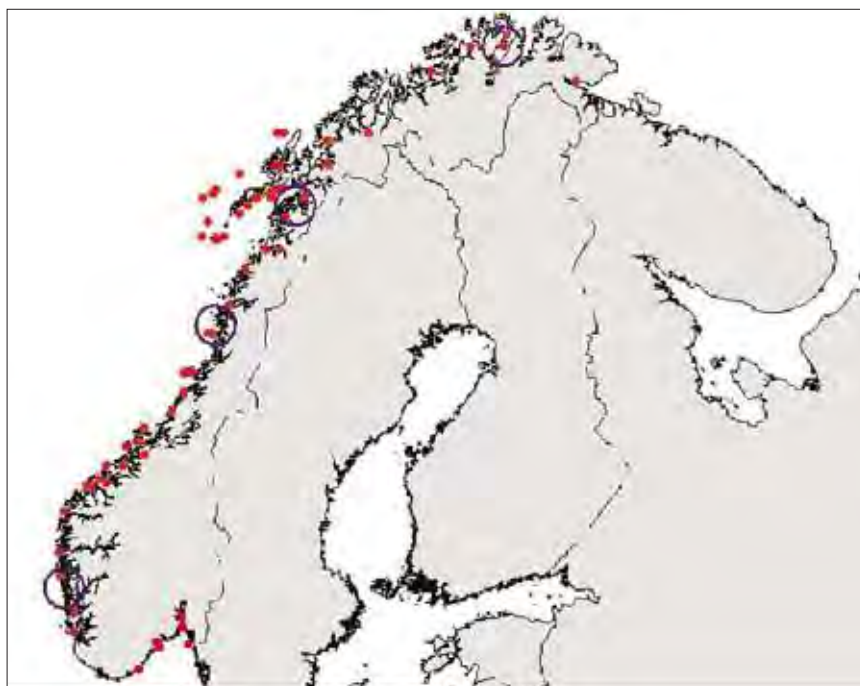
På 1980-tallet ble det tatt i bruk metoder med utgangspunkt i vevsenzymer, også kalt allozymer. I noen tilfeller bekreftet allozymanalysene de tidligere resultatene, men generelt viste undersøkelser av

vevsenzymer hos torsk i Nord-Atlanteren mindre variasjon enn ventet, og dette førte til omfattende diskusjon om tolkingen av resultatene. Den rivende utviklingen i molekylærgenetiske metoder det siste tiåret har ført til at nye DNA-metoder er tatt i bruk også på torsk. Ved Fiskerihøgskolen i Tromsø er det påvist store forskjeller mellom kysttorsk og skrei når det gjelder gensystemet pantophysis (PanI). DNA-analyser av såkalte mikrosatellitter, som er gjennomført på torsk en rekke steder, viser generelt høyere grad av genetisk variasjon og/eller genetiske forskjeller enn tidligere systemer. Dette gjelder for eksempel nyere studier på Skagerrakkysten som er gjennomført av Havforskningsinstituttet i samarbeid med Universitetet i Oslo.

### Ny genetisk kartlegging av torsk

I tilknytning til utviklingen av torskeoppdrett er det nødvendig med mer detaljert genetisk kunnskap om populasjonene langs kysten. Innenfor prosjektet “Domestisering av marine arter” ble det initiert et omfattende arbeid på genetisk karakterisering av torsk. Arbeidet startet i 2002, og prøveinnsamlingen ble gjennomført på gytefelt langs kysten og i fjordene, fortrinnsvis i gytesesongen. Det ble gjennomført en rekke tokt hvor prøvematerialet til genetiske analyser ble samlet, og levende stamtorsk fra noen utvalgte områder ble tatt vare på. Denne fisken ble brukt som stamtorsk i forsøk, hvor overlevelse og vekst til avkommet blant annet blir sammenlignet under ellers like oppdrettsforhold.

I perioden 2002 til 2005 ble det samlet prøver fra i alt fra 55 lokaliteter eller trålstasjoner fra Finnmark i nord til Rogaland i sør. Lokalitetene er vist på kartet, og prøver fra litt over 5600 torsk ble samlet inn. I tillegg ble det etablert et samarbeid med Fiskerihøgskolen i Tromsø og russerne (Moskva Universitet og PINRO i Murmansk), slik at også torsk fra russiske farvann kunne sammenlignes med det norske materialet. I vurderingen av genetiske metoder var det viktig å inkorporere både “gamle” og nye analyser. Resultatene fra analyser av blod og hemoglobinn kan direkte sammenlignes med Dag Møllers resultater fra 1960-tallet. Tilsvarende kan resultatene fra allozymanalysene sammenlignes med data fra 1980-årene. Det vil derfor være mulig å undersøke om det har skjedd endringer i gensemsetningen over en 30–40-årsperiode.



**Figur 5.9.1**

Lokaliteter og prøvestasjoner for innsamling av torsk i 2002, 2003, 2004 og 2005. Stamtorsk ble samlet inn fra områder angitt ved blå ring.

*Localities and sampling stations for collection of Atlantic cod (*Gadus morhua*) made in 2002, 2003, 2004 and 2005. The broodstocks were collected in the areas marked with a blue ring.*

Men like viktig er det å bruke de nye DNA-metodene, spesielt Pan 1-systemet og mikrosatellitt DNA-analyser til å vurdere populasjonsstrukturen. Med hensyn til sistnevnte analyser er både 2002- og 2003-materialet ferdig analysert, og resultatene er nå under bearbeiding og statistisk testing. Her vil en også sammenligne med de russiske resultatene. Materialet fra 2004 skal analyseres på laboratoriet i Bergen i første halvdel av 2005. Selv om alle resultatene ikke er fullt ut evaluert og testet i alle detaljer, er hovedtrekkene klare. De bekrefter i hovedsak Møllers resultater som skissert ovenfor – genetiske forskjeller mellom skrei og kysttorsk, men også genetiske forskjeller på kysttorsk fra ulike regioner. Men her vil en få mer detaljert kunnskap når totalmaterialet fra alle årene er ferdig analysert og vurdert. I februar 2005 vil det også bli gjennomført tokt på Sørlandet etter samme opplegg og genetiske analysemetoder. Dermed vil det kunne oppnås full dekning av hele norskekysten og også etableres en helhetlig database på genprofiler for våre torskestammer. Denne kunnskapen vil være grunnleggende for å vurdere om det er mulig eller ønskelig å utvikle en “kongelig norsk” oppdrettstorskestamme. Og ikke minst vil den utgjøre et viktig referansemateriale for å kunne vurdere eventuelle endringer i genprofiler som følge av rømt oppdrettstorsk i fremtiden.

#### Testing av avkom fra ulike populasjoner

For å kunne vurdere fremtidige genetiske effekter av rømming fra torskenæringen, er det altså viktig å vite i hvilken grad det finnes lokalt tilpassede stammer med sitt eget genetiske særpreg og sine egne livshistoriekarakterer. Det sistnevnte kan gi seg uttrykk som forskjeller mellom ulike stammer med hensyn til biologiske parametere som levedyktighet, vekst, resistens mot sykdom og kjønnsmodning. Dette er egenskaper som er viktige i et avlsprogram på torsk og som vil bli endret som følge av gjennomføring av storskala avlsprogram.

Et viktig moment i sammenligning mellom stammer er at de aktuelle egenskapene blir målt under identiske miljøforhold. Dette innebærer at avkom fra ulike grupper må slås sammen allerede fra klekking og føres opp i samme kar. Utvikling av moderne DNA-metoder (mikrosatellitt-analyser) de siste årene muliggjør et slikt forsøksopplegg. Dette har derfor blitt innarbeidet i de forsøkene som er initiert og som nå gjennomføres ved Havforskningsinstituttets anlegg i Austevoll og i Øygarden.

I disse forsøkene ble det brukt fire kysttorskstammer innsamlet henholdsvis fra Porsangerfjorden, Tysfjorden, Helgeland og Øygarden. De spenner over et stort geografisk område (se kartskisse). I Paris-

vatnet ble det i 2003 etablert 40 egne gyteenheter for produksjon av familiegrupper fra de ulike populasjonene. Gyteforsøk basert på de fire stammene ble gjennomført både i 2003 og 2004, og befruktede egg fra de enkelte enhetene ble registrert daglig, eggkvaliteten ble vurdert og eggene ble eventuelt lagt inn i klekkeriet for videre klekking. De familiegruppene som klekket samtidig, ble umiddelbart slått sammen, og larvene ble startfôret både i intensive og ekstensive systemer. De intensive systemene er karakterisert ved innendørsoppdrett i kar og bruk av høye tettheter av torskelarver og byttedyr (hjuldyr og saltkreps). Det ekstensive systemet er posert ved Parisvatnet der det ble benyttet lavere tettheter av larver og naturlig plankton som byttedyr (copepoder). Når larvene ble store nok ble de tilvent formulert fôr, og den produserte yngelen danner nå grunnlag for videre forsøk i merdfasen. Avkommet fra 2003-årsklassen er individuelt merket og går nå i vekstforsøk ved Havforskningsinstituttet. Mikrosatellitt DNA-analyser er nødvendig for identifisering til familie og stamme. Det tilsvarende materialet produsert i 2004 er mer omfattende, og i alt tre vekstforsøk blir nå satt opp. Et parallelt forsøk med samme familie- og stammemateriale blir også satt opp ved Fiskeriforskning i Tromsø, slik at egenskapene til fisken kan testes under forskjellige miljøforhold.

Et viktig moment i oppsettet av forsøket var å samle inn stamfisk i god tid, slik at den fikk tid til å akklimatisere seg til oppdrettsbetingelsene. Dette var viktig for at gytetidspunktet skulle bli så likt som mulig for de ulike stammene. Stamfisk for gyting i 2003 ble derfor samlet inn våren 2002. Gytingen ble undersøkt gjennom hele sesongen i 2003, og det viste seg å være klare forskjeller mellom stammene når det gjaldt gyteforløp og gytetidspunkt. Det var særlig stamfisk fra Helgeland som utmerket seg med et mye senere tidspunkt for gytingen enn de andre stam-

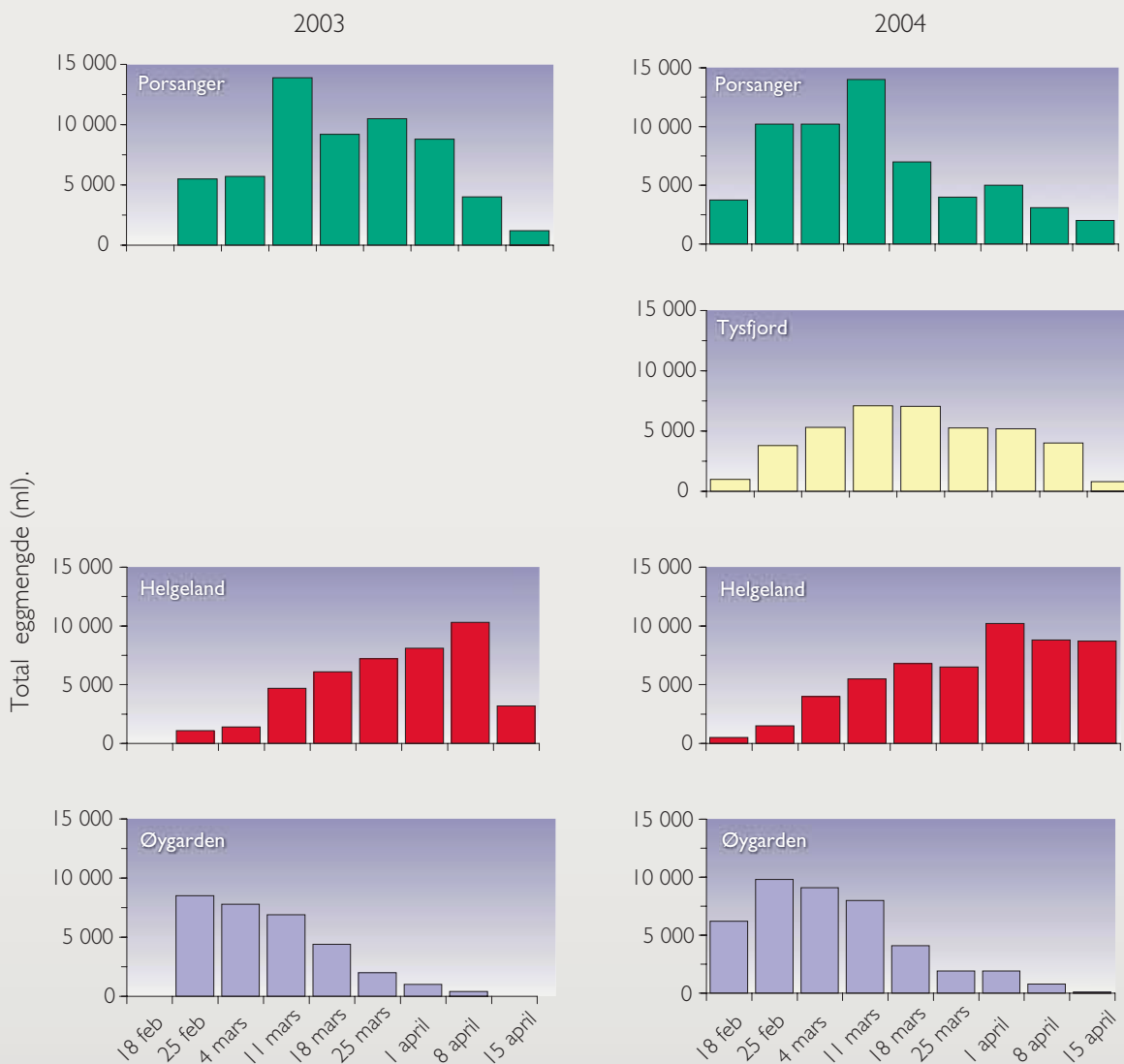
mene. Det var også forbausende at det samme gytemønsteret var opprettholdt også i 2005 (se figuren nedenunder) for denne stammen. Observasjonene her tyder på at også genetiske komponenter er medvirkende for å bestemme gytetidspunkt for en torskstamme. Dersom dette er en tilpasning til lokale forhold, kan det ha betydning for hvilken stamfisk en skal velge til dette området.

#### Perspektiver

Selv om de endelige resultatene fra dette prosjektet ikke foreligger, bekrefter de

foreløpige resultatene at vi har betydelig genetisk variasjon mellom torskbestander i våre farvann. Vi vil i løpet av et par år ha etablert mer fullstendige genprofiler på torsk i norske farvann, inkludert Skagerrakkysten. Det vil også foreligge resultater og kunnskap om hvordan avkom fra ulike kysttorskstammer klarer seg under oppdrettsbetingelser. Dette vil være et viktig fundament i vurderingen av om vi trenger å utvikle en eller flere oppdrettsstammer.

Rømming fra oppdrettsanlegg har i mange tilfeller blitt betraktet som utilsiktet utset-



**Figur 5.9.2**

Gyteforløp (eggmengde/tidsrom) for ulike kysttorskstammer fra fire lokaliteter på norskakysten. Data fra gyteforsøkene i 2003 og 2004 er gitt.

Spawning course (amount of egg at a given time interval) for Atlantic cod (*Gadus morhua*) collected at four different localities along the Norwegian coast. These are results from spawning experiments in 2003 and 2004.

ting, og har blitt sammenlignet med både havbeite på marine arter og kultiveringsarbeid (laks, aure) i ferskvann. Vi kjenner godt til debatten og problemene for laks, med sikringssoner, nasjonale laksevassdrag osv. For marine arter har regelverket blitt utformet for å redusere uønsket miljøpåvirkning, inkludert genetiske effekter i forbindelse med havbeite. I forskriftene til lov om havbeite er det blant annet et krav om bruk av stedeigne stammer til utsetting. I arbeidet med den nye lov om akvakultur, som skal erstatte både den gamle oppdrettsloven og lov om havbeite, er det også lagt inn betydelige forslag til føringer når det gjelder miljøpåvirkning. Det er derfor viktig at det fremskaffes best mulig kunnskap for å kunne vurdere veivalgene videre når det gjelder kommersielt oppdrett av torsk.

Den store utfordringen ligger i å utvikle den nye torskenæringen på en slik måte at den ikke blir en trussel mot de naturlige bestandene. Kunnskap vil her være en nøkkelfaktor når videre strategi for oppdrett skal velges, og krav og tiltak fra forvaltningsmyndighetene skal vurderes. Torsk har en annen atferd enn laks, og foreløpig erfaring tyder på at det vil bli vanskelig å hindre rømming. Videre vil torsk i motsetning til laks kunne gyte i merdene. Dermed vil utforming av kriterier for valg av stamfisk og vurdering av ulike strategier for avlsarbeid være viktige elementer for å redusere mulighetene for en uønsket genpåvirkning i de naturlige torskebestandene.

### Summary

Atlantic cod is proposed to be the new species for farming. Research institutions and the farming industry are now investing significant resources in developing cod farming. As for Atlantic salmon it is important that the domestication process is selecting the genetic material appropriate for farming conditions. A broad genetic material is important when initiating a selective breeding programme to improve economically important traits. A selective breeding programme is being established in Tromsø and will contribute to the future economy in the industry. Any breeding programme will change the genetic compositions of the farmed strain, and the aspects of escapees and risks for negative genetic influence on the wild cod stocks must be evaluated. The coastal cod populations along the Norwegian coast consist of several separate units, and some of these are depleted and possibly sensitive for genetic influence. Based on economically considerations in the breeding programme it is optimal to develop one single "Royal Norwegian cod strain" that can be used everywhere from Lindesnes in south and up to Finnmark in the north. But is it likely that a single strain is optimal under all environmental conditions? And how large is the variation in gene profiles among cod from different geographic regions? Can a highly selected farmed cod strain represent a threat against small and locally adapted coastal cod populations?

# Kapittel 6

Skalldyr og havbeite



# 6.1

## Giftige skjell

### 6.1.1 Plantep plankton langs kysten

Løpende data om planktonalger, med vekt på de skadelige typene, produseres i et bredt samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Norges veterinærhøgskole, OCEANOR, NIVA, Fiskeridirektoratet og Mattilsynet med underliggende enheter. Den landsdekkende rutineovervåkingen i regi av Mattilsynet foregikk i 2004 ukentlig fra midten av mars til ut i oktober på 26 stasjoner fra Østfold til Finnmark. I ukentlige nyhetsbrev på Internett (<http://algeinfo.imr.no>), kalt "algeinfo", er det informert om den aktuelle algesituasjonen langs hele kysten, bortsett fra på vinteren. I 2004 ble det utgitt 33 "algeinfoer". I det følgende er denne informasjonen kort summert på årsbasis.

Einar Dahl  
einar.dahl@imr.no

#### Alger på kyststrekningen Østfold–Vest-Agder

På denne delen av kysten utfører Havforskningsinstituttet en utstrakt overvåking. I Flødevigen ved Arendal er det særlig hyppig prøvetaking. Her tas algeprøver tre ganger per uke, og etter vår erfaring gjenspeiler prøvene fra Flødevigen i store trekk situasjonen langs hele Sørlandet (Telemark–Vest-Agder).

Algemengden i Flødevigen, målt som klorofyll (Figur 6.1.1.1), viste en kraftig våroppblomstring i februar–mars, deretter litt skiftende, men nokså normale algemengder frem til midt i juni. Fra midten av juni til slutten av september var det gjennomgående lite alger målt som klorofyll, og resten av året var det litt skiftende, men nokså normale mengder.

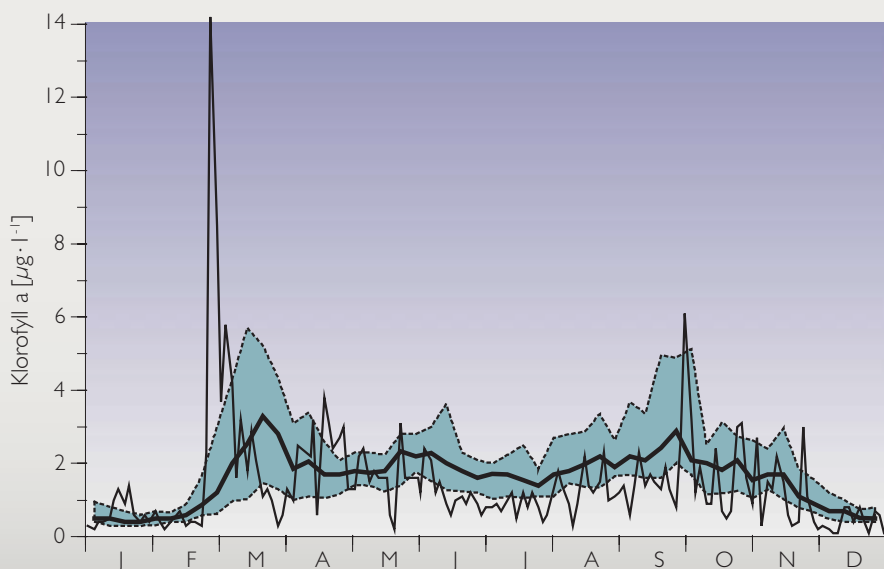
I 2004 var det en markert og tidlig våroppblomstring av kiselalger i februar–mars, preget av *Skeletonema costatum*. I etterkant av kiselalgenes våroppblomstring kom en liten oppblomstring av *Chattonella*, en art som i 1998 og 2001 gav noe fiskedødelighet. Fra april og videre utover i sesongen var ikke algeforholdene særlig spesielle. Kalkflagellaten *Emiliania hux-*

*leyi* gav som vanlig grønnlig farge til sjøen langs Skagerrakkysten en periode i mai–juni. I slutten av juli var morildalgen, *Noctiluca scintillans*, mer tallrik enn vanlig, og ble observert på dagtid som belter av rødlig sjø og om natten som kraftig morild. Etter sommeren forekom det varierende mengder planktonalger langs kysten av Skagerrak, uten at det var noen spesielle oppblomstringer. Ulike kiselalger var ofte nokså tallrike.

Forekomstene av skadelige alger har vært normale til beskjedne (Figur 6.1.1.2, 6.1.1.3 og 6.1.1.4). Det mest uvanlige var relativt mye *Protoceratium reticulatum* i Kragerøområdet i slutten av mai, som førte til at blåskjell akkumulerte yessotoksiner (YTX) over faregrensen en kort periode.

#### Alger på kyststrekningen Rogaland–Sogn og Fjordane

Også på kyststrekningen Rogaland–Sogn og Fjordane kom våroppblomstringen av kiselalger godt i gang i mars, og den varte til langt ut i april flere steder. I tillegg hadde våroppblomstringen innslag av geléalgen *Phaeocystis* på denne kyststrekningen. Etter den første våroppblomstringen i mars–april ble det stedvis registrert mye alger på flere av overvåkingsstasjonene, og det var ofte nokså store forskjeller mellom stasjoner. Det er ikke uvanlig langs



Figur 6.1.1.1

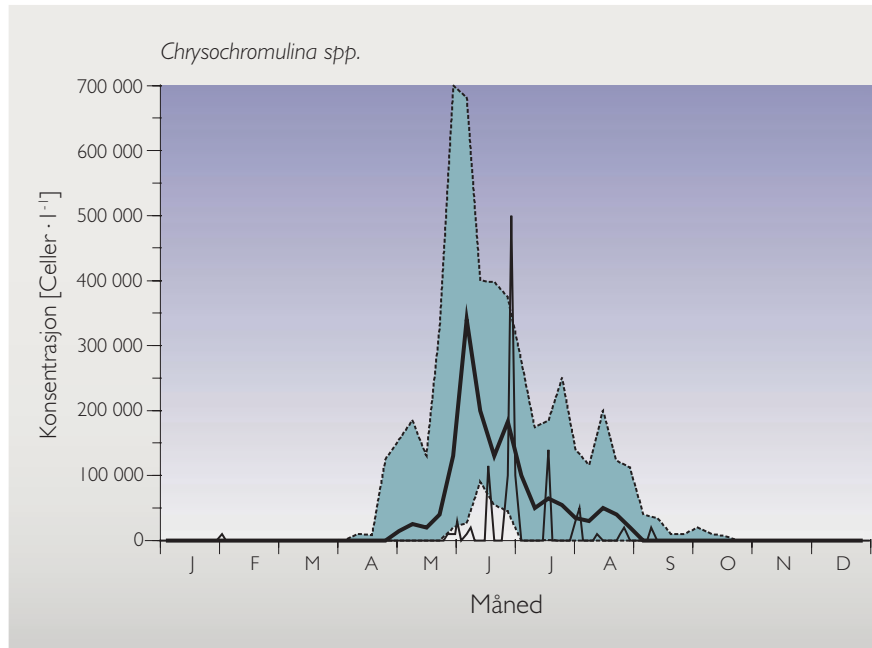
Klorofyll a i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2004. Tykk heltrukken linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2003. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde).

Chlorophyll a in Flødevigen Bay, 0–3 m depth.

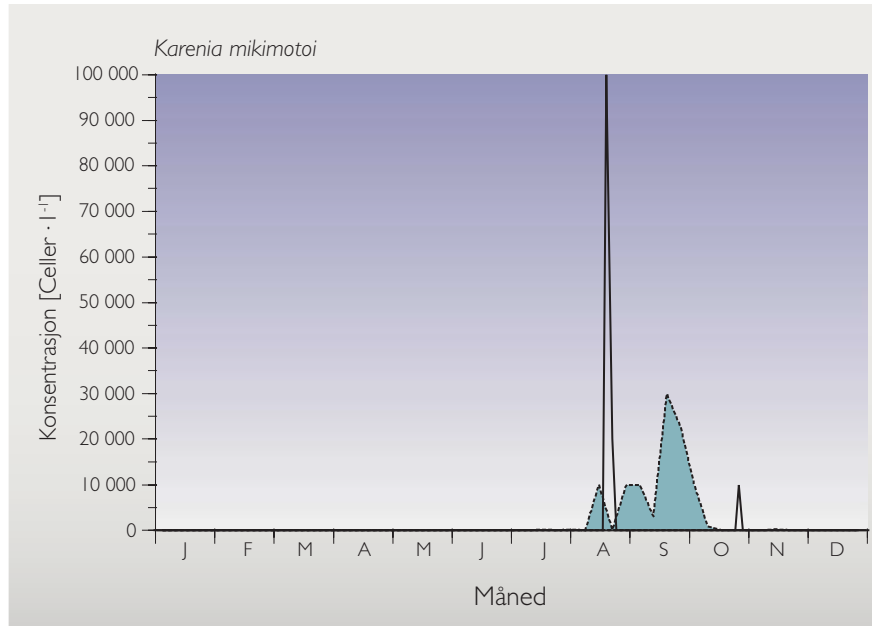
The thin line is data from 2004. The thick line is medians for every week based on all data for the period 1989–2003. Dotted lines are first and third quartiles.

**Figur 6.1.1.2**

*Chrysochromulina* spp. i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2004. Tykk heltrukken linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2003. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde).  
*Chrysochromulina* spp. in the Flødevigen Bay, 0–3 m depth. The thin line is data from 2004. The bold line is medians for every week based on all data for the period 1989–2003. Dotted lines are first and third quartiles.


**Figur 6.1.1.3**

*Karenia mikimotoi* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2004. Tykk heltrukken linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2004. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde).  
*Karenia mikimotoi* in the Flødevigen Bay, 0–3 m depth. The thin line is data from 2004. The bold line is medians for every week based on all data for the period 1989–2004. Dotted lines are first and third quartiles.



denne kyststrekningen med såpass komplisert topografi, og hvor overvåkningsstasjoner ligger både inne i fjorder og ute i skjærgården. Gjennom hele perioden mai–august var innslaget av kiselalger stadig høyt på en eller flere stasjoner på strekningen Rogaland–Sogn og Fjordane. Kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* var vanlig på denne kyststrekningen fra slutten av mai og gjennom mye av sommeren, men ble ikke spesielt tallrik. I løpet av høsten ble det stadig påvist mye kiselalger på flere overvåkningslokaliteter, ikke minst innover i de mer beskyttede områdene. Vanligst var *Pseudo-nitzschia* spp., men andre slekter kunne være tallrikt til stede. Selvdag overvåkningsprogrammet ble avsluttet i slutten av oktober, var det mye alger noen steder langs strekningen Rogaland–Sogn og Fjordane.

Forekomsten av skadelige alger var i 2004 liten, og mindre enn vanlig, på denne strekningen, men igjen var det særlig de midtre og indre deler av de store fjordene som var mest rammet.

#### Alger på kyststrekningen Møre og Romsdal–Nord-Trøndelag

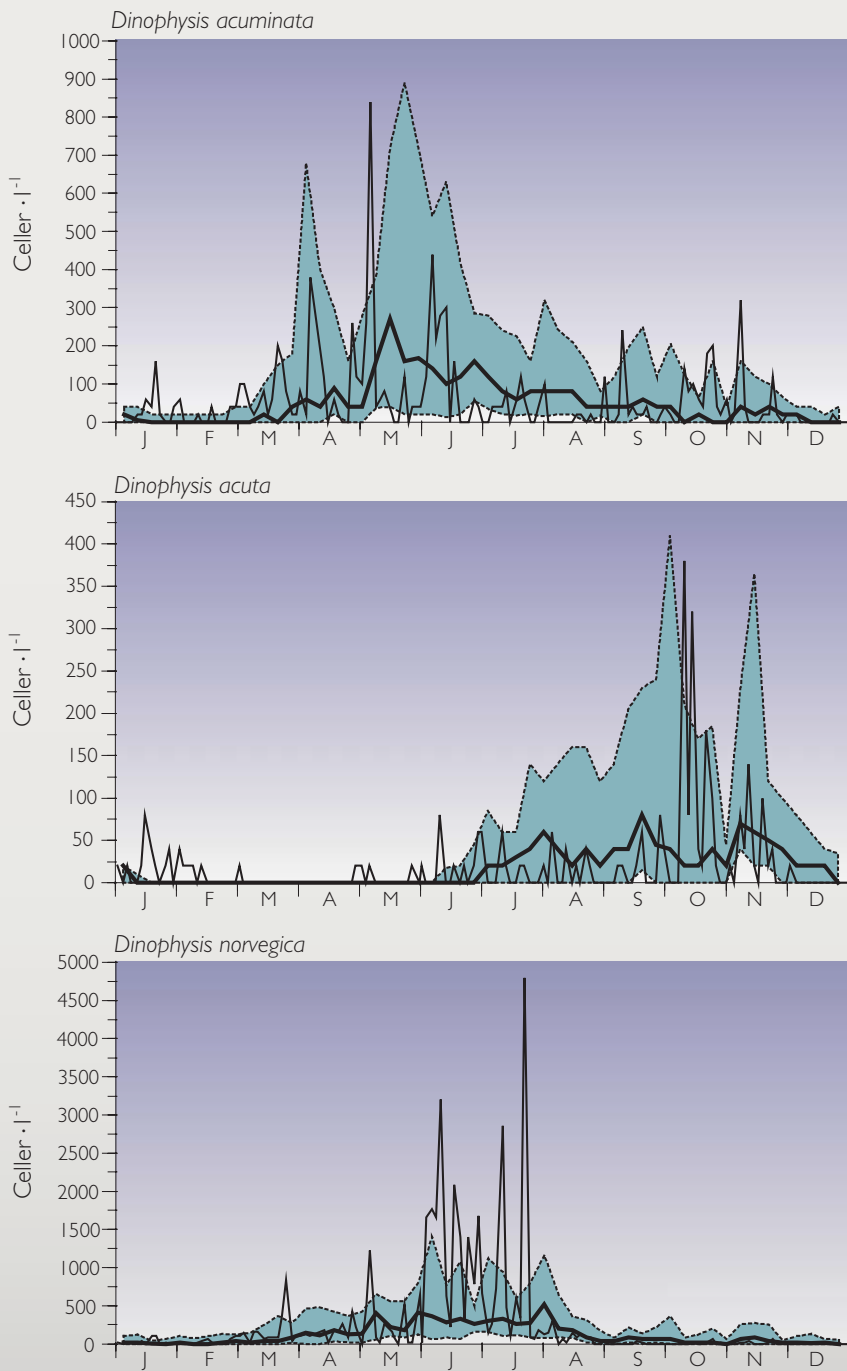
Kiselalgenes våroppblomstring foregikk i slutten av mars på denne kyststrekningen. Kiselalger fortsatte å prege algebildet i dette området gjennom mye av sommeren, særlig i deler av Nord-Trøndelag hvor det varte helt til begynnelsen av august. *Skeletonema costatum* var den dominerende arten. Fra tidlig i juni ble også kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* vanlig, og den holdt seg tallrik helt frem til slutten av august. Fra september og utover var det i store trekk bare moderate til små algemengder på denne kyststrekningen.

Innslaget av skadelige alger var stort sett mindre enn vanlig i området Møre og Romsdal til Nord-Trøndelag, men igjen var det noe *Alexandrium* på flere stasjoner syd i området fra slutten av mars til ut i juni. I Trondheimsfjorden var det en periode med en del *Dinophysis* spp. fra midt i september og utover.

#### Alger på kyststrekningen Nordland–Finnmark

På strekningen Vikna–Finnmark var våroppblomstringen i deler av Nordland og Sør-Troms godt i gang i siste halvdel av mars. I nord var både kiselalger og *Phaeocystis* tallrike under våroppblomstringen. I Finnmark kom våroppblomstringen i gang i april. Etter våroppblomstringen var det nokså varierende med alger på denne lange kyststrekningen frem til i slutten av juni. Ofte var det mest i sør, og der det var





**Figur 6.1.1.4**

*Dinophysis acuminata*, *D. acuta* og *D. norvegica* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2004. Tykk heltrukken linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2003. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde). *Dinophysis acuminata*, *D. acuta* and *D. norvegica* in the Flødevigen Bay, 0–3 m depth. The thin line is data from 2004. The bold line is medians for every week based on all data for the period 1989–2003. Dotted lines are first and third quartiles.

mye alger bidro særlig kiselalger. Fra slutten av juni ble *Emiliania huxleyi* tallrik i Nord-Norge, og frem til august dannet den til dels tette bestander og grønn sjø langs store deler av strekningen Nordland–Finnmark. Den var i 2004 mer vanlig i Nord-Norge enn lenger sør. Fra et stykke ut i august og frem til overvåkingen sluttet i slutten av oktober var det stort sett lite alger i Nord-Norge.

Forekomsten av skadelige alger, spesielt *Dinophysis acuta*, var relativt betydelig i Nord-Norge fra midt i august og frem til november. Høsten 2004 var det derfor flere advarsler mot diarégifter i skjell her enn lenger sør.

#### Summary

Reports on the algae community with emphasis on the toxic ones are produced continuously in broad cooperation between the Institute of Marine Research, the Norwegian Veterinary College, OCEANOR, NIVA, the Directorate of Fisheries and the Norwegian Food Safety Authority. The surveillance programme covered the coast from Østfold (south and east) to Finnmark (north) weekly from mid-March to October at 26 stations. A newsletter produced (<http://algeinfo.imr.no/>), called “algeinfo” gives information around the situation along the coast except the winter. For 2004 a total of 33 reports were produced.

### 6.1.2 Giftige alger – analyse før høsting av blåskjell

Blåskjell lever av å filtrere ut og spise små, organiske partikler fra sjøen. Den viktigste føden for skjellene er frittlevende, mikroskopiske alger, kalt planteplankton eller algeplankton. Ved tilstedeværelse av giftig algeplankton vil skjell akkumulere toksinene fra disse. Mengden av giftige alger til stede sier noe om risikoen for at skjell kan akkumulere algegifter til nivåer som gjør dem uegnet til konsum. Analyser av forekomsten av giftige alger brukes som en del av grunnlaget for tillatelser til skjellprodusenter til høsting av skjell og råd til publikum som vil høste av naturlige bestander.

Tonje Castberg

tonje.castberg@imr.no

Einar Dahl

einar.dahl@imr.no

Eli Gustad

eli.gustad@imr.no

Lars Johan Naustvoll

lars.johan.naustvoll@imr.no

Føden til skjellene lever frittlevende i sjøen, og skjellene tar opp fødepartiklene ved å filtrere vann over gjellene. Gjellene er dekket av slim og små hår (cilier) som samler opp partikler fra vannet. Fra gjellene blir fødepartiklene i varierende grad, og til dels etter sortering, ført videre i slim mot munnen til skjellet hvor de tas inn i fordøyelsessystemet. Ulike skjellarter har ulike egenskaper med hensyn til opptak og sortering av partikler. Mengde vann som et skjell kan filtrere varierer betydelig, særlig avhengig av størrelsen på skjellene og mengden matpartikler i vannet. Både ved svært lave og høye konsentrasjoner av matpartikler reduserer skjellene ofte sin filtreringsrate. Et blåskjell på ca. 5 cm vil kunne filtrere fra 1 til 10 liter i timen.

Skjellenes hovednæring er mikroskopiske alger, planteplankton, men de vil også kunne nyttegjøre seg av andre organiske partikler (f.eks. bakterier og detritus). Planteplanktonet består hovedsakelig av arter som ikke er giftige, men en liten andel er giftige, og av og til kan tilstedeværelsen av disse få konsekvenser. Når det er giftige alger til stede i sjøen spiser skjellene også dem, og kan da selv bli giftig mat for konsumenter, for eksempel oss mennesker, uten at skjellene selv tar noen skade. Det er til enhver tid noen giftige alger i sjøen, men mengden varierer mye gjennom året. Faren for opphopning av algegifter i skjell er størst når giftige alger forekommer i relativt høye konsentrasjoner, og særlig dersom de giftige algene utgjør en forholdsvis stor andel av det planteplanktonet.

net som er tilgjengelig mat for skjellene. Det er imidlertid slik at giftigheten av de potensielt giftige algene varierer betydelig, av årsaker vi stadig har mangelfull kunnskap om. Derfor kan det også være relativt store mengder potensielt giftige alger til stede uten at skjell blir giftige. Til tross for dette er resultater av algeanalyser hensiktsmessige og kostnadseffektive når skjelldyrkere søker om høstingstillatelse og Mattilsynet gir råd til publikum om høsting og konsum av naturlige bestander av blåskjell. Norge er av de land som har mest erfaring med bruk av algeanalyser ved rådgivning og forvaltning i forbindelse med algegifter i skjell.

#### Ulike arter har ulike faregrenser

Langs norskekysten finner man i perioder alger som produserer toksiner. De vanligste toksingruppene gir PSP (Paralytic Shellfish Poisoning – lammende skjellforgiftning) eller DSP (Diarrhetic Shellfish Poisoning – diarégivende skjellforgiftning). Det har også vært noen få tilfeller med betydelige mengder av andre typer algegifter i norske skjell, som yessotoksiner (YTX), azaspiracider (AZA), pecenotoksiner (PTX) og domoisyre (DA). Det siste kan gi ASP (Amnesic Shellfish Poisoning – skjellforgiftning med hukommelsestap). Gjennom en årrekke med forskning og overvåkning har man etter hvert påvist viktige kildearter for de ulike algegiftene. Denne kunnskapen danner grunnlaget for at algeanalyser kan brukes til å varsle om mulig fare for akkumulering av algegifter i skjell. Gjennom egen forskning og erfaring, kombinert med bruk av kunnskap fra andre land, er det etablert faregrenser for alger som kan gi giftige skjell. Faregrensen for en art er den konsentrasjonen av arten som på relativt kort tid, ca. en uke, kan føre til giftakkumulering i skjell i en slik grad at skjellene blir giftige for oss mennesker. I løpet av de siste årene har faregrenser for noen arter blitt justert ettersom vi har vunnet ny kunnskap. Tabell 6.1.2.1 viser de faregrenser som gjelder fra

**Tabell 6.1.2.1**

Veiledende faregrenser for alger som kan gjøre skjell giftige. Når faregrensen overskrides rådes publikum å høste ville skjell for konsum.

Algeart	Celler/liter	Forgiftningstype
<i>Alexandrium spp.</i>	200	PSP
<i>Dinophysis acuminata</i>	1 500	DSP
<i>Dinophysis acuta</i>	200 eller 100*	DSP
<i>Dinophysis norvegica</i>	4 000	DSP
<i>Protoceratium reticulatum</i>	1 000**	Yessotoksiner
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	1 000 000**	ASP

\* Dersom 100 celler/liter i tre uker på rad

\*\* Gir grunnlag for hygienisk vurdering



1. Ytre Østfold, Høkeliholmen
2. Ytre Østfold, Gullholmen (Moss)
3. Asker og Bærum, Vollen
4. Nordre Vestfold, Vallø (Tønsberg)
5. Nedre Telemark, Saltneven (Kragereø)
6. Aust-Agder, Flødevigen (Arendal)
7. Vest-Agder, Dalskilen
8. Dalane, Sirdal og Flekkefjord, Nordasundet
9. Midt-Rogaland, Lundsåvågen (Hundvågen)
10. Haugaland, Skjoldastraumen
11. Sunnhordland, Laukhammarsundet (Haukanes)
12. Bergen, Hjeltefjorden
13. Nordhordland, Kvalvågneset (Lurefjorden)
14. Indre Sogn, Vangsnes i Sognefjorden
15. Nordfjord, Vemmelsvik, Almenning
16. Ålesund, Borgundfjord
17. Romsdal, Molde, Cap Clara
18. Ytre Nordmøre, Ekkilsøy
19. Frøya og Hitra, Skarsvågen/Siholmen
20. Trondheim, Pir I
21. Namdal, Altebotn
22. Sør-Helgeland, Vistenfjorden (Langkilen)
23. Salten, Mørkvedbukta/Mørkved
24. Sør-Troms, Kvæfjord (Harstad)
25. Vest-Finnmark, Årøya (Alta)
26. Øst-Finnmark, Kiby (Vadsø)

**Figur 6.1.2.1**

Overvåkningsstasjoner for algegifter i skjell i 2004.

*Monitoring stations for algal toxins in shellfish in Norway 2004.*

januar 2005. Som det fremgår av tabellen varierer faregrensen mye fra art til art.

#### Bruk av algeanalyser i skjellhøstingssammenheng

I forbindelse med høsting av blåskjell blir algeanalyser benyttet i to sammenhenger: 1) til å gi høstingstillatelse i forbindelse med skjellproduksjon og 2) som grunnlag for kostholdsråd til publikum. Videre har EU laget direktiver knyttet til skjell dyrking, som også setter visse krav til overvåkning av alger i de områdene man vil produsere og høste skjell.

##### 1) Høstingstillatelse for skjellanlegg

En uke før planlagt høsting bør en skjell dyrker få analysert en prøve av vannet som strømmer inn i skjellanlegget for å dokumentere forekomsten av potensielt giftige alger. Dersom det er få eller ingen potensielt giftige alger i den prøven, og det aktuelle kystavsnittet ellers ikke har problem med algegifter i skjell, er det lite sannsynlig at skjellene i anlegget inneholder algegifter av betydning. Ønsker man å sette i gang høsting må likevel skjellene sjekkes for algegifter og en ny algeprøve analyseres umiddelbart før man starter høstingen, for å dokumentere at det fortsatt ikke er farlige giftalgemengder til stede.

Resultatene av giftanalysene av skjellene er avgjørende for en høstingstillatelse, men selv om giftinnholdet i skjellene er under grensen for salg og konsum, kan en tillatelse i noen tilfeller holdes tilbake dersom det er giftige alger til stede over de gjeldende faregrenser. Erfaringsmessig oppstår det sjelden en slik situasjon, men man har sett at giftmengden i skjellene på kort tid kan øke til over grensene for omsetning når kildeorganismen er til stede i høyt antall, så derfor har man denne forsiktighetsregelen. En mer positiv bruk av algeanalyser sett fra skjellprodusenters ståsted er at algeanalyser kan brukes til å forlenge høstingstillatelse. Et anlegg som har høstingstillatelse ut fra en analyse av algegiftinnhold i skjellene, kan få forlenget tillatelsen opptil en uke, dersom en ny algeanalyse viser fortsatt lave forekomster av potensielt giftige alger.

##### 2) Bruk av algeanalyser i forbindelse med ukentlige råd til publikum

I regi av Mattilsynet har det de senere år pågått en overvåkning av algegifter i blåskjell for å kunne råde publikum om mulighetene for å plukke og spise fra de naturlige skjellforekomstene langs kysten. Programmet starter hvert år i mars og avsluttes i oktober. I fjor var 26 stasjoner

med i overvåkingen (Figur 6.1.2.1). I mars hvert år samles det inn blåskjell, vannprøver og håvtrekk fra alle stasjonene. Skjellene analyseres for algegifter, og vannprøvene og håvtrekkene for innhold av giftige alger. Dersom skjellenes giftinnhold og mengden giftige alger i et område er under gjeldende faregrenser, informeres publikum om at de kan plukke og spise skjell fra det aktuelle området. Dersom skjellene fra en stasjon inneholder gift over gitte grenser, blir publikum advart mot å høste og konsumere skjell fra det området. En slik advarsel kan også gis dersom algeanalysen viser forekomster av giftalger over faregrensene, selv om giftmengden i skjellene er under. For områder hvor det advares mot plukking av skjell fortsetter man med ukentlige algeanalyser, og når algedata indikerer at det er lite sannsynlig med algegifter i skjellene, blir det tatt nye skjellprøver for å analysere algegifter direkte i skjellene. Et område som har vært "stengt" for plukking av skjell blir ikke åpnet igjen før en ny analyse av skjellene viser at de ikke inneholder algegifter av betydning, og algebildet samtidig indikerer liten fare for opphopning av algegifter. Fordi algegiftanalyser av skjell er relativt kostbare, tas disse sjeldnere enn algeanalyser. Mange områder holdes der-



### 6.1.3 Avgiftning av skjell

Avgiftning av skjell er omdiskutert, i den forstand at avgiftningen kan stimuleres og at skjellene kan avgiftes kostnadseffektivt i kar på land. Uansett er kunnskap om avgiftningsprosessene viktig for å kunne planlegge driften i blåskjellnæringen. Tolkningen av data på avgiftning kan være kritisk for konklusjonen, og denne artikkelen presenterer resultater og betraktninger fra et arbeid på avgiftning av ett og to år gamle blåskjell under naturlige forhold. Er det grunn til å stille spørsmål ved tidligere antatte sannheter om avgiftning av skjell?

**Figur 6.1.3.1**  
Blåskjell (*Mytilus edulis*).  
Blue mussels.

Arne Duinker

duinker@nifes.no  
NIFES

Morten Bergslien

morten.bergslien@nifes.no  
NIFES

Det har vært mange diskusjoner i den gryende blåskjellnæringen om avgiftning av skjell. Problemet med giftige skjell oppdages for mange først når skjellene skal høstes, og da er det for sent med andre alternativer: Skjellene må avgiftes, enten naturlig eller "kunstig". Mange har prøvd å stimulere avgiftningen, enten ved senking på dypt vann eller i kar på land, med eller uten føring, men disse metodene har sine begrensninger. Slik kunstig avgiftning har ennå ikke slått gjennom i kommersiell bruk, verken her hjemme eller andre steder i verden.

Etter hvert som næringen får mer erfaring, er det en del kunnskap som kan vise seg nyttig for best mulig å kunne omgå problemet med giftalger. Nye anlegg lokali-

seres i større grad i områder med mindre problemer med algegifter, men samtidig gode produksjonsforhold, og mottaksanleggene har et større nettverk med bedre muligheter til å hente skjell fra ett område når et annet har algegifter. Vi får bedre erfaring med når det er størst fare for giftalger og når det er sikrest å høste, samtidig som vi får sikrere forvarsler fra et bedre varslingssystem langs kysten, etter hvert som Mattilsynets algedatabase kommer i drift. Likevel er det ikke til å unngå at vi kan få giftalger i perioden da vi planlegger høsting. Da er det viktig med kunnskap om hvor lang tid det tar for at skjellene går seg giftfrie, med ulike nivåer av algegifter og ved ulike miljøforhold og tider på året. Jo mer vi har av erfaring og kunnskap, desto lettere er det å planlegge.

#### Forsøk med avgiftning av ett og to år gamle blåskjell

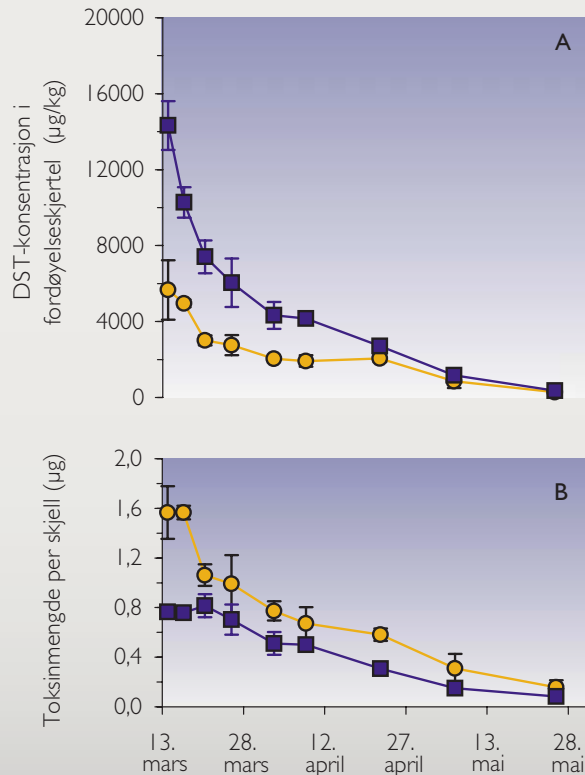
NIFES har i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Høgskolen i Sogn og Fjordane og aktører fra næringen begynt arbeidet med å nøste opp i hva som påvir-



**Figur 6.1.3.2**

Avgiftning av ett og to år gamle blåskjell sett som **A** nedgang i konsentrasjon av toksinene i fordøyelseskjertelen og **B** nedgang i total mengde toksiner per skjell.

*Detoxification of DST in one and two year old mussels seen as; A decline in toxin concentration in the digestive gland and B decline in toxin burden, i.e. total toxin content per individual.*



ker avgiftningen av skjell. De paralytiske toksinene, PSP, er godt studert av kolleger i andre land som USA, Canada med flere. Diarétoksinene er derimot mindre vanlige rundt om i verden, og det er først og fremst Europa med land som Italia, Spania og de nordiske landene som har problemer med DSP. Disse er dermed mindre studert, og det er mye grunnleggende kunnskap som mangler, ikke minst under norske forhold. Vi har tidligere sett på variasjonen i DSP innen et blåskjellanlegg under avgiftning og pekt på potensielle forskjeller mellom indre og ytre deler av anlegget i forhold til strøm og med dyp (se Strohmeier m.fl., Havbruksrapport 2003). Slik kunnskap er viktig for korrekt prøvetaking til toksinanalyse. I tillegg vet vi fra litteraturen at innhold av forskjellige algegifter kan variere mellom ulike størrelser av skjell. Ofte er det flere aldersklasser til stede i et anlegg samtidig, og vi ønsket derfor å se på hvilken effekt størrelse og alder har på innholdet av algegifter. Effekter av størrelse og alder kan eventuelt spille inn på både opptak og utskillelse av algegifter. Vi valgte i første omgang å fokusere på avgiftningen. Vi fikk derfor tak i ett og to år gamle blåskjell med høye DSP-verdier. Blåskjellene ble satt ut i strømper i sjøen og fulgt gjennom to måneder fra våroppblomstringen og utover med prøvetaking av skjell og miljøforhold.

#### Forskjeller i utgangspunkt

De to år gamle skjellene gytt i begynnelsen av forsøket, noe som ga en økning

i toksinkonsentrasjon i hel innmat. Vi valgte derfor å se på konsentrasjonen av toksinene i fordøyelseskjertelen, som hos blåskjell inneholder over 90 % av toksinene. Fordøyelseskjertelen ble ikke påvirket av gytingen, og dermed fikk ikke gytingen noen betydning for forsøket.

Da vi startet forsøket hadde de ett år gamle skjellene dobbelt så høye konsentrasjoner av DSP som de to år gamle skjellene, selv om begge aldersgruppene var hentet fra det samme anlegget i indre Sognefjorden noen uker tidligere. Dette er interessant i seg selv og viser igjen hvordan giftinnholdet kan variere innen et anlegg. Små skjell vokser raskere enn eldre skjell, og må dermed spise mer i forhold til kroppsvekten. Dette kan være grunnen til at de yngste skjellene hadde så mye høyere giftinnhold. Ulikheter mht. tetthet kan ha forsterket denne forskjellen, siden det var høyere antall kilo per meter av de to år gamle skjellene og dermed større konkurranse om føden. Det som gjenstår nå er å se hvordan giftinnholdet kan variere mellom store og små skjell hentet fra det samme området av en strømpe eller samler.

#### Halveringstider

Den store forskjellen i utgangspunkt var en utfordring for hvordan vi så på avgiftningen. Når vi ser på Figur 6.1.3.2A ser det opplagt ut at de yngste skjellene hadde raskere avgiftning enn de eldre, siden forskjellen er stor ved start og mindre siden. Her er det viktig å holde tungen rett i mun-

nen! Avgiftning følger vanligvis en eksponentiell nedgang, det vil si at det går fort i begynnelsen, men så avtar hastigheten ettersom konsentrasjonene blir lavere. En eksponentiell kurve har en konstant halveringstid, det vil si at med for eksempel en halveringstid på to uker, vil verdien halveres hver annen uke gjennom hele forsøket. Halveringstid er derfor det beste målet for å sammenlikne avgiftningshastigheter. Omregnet til halveringstider var det ingen signifikante forskjeller mellom de ett og to år gamle blåskjellene i forsøket.

#### Fortynning

Halveringstiden var 36 dager for de ett år gamle skjellene mot 45 dager for de to år gamle skjellene, noe som tilsier en litt raskere avgiftning av de yngste skjellene. Her er det imidlertid nok en gang viktig å tenke seg om. De yngste skjellene vokste nemlig raskere enn de eldre skjellene, og fordøyelseskjertelen hos de yngste skjellene doblet seg fem ganger, mot to ganger for de eldre skjellene. Denne veksten har selvsagt tynnet ut toksinene i tillegg til at toksinene er blitt skilt ut av skjellene, og vi ville fått nedgang i konsentrasjon selv om det ikke hadde vært noen reell nedgang i toksinnmengden per skjell. I Figur 6.1.3.2B har vi derfor regnet ut toksinnmengden per skjell gjennom forsøket, og vi ser her at den nå er høyest hos de eldre skjellene. Likevel er det igjen ingen signifikant forskjell i halveringstid mellom aldersgruppene med 50 og 53 dager for henholdsvis ett og to år gamle blåskjell, og denne gan-

gen kan vi sette to streker under svaret. Tilsvarende vurderinger er viktig å ta med når man vurderer effekten av fødemengder på avgiftning av skjell. Dersom man fører skjellene lenge nok vil det til slutt bli lave toksinkonsentrasjoner i skjell som har vært føret og vokst godt i forhold til skjell som har sultet. Likevel har ikke skjellene nødvendigvis blitt stimulert til å skille ut toksinene raskere, og begge gruppene kan sitte igjen med den samme mengden toksiner totalt. En slik avgiftning vil være kostbar dersom det er snakk om toksinkonsentrasjoner godt over grenseverdien.

#### Miljøfaktorer

I løpet av forsøket varierte miljøforholdene en god del. Temperaturen steg fra 5–6 °C i februar til 11 °C ved avslutningen i mai. Fødeforholdene varierte fra våroppblomstring med relativt høye konsentrasjoner av kiselalger, til klart vann i midten av forsøket. I en periode med høye konsentrasjoner av algeslekten *Phaeocystis* stoppet skjellene trolig filtreringen i to til tre uker. Likevel ble ikke avgiftningshastigheten, sett som nedgang i giftmengde per skjell, nevneverdig påvirket. Fra før vet vi at skjellene kvitter seg med toksinene selv gjennom vinteren med lave temperaturer og lite mat, og svenske forsøk av rundt en måneds varighet med ulike fødekonsentrasjoner har ikke gitt utslag på avgiftningshastigheten. På den annen side har spanske studier vist at avgiftningen skjer raskere i anlegg med bedre fødetilgang og veksthastighet. Selv har vi foreslått at skjell i deler av anleggene med bedre fødetilgang og vekst avgiftes raskere enn deler med mindre mat og sakte vekst (se Strohmeier m.fl., Havbruksrapport 2003). Det er også observert store variasjoner i halveringstider til ulike tider av året. Men alt dette er basert på toksinkonsentrasjoner, og det mangler til nå gode arbeider der avgiftningen beregnes basert på giftmengden per skjell slik som vi gjorde i dette forsøket. Vi fant nemlig selv ingen effekt av ulike veksthastigheter, siden de ett år gamle skjellene vokste langt raskere enn de to år gamle skjellene. Kanskje går utskillelsen av toksinene av seg selv uten påvirkning fra verken ytre miljøfaktorer eller indre fysiologiske forhold, mens veksthastigheten av bløtvevet er det eneste som påvirker nedgang i konsentrasjon av toksinene.

Det gjenstår mye godt arbeid på dette feltet før vi har svaret på gåten om hvordan skjellene kvitter seg med algegiftene. I mellomtiden får vi bygge på de erfaringene vi kan fra næring og overvåkning, og lære oss, så godt som mulig, å leve med og omgå problemene med algegiftene.

#### Summary

Detoxification of bivalves is controversial. Can the detoxification be stimulated and is it cost effective to do this on land? Either way knowledge of the process is important in the planning and harvesting in blue mussel farming. The interpretation of data from detoxification trials can be critical for the conclusion, and this article presents results and considerations from an experiment where detoxification of diarrhetic shellfish toxins (DST) was followed in one and two year old mussels under natural conditions.

When considering decline in toxin concentration, special attention should be given to the effect of growth diluting the toxins. The younger mussels grew more than twice as fast as the older mussels, which caused a two-fold difference in dilution of the toxins. Only when considering toxin burden, the total amount of toxins per mussel, the actual elimination rate could be evaluated. Despite of the large differences in growth, with all the differences in various physiological rates that implies, there were no differences in the half-life of toxin burden in this study.

Similar care should always be taken when considering effects of various environmental factors on depuration of algal toxins in bivalves. The processes behind the toxin elimination are still unknown. More studies are needed, but at this stage we are left with the question; are the toxins merely leaking passively out of the mussels?

## 6.2

### Yngelproduksjon av stort kamskjell

Utvikling av en kamskjellnæring krever stabil tilgang på store mengder yngel til en rimelig pris. Yngelproduksjon av stort kamskjell har foregått ved klekkeriet på Rong i Øygarden siden 1988, og den viktigste forutsetningen for lønnsom produksjon er stabil overlevelse i larvefasen gjennom hele produksjonssesongen.

**Figur 6.2.1**

Kamskjellyngel (*Pecten maximus*) slik vi helst vil se den, frisk og uten begroing på skallet. Bildet viser yngel som er ca. 25 mm og som har vokst i yngelsamlere i sjøen etter overføring fra postlarvetanker innendørs.

*Scallop spat (Pecten maximus) the way we prefer to see it, healthy and without fouling on the shell. The photo shows spat of ca. 25 mm that has grown in spat collectors in the sea after being transferred from a hatchery.*

Sissel Andersen

sissel.andersen@imr.no

Thorolf Magnesen

thorolf.magnesen@smr.uib.no

Universitetet i Bergen og Scalpro AS

Gyda Christophersen

gyda.christophersen@smr.uib.no

Universitetet i Bergen

Produksjon av kamskjellyngel foregår i flere faser. Stamskjell fra naturlige bestander bringes inn til kondisjonering, gyting og befruktning av egg. Ferdig utviklede larver overføres til spesielle larvetanker, og er fritt svømmende inntil de er klare til å metamorfosere. Ved dette tidspunktet overføres larvene til andre systemer hvor de fester seg (settler) og utvikler seg videre til de ligner et voksent kamskjell. Når postlarvene er ca. 2 mm, overføres de fra innendørs vekstforhold i klekkeriet til land- eller sjøbaserte vekstanlegg (nursery) hvor de får vokse til 15 mm skallstørrelse. Videre

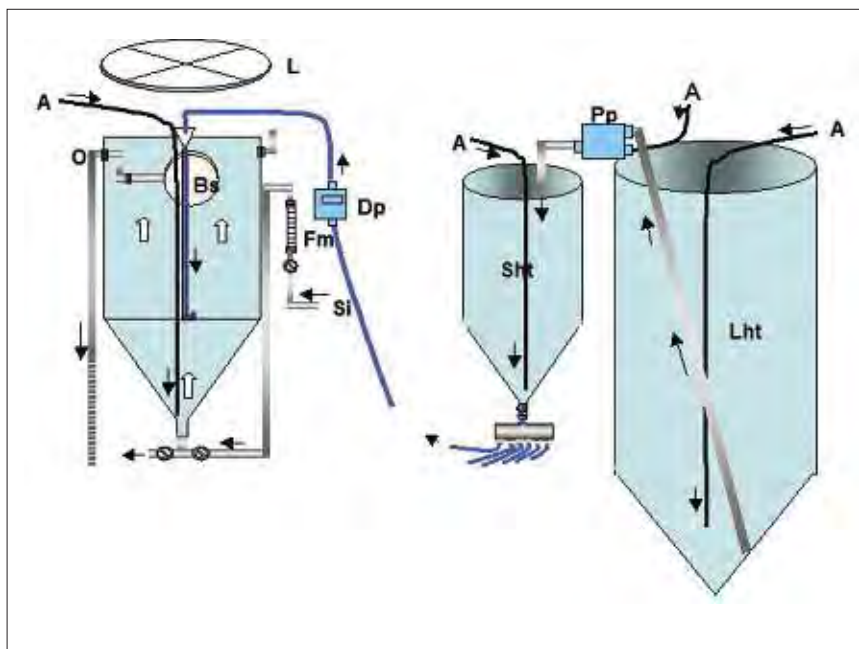
vekst til 30–50 mm i hengekultur og deretter i bunnkultur eller havbeite til >100 mm (konsumstørrelse) foregår hos dyrkere. I klekkeriet holdes larvene i oppvarmet sjøvann og føres med dyrkede alger. I vekstanlegg er yngelen avhengig av naturlig algeproduksjon og temperaturen i sjøen. Utbyttet av yngel bestemmes derfor av vekstsystemet og et riktig oppvekstmiljø i de tidlige livsfasene. God vekst og overlevelse i de ulike fasene er en forutsetning for ytterligere oppskalering av yngelproduksjonen.

#### Produksjon og FoU-prosjekter

Scalpro AS solgte omkring 1,5 million yngel i 2003, mens produksjonsutbyttet av 15 mm yngel var 1 million høyere. Det finnes mange interessenter til kamskjellyngel, men det har tatt tid å få konsesjoner og skaffe finansiering til bedrifts- og næringsutvikling. I 2004 ble det solgt vel 2 millioner yngel. De fleste ble levert til Kvitsøy Edelskjell AS på







**Figur 6.2.2**

Seneste utvikling i produksjonssystem for larver ved Havforskningsinstituttet. Tankene kjøres som oppstrømssystemer med kontinuerlig gjennomstrømming, og sjøvannet (Si) kommer inn i bunnen etter å ha passert en vannstrømsmåler (Fm). Hvite piler viser vannstrømmen. Algetilførselen er kontinuerlig hele døgnet ved at en større tank (Lht) fylles tre ganger i uken med en algeblanding. En pneumatisk pumpe (Pp) pumper algeblandingene derfra en gang i døgnet til en mindre førtank (Sht). Driftssikre doseringspumper (Dp) sørger for en konstant tilførsel til larvetankene fra den minste førtanken. En banjosi (Bs) i avløpet (O) sørger for at larvene ikke forsvinner. Banjosiene skiftes fra siler med 60 µm duk opp til 100 µm duk ettersom larvene vokser. Lufttilførsel (A) sørger for at vannmassene i tanken er homogene og for god innblanding av alger i hele vannvolumet. Et lett lokk (L) laget av kanalplate (polycarbonat) hindrer vanntap fra overflaten, og gir mer stabil temperatur og mindre forurensning i tanken. Isolering av tanken stabiliserer også temperaturen.

*The latest development in rearing tanks for larvae at the Institute of Marine Research. The tank is run as an up-welling flow-through system with seawater (Si) entering at the bottom after passing a flow meter (Fm). White arrows show water flows. The algae is supplied continuously by using two header-tanks, a large one (Lht) that is filled three times a week with fresh algae and from there a smaller one (Sht) is filled daily by pumping from the large one with a pneumatic pump (Pp). Dosage pumps (Dp) ensure a constant supply to the larval rearing tanks from the small header-tank. A banjo sieve (Bs) at the outlet (O) prevents the larvae from escaping. The initial banjo sieves with mesh size 60 µm are changed to 80 µm and then 100 µm according to larval growth. Air supply (A) makes the water masses become homogenous and distributes the algae evenly within the tank. A light lid (L) made from canal sheets (polycarbonate) prevents loss of water from the surface, keeps the temperature more stable and prevents exposure to dirt and dust. Also, insulation of the tank stabilizes the temperature.*

Kvitsøy i Rogaland og til Norskjell AS på Huglo i Hordaland. Scalpro AS arbeider for å bedre tilgangen på yngel, men er samtidig avhengig av en balanse mellom etterspørsel og tilbud av yngel. I oppskaleringsfasen har selskapet satset stort på FoU-prosjekter. Samarbeidsprosjekter mellom Scalpro AS, Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen omfatter bakteriologi, oppvekstmiljøet for larver og bruk av stedege stammer. Prosjektene er etablert for perioden 2004 til 2006, og selskapet forventer en økende og mer stabil produksjon av yngel i kommende år som resultat av forskningen.

#### Larvesystemer hos Scalpro AS

Larvefasen har vært en flaskehals i yngelproduksjonen ettersom overlevelsen varierte mye innen og mellom gytgrupper. Historisk sett (1988–2002) har dyrkingen

foregått i stagnerende system med bytte av vann tre ganger per uke. Årsakene til ujevn og til dels veldig dårlig larveoverlevelse (1996–2000) ble knyttet til problemer med å dyrke bestemte mikroalger (fôr), og produksjonstekniske problemer knyttet til oppskalering og økende forbruk av vann. Det ble gjort forsøk med bruk av antibakterielle midler, ulik drift av stagnerende system og forsøk med gjennomstrømming i larvefasen. Det eneste som gav stabil og høy overlevelse var forsøk med tilsetting av kloramfenikol i tankene. I og med at kloramfenikol nå er forbudt å bruke i produksjonen, har det vært nødvendig å utvikle tanksystemer som gir et egnet oppdrettsmiljø for larvene. Forsøk med kontinuerlig gjennomstrømming hos Scalpro AS og Havforskningsinstituttet viste lovende resultater i storskala, og anvendelse av slike systemer ble vurdert

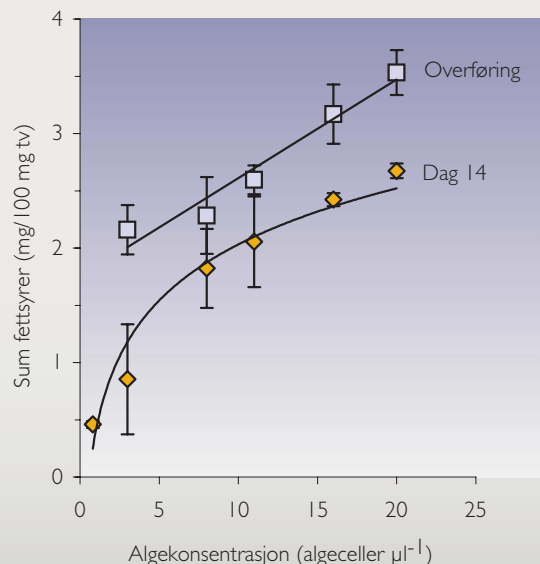
som alternativ til forebyggende bruk av antibakterielle midler.

I 2001 ble klekkeriet bygget om for å kunne øke produksjonen. Det ble blant annet etablert et landanlegg for vekst av 2 mm yngel fra klekkeriet, og lagt ut nytt sjøvannsinntak til 160 m dyp for å bedre sjøvannskvaliteten. Resultatene ble ikke forbedret som følge av endret vanninntak, og høsten 2002 ble larveavdelingen ved klekkeriet bygget om. Det ble installert nye 3500 liters larvetanker som skulle benyttes til direkte gjennomstrømming. Det nye systemet ble prøvd for første gang sesongen 2003, og resultatene viste at overlevelsen i tankene med gjennomstrømming i gjennomsnitt var like god som ved bruk av kloramfenikol. Variasjonen i overlevelse mellom tanker og mellom gytgrupper var imidlertid stor. Det er derfor nødvendig med innsats

**Figur 6.2.3**

Total fett i larver gitt som summen av fettsyrer (mg/100 mg tørrvekt) ved ulike algekonsentrasjoner i larvetankene. Figuren viser fettinnholdet 14 dager etter gyting, og på dagen settlingsklare larver ble ført tilbake til klekketankene (22–27 dager etter gyting).

Total lipid in larvae given as the sum of fatty acids (mg/100 mg dry weight) at different algal concentrations in larval rearing tanks. The figure shows the lipid content 14 days after spawning and on the day competent larvae were returned to the hatchery (22–27 days after spawning).



for å stabilisere overlevelsen gjennom hele sesongen.

#### Oppvekstmiljøet for larvene

Et godt oppvekstmiljø forventes å resultere i høy overlevelse og rask vekst av kamskjellarver. Temperatur, fødetilgang og vanngjennomstrømming er alle miljøfaktorer som påvirker fødeopptaket og dermed veksten til larvene. Kvaliteten og kvantiteten av føret er også viktig samt utføringsstrategien. Kontinuerlig fôring er antatt å gi mer stabil vekst enn pulsvis fôring. Larvetettheten er en annen faktor som vil påvirke miljøforholdet i oppdrettstankene og dermed vekst og overlevelse. Ved å optimalisere miljøet i larvefasen kan utbyttet av settlingsklare larver øke. Vi vet fremdeles lite om hvordan ernæringsmessig status hos settlingsklare larver påvirker metamorfose og påfølgende postlarve- og yngelvekst.

Arbeidet med å bedre oppvekstvilkårene for larver har vært intensivert de siste 4–5 årene. Dette har gitt mer kunnskap om hvordan miljøfaktorer påvirker fødeopptaket og fødebehovet hos larvene. Resultatene fra forsøk i små eksperimentelle enheter prøves nå ut i produksjonsskala hos Havforskningsinstituttet i et samarbeid med Scalpro AS og Universitetet i Bergen. Mesteparten av prosjektet er finansiert av Norges forskningsråd.

Endringer av oppdrettstankene påvirker larvenes energibehov og fødeopptak slik at nye fôringsregimer må utvikles for de nye systemene. For kamskjell, som for andre oppdrettsarter, er det svært viktig å ikke overføre i oppvekststankene, da dette fører til dårlig vannkvalitet og økt dødelighet. Samtidig er det viktig at larvene får

nok fôr (mikroalger). Tidligere undersøkelser i stagnerende små volumer (3 liter) ved Havforskningsinstituttet viste at larvenes fødeopptak økte svært mye når algekonsentrasjonen økte fra 5 til 20 celler/l. Ved ytterligere økning i algekonsentrasjonen økte ikke fødeopptaket tilsvarende. På bakgrunn av kunnskapen om larvenes fødeopptak var det derfor rimelig å tro at optimal algekonsentrasjon ligger nærmere 20 celler/l.

#### Forsøk i produksjonsskala

I 2004 ble det undersøkt hvordan ulike mengder alger i larvetanker påvirket larvenes oppbygging av fettreserver og deres mulighet til å metamorfosere til levedyktige postlarver. Andre har vist at økte fettreserver hos larver gir økt utbytte i form av postlarver. Undersøkelsene ved Havforskningsinstituttet ble utført i 2800 liters sylindriske tanker med kon bunn, kontinuerlig gjennomstrømming av sjøvann og alger, og med sjøvannstilførselen i bunnen (Figur 6.2.2). Algekonsentrasjonen ble holdt på et relativt stabilt nivå i seks tanker ved å justere opp tilførselen når larvene økte inntaket med økende alder. Konsentrasjonen av alger i de seks tankene ble holdt mellom 3 og 20 alger/l. En larvegruppe fikk ikke tilført fôr, men det ble likevel målt 0,8 partikler/l i tanken. Dette var partikler som kom inn med sjøvannet. Når larvene var settlingsklare ble de silt på 150  $\mu\text{m}$  duk og ført tilbake til Scalpro AS for å følge utviklingen i den påfølgende postlarvefasen.

Foreløpig gjennomgang av resultatene viste at skallvekst etter dag 13, utbyttet av settlingsklare larver, lengden på larvefasen og fettinnholdet i larvene (Figur 6.2.3) ble positivt påvirket av høyere algekon-

sentrasjon. Den høyeste konsentrasjonen ga det beste resultatet. Også andelen av larvene som settlet var høyest for gruppen føret med høyest algekonsentrasjon, og de brukte kortere tid på å settle enn grupper føret med lavere algekonsentrasjon. Når postlarvene først var metamorfosert, var det ingen tydelig sammenheng mellom vekst og overlevelse og algekonsentrasjonen de hadde fått i larvefasen. Imidlertid var verdiene høyest for gruppen som hadde hatt høyest algekonsentrasjon. De foreløpige resultatene som ble oppnådd i det beskrevne produksjonsskalasystemet ser derfor ut til å stemme med de tidligere resultatene fra forsøk i små enheter.

I 2005 skal arbeidet med å bedre oppdrettstiljøet for larver fokusere bl.a. på å optimalisere tettheten av larver i tankene.

#### Summary

The commercial development of a scallop industry needs a stable access to high amounts of fry/spat for a low price. The fry production in Norway has so far been done in the hatchery situated in Rong in Øygarden since 1988. The most important premise for economic production is good survival in the larvae stage throughout the production period.

Da havbeiteloven ble vedtatt 21. desember 2000 ble det i prinsippet åpnet for tildeling av tillatelser til havbeite for første gang i Norge. Tillatelser til oppdrett på havbunnen (såkalt bunnkultur) hadde riktignok blitt gitt tidligere med hjemmel i oppdrettsloven, men ikke i stort omfang. Det som var helt nytt var at man nå skulle gi tillatelser som innebar en eksklusiv rett til fangst av den utsatte arten innenfor lokaliteten, ikke bare de individene som ble satt ut. Loven er en typisk fullmaktslov som angir rammene for den næringsvirksomhet den skal regulere.

Rådgiver Britt Leikvoll

britt.leikvoll@fiskeridir.no

Kyst- og havbruksavdelingen, Fiskeridirektoratet

Havbeiteforskriften (forskrift om tildeling og drift ved havbeiteverksemd) ble vedtatt 28.08.2003, og er hjemlet i både havbeiteloven og matloven. Ved iverksettelsen av denne forskriften fikk fiskeriforvaltningen et konkret regelverk for tildeling av havbeitetillatelser.

#### Første saksbehandlingsrunde

Fiskeri- og kystdepartementet har bestemt at det i første omgang kun skal gis tillatelse til havbeite på stort kamskjell og hummer. Dyrene som settes ut må være stedegne.

Våren 2004 ble det utlyst ca. 40 havbeitetillatelser fordelt på de to artene. Det vil ikke bli gitt tillatelser til havbeite nord for Vestfjorden, og det vil ikke bli gitt tillatelser til havbeite med stort kamskjell i området fra og med Egersund kommune til grensen mot Sverige.

Innen søknadsfristen 26. april 2004 kom det inn totalt 24 søknader fordelt på 31 lokaliteter, derav 20 kamskjell- og 11 hummersøknader. Noen av søknadene omfattet flere lokaliteter.

Dette var ikke ment å være en tildelingsrunde i den forstand at det skulle være en næringsmessig begrensning på tildelingen, slik som praksis er ved tildeling av lakse- og ørretkonsesjoner. Man ønsket saksbehandlingsrunder fordi det var et ønske å behandle alle søknadene samtidig slik at de kan ses i sammenheng.

#### Tildelingsfasen

Behandlingen av havbeitesøknadene følger tilnærmet samme prosess som ved tildelingen av oppdrettskonsesjoner. Søknadene oversendes de samme myndigheter som ved søknad om oppdrettstillatelse. Fiskeridirektoratets regionkontorer står for selve tildelingen og har det koordinerende ansvaret i den forstand at det er deres ansvar å sørge for at søknadene sendes til den aktuelle kommunen og til de særinstanser som skal gi uttalelse eller fatte vedtak.

Hvilke tillatelser dette gjelder vil kunne variere alt etter hvilket driftsopplegg søker skal drive virksomheten etter. Både veterinærmyndigheter (dvs. Mat-

tilsynet), forurensningsmyndighetene og Kystverket skal få tilsendt alle søknadene i sine respektive distrikter. Om de skal gi uttalelse eller tillatelse etter sine særlover er avhengig av det omsøkte driftsopplegget. Dersom en søker baserer seg på å ha fysiske stengsler/gjerder el. lignende på bunnen, eller hvis lokaliteten skal merkes, så vil kystverket behandle søknaden med hjemmel i havne- og farvannsloven og fatte et vedtak. Tilsvarende hvis det søkes om føring av organismene, da vil miljøvernmyndighetene behandle søknaden og fatte vedtak med hjemmel i forurensningsloven. Skal havbeiter verken bruke fysiske innretninger eller føre, vil de respektive myndigheter kun få søknaden til uttalelse.

Mattilsynet fatter ikke vedtak i tildelingsfasen, men gir uttalelse vedrørende folkehelse/smittespredning.

Viktige vurderingstemaer i behandlingen av søknadene er at den samfunnsmessige nytte/skade ved virksomheten skal vurderes, og det er presisert at konfliktfattige områder skal prioriteres. Det skal ikke gis større lokaliteter enn søker kan dokumentere behov for. Alle tillatelser skal ha tidsbegrensning, og det skal settes en frist for når tillatelsen må være tatt i bruk for ikke å bli regnet som passiv (normalt tre år). I tillegg skal søker bl.a. dokumentere miljøtilstanden på de omsøkte lokaliteter. Det skal også kreves plan for opprydding av lokaliteten.

Det som er nytt i forhold til behandlingen av oppdrettssaker er at Havforskningsinstituttet i Bergen har fått en rådgivende rolle og skal vurdere alle søknadene i forhold til stedegenhet av individer som skal settes ut, men også i forhold til økologi og miljø. I tillegg til å vurdere hvorvidt en søknad oppfyller de krav som loven og forskriftene stiller, skal Havforskningsinstituttet også gi en tilråding på hvilke vilkår som bør knyttes til den enkelte tillatelse.

#### Foreløpig resultat

Saksbehandlingen av søknadene har av ulike årsaker tatt lang tid. Noen søknader er trukket av søker selv, mens andre er returnert fordi de var mangelfulle. Disse fikk en frist til å komplettere søknaden, uten at det ble gjort. Enkelte søknader er avslått av særinstansene, og for noen har

kommunene avslått å dispensere fra vedtatt kystsoneplan.

Ved årsskiftet 2004/2005 var det gitt tre tilatelser på landsbasis, alle i region vest. Slik det ser ut nå blir det gitt svært få tilatelser nord for Sogn og Fjordane, det er regionene vest og sør som vil få hovedtyngden.

#### **Perspektiver**

Det må kunne antas at de resterende søknadene vil bli ferdigbehandlet i løpet av februar/mars 2005. Etter dette vil Fiskeridirektoratet foreta en evaluering av denne saksbehandlingsrunden for å se hva som eventuelt kan forbedres i senere runder.

Når neste saksbehandlingsrunde for havbeite skal utlyses er det ikke tatt stilling til.

#### **Summary**

When the new act for sea ranching was approved 21 December 2000 it was in principle the first time permissions to do sea ranching were assigned in Norway. Permissions to do bottom culture had earlier been granted/permitted under the provision of the Aquaculture act, but not to any extent. The new principle was that a given permission gave the exclusive right to harvest the species in question for a geographic area, and not only the individuals that had been deliberately placed in the sea ranching area. The legislation is a typical enabling act that gives the framework for the industry it is supposed to control.

Den norske hummeren regnes for å være verdens beste. Allerede på 1600-tallet var norsk hummer en ettertraktet vare. Innfanget hummer ble kjøpt opp av utenlandske kjøpmenn langs hele kysten. Reguleringer ble forsøkt innført uten særlig hell. Fra midten på 1960-tallet gikk bestanden markert tilbake, og de registrerte fangster utgjør i dag bare ca. 5 %, dvs. ca. 50 tonn per år. Hovedårsaken til dette er en feilslått forvaltning. Det er igangsatt bestandsøkning/utsettingsforsøk og også vedtatt en ny lov om havbeite. Loven ble vedtatt i desember 2000, og de første tillatelsene ble tildelt i årsskiftet 2004/2005. Hummerhavbeiteselskapet Aegir Havbruk har siden 2001 jobbet med å utvikle utstyr og metoder for å etablere en lønnsom hummernæring basert på den nye havbeiteloven.

**Figur 6.4.1**  
Havbruk på Lista og i Farsund.  
*Sea farming at Lista and in Farsund.*



Kjetil Frøiland

t.kjetil.froyland@rf.no  
Aegir Havbruk AS

Aegir Havbruks forsøk og utvikling har vært støttet av Skattefunn-ordningen og Innovasjon Norge gjennom de to tidligere selvstendige grupperingene, Statens nærings- og distriktsutviklingsfond (SND) og Statens veiledningskontor for oppfinnere (SVO). Hummerhavbeite består i grove trekk av fire faser: innsamling av stedegen rognhummer, produksjon av yngel, utsetting og til slutt gjenfangst av hummer.

Predator kontroll/overvåkning og valg av egnet habitat er viktige forutsetninger for et vellykket resultat. Størst usikkerhet er det knyttet til selve utsettelse av yngelen og den påfølgende etableringsfase på havbunnen. Det mest sentrale for havbeiteaktører er gjenfangstprosenten og altså hvor mange hummere man får tilbake av dem man setter ut.

#### Hummer yngel

Opp gjennom tidene har man benyttet tre størrelser på yngel for utsettelsesformål: nylig klekket yngel, bunnslått og 5–12 md gammel hummer yngel. Oppdrett av hummer frem til første bunnstadium (IV, 4–6 uker) er en relativt rimelig og enkel teknikk som man i dag behersker godt. Produksjon av “eldre hummere” er imidlertid mer krevende og foregår i automatiserte, landbaserte anlegg. Da hummeren er kannibalistisk, må den holdes atskilt i individuelle rom. Ved å sette hummer yngel ut i sjøen med en alder på 4–6 uker, oppnår man fordeler som er forbesparende, kostnadseffektive og miljøvennlige. Uavhengig av størrelsen på yngelen, er man avhengig av å benytte riktig teknikk ved utsettelse av hummer for å redusere tap i forbindelse med dette. Overgangen til et vilt og fritt liv på sjøbunnen er en kritisk

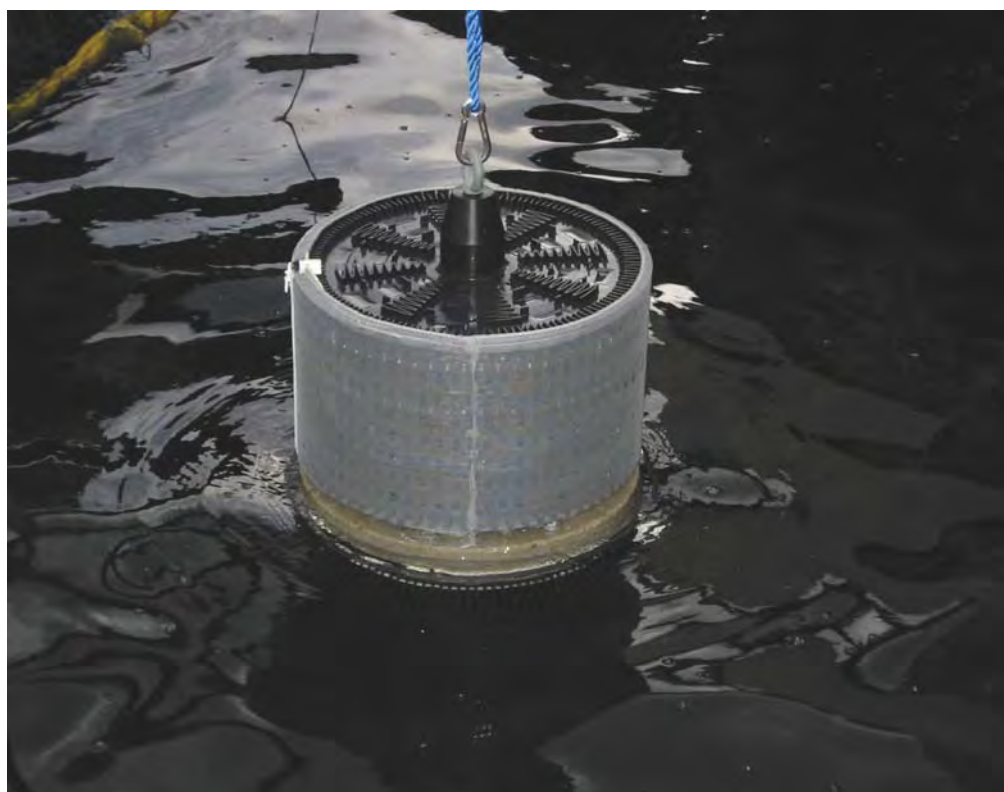
fase, der yngelen i tillegg til å være levende før, opplever stress i form av mange miljøforandringer.

#### Riktig utsettelsesstrategi – nøkkelen til suksess

Manuell håndtering har vært grunnlaget for utsettelse som hittil vært prøvd ut. Alt fra å slippe yngelen ut én og én fra båt, gjennom rør og ut på havbunnen, til utsettelse med dykker har vært benyttet. Gjenfangstprosenten på disse utsettelsene har ligget på alt ifra 0 til opp imot 12–14 %. Problemene knyttet til eksisterende metoder for utsettelse av yngel er blant annet tiltrekking av rovdyr (spesielt om sommeren når nærværet av fisk er høyere), manuell håndtering i luft, tidkrevende prosesser, og at de til dels trenger rolig vær. Videre er hensynet til forandringer i omgivelsene, lokale forhold, tidevann, temperatur, lysforhold og klimatiske forandringer, vanskelig å ivareta med slike teknikker.

Aegir Havbruk AS har utviklet et utsettelsessystem, Lobster Settling System™, som er utviklet med tanke på å sette ut hummer kostnadseffektivt (mindre størrelse på yngelen) og med god overlevelsesprosent. Utsettelsessystemet tar hensyn til at hummeren settes ut i et miljø med rovdyr og konkurrenter. Systemet gir hummeren både skjul og tid til å akklimatisere seg til miljøet hvor den settes ut.

Lobster Settling System™ er et fellessystem hvor yngelen har mulighet for å interagere med hverandre. Dette er viktig da hummeren får predator trening med artsfrender. Systemet består av tre hovedkomponenter: en transport-/oppbevaringsbeholder, en boligseksjon og en utvandingsanordning (Figur 6.4.2). Boligseksjonen er hjertet i systemet og vil sammen med utvandingsanordningen sørge for at yngelen på en trygg og sikker måte blir ledet ned til bunnen. Boligsek-



**Figur 6.4.2**  
Utsetting av yngel med Lobster  
Settling System™.  
*Launching juveniles with Lobster  
Settling System™.*

sjonen er satt sammen av 8–10 uavhengige brett. På hvert Brett blir det injisert 100 yngel. Utvandringsanordningen fungerer som anker og holder hele konstruksjonen sammen. Utsettingsteknologien er tilpasset små enheter/klekkerier, 100 000–200 000, men kan også brukes av større sentrale klekkerienheter som tilbyr yngel for større områder.

#### Eksperimentelle data

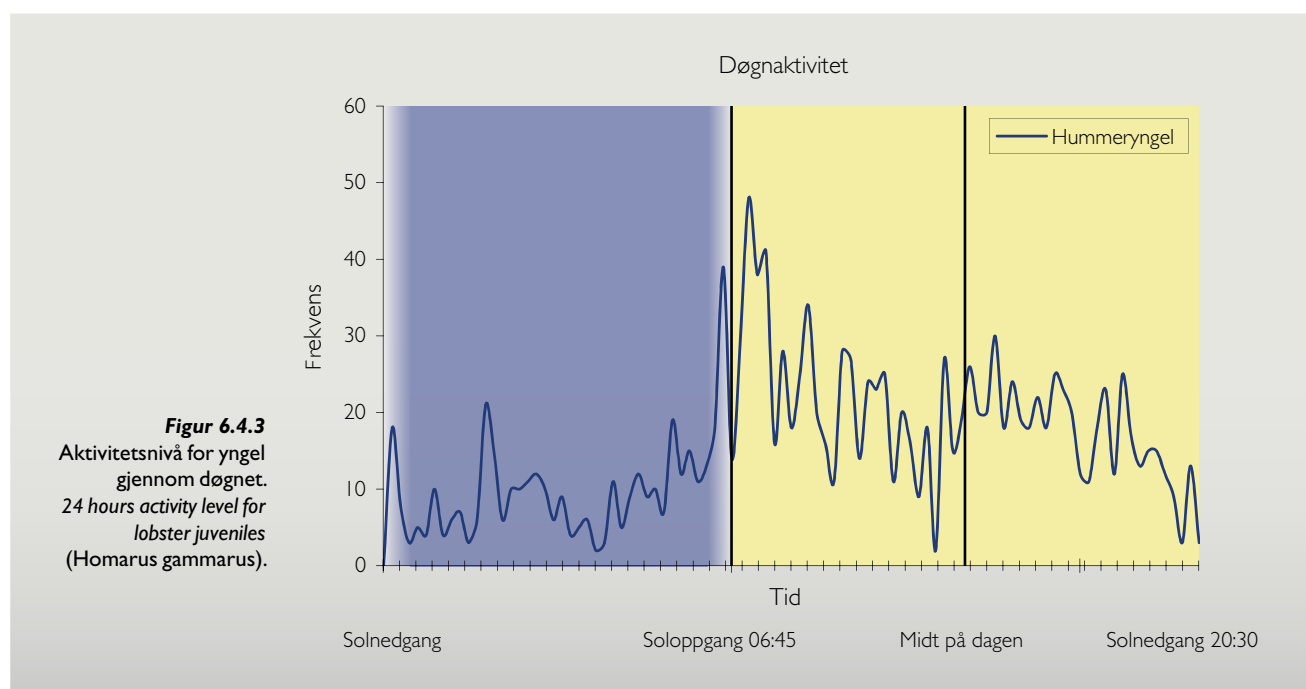
Utsettingssystemet har vært testet ut i både laboratorium med resirkulert sjøvann og i felten i Farsund og på Kvitsøy. Hensikten

med testene har vært å optimalisere eksisterende versjon av utsettingssystemet samt å videreutvikle driftsrutiner og utsettingssystemer. Det prinsipielle utgangspunkt for testing og utvikling av konseptet var å etablere overlevelse i et fellessystem med lavest mulig dødelighet samt liten predasjon fra artsfrender. Videre ble det viktig å anordne for at hummeryngelen vandret ut fra systemet med god overlevelse i de etterfølgende faser.

Forsøk i laboratorium har blitt utført for å vite mer om hummeryngelens substrat-

preferanser samt optimal tetthet for å ivareta en god overlevelse og integritet av klør gjennom oppbevaringsperioden før systemet settes ut i sjøen. En blanding av huler, skjell, sand, syntetiske nett, stein i forskjellige forhold og størrelser har vært prøvd ut for å komme frem til en optimal løsning med tilfredsstillende resultater. De enkelte deler i boligseksjonen består nå hovedsakelig av konfigurert plast samt påstrødd sand/skjellsand.

Feltekperimentene i Farsund og på Kvitsøy har vært gjennomført for å skaffe





**Figur 6.4.4**  
Hummer yngel på innsiden av Lobster Settling System™. Lobster juveniles inside the Lobster Settling System™.

praktisk erfaring samt kunnskap om hummerens atferd ved utsett i sjøen. I tillegg til teknologi og tidspunkt for utsetting, har hummeratferd versus værmessige forhold gjennom døgnet (dag/natt/flo/fjære) vært viktige parametere å evaluere.

Hummer yngelaktivitet etter utsett og i forbindelse med emigrasjon, ble registrert med en infrarød registrator som ble montert der yngelen gikk ut. I tillegg til registratoren ble ytterligere en måler montert nær utsettingsplass for å registrere vannstrøm, temperatur og trykk. Et kamera med lys ble også montert for å overvåke systemet mens det var på bunnen. En videooptaker tok opp film ved gitte intervaller. Eksempelvis viste resultatene fra forsøket markerte forskjeller i hummerens aktivitetsnivå i forbindelse med tidevann. Aktiviteten var relativt uavhengig av lysnivå om både natten og dagen. Testingen viste også klare indikasjoner på et økende aktivitetsnivå hos yngelen ved bestemte temperaturer. Det er imidlertid noe usikkerhet i om dette faktisk skyldes den høyere temperaturen eller at denne var sammenfallende med aktivitetsforsinkelsen etter selve utsett (stress delay).

Laboratorieforsøk har sammen med sjøtestingen dannet utgangspunkt for oppfinnelsens konstruksjon. Feltforsøkene har i tillegg gitt nyttig atferdsinformasjon for hummer yngel i selve sjøfasen. Ut ifra resultatene vil man nå lettere kunne fastslå riktig tidspunkt for utsett av hummer. Utsettingstidspunkt vil bli bestemt ut fra lokale forhold, tidevannsbølger samt tidspunkt på døgnet. Dette gjelder for enkeltvis manuelle utsett. Lobster Settling System ivaretar imidlertid selv hensynet til disse forholdene, idet hummeren selv velger den egnede tidsperiode.

Hvilken betydning og i hvilken grad de forskjellige påviste aktivitetsnivåene har for overlevelse i forbindelse med utsett og tidevann må bekreftes med ytterligere forsøk og erfaring.

#### **Fremtidsperspektiv**

Tildeling av konsesjoner for havbeite med hummer åpner nå for nye og interessante muligheter. Stortingets vedtak om lov om havbeite er startskuddet for en helt ny næring med potensial for mange arbeidsplasser og en betydelig eksport. I en innledende fase vil næringen stå overfor mange usikkerhetsmomenter. Det er viktig at det etableres erfaringsgrupper, nettverk og samarbeidsformer der man kan lære av hverandres erfaringer og etablere formålstjenlige omsetnings- og salgskanaler.

#### **Summary**

The Norwegian lobster is said to be the best in the world. As early as the 17<sup>th</sup> century it was a wanted commodity. Lobster was bought by international grocers along the coast of Norway. Regulation was tried without success. A substantial drop in the population was noticed from the mid 1960s and today the catch is only about 5% about 50 metric tonnes a year. The main reason for this is unsuccessful legislation and governmental control. Measures are taken to increase the population and a new law for sea ranching is approved. The first sea ranching permissions were given late in 2004 and the beginning of 2005. Aegir havbruk has worked with development of equipment and methods for a profitable lobster industry based on the new law since 2001.

# 6.5

## Hummer, rev og skjell

I fjor vår inviterte fiskerimyndighetene til at man kunne søke om havbeitekonsesjon for hummer. Her beskrives en søknad og en idé som går ut på å sette ut hummer i kunstige rev under et blåskjellanlegg i Risør. Hensikten med en slik integrert løsning er å teste ut om hummeren kan utnytte nedfallet fra skjellanlegget, om hummerproduksjonen kan økes ved å tilby egnede habitater, og om hummer og andre organismer på revet kan bidra til å rense bunnen under anlegget.

Hartvig Christie

hartvig.christie@niva.no

Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Hummerbestanden på Skagerrakkysten og andre steder langs norskekysten har vist en kraftig nedgang. Dette har ført til økt fokus på å få bestanden opp, samtidig som høy pris og etablerte teknikker for produksjon av yngel har ført til økt interesse for oppdrett av denne arten. Hummer var også en av få arter som ble anbefalt for havbeite i konklusjonene fra PUSH-programmet (Forskningsprogram om havbeite). Alt dette er trolig årsak til at Fiskeridirektoratet inviterte interesserte til å søke om konsesjon på havbeite med hummer, med søknadsfrist 26. april 2004. Vi er en liten gruppe biologer som har vært opptatt av å se på muligheter til å forbedre utnyttelsen av den rike produksjonen i kystnære farvann, særlig i områder der de grunne kystmiljøene kan betegnes som "berørte kulturlandskap". Da det finnes kompetanse på hummer og oppdrett innen vår "gruppe", var det interesse for å formulere en søknad om havbeite, og denne søknaden er blitt innvilget i mars 2005. Vi er allerede i gang med forsøk med kunstige rev og fisk innenfor konsesjonsområdet til et blåskjellanlegg i Risør kommune, og ideen har blitt videreutviklet fra dette konseptet.

Et stort problem man vil støte på for framtidig havbeite er arealkonflikter med fiskeriinteresser og rekreasjon. Særlig på Skagerrakkysten vil man møte slike problemer dersom man skulle ønske å reservere bunnarealer for havbeite eller

oppdrett. For kultivering av bunnlevende organismer vil det derimot være mindre konfliktfylt å utnytte bunnen under allerede konsesjonsbelagte arealer som i dag er reservert for akvakultur i de frie vannmasser. Blåskjellanlegg framstår potensielt som et område som kan tilby reservert og beskyttede bunnarealer samt ekstra næringstilførsel for kultivering av bunnlevende dyr som hummer. Ved å kombinere havbruksformer vil det således føre til en mer effektiv kystsoneplanlegging.

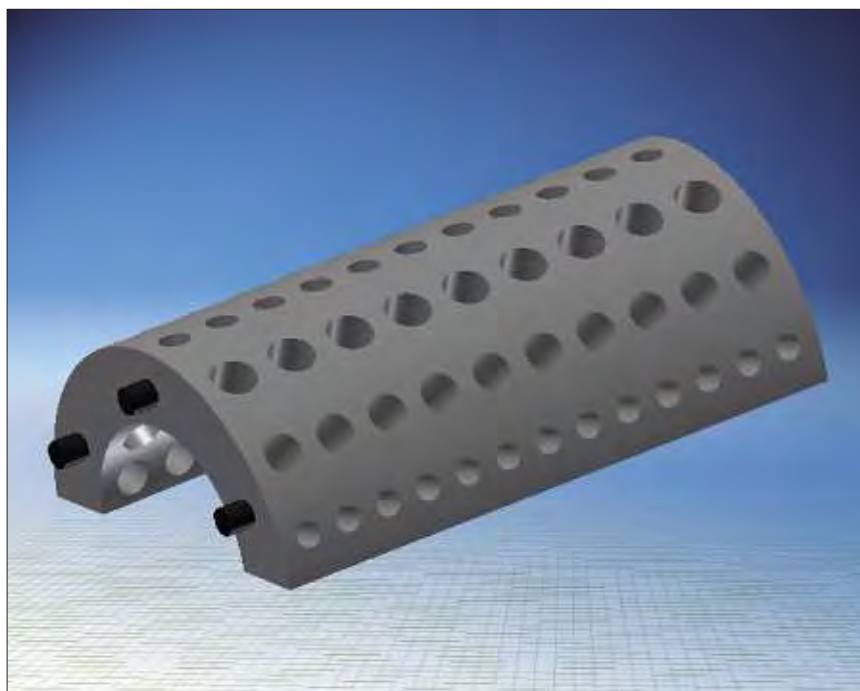
Opphoping av organisk materiale under fiskeoppdrettsanlegg har lenge vært regnet som et problem. Også blåskjellanlegg vil føre til opphoping av materiale som sedimenteres. Både ekskrementer fra skjellene, "overflødig" skjell, andre påvekstdyr og alger vil stadig synke ned fra samlerne. I stedet for at dette skal råtne og forårsake problemer med reduserte bunnforhold, bør det finnes metoder der dette kan utnyttes som energi/næring for bunnlevende organismer. Det kan således vendes fra en negativ effekt til en positiv synergieffekt i en form for integrert havbruk, noe man har lite erfaring med her, men som er mer vanlig i andre himmelstrøk.

Klekking av hummerlarver og oppdrett av hummerlarver fram til metamorfose (stadium IV) har lenge vært kjent teknikk. Både Risør Akvarium og Skagerrak Hummerfarm behersker teknikken og mulighet for å avle hummeren videre til mer robuste individer utover stadium IV. Innenfor PUSH-programmet ble det gjennomført vellykkete eksperimenter med havbeite av hummer ved ulike typer utsetting av

**Figur 6.5.1**  
Hummer i sitt naturlige habitat.  
*European lobster (Homarus gammarus) in its natural environment.*







**Figur 6.5.2**

Svenner reef er i utgangspunktet konstruert for å beskytte kabler og rørledninger, men kan tilpasses som habitat for ulike størrelsesgrupper av hummer.

*Svenner reef is mainly constructed to protect cables and pipes, but can be adjusted to form habitat for different size groups of lobsters.*

hummer yngel (fra stadium IV og eldre). Hummeroppdrett ved en form for havbeite vil i første omgang være interessant for dem som kan høste på konsesjonsbelagt areal, men vil også ha en allmenn interesse siden det kan gi positive ringvirkninger for tilstøtende arealer slik det er kjent fra den svenske vestkysten.

Man vet at hummerkultivering vil sette strenge krav til habitat for vellykket vekst og overlevelse, både for hummerens trivsel og for å få skjul mot predasjon. Særlig på den karibiske kysten av Mexico har utsetting av kunstige rev (casitas) gitt oppsiktsvekkende gode resultater for rekruttering og vekst av hummer, selv uten utplassering av yngel. For å tilby hummer yngel gunstige leveområder både mht. habitat og næring i forsøk på å få en god vekst og overlevelse, har vi ønsket å gjøre forsøk med utsetting av hummer i kunstige rev under blåskjellanlegg. Slike kunstige habitater er lite utprøvd i Norge, bortsett fra et par enkeltstående fiskerev og det at blåskjellanlegg er en form for kunstig rev konstruert for å være et optimalt habitat for blåskjell. Rapporter fra Danmark og Sverige ([www.o.lst.se/projekt/hummerrev/](http://www.o.lst.se/projekt/hummerrev/)) er de nærmeste miljøene som kan vise til at kunstige rev har positive effekter på hummerbestanden.

Prosjektideen går ut på utsetting av betongkonstruksjoner fra Reef Systems AS (Svenner reef) og hummer yngel

på konsesjonsområdet til Skagerrak Skjellmottak AS i Nordfjorden i Risør kommune. Utplassering av hummer og oppfølging av vekst og overlevelse kan sammenliknes i rev, andre tilførte habitater og på bunnen uten kunstig utplassert habitat, og bunnområder under skjellanlegget kan sammenliknes med bunnområder utenfor. Vi har allerede vært involvert i forsøk med ansamling av fisk rundt andre typer kunstige rev i dette området, og det vil være viktig å teste ut rev som er egnet for hummer, men mindre attraktive for potensielle fiender av hummeren. Det planlegges også sammenliknende undersøkelser av bunnforhold (sedimentkjemiske undersøkelser).

Framdriften til denne prosjektideen har i første omgang vært avhengig av utfallet av søknaden om konsesjonstillatelse, noe som har vært en lang prosess. Nå foreligger en konsesjon, og vi kan gå ut for å skaffe finansiering, rognhummer og etablere en infrastruktur som utgangspunkt for å starte forsøket, noe som heller ikke er en enkel prosess. Imidlertid er det positive reaksjoner fra en rekke lokale og regionale myndigheter. Prosjektet vil ha videre appliseringsverdi ved å belyse om kunstige habitater vil begunstige oppvekst av utsatt hummer yngel, også på områder der det i utgangspunktet ikke er gode habitater for hummer. Dersom undersøkelsene viser "positive" resultater, kan et slikt prosjekt bidra med kunnskap for oppdret-

tere til å satse lønnsomt på integrering av hummeroppdrett i blåskjelloppdrett. Det vil også kunne gi perspektiver på hvordan man kan etablere økonomisk utnyttbare arter (her hummer) på områder der naturlig bestand er lav, og perspektiver generelt på hvordan man kan hjelpe opp en bestand som har blitt desimert. I utnyttelse av havets og kystens naturlige ressurser har man i Norge hatt mest tradisjon på å høste, men ikke å så.

#### Summary

Acceptance for bottom cultivating of lobster in artificial reefs under mussel farms is given for a restricted area in South Norway. The idea is to utilise the sedimentation of organic materials from the mussel farm as extra food for the lobsters, instead of polluting the seafloor. Artificial reefs will be used to provide habitats for enhanced densities of lobsters. The acceptance has just been given, and project organisation and funding is the first phase.

## 6.6

## Landbasert oppdrett av hummer

Forsøk med oppdrett og havbeite med hummer har pågått i mer enn hundre år, uten at noen har greid å gjøre dette til en lønnsom næring. De siste ti årene har det imidlertid skjedd en utvikling av oppdrettsteknologi og datastyrt automatisering som har endret rammevilkårene for oppdrett av hummer til det bedre. I Norge har også den nye havbeiteloven åpnet opp for utvikling av en ny næring og skapt et marked for salg av settehummer.

Asbjørn Drengstig

asbjorn.drengstig@norwegian-lobster-farm.com  
Norwegian Lobster Farm AS

Tore S. Kristiansen

tore.kristiansen@lmr.no

Lengst fremme i utviklingen av landbasert oppdrett av hummer er stavangerselskapet Norwegian Lobster Farm AS (NLF), som har ledet et femårig brukerstyrt FoU-prosjekt. Prosjektet, som har fokusert på å utvikle en lønnsom og intensiv landbasert produksjon av porsjonshummer (22 cm/300 g) i resirkulert sjøvann, har vært gjennomført i samarbeid med Havforskningsinstituttet i Bergen, Universitetet i Stavanger, Rogalandsforskning og Fiskeriforskning i Bergen. Alle forsøk har vært gjennomført i relativt liten skala for å identifisere og fjerne grunnleggende flaskehalsar i hele verdikjeden (biologiske, tekniske, ernærings- og markedsmessige utfordringer) i en prioritert og riktig rekkefølge (Kristiansen et al. 2004). Dette har vært vurdert som både nødvendig og fornuftig før oppbygging av verdier og biomasse ble prioritert. Oppdrett av marine arter krever generelt høy kompetanse på alle relevante fagfelt, og det er derfor viktig å fokusere på en trinnvis oppbygging av erfaring og kunnskap før kommersialisering og/eller industrialisering gjennomføres. Til tross for sviktende rammebetingelser og nødvendig fokus fra

det offentlige, har stor dugnadsinnsats og gründerånd fra alle involverte likevel gjort at Norwegian Lobster Farm AS (NLF) nå er klar for å bygge landets første intensive porsjonshummer-fabrikk på Kvitsøy.

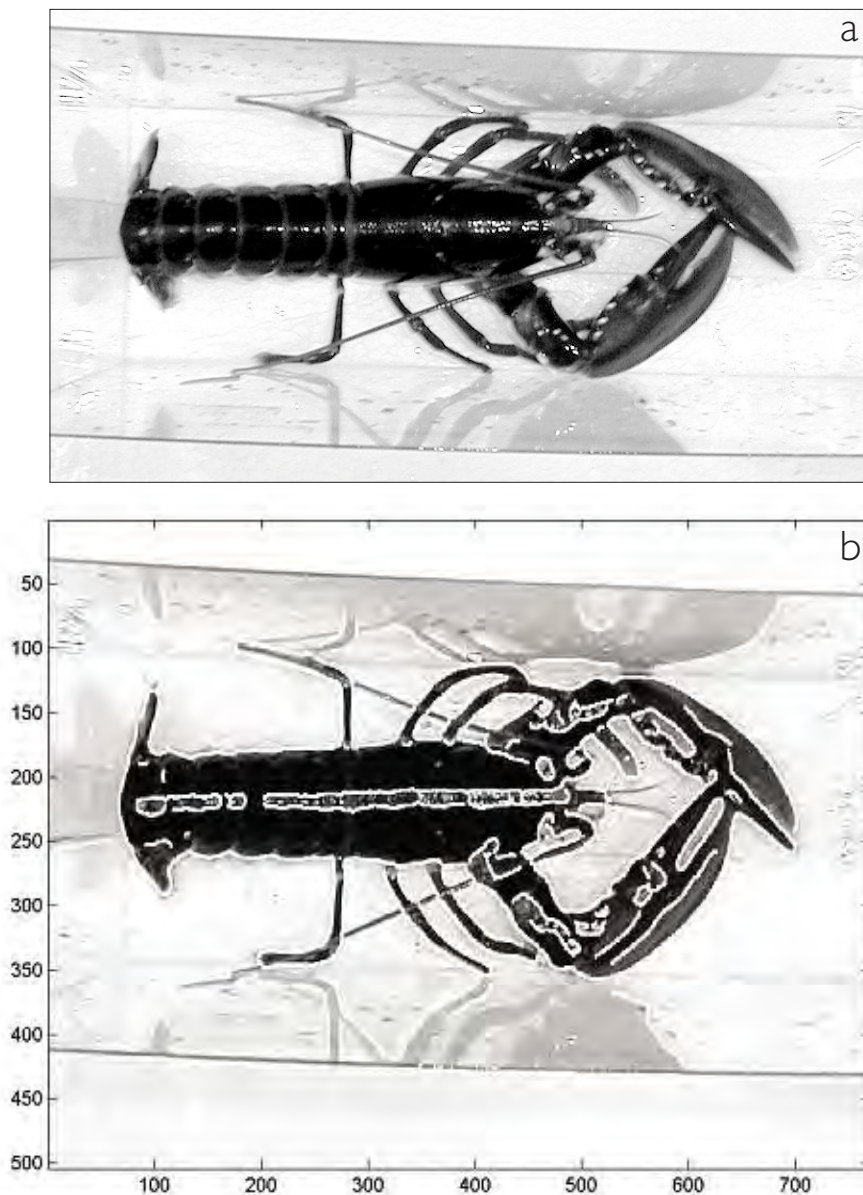
#### Styrbar og kontrollerbar produksjon

Det ble i perioden 1970–1995 gjennomført en rekke forsøk i Amerika på å utvikle en teknologi som innfridde biologiske, teknologiske og økonomiske kriterier for hummer i oppdrett. På grunn av lave priser på amerikansk hummer og dyr og lite utviklet data- og automatiseringsteknologi, klarte de imidlertid ikke å finne en teknologi som muliggjorde lønnsom landbasert hummeroppdrett. NLF har gjennom prosjektet på Kvitsøy utviklet og testet en rekke ulike oppdrettsteknologier i liten skala. Siden hummer er kannibal og må oppdrettes i enkeltbur, setter dette store krav til teknologiens design og funksjon. De fleste oppdrettskonsepter som har vært testet hadde vesentlige mangler (stor dødelighet, vanskelig å automatisere, stressende behandling av dyrene, dårlig vannmiljø, etc.), noe som gjorde dem uaktuelle i kommersiell sammenheng. Forsøkene har likevel vært svært viktige for å identifisere svake punkter i de ulike leddene i produksjonskjeden (Kristiansen et al. 2004). Basert på disse erfaringene har NLF utviklet og tatt ut patent på et nytt modulbasert teknologisk konsept for kannibalistiske krepsdyr som

Figur 6.6.1

Skjerm bilde fra sorteringsmaskin som sorterer ut IV-stadiumhummer (yngel klar for bunnslåing) ved hjelp av billedanalyse. Screen frame of robot for sorting out stage IV lobster larvae by use of image analysis.





**Figur 6.6.2**

Bilde av hummer (a) og skjermbilde fra billedbehandlingsprogram (b) som beregner størrelse og vekt på hummer.

*Photo of lobster (a) and screen frame (b) from image analysis program for estimation of lobster length and weight.*

gir god lønnsomhet i landbasert oppdrett av hummer. En prototyp av teknologien ble bygget i 2003/2004 og har gjennomgått omfattende testing og dokumentasjon. Teknologien har følgende egenskaper kombinert i ett og samme konsept:

- Opprettholder gode miljøforhold og ivaretar hummerens krav til oppdrettsmiljø
- Egner seg for høye tettheter og intensiv produksjon
- Selvrens i bur og kar
- Beregner individvekter vha. digital bildeanalyse
- Enkel tilgang til hvert individ
- Er arealintensivt
- Tilrettelagt for sporbarhet
- Basert på biologisk resirkulering av sjøvann
- Begrenser kostnader knyttet til oppvarming av sjøvann
- Har lavere investeringsbehov enn alle andre kjente produksjonsprinsipper

I tillegg er teknologien i stor grad basert på automatiserte arbeidsoperasjoner, noe som reduserer behovet for arbeidskraft. Det er videre utviklet roboter for sortering av yngel (Figur 6.6.1), høsting av yngel og porsjonshummer, bildebehandlingsprogram for identifisering av enkeltindivid for bestemmelser av vekst (skallskifte), dødelighet og høstetidspunkt (Figur 6.6.2).

### Fôr

Under optimale forhold er det mulig å oppdrette en hummer til 300 g størrelse på to år. Foreløpig er det bare naturlig fôr som har gitt optimal vekst, og mangel på et godt formulert fôr til hummer har vært en av flaskehalsene for lønnsomt hummeroppdrett. Lite forskning er gjort på ernæring og føring av "norske" krepsdyrarter, men en har kommet noe lenger på ernæringsbehov hos amerikansk hummer og særlig tropiske reker (Wickins & Lee 2002).

Ernæringsmangler gjør seg ofte utslag i form av dårlig vekst og problemer eller dødelighet under skallskiftet, slik at krevende skallskifter trolig gjør krepsdyr mer følsomme for ernæringsmangler enn fisk. NLF har, sammen med Fiskeriforskning i Bergen og Havforskningsinstituttet, utviklet et formulert fôr som har vært testet i to år på Kvitsoy. De viktigste faktorene for et formulert fôr er at det er tilpasset hummerens ernæringsmessige behov, har riktig fysisk konsistens, gir god overlevelse, normal pigmentering samt god vekst og lav förfaktor. Det spesialutviklede føret har gitt god vekst og overleving, tilnærmet normal pigmentering, og kan nyttes helt fra første næringsopptak, (Drengstig et al. 2003, Kristiansen et al. 2004).

Det foregår nå forsøk med tilpasning og optimalisering av konsistens (for mindre førspill), pigmentinnhold og næringsinnhold (fokus på skallskifte). Foreløpige resultater tyder på at det vil være gunstig å benytte fôr med ulike fysiske kriterier for henholdsvis pelagisk yngelfase og påvekstfase. Det er også behov for mer grunnleggende kunnskap når det gjelder pigmentering og ernæringsbehov hos europeisk hummer, særlig gjelder dette yngel og småhummer. Sist, men ikke minst viktig er det at hummeren har topp kvalitet og blir vurdert som et utmerket produkt av kunden. Smakstester av oppdrettet hummer har så langt gitt gode resultater, men fortsatt er ingenting gjort for å optimalisere føret med hensyn til smak og konsistens på sluttproduktet.

### Vannkvalitet

Optimale verdier på vannkvalitetsparametere for amerikansk hummer er rapportert til å være temperaturer mellom 18–22 °C, saltholdighet på mellom 28–35, over 6 mg oksygen/L, pH mellom 7,8–8,2 og mindre enn 14 µg N/L som uionisert ammoniakk (NH<sub>3</sub>). For kortere perioder kan hummer tåle lave konsentrasjoner av oksygen og høyere ammoniakk-konsentrasjoner enn det som er indikert som optimalverdier. Ammoniakk er den mest åpenbare begrensende faktor i intensive systemer på land som bruker resirkulering. På Kvitsoy har

biofilteret som benyttes vist en god evne til å fjerne totalammonium (TAN) med rater opp mot 50–70 %. I disse forsøkene lå konsentrasjoner av  $\text{NH}_3$  i karene på mellom 0–5  $\mu\text{g N/L}$ . Hummerfôr har et høyt innhold av protein, og ekskresjonsrater vil derfor være korresponderende høye – gjennomsnittlige rater på mellom 0,1–0,5 g TAN/kg/dag har vært rapportert for stor hummer. Også her trengs det mer grunnleggende studier for å måle oksygenforbruk og ammoniumproduksjon relatert til fôringsfrekvens og mengde, for å kunne dimensjonere biofiltre og vanngjennomstrømming riktig.

#### Oppdrettsenheter og arealbehov

Siden oppdrett i fellesbur medfører stor vekstvariasjon og dødelighet på grunn av kannibalisme, er det nødvendig å oppdrette hummeren i enkeltbur. Oppdrett av små hummer har stort sett foregått i enkle plastbur med perforert bunn. Studier på sammenhengen mellom burstørrelse og vekst hos amerikansk hummer har vist at veksten avtar og dødeligheten øker når burstørrelsen når en kritisk minstestørrelse (van Olst & Carlberg 1978). Innen visse grenser hadde ikke fasingen (lengde-/breddeforhold) noen betydning for veksten (Shleser 1975). Areal for ubegrenset vekst har blitt kalkulert til  $9\text{TL}^2$  eller  $75\text{CL}^2$  (TL–total lengde, CL–carapax-lengde). Aiken & Waddy (1978) fant gjennomsnittlig lengdeøkning på 14 % i bur med areal på  $55\text{CL}^2$  størrelsesvariasjon vs. 10 % lengdeøkning i bur med areal  $18\text{CL}^2$ . Ingen tilsvarende undersøkelser er publiserte på europeisk hummer. På Kvitsøy har vi gjennomført forsøk med oppdrett av små hummer i bur av tre ulike størrelser (46, 74 og 99  $\text{cm}^2$ ) hvor det også ble testet om bruk av skjellsand og skjul hadde en positiv effekt. I dette forsøket fant vi bare svake positive effekter av økende burstørrelse, noe som kan tyde på at europeisk hummer er mindre sensitiv for areal. Det var også bare svak positiv effekt av tilsetning av skjellsand, men ingen effekt av skjul (Kristiansen et al. 2004.). Totalt sett blir dette en avveining mellom optimale forhold for vekst og økonomiske kostnader av utstyr og areal.

#### Veien videre

Alle tidligere erfaringer viser at det er store FoU-kostnader knyttet til å utvikle nye marine oppdrettsarter frem til kommersialisering og industrialisering. På den annen side er det fortsatt mulig å lykkes forutsatt at grunnlaget for etableringer er til stede. Markedsundersøkelser har vist at oppdrettet hummer har et stort marked, og kalkylene til NLF viser at det er mulig å oppnå god lønnsomhet i relativt liten skala. Som i lakseoppdrettets barndom vil produktets høye pris gjøre at en kan produsere med

lønnsomhet selv om produksjonskostnadene er høye i startfasen. I hvilken grad hummeroppdrett blir en ny, norsk oppdrettsuksess, avhenger imidlertid mye av at privat kapital, gründerbedrifter, næring, forskning og offentlig støtteapparat blir koordinert og har vilje til å satse og samarbeide. Det er i hvert fall ikke hummerens biologiske potensial det står på.

#### Summary

For more than 100 years, many trials focusing on farming and sea ranching of lobster have been conducted. None of these attempts have been commercially successful, and it has been difficult to make lobster farming a profitable business. However, during the last decade major developments of technology and computer controlled automatics have changed the setting in a positive direction. Moreover, a new law ensuring property rights for released lobsters in sea ranching areas has opened up the possibility for a new industry and has created a market for lobster juveniles.