

Fisken og havet, særnummer 2-2009

Kyst og havbruk 2009

Redaktører:

Ann-Lisbeth Agnalt

Ingunn E. Bakketeig

Tore Haug

Jan Atle Knutsen

Ingegjerd Opstad

www.imr.no



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

Illustrasjoner på kapitelforsider
Kapittel 1: *Øystein Paulsen, Håja fra Sommarøy*
Kapittel 2: *Øystein Paulsen, Fra Sund Fiskerimuseum, Lofoten*
Kapittel 3: *Øystein Paulsen, Ved Hidra, Flekkefjord*

ISSN 0802 0620

Redaksjonen avsluttet mars 2009

Grafisk form og produksjon: Hege Iren Svensen
Trykk: Bodoni



Forord.....	7
Sammendrag/Summaries.....	8

Kapittel I Forvaltning av kysten

1.1 Oversikt over økosystem kystsone – The coastal zone.....	18
<i>E. Dahl</i>	
1.2 Kystklima – Climatic conditions in coastal waters.....	22
<i>J. Aure</i>	
1.3 Overvåking av alger langs norskekysten – Monitoring of algae.....	26
<i>L.J. Naustvoll, M. Kleiven, E. Gustad og J.H. Simonsen</i>	
1.4 Naturtypekartlegging i kystsonen – Mapping of marine habitats.....	30
<i>T. Bodvin, H. Steen og S.H. Espeland</i>	
1.5 Rødlista – et nyttig hjelpemiddel for forvaltningen? – The red list of threatened species.....	34
<i>J. Gjøsæter, K. Nedreaas og R. Toresen</i>	
1.6 Om forvaltningen av kystnære ressurser – Management of coastal resources.....	37
<i>P. Gullestad</i>	
1.7 Kysttorsk – et tema med mange variasjoner – Coastal cod.....	40
<i>T. Johansen, E. Berg og G. Dahle</i>	
1.8 Kan kysttorsk og skrei forvaltes hver for seg? Can coastal cod and Northeast Arctic cod be managed separately?.....	44
<i>A. Aglen</i>	
1.9 Kysttorsk og torskeoppdrett – et umulig naboskap? – Can wild cod and farmed cod coexist?.....	46
<i>T. Svåsand, K. Jørstad, E. Karlsbakk og G.L. Taranger</i>	
1.10 Hva vet vi om parasitter og oppdrett av torsk? What do we know about parasites and cod farming?.....	50
<i>E. Karlsbakk, T.E. Isaksen og L.A. Hamre</i>	
1.11 Berlevågfisken – en nordnorsk torskefisk med aner i Stillehavet The gadoid fish Berlevågfisk.....	54
<i>J.S. Christiansen, S.E. Fevolden og I. Byrkjedal</i>	
1.12 Lobemanetene – reelle trusler eller bare pene og pyntelige? The non-indigenous Ctenophore <i>Mnemiopsis leidyi</i> in Norwegian waters.....	56
<i>T. Falkenhaug</i>	
1.13 Den eines død, den andres brød – One man's gain is another man's loss.....	60
<i>H. Gjøsæter, F.T.R. Bogetveit og N. Mikkelsen</i>	
1.14 Økosystembasert forvaltning av biologisk mangfold på kysten Ecosystem based management of biological diversity along the coast.....	62
<i>A.B. Storeng</i>	
1.15 Hardangerfjorden, på utsida av rammene for berekraftig oppdrett? The Hardangerfjord.....	64
<i>Ø. Skaala, B. Finstad, S. Kålås, P.A. Bjørn, B. Barlaup, P.A. Heuch og A. Bjørge</i>	
1.16 Porsangerfjorden – produktiv, men ingen Sareptas krukke The ecology of the Porsangerfjord.....	68
<i>A. Bjørge og K.T. Nilssen</i>	



Kystklima i endring



Kysttorsk og skrei



Lobemaneten – en tilpasningsdyktig innvandrer



Lakselusa – fortsatt plagsom



76
Oljeboring i kystnære
områder



78
Vrak – en miljøtrussel



86
Kystsel



97
Ålebestanden i fare



99
Hummer – respekteres
nye regler?



122
Reker – attraktiv ressurs

1.17 Kartlegging av turistfiske – Survey of catch and effort in the tourist fishery	71
<i>J.H. Vølstad og M. Nilsen</i>	
1.18 Påvirker Forsvarets sonarer havmiljøet? – Naval sonars and marine life	74
<i>P. Kvadsheim og L. Dokseter</i>	
1.19 Oljeboring i kystnære områder – The petroleum industry in the coastal zone	76
<i>E. Olsen</i>	
1.20 Skipsvrak langs norskekysten medfører en miljøtrussel Do wrecks represent an environmental threat?	78
<i>J. Klungøy</i>	
1.21 Et eksempel på samspill mellom anvendt forskning og grunnforskning Collaboration CEES–IMR	81
<i>D. Hjermann, P. Jorde, E.M. Olsen, S. Espeland, H. Knutsen, A. Eikeset, L. Stige og N. Stenseth</i>	

Kapittel 2 Kystressurser

2.1 Kystsel – Coastal seal	86
<i>K.T. Nilssen og A. Bjørge</i>	
2.2 Kysttorsk nord for 62°N – Coastal cod	90
<i>E. Berg</i>	
2.3 Kyst- og fjordbrisling – Coastal sprat	93
<i>E. Torstensen</i>	
2.4 Rognkjeks og rognkall – Lump sucker	95
<i>K. Sunnanå</i>	
2.5 Europeisk ål – European eel	97
<i>A.B. Skiftesvik og C. Durif</i>	
2.6 Hummer – European lobster	99
<i>J.A. Knutsen, A.R. Pettersen, S.E. Enersen, P.A. Heuch, E. Karsbakk, E. Moland, K.E. Jørstad, T. Langeland og A.-L. Agnalt</i>	
2.7 Taskekrabbe – Edible crab	102
<i>K. Sunnanå</i>	
2.8 Kongekrabbe – Red king crab	105
<i>J.H. Sundet</i>	
2.9 Haneskjell – Iceland scallop	108
<i>J.H. Sundet</i>	
2.10 Stort kamskjell – Great scallop	109
<i>Ø. Strand</i>	
2.11 Stortare – Kelp forests	111
<i>H. Steen</i>	
2.12 Kveite – Atlantic halibut	115
<i>K. Michaelsen og Å. Høines</i>	
2.13 Sjøkreps – Nephrops	118
<i>G. Søvik og J.A. Knutsen</i>	
2.14 Leppefisk – Wrasse	120
<i>J. Gjøsæter og A.B. Skiftesvik</i>	
2.15 Reker i fjorder og kystnære områder – Northern shrimp	122
<i>C. Hvingel, G. Søvik og T. Thangstad</i>	



Rekordhøy lakseeksport
i 2008



Kan laksen bli
vegetarianer?



Er oppdrett av blåskjell
miljøvennlig?



Kan rett not hindre
rømming av torsk?



All-female



Berggylte som
lusekontrollør

Kapittel 3 Havbruk

3.1	PRODUKSJON AV OPPDRETTSORGANISMER 2008	
3.1.1	Produksjon av laks og regnbueørret – Harvest quantity of Atlantic salmon	128
	<i>A.F. Kjørhaug</i>	
3.1.2	Produksjon av torsk og kveite – Production of cod and halibut	131
	<i>T. Lassen</i>	
3.1.3	Produksjon av skjell Production of scallops, mussels and oysters	133
	<i>S. Mortensen, A. Duinker og Ø. Strand</i>	
3.2	MARKEDSSITUASJONEN FOR OPPDRETTSFISK 2008	
3.2.1	Eksporten av laks og ørret – Export of Norwegian salmon and trout	135
	<i>P.T. Aandahl</i>	
3.2.2	Markedssituasjonen for torsk og kveite fra havbruk 2008 Export of cod and halibut from aquaculture	137
	<i>K. Olsen og L. Kristiansen</i>	
3.3	BÆREEVNE – ØKOLOGISKE EFFEKTER AV AKVAKULTUR	
3.3.1	Kan laksen bli vegetarianer, og ønsker vi det? Can salmon become a vegetarian, and do we wish so?	139
	<i>R.E. Olsen og Ø. Karlsen</i>	
3.3.2	Bæreevne for fisk i oppdrett (CANO–fisk) – Carrying capacity (CANO–fish)	141
	<i>A. Ervik, P.K. Hansen, S. Olsen, O.B. Samuelsen og H. Givskud</i>	
3.3.3	Bæreevne for skjelldyrking (CANO–skjell) – Ecological interactions in bivalve farming	144
	<i>Ø. Strand</i>	
3.3.4	Bæreevne i havbeite med hummer (CANO–hummer) Carrying capacity in sea ranching of European lobster	146
	<i>A.-L. Agnalt, E. Farestveit og K. Jørstad</i>	
3.4	EFFEKTER OG TILTAK – RØMT FISK	
3.4.1	Valg av not til oppdrettstorsk – Choose of net for cod farming	148
	<i>H. Moen, L.M. Sunde og U. Winther</i>	
3.4.2	Produksjon av rene hunnfiskpopulasjoner av atlantisk torsk – Production of all-female cod	151
	<i>T. Haugen og G.L. Taranger</i>	
3.4.3	Utvandringstrang hos rømt laksesmolt Migration motivation in escaped farmed salmon smolt	154
	<i>O. Skilbrei</i>	
3.5	FISKEVELFERD OG FISKEVELFERDSINDIKATORER	
3.5.1	Laksen unnviker avlusingsmiddel – dersom den får velge Farmed salmon avoid delousing chemicals – if options provided	157
	<i>F. Oppedal og J. Vigen</i>	
3.5.2	Fra utsett til slakt – From transfer into sea water until slaughter	160
	<i>L.H. Stien, T. Kristiansen, T. Danielsen, T. Torgersen, F. Oppedal og J.E. Fosseidengen</i>	
3.5.3	Hvordan takler laksen varierende merdmiljøforhold? How does the salmon cope with fluctuating sea cage environments?	164
	<i>T. Torgersen, L.H. Stien, B.O. Kvamme, M. Remen, O. Folkedal og T.S. Kristiansen</i>	
3.5.4	Slaktning av fisk – velferd, neuroglobin og karbonmonoksid Slaughter of fish – welfare, neuroglobin and carbon monooxide	167
	<i>E. Slinde og B.O. Kvamme</i>	
3.5.5	Hva bestemmer vannutskiftning og oksygenforhold i oppdrettsmerder? Water exchange and oxygen conditions in cages	169
	<i>J.Aure, J. Vigen og F. Oppedal</i>	
3.6	SYKDOM OG SMITTESPREDNING	
3.6.1	Lakselussituasjonen i Hardangerfjorden våren 2008 – Salmon lice in the Hardangerfjord	172
	<i>L. Asplin, K.K. Boxaspen og A. Sandvik</i>	
3.6.2	Molekylære studier av lakselus – Molecular studies of salmon louse	175
	<i>S.T. Dalvin, C. Eichner, R. Skern-Mauritzen og F. Nilsen</i>	
3.6.3	Smittespredning i kystsonen – Spreading of disease in marine aquaculture	179
	<i>S. Mortensen, L. Asplin, P. Jansen, K. Korsnes og A. Nylund</i>	
3.6.4	Berggylte som lusekontrollør – Ballan wrasse used to control salmon lice	184
	<i>P.G. Kvennseth og R. Øien</i>	
3.6.5	Behandling av bakterielle sjukdommar hos fiskelarvar i marint oppdrett Antibacterial treatment method for marine fish larvae	187
	<i>I.S. Roiha</i>	



Ærfugl og blåskjell



Kamskjell

3.7 DYRKING AV SKJELL

- 3.7.1 Ærfugl og blåskjelloppdrett – et uløselig problem?
Eider ducks and blue-mussel farming189
S.A. Hanssen og K.E. Erikstad
- 3.7.2 Miljøovervåking av blåskjellanlegg
Monitoring environmental impact from mussel farming.....192
P.K. Hansen, T. Strohmeier, H. Jansen og Ø. Strand
- 3.7.3 Dagens forskning på yngelproduksjon av kamskjell
The latest news about research on production of scallop juvenies194
S. Andersen, G. Christophersen og T. Magnesen



Havforskningsinstituttet er stolt over å presentere *Kyst og havbruk 2009*. Denne rapporten gir deg oppdateringer om økosystemene langs kysten og om havbruk.

Vi ønsker med denne rapporten å gi forvaltning, næring og undervisning et nyttig oppslagsverk med oppdatert kunnskap – i tillegg håper vi den vil være til glede for alle som interesserer seg for det marine livet og miljøet langs kysten.

En av Havforskningsinstituttets samfunnsoppgaver er å bidra med kunnskap til forvaltningen av kysten. Forsknings- og rådgivningsprogrammene våre koordinerer innsatsen på områder som representerer særlige samfunnsmessige utfordringer:

- Forsknings- og rådgivningsprogrammet *Økosystem kystsonen* skaffer og sammenstiller kunnskap som rådgivningsgrunnlag til forvaltningen innen alle områder som omfatter ressurser og miljø i kystsonen.
- Forsknings- og rådgivningsprogrammet *Akvakultur* skaffer kunnskapsgrunnlaget for å gi forskningsbaserte forvaltningsråd innen akvakultur.
- Forskningsprogrammet *Biologiske mekanismer i marine økosystem og akvakultur* arbeider med å etablere kunnskap om biologiske mekanismer og samspill med miljøfaktorer for bærekraftig ressursutnyttelse og akvakultur.

Aktiviteter og resultater fra forskningsarbeidet i disse programmene er presentert blant temaartiklene i kapittel 1 og 3 i årets rapport. Kapittel 2, Kystressurser, gir en oversikt over de viktigste ressursene man finner i kystsonen.

Havforskningsinstituttet er ikke alene om å forske på viktige områder relatert til kyst og havbruk. Derfor har vi invitert kolleger fra andre miljø til å skrive i denne rapporten. Deres bidrag gjør at vi får fram et helhetlig bilde av norsk kyst- og havbruksforskning, noe vi mener gjør produktet enda mer verdifullt.

Redaksjonen for *Kyst og havbruk 2009* har bestått av redaktørene Ann-Lisbeth Agnalt, Ingunn E. Bakke-teig, Tore Haug, Jan Atle Knutsen og Ingegjerd Opstad. Hege Iren Svensen har gjort det grafiske arbeidet.

Rapporten er også tilgjengelig på www.imr.no/dokumenter.

God lesning!

Tore Nepstad
administrerende direktør

Tilstand og utviklingstrekk langs kysten

Kysten preges av et klimaskifte. Siden slutten av 1980-tallet har temperaturen i havoverflaten om vinteren gjennomgående vært forholdsvis høy i Sør-Norge. Fra rundt år 2000 har dette også vært tilfelle i Nord-Norge. Gradvis har dette har ført til stigende temperaturer også i dypvannet (150 m) langs kysten. I løpet av de neste hundre årene kan middeltemperaturen i sjøen langs kysten stige ca. 2 °C. Disse endringene i klimaet kan påvirke produksjonsforholdene, og dermed ulike arters utbredelsesområde langs kysten.

Einar Dahl

einar.dahl@imr.no
leder forsknings- og rådgivningsprogram
økosystem kystsoner

Et omfattende arbeid med å overvåke og klassifisere den økologiske tilstand langs kysten, et ledd i innføringen av EUs vannrammedirektiv i Norge, er nå begynt. Det pågår kontinuerlig kartlegging av det biologiske mangfoldet, i første rekke av forekomstene av utvalgte naturtyper. Vår kunnskap om de biologiske ressursene blir stadig bedre, selv om mye enda mangler. En del arter som kysttorsk, ål og hummer, kan være for hardt beskattet. Samtidig vet vi ikke nok om det totale fisketrykket; summen av yrkes-, fritids- og turistfisket. Dette er en av utfordringene vi får for å nå målet om å sikre en ansvarlig og helhetlig ressursforvaltning som ligger i den nye havressursloven.

2008 var et forholdsvis varmt år, særlig i vinterperioden. Sør for Lofoten var månedlig middeltemperatur 0,5–3 °C over normalen i de øvre vannlag (0–10 m), med størst avvik i sør. I de dypere vannlagene (150 m) var det også fortsatt varmt, ca. 1 °C over det normale.

Næringsalter og planteplankton

Forekomsten av planktonalger langs kysten var nok så lik de siste årene i 2008. Vi registrerte igjen at den skadelige algeslekten *Dinophysis*, som er kilden til diarégift i skjell, var vanligere i Nord-Norge enn i sør. For sjetten år på rad nærmest uteble høstoppblomstringen av alger langs kysten av Skagerrak. Den var tidligere preget av store dinoflagellater. Reduksjonen i forekomsten av dinoflagellatene har skjedd i en periode hvor også mengden av langtransporterte næringsalter, særlig nitrogen, inn i Skagerrak har gått ned.

Kystressurser

Kunnskapen om tilstand og utviklingstrekk for mange av våre levende ressurser langs kysten er begrenset. Flere fiskearter er for hardt beskattet. Vi

har mangelfull oversikt over uttaket, blant annet fordi fritidsfiskere og turister står for en betydelig del av fangsten i kystsonen. Havforskningsinstituttet har stor fokus på å forbedre kunnskapen om hva ulike typer fiskeri og predasjon betyr for uttaket av fisk. Kysttorsk, ål og hummer er blant de overbeskattede artene som bør få bygge seg opp igjen. I 2008 ble det innført nye forvaltningsregler for hummer, og nye forvaltningsregler for ål er nå på høring. De er viktig å følge opp virkningene av nye forvaltningsregler.

For noen arter, som brisling, kveite og rognkjeks, er bestandstilstanden og -utviklingen noe usikker. Andre, som taskekrabbe og kongekrabbe, er i god forfatning. Men også bestander som er i god forfatning må høstes med måte. Historien har vist at det kan gå fort å fiske ned også store bestander. Langs vår langstrakte kyst kan samme art forekomme i varierende mengder. Det kan bety at mer regionalt tilpassede høstingsregimer kan være hensiktsmessig. Havforskningsinstituttet har også et øye på kystsel, ulike skjellarter og stortare. Stortaren er i god forfatning opp til Trøndelag, og høstes i noen grad. Lenger nord har den vært nedbeitet av kråkebolter siden tidlig på 1970-tallet. Det betyr at en viktig naturtype for produksjon og biologisk mangfold har vært nærmest fraværende langs store deler av kysten i ca. 40 år.

Introduserte arter og forskyvning av arter

Kongekrabbe er en introdusert art som på den ene siden er blitt en viktig ressurs, men som også kan ha uheldige økologiske virkninger. Det er økende oppmerksomhet på introduserte arters forekomst, spredning og mulige økologiske konsekvenser. Forandringer i klimaet kan føre til nye utbredelsesmønstre både for etablerte og nye arter langs kysten.

Forvaltning av kystsonen

Arealer, miljø og ressurser i kystsonen er et anliggende for mange ulike forvaltningsinstitusjoner, både på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå. Viktige oppgaver er kartlegging, overvåking og bevaring av marint biologisk mangfold og innføringen av



Foto: Michael Poltermann



Foto: Michael Poltermann

EUs vannrammedirektiv. Direktivet skal bidra til å sikre en ren kyst i god økologisk tilstand. Samtidig må det legges til rette for bærekraftig verdiskaping for næringer som høster av marine kystressurser og havbruk. Havressursloven skal sikre en bærekraftig og samfunnsøkonomisk lønnsom forvaltning og en ansvarlig og helhetlig ressursforvaltning. Den skal ta

opp i seg føre-vare-hensyn og en økosystembasert tilnærming. Loven skal bidra til å sikre velfungerende, rike og rene økosystem med tilhørende biologisk mangfold, samtidig som man skal tenke god og lang-siktig avkastning fra fiskeriene. Alt dette skal baseres på den best tilgjengelige kunnskap, og den får vi fra god overvåking og forskning.

State and trends in Norwegian coastal waters

The Norwegian coastal waters are experiencing climate change. Since the end of the 1980s the winter temperatures in the surface (0–10 m) along the coast have been relatively high in southern Norway, and from 2000, also in northern Norway. This has gradually led to higher temperatures also in deep-waters (150 m). Changes in climate may influence productivity and species distribution, and improve conditions for new species.

Einar Dahl

einar.dahl@imr.no

Head of the Coastal Zone Ecosystem Programme

Water temperatures in the upper layer (0–10 m) along the coast were 0.5–3 °C above normal during the winter 2008, except in the northernmost part of the country, and with the highest anomalies in south. In the deeper layers (150 m), water temperatures in 2008 were about 1 °C above normal.

Nutrients and phytoplankton

The occurrence of phytoplankton in 2008 was similar compared with recent years. Again the toxic algae *Dinophysis acuta*, the main source to diarrhoeic toxins in shellfish, was more common in northern Norway than in the south. Along the southern coast, the former late summer or autumn blooms of large dinoflagellates have been almost absent the last six years, including 2008. During the same period the supply of nutrients, mainly nitrogen, from the German Bight to the Skagerrak declined.

Marine resources

Knowledge about state and trends of many marine coastal resources is limited. Many resources are over-exploited, and we have insufficient data and knowledge about causes to fish mortality. Coastal fish are captured by professional fishermen, tourists, local people as well as holiday anglers. We aim to increase our understanding of how various fisheries and predators affect the fish stocks. We also aim to improve the knowledge as a base for sustainable management of marine resources along the coast.

Coastal cod, lobster and eel are among the overexploited resources. The situation for sprat, Atlantic halibut and lumpsucker is more uncertain, while edible crab and red king crab are examples of stocks in good conditions. But also such stocks should be

harvested in a sustainable manner, as the abundance of species may vary along the coast. This situation may call for a more regional adapted management regime in the future.

Coastal seals, various species of scallops and the kelp *Laminaria hyperborea* are other marine species monitored by the Institute of Marine Research. *L. hyperborea* is abundant along the west coast of Norway and is to some extent harvested. In northern Norway this and other kelp species have been kept at a low population level by grazing sea urchins for nearly 40 years. Thus, an element important for creating a productive and rich habitat has been partly lacking in northern Norway for decades.

Introduced species and shift in spread of species

The introduced species red king crab has on one hand become a resource of great value, and may on the other hand have destructive ecological consequences. Introduced species along the coast have received increased attention, and many of them, as also native species, may change distribution pattern as the climate change.

Coastal-zone management

Coastal-zone management in Norway involves many institutions on national, regional and local levels. Important tasks are monitoring, mapping and conservation of marine biodiversity, while at the same time, facilitate for commercial activities such as fisheries and aquaculture. The implementation of EU's Water Framework Directive (WFD) contributes to clean coastal waters, with an ecological status rated from good to high. The new law, "Havressursloven", should consolidate sustainable management of our living, marine waters. The Act is based on an ecosystem approach, precautionary thinking and responsible management, including harvesting, of living, marine resources.



Alle foto: Øysten Paulsen



Utfordringer i forvaltning av norsk akvakultur

Visjonen for havlandet Norge er rike og rene hav- og kystområder. Akvakulturbasert produksjon av sjømat økte også i 2008, noe som gir store utfordringer for en bærekraftig utvikling med fokus på miljø påvirkninger. I 2008 satte vi søkelys på smittespredning, blant annet av lakselus, og effekter av rømt fisk.

Karin Kroon Boxaspen

karin.boxaspen@imr.no

leder forsknings- og rådgivningsprogram akvakultur

Fiskeri- og kystdepartementet definerer Havforskningsinstituttets forvaltningsrettede oppgaver. Fagfeltene bæreevne, fiskevelferd, genetiske og økologiske interaksjoner av rømt fisk, samt sykdom og smittespredning er fremdeles de fire hovedprioriteringsområdene for vår forskning. Disse områdene er belyst spesielt i kapittel 3.

Produksjon

Akvakulturproduksjonen stiger, og i 2008 økte slaktevolumet av både laks (2,3 %), ørret (12 %) og torsk (25 %). Biomassen av kveite i sjø har økt, mens salgsvolumet ligger litt under fjorårets. Det ser også ut til at skjell dyrkingen er inne i en positiv periode.

2007 var et "varmt" år som ga svært stor tilvekst, mens 2008 hadde "normal" temperatur. Høyere gjennomsnittlig vintertemperatur gir større utfordringer både for lakselus, som kan vokse raskere og legge flere egg, og andre sykdommer. Varme vintrer gir heller ikke noen "knekk" for smittsomme sykdommer slik lavere temperaturer kan gi (for eksempel for lakselus under 5 °C). Virussykdommer som PD (pankreas-sykdom) gir næringen store problemer.

Bæreevne

I dag er det et sterkt fokus på utnyttelse av marine råstoffer. Globalt bruker akvakulturnæringen ca. 50 % av de marine proteinene, og opp mot 90 % av de marine oljene (tall fra 2006). Det forskes mye på om noe eller alt kan erstattes av protein og fett fra landjorden, men det stilles spørsmål om fisk som laks og torsk bør bli vegetarianere. Laks kan leve på 100 % landbasert fôr, mens torsken må ha marint fett. Hvordan landbasert protein og fett påvirker kvaliteten og næringsverdi som vi venter å finne i sunn fisk fra havet, er en annen sak. Leting etter alternative og akseptable fôringredienser er viktig. Dyreplankton er en mulig kilde til marine råstoffer, og både krill og raudåte har vært studert. Det er interessant at krillens innhold av voksestere kan utnyttes av fisk, mens det hos mennesker ville virke mer som lakserolje.

Velferdsaspektet er imidlertid viktig når en skal vurdere å bytte førkilde. Tåler fisken den nye førkilden, vokser fisken like godt, eller oppstår det andre uakseptable forandringer?

Det første folk tenker på som miljøvirkning av lakseoppdrett er gjerne organisk påvirkning og utslipp av næringsalter. Hvordan dette studeres ved prøvetaking på sjøbunn og i sedimenter under og nær anlegg er godt definert. Nå kan vi også finne ut hvordan eventuelt fôrspill og avfallspartikler går videre i næringskjeden. Ved å ta prøver fra bunndyr og villfisk og analysere mengden av stabile isotoper og sammensetningen av fettsyrer, kan vi finne ut hvor i næringskjeden den organiske påvirkningen har oppstått. Det vil si om fisken har spist fôr direkte eller om den har spist bunndyr med fôrdiett. Det er viktig å få oversikt over den totale påvirkningen fra oppdrettsanlegg, både positive, i form av økt vekst på ville populasjoner, og negative.

Rømt fisk

Både laks og torsk kan rømme fra merdene. Det er påvist negative effekter av at laks rømmer, og vi jobber med å finne ut om også torsk vil krysse seg med ville bestander hvis den får sjansen. Vi kan spore laks tilbake til rømningskilden ved hjelp av genetiske profiler, en metode som stadig videreutvikles. Først og fremst er det viktig å hindre rømming fysisk, og for torsk er det en utfordring fordi den kan bite seg ut av nøtene. Sterkere notlin og doble nøter kan bli nødvendig.

På lengre sikt jobber Havforskningsinstituttet med å se på om effekten av rømminger kan reduseres ved å gjøre fisken steril slik at den ikke blir kjønnsmoden eller kan krysse seg med vill fisk. Metoden reiser produksjonsmessige, etiske og velferdsmessige problemstillinger som må utredes i tiden fremover.

Velferd

Velferd i oppdrett overvåkes fra mange hold. Nye og strengere krav kommer nasjonalt og internasjonalt, som EU, og forbrukerne legger stadig større vekt på hvordan mat blir produsert. Hva er god velferd? Hva reduserer denne velferden? Forsøk viser at to av ti



Foto: Øysten Paulsen

laks ikke mestrer forholdene i merden, og vi trenger mer kunnskap om årsakene. Bedre overvåking av miljøforhold og fiskeatferd er nødvendig, og det ser ut som at signaler i fiskens atferd kan brukes som indikator for nedadgående helse og velferd. Vannkvalitet er viktig for fiskens generelle velferd, og laksens evne til å tilpasse seg miljøendringer er sentral. Det er for eksempel vist at temperatur- og oksygennivå har mye å si for laksens trivsel. Det er også vist at større anlegg kan gi dårligere gjennomstrømming og dermed lavere tilgang på oksygen. Velferd skal ivaretas også ved ”slutten av livet”, og nytt fokus er satt på stress under slakting av fisk.

Sykdom og smittespredning

Smittespredning er en av oppdrettsnæringens store utfordringer, noe både lakselus og PD har vært eksempler på i 2008. Vi kjenner den sykdomsfremkallende organismen og spredningsmekanismene for noen sykdommer, men på langt nær for alle. Nå holder norsk laksenæring flere av de bakterielle sykdommene under kontroll ved bruk av vaksiner. Dagens sykdomsproblemer domineres derfor av flere virus og parasitten lakselus. Kunnskap om smitteveier som kan gå gjennom vannmassene eller fra foreldregenerasjonen til avkom, eller begge deler, er meget viktig. Kjennskap til situasjonen i ville bestander er også en faktor i smittespredningsmodellene. Vurdering av risiko for smitte mellom vill og

oppdrettet fisk blir et viktig arbeidsområde i tiden fremover.

I 2008 viste overvåking av lakselussituasjonen i Hardangerfjorden et forhøyet nivå av lakselus om våren og forsommeren sammenlignet med årene før. Denne trenden så vi for eksempel ikke i Osterfjord-systemet eller i Hjeltefjorden. Det kan være naturlige spredningsmekanismer som gjør at vi får slike forhøyede tall, men det er et lusenivå den ville laksefisken ikke kan leve med over tid.

Mengden av lus kan reduseres ved å redusere antall lus per fisk eller redusere antallet verter i sjø.

Skjell

I skjelldyrking brukes før fra et lavere trofisk nivå (alger). Det vil si at skjell er havets vegetarianere, og spiser alger der hvor landdyr ville ha spist gress. Sjømatproduksjon, på denne måten, er derfor interessant i en tid hvor man diskuterer hvordan man benytter marine proteiner og olje.

Utfordringen

Utfordringen vår er å fremskaffe nødvendig forskningsbasert kunnskap, overvåke nok og på de rette stedene, og integrere kunnskapen slik at akvakulturnæringen blir den bærekraftige verdiskaperen vi ser for oss.

Challenges for the Management of Norwegian Aquaculture

The vision for the sea nation Norway is to uphold our rich and clean seas and coastal waters. Total production of aquaculture products increased in 2008. This gives us challenges to maintain a sustainable development, focusing on environmental effects. In 2008, disease dispersal of among other salmon lice and effects of escapees have been given special attention.

Karin Kroon Boxaspen

karin.boxaspen@imr.no

Head of the Aquaculture Programme

Ministry of Fisheries and Coastal Affairs has maintained its focus for the Institute of Marine Research regarding management tasks. Carrying capacity, welfare, genetic and ecological effects of escapees, and disease and disease dispersal are still the main research areas. These topics are outlined further in chapter 3.

General production

The aquaculture production in Norway increased in 2008. Salmon had a growth in production of 2.3%, trout increased by 12% and cod by 25%, compared with the year before. Halibut production has seen a build-up of biomass in the sea, but the harvesting volume reduced slightly in 2008. The production of shellfish also increased in 2008. While 2007 was a “warm” year that gave rapid growth and increased production, 2008 was a “normal” year regarding temperature. Overall high winter temperature is a challenge when it comes to for instance salmon lice, that will grow more rapid and produce more eggs, as well as other diseases. Warm winters will not give the break in life cycle as cold winters can facilitate (below 5°C for salmon lice). Viral diseases like pancreatic disease (PD) have also been problematic in 2008.

Sustainability and carrying capacity

The use of marine raw materials is under global scrutiny. Aquaculture uses about 50% of marine proteins, and 90% of marine lipids (numbers from 2006). Research attention is given to if and how much terrestrial sources can be used. However, can fish like salmon and cod become vegetarians? Salmon can utilise a 100% terrestrial diet, while cod needs marine lipids in its diet. What this will imply for flesh quality and nutritional value is currently unknown. Search for alternative and acceptable feed sources is important. Zooplankton is one alternative source, such as krill and calanus. One interesting fact is that the wax esters of these species can be utilised by fish, as the all important omega 3 marine fatty acids, whereas

it will be more like castor oil if ingested directly by humans. Animal welfare is important considering changing the feed source. Does the fish thrive and grow, or are there unacceptable effects?

Fish farming supply coastal waters with organic material that mainly consists of uneaten feed and faecal material. It is well documented how this should be monitored under and adjacent to fish farms. Interactions between wild fish and farms are poorly understood, and studies are undertaken to describe how organic material from fish farms enters the marine food web. Analysis of stable isotopes and composition of fatty acids are used to describe where in the web the nutrition have entered, i.e. have the fish eaten the pellet directly or has it eaten another organism as e.g. shrimps. To achieve an ecosystem-based management it is important to understand these interactions.

Escapees – genetic and ecological impact

It is shown that both salmon and cod can and will escape from fish farms, and for salmon the negative effects on the wild population is also documented. We are studying whether cod escapees will interbreed with wild populations. Tracing of salmon back to its fish farm origin by using genetic markers are done, and we are currently working to update the methods used. Hindrance of escape would be the best option. For cod, however, this is a challenge since it has been shown to chew its way out of the net pens, and use of better raw materials are studied. Stronger nets and possible double nets are options. In the long term we are also addressing whether the fish can be made sterile and stop the maturation so cross with wild fish is impossible. There are, however, production, ethical and welfare issues that need to be addressed in this context.

Animal welfare

Animal welfare in fish farming is watched closely from multiple angles. New and stricter rules are forthcoming both nationally and from international sources like the European Union. The consumers also give larger focus on how their food had been produced. What is good animal welfare and how



Alle foto: Øysten Paulsen



is this welfare reduced or enhanced, are questions addressed. Studies show that two out of ten fish in fish farming does not cope well with the environment offered in a cage, and we need better knowledge about how this can be improved. Better surveillance of the cage environment and its effect on fish behaviour is important. It is also possible to envision that early signals of altered fish behaviour can be used as an indicator for reduced fitness or welfare. Water quality is often at the centre for general good welfare and the salmon's ability to adapt to changes in the environment. It is shown that water temperature and oxygen levels have impact on the overall wellbeing of the fish. It is also shown that larger cages can sometimes provide lower levels of oxygen. Stress before and during harvesting has also come into focus.

Disease and disease dispersal

Disease dispersal is one of the main challenges within the fish farming exemplified by both salmon lice and pancreatic disease in 2008. For some of the disea-

ses the causal agent and the route of contamination are known. Norwegian salmon aquaculture controls many of the bacterial diseases with vaccines. The disease problems of today is therefore often of a viral or parasitic origin like for the salmon louse. Knowledge of the transmission routes which could be both the water masses themselves or between parent and offspring, is of utmost importance. A mapping of the situation in the wild hosts populations are also fundamental to fully understand the transmission of diseases. To create a better risk assessment for the interaction between both farmed and wild hosts, disease dispersal has the highest priority.

In 2008 our surveillance of the salmon lice situation in the Hardangerfjord showed a higher level of salmon lice settlement in the spring and early summer than the years before. This trend was not obvious for the other areas under surveillance. This indicates that the Hardanger area is experiencing a special situation. These numbers can be forthcoming due to natural fluctuations, but it can also indicate that the production of salmon lice is too high and at a level the wild salmonids cannot tolerate for a prolonged period. This can potentially only be remedied by a lower level of lice on each host or a reduction of number of hosts.

Mussel farming

Mussel farming utilises a lower trophic level of feed. This is explained by the mussel being the vegetarians of the sea eating algae the same way terrestrial animals would eat grass. Food production at this level is interesting in view of the current discussion on how to utilise the marine protein and lipids.

The challenge

The future challenge is to produce the necessary research based knowledge needed, to do surveillance in the proper areas at the proper level, and to integrate this so aquaculture can get the sustainable growth envisioned.



Kapittel I

Forvaltning av kysten



Oversikt over økosystem kystsonen



Foto: Øystein Paulsen

Den norske kystlinjen er ca. 2 600 km i luftlinje eller ca. 25 000 km langs fastlands-kysten. Inkluderer vi strandlinjen rundt alle øyene langs kysten, blir kystlinjen ca. 83 000 km lang. Innenfor grunnlinjen, den rette linjen som kan trekkes mellom de ytterste skjær og nes, er det et areal på 90 000 km², som utgjør ca. 1/3 av vårt landareal. Ca. 80 % av den norske befolkningen bor mindre enn 10 km fra kystlinjen, og 280 av landets 435 kommuner grenser til kysten. Kystsonen må betraktes som sammensatt av mange ulike økosystem. Innelukkede poller er eksempler på relativt lukkede økosystem, mens store fjorder uten terskler er eksempler på åpne økosystem.

Einar Dahl
einar.dahl@imr.no

Den norske kysten strekker seg over fire økoregioner fra sør til nord, økoregion Skagerrak, økoregion Nordsjøen, økoregion Norskehavet og økoregion Barentshavet. Hver region er påvirket av ulike, naturlige rammebetingelser og ulike typer press fra menneskelige aktiviteter. Kysten har en variert topografi som gir rom for mange ulike naturtyper og leveområder, fra grunne til dype områder og fra meget beskyttede til sterkt eksponerte områder. Langs den ytre kysten renner Den norske kyststrømmen, som kan sammenlignes med en stor elv.

Strømførhold

Den norske kyststrømmen starter øst i Skagerrak og går så langs hele kysten til den munner ut i Barentshavet. Den er styrt av jordrotasjonen, vindforhold og topografi. På sin ferd langs kysten får den tilsig av ferskvann fra norske elver og bekker, og trekker samtidig med seg mer og mer saltvann fra dypere liggende lag og fra saltvann på utsiden av den. Den står i mer eller mindre effektiv sirkulasjonsmessig kontakt med vannmasser i skjærgård og fjorder, først og fremst avhengig av topografiske forhold som terskler og bassengdyp. I fjorder med store tilførsler av ferskvann foregår en såkalt estuarin sirkulasjon ved at elvetilførselen driver en brakkvannsstrøm som renner i over-

flaten ut fjordarmene mot kyststrømmen. Når kystvannet og fjordvannet over terskelnivå har forskjellig tetthet og dermed trykk, vil dette drive vannet inn og ut av fjordene, den såkalte intermedieære sirkulasjon. Vannet utenfor fjordmunningen kan endres ved at vannmasser med andre egenskaper som temperatur, saltholdighet og tetthet blir transportert med kystvannet sørfra, eller ved at kystvannmassene lokalt løftes høyere opp eller trykkes dypere ned. Den første prosessen er knyttet til periodevise utstrømninger av vann fra Skagerrak og Nordsjøen til kysten av Sørvestlandet, mens den siste prosessen kalles opp- eller nedstrømning av kystvann og styres av vindforholdene langs kysten. Den intermedieære sirkulasjon i fjorden er

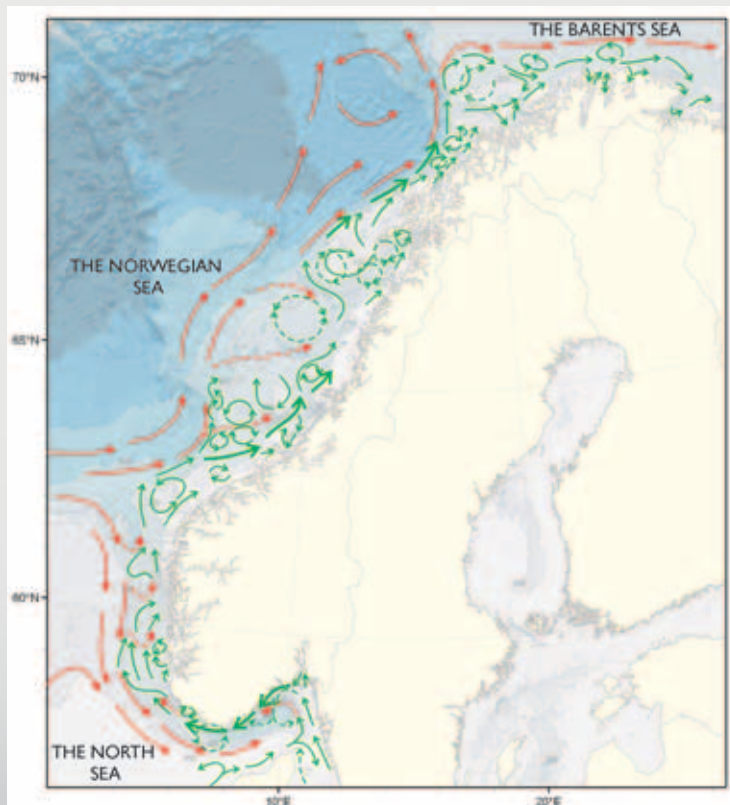
ofte 10–100 ganger større enn den ferskvannsdrevne estuarine vannutvekslingen. På Vestlandet og i økende grad nordover gir regelmessige tidevannsforskjeller kraftige skifter i strømforholdene inn og ut av fjorder gjennom døgnet. Hovedtrekkene i

strømforholdene i kyststrømmen er vist i figur 1.1.1.

Generelt om kysten

Kysten har en variert og komplisert topografi og et stort mangfold av undersjøiske

naturtyper. Her er beskyttede fjorder, skjærgård og åpen kyst, dype og grunnere områder, og områder med sterke og svake strømforhold. Bunnforholdene kan grovt deles i hardbunn, som fjell og stein, og bløtbunn, som sand og mudder. Kysten



Figur 1.1.1

Hovedtrekkene i strømforholdene i kyststrømmen er vist som grønne piler.

The main stream picture of the Norwegian Coastal Current is shown by green arrows.

har et rikt plante- og dyreliv, som består av både fastsittende og bevegelige organismer. De kan være fra mikroskopisk små til veldig store, som sel og hval. Mange organismer er stedegne, og lever hele livet på kysten. Andre organismer bruker kysten til gyte-, oppvekst- og beiteområde, og oppholder seg ellers mye langt til havs.

De store plantene langs kysten kalles makroalger. De utgjøres av tre grupper; grønnalger, rødalger og brunalger. Tang og tare hører til de sistnevnte. Makroalgene er kystens ”trær”, ”busker” og ”blomster”, og den høyproduktive makroalgevegetasjonen er viktige oppvekstområder for mange organismer. Makroalgene produserer mat og danner gode skjulesteder for små organismer som er utsatt for beiting av større. De mikroskopiske algene, som kalles plantoplankton, svever fritt i vannet og bidrar i enda større grad til matproduksjonen langs kysten. Ikke minst er de mat for alt det nye dyrelivet som fødes og vokser opp hvert år.

De senere år er det blitt en økende bevissthet om å ta vare på de biologiske verdiene langs kysten og sørge for at de har gode livsvilkår og ikke utsettes for overbeskat-

ning eller skadelig forurensning. Norge har en visjon om en ren og rik kyst. I den forbindelse foregår en viktig innsats på kartlegging av biologisk mangfold langs kysten, i første omgang av naturtyper, og vi er i ferd med å etablere marine verneområder. Videre er vi ferd med å innføre EUs vannrammedirektiv, som har som mål at kystvannet vårt skal ha en god økologisk tilstand etter nærmere definerte kvalitetsmål. 01.01.09 trådte den nye havressursloven i kraft, som har som målsetting at våre marine ressurser skal forvaltes på en helhetlig og bærekraftig måte.

Kystens økoregioner

Den norske kysten strekker seg over fire økoregioner, som nevnt foran. Hver økoregion er påvirket av ulike, naturlige rammebetingelser og av ulike typer press fra menneskets aktiviteter. Eksempler på ulike naturlige rammebetingelser er variasjoner i temperatur, saltholdighet og lysforhold, videre er forskjeller i tidevann og topografi viktig. Langs kysten fra svenskegrensen til langt opp i Troms er fjorder med terskler vanlig, mens fjordene i Finnmark stort sett ikke har terskler mot den åpne kysten og fungerer da mer som havbukter.

Økoregion Skagerrak

Økoregion Skagerrak er i geografisk utstrekning forholdsvis liten. Den strekker seg fra svenskegrensen til Lista, og har, bortsett fra Oslofjorden, små fjorder og relativt små skjærgårdsområder. Der er små tidevannsforskjeller, så fjæresonen som tørrlegges ved lavvann, er ikke så stor. Denne økoregionen har relativt varme somre og kalde vintre, og er den regionen som er mest preget av ferskvannstilførsler. Det meste kommer fra Østersjøen, men de største norske elvene munner også ut i økoregion Skagerrak og tilfører mye ferskvann. Videre har denne økoregionen størst og tettest befolkning og betydelig med industri, og er mest utsatt for forurensning, både i form av næringsalter og miljøgifter.

Rekreasjonsinteresser står sterkt i økoregion Skagerrak, og fritidsfisket utgjør trolig et større fiskepress på flere typer ressurser enn yrkesfisket. Der foregår litt skjellproduksjon og svært lite fiskeoppdrett, så akvakultur er ikke viktig i denne økoregionen. Mange fjorder har grunne terskler med dypere basseng innenfor. Det kan gå flere år mellom hver gang dypvan-

net i slike basseng skiftes ut med nytt vann. Derfor har mange fjorder periodevis oksygenfattig vann i dypet, og flere steder kan dypvannet bli helt råttent før det skiftes ut. Slike terskelfjorder er sårbare for økte mengder organisk materiale som kan sedimentere til dypet, og føre til økt oksygenforbruk når det brytes ned. Oksygenforbruket i mange bassenger langs Skagerrakkysten har økt til nesten det dobbelte av hva det var for 70–80 år siden. Det skyldes for en stor del økt vekst og sedimentasjon av planteplankton, trolig på grunn av tilførsler av næringsalter, særlig nitrogen, både fra landene sør for oss og med norske elver. De siste årene er det imidlertid indikasjoner på at situasjonen er i ferd med å bedre seg.

Yrkesfisket i økoregion Skagerrak beskjeftiger ikke så mange, viktigst er rekefisket. Ellers fiskes særlig torsk, sjøkreps, ål og hummer. Men fritidsfisket er stort, og trolig er flere av de lokale fiskeriressursene langs kysten av økoregion Skagerrak overbeskattet. Data- og kunnskapsgrunnlaget vårt for å kvantifisere både fisketrykket og de ulike fiskebestandenes størrelse er imidlertid svært mangelfullt. Havforskningsinstituttet prioriterer å bedre dette grunnlaget. Vi vet at blant annet kysttorsken i denne regionen er oppdelt i mange små bestander. Populært kan vi si at hver fjord har sin lokale bestand, som ser ut til å bruke særlig de indre delene av fjordene til gyteområder. I tillegg er kysten et oppvekstområde for torsk fra Nordsjøen, som har blitt transportert til kysten av Skagerrak som egg og larver.

Økoregion Nordsjøen

Økoregion Nordsjøen strekker seg fra Lista til Stad og innbefatter flere av Norges største og dypeste fjorder. Her er også åpen kyst, som langs Jæren, og en stor skjærgård. Gjennom året svinger temperaturen her mindre enn i økoregion Skagerrak, men tidevannsforskjellene er større og økende nordover. Inne i en del fjorder i økoregion Nordsjøen er ferskvannstilførselen lokalt stor, men selve kyststrømmen er mindre preget av ferskvann her enn i økoregion Skagerrak, og den er ikke påvirket av langtransporterte næringsalter. Flere steder i økoregion Nordsjøen er der tett befolkning og forurensende industri. Sistnevnte ligger til dels langt inne i noen av fjordene, og utslipp har ført til opphopning av miljøgifter lokalt. Men i store trekk er påvirkningene fra land, fra befolkning og industri noe mindre enn i Skagerrak-området.

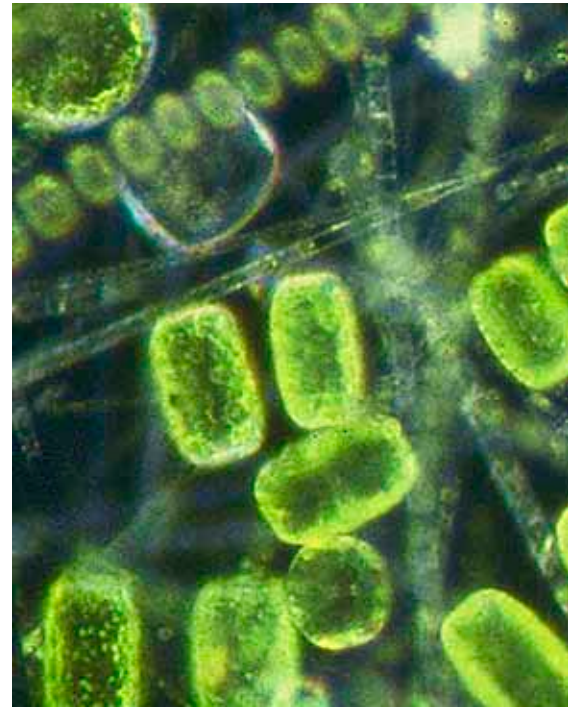
I økoregion Nordsjøen er akvakultur, ikke minst fiskeoppdrett, blitt en stor næring. Man har nå økende oppmerksomhet mot ulike miljøeffekter av denne næringen,

slik at man i størst mulig grad unngår uønskede negative effekter, som spredning av lakselus og effekter av forspill og andre næringsstoffer fra oppdrettsanleggene. Her spiller også yrkesfisket en større rolle enn langs Skagerrak, samtidig som fritidsfisket òg er stort. Mange fiskere i denne regionen reiser langt til havs for å fiske. I det kystnære fisket tas særlig torsk, sei, sild og brisling, og en del hummer og taskekrabbe.

I denne økoregionen foregår også tråling av stortare på grunt vann. Stortare er et viktig og verdifullt råstoff for alginatproduksjon. Alginat er et fortyknings- og stabiliseringsmiddel med stor anvendelse. Taretrålingen overvåkes slik at uttaket ikke skal bli større enn gjenveksten, og slik at trålingen ikke gir utilsiktede effekter på livet i tareskogen. Som for økoregion Skagerrak, er kunnskapen mangelfull om fisketrykket, hvem fisker hva, hvor og hvor mye. Dette bidrar til at vi også for denne regionen har lite kunnskap om lokale bestanders størrelse, og det er fare for at de overbeskattes. Det pågår et omfattende prosjekt i Hardangerfjorden for å lære mer om samspill mellom hav, kyst og fjord og om sentrale marinøkologiske prosesser i fjorden. Målsettingen er å få økt innsikt i årsaker til variasjon i rekruttering av brisling og andre fiskeslag, og bedre kunnskap om miljøeffekter av oppdrett. Hardangerfjorden har mange oppdrettsanlegg for fisk, i hovedsak laks.

Økoregion Norskehavet

Økoregion Norskehavet strekker seg fra Stad til Loppa og er den klart lengste langs kysten. Den har også flere store fjorder med terskler, og mange steder en stor skjærgård. Her svinger sjøtemperaturene mindre gjennom året enn lenger sør, og lysforholdene om vinteren blir betydelig dårligere ettersom man beveger seg nordover i denne langstrakte økoregionen. Det betyr at planktonalgenes våroppblomstring kommer noe forsinket sammenlignet med lenger sør. Tidevannsforskjellene øker mot nord. Dette gjør at sterke tidevannsstrømmer er vanlig flere steder. I denne økoregionen er befolkningen gjennomgående mer spredt og mindre enn lenger sør, selv om enkelte unntak finnes, som for eksempel i Trondheimsfjorden. Her er også mindre industri, slik at forurensende utslipp spiller en liten rolle, bortsett fra helt lokalt. I forbindelse med oljeleting i nord ser vi økende konfliktpotensial mellom olje- og fiskeriinteresser i denne økoregionen. Fiskeriinteressene er bekymret både for effekter av pågående oljeleting ved bruk av seismikk, som skremmer fisken og muligens kan ta livet av fiskeegg og -larver i nærheten, og for mulig oljeforurensning når oljeutvinningen starter. Det arbeides med å bedre kunnskapen om mulige kon-



sekvenser av de ulike aktivitetene knyttet til olje- og gassnæringen.

I økoregion Norskehavet er det mye fiskeoppdrett, og Trøndelag er størst på skjellproduksjon i Norge. Her foregår også relativt mye kystnært fiske av ulike fiskeslag og skaldyr. På Møre-kysten er det viktige gytefelt for torsk, og ikke minst er områdene rundt Lofoten kjent som viktige gytefelt for skrei. Fjorder i denne regionen er i perioder viktige oppholdsområder for sild. Her er det mye rekreasjonsfiske og vi har mangelfull kunnskap om hvor mye det fiskes totalt i denne økoregionen. For viktige fiskeslag som torsk (kysttorsk), sei og sild, samler Havforskningsinstituttet inn data på egne tokt for å vurdere bestandsstørrelser og -svingninger, såkalt fiskeriuavhengige data for bestandsberegninger og rådgivning. Taretråling foregår fra Stad til Trøndelag, og overvåkes ved årvisse tokt, men fra Nordland og nordover er stortare og annen tare nesten blitt borte og hardbunnen fremstår nærmest naken, uten makroalger. Det skyldes at taren har blitt beitet ned og fortsatt holdes nede av store mengder kråkeboller, som livnærer seg ved å spise tareplanter og andre makroalger. Dette er en dramatisk økologisk forandring langs kysten fra Nordland til Finnmark, som kom for 30–40 år siden. Hva som er årsakene til den store fremveksten av kråkeboller og påfølgende nedbeiting av tareskogen er det flere teorier om. Her kan nevnes at kråkeboller rekrutterte sterkt i en kjølig periode på 1960-tallet og siden har vært tallrike, at det er blitt for lite beitetrykk på kråkeboller av fisk som steinbit og torsk, på grunn av for hardt fiske på dem, eller at sel har konsumert for

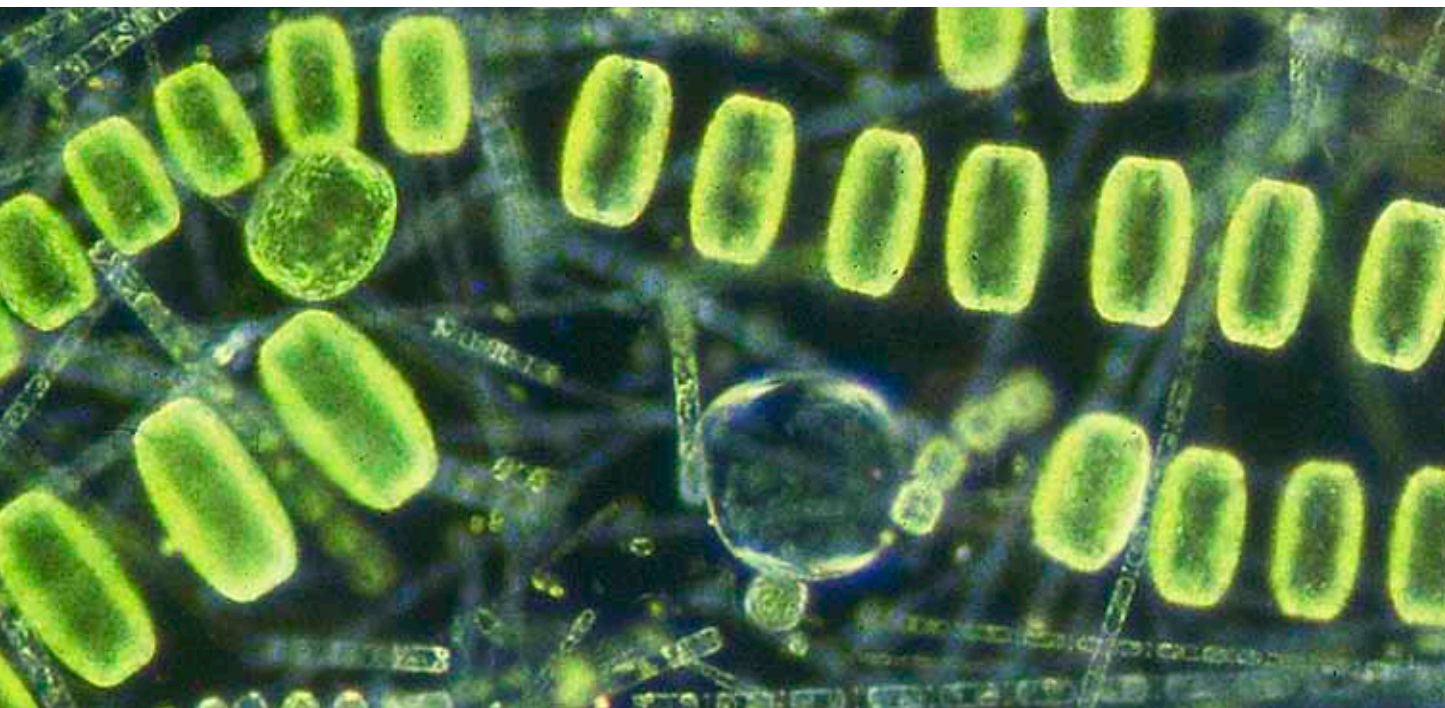


Foto: Øystein Paulsen

mye av fiskeslag som beiter på kråkeboller. Det arbeides med å finne ut av årsakene, som sannsynligvis kan være sammensatte.

Økoregion Barentshavet

Økoregion Barentshavet strekker seg fra Loppa til grensen mot Russland. Her er det kalde somrer og kjølige vintrer, men ikke så lave sjøtemperaturer som man kan ha om vinteren i økoregion Skagerrak. Tidevannsforskjellen er stor, og fjordene har stort sett dype eller ingen terskler og er derfor som havbukter å regne, med en god vannutskiftning med Barentshavet utenfor. Her er både skjærgård, og åpne strekninger, som er relativt lite beskyttet. I noen av fjordene kommer det ut mye ferskvann til de indre deler og man kan få islegging. Om vinteren er det lite lys i denne regionen, og planktonalgene våroppblomstring kommer ca. én måned senere enn i Sør-Norge. Økoregionen er tynt befolket og her er lite industri, men det er bekymring for hva olje- og gassutvinning i havet utenfor kan medføre av trusler mot de fornybare ressursene. Her er relativt lite oppdrett, men det er økende.

I Økoregion Barentshavet er fiskeriene viktig. Her foregår et stort fiske på blant annet skrei og lodde, som kommer til kysten for å gyte. Sist, men ikke minst, i denne regionen har den introduserte arten kongekrabbe blitt tallrik. Den forvaltes som en viktig ressurs, som det settes kvoter på, øst for Nordkapp, og som en uønsket introdusert art, som man ønsker å hindre spredningen av, vest for Nordkapp. Snøkrabben er annen ny art i nord. Den ses i økende mengde her, men er foreløpig mest tallrik til havs.

Som for de nordlige deler av økoregion Norskehavet, er stortaren og andre makroalger nedbeitet av kråkeboller også i økoregion Barentshavet. Vi har satt i gang et prosjekt i Porsangerfjorden for å finne forklaringer på den sterke reduksjonen i det lokale torskefisket de siste tiår og mulige årsaker til nedbeiting av tare, inkludert om etablering av kongekrabbe i fjorden

kan påvirke fjordøkologien, eksempelvis ved at kongekrabben beiter på kråkebollene.

I denne økoregionen bor det relativt mange samer og annen urbefolkning, og deres kultur og rettigheter innenfor storsamfunnet vil ha innflytelse på forvaltningen av kysten og dens ressurser.

The Coastal Zone

The coastal zone of Norway is long; 2,600 km in a straight line, and with a shoreline of about 83,000 km, all fjords and islands included. The topography is complex, with deep and large fjords, isolated small basins, skerries, and open, exposed areas. The Norwegian Coastal Current runs like a large and complex river along the coast, with a varying exchange of water with the fjords and basins on the inside.

It covers four eco-regions, the Skagerrak, the North Sea, the Norwegian Sea, and the Barents Sea. They have different natural characteristics, as annual cycles of temperature and light regimes, tidal range, and freshwater discharges via rivers. Also effects of human activity vary considerably between them.

Skagerrak is the smallest, but the most densely populated region, and also the most industrialized. Fisheries and aquaculture are, however, less important here than in the other regions. But there are large recreational interests here, including leisure fishery.

The North Sea and Norwegian Sea regions are larger, with complex topography with extensive skerries and large, deep fjords. Commercial fisheries and aquaculture, mainly fish farming, are very important industries. These areas are less densely populated, with many smaller communities, but also with larger towns.

The Barents Sea region is large and characterized with large, open coastal areas, as well as open fjords and large islands. It is sparsely populated, and the commercial fishery is a very important industry. The aquaculture industry is small, but increasing. The introduced species Red king crab has become an important commercial resource in the region. The species' spreading and possible ecological effects are monitored, and spreading further west than Nordkapp will be stopped.

1.2

Kystklima

Langs norskekysten sør for Lofoten var det i 2008 forholdsvis varmt, med temperaturer 0,5–3,0 °C over normalen i øvre vannlag, med de største avvikene i sør. I dypere lag av kystvannet (150 m) var det fortsatt varmt langs hele kysten fra Skagerrak til Finnmark, med temperaturer ca. 1,0 °C over det normale.

Jan Aure

jan.aure@imr.no

Vanntemperaturen i dypere vannlag langs norskekysten var forholdsvis høy gjennom hele 2008, med temperaturer på ca. 1,0 °C over normalen. Eksempelvis var temperaturen på 150 m dyp ved Skrova i 2008 den nest høyeste som er observert siden målingene startet i 1936. Vinteren 2009 forventes det sjøtemperaturer nær eller noe over det normale for årstiden i øvre lag av kystvannet. For dypere vannlag regner vi med at temperaturene langs norskekysten fortsatt vil holde seg forholdsvis høye i hele 2009.

Klimatilstanden i kystfarvannene observeres regelmessig på faste hydrografiske stasjoner fra Torungen (Skagerrak) til Ingøy (Finnmark), to–fire ganger per måned, fra overflaten til bunnen (Figur 1.2.1). Måling i overflatelaget skjer fra Hurtigruten ved en rekke lokaliteter mellom Bergen og Kirkenes (Termograaftjenesten). I Flødevigen ved Arendal måles temperaturen daglig i hhv. 1, 19 og 75 meters dyp.

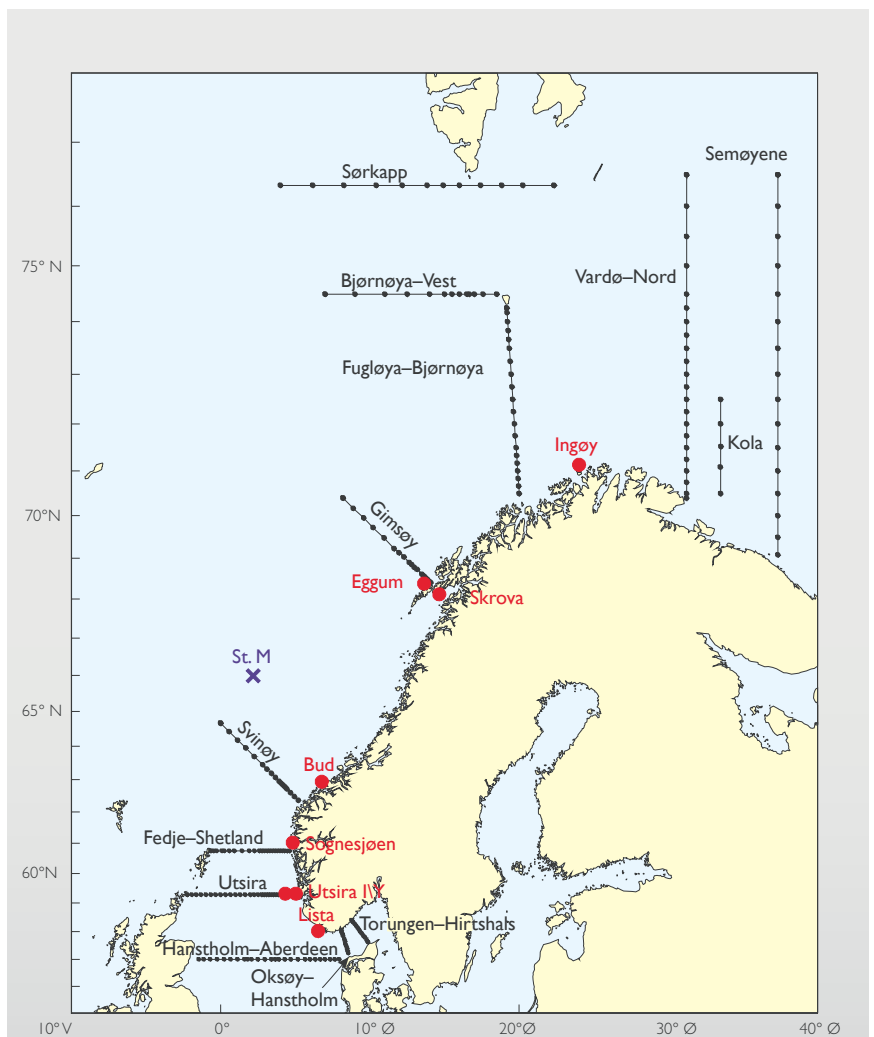
Varmt kystvann etter 1988

Langtidsendringer i havklimaet i øvre vannlag av kystvannet oppdages best ved å studere vintertemperaturene. De laveste vintertemperaturene etter 1935 ble observert i 1966 og i 1986–87. Ved Skrova og Utsira var det også kaldt omkring 1980 (Figur 1.2.2). Det var varme vintre i 1950-årene, i begynnelsen av 1960-årene nord for Stad og i første del av 1970-årene. Etter 1988 har det vært forholdsvis varmt, særlig i de sørlige kystområdene, med unntak for en periode midt på 1990-tallet. I 2008 lå vintertemperaturene nord for Jæren mellom 0,5 og 1,3 °C over normalen, med de største avvikene lengst sør og nord på kysten.

Temperaturforholdene i dypere lag av kystvannet er her representert ved observasjoner på 150 m dyp ved Skrova og ytre Utsira om sommeren (Figur 1.2.3). 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 målin-

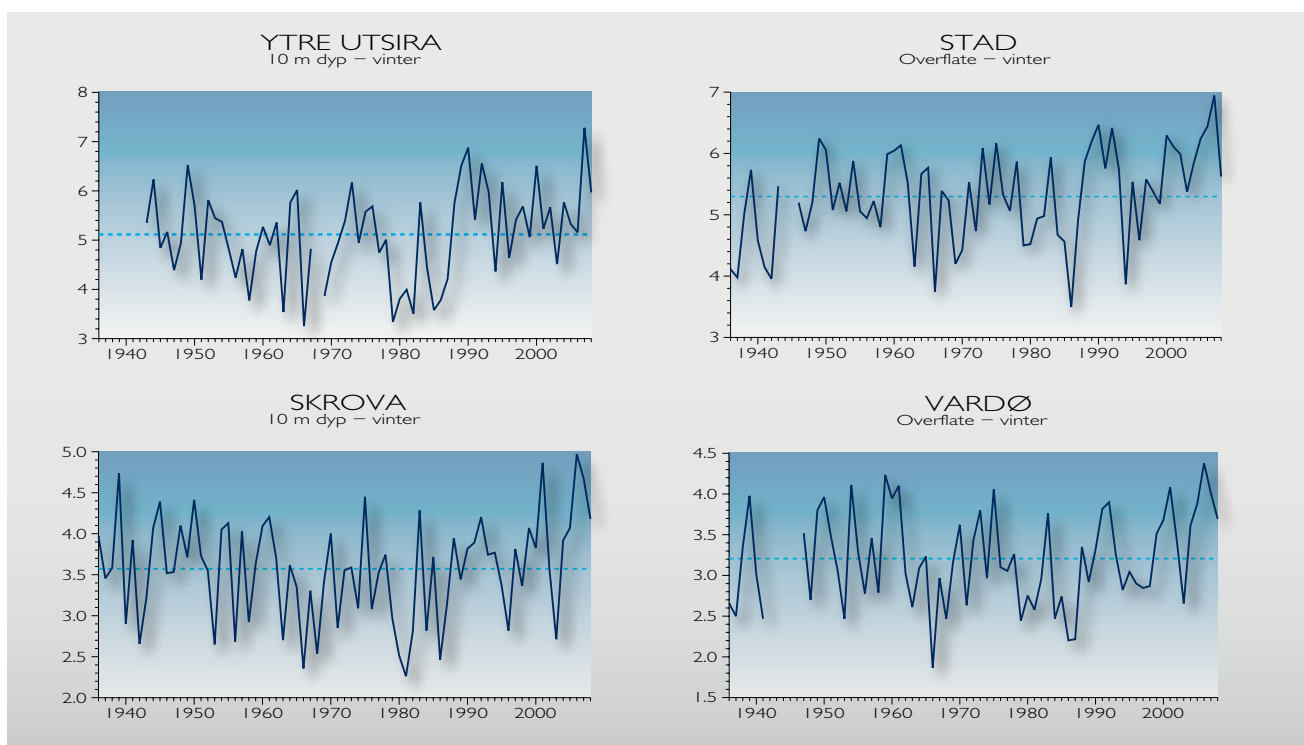


Foto: Øystein Paulsen



Figur 1.2.1

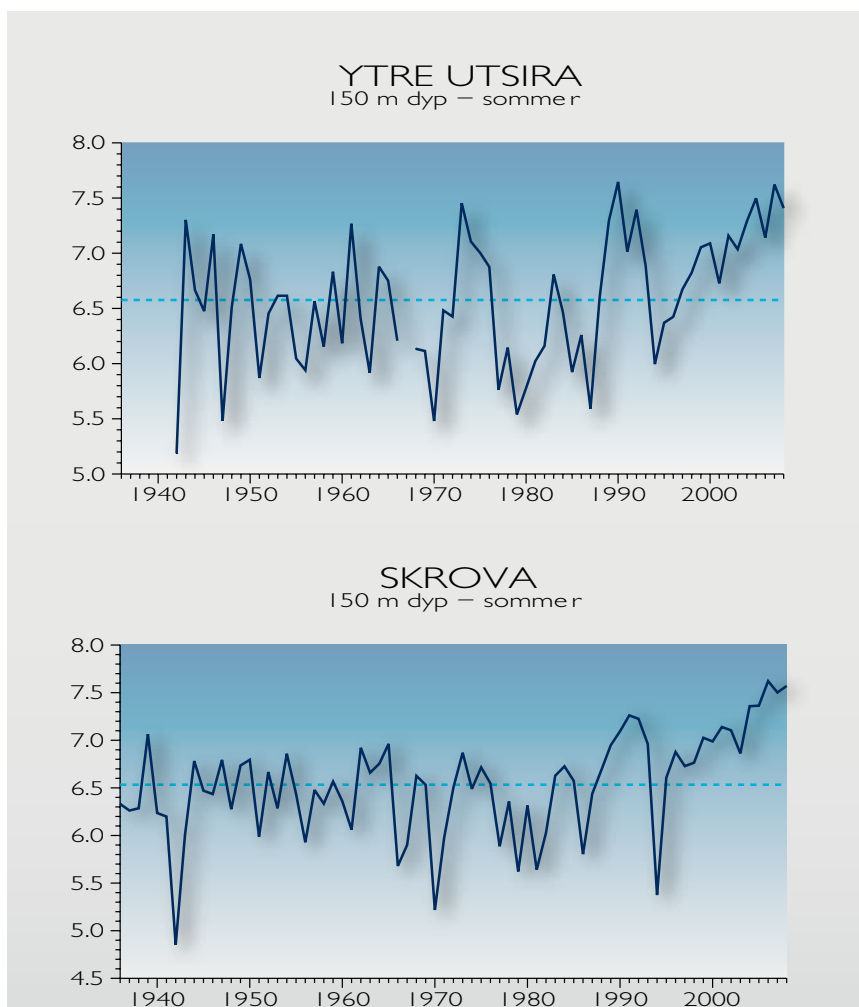
Faste oseanografiske snitt og stasjoner.
Fixed oceanographic sections and stations.



Figur 1.2.2

Overflatetemperaturene i januar–mars ved Vardø, Skrova, Stad og ytre Utsira i årene 1936–2008 (se Figur 1.2.1). Prikket linje angir middelveidien.

Surface temperature in January–March at Vardø, Skrova, Stad and outer Utsira through 1936–2008 (see Figure 1.2.1). The dotted line represents the mean value.



Figur 1.2.3

Temperaturen på 150 m dyp på sensommeren (juli–september) ved Skrova og ytre Utsira i årene 1936–2008. Prikket linje angir middelveidien.

Temperature at 150 m depth late summer (July–September) at Skrova and outer Utsira through 1936–2008. The dotted line represents the mean value.

gene startet i 1936. Dette gjenspeiler de milde vintrene i perioden fra 1988–1993 med betydelig økte tilførsler av atlantisk vann til kystområdene. De laveste temperaturene i dypere lag av kyststrømmen ble observert i begynnelsen av 1940-årene og rundt 1970, og lå da om lag 2 °C lavere enn i de varme årene i første del av 1990-årene. Etter en markert temperaturnedgang i 1993–94, har det vært en jevn temperaturøkning fram til 2008. I 2008 var temperaturene i de dypere lag av kystvannet ved Utsira på det samme høye nivå som omkring 1990. Temperaturene på 150 m dyp ved Skrova var om lag som i 2007. Vintertemperaturene i øvre vannlag langs kysten var relativt høye, og temperaturene på 150 m dyp ved Skrova var både i 2008 og 2007 de høyeste som er observert siden målingene startet i 1936. Temperaturøkningen i dypere lag av kystvannet har også ført til om lag 1 °C temperaturøkning i mange fjordbasseng langs norskekysten etter 1988.

Figur 1.2.4 viser at det etter 1988 også har vært en rekke varme vintre langs Skagerakkysten, med uvanlig høye temperaturer i overflatelaget i 1989 og 1990, hele 4,0 °C over normalen. Perioden etter 1988 er den varmeste siden målingene startet i 1924, og trolig den varmeste de siste hundre

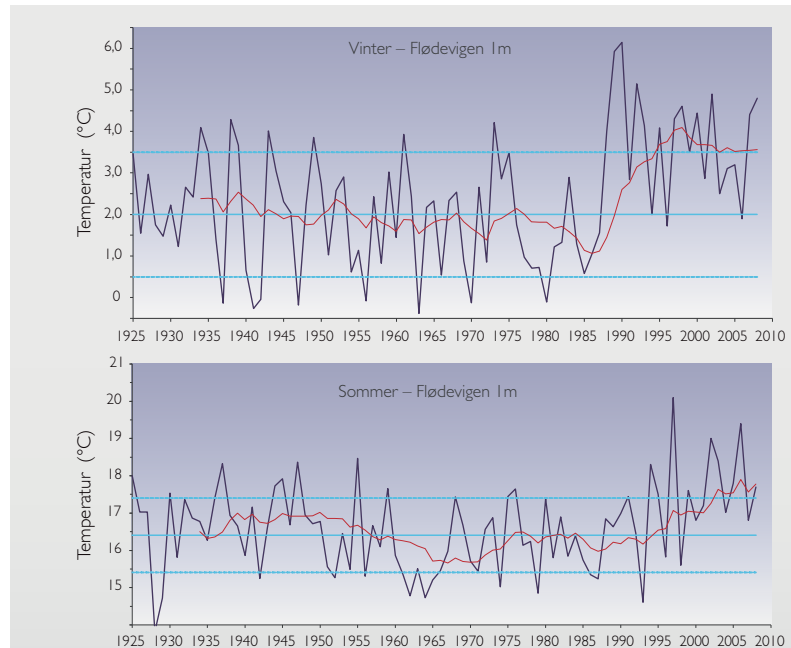
årene. Etter tilnærmet normale vintrer i 1994 og 1996, var det forholdsvis varmt i hele perioden fra 1997 til 2007 med unntak av vinteren 2006. Vinteren 2008 var igjen varm, med temperaturer nesten 3 °C over det normale for årstiden. De siste kalde vintrene langs Skagerrak kysten ble observert i perioden 1985–87.

Etter 1994 har det vært en rekke varme somrer langs norskekysten, og somrene 1997, 2002 og 2006 skiller seg ut som de varmeste siden målingene startet. Midlere sommertemperatur i disse årene lå 2–4 °C over normalen, med størst avvik i sør. Sommeren 2008 var forholdsvis varm, med en middeltemperatur i Flødevigen i juli–august på 17,7 °C (Figur 1.2.4).

Klimaforholdene i 2008

Resultatet av temperaturmålingene fra Hurtigruten i 2008, sammen med avviket fra et middelår, er vist i figur 1.2.5. Her ser vi hvordan temperaturforholdene i overflate-laget langs kysten fra Sognesjøen til Varangerfjorden har variert gjennom året. Sør for Lofoten var det stort sett varmere enn normalt gjennom hele året, med de største avvikene i sørlige kystområder. I Troms og Finnmark var det forholdsvis høye temperaturer i vintermånedene og sent på høsten.

Figur 1.2.6 viser temperaturvariasjonene på 10 m og 150 m dyp ved stasjonene Sognesjøen og Skrova i 2008. Ved Skrova var det forholdsvis varmt (0,5–1,0 °C over normalen) i øvre vannlag gjennom hele året, unntatt i en periode tidlig på høsten. Lenger sør, ved Sognesjøen, lå temperaturene betydelig over det normale (2–3 °C) fra juli til oktober, mens det resten av året også var varmere enn det normale for



Figur 1.2.4

Midlere vintertemperatur (februar–mars) og sommertemperatur (juli–august) på 1 m dyp i Flødevigen, Arendal, 1925–2008 (mørkeblå linje). Heltrukket lyseblå linje angir middelverdien, og prikket linje angir +/- ett standardavvik. Winter and summer temperature in the surface layer of Flødevigen Bay, Arendal, 1925–2008 (dark blue line). The light blue line represents the mean value, and the dotted lines +/- one standard deviation.

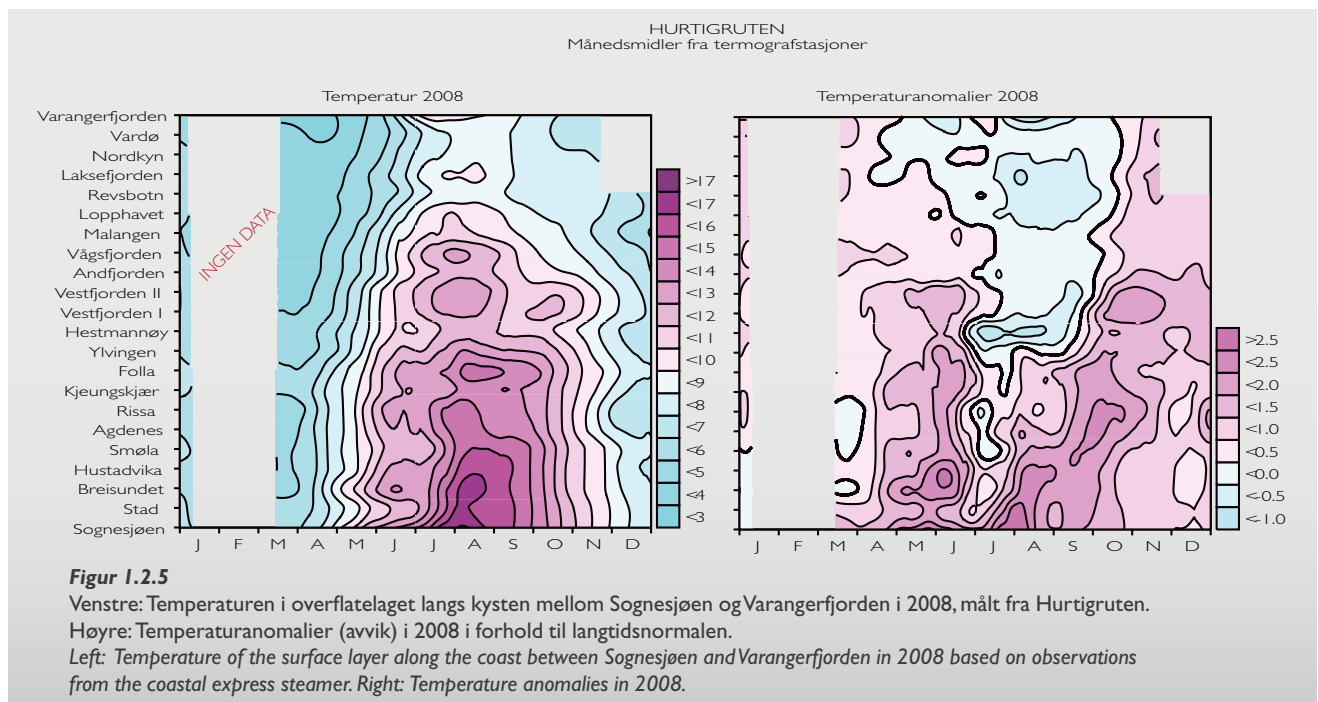
årstiden. I dypere lag av kystvannet (150 m) i 2008 var det fortsatt varmt langs hele kysten fra Skagerrak til Finnmark, med temperaturer ca. 1,0 °C over det normale.

Daglige målinger i Flødevigen siden 1926

Ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen ved Arendal, har det vært utført daglige målinger av temperaturer i overflate-laget siden 1924. Selv om de årlige variasjonene og avvikene i tempera-

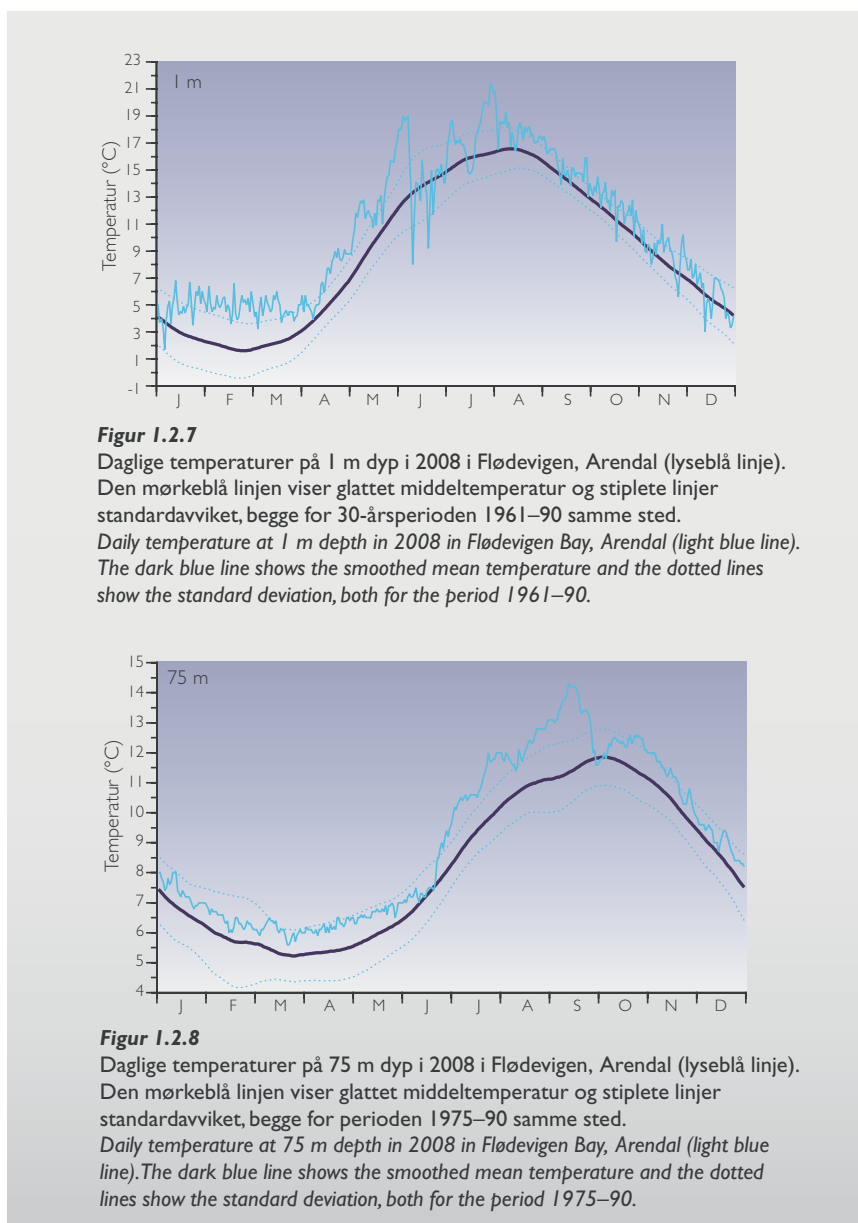
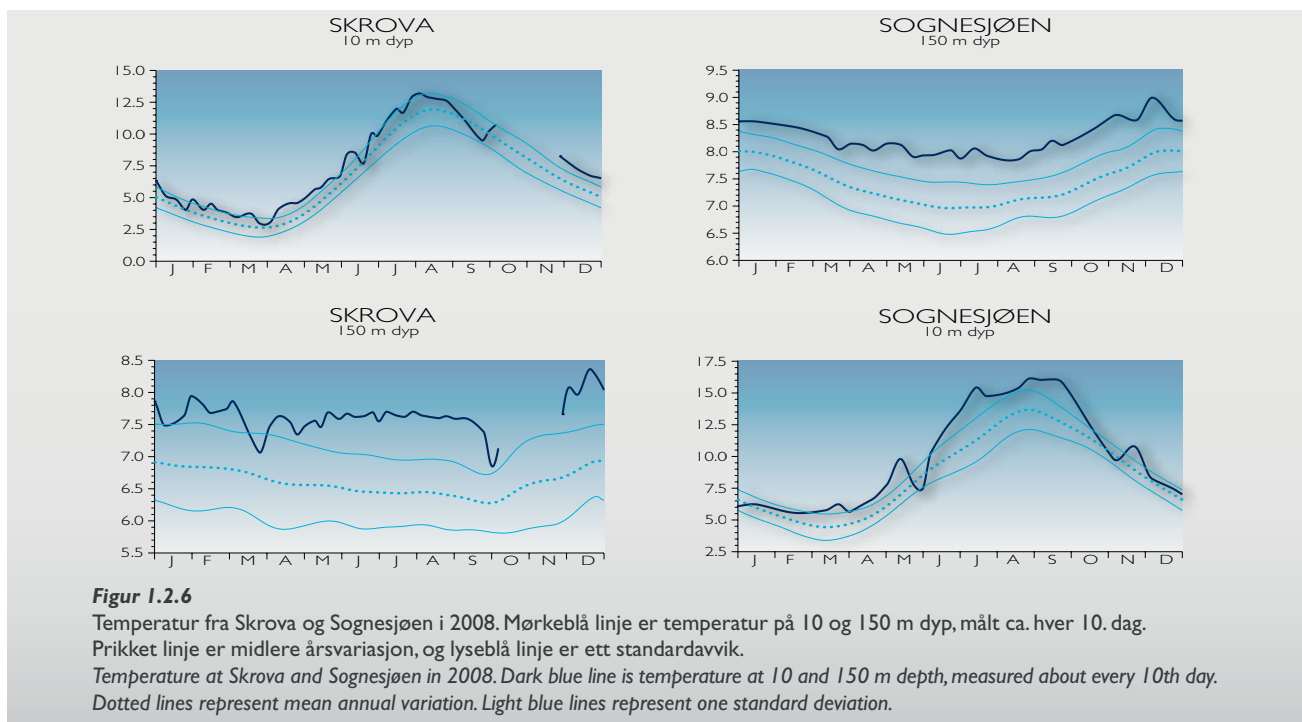
tur er større i overflate-laget ved Flødevigen enn i åpne kystområder utenfor, er variasjonene representative også for klimaet i det øvre vannlag i Skagerrak. Siden 1975 ble målinger i 75 m dyp nær Flødevigen inkludert i de daglige observasjonene, som i større grad representerer temperaturforholdene i innstrømmende vann fra sentral og sørlige del av Nordsjøen.

I hele 2008 lå temperaturene i øvre lag over det normale for årstiden, med de største



Figur 1.2.5

Venstre: Temperaturen i overflate-laget langs kysten mellom Sognesjøen og Varangerfjorden i 2008, målt fra Hurtigruten. Høyre: Temperaturanomali (avvik) i 2008 i forhold til langtidsnormalen. Left: Temperature of the surface layer along the coast between Sognesjøen and Varangerfjorden in 2008 based on observations from the coastal express steamer. Right: Temperature anomalies in 2008.



avvikene om vinteren og i perioden fra juni til september (+3–5 °C). I dypere vannlag (75 m) var det også forholdsvis varmt, med største avvik fra normaltemperaturene fra juli til oktober (+1–3 °C).

Ventet temperaturutvikling i 2009

I øvre lag av kystvannet forventes det sjøtemperaturer nær eller over det normale utover vinteren 2008. I de dypere vannlag, som i større grad er påvirket av temperaturforholdene i innstrømmende atlantisk vann til Norskehavet/Nordsjøen, forventes det fortsatt forholdsvis høye temperaturer gjennom hele 2008.

Climatic Conditions in Coastal Waters

The climatic conditions in the Norwegian coastal waters are observed on a regular basis at nine hydrographic stations from Torungen (Skagerrak) to Ingøy (Finnmark). This takes place two or four times a month from surface to the bottom. In addition the coastal steamer "Hurtigruten" conducts measurements in the surface layer on 27 positions from Bergen to Kirkenes. In 2008 temperatures along the coast were 0,5–5,0 °C above the normal in the surface layer, with the greatest anomalies in the southern coastal areas in the period from May to October. In the deeper layers (150 m), strongly influenced by Atlantic water, the water temperature was still high, about 1 °C above normal throughout the year. Temperatures close to or above normal are expected in the surface layer along the Norwegian coast during the winter 2008/2009, when the deeper layer will still be relatively warm.

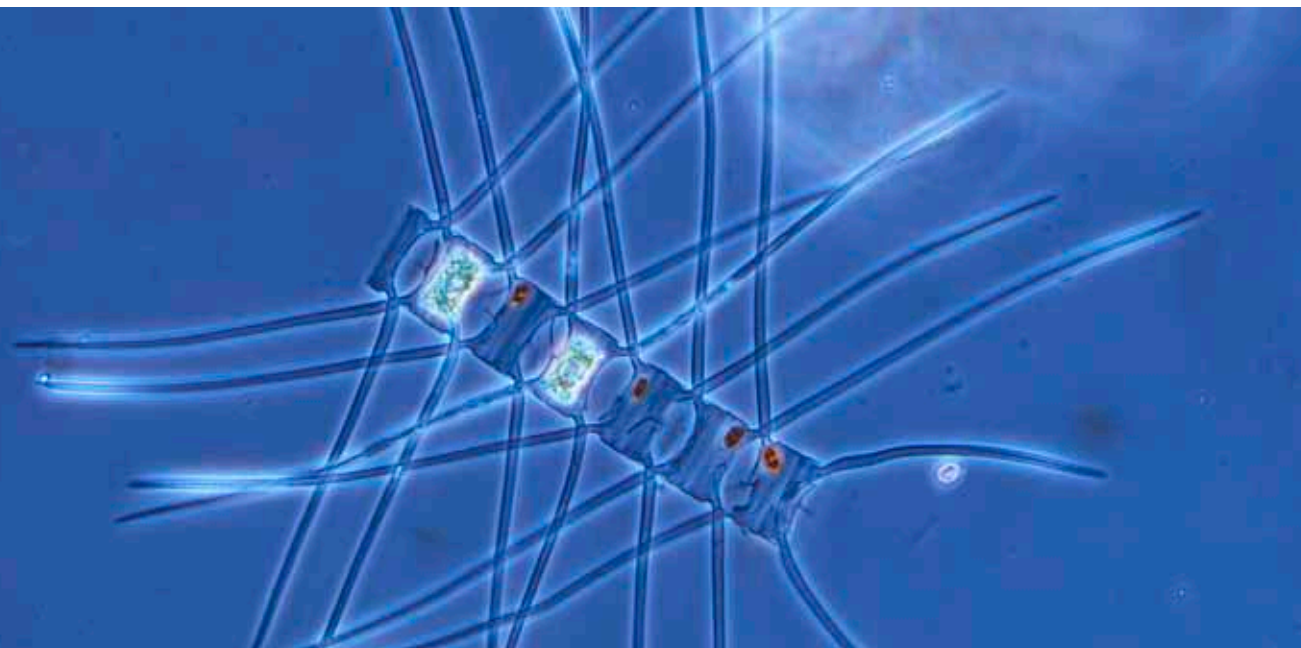


Foto: Jan H Simonsen (Chaetoceros cf. dichroa - 1)

Algesituasjonen i 2008 avviker ikke mye fra det normale. Men igjen var forekomsten av skadelige alger, særlig *Dinophysis*, gjennomgående større i Nord-Norge enn lenger sør. Et annet forhold som kan trekkes frem, er at høstoppblomstringen langs kysten av Skagerrak i 2008 nærmest uteble for sjetten år på rad og at våroppblomstringen var betydelig kortere enn registrert tidligere år.

Lars-Johan Naustvoll

lars.johan.naustvoll@imr.no

Mona Kleiven

mona.kleiven@imr.no

Eli Gustad

eli.gustad@imr.no

Jan Henrik Simonsen

jan.henrik.simonsen@imr.no

Det er stor variasjon i planteplankton gjennom året, både i mengde (uttrykt som klorofyll *a*) og i artssammensetning. I kystnære farvann starter året vanligvis med lave tettheter av planteplankton, for så å eksplodere i mengde og mangfold i forbindelse med våroppblomstringen. Denne oppblomstringen er dominert av kiselalger i Sør- og Midt-Norge. I Nord-Norge vil den kunne domineres av kiselalger og den kolonidannende algen *Phaeocystis*.

Våroppblomstringen kommer vanligvis i februar–mars i Skagerrak og i fjordene på Vestlandet. Inne i fjordene starter den ofte litt tidligere enn ute ved kysten. Lenger nord opptrer våroppblomstringen normalt noe senere, i Nord-Norge inntreffer den to–fire uker senere enn i sør. Sommersituasjonen kjennetegnes med relativt

lave klorofyllmengder og dominans av små flagellater. Men selv om biomassen er lav om sommeren, er primærproduksjonen (fotosyntesen) til planteplanktonet forholdsvis høy. I løpet av sommeren vil man kunne observere oppblomstringer, for eksempel av kalkalgen *Emiliania huxleyi* eller kiselalger. På sensommeren og høsten vil man igjen kunne få oppblomstringer og mer biomasse i form av klorofyll *a*. Disse oppblomstringene er ofte dominert av dinoflagellater, men det kan også være kiselalger. Mønsteret i planteplanktonets suksessjon går i store trekk igjen fra år til år. Men langs vår langstrakte kyst med stor variasjon i topografi, sirkulasjons- og miljøforhold, som for eksempel ferskvannspåvirkning, er det muligheter for mange lokale avvik i dette mønsteret.

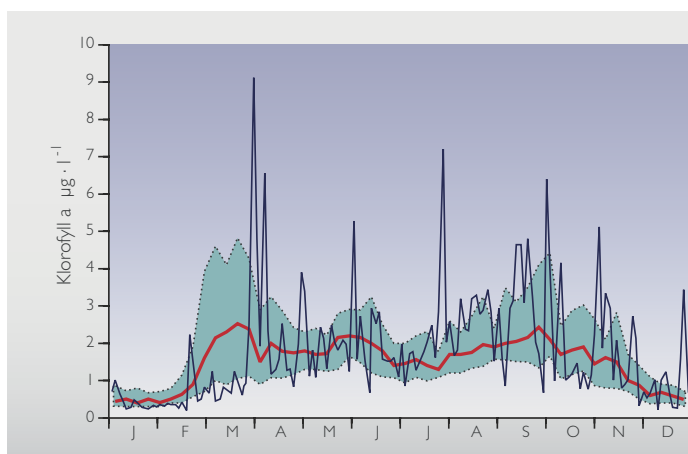
Alger på kyststrekningen

Østfold–Vest-Agder

På denne delen av kysten utfører Havforskningsinstituttet en særlig hyppig prøvetaking i Flødevigen, og forekomsten her gjenspeiler i store trekk situasjonen langs Sørlandet (Telemark–Vest-Agder).

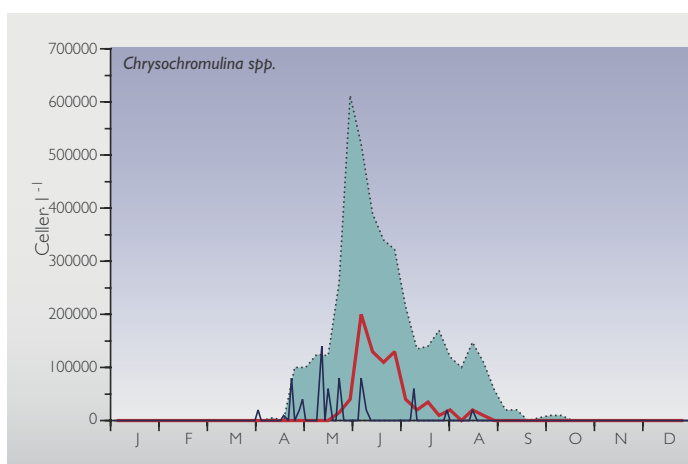
Algemengden i Flødevigen, målt som klorofyll, er vist i figur 1.3.1. Våroppblomstringen kom i gang noe senere enn

vanlig i siste uke av mars, og var preget av *Skeletonema costatum*. Årets oppblomstring var svært kortvarig, så kort at det er usikkert hvorvidt den kan defineres som en våroppblomstring. I april var det en ny topp i klorofyll *a*, hvor kiselalgene *Skeletonema* og *Proboscia* var fremtredende sammen med *Pseudochattonella* sp. (tidligere navn *Chattonella*). I mai, juni og juli var det moderate til lave mengder klorofyll *a* og planteplanktontetthet. Ved tre anledninger ble det registrert forhøyede verdier av klorofyll *a* i denne perioden. Toppen i mai var dominert av *Skeletonema*, *Pseudo-nitzschia* spp. og *Proboscia*, mens det i juni var kiselalgene *Thalassionema nitzschoides*, *Pseudo-nitzschia* spp. og *Dactyliosolen* som dannet oppblomstring. I juli var artene *Pseudo-nitzschia* og *Cerataulina* dominerende. Kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*, som tidligere år relativt regelmessig har farget sjøen turkis om sommeren, ble knapt registrert i 2008. Dette er andre året denne arten kun ble sporadisk registrert langs Skagerrakkysten. I perioden august til september var det en økning i klorofyll *a*. I denne perioden var store dinoflagellater fremtredende og *Prorocentrum*, *Scrippsiella* og *Ceratium* i korte perioder tallrik, noe som resulterte i kortere topper med høye klorofyllmeng-



Figur 1.3.1

Klorofyll a i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn linje er målinger i 2008. Tykk linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2006. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde). *Chlorophyll a in Flødevigen Bay, 0–3 m depth. The thin line is data from 2008. The tick line is medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.*



Figur 1.3.2

Chrysochromulina spp. i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn linje er målinger i 2008. Tykk linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2006. 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 2008. The thick line is medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.

der. Klassisk høstoppblomstring ble ikke registrert i 2008, noe vi nå har observert de syv siste årene. På slutten av året ble det registrert to tilfeller med forhøyede klorofyllkonsentrasjoner i november, dominert av *Scrippsiella* og *Prorocentrum*, og desember. I desember var dinoflagellaten *Ceratium lineatum* svært tallrik, noe som tidligere ikke har blitt observert.

I de østlige delene av dette området, Oslofjorden og Hvaler, inntraff våroppblomstringen på omtrent det samme tidspunktet som i Flødevigen. Det var gjennomgående betydelig høyere forekomster av kiselalger i disse områdene enn i Agder-fylkene i perioden mai til og med august. Dominerende arter i de østlige delene i 2008 var *Pseudo-nitzschia* spp., *Skeletonema costatum* og *Thalassionema nitzschooides*.

Av skadelige alger i dette området, var forekomsten av *Alexandrium* spp. i mars og april, mest påfallende i 2008. De forekom i moderate mengder, men førte likevel til flere uker med advarsler om at skjell kunne inneholde lammende giftstoffer (PSP-gifter) (Figur 1.3.4).

Skadelige alger som kan danne masseforekomster og drepe fisk, forekom bare i små til moderate mengder i 2008. *Karenia mikimotoi* dukker normalt opp i august

og september, men ble i 2008 registrert i september og med høyest tetthet i oktober. *Chrysochromulina* spp. ble bare registrert i lavt antall noen ganger i perioden mai–august (Figur 1.3.2). *Pseudochattonella* ble registrert i februar i moderate mengder, noe som har vært vanlig siden oppblomstringen i 2001. Arten dukket opp igjen midten av oktober i 2008, noe som tidligere ikke har vært observert.

I 2007 resulterte tilstedeværelse av *Dinophysis* spp. til opphopning av diarégifter i blåskjell langs store deler av Skagerrakkysten noen uker i juli og august. Historisk sett har denne kyststrekningen hatt problemer med opphopning av diarégifter, spesielt på sommeren og høsten. I 2008 ble flere arter i denne slekten registrert i området, men kun i lave til moderate mengder (Figur 1.3.3), som ikke resulterte i opphopning av gifter i skjellene i Flødevigen. Kun enkelte stasjoner inne dette området opplevde korte perioder med advarsel om at skjell kunne inneholde diarégifter (DSP-gifter). 2008 var et svært uvanlig år i hele dette området i og med de få tilfellene av advarsler mot konsum av blåskjell på grunn av diarégifter (Figur 1.3.4).

Alger på kyststrekningen Rogaland–Sogn og Fjordane

På kyststrekningen Rogaland–Sogn og

Fjordane var våroppblomstringen i mars dominert av *Skeletonema costatum* og *Chaetoceros* spp. i de sørlige delene og *Thalassionema* sp. og *Phaeocystis* sp. i de nordlige delene. Etter våroppblomstringen ble det stadig registrert mye alger på flere av overvåkingsstasjonene langs Vestlandet, spesielt inne i fjordene, og det var nokså store forskjeller mellom stasjonene. Det er ikke uvanlig langs denne kyststrekningen med såpass komplisert topografi, og hvor overvåkingsstasjonene ligger både inne i fjorder og ute ved kysten. I løpet av april ble det registrert endringer i artssammensetningen. Flagellater og dinoflagellater ble etter hvert mer vanlige. I enkelte områder ble *Chrysochromulina* spp. registrert i høy tetthet i april og mai. Fra slutten av april til juni var kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* vanlig på denne strekningen, og forekom i oppblomstringstettheter i en rekke fjorder. I perioden juli til ut i september var det varierende mengder planteplankton i området Rogaland–Sogn og Fjordane. De høyeste tetthetene av planteplankton ble registrert inne i fjordene og var hovedsakelig kiselalger.

Problemer knyttet til opphopning av algegifter i skjell ser ut til å ha endret seg noe i dette området sammenlignet med tidligere år (Figur 1.3.4). Det var noe mer problemer med PSP-gifter om våren enn

vanlig, knyttet til relativt mye *Alexandrium* spp. på flere stasjoner langs denne kyststrekningen, og derved en opphopning av PSP-gifter i skjell. Problemene med opphopning av diarégifter i skjell var i 2008 betydelig mindre enn observert tidligere. Dette året var det kun Hardangerfjorden, og i mindre grad Nordfjord, som opplevde problemer med diarégifter i skjellene. Fra slutten av juli til november ble det påvist relativt mye yessotoksiner (YTX) på stasjon Vemmelsvik i Nordfjord. Dette var tilfellet også i 2007, men problemet dukket opp betydelig senere på året. Fra oktober tiwl november ble det på en rekke stasjoner påvist AZA (Azaspiracid) i blåskjellene. Dette er et forholdsvis nytt algetoksin som tidligere er påvist forskjellige steder langs kysten, men som ikke har forårsaket lengre perioder med advarsel mot konsum av skjell.

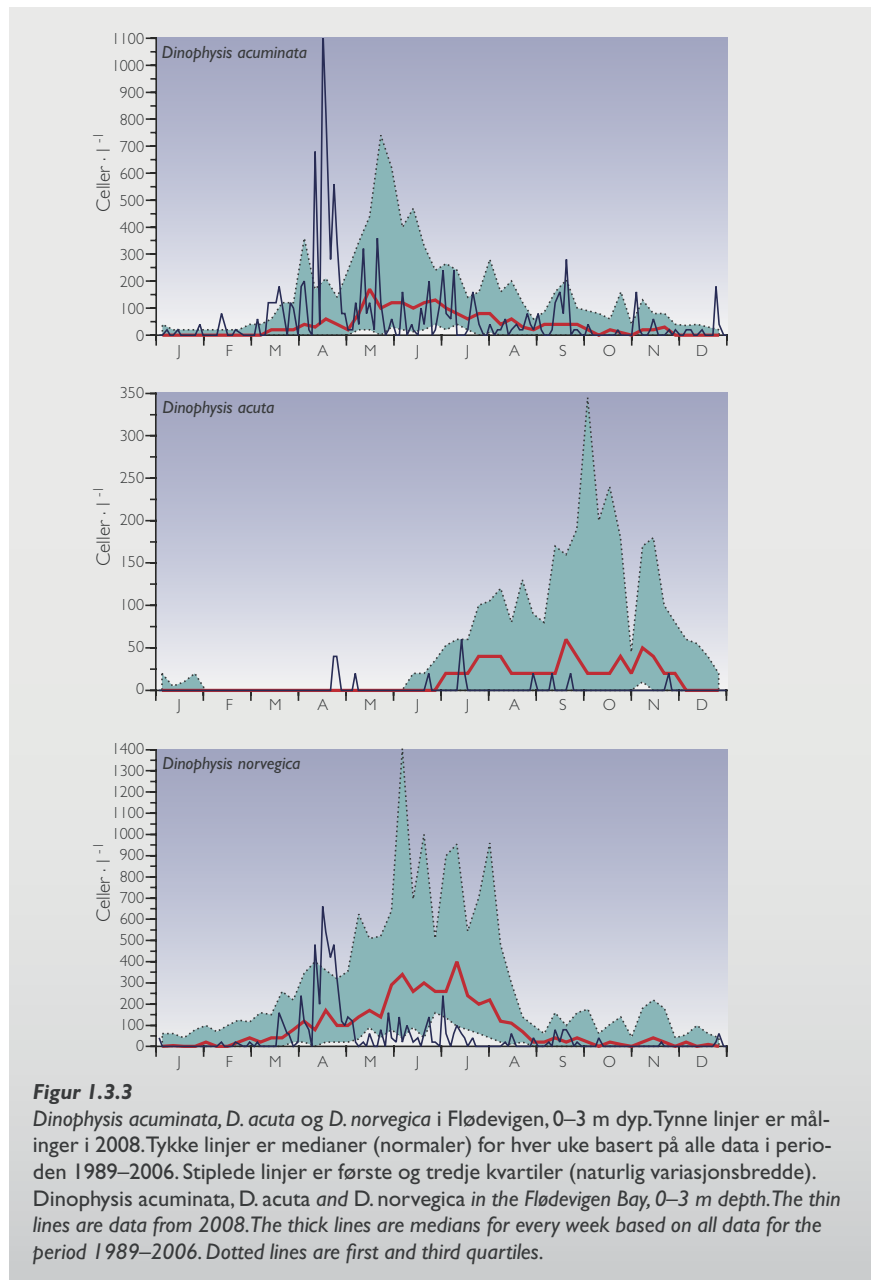
Alger på kyststrekningen Møre og Romsdal–Nord-Trøndelag

Våroppblomstringen foregikk fra midten av mars til midten av april på denne kyststrekningen, med tidligere oppstart inne i fjordene i de sørlige delene av området. De dominerende kiselalgene var *Skeletonema costatum*, *Chaetoceros socialis*, *Thalassiosira* sp. og *Thalassionema* sp. I enkelte deler var den kolonidannende algen *Phaeocystis* svært vanlig. I mai og juni ble det registrert oppblomstringer av kiselalger (*Chaetoceros* spp., *Leptocylindrus*, *Dactyliosolen*, *Skeletonema*) i en rekke av fjordene. Kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* ble vanlig sør i området gjennom mai og spredte seg etter hvert nordover, før den stort sett forsvant i løpet av august. På høsten (august–september) preget ulike, store dinoflagellater algebildet i enkelte deler av området, mens det i andre deler ble registrert betydelige mengder med kiselalger.

Problemer knyttet til opphopning av algegifter i skjell på denne strekningen var større i 2008 enn i 2007. I april og mai ble det ved de fleste stasjonene registrert akkumulering av PSP-gifter i skjellene på grunn av *Alexandrium* spp. Problemene var størst i de sørlige delene og noe mindre i Trøndelag, hvor PSP-gifter ble påvist først i mai. Problemene med diarégifter over faregrensen i skjell var små på denne kyststrekningen i 2008 og betydelig mindre enn i 2007 (Figur 1.3.4).

Alger på kyststrekningen Nordland–Finnmark

På strekningen Vikna–Finnmark kom våroppblomstringen først i sør og spredte seg etter hvert videre nordover. I 2008 kom den i gang i månedsskiftet mars–april i Nordland og Troms. Kiselalgene *Chaetoceros socialis* og *Skeletonema costatum*



Figur 1.3.3

Dinophysis acuminata, *D. acuta* og *D. norvegica* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynne linjer er målinger i 2008. Tykke linjer er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2006. 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 lines are data from 2008. The thick lines are medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.

dominerte, mens *Fragilariopsis* er vanlig i Nord-Troms. *Phaeocystis* forekom i hele området, men var mest vanlig i de nordlige delene i denne perioden. I midten av april var våroppblomstringen i gang i Finnmark og var preget av *Chaetoceros socialis*, *Phaeocystis* og *Thalassiosira nordenskiöldii*. I midten av mai ble det i enkelte områder i Lofoten og Sør-Troms påvist oppblomstringsmengder av *Chrysochromulina leadbeateri*, som resulterte i fiskedød i de områdene med høyest tetthet. I juni og juli var det store forskjeller mellom stasjonene. I enkelte deler preget fortsatt ulike kiselalger mange av stasjonene, mens dinoflagellater var fremtredende i andre. I slutten av juni ble kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* registrert i Nordland, og i løpet av perioden frem til slutten av juli spredte den seg videre nordover til Finnmark, hvor den ble registrert frem til midten av august. Fra august til septem-

ber preget dinoflagellater algebildet i store deler av området.

I dette området, spesielt nord for Lofoten, var det problemer med opphopninger av algegifter i skjellene. Allerede da overvåkingen startet i februar ble det påvist diarégifter i skjell fra Vesterålen til Vest-Finnmark. Dette var algegifter som hang igjen fra 2007, da det ble påvist gift i skjellene på slutten av året. Fra midt i april til ut i september var det stedvis *Alexandrium* spp., og opphopning av PSP-gifter, særlig i Troms, men også i Finnmark og Lofoten (Figur 1.3.4). I Troms og Finnmark registreres *Dinophysis* spp. og opphopninger av diarégifter i skjellene fra slutten av september og til overvåkingen stoppet midt i november. I alt var problemene med algegifter, særlig diarégifter, i skjell noe større i Nord-Norge enn i resten av landet, en situasjon vi nå har sett de seks siste årene.



Med bakgrunn i ”Tvedestrandsprosjektet” har Havforskningsinstituttet bidratt til å etablere et verktøy for kartlegging, verifisering og verdiklassifisering av marine naturverdier i kystsonen. Dette verktøyet er også et viktig grunnlag for arbeidet i ”Nasjonalt program for kartlegging av marine naturtyper”, en nasjonal satsing i regi av Fiskeri- og kystdepartementet, Miljøverndepartementet og Forsvarsdepartementet.

Torjan Bodvin

torjan.bodvin@imr.no

Henning Steen

henning.steen@imr.no

Sigurd Heiberg Espeland

sigurd.heiberg.espeland@imr.no

Gjennom arbeid med tilsvarende prosjekter i Risør, Arendal, Grimstad og Lillesand samt nye prosjekter startet opp i samtlige kystkommuner langs Skagerrakkysten, er metodene videreutviklet i samarbeid med våre partnere Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norges geologiske undersøkelse (NGU). Dette øker stadig vår kunnskap og forståelse for prosesser i det marine miljø. Metodeutviklingen vil i mange år være en kontinuerlig prosess i brytningen mellom forskning/utvikling og den konkrete kartleggingsprosessen.

Kartlegging av marine naturtyper danner både et faglig grunnlag for en god offentlig kystsoneforvaltning, og kan også brukes direkte inn mot instituttets rådgivningsfunksjon ovenfor fiskeriforvaltningen, samt bidra med rådata i forhold til andre forskningsaktiviteter. I tillegg gir dataene

et godt grunnlag for en bærekraftig verdiskaping i kystsonen. Totalt er det 15 naturtyper/nøkkelområder som er prioritert av ”Nasjonalt program for kartlegging og verdiklassifisering av marine naturtyper”, kartlagt i første omgang. For fem av disse har Havforskningsinstituttet en sentral rolle i kartleggingsarbeidet. Disse er gytefelt for kysttorsk, østers, kamskjell/haneskjell, stortare og ålegressenger.

Gytefelt

I prosjekter som er gjennomført til nå innen naturtypekartlegging, har kartlegging, verifisering og verdiklassifisering av gytefelt for kysttorsk hatt en sentral rolle. Gjennom tidligere forskningsprosjekter på kysttorsk er det etablert viktig ny kunnskap og metodikk som blir anvendt i kartleggingsarbeidet. Intervjuer med kystfiskere representerer nødvendig bakgrunnsinformasjon for plassering og verdivurdering av gytefelt. Dataene fra naturtypekartleggingen er grunnlag for ytterligere forbedringer av metoder for verifisering. Frem til i dag har vi i hovedsak arbeidet i terskelfjorder med fjordbassenger der eggene holdes tilbake innenfor tersklene. Det blir derfor en ekstra utfordring å tilpasse metodikken til åpne fjor-

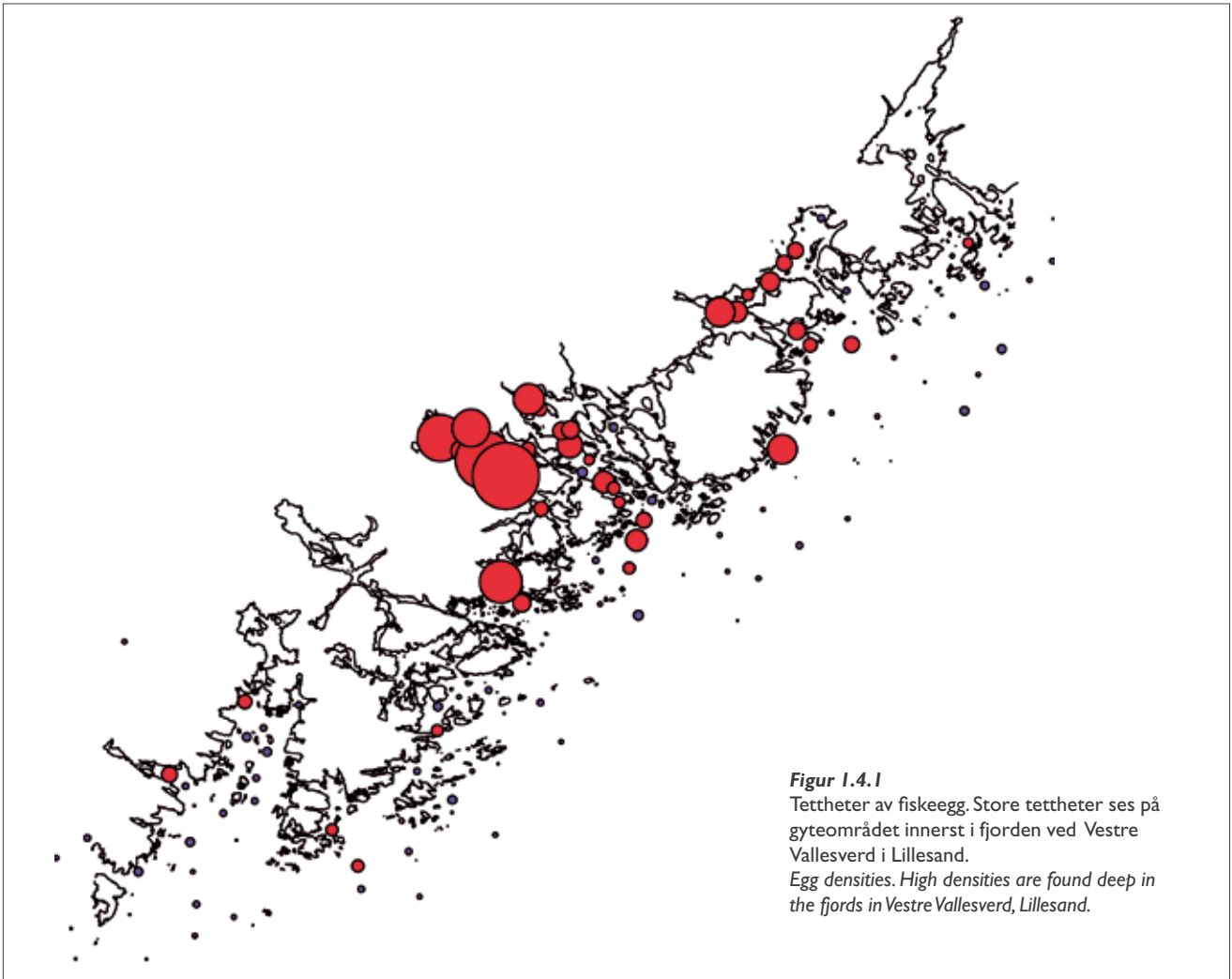
der, havbukter og havområder. Her blir det nødvendig å inkludere flere metoder og registreringer for å få en bedre forståelse av dynamikken i disse gytefeltene.

Østers

Kartlegging av flatøsters på Skagerrakkysten startet i 2008. Arbeidet er både basert på nye intervjuer og tidligere undersøkelser gjennomført av Bjørn Bøhle i regi av Havforskningsinstituttet. Selve kartleggingen gjennomføres ved hjelp av droppkamera. Under feltarbeidet i 2008 ble det også registrert ca. ti nye forekomster av stillehavsøsters, som er en introdusert art i Norge. Det samles også inn prøver av østers som aldersbestemmes. Disse dataene skal danne grunnlag for en vurdering av gytefrekvens og rekruttering. I tillegg inngår dataene sammen med analyser av innmaten i et kartleggingsprosjekt ved NIFES der en søker å finne om det er en sammenheng mellom alder hos flatøsters og akkumulering av naturlig forekommende kadmium.

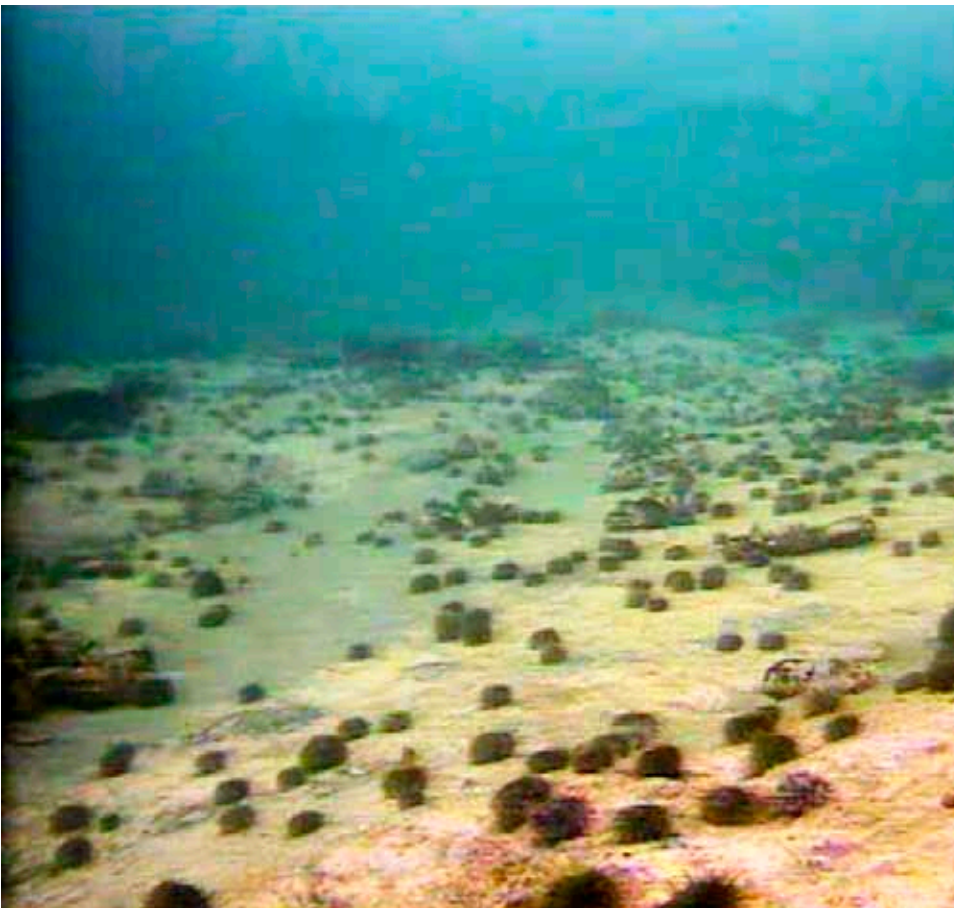
Kamskjell og haneskjell

Havforskningsinstituttet har ansvar for ressurskartlegging av haneskjell i de nordlige regioner. Arbeidet har til nå vært begrenset





Figur 1.4.3
Frodig stortarevegetasjon utenfor Trøndelagskysten. A dense kelp-forest off the coast of Trøndelag, mid-Norway.



Figur 1.4.4
Langs kysten av Nord-Norge er deler av tareskogen nedbeitet av kråkeboller, som her utenfor kysten av Troms. Along the coast off Northern Norway a substantial portion of the kelp vegetation has been grazed down by sea urchins.

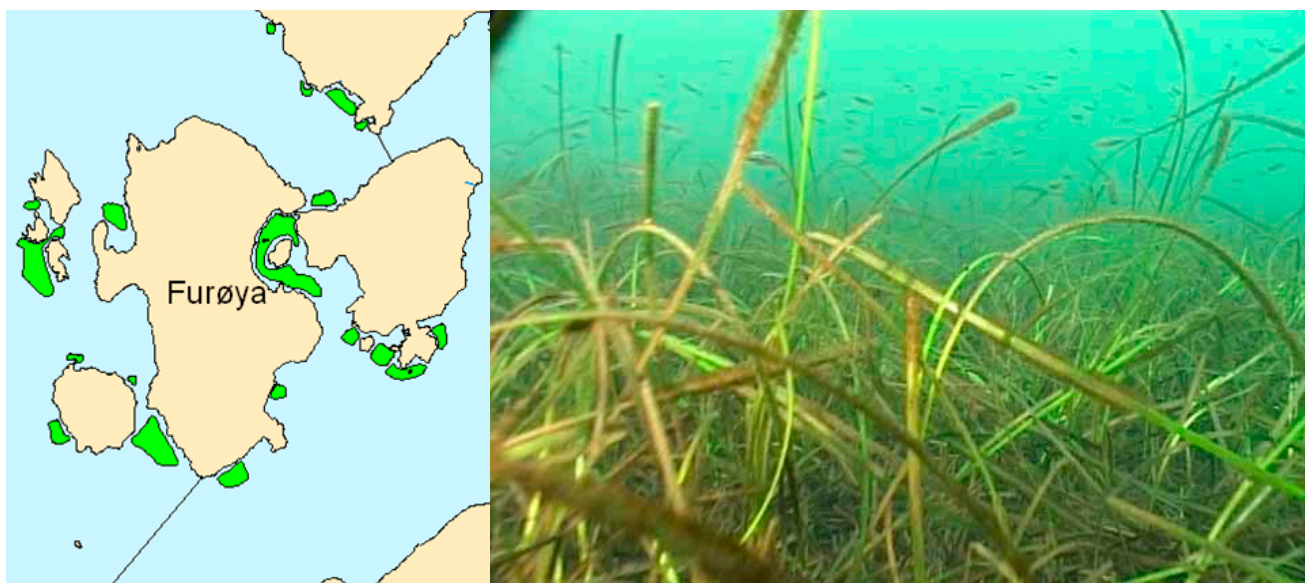
til et relativt lite antall lokaliteter der kommersiell utnyttelse har vært mest aktuelt. For stort kamskjell har instituttet aktiviteter i Trøndelag og Hordaland. Gjennom aktiviteten i kartleggingsprosjektet, søker instituttet nå i samarbeid med NGU og NIVA å videreutvikle kartleggingsme-

todikken ved bruk av multistråledata og modellering.

Stortare

Stortare danner store skoger og er et av de viktigste oppvekstområdene for fisk og skalldyr langs norskekysten. Havforsk-

ningsinstituttet har ansvar for kartlegging og rådgivning i forbindelse med kommersiell høsting av tare ved hjelp av trål på kyststrekningen Rogaland–Trøndelag (Figur 1.4.3). Tareskogene i områdene fra Trøndelag og nordover er truet av nedbeitning av kråkeboller (Figur 1.4.4). I



Figur 1.4.5

Ålegressenger ved Furuøya, Tvedestrand kommune.
Eelgrassbeds close to Furuøya, Tvedestrand municipality.



Foto: Øystein Paulsen

naturtypekartleggingsprosjektet har forskere på NIVA utviklet modeller som angir forekomst av stortare på bakgrunn av informasjon om dyp, strømforhold og substrattyppe. Modellene verifiseres og justeres på bakgrunn av feltobservasjoner av stortare i de ulike regionene. Gjennom naturtypekartleggingsprosjektet etableres det en status for tareskogen langs norskekysten.

Ålegressenger

Ålegressenger er et av de viktigste oppvekstområdene for blant annet torskeyngel, spesielt på Skagerrakkysten. Kartlegging og verdiklassifisering av ålegress-lokaliteter baseres på intervjudata fra erfarne, lokale ålefiskere og verifiseres ved hjelp av droppkamera. Dokumentasjonen legger et godt grunnlag for en sunn kystsoneforvalt-

ning. I tillegg er nedre voksegrense samt utbredelse og tetthet av ålegressplanter aktuelle overvåkingsparametre i forbindelse med klassifisering av vannkvalitet i forhold til EUs vannrammedirektiv. Sentrale myndigheter, fylkeskommunene og kommunene i Agder har vært sentrale oppdragsgivere og samarbeidspartnere når det gjelder metodeutvikling.

Mapping of Marine Habitats

Mapping of marine habitats is important to provide sustainable use and management of the coastal zone. Totally 15 key habitats have been chosen in the national programme for mapping of marine habitats in Norway. The Institute of Marine Research has a major responsibility for mapping and valuation for 5 of these habitats (spawning areas for fish, larger populations of oyster and clams, large kelp-forests and eelgrass-meadows). In most cases a multi-faceted approach was found to be the favourable strategy when mapping the different habitats combining

a set of modern scientific approaches with ecological information from the fishermen.

This programme will generate a large set of scientific valuable data covering the entire Norwegian coastline increasing our knowledge about ecological effects in the coastal zone.



Hvorfor blir en art rødlistet? Hvilke kriterier ligger til grunn? Hvordan beregnes muligheten for at en art skal dø ut? Diskusjonen har gått høyt om disse spørsmålene. Noen av svarene kommer her.

Jakob Gjøsaeter

jakob.gjoesaeter@imr.no

Kjell Nedreaas

kjell.nedreaas@imr.no

Reidar Toresen

reidar.toresen@imr.no

En rødliste er en oversikt over plante- og dyrearter som på en eller annen måte er truet av utryddelse, er utsatt for betydelig bestandsreduksjon eller er naturlig sjeldne. Alle land som er tilsluttet Verdens naturvernunion (IUCN) skal ha en slik liste. Nasjonale rødlistet viser artenes status i vedkommende land. IUCNs rødliste (også kalt internasjonal rødliste) viser artenes globale status.

En rødliste utarbeidet etter IUCN-kriterier utgjør et viktig kunnskapsgrunnlag som kan brukes i politiske og samfunnsmessige avveininger og beslutninger. Rødlista gir en vurdering av risiko for utdøing fra norske områder. Dette er viktig basiskunnskap når forvaltningen skal gjøre sine prioriteringer. Når det gjelder marine arter kan vi imidlertid spørre om rødlista egentlig forteller noe som ikke Det internasjonale

råd for havforskning (ICES) allerede har beskrevet i sine vurderinger.

Norsk rødliste 2006 er en oversikt over norske arter som enten er utdødd, truet eller som i nær framtid kan bli truet. Den erstattet rødlista fra 1999. Over hundre forskere fra ulike fagmiljøer vurderte omtrent halvparten av de 40 000 kjente artene i Norge. Dette var første gang det ble gjennomført en rødlistevurdering for marine arter, som blant annet fisk, i Norge. Arbeidet med revisjon av denne rødlista er startet, og ny liste kommer i 2010.

Kriterier for plassering på rødlista

Grovt sett baserer IUCN-kriteriene seg på kunnskap om størrelsen på bestanden, endringer i bestanden og størrelsen på området arten/bestanden finnes i. Forenklet kan man si at arter som har kraftig tilbakegang i antall, som har små bestander eller som kun finnes innenfor begrensede områder, regnes som truet og blir rødlistet.

De fem rødlistekriteriene IUCN har utviklet kan oppsummeres slik:

A – Kraftig populasjonsreduksjon, uavhengig av populasjonsstørrelse
Gjelder alle arter som de siste tre genera-

sjoner (minimum 10 år – maksimum 100 år) har gjennomgått, eller som realistisk forventes å gjennomgå sterk populasjonsnedgang. Dette kriteriet kan videre deles opp i underkriterier som; nedgang som har stoppet opp, nedgang som fortsetter etc.

B – Lite eller sterkt fragmentert utbredelsesområde

Tilleggsriterier som må oppfylles inkluderer bestandsnedgang, ekstreme svingninger i forekomster og/eller få eller sterk fragmentering av forekomst.

C – Liten populasjon med bestandsnedgang

Tilleggsriterier som må oppfylles inkluderer bestandsnedgang, ufordelaktig bestandsstruktur (eksempelvis oppsplittede små bestander) og/eller store svingninger i bestandsstørrelse.

D – Svært liten populasjon eller svært lite utbredelsesområde

Kriteriet gjelder særlig for arter som ikke har påvist bestandsreduksjon, men som likevel er sårbare fordi de er svært få eller forekommer innenfor svært få eller små områder.

E – Kvantitativ analyse

Kriteriet brukes når man har omfattende data om en art og en kvantitativ analyse av risiko for utdøing kan gjøres.



I 2006-versjonen av rødlista ble dette kriteriet benyttet for bestanden av nordsjøtorsk. ICES' langtidsprognose for bestandsutvikling kategoriserte denne bestanden som 'nært truet' i stedet for 'truet' som den ellers ville blitt dersom populasjonsreduksjonen i løpet av tre generasjoner (10,5 år) hadde blitt lagt til grunn. Det må imidlertid understrekes at denne langtidsprognosen IKKE var en analyse av risiko for utdøing, og E-kriteriet skulle derfor ikke ha blitt benyttet.

IUCN-systemet åpner også for å kunne bruke mindre presis kunnskap, som indirekte slutninger og antakelser. Hvis tilstrekkelig direkte og indirekte kunnskap for å bruke kriteriene mangler, kan ikke arten vurderes, men plasseres i kategorien ikke vurdert (NE).

Rødlistekategorier

IUCN har definert en rekke kategorier for arter som rødlistes:

RE = Lokalt utryddet (Regionally Extinct)
Arter som er utryddet som reproduserende i landet. Ifølge IUCN skal denne kategorien kun benyttes når det ikke er spor av tvil om at arten er utryddet i landet. I tillegg skal arten ha reproduisert i Norge de siste 200 årene.

CR = Kritisk truet (Critically Endangered)
En art er Kritisk truet når best tilgjengelig informasjon indikerer at ett av kriteriene A-E for Kritisk truet er oppfylt. Arten har

da ekstremt høy risiko for utdøing (50 % sannsynlighet for utdøing innen tre generasjoner, minimum 10 år).

EN = Sterkt truet (Endangered)

En art er Sterkt truet når best tilgjengelig informasjon indikerer at ett av kriteriene A-E for Sterkt truet er oppfylt. Arten har da svært høy risiko for utdøing (20 % sannsynlighet for utdøing innen fem generasjoner, minimum 20 år).

VU = Sårbar (Vulnerable)

En art er Sårbar når best tilgjengelig informasjon indikerer at ett av kriteriene A-E for Sårbar er oppfylt. Arten har da høy risiko for utdøing (10 % sannsynlighet for utdøing innen 100 år).

NT = Nær truet (Near Threatened)

En art er Nær truet når den ikke tilfredsstillter noen av kriteriene for CR, EN eller VU, men er nær ved å tilfredsstillte noen av disse kriteriene nå eller i nær framtid.

DD = Mangler data (Data deficient)

En art settes til kategori Datamangel når ingen gradert vurdering av risiko for utdøing kan gjøres, men det vurderes som meget sannsynlighet at arten ville blitt med på rødlista dersom det fantes tilstrekkelig med informasjon.

LC = Livskraftig (Least concern)

En art tilhører kategorien Livskraftig når den ikke oppfyller noen av kriteriene for kategoriene CR, EN, VU eller NT, og ikke er satt til kategoriene DD, NA eller NE

NE = Ikke vurdert (Not Evaluated)

En art tilhører kategorien Ikke vurdert

når det ikke er gjort noen vurdering for arten. Dette kan for eksempel skyldes dårlig utredet taksonomi, svært dårlig kunnskapsgrunnlag eller mangel på tilgjengelig kompetanse.

NA = Ikke egnet (Not Applicable)

En art tilhører kategorien Ikke egnet når den ikke skal bedømmes på nasjonalt nivå. Dette gjelder her i hovedsak fremmede arter (arter som er kommet til Norge ved hjelp av mennesket eller menneskelig aktivitet etter 1800) eller er tilfeldige gjester.

Rødlisting av fisk i norske farvann

Av totalt 257 saltvannsfisk som er registrert i norske farvann, er 177 egnet for rødlistevurdering. Av disse er 34 arter (13 %) med på den norske rødlista. I tillegg er fem bestander av tre arter (torsk, polartorsk og nordlig ålebrosme) rødlistet.

Fem arter og to bestander av én art er i den laveste rødlistekategorien (NT), fem arter er i kategori VU, én bestand i kategori EN og to arter og én bestand er i den høyeste kategorien (CR). Hele 21 av de 34 rødlistede saltvannsfiskene har fått rødlistekategori DD. Dette reflekterer at vi mangler kunnskap om mange av de artene som det ikke fiskes på.

ICES har vurdert tre bestander av torsk i norske farvann til å ha redusert reproduksjonspotensial med høy risiko for bestandskollaps. Disse er rødlistet som

bestand. Dette gjelder kysttorsk nord for 62°N (EN), kysttorsk på Skagerrakkysten (NT) og nordsjøtorsk (NT).

12 saltvannsarter og to bestander er rødlistet etter A-kriteriet (bestandsnedgang siste tre generasjoner). Disse er fordelt på:

A1, bestandsnedgang siste tre generasjoner som har opphørt (kveite, blålange og lange)

A2, bestandsnedgang siste tre generasjoner som ikke har opphørt (pigghå, snabeluer, øyepål, havsil, håbrann, brisling og kysttorsk på Skagerrakkysten)

A3, prognostisert bestandsnedgang i løpet av de neste tre generasjoner (ål og håkjertering)

A4, bestandsnedgang i løpet av tre generasjoner som både inkluderer fortid, nåtid og fremtid (vanlig uer og kysttorsk nord for 62°N)

Polartorsk i Porsangerfjorden er vurdert etter D1-kriteriet (svært få reproduserende individer), berlevågfisk er vurdert etter B-kriteriet (lite og fragmentert utbredelsesområde), og nordsjøtorsk etter E-kriteriet (kvantitativ analyse av utdøingsrisiko).

Vurdering av IUCN-kriteriene

For flere av de kommersielle artene og bestandene som er med på rødlista, kan rødlisteklassifiseringen synes for streng. Kategoriseringen er imidlertid basert på en kvantifisert negativ bestandsutvikling de siste tre generasjoner, og for noen bestander er rekrutteringen så dårlig at den negative utviklingen vil fortsette. IUCN sitt kriteriesett gir derfor et slikt resultat. Fordi den dokumenterte bestandsnedgangen har skjedd på grunn av overfiske, vil den negative utviklingen kunne stoppes og bestanden gjenoppbygges dersom beskatningen reduseres. Om det settes i verk riktige tiltak for å bevare disse artene, vil rødlistekategori kunne endres allerede ved vurderingen i 2010.

I 2008 ble arbeidsgruppen for fiskeøkologi (WGFE) i ICES bedt om å gi en vurdering av sammenhengen mellom IUCNs rødlistekriterier og ICES' referansepunkter. Gruppen konkluderte med at det i hovedsak er godt samsvar, og at det er lite sannsynlig at en art vil bli karakterisert som truet av IUCN uten at den også ligger utenfor ICES sine sikre, biologiske grenser (ICES 2008).

Gruppen pekte på at det er en rekke eksempler på at fiskearter som har hatt en tilbakegang i gytebiomasse på 50–90 % over en periode på tre generasjoner eller mer

har vanskelig for å vokse igjen selv om fisketrykket blir redusert (Hutchings 2000, 2001). De viser til at det er få eksempler på at marine organismer har dødd ut, og at de fleste slike eksempler gjelder mollusker, fugl og pattedyr. På populasjonsnivå finnes imidlertid flere eksempler på at også fisk er blitt borte (Dulvy et al. 2003).

Arbeidsgruppen understreker at "det er viktig å merke seg at IUCN sine trusselkategorier er koplet til en relativ fare for at arten skal dø ut". Det er økende enighet om at en rødlistet fisk har en høyere risiko for å dø ut enn en fisk som ikke er på rødlista. Vi vet imidlertid ikke om en kritisk truet marin fisk har samme sjanse for å dø ut som et kritisk truet pattedyr, fugl, amfibie eller plante. Utdøing er mer sannsynlig for bruskfisk med lav fekunditet, enn for høyproduktive arter som har gitt grunnlag for store fiskerier. Dette forholdet er ikke behandlet av arbeidsgruppen, og risikokriteriene blir ikke tolket som absolutte vurderinger av sjansen for å dø ut. Arbeidsgruppens synspunkter er foreløpig ikke behandlet av ICES sine sentrale organer, og de representerer derved ikke nødvendigvis ICES sitt offisielle syn.

IUCNs rødlistekriterier og ICES' biologiske referansepunkter er basert på ulike tilnærminger. IUCN-kriteriene må ikke tolkes som absolutte mål for faren for at en art eller en bestand skal dø ut. For å beregne sjansen for at en populasjon skal dø ut, kreves detaljert kunnskap om populasjonens dynamikk og grundig modellering.

I 2009 skal ICES arrangere et arbeidsgruppemøte for å evaluere dynamikken til bestander i dårlig forfatning. Det er særlig bestandene som står på rødlista som skal studeres, og gruppen skal bl.a. vurdere risikoen for utdøing i et tidsvindu på 10–50 år. Gruppen går dermed inn i selve kjernen i problematikken rundt rødlisting av fisk, og resultatene fra dette arbeidet vil bli viktig for vurderingen av fisk for neste rødliste.

The Red List of Threatened Species

The Red List of Threatened Species provides information on plants and animals that have been evaluated using the IUCN Red List Categories and Criteria. This system is designed to determine the relative risk of extinction, and the main purpose is to catalogue and highlight plants and animals facing a risk of extinction. The 2006 Norwegian Red List comprises 34 marine fish species (including European eel), and on a lower taxonomic level 5 stocks of 3 species. Of these, 21 are marine fishes categorised as DD "data deficient". Most of the fish spe-

CITES-konvensjonen

Konvensjon om handel med truede arter

CITES (Convention on International Trade of Endangered Species), også kalt Washington-konvensjonen, trådte i kraft i 1975 for å regulere den internasjonale handelen med ville dyr og planter som står i fare for å bli utryddet. CITES er en global avtale som berører alle land i verden. Per november 2007 hadde 172 land underskrevet avtalen. I tillegg var det 29 assosierte land. Konvensjonen opererer med tre lister med ulike tiltak:

Liste I omfatter de mest truede artene, og handel med ville eksemplarer eller deres produkter er i praksis stort sett forbudt. Ca. 1000 arter omfattes av denne listen.

Liste II omfatter truede arter der den internasjonale handelen må begrenses for å sikre artenes overlevelse. Over 2500 dyrearter omfattes av denne listen.

Liste III krever at det følger med et opprinnelsessertifikat eller eksporttillatelse ved innførsel. Ca. 250 arter står på denne lista.

Blant de norske artene som er underlagt et generelt forbud mot eksport finnes: spermhval, grønlandshval, retthval, gråhval, nebbhval, vågehval, seiqual, blåhval, finnhval og knølhval. Siden hvalfangst er tillatt i Norge, har Norge en reservasjon som gjør at vi kan behandle flere av artene som om de står på liste II.

Blant de norske artene som er underlagt restriksjoner, men som det kan utstedes eksporttillatelse for, er hvalross, brugde og alle andre hvalarter som ikke er omfattet av det generelle forbudet.

Informasjonen er hentet fra Direktoratet for naturforvaltning

cies on the Red List are commercially exploited, and exploitation is assumed to be the most serious threat. These species are also evaluated as overexploited by the ICES, and regulatory measures are enforced by the Norwegian fisheries authorities.

IMR maintains that the IUCN decline criteria and ICES reference points are based on different approaches, and emphasizes that the threat criteria should not be interpreted in terms of absolute risk of extinction.



1.6 Om forvaltningen av kystnære ressurser



Figur 1.6.1

Tobis (*Ammodytes marinus*) har som føde for andre arter en nøkkelrolle i økosystemet i tillegg til betydningen for fiske.

Besides its importance to fisheries, sandeel plays a key role in the ecosystem.

Det er lagt ned en betydelig innsats i forvaltningen av våre økonomisk viktigste bestander. I de senere årene er oppmerksomheten i økende grad også rettet mot hvordan vi skal forvalte våre økonomisk ikke fullt så viktige ressurser. Dette er ressurser som i mange tilfeller først og fremst beskattes i kystnære farvann.

Peter Gullestad, Fiskeridirektoratet
peter.gullestad@fiskeridir.no

I løpet av de siste 20–30 årene har det skjedd en dramatisk endring i forvaltningen av våre viktigste fiskeressurser. Fisket har gått fra å være praktisk talt fritt til å være gjennomregulert. De syv viktigste artene som vi beskatter i Norge, kysttorsk og nordsjøtorsk ikke inkludert, stod for 84 % av førstehåndsverdien av norsk fiske i 2007. De syv artene er torsk, sild, sei, makrell, kolmule, hyse og reke.

Vellykket utvikling for store bestander
Gjennomgående kjennetegnes forvaltningen av de viktigste bestandene av stor innsats i bestandsovervåkingen, analytiske bestandsvurderinger og internasjonal rådgivning, i tillegg til omfattende forvaltnings- og kontrollinnsats. Gjennom stenging av allmenningen og gjennomgripende strukturtiltak har det lyktes å stanse veksten i fangstkapasitet. Strenge regulerings- og kontrolltiltak har også bidratt til oppbygging av nedfiskede bestander som for eksempel norsk vårgytende sild.

Bestandsutsiktene er nå gode for de fleste av de nevnte ressursene. I årene som kommer kan vi regne med at forvaltningen vil utvikles videre. Det blir særlig viktig å inkorporere økosystembetraktninger i forvaltningen, og å revidere gjeldende forvaltningsstrategier og høstingsregler for ytterligere å optimalisere det langsiktige økonomiske utbyttet.

I epoken vi har bak oss har altså oppmerksomheten vært konsentrert om å utvikle et nasjonalt og internasjonalt forvaltningsregime fra scratch. Målsettingen har vært å sikre gjenoppbygging og bevaring av de økonomisk viktigste fiskeressursene i nasjonal målestokk. Andre ressurser av ikke fullt så stor økonomisk betydning har ikke vært gjenstand for den samme forsknings- og forvaltningsinnsatsen. Sett i et historisk lys, skulle denne prioriteringen ikke være vanskelig å akseptere.

Hva med de økonomisk mindre viktige ressursene?

Når fundamentet nå er lagt for en god forvaltning av våre viktigste ressurser, kan vi

da forutse en tilsvarende utvikling for forvaltningen av våre øvrige ressurser? Fremover vil vi helt sikkert se et økt fokus og en styrket innsats på dette området. Det er en utvikling vi allerede har erfart de senere årene, jf. forvaltningen av kysttorsk, uer, breiflabb, vassild, hummer og ål, men vi vil ikke få et forvaltningsregime for disse artene tilsvarende det vi har på de store bestandene.

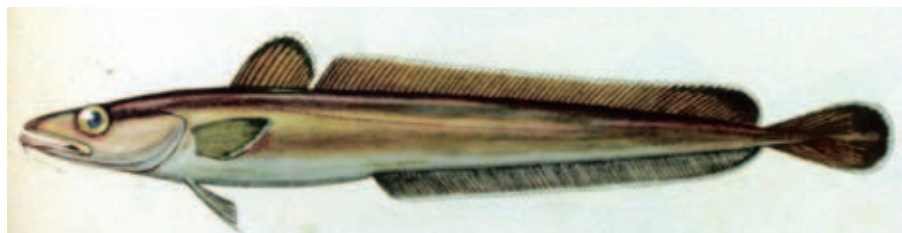
Den viktigste årsaken til det, er at det ikke vil lønne seg. Forsknings-, overvåkings-, forvaltnings- og kontrollkostnadene ved å optimalisere fangstuttaket vil langt overstige den merverdien som eventuelt kan oppnås fra en optimalt forvaltet bestand. Til dels er det snakk om arter med et begrenset økonomisk potensial, til dels bestandskompleks, jf. kysttorsk, der tradisjonell forvaltning måtte blitt splittet opp på en lang rekke subpopulasjoner.

En annen viktig årsak er at i motsetning til de store oseaniske bestandene, som i det alt vesentlige beskattes av et avgrenset antall profesjonelle yrkesfiskere som drif-



Figur 1.6.2

Kveite (*Hippoglossus hippoglossus*) viser en gledelig bestandsutvikling etter nedfisking og påfølgende stagnasjon over mange tiår.
In recent years the halibut stock shows a promising development.



Figur 1.6.3

Blålange (*Molva dipterygia*) er nedfisket. For lange, blålange og brosme bør en kunne ha et langsiktig mål om et høyt langtidsutbytte.

Blue ling is depleted. For ling, blue ling and tusk it should be possible to aim at a high long term yield.



Figur 1.6.4

Ål (*Anguilla anguilla*) er i en meget dårlig forfatning.

Nye regler for fiske er på beddingen.

European eel is in a very vulnerable state.

New regulations are on its way.

ter med registrerte fiskefartøy, dreier det seg her gjerne om ressurser som beskattes kystnært. Et stort og ukjent antall fritids- og turistfiskere står for en betydelig del av den samlede beskatning, jf. kysttorsk, hummer og ål. Forvaltnings- og kontroll-oppgavene blir altså vesentlig mer utfordrende og kostbare.

Ulike forvaltningsmål

Selvsagt vil det være arter, for eksempel blåkveite, uer eller tobis, hovedsakelig beskattet av yrkesfiskere, som kan overvåkes og forvaltes mer eller mindre på linje med de store bestandene med det som mål å optimalisere det langsiktige økonomiske utbyttet. I sum burde arter og bestander som står for 90–95 % av førstehandsverdien kunne tenkes forvaltet med en slik maksimumsmålsetting for øye. Vassild, breiflabb og rognkjeks er eksempler på arter der en med begrenset forsknings- og forvaltningsinnsats har som mål å holde bestandene på et nivå som kan gi mulighet for en høy og mest mulig stabil avkastning over tid. En vil imidlertid måtte akseptere at uttaket i perioder kan ligge både høyere og lavere enn det som en med mer kunnskap hadde ansett som optimalt.

For de mange arter og bestander som står for de siste 5–10 % av førstehandsverdien, vil vi imidlertid måtte regne med ikke å makte en så ambisiøs målsetting. En generell og ufravikelig minimumsmålsetting for forvaltningen må likevel være å sikre biologisk mangfold – konkret å sikre at fisket verken skal true vedkommende art,

artssamfunn eller økosystemets funksjonsmåte. Enkelte arter, som tobis og raudåte, har i denne sammenheng en større økologisk betydning enn andre. Ut over dette miljøbetingede minstemål vil det være en politisk, økonomisk og praktisk forvaltningsmessig avveining i det enkelte tilfelle hvor langt en vil strekke seg i retning av å optimalisere det langsiktige fangstutbyttet. Jo lenger en ønsker å gå her, jo mer vil det koste i form av forsknings- og forvaltningsinnsats.

Sårbare arter i fokus

Kystnære farvann er preget av et relativt stort arts mangfold. Det er viktig å slå fast at majoriteten av arter som lever her enten ikke beskattes i det hele tatt, eller at fiske-dødeligheten er så lav at den ikke har en innflytelse av betydning på bestandsstørrelsen. For disse artene vil det da heller ikke være behov for noen særskilt regulering av beskatningen ut over fastsettelse av eventuelle redskapsbegrensninger, minstemål eller lignende. For øvrig vil det være tilstrekkelig å ha en beredskap for å kunne sette inn eventuelle reguleringstiltak, for eksempel dersom beskatningen skulle øke.

Fremover vil det være grunn til å ha en særlig oppmerksomhet på arter og bestander som det ut fra tilgjengelig kunnskap er grunn til anta:

- er i en så dårlig forfatning at beskatning på dagens nivå kan medføre en fare for tap av biologisk mangfold, og/eller at

- bedret forvaltning har et gevinstpotensial som det er enighet om overstiger kostnadene av nødvendige tiltak

Med kostnader tenkes det her både på direkte forsknings- og forvaltningskostnader og de byrder som må bæres av den enkelte aktør.

Det kan helt avgjort herske legitim uenighet om hvorvidt en art hører hjemme i kategori a), jf. de til dels opphetede diskusjonene som har pågått omkring rødlistede marine arter. Et særlig kjennetegn ved arter i denne kategorien er jo nettopp at vi ikke har så mye kunnskap. Samtidig tilsier føre-var-prinsippet at i mangel på sikker kunnskap er det grunn til å utvise ekstra varsomhet. En kombinasjon av tydelig understreking av usikkerheten i bestandsvurderingen, og en viss lempelighet når det gjelder utmålingen av reguleringstiltak, kan bidra til en økt forståelse og legitimitet hos kystbefolkningen for påkrevde reguleringer. Hvilken tidshorisont som blir lagt til grunn for gjenoppbygging kan spille en viktig rolle. Når kapasiteten til å håndheve er begrenset, er det viktig å ha i mente at det ikke alltid er slik at de teoretiske og på papiret "beste" reguleringstiltakene gir de beste resultatene i praksis. For å lykkes er en i enda større grad enn ellers avhengig av god kommunikasjon og dialog, både for å understøtte tiltakene og for å sikre legitimitet og reell oppslutning, i det minste fra flertallet av aktører. Fiskeridirektoratet har med bistand fra Havforskningsinstituttet og på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepar-



Figur 1.6.5

Hummer (*Homarus gammarus*) beskattes for hardt. I 2008 ble regelverket innskjerpet. To rebuild the stock of European lobster, new regulations were introduced in 2008.

tementet utarbeidet et forslag til prioriteringsliste over sårbare arter som det bør fokuseres på fremover. Listen er tilgjengelig på www.fiskeridir.no.

Reguleringsverktøyene finnes allerede

Hvilke reguleringsverktøy som kan være aktuelle må vurderes i det enkelte tilfelle. Sannsynligheten for at egnede tiltak allerede finnes i forvaltningens verktøykasse er stor. Med et stort og ukjent antall aktører kombinert med liten kunnskap om en bestand vil tradisjonell totalkvoteregulering og lukking av allmenningen være lite aktuelle tiltak. Ut over dette vil kombinasjoner fra listen nedenfor sannsynligvis dekke de fleste situasjoner:

- redskapsregulering; type, utforming, røkting, antall, merking
- minstemål, maksimumsmål, bifangstbestemmelser, utkastbestemmelser

- fredning; tidsperioder, gyte- og oppvekstområder, referanseområder; differensiering etter fartøystørrelse, redskap
- differensierte regler for yrkesfiskere, fritids- og turistfiskere
- begrensninger i den enkeltes fangstmengde, regler for oppbevaring og omsetning av fangst
- forbud mot (direkte) fiske
- regler for registrering av fangst og fangstaktivitet

Utvikling av gode indikatorer er en stor utfordring

En av de største utfordringene i det videre arbeidet med forvaltningen av de kystnære ressursene er å utvikle gode, robuste og kostnadseffektive indikatorer for tilstand og utvikling i kystressursene. For å kunne sette inn og senere korrigere tiltak trenger vi indikatorer som gir oss tilstrekkelig

kunnskap til å bedømme hvorvidt utviklingen i en bestand, art, gruppe av arter, eller et økosystem går i den ene eller den andre retning. Vi har i dag få slike indikatorer for ressurs langs hele Norges kyst. Strandnotundersøkelsene på Skagerrakkysten med en uavbrutt tidsserie fra 1919 har vist seg verdifulle i en slik sammenheng. Fangst per teinedøgn i hummerfisket fra 1928 og registreringene av oppgang av glassål og nedgang av blankål i Imsa fra 1975 er to andre eksempler på typen av indikatorer det her tenkes på. Her ligger det både en kjempeutfordring og spennende oppgaver og venter på forskning og forvaltning!

Management of Coastal Resources

During the last 20–30 years, a comprehensive management regime has been developed for Norwegian fisheries, characterized by a substantial input of research, management and control. Generally speaking the condition is now good for the economic most important fish stocks, and in recent years more attention is directed towards the management of the less economic important stocks. Many of these stocks are living in coastal waters and exploitation from

non-commercial fishers may be substantial, confronting management with added complexity.

While the management regime has been aiming at optimizing the long term economic yield of the stocks most important to the national economy, cost benefit analysis will not always justify similar efforts necessary to achieve such a goal for stocks of limited economic significance. However, an absolute minimum requirement preventing exploitation from putting

biodiversity at stake will apply for all stocks. The Directorate of Fisheries has recently published a proposal for a priority action list of vulnerable species on www.fiskeridir.no.

Monitoring of coastal resources is today less than adequate. A huge and exiting challenge to science and management is to develop robust, meaningful and cost effective indicators of status and change in coastal ecosystems.

Kysttorsk – et tema med mange variasjoner

Torsk har lenge vært en viktig matfisk både i Norge og i andre land, og den er en viktig eksportvare for Norge. Vi har ikke alltid vært klar over at det er flere enn én torskebestand vi fisker på, men allerede på 1930-tallet foreslo havforsker Gunnar Rollefsen en inndeling av torsk i kysttorsk og oseanisk torsk.

Torild Johansen

torild.johansen@imr.no

Erik Berg

erik.berg@imr.no

Geir Dahle

geir.dahle@imr.no

Rollefsen brukte den innerste delen på otolittene (øresteinene) og fant at årringene som dannes de to første årene i torskens liv, var forskjellig for torsk på kysten og i fjordene sammenlignet med torsk fra Barentshavet (Figur 1.7.1). Eksperimentelle studier ved Universitetet i Bergen har vist at otolittene til avkom av kysttorsk og oseanisk torsk (nordøstarktisk torsk/skrei) som har vokst opp under like miljøforhold, ikke viser denne forskjellen. Dette tyder på at mønsteret i otolittene hos torsk kan være miljøavhengig og derfor en nyttig «ferdsskriver» som viser hvor torsken har oppholdt seg de første årene i sitt liv.

Historisk bakgrunn

Selv om otolittene kanskje bare viser hvor torsken har vokst opp, er det dokumentert sammenheng (god korrelasjon) mellom otolittmønsteret og den genetiske DNA-profilen. Vi har i mange år kartlagt torsken i Lofoten hvor både kysttorsk og skrei gyter i mars–april. Vi har også gjort genetiske sammenligninger mellom torsk som ved hjelp av otolittene ble klassifisert som henholdsvis kysttorsk og skrei.

Disse analysene viser godt samsvar mellom de genetiske analysene og det vi ser i otolittmønsteret. Vi kan derfor konkludere med at det er en klar genetisk forskjell mellom kysttorsk og skrei (Figur 1.7.2). Derimot er det ikke alltid 100 % samsvar mellom genetikk og otolittmønster. Årsaken kan delvis være at klassifisering ved hjelp av otolittmønster er en subjektiv metode som er avhengig av hver enkelt tolkers erfaring, mens analyse av DNA

gir samme utfall hver gang. Fordelen med typebestemmelse basert på otolitter er at det er en svært rimelig og rask metode som samtidig gir oss informasjon om alder, alder ved kjønnsmodning og hvor mange ganger torsken har gytt.

Det finnes også andre metoder for å skille kysttorsk fra torsken i Barentshavet. For eksempel har kontrollerte forsøk vist at kysttorsk og skrei har ulik kroppsform (morfologi). Den nordøstarktiske torsken/skrei er lang og slank, mens kysttorsken er litt mer korpulent. Det kan tenkes at skrei har en slankere form fordi den i større grad enn kysttorsk er tilpasset en vandrende atferd (som for eksempel til og fra gytefeltene).

Kysttorsken gyter både i Lofoten og langs hele kysten fra Russland til svenskegrensen, men alle gytefeltene er ikke kartlagt. Havforskningsinstituttet og Fiskeridirek-



Figur 1.7.1

Otolitten (beinstruktur også kaldt ørstein/kvannstein) er torskens ferdsskriver og kan benyttes til å lese torskens alder og til å skille mellom kysttorsk og nordøstarktisk torsk (skrei). Torskens alder vises i otolittene som årringer på et tre (røde prikker). Sonene som dannes de to første vintrene (her lyse ringer) viser forskjellen på kysttorsk og skrei. Kysttorsk har en rund kjerne, mens på skreien er kjernen lang og utstrakt. Dette er ikke en genetisk karakter, men viser under hvilke miljøbetingelser torsken har levd. Forskjellen som vises i otolittene mellom kysttorsk og skrei samsvarer med de genetiske analysene.

The otolith in cod is used to estimate the age as well as to differentiate between Coastal cod and Northeast Arctic cod. The age is estimated based on growth zones (red dots) in the same way as growth zones shown in trees. It is the two inner winter zones (here bright rings) of the otolith that makes the difference between Coastal cod and Northeast Arctic cod. This differentiation is in good correlation with the genetic analysis although the structure is no genetic character, but rather the species flight recorder and in which environment the cod spent its first two years.

toratet samarbeider tett for å få bedre oversikt over disse gyteplassene. Det er viktig å få kartlagt kysttorskens utbredelse og bestandsstruktur både på grunn av fiskerierne, og fordi torsken er på vei til å bli en viktig oppdrettsart.

Kysttorsk forvaltes som tre bestander. Den største bestanden forekommer fra Russland til Stad (62°N) og kalles norsk kysttorsk. Fra Stad til Lindesnes forvaltes kysttorsk sammen med nordsjøtorsk, mens den fra Lindesnes til svenskegrensen ikke forvaltes.

Selv om det ikke er etablert referansepunkter for fiskedødelighet og gytebestand på kysttorsk (det er nivåer en vil holde seg under/over for å opprettholde en sunn og bærekraftig bestand), er bestanden(e?) i dag klassifisert som ikke bærekraftig langs hele norskekysten. Dette skyldes at gytebestanden(e?) er for lav, og i den situasjonen er dagens fiske for høyt. Dette har vedvart i flere år, og ICES har anbefalt nulluttak av kysttorsk nord for Stad. Fra 62°N og til svenskegrensen står det heller ikke så godt til med kysttorsken.

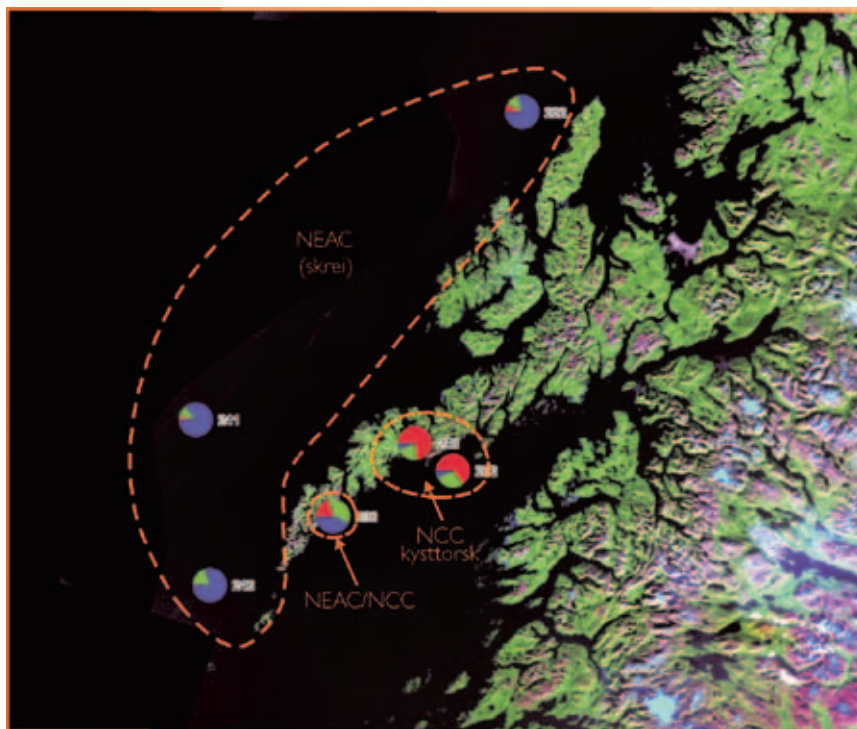
En annen viktig grunn for å kartlegge kysttorsk er den økende interessen fra akvakulturmæringen. Hvis vi får en stor andel oppdrettsorsk på kysten, bør vi ha kunnskap om det genetiske grunnlaget for de naturlige torskestammene. Dette er viktig både for å kunne vite hva vi ønsker å bruke som basis for en best tilpasset torsk i oppdrett, og fordi vi må være i stand til å kunne skille eventuell rømt torsk fra den naturlige torsken.

Stor innsamling av torsk på gytefeltene

I 2002 begynte Havforskningsinstituttet med mer systematisk innsamling av kysttorsk fra gytefelt langs hele kysten. Vi har samlet inn prøver fra mer enn 10 000 torsk for nærmere analyser (lengde, vekt, kjønn, otolitter og DNA-prøver) fra områder fra Kvitsjøen i nord til innerst i Oslofjorden (Figur 1.7.3). Det er første gang det er gjort en slik omfattende innsamling av kysttorsk fra så mange gytefelt, men likevel har vi bare dekket et fåtall av alle torskens gytefelt.

Kysttorsk gyter fra innerst i fjordarmer til langt ute på kysten. Selv om man historisk vet at torsken gyter i et område, har det underveis vist seg at det nå er færre gytefelt enn for bare få år siden. Det kan være alarmerende.

Vi har samlet inn levende stamtorsk fra flere fjorder (Figur 1.7.3) som vi bruker i kontrollerte forsøk ved Forskningsstasjo-



Figur 1.7.2

Her vises fordeling av kysttorsk og skrei i Lofoten basert på genet Pan I, otolittidentifisering og 12 andre genmarkører. Det er mest skrei vest for Lofoten, mens det på østsiden er mest kysttorsk. Stasjon 236 viser at prøven var en blanding av kysttorsk og skrei. Disse resultatene viser at det er godt samsvar mellom identifiseringen av kysttorsk og skrei basert på otolittkjerner som vist i figur 1.7.1 med de genetiske analysene. *Distribution of coastal cod (red) and Northeast Arctic cod (blue) in the Lofoten area. The separation is based on genetics (Pan I), otolith structure and 12 other genetic markers. Station 236 shows a mixture of coastal cod and Northeast Arctic cod. The results show good correlation between the results of different methods used.*

nen Austevoll og feltstasjonen Parisvatnet utenfor Bergen. Dette for å teste ut om de naturlige forskjellene vi finner i livshistoriekarakterer, som vekst og alder ved første gyting, skyldes at torsken opplever forskjellig miljø i fjordene, eller om det er basert på genetisk tilpasning til fjorden.

Populasjonsstruktur

De genetiske analysene viser at det er stor intern variasjon mellom kysttorsk langs vår ca. 80 000 km lange kyst. Vi vet at kysttorsken som "gruppe" er genetisk forskjellig fra torsk både i Barentshavet og i Nordsjøen. Når vi deler torsken inn i regioner, ser vi at det er genetiske forskjeller mellom de ulike regionene. Det ser ut til å være et skille ved Trondheimsfjorden, hvor kysttorsk nord og sør for dette skillet danner to genetisk atskilte grupper (Figur 1.7.4). Hvis dette er riktig kan det få konsekvenser for fremtidig inndeling av bestandene og for forvaltning av disse.

Også innenfor regionene finner vi enkelte fjorder som skiller seg ut. Et eksempel er Gratangen i Troms hvor vi har prøver fra

tre påfølgende år. Det kan se ut til at det her er en egen bestand, men det kan også være at det kommer annen kysttorsk inn i fjorden i deler av gytesesongen. En forklaring kan være at vi har vært i fjorden og samlet prøver til ulike tider i gytesesongen, og at flere bestander gyter i fjorden til ulike tider. For å klargjøre dette nærmere må vi ha en mer intensiv prøvetaking gjennom hele året for virkelig å forstå dynamikken i en torskefjord.

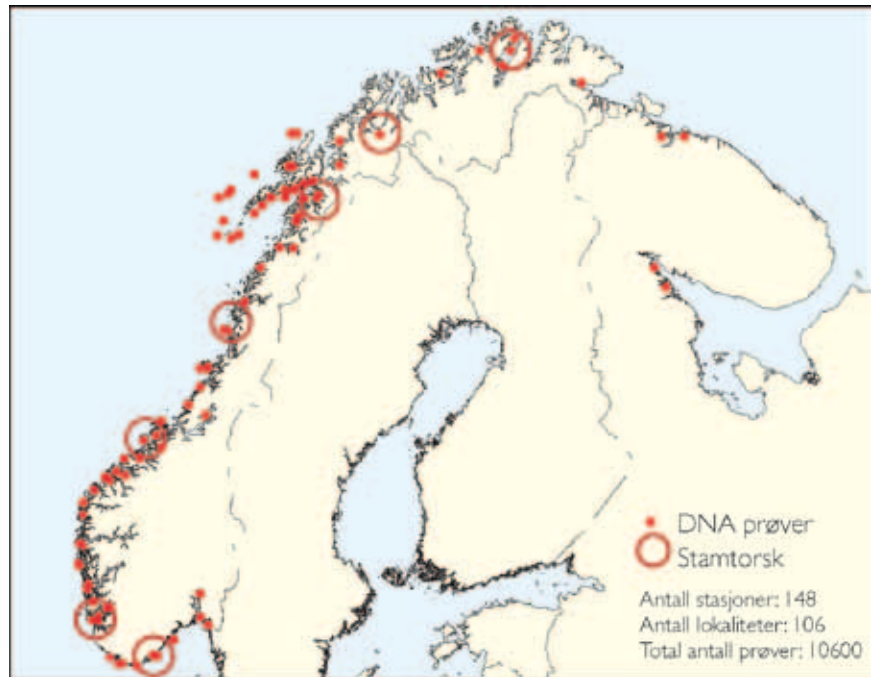
De genetiske analysene viste at det var liten forskjell mellom kysttorsk fra de ytterste områdene på Mørekysten og hele Sør- og Vestlandet (Figur 1.7.4). Det kan tyde på at det foregår en utveksling mellom disse områdene. Kanskje en del av kysttorsken er stasjonær, mens andre komponenter er mer vandrende. I vårt materiale var de fleste prøvene fra Vestlandet fra ytre områder, så vi vet ikke hvordan de vil være i forhold til indre områder.

Hva så med kysttorskens biologi?

Kysttorsk finnes langs hele kysten og i alle fjorder. Mengde kysttorsk (tetthet per



Foto: Øystein Paulsen

**Figur 1.7.3**

Fra 2002 til 2008 har Havforskningsinstituttet hatt en systematisk innsamling av kysttorsk fra gytefelt langs hele kysten. Vi har samlet inn prøver av torsk (lengde, vekt, kjønn, otolitter og DNA-prøver) fra 148 stasjoner langs norskekysten fra svenskegrensen til Russland. I tillegg har vi tatt inn levende torsk til stamtorsk fra flere forskjellige fjorder. Basert på disse analysene prøver vi å beskrive utbredelsen av kysttorsk. Resultatene er viktig både for forvaltning av kysttorsk og i forbindelse med den økende interessen fra akvakulturnæringen fordi vi fremtiden må være i stand til å kunne skille eventuell rømt torsk fra den naturlige torsken.

Between 2002 and 2008 the Institute of Marine Research has collected more than 10 000 cod samples from 148 stations along the coast of Norway from Russia to the Swedish border. In addition we have collected brood stocks from several different fjords along the coast to do experimental studies. The results from these investigations are important both for fisheries management and in the future to be able to identify escaped farmed cod from the natural occurring cod stocks.

areal) øker fra sør mot nord, mens andel kysttorsk (antall kysttorsk/antall skrei) øker fra nord mot sør.

Det er stor variasjon i størrelse ved alder (vekst) og alder når torsken blir kjønnsmoden første gang. Generelt kan en si at torsken vokser raskere i sør enn i nord, og raskere i ytre åpne kystområder enn i indre fjordområder (Figur 1.7.5). Torsk i sørlige områder blir også tidligere kjønnsmoden enn i nord, hhv. 2–3 år mot 4–6 år. Til sammenligning kan det nevnes at skrei blir kjønnsmoden som 6–7 åringer. I tillegg blir torsken tidligere kjønnsmoden i ytre områder enn i indre områder. Selv om det både er en nord–sør og indre–ytre trend i vekst og alder ved kjønnsmodning, kan det være stor variasjon mellom nærliggende områder.

Eksperimentelle forsøk har vist at vekstforskjeller vi ser i naturen opprettholdes over generasjoner når vi holder fisken i likt miljø. Alder ved første gyting kan derimot manipuleres når vi gir dem optimale forhold. Slik kan hanner bli modne som ettåringer og hunnene etter to år. Gyteforløpet er imidlertid ikke nødvendigvis mil-

jøavhengig. Kontrollerte forsøk har vist at torsk fra Helgeland har et senere gyteforløp enn for eksempel torsk fra Porsanger når begge gyter under samme forhold. Vi er enda bare i startfasen i våre undersøkelser av hvordan dette forholder seg for torsk i andre områder.

Hvilken kunnskap mangler vi?

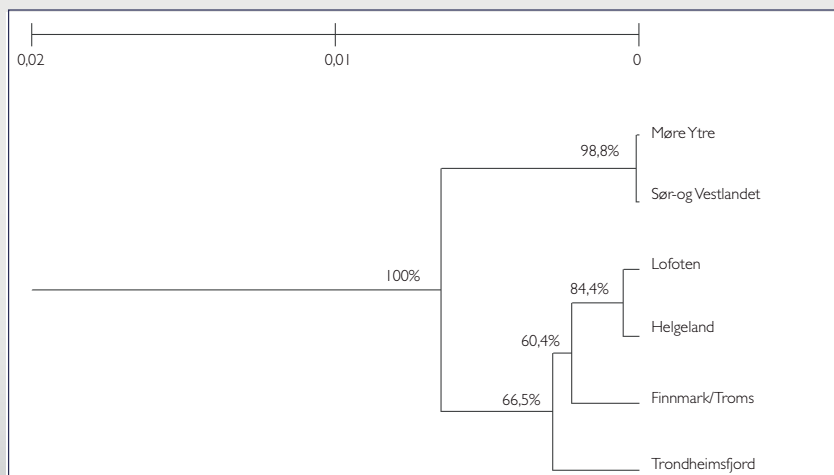
Det ser ut til at kysttorsk er mye mer kompleks enn vi har trodd, og at det er større genetisk variasjon mellom torsk fra ulike områder enn tidligere vist. Likevel er det fremdeles mye vi ikke vet om torskens populasjonsdynamikk på kysten.

Havforsker Alf Dannevig beskrev kysttorsk på Sørøstlandet og konkluderte i sin artikkel fra 1948 at "man må være varsom med vår kysttorsk, den kan lett reduseres sterkt". I dag kan vi se at han hadde rett. Dannevig fant tidlige indikasjoner på at torsk fra fjorder vandrer lite. Vi har merket en rekke kysttorsk med datalagingsmerker som blant annet registrerer dyp og temperatur. Enkelte av disse torskene hadde oppholdt seg ved dybder og temperaturer som indikerer at de må ha vandret ut fra kysten og vekk fra området

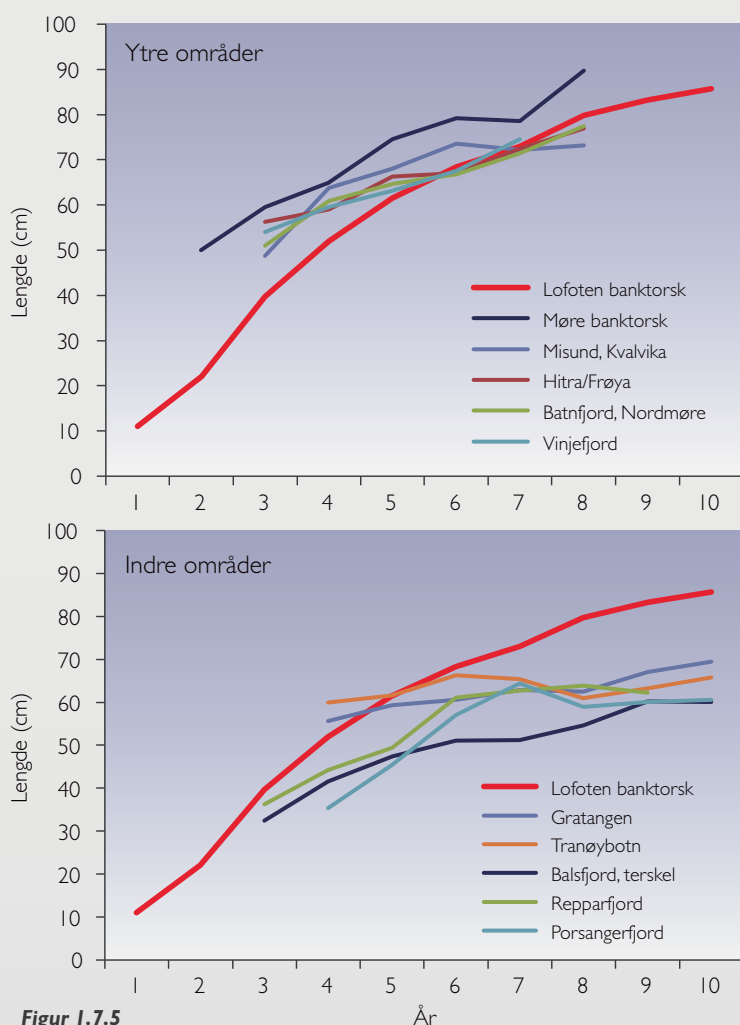
der de ble merket, for deretter å ha snudd og vendt tilbake, for til sist å bli fanget på stedet de ble merket. Dette kan tyde på at det finnes vandrende komponenter også blant kysttorskbestandene.

Kysttorsk blir ofte delt inn i fjordtorsk og banktorsk. Fjordtorsk lever i "lukkede fjorder" med særegne gyteplasser, f.eks. inne i fjordene, trolig delvis isolerte komponenter (særlig i terskelfjorder). Banktorsk, eller vandrende kysttorsk, finnes i åpne fjorder og på banker. Noe av denne torsken antar man gyter i Lofoten, ved Vikna, på Møre, og ellers i kystnære områder. I de genetiske analysene våre har vi blant annet funnet at kysttorsk fra ytre områder i Lofoten skiller seg fra de indre områdene. Tilsvarende forskjeller i stasjonære og vandrende komponenter finnes på Sørlandet. De neste undersøkelsene blir derfor å ta mer systematiske prøver av kysttorsk på bankene for å sammenligne denne med fjordtorsk og se om delingen i banktorsk og kysttorsk er riktig.

Undersøkelsene våre viser at kysttorsk kan være oppdelt i mange kysttorskbestander. Dette kan aktualisere separat forvaltning i


Figur 1.7.4

Et slektskapstre som viser fordeling av kysttorsk basert på genetiske analyser. Området sør for Trondheimsfjorden (inkludert Sørlandet, Vestlandet og Møre) danner en gruppe som skiller seg fra områdene nord for Trondheimsfjorden. Prøven fra innerst i Trondheimsfjorden skiller seg fra begge områdene. *Genetic relationship between coastal cod from regions along the Norwegian coast. The samples south of the Trondheimsfjord (including samples from the southern and western coast) are more closely related and is different from the coastal cod from localities further north. The samples from the Trondheimsfjord deviate from both areas.*


Figur 1.7.5

Kysttorsk varierer i vekst avhengig av områder. Lofoten banktorsk viser samme vekstmønster som skrei i vårt materiale (ikke vist her), men vokser raskere enn torsk fra fjordene i Troms (Gratangen, Tranøybotten, Balsfjord) og Finnmark (Repparfjorden og Smørfjorden) (Indre områder). På den andre siden vokser torsk fra Møre (Ytre områder) raskere enn Lofoten banktorsk. Identifisering til kysttorsk er her basert på otolith-identifisering.

Growth of coastal cod from Norwegian waters varies greatly depending on the area they come from. The cod from the outer areas in Lofoten (Lofoten banktorsk) grow faster in length (Lengde cm) than cod from the fjords and inner areas (lower figure) while the cod from the outer areas at Møre (upper figure) grow faster than the "Lofoten banktorsk" at the same age. The identification to coastal cod is based on otolith identification.

fremtiden. Hvis dette skal være mulig, må vi ha ytterligere innsikt i både utbredelse og avgrensning av disse bestandene. Dette krever innsats i form av både genetiske undersøkelser og merkeforsøk.

Coastal Cod

Coastal cod are commonly found over coastal banks, in open fjords and semi-enclosed bays all along the Norwegian coast from Russia to the Swedish border. The density of cod increases northwards and from offshore into the fjords. Coastal cod is genetic different from the oceanic Northeast Arctic cod, and a good correlation is found between the traditional identification of type based on otolith and the genetic studies.

In the period 2002–2008 we collected coastal cod from spawning grounds along the coast to study the population structure as well as possible variation in life history characters. This knowledge is important for management advice both for fisheries and fish farming. Our genetic investigations of coastal cod indicate highly structured coastal cod composed of several local stocks. Experimental studies indicate some genetic adaptation to their local environment.

The growth rate increases in a southward direction and is higher offshore than for coastal cod within the fjord. Although there is relatively large difference in age at first maturity between cod in neighbouring areas, the coastal cod mature earlier in the southern areas and at lower age inshore than offshore. On average, the age at which coastal cod attains maturity is a year or more younger than the Northeast Arctic cod.

Kan kysttorsk og skrei forvaltes hver for seg?

Nyere forskningsresultater tilsier at det er flere ulike fjordbestander av torsk langs hele norskekysten. I ytre strøk er forskjellene mindre markante, men også her er det forskjeller mellom større regioner. Denne nye kunnskapen kan aktualisere endringer i forvaltning. Vi skal her se nærmere på hvilke endringer som har skjedd i forvaltning av torsk nord for Stad i de seinere år.

Asgeir Aglen

asgeir.aglen@imr.no

I kvoterådgivning og forvaltning har all kysttorsk nord for Stad tradisjonelt blitt betraktet som et samlet kompleks hvor en årlig kvote avtales med Russland. I reguleringene av det norske fisket slås denne kysttorskkvoten sammen med den norske kvoten for nordøstarktisk torsk. Kystfisket av torsk på Vestlandet (Stad–Lindesnes) regnes mot den norske kvoten av nord-sjøtorsk, mens kystfisket av torsk øst for Lindesnes ikke regnes mot noen kvote. For områdene Stad–Lindesnes og Lindesnes–svensegrensen har det heller ikke vært gitt vitenskapelige råd for fiske av kysttorsk. I 2008 utga Havforskningsinstituttet en utredning om kysttorsk i disse sørlige områdene (Fisken og havet nr. 5, 2008). Her ble det også foreslått enkelte nye reguleringstiltak.

Skrei og kysttorsk nord for Stad

Betegnelsen ”skrei” er språklig knyttet til ordet skrida og reflekterer at det er snakk om vandrende fisk. Begrepet brukes oftest på gytetorsk i Lofotområdet, men som bestandsbegrep brukes det synonymt med begrepet ”nordøstarktisk torsk”. Denne bestanden bor i Barentshavet, men gyter på norskekysten. Lofoten/ Vesterålen er vanligvis det viktigste gyteområdet. I varme perioder, slik vi har hatt de siste årene, har det vært betydelig skrei-gyting også i Troms og Vest-Finnmark. I kalde perioder (f.eks. tidlig på 1900-tallet og perioden 1960–1980) har det vært betydelig skrei-gyting helt sør til Møre.

Kysttorsk er torsk som både bor og gyter i kyststrøk. Her er det mange lokale gytefelt fra innerst i fjorder til ytterst i skjærgården. I enkelte områder ser det ut til at også kysttorskens vandrer en del. På mange gytefelt for kysttorsk er det lite torsk å finne utenom gytesesongen, og det er registrert kysttorsk på næringsvandring ganske langt ute på kystbankene. Det aller meste av kysttorskens er likevel begrenset

til området innenfor 12 nautiske mil fra kysten. Når skreien er på gytevandring (februar–mai), er torskefangstene på kysten nord for Stad en høyst variabel blanding av kysttorsk og skrei. På Øst-Finnmark er det noe blanding hele året, men ellers på kysten er det stort sett ren kysttorsk som fanges i andre halvår.

Forvaltning/ regulering /forskning

Et hovedsiktemål i fiskeriforvaltning er å sikre at de enkelte bestander holdes på et høyt produktivt nivå, og dermed gir høyt utbytte for fisket. Hvis dette oppnås, har en samtidig sikret seg å opprettholde det biologiske mangfoldet. Vanligvis kan vi få produktive bestander ved å regulere fisket slik at en unngår overbeskatning. I tilfeller hvor bestanden er hemmet av andre menneskelige aktiviteter, må selvsagt også disse reguleres. For eksempel kan reproduksjon og vekst være hemmet av forurensning. Da må fisket reguleres for å ta vare på den fisken som fortsatt finnes og den forurensende aktiviteten må reguleres for å få ny vekst i bestanden. Det er åpenbart at både produksjon og biologisk mangfold går tapt hvis enkeltbestander utraderes. Ideelt kreves derfor spesifikke reguleringstiltak og overvåking for hver enkelt bestand. Hvis flere nabobestander har omtrent samme biologi og utsettes for omtrent samme ytre påvirkning, er det ikke så kritisk å kunne forvalte dem separat.

Fiskeriforvaltning assosieres ofte med kvotereguleringer. Fastsetting av fornuftige fangstkvoter krever stor innsats med overvåking og forskning. Selv for små bestander med liten utbredelse kreves mye innsats for å få et godt mål for bestandens størrelse. Det kreves en lang tidsserie av slike mål, i tillegg til presise fangstdata for å beregne bestandens produksjonspotensial og å anslå eventuell risiko for utryddelse. Når tallgrunnlaget er spinkelt, kan



andre reguleringsformer enn totalkvote være mer hensiktsmessig.

Tiltak for vern av kysttorsk

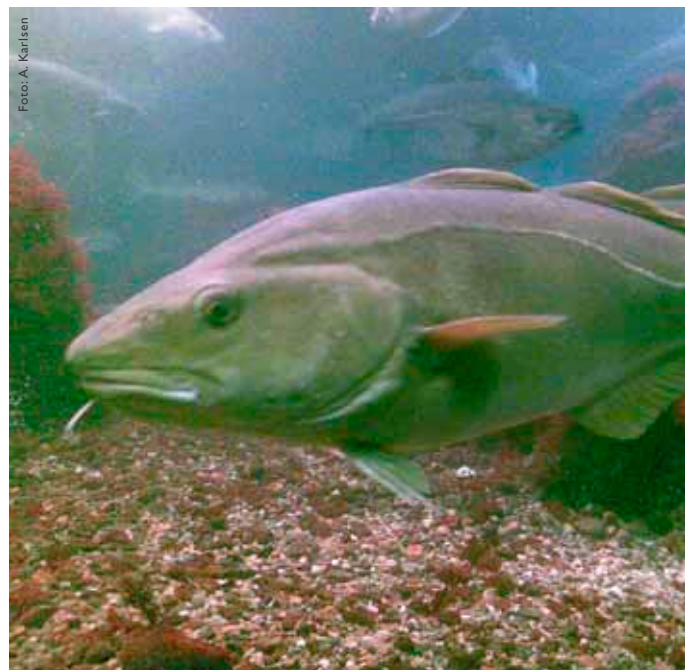
Det har lenge vært anerkjent at kysttorsk er forskjellig fra skrei og at den må forvaltes ansvarlig. Helt siden forskerne på 1960-tallet startet beregninger av skreibestanden, har et anslått årlig fangskvantum av kysttorsk vært holdt utenfor beregningene, og i de siste ti årene har det vært gitt egne råd for kysttorsk. En felles norsk totalkvote for kysttorsk og skrei er isolert sett et dårlig vern for kysttorskens som er i ”mindretall”, og det har derfor vært hevdet at vi ikke har en egen forvaltning av kysttorsk. Totalkvoten har imidlertid ikke vært det viktigste virkemidlet for å regulere fisket av kysttorsk. I kystområdene har det lenge vært særskilte reguleringer, som også har bidratt til vern av kysttorsk. Utenlandske fartøy har ikke adgang innenfor 12 nautiske mil, trål har ikke adgang innenfor 6 nautiske mil, pluss noen trålfrie soner, og autoline har ikke adgang innenfor 4 nautiske mil.

De første spesifikke tiltak for vern av kysttorsk kom på 1990-tallet da de fleste viktige gyteplasser for kysttorsk i fjordene i Finnmark og Nord-Troms ble stengt for snurrevadfiske i gytesesongen. Da forskerne tilrådte null fangst av kysttorsk i 2004, ble det nedsatt en arbeidsgruppe av fiskere, forvaltere og forskere. Det var

tydelig at eneste måte å forhindre fangst av kysttorsk effektivt, var å forby alt fiske etter bunnfisk innenfor 12-mila. Forståelig nok var det ikke flertall for dette. I stedet ble det innført tiltak for å få kystflåten til å fylle opp sin torskekvote med skrei i

stedet for kysttorsk. Samtidig tilsa både bestandssituasjonen og sårbarheten for lokale bestander behov for et sterkere vern i fjordene enn i ytre kyststrøk. Dette førte til strengest reguleringer i fjordene (definert med fjordlinjer), mens reguleringene

var mer liberale i ytre strøk, spesielt i første halvår når skreien var på sine gytefelt. Disse reguleringer har i årene etterpå vært videreført med noen ytterligere restriksjoner. Dagens reguleringer er i hovedsak størrelsesbegrensning på fartøy, forbud



mot snurrevadfiske og fløyttgarnfiske etter gytetorsk innenfor fjordlinjene, og strenge bifangstgrenser for torsk i fisket etter andre arter. I området Henningsvær–Skrova har det i perioder kun vært tillatt å fiske med håndsnøre. Noen nye restriksjoner er også innført på fritids- og turistfisket.

Alle disse tiltakene har vært begrunnet i vern av kysttorsk, og det er grunnlag for å si at kysttorsk nord for Stad i de siste årene har vært forvaltet separat, selv om kvoten for kysttorsk ikke har vært den begrensende faktoren for utøvelsen av fisket. Spørsmålet er så om det har vært en god forvaltning? Den har ikke etterlevd rådet om null fiske, og det er ikke registrert særlig vekst i bestanden. Bestandsreduksjonen har imidlertid flatet ut og det er tegn til at dødeligheten i bestanden er noe redusert. Vi har ikke gode nok data, verken fra fangststatistikken eller toktmålingene, til å si noe sikkert om hvorvidt enkeltbestander innenfor kysttorskkomplekset er mer truet enn andre. Toktene tyder imidlertid på en noe mer positiv bestandsutvikling fra Vesterålen og nordover enn i området Vestfjorden–Stad. Det er også mye som tilsier at det var klokt å gå ut fra at fjorbestander kan være mer sårbare enn bestandene i ytre strøk.

Kan det gjøres bedre?

Ettersom mye av fangsten av kysttorsk blir tatt på gytefeltene, er det her mulighetene

for ytterligere regulering er størst. Det vil også ha den fordel at gytere på et lokalt gytefelt sannsynligvis hører til samme lokale bestand. Med bedre overvåking av de enkelte gytefelt, kan en tenke seg en tilnærming mot mer spesifikk forvaltning av enkeltbestander (f.eks. åpning/stenging av felt), uten at en nødvendigvis trenger å fastsette lokale fangstkvoter. En utfordring både for forskning og forvaltning blir å gjøre seg effektiv nytte av den lokale kunnskapen kystbefolkningen sitter inne med.

En hypotese er at nedgangen for kysttorsk nord for Stad skyldes at rekrutteringsforholdene for kysttorsk er blitt dårligere. En ser i tidsserien at rekrutteringen minket før gytebestanden ble særlig redusert, men dette kan også skyldes tilfeldigheter. Det gjenstår mye forskning for å kartlegge detaljene i torskens oppvekstforhold langs de ulike deler av kysten. Hvis en klarer å finne faktorer som tydelig har ført til redusert torskerekruttering, må forvaltningen vurdere om det finnes tiltak som kan motvirke dette.

Skrei og kysttorsk kan forvaltes hver for seg, ikke ved kvotereguleringer alene, men gjennom tekniske reguleringer. Her vil åpning og stenging av fisket på gytefeltene være et viktig virkemiddel, som også gjør det mulig å forvalte kysttorsk og kysttorsk hver for seg.

Can Coastal Cod and Northeast Arctic Cod be Managed Separately?

Coastal cod are found along the entire coast of Norway. Genetic studies have revealed several local stocks in the fjords. In the outer coastal areas there seem to be some difference between larger regions. For the area north of Stad (62°N) a coastal cod management unit has been defined. This is assumed to be a complex composed of several stocks. An annual quota is set for this unit. Since the coastal cod and Northeast Arctic cod is mixed in the coastal fisheries, the coastal cod quota is merged with the Norwegian quota for Northeast Arctic cod. The quota is therefore not an efficient tool for managing the fishery of coastal cod. When the coastal cod declined and zero catch was advised for 2004, a number of technical regulations were introduced to shift the coastal fishery from fishing coastal cod to fishing Northeast Arctic cod. In recent years there has thereby been a move towards a more separate management of coastal cod. It has led to reduced catches and the stock decline has halted, but no significant recovery is achieved. A move towards managing local stock components may involve closer monitoring of local spawning areas. The conclusion is that by technical regulation Northeast Arctic cod and coastal cod can be managed separately.

Vill kysttorsk er i nedgang langs hele kysten, parallelt med en økning i produksjon av oppdrettstorsk. I 2008 ble det slaktet ca. 14 000 tonn oppdrettstorsk. Til sammenligning ble den totale gytebestanden av kysttorsk nord for Stad estimert til kun 57 000 tonn i 2007, selv om estimatet er svært usikkert. Kysttorsk nord for Stad er også klassifisert som sterkt truet i Norsk rødliste 2006.

Terje Svåsand

terje.svaasand@imr.no

Knut E. Jørstad

knut.joerstad@imr.no

Egil Karlsbakk

egil.karlsbakk@imr.no

Geir Lasse Taranger

geir.lasse.taranger@imr.no

Rømming og genetisk påvirkning på ville bestander, og sykdom og spredning av sykdomsfremkallende organismer, er de viktigste miljøutfordringene ved oppdrett i dag.

Flere forhold tilsier at utfordringene vil bli store med torskeoppdrett. Et viktig spørsmål som må besvares er om det er mulig å utvikle et bærekraftig oppdrett av torsk, uten at dette medfører økt press på allerede truede torskebestander. I denne artikkelen gir vi en oppdatert status og skisserer mulige tiltak som kan redusere de negative effektene av torskeoppdrett.

Rømming og genetiske interaksjoner

Miljøproblemene knyttet til rømming av oppdrettslaks har vært diskutert i lang tid, men det er først de senere årene at oppdrett av torsk har økt til kommersiell skala. Erfaringene så langt tyder på at torsk i merd er mer aktiv og flinkere til å rømme enn laks, og skader på notveggen viser at torsk kan gnage seg gjennom notene for å slippe fri. Torsk er også en saltvannsfisk som kan bli kjønnsmoden i merdene, og mesteparten av oppdrettstorsken er kjønnsmoden allerede som toåring. Studier hvor det er brukt genetisk merket oppdrettstorsk, viser at torsk gyter i merdene og at befruktete egg spres ut i det naturlige miljø. Dette innebærer at oppdrettstorsk kan spre sine gener selv om den er i fangenskap. Miljøutfordringene knyttet til et økende torskeoppdrett kan derfor bli betydelige.

Den nordøstarktiske torskebestanden er stor, og det er vanskelig å tenke seg at rømt oppdrettstorsk kan føre til genetiske endringer på denne bestanden. På den andre siden er kysttorskbestandene mange steder overbeskattet og sårbare, og det er først og fremst disse som eventuelt vil bli negativt påvirket av rømt oppdrettstorsk. De omfattende genetiske undersøkelsene som er gjennomført, viser også at det er en betydelig genetisk variasjon langs hele kysten, også innenfor denne hovedgruppen av torsk.

Det er viktige argumenter for å begrense genetisk interaksjon mellom rømt oppdrettstorsk og vill torsk. Gjennom tilpasningen til oppdrett vil oppdrettsfisker etter hvert få egenskaper som er ønskelige i oppdrett, men som passer dårlig under naturlige forhold. Disse egenskapene vil i stor grad være arvelig bestemt. Det er gjort en rekke kontrollerte krysningforsøk på laks som viser redusert levedyktighet på avkom etter krysning mellom vill laks og oppdrettslaks. Det er naturlig å anta at det tilsvarende vil skje for torsk. Konsekvensene av innkryssing av rømt oppdretts torsk med vill torsk, kan derfor bidra til en ytterligere reduksjon av allerede sårbare stammer.

Vi trenger imidlertid mer kunnskap for å kunne vurdere risikoen ved genetisk interaksjon mellom oppdrettstorsk og ville kysttorskstammer. Vi vet ikke i hvilken grad rømt oppdrettstorsk overlever under naturlige forhold til den blir kjønnsmoden og krysser seg med vill torsk. Gyting i merd og spredning av befruktete egg i det naturlige miljø, er klart dokumentert. Nå fokuseres en betydelig forskningsinnsats for å få svar på om avkom fra gyting i merd er levedyktig i det naturlige miljø, og om de overlever til de blir kjønnsmodne. Da først har de muligheten til å krysse seg med vill torsk, og det er dette

som i neste omgang kan føre til negative effekter i lokale kysttorskstammer. Tiltak som reduserer mulighetene for krysning av oppdrettstorsk med vill torsk vil derfor være sentrale i en bærekraftig forvaltning av torskeoppdrett.

Hvordan hindre rømming og genetiske interaksjoner?

Utsatt kjønnsmodning, monosex og steril fisk

En rekke forsøk har vist at lysstyring i merdene kan utsette kjønnsmodning av oppdrettstorsk, men ikke stoppe den helt. Effekten av lysstyringen ser ut til å være avhengig av intensiteten på det kunstige lyset, lysets fordeling i merden og hvor torsken står i merdene. Forsøk i store kommersielle merder viser at torskens dybdefordeling varierer gjennom året, og at den kan bli påvirket av kunstig lys. Nye forsøk ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll, tyder på at det kunstige lyset har større fysiologisk effekt når torsken står dypere i merden. Dette er sannsynligvis en konsekvens av at det naturlige lyset har mindre effekt på store dyp og at det kunstige lyset da får en større effekt på kjønnsmodningen hos torsken. Det kan derfor være en fordel å bruke dype nøter, skyggenett eller neddykkede merder, for å få bedre effekt på lysstyring for å redusere omfang av tidlig kjønnsmodning.

Lysstyring kan sannsynligvis redusere eller forhindre utslipp av befruktete torskeegg fra merdene, men dette må dokumenteres. Vi har så langt ikke kunnskap om at lysstyrt torsk virkelig slipper egg i merdene når den blir kjønnsmoden i sommermånedene, og om disse eggene blir befruktet og kan gi levedyktig avkom. Dette kan også bli påvirket av vanntemperatur, da høy temperatur kan forhindre torskens gyting og sannsynligvis også overlevelse på ev.



gytte egg. Lysstyring vil heller ikke forhindre gyting hos rømt torsk. Det er derfor behov for å utvikle alternative teknikker for å hindre kjønnsmodning og gyting hos oppdrettstorsk. Dette kan blant annet omfatte produksjon av steril torsk, for eksempel ved såkalt triploidisering, som innebærer at fisken har tre kromosomsett, to fra mor og ett fra far.

Ved Forskningsstasjonen Austevoll produserte vi triploid torsk ved å utsette eggene for et trykksjokk like etter befruktning i 2008. Den triploide torsken hadde imidlertid noe lavere vekst, økt forekomst av feilutvikling (Figur 1.9.1) og økt dødelighet gjennom startfôring og tørrfôrtilvenning enn diploide kontrollfisk. Veksten hos triploid torsk var derimot like god som hos kontrollfisk fra ca. 2 gram til 40 grams kroppsstørrelse. Forsøket viser at det er en del utfordringer med produksjon av triploid torsk i forhold til overlevelse og fiskevelferd, for eksempel når det gjelder skjelleitdeformiteter. Vi bør derfor finne ut hvordan vi kan optimalisere metoden for triploidisering og produksjonsforhold for slik torsk for å minimalisere disse problemene. Vi trenger også kunnskap om produksjonsegenskaper, helse og velferd hos voksen triploid torsk under ulike miljøforhold før vi kan anbefale å ta i bruk triploid torsk i kommersiell produksjon.

Vi antar at hanntorsken vil utvikle store gonader selv om den er steril, mens vi forventer at hunntorsken vil ha små gonader gjennom hele livet og dermed ikke få de negative effektene av kjønnsmodning på vekst, forutnyttelse, fiskevelferd og overlevelse. Som en del av en strategi for å produsere rene hunnfiskgrupper (monosex), produserte vi i 2007 kjønnsreversert torsk ved Forskningsstasjonen Austevoll. Denne fisken blir kjønnsmoden i 2009. Melke fra kjønnsreversert torsk, som genetisk er hunner, vil forhåpentligvis kunne gi opphav til rene hunnfiskpopulasjoner for videre studier. En kombinasjon av triploid torsk og rene hunnfiskpopulasjoner vil muligens kunne være en akseptabel løsning både på de store produksjons- og velferdsmessige problemene med tidlig modning, samt risikoen for genetisk påvirkning på ville torskestammer. Det bør derfor arbeides videre med å utvikle og dokumentere en slik strategi for torskeoppdrettsnæringen.

Torskeoppdrettsfrie områder?

Havforskningsinstituttet har arbeidet med å etablere kunnskap om genetisk og biologisk struktur hos torsk langs kysten. Resultatene fra dette arbeidet vil være et viktig grunnlag dersom det skal settes i gang en utredning av nasjonale oppdrettsfrie fjorder (torskefjorder). Kartlegging av lokale kysttorskbestander med spesielle genetis-

ke og biologiske egenskaper setter også spørsmål om områdevern på dagsordenen. Dette vil kreve en mer aktiv bevaring av biodiversiteten innenfor arten torsk. Både størrelse på bestand, genetiske og biologiske særtrekk, kunnskap om lokale gytefelt og andre ikke-biologiske faktorer må tas med for å vurdere sårbarhet av en bestand. Det bør derfor settes i gang arbeid med å vurdere potensielle torskefjorder på en bredere basis.

Det er en rekke fordeler med å etablere oppdrettsfrie torskefjorder. Kysttorsk vandrer forholdsvis lite, og eventuelle torskefjorder vil kunne fungere bra for å redusere spredning av rømt torsk til fjorder med torskestammer en ønsker å bevare. Dessuten vil slike torskefjorder kunne bli viktige referansefjorder hvor en, gjennom et overvåkingsprogram, kan følge med på miljøeffektene fra oppdrett.

Valg av stamfisk

Spørsmålet om bruk av stedegen og/eller regional stamfisk har vært hyppig diskutert og er ett av flere mulige tiltak for å redusere risiko for negativ genetisk påvirkning for villtorsk. Forslaget har møtt stor motbør fra næringsaktørene. Etter vår vurdering bør alternative modeller og metoder i retning av regional basert stamfisk og avlsprogram vurderes. Med bakgrunn



Figur 1.9.1

Vi kan produsere triploid torsk ved å utsette eggene for høyt trykk like etter befruktning, men foreløpige analyser tyder på noe høyere forekomst av deformiteter. Bildet er tatt med røntgen på 40 grams triploid torsk som viser lordose (en knekk i ryggraden i området mellom andre og tredje ryggfinne). Vi fant høyere forekomst av lordose i triploid torsk sammenlignet med vanlig torsk produsert ved intensiv metode ved Forskningsstasjonen Austevoll.

Triploid cod can be produced by subjecting eggs to high pressure immediately after they have been inseminated, although preliminary analyses suggest that the process results in a higher rate of deformities. This X-ray of a 40-gram triploid cod shows lordosis (a bend in the spinal column between the second and third dorsal fins). We found a higher incidence of lordosis in triploid cod than in normal cod that had been produced using intensive methods at our research station at Austevoll.

i den betydelige genetiske og biologiske variasjonen vi har i kysttorskbestandene fra Finnmark i nord til Hvaler i sør, er det påfallende begrenset genetisk materiale som er tatt inn ved oppstart av avlsprogrammene på torsk. Ideen om utvikling av kun én oppdrettsstamme for torsk er hovedsakelig begrunnet ut fra kostnader og økonomiske betraktninger. Det er foreløpig ikke dokumentert at en slik stamme gir det beste produksjonsresultatet ved oppdrettsanlegg både i Finnmark og på Vestlandet. Vi trenger derfor mer omfattende dokumentasjon og kunnskap på dette feltet.

Det kan heller ikke utelukkes at det er variasjon mellom kysttorsk i ulike regioner når det gjelder motstandskraft mot smittsomme sykdommer. Kontrollerte smitteforsøk med vibriose gjennomført ved avlsstasjonen i Tromsø, har vist at avkom både av kysttorsk fra Troms og nordøstarktisk torsk har mye høyere dødelighet enn avkom fra kysttorsk fra Vestlandet. Dersom noe lignende er tilfellet med den alvorlige sykdommen francisellose, kan en risikere store tap for oppdretterne dersom settefisk med opprinnelse i nordlige stamtorsk overføres til sørlige regioner som f.eks. Rogaland.

Flytting av settefisk

I dag kan sykdomsfri settefisk i prinsippet flyttes fritt mellom ulike regioner og landsdeler. Samtidig ser vi at det er betydelig genetisk og biologisk variasjon mellom kysttorsk fra ulike geografiske områder. Effekten av innkryssning av oppdrettstorsk med lokal kysttorsk er sannsynligvis avhengig av hvor store genetiske forskjeller det er mellom de to gruppene. Vi kan tenke oss en oppdrettstorsk som opprinnelig er basert på vill kysttorsk

fra Hordaland. Rømmer den fra anlegg i Hordaland, vil den kunne krysse seg med villtorsk i nærheten av anlegget. Dersom den derimot overføres til et anlegg i Troms og rømmer, vil en innkryssning med den lokale villtorsken i Troms kunne føre til sterkere negative effekter på den lokale torsken der. Restriksjoner på transport av fisk mellom geografiske områder vil derfor kunne redusere risikoen for negative konsekvenser for lokal kysttorsk noe.

Genetisk merket oppdrettstorsk

Påvisning av effektiv gyting i merd var avhengig av at oppdrettstorsken hadde et merke som ble overført til de befruktete eggene – en genetisk markør. Gjennom dette merket kan avkommet følges fram til kjønnsmodning og eventuell innkryssning med vill torsk. Foreløpig er det ikke etablert genprofiler for de ulike oppdrettslinjene av torsk, selv om det i dag finnes et stort antall genmarkører. Kjennskap til genprofilene på oppdrettstammene gjør identifisering av rømlinger og kartlegging av genetisk interaksjon med villtorsk mulig. Gjennom avlsprogrammene som nå er i gang, er det også praktisk mulig å legge inn unike genmarkører i avlslinjene, slik at all oppdrettstorsk blir genetisk merket og forskjellig fra villtorsken. Det kan gjøres ved at all stamfisk blir genotypet og spesielle markører inkorporert. Dette vil bety at en kan evaluere både graden av rømming fra anleggene og eventuell påvirkning på de naturlige stammene. Det vil også bli lettere med sporing av store rømminger slik vi de siste årene har sett det på laks.

Spredning av patogener

Miljøproblemer knyttet til spredning av patogener fikk stort fokus i 2008. Villtorsken langs norskekysten er vert for mer enn 80 forskjellige parasitter, mange bak-

terier og sannsynligvis mange virus. Blant dette naturlige patogenrepertoaret er det arter som er alminnelige hos oppdrettstorsk, og noen er patogener som krever særskilte tiltak.

Enkelte sykdomsagens kan spres fra foreldre med egg eller sperm til avkom, såkalt vertikal smitte. Disse utgjør en spesiell trussel for intensive yngelanlegg, der desinfeksjon, vannbehandling og oppdrettet før begrenser adgangen for de fleste parasitter, bakterier og virus. Det regnes som sannsynlig at Betanodavirus, som kan forårsake sykdommen Viral nervevevsnekrose (VNN), overføres vertikalt. Også bakterien *Francisella noatunensis* (= *F. piscicida*) som forårsaker den alvorlige sykdommen francisellose hos torsk, mistenkes å kunne smitte vertikalt. Ved vertikal smitte kan disse, og kanskje andre ukjente sykdomsagens, spres ved flytting av egg mellom anlegg og ved salg av settefisk som er bærere. Begge typer sykdomsagens har utvilsomt blitt flyttet mellom ulike landsdeler ved transport av smittet fisk. En har hatt utbrudd av VNN og francisellose i torskoppdrett både sør og nord i Norge. Et viktig spørsmål er hvorvidt det før fantes bestander av torsk hvor patogenene ikke forekommer naturlig, eller hvor en gjennom flytting av oppdrettstorsk har introdusert dem. Når torsk gyter i merd, kan det spres smitte av vertikalt overførbare sykdomsagens i miljøet. I tillegg har torsk vist seg å være ”dyktige rømmere”, og smittebærende rømlinger kan effektivt spre smitten.

Et annet aspekt er at det kan finnes forskjellige varianter av patogenene, kanskje med regional eller bestandstilhørende struktur. Enkelte varianter (genotyper) kan også være spesielt skadelige (virulente). Det

Foto: Egil Karlsbakk

**Figur 1.9.2**

Vilttorsk med francisellose. Fisken var viltfanget, men hadde gått i merd flere måneder. A. Karakteristisk ved sykdommen er omfattende betennelseknutedannelse (granulom) i de indre organer. Merk svært forstørret milt med blåreaktiske granulomer. Dråpeaktige granulomer også i lever. B. Hjerter (ventrikkel) med granulom i hjertemuskulaturen. C. Svullen nyre med lyse flekker av dødt vev og begynnende granulomdannelse.

Wild cod suffering from Francisellosis. This fish was caught in the wild, but had spent several months in a sea-cage. A) A characteristic of this disease is the widespread formation of granulomas in internal organs. Note the highly enlarged spleen with its bladder-like granulomas, and the drop-like granulomas in the liver. B) Heart ventricle with granuloma in the musculature. C) Swollen kidney with pale areas of affected tissue and beginning granuloma formation.

er viktig at det oppnås smittefri stamfisk, slik at egg og yngelleveranser ikke bidrar til spredning. Dette kan trolig oppnås over tid når det gjelder kjente patogener som *F. noatumensis* og torskens betanodavirus, ved å screene individmerket fisk på for eksempel nyrebiopsier med sensitive metoder, og fjerne smittede individer. Tilgang på effektive vaksiner ville være et gjennombrudd, men ligger et stykke frem i tid.

Til tross for at en kan oppnå sertifisert betanodavirus- og *francisella*-fri settefisk, er det svært sannsynlig at det forekommer sykdomsagens, helst virus, som i dag er ukjente. Det kan godt være at vi er i ferd med å spre disse. Enda mer alvorlig er trusselen fra import av torsk fra andre land som kan medføre introduksjon av fremmede, "eksotiske" patogener. Slike kan være særlig sykdomsfremkallende for våre lokale torskebestander som kan mangle naturlig resistens. Et godt eksempel er importen av laks som var smittet med *Gyrodactylus salaris*. Praksisen med å holde småtorsk i merder for påvekst kan også bidra til smitteutveksling når fisk av forskjellig opphav står nær hverandre og senere transporteres til ulike deler av landet.

Et betydelig miljøproblem i lakseoppdrett er det store infeksjonspresset med lakselus som skapes for vill laksefisk. Mange bestander er truet. Torsken har to beslektede lusearter, skottelus og torskelus. Skottelus kan vokse opp på postlarver av torsk og annen småfisk, men ikke på større torsk. Likevel er det skottelus, og ikke torskelus, som har forårsaket så store luseskader på torsk i oppdrett at det har vært nødvendig med behandling.

Det ser ut til at torsken infiseres av voksne lus om sommeren og høsten, og disse må

komme fra villfisk. Torskelus er uvanlig på torsk tatt på grunt vann i Sør-Norge, og forekommer sjelden på oppdrettstorsk der. Derimot kan en finne dem på torsk, sei, lange og hyse tatt på dypere vann. I nord er situasjonen en annen, da torskelus der forekommer på oppdrettstorsk. Hvis dette mønsteret er korrekt, kan det være at torskelusens biologi vil begrense forekomsten i oppdrett i sør, men luseproblemer kan oppstå i nord. Miljøeffekter på grunn av torskelus kan da bli et problem der, og kreve kontrolltiltak.

Viktige tiltak for å redusere miljøproblem knyttet til spredning av patogener samsvarer med tiltakene for å redusere gentiske interaksjoner

Torskeoppdrettsfrie områder?

Føre-var-prinsippet tilsier en regionalisering av settefiskproduksjon og oppdrett, for å begrense spredning av sykdomsagens, ikke minst de som er ukjente i dag. Hvis torskeoppdrettsfrie soner eller "torskefjorder" etableres, kan disse også fungere som kontroll-regioner for miljøeffekter av oppdrett. Siden sykdomsreperatoaret hos både oppdrettet og vill torsk er dårlig kjent, kan oppdrettsfrie torskefjorder brukes som referansefjorder, ved at kvalitative og kvantitative endringer i forekomsten av sykdomsagens hos villfisk i oppdrettsområder sammenlignes med torskefjordene.

Det kan også tenkes at oppdrettsfrie soner kan fungere som bufferoner for særlig skadelige patogener som kan oppstå eller introduseres til oppdrett. Slike patogener kan effektivt spres i oppdrett hvor et stort antall mottakelige verter er til stede, men forsvinner gjerne i naturen der verter dør av sykdommen før smitten spres effektivt.

Can Wild Cod and Farmed Cod Coexist?

Stocks of wild cod are in decline all along the coast of Norway, in parallel with the rise in the production of farmed cod. Coastal cod stocks north of Stad have also been categorised as severely threatened in Norway's 2006 Red List of Endangered Species.

Escapes and genetic impact on wild stocks together with diseases and the spread of pathogenic organisms are the most important environmental challenges facing aquaculture today.

A number of factors suggest that these challenges will be extremely important for cod farming. One important question that needs to be answered is whether we can develop a sustainable cod-farming industry that will not lead to greater pressure being put on cod stocks that are already under threat.

Even though we still lack knowledge of certain important aspects, a number of measures aimed at reducing the negative environmental impacts of cod farming could be implemented immediately. Farming sterile cod would eliminate genetic interactions, and research aimed at producing triploid cod (which are sterile) is already under way.

Other important measures include the use of local or regional brood stocks and restrictions on the interregional transport of fish. In parallel with these measures, we need to fill in the gaps in our knowledge of genetic interactions and the spread of pathogens from farmed to wild cod.



Foto: A. Karlisen

Det er registrert mer enn 140 forskjellige typer parasitter på atlantisk torsk i hele artens utbredelsesområde. Selv om en del av disse nok er tilfeldige og kortvarige infeksjoner av parasitter fra byttefisk, er parasittfaunaen rik og reflekterer trolig artens varierte levevis og store utbredelse.

Egil Karlsbakk
egil.karlsbakk@imr.no

Trond E. Isaksen, UiB
trond.isaksen@bio.uib.no

Lars A Hamre
lars.hamre@imr.no

Torskens parasittfauna

En viktig fiskeart som torsk er mer studert enn andre fiskearter. I norske farvann kjenner vi til 82 parasittarter hos torsk, 17 av disse er encellede typer. Blant de flercellede parasittene finner vi én sopp, sju arter mikroskopiske sporedyr (Myxosporea), 24 arter flatmakk (ikter, haptormakk, bendelorm), 13 arter rundorm, fem arter krasere, 15 arter krepsdyr og to igler. Et bredt spekter av dyreriket er altså representert blant torskens parasitter. Parasittene deles ofte i utvendige (ektoparasitter) og innvendige (endoparasitter). Utvendige finnes på hud, finner, gjeller, i nesegroper og sidelinjekanaler, innvendige i fiskens vev

eller i hulrom som mage, tarm, galleblære og urinveier.

Parasitters livssykluser, direkte og indirekte

Parasittene har spesialiserte livssykluser med forskjellige strategier for å oppnå spredning til nye vertsindivider. Noen oppformerer seg direkte på vertsfisken slik at de epidemiologisk ligner bakterier og virus. Disse kalles gjerne mikroparasitter, og blant disse er det mange viktige sykdomsfremkallende typer.

Makroparasittene kan ikke oppformere seg på verten. De frigjør store mengder egg eller larver til omgivelsene, og kun få er heldige og finner seg en ny vert. Noen av makroparasittgruppene utnytter næringskjedene ved at parasittens larver er snyltere på smådyr som spises av større dyr og til sist av f.eks. torsk. Slike parasittlarver kan altså overleve at byttedyret spises, og på denne måten akkumuleres oppover i næringskjeden. Vertene med larvestadier kalles mellomverter, mens de voksne para-

sittene lever og formerer seg i sluttverten. Torsken er naturligvis sluttvert for noen parasitttyper og mellomvert for andre.

Parasitter i yngeloppdrett

I intensiv yngelproduksjon hindrer effektiv vannbehandling, eggdesinfeksjon og parasittfrie fôrtyper at parasitter introduseres i yngelkar, og torskunge begynner først å ”rekruttere” sine parasitter etter utsetting i merd. Erfaring fra intensiv kveiteyngelproduksjon antyder likevel at encellede flagellater fra slekten *Ichthyobodo* kan forekomme i oppdrettssystemer og være vanskelig å bli kvitt.

Ved bruk av naturlig zooplankton som fôr, eksponeres fisken for en rekke larvestadier av parasitter (ikter, bendelorm, rundorm) som forekommer i hoppekrepser og andre smådyr. I tillegg inneholder planktonet larver av krepsdyrparasitter (lus), og smitte som synes å være assosiert med dyreplankton (mikrosporidier). Alle disse parasitttypene er kjent for å kunne forårsake dødelighet blant fiskelarver under

oppdrettsbetingelser. Mikrosporidien *Pleistophora gadi* danner lyse byller på torskeyngel Figur 1.10.1a, b) som er deler av muskulaturen der muskelfibrene er invadert av parasitten og er blitt fylt opp av dens sporer.

I polloppdrett eksponeres fisken både for parasitter fra plankton, parasittlarver i bunndyr og smitte fra omgivelsene (miljøet utenfor). Derfor parasitteres pollfisk av en rekke forskjellige parasitttyper. Av utvendige parasitter forekommer flagellater som *Ichthyobodo* spp., ciliater fra slekten *Trichodina*, haptormakker i slekten *Gyrodactylus* og utvendige copepodeparasitter (*Holobomolochus confusus*, *Caligus* spp., *Clavella adunca*). Av innvendige parasitter forekommer tarmflagellaten *Spironucleus torosa*, tarmamøben *Entamoeba* sp., mikrosporidien *Loma branchialis* i gjellene, diverse Myxosporea i urinveier, ikter, bendelorm, rundorm og krassere i mage og tarm, og iktelarver av svartprikkparasitten *Cryptocotyle lingua* i huden. Spesielt *Ichthyobodo* sp., *Trichodina* spp. og *Gyrodactylus callariatis* kan forårsake hudskader eller respirasjonsproblemer, og må behandles.

Mikrosporidien *Loma branchialis* danner små cyster i gjellene hos torsk (Figur 1.10.1c). Dette er egentlig svært forstør-

rede vertsceller fulle av sporer. Parasitten har forårsaket sykdom og massedød i oppdrett av ungtorsk både i Canada (Newfoundland) og på Island. Sykdommen er assosiert med massive infeksjoner som ødelegger gjellene og frigjør astronomiske mengder sporer i blodet. Parasitten er alminnelig hos ungtorsk i poll, men har så langt ikke forårsaket sykdom her i landet.

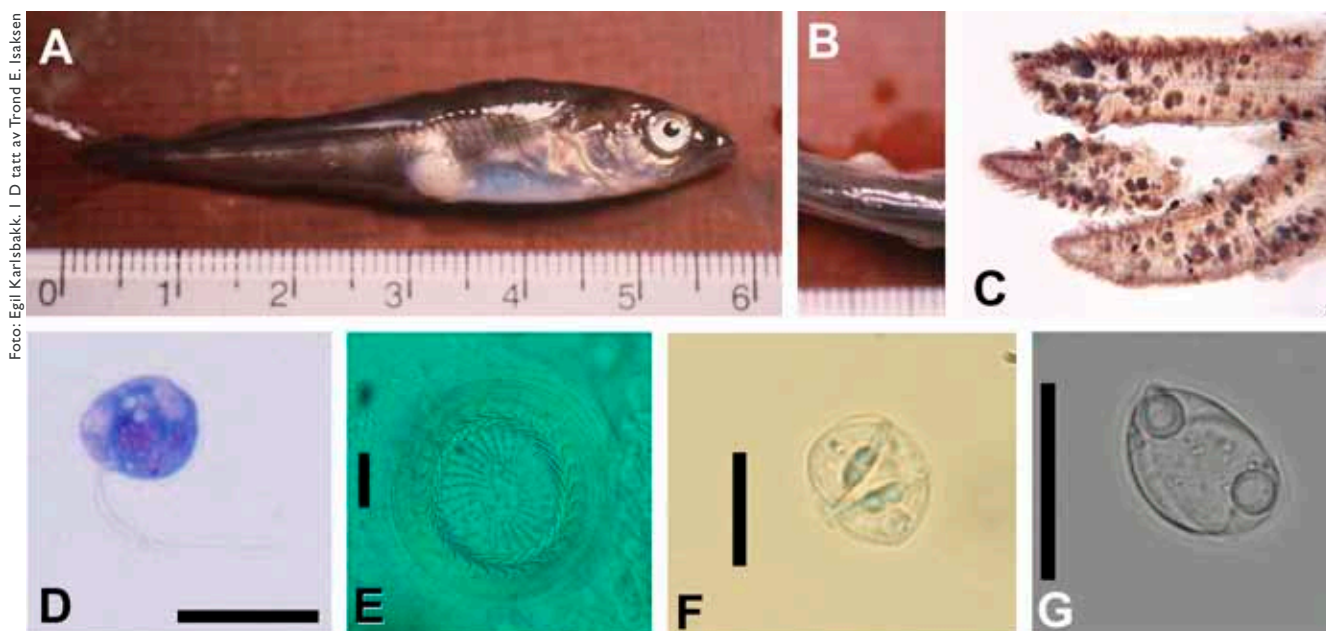
Cryptocotyle lingua er en ikke som lever i tarmen hos sjøfugl, særlig måser. Første mellomvert er alminnelige strandsnegler, hvor det utvikles store mengder svermelarver (cercarier). Disse frigjøres fra sneglene om sommeren, og borer seg inn i huden på beinfisk. I huden beskytter iktelarvene seg ved å danne motstandsdyktige cyster (Figur 1.10.2b). Verten reagerer med å kapsle dem inn og omslutter også cystene med pigment, derav navnet svartprikk-syke. Iktecystene i huden er representert som svarte prikker (Figur 1.10.2a). Disse parasittene kan drepe fiskelarver og småfisk, men er ikke spesielt skadelige for stor fisk i moderate mengder. Likevel kan torsk i poll og små merder nær land få massive infeksjoner med parasitten. I tillegg til at utseendet forringes, forårsaker parasitten problemer ved at pigmentflekkene er synlige også i fileten, og dermed forringes kvaliteten (Figur 1.10.2c). Parasitten kan i praksis ikke behandles, men infeksjoner

kan forebygges ved enten å fjerne sneglene (kjemikaliebehandling, poll), eller øke avstanden mellom merder og fjæra. Parasitten er ikke like vanlig i ytre kyststrøk, der alminnelig strandsnegl er erstattet av andre arter.

Merdoppdrettet større torsk

Merdoppdrettet torsk som stammer fra intensive yngelanlegg har i utgangspunktet ikke parasitter. De kan smittes av parasitter med direkte livssyklus frigjort fra torsk og annen villfisk rundt merdene, og av parasitter med larvestadier i eller blant planktonet.

Fisk i merd plages av hud og gjelleinfeksjoner med *Ichthyobodo* spp., *Trichodina* spp. og *Gyrodactylus* spp., som smitter direkte. Torsken er vert for to arter *Ichthyobodo*, en som ser ut til å særlig sitte på gjellene (*Ichthyobodo* sp. IV) (Figur 1.10.1d), og en som setter seg på huden (*Ichthyobodo* sp. XI). *Trichodina* infeksjoner er et problem i torskeoppdrett, ofte sammen med *Gyrodactylus*. *Trichodina cooperi* og *T. murmanica* er svært alminnelige, begge forekommer både på huden og på gjellene. Det er observert at selv små mengder *Trichodina cooperi* kan forårsake irritasjon og kløe (Figur 1.10.1e). *Gyrodactylus callariatis* forekommer spesielt hos ungtorsk, hvor den lever på



Figur 1.10.1

Mikroskopiske torskeparasitter. A, B. Torskeyngel med byller forårsaket av infeksjon med mikrosporidien *Pleistophora gadi* i muskulaturen. C. Massiv gjelleinfeksjon med mikrosporidien *Loma branchialis*. D. *Ichthyobodo* sp. IV, torskens gjellecostia. Farget eksemplar fra utstryk. Stav 10 µm. E. Ciliaten *Trichodina cooperi*, festeskiven hos et eksemplar fra hud av oppdrettstorsk med trichodinose. Stav 40 µm. F. Myxosporidien *Gadimyxa atlantica*, to modne sporer i pseudoplasmodium fra urin. Stav 10 µm. G. Myxosporidien *Zschokkella hildae*, fri spore fra urin. Stav 20 µm. *Microscopical cod parasites*. A, B. Juvenile cod with tumour like lesions in the musculature caused by a localized infection with the microsporidian *Pleistophora gadi*. C. Heavy gill infection with the microsporidian *Loma branchialis*. D. *Ichthyobodo* sp. IV, an ectoparasitic flagellate from the gills of cod. Stained specimen from a gill smear. Bar 10 µm. E. The ciliate *Trichodina cooperi*, adhesive disc of specimen from the skin of a farmed cod with trichodinosis. Bar 40 µm. F. The myxosporean *Gadimyxa atlantica*, two mature spores inside a pseudoplasmodium in urine. Bar 10 µm. G. The myxosporean *Zschokkella hildae*, free spore in urine. Bar 20 µm.

huden, spesielt i munnen. *Gyrodactylus marinus* er en gjelleparasitt som særlig ser ut til å parasittere større torsk. Begge disse artene forårsaker iblant sykdom og dødelighet i torskoppdrett langs kysten, mens fire andre *Gyrodactylus*-arter som er parasitter på villtorsk, foreløpig ikke er rapportert fra oppdrett.

Myxozoa ("slimdyr") er en gruppe mikroskopiske flercellede parasitter i hulrom og vev hos fisk. Mange arter er viktige patogener i oppdrett, og i Norge er spesielt *Parvicapsula pseudobranchicola* og *Tetracapsuloides bryosalmonae* kjent fordi de forårsaker sykdom hos merdoppdrettet laks i sjø (parvicapsulose) og hos vill og oppdrettet laksefisk i ferskvann (proliferativ nyresyke, PKD).

Det forekommer sju Myxozoaarter hos villtorsk i Norge, alle tilhørende gruppen Myxosporea. Livssyklusen er spesiell

siden det dannes sporer (myxosporer) i fisken som ikke smitter annen fisk, men derimot smitter en børstemakk i miljøet. I børstemakkene dannes det en annen type sporer (actinosporer), som frigjøres og er smittsomme for fiskeverten. To arter, *Gadimyxa atlantica* og *Zschokkella hildae* (Figur 1.10.1f, g), er spesielt alminnelige hos oppdrettet torsk. Det antyder at smitte (actinosporer) er til stede i de øvre vannlag langs kysten og smitter torsk i merder. Hittil er ikke disse blitt assosiert med sykdom, men det er også et faktum at laksepatogenen *Parvicapsula* først ble oppdaget etter 30 år med lakseoppdrett. En annen art, *Myxobolus aeglefini*, som ødelegger bruskevvev hos torsk, har forårsaket massive infeksjoner i et nordnorsk torskleanlegg.

Merdtorsk kan også smittes av iktelarver drivende eller svømmende i vannet. *Cryptocotyle lingua*-infeksjoner (se over) kan oppstå hvis merdene er plassert for nær

land. Fisken beholder de svarte hudprikene parasitten forårsaker i flere år. En annen iktelarve, breiflabbikten *Prosorhynchoides gracilescens*, er alminnelig i enkelte merdanlegg. Parasitten danner cyster rundt hjernen og i hjernenervene hos torskefisk. Vi kjenner ikke til at infeksjonen er skadelig. Andre typer iktelarver i sentralnervesystemet hos fisk forårsaker atferdsendringer hos verten, slik at den lettere spises av parasittens sluttvert. Kanskje er det slik at breiflabbikteinfeksjoner hos torskefisk kan gi hasardiøs atferd overfor parasittens sluttvert, breiflabben. Cercarielarvene til breiflabbikten frigjøres fra skjell av slekten *Abra*, og borer seg inn i torskefisk via finnene.

Torskens bendelorm, *Abothrium gadi*, er uvanlig i villtorsk i fjordene, men forekommer i stor fisk fra vandrende bestander. Da stor torsk trolig smittes med bendelormlarver via byttefisk, er det usannsynlig at en

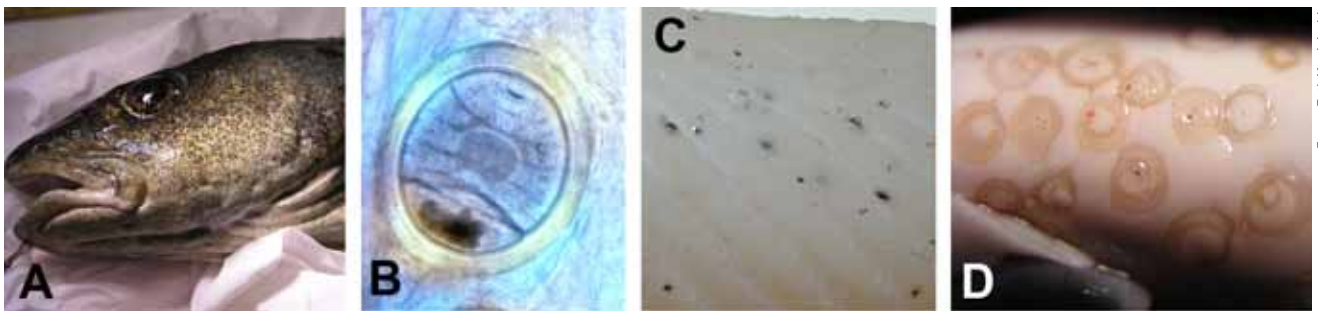


Foto: Egil Karlsbakk

Figur 1.10.2

Viktige helminth (makk) parasitter hos torsk A-C. Svartprikksykeparasitten *Cryptocotyle lingua*, A. Massiv infeksjon hos villtorsk, B. en enkelt parasitt i cyste, C. Pigmentflekker i fillet på grunn av infeksjon med parasitten i huden (fjernet). D. Larver av kveis, hvalormen *Anisakis simplex*, kapslet inn på lever.

Some important larval helminth parasites of cod A-C. The black-spot parasite *Cryptocotyle lingua*, A. heavy infection in wild cod, B. single cyst with metacercaria, C. Pigment spots in fillets due to black spots in skin (removed). D. Whaleworm larvae, *Anisakis simplex*, encapsulated on the liver.

får et tilsvarende problem med *Abothrium gadi* i torsk som en har med *Eubothrium*-infeksjoner i oppdrettslaks. Laksen smittes med *Eubothrium* ved å spise planktoniske copepoder. *Abothrium gadi* er så langt ikke rapportert fra oppdrettstorsk.

Parasitt-copepoder

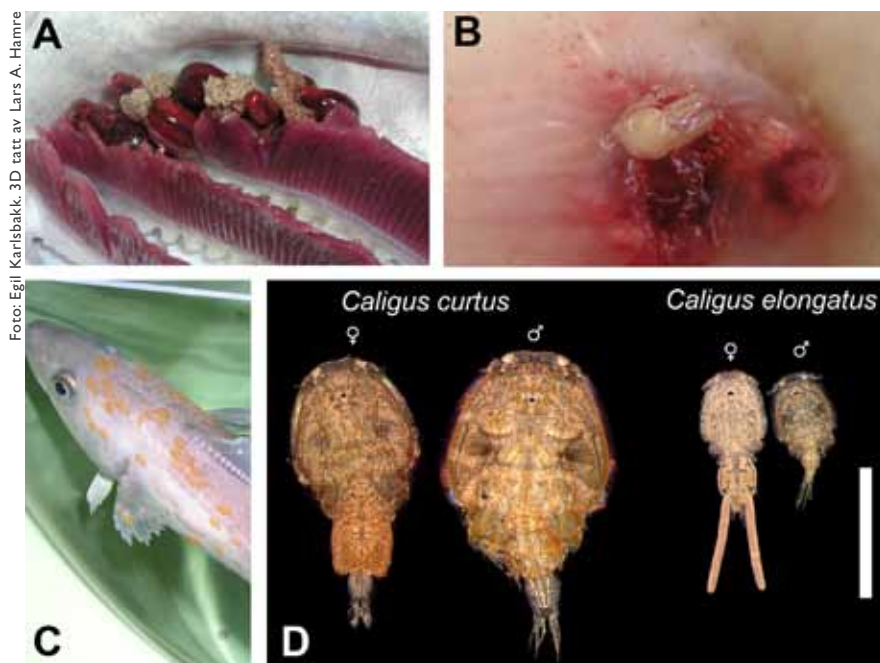
Villtorsk har fem forholdsvis alminnelige copepodparasitter; neselus *Holobomolochus confusus* i nesehulrommene, den fastvokste *Clavella adunca* på hud, finner og gjeller, gjellemakken *Lernaecocera branchialis* og to lusearter, skottelus, *Caligus elongatus*, og torskelus, *Caligus curtus*. Gjellemakken er en svært stor og omdannet parasittcopepod. Den sitter i gjelleregionen med fremre kroppsdeler boret inn i fiskens ventralaorta og suger blod (Figur 1.10.3a). Parasitten er dokumentert å svekke og endatil ta livet av infisert torsk, særlig når fisken er liten eller det er flere gjellemakk. Grunnen til

at gjellemakken ikke har forårsaket problemer i torskoppdrett er dens spesielle livssyklus. I motsetning til de andre copepodparasittene, har *Lernaecocera* en ekstra fiskevert i livssyklusen, gjerne skrubbflyndre eller rognkjeks. Parasitten vokser opp på gjellene hos disse, og det er bare befruktede hunner som forlater disse vertene og oppsøker torsk. Der borer den seg inn i gjelleregionen og gjennomgår en voldsom vekst og omdanning før den begynner å produsere egg. Torskemerder plassert i grunne områder med f.eks. mye skrubbflyndre vil åpenbart stå i fare for å få gjellemakkinfeksjoner på fisken.

De fire øvrige copepodartene er alminnelige på oppdrettet torsk, men neselus og *Clavella* (Figur 1.10.3b) er ganske harmløse. Et viktig spørsmål er i hvilken grad skottelus og torskelus vil forårsake problemer med økende omfang av torskoppdrett. Det er velkjent at både skottelus

og lakselus går på oppdrettslaks, den første en generalist som finnes på mange slags fisk, den siste en laksefiskspecialist som er vertsspesifikk (laks, sjøaure, sjørøyr). Ved analogi skulle en derfor vente seg at det var den mer spesifikke og spesialiserte torskelus som vil "blomstre opp" og forårsake problemer i torskoppdrett. Dette har ikke skjedd i Sør-Norge, der de få tilfellene med større lusemengder på oppdrettstorsk har dreid seg om skottelus. I disse tilfellene var det begynnende sårskader, og fisken ble behandlet. Skottelus (Figur 1.10.3d) kan vokse opp på torskelyngel, men det finnes ikke skotteluslarver på større torsk. Infeksjoner på torsk i merd må derfor komme fra villfisk i omgivelsene, der parasitten vokser opp.

I Sør-Norge er torskelus (Figur 1.10.3c, d) svært uvanlig på torsk tatt på grunt vann, men forekommer på fisk tatt på dypt vann. Den er ikke uvanlig på større sei, hyse og



Figur 1.10.3

Copepod-parasitter hos torsk. A. Torskens gjellemakk, *Lernaecocera branchialis*, hele fire eksemplar på samme fisk, derav tre med karakteristiske krøllete eggstrenger. B. *Clavella adunca*, her på gattet hos torsk. Forekommer også på gjeller, finner og iblant på huden ellers. C. Torskelus, *Caligus curtus*. Eksperimentell infeksjon, umodne lus. D. Sammenligning av torskelus og skottelus. Merk at den avbildede skottelus-hunnen har eggstrenger, som mangler på torskelus-hunnen. Stav 5 mm.

Copepod-parasites of cod. A. The large copepod parasite *Lernaecocera branchialis*, four specimens on the same fish, three of which show the characteristic coiled egg strings. B. *Clavella adunca*, attached near the anus of a cod, a very common site for this permanently attached copepod. Also common on gills and fins, rarely on the skin. C. Cod louse, *Caligus curtus*. Experimental infection dominated by preadults. D. Comparison of *C. curtus* and *Caligus elongatus*. Note egg strings present on the female *C. elongatus*, absent in female *C. curtus*. Bar 5 mm.

lange fra dypere vann. I nord er det derimot observert torskelus på merdoppdrettet torsk, og økte mengder over tid. Kanskje begrenser torskelusas biologi, som foreløpig er svært dårlig kjent, dens potensial som patogen i akvakultur.

Fangstbasert oppdrett

En noe spesiell situasjon oppstår ved fangstbasert oppdrett av torsk der villfisk blir fanget inn og føret, først med frossen fisk og deretter med tørrfôr. Fisken har altså her med seg sin naturlige parasittfauna som ofte omfatter en rekke rundormlarver, deriblant kveis. Kveis er en fellesbetegnelse på spiralkveilede, stadium III-rundormlarver i slektene *Anisakis* (hvalorm) (Figur 1.10.2d) og *Pseudoterranova* (selorm), som forekommer innkapslet i slo og filet hos fisk. Voksne parasitter fra disse slek-

tene forekommer i magen hos henholdsvis hval og sel (sluttverter). Rundormlarver i fiskeprodukter er både et estetisk og et folkehelseproblem. Dersom folk spiser rå fisk (f.eks. sushi) med levende kveis, kan disse rundormene bore seg inn i mageveggen og forårsake en smertefull sykdom som kalles anisakinose. Det er derfor viktig at torsk fra fangstbasert oppdrett ikke blir assosiert med vanlig oppdrettstorsk som føres med tørrfôr og normalt ikke har kveis. I tillegg er det viktig at startfôring i fangstbasert oppdrett skjer med frossen fisk, da frysing dreper rundormlarvene. Sild og lodde kan inneholde store mengder hvalormlarver, og disse har evne til å reetablere seg i predatorfisk som torsk når verten spises.

Ichthyophonus hoferi er en annen parasitt (tidligere regnet som sopp) som fore-

kommer i sild som brukes til fôr. Denne parasitten har vist seg å infisere torsk sør i Nordsjøen, men er pussig nok aldri funnet hos torsk i norske farvann som ganske sikkert spiser infisert sild. Siden innfanget torsk kan være skadd og svekket, er det likevel en fare for økt mottakelighet. Frysing dreper også *Ichthyophonus*-parasitten.

Trichodina-infeksjoner er et stort problem i fangstbasert oppdrett, typisk assosiert med både *Gyrodactylus* infeksjoner og bakteriesykdommen listonellose. Trolig gjør hudskader og stress i forbindelse med fangst, pumping og frihetsberøvelse villfisk mer mottakelig for m.a. trichodinose. Torskelus kan opptre i betydelige mengder på levendefanget torsk i Nord-Norge, og ytterligere infeksjon med luse-larver er observert i merd.

What do we know about

Parasites and Cod Farming?

More than 140 different species of parasites have been detected in Atlantic cod, of which 82 species have been detected in cod in Norway. A range of helminth parasites acquired from invertebrates, particularly zooplankton, may infect cod postlarvae and juveniles in extensive culture systems. These systems also give access to larvae of various copepod parasites, of which *Clavella adunca* and *Caligus elongatus* may be significant to small cod. Microsporidian infections, *Loma branchialis* in the gills and *Pleistophora gadi* in the musculature have only been observed among cod juveni-

les in extensive and semi-intensive culture. Parasites have so far not been detected in cod juveniles produced in intensive culture. The most important parasite problems in pen-reared cod are caused by *Trichodina* spp., *Gyrodactylus callariatis* and *Gyrodactylus marinus*. Heavy infections by *Ichthyobodo* spp. occasionally occur but usually associated with other pathogens. Black-spot disease, a condition caused by metacercaria larvae of the trematode *Cryptocotyle lingua* in the skin, is a problem at certain localities where young cod is kept in closed bays or in pens near the shore. This parasite also causes problems locally in catch-based aquaculture of cod, with reduced quality of both whole fish and fil-

lets due to pigment spots. Lice problems have been caused in southern Norway by *Caligus elongatus*, requiring treatment. However *C. elongatus* does not normally infect the larger cod as larvae, and massive infections must represent adult lice transferring from wild fish in the vicinity of the pens. *Caligus curtus* is uncommon on wild cod and pen reared cod in southern Norway, but occur on wild gadids in deeper water. In northern Norway, *C. curtus* infects pen-reared cod as both juveniles and adult lice. Hence at present, it seems that *C. curtus* may pose a threat to cod farming, analogous to salmon lice in salmon aquaculture, only in northern Norway, not in the south.



Berlevågfisken – en nordnorsk torskefisk med aner i Stillehavet

Den første berlevågfisken ble oppdaget i en fiskelast i Berlevåg i 1932. Siden da er det vitenskapelig bare registrert 57 eksemplarer av denne sjeldne torskefisken – alle utenfor kysten av Nord-Norge. Berlevågfisken, *Theragra finnmarkica*, ble lenge betraktet som en egen art som var beslektet med alaskalyren, *Theragra chalcogramma*, i Stillehavet. Nye genetiske og morfologiske undersøkelser viser imidlertid at berlevågfish og alaskalyr er én og samme art til tross for den store geografiske avstanden mellom de to bestandene. For å understreke det nære slektskapet til atlantisk torsk, *Gadus morhua*, har vi foreslått det nye vitenskapelige artsnavnet *Gadus chalcogrammus* for både bestanden i Nord-Norge og i Stillehavet.

Jørgen S. Christiansen, UiT

jorgen.s.christiansen@uit.no

Svein-Erik Fevolden, UiT

svein-erik.fevolden@uit.no

Ingvar Byrkjedal, UiB

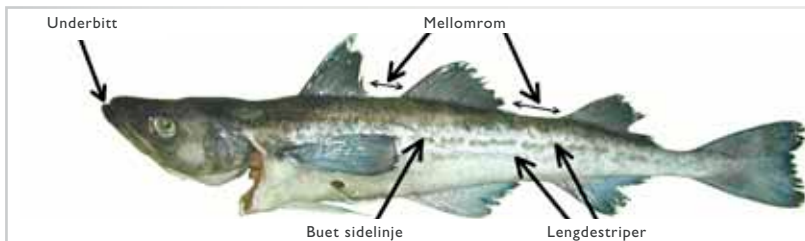
Ingvar.Byrkjedal@zmb.uib.no

Koefoeds pionerarbeid

På mange måter er 1932 et merkeår for forståelsen av torskefiskenes evolusjonære opprinnelse og geografiske utbredelse på den nordlige halvkule. Gunnar Rollefson (1899–1976), den senere så kjente fiskeforskeren ved Havforskningsinstituttet, var da statens fiskeriinspektør i Øst-Finmark. Midt i mai dette året oppdaget han tre eksemplarer av en hittil ukjent torskefisk i en fiskelast i Berlevåg. To av eksemplarene ble sendt til Havforskningsinstituttet for nærmere undersøkelser. Det skulle



Figur 1.11.1
Utbredelsen av torskefisken *Gadus chalcogrammus*. Bemerk den geografiske avstanden mellom bestanden i Nord-Norge (berlevågfish) og i Stillehavet (alaskalyr). Enkeltobservasjoner av berlevågfish er vist for perioden 1932–2008. Berlevåg er markert med en sort firkant. The geographical distribution of the gadoid species *Gadus chalcogrammus*. The municipality of Berlevåg is denoted by a filled square.



Figur 1.11.2

Noen markante kjennetegn for berlevågfisken, *Gadus chalcogrammus*. Berlevågfish tas mest på line i fiskeriene etter hyse og torsk. Some morphological characters of the Berlevågfish, *Gadus chalcogrammus*.

likevel gå nesten 25 år før Havforskningsinstituttets Einar L. Koefoed (1875–1963), som den første, undersøkte og beskrev fiskene fra Berlevåg i sin avhandling fra 1956: "Theragra finnmarkica n.sp. A fish caught off Berlevåg allied to the Alaska pollack, *Theragra chalcogramma* Pallas from the Bering Sea". Allerede i tittelen slo Koefoed fast to ting, nemlig: 1) at det her var tale om en ny art (n.sp. = nova species) for vitenskapen, og 2) at fiskene fra Berlevåg var beslektet med den vidt utbredte alaskalyren (Alaska pollock) i Stillehavet. De opprinnelige eksempla-

rene fra Berlevåg 1932 er nå oppbevart i samlingene ved Bergen Museum.

Svetovidovs teori

Den store russiske fiskeekspert Anatolij N. Svetovidov (1903–1985) fra Zoologisk institutt i Leningrad må ha lest Koefoeds avhandling med stor interesse og ikke minst lettelse. I hovedverket sitt om torsk-fisk fra 1948 (Treskoobraznye – Gadiformes, Fauna SSSR) fremsatte Svetovidov nemlig teorien om at torskefiskene hadde sin slektsrot og opprinnelse i Polhavet og i det nordlige Atlanterhavet, for så senere

å ha vandret gjennom Beringstredet og etablert seg i det nordlige Stillehavet. Området mellom Alaska og Øst-Sibir danner vekselvis enten en naturlig vannvei (Beringstredet) eller landbarriere (Beringia) mellom Polhavet–Atlanterhavet og Stillehavet avhengig av istider og gjeldende havnivå (Figur 1.11.1).

Svetovidovs teori bygger på det faktum at torskefamilien er betydelig mer artsrik i Atlanterhavet enn i Stillehavet, og at alle kjente slekter av torskefisk på den nordlige halvkule finnes i Atlanterhavet, men ikke

i Stillehavet. Svetovidov hadde imidlertid et problem med teorien sin – torskeslekten *Theragra* var et mysterium siden den kun var kjent fra Stillehavet, og ikke var registrert i Atlanterhavet. Så kom Koefoeds avhandling: *Theragra* var ikke lenger en spesialitet fra Stillehavet, og teorien om torskefiskenes arktiske opphav falt på plass. Svetovidov kontaktet Zoologisk Museum i Bergen ved konservator J. Fr. Willgohs og fikk tilsendt fiskene fra Berlevåg for ytterligere undersøkelser. Svetovidovs avhandling fra 1959: "A note on *Theragra finnmarkica* Koefoed" bekreftet Koefoeds konklusjon om at berlevågfisken, *Theragra finnmarkica* Koefoed, 1956, var en egen art beslektet med alaskalyren, *T. chalcogramma* (Pallas 1814) i Stillehavet. Slektskapet mellom de to artene framgår av det vitenskapelige slektsnavnet: *Theragra*.

Er berlevågfisken en egen art?

I de følgende 30 år (1957 til 1987) ble det kun registrert ytterligere seks berlevågfisk – totalt til da ni eksemplarer. Det var først i 1999, etter en etterlysning gjennom Fiskeriforskning (nå NOFIMA), at det endelige gjennombruddet kom, og dette med uvurderlig hjelp fra lokale fiskere. Vi har per dags dato registrert 57 berlevågfisk langs kysten av Troms og Finnmark med en markant konsentrasjon av individer i munningen av Tanafjorden i Øst-Finnmark (Figur 1.11.1). I tillegg kommer flere ubekreftede fangster. Et eksemplar fra 2008 er interessant nok tatt så langt nord som ved Bjørnøya (~ 74°N). Både Koefoed og Svetovidov anvendte detaljerte og sammenlignende morfologiske målemetoder av spesielt skjelett og kranium hos de to artene av *Theragra*. Med de nye eksemplarene til rådighet er vi nå i stand til å etterprøve Koefoeds og Svetovidovs undersøkelser, blant annet ved hjelp av en rekke moderne genetiske metoder (mitokondrie- og kjerneDNA).

Våre genetiske og nye morfologiske sammenligninger av berlevågfisk fra Nord-Norge med alaskalyr fra Stillehavet har gitt et entydig resultat som står i motstrid til analysene fra 1950-årene. Berlevågfisk og alaskalyr kan ikke lenger anses som to selvstendige arter, men tilhører én og samme art til tross for den store avstanden i geografisk utbredelse. Videre viser de genetiske undersøkelsene et så nært slektskap med atlantisk torsk, *Gadus morhua* Linnaeus, 1758, at slektsnavnet *Theragra* bør erstattes med *Gadus*.

Da atlantisk torsk og alaskalyren har vært kjent for vitenskapen i betydelig lengre tid enn berlevågfisken, foreslår vi det nye, vitenskapelige artsnavnet *Gadus chalcogrammus* både for bestanden i Nord-Norge og bestanden i Stillehavet. Vi foreslår å

Tabell 1.11.1

Norske og engelske navn som brukes for torskefiskene berlevågfisk og alaskalyr. Det foreslåtte vitenskapelige artsnavn for de to bestandene er *Gadus chalcogrammus*. Common names used for the gadoid Berlevågfisk and Alaska pollock. We suggest a revision of the generic nomenclature for the two populations – i.e. *Gadus chalcogrammus*.

Nåværende navngiving:
<i>Theragra finnmarkica</i> Koefoed, 1956 – Barentshavet <ul style="list-style-type: none"> • Berlevågfisk (Dannevig 1960) • Theragra (Pethon 1985) • Norwegian pollock (FishBase 2009)
<i>Theragra chalcogramma</i> (Pallas 1814) – Stillehavet <ul style="list-style-type: none"> • Alaska pollack (Koefoed 1956) • Alaskalyr (Hognestad 1972) • Alaska pollock (FishBase 2009) • Walleye pollock (Wikipedia 2009)
Foreslått navngiving (Byrkjedal, Rees, Christiansen & Fevolden 2008):
<i>Gadus chalcogrammus</i> <ul style="list-style-type: none"> • Alaskalyr i Stillehavet • Berlevågfisk i Barentshavet

beholde trivialnavnet berlevågfisk for bestanden i Nord-Norge, men det vitenskapelige slektsnavnet *Theragra* og artsnavnet *Theragra finnmarkica* må anses å være foreldet (Byrkjedal, Rees, Christiansen & Fevolden (2008), *Journal of Fish Biology* 73: 1183–1200).

Hvor kommer berlevågfisken fra?

Det er neppe tvil om at berlevågfisken utgjør en liten og eksklusiv bestand av *Gadus chalcogrammus*. At flere individer var kjønnsmodne da de ble fanget, bekrefter at bestanden kan reproducere i Nord-Norge. På den annen side har vi bare kjennskap til store (46–69 cm) og eldre (3–9 år) eksemplarer. Flere spørsmål reiser seg derfor: Hvor oppholder yngel og ungfisk seg? Følger vi Svetovidovs teori om torskefiskenes opprinnelse i Polhavet–Atlanterhavet, utgjør berlevågfisken da urbestanden til Stillehavets bestand av alaskalyr? Alternativt, er det skjedd en tilbakevandring av alaskalyr fra Stillehavet til Barentshavet, og i så fall, når? Alaskalyren er, vel å merke, en av verdens største kommersielle hvitfiskbestander med årlige fangster på mer enn 3 mill. tonn, mot våre 57 berlevågfisk over en periode på 75 år! Berlevågfiskens kommersielle potensial synes derfor begrenset.

Sovjetrussiske myndigheter drev et omfattende og systematisk arbeid med å forflytte organismer over store geografiske områder (Species Introducers in the European Seas in Russia, RAS-MMBI, Murmansk 2000). Det er derfor naturlig å spekulere i om alaskalyr kan være introdusert fra Stillehavet på tilsvarende måte som den velkjente kamtsjatkakrabben (kongekrabben). Etter nøye undersøkelser hos våre russiske kolleger kan denne spekulasjon med all sannsynlighet avvises. Atkammakrell *Pleurogrammus monopterygius* og

pukkellaks *Oncorhynchus gorbusha* er de to eneste bekreftede forsøk med omplassering av fisk fra Stillehavet til Barentshavet, og bare pukkellaksen har vært vellykket i så måte med etableringer i Finnmark og på Kolahalvøya.

Berlevågfisk er kategorisert som en NT-art (nær truet) i Artsdatabankens Norsk rødliste 2006. Den nordnorske bestanden vil bli revurdert i forbindelse med revisjonen av rødlisten i 2010.

Takk

Forfatterne takker fiskere i Nord-Norge for deres verdifulle bidrag. I vårt videre arbeid med berlevågfiskens generelle biologi, vil vi være takknemlig for ytterligere, og ikke minst, uskadde eksemplarer. Individer mindre enn 40 cm vil være spesielt velkomne (se Figur 1.11.2 for særlige kjennetegn).

The Gadoid Fish Berlevågfisk

The gadoid fish Berlevågfisk, *Theragra finnmarkica* Koefoed, 1956, is extremely rare and only 57 specimens are scientifically registered off northern Norway since its discovery in 1932. Based on modern genetics and morphological methods, the Berlevågfisk and the Pacific gadoid Alaska pollock, *Theragra chalcogramma* (Pallas 1814), cannot be taxonomically discriminated. Furthermore, genetically the gadoid genera *Theragra* and *Gadus* are very similar. We suggest that *Theragra* is replaced with *Gadus*, giving the scientific name *Gadus chalcogrammus* for both the Berlevågfisk and Alaska pollock populations despite the vast distance in geographical distribution.

1.12

Lobemanetene – reelle trusler eller bare pene og pyntelige?



Foto: Erling Svensen

Monstermanet, drapsmanet, mordermanet, rovmanet, dødsmanet ...
Mediene sparte ikke på ”superlativene” da amerikansk lobemanet ble
observert for første gang i norske farvann høsten 2006. Denne vakre, men
skjøre skapningen består hovedsakelig av vann (97 %), den brenner ikke,
er ikke giftig, og driver passivt med havstrømmene. Er en slik geléklump
en trussel for våre marine økosystemer?

Tone Falkenhaus

tonef@imr.no

En tilpasningsdyktig innvandrer

Den amerikanske lobemaneten (*Mnemiopsis leidyi*) (Figur 1.12.1) har sin naturlige utbredelse langs atlantehavskysten av Amerika fra 40°N til 40°S, der den ofte opptrer i store tettheter i kystnære områder. Arten har stor toleranse i forhold til temperatur (2–32 °C), saltholdighet (2–38 ‰) og forurensning. Ribbemaneter har stort fødeinntak og forplantningsevne. De kan også tåle lange perioder med matmangel, da de tærer på sin egen kropp og krymper i størrelse.

Disse egenskapene gjør at amerikansk lobemanet har evne til å overleve lange

Hva er en ribbemanet?

Mnemiopsis leidyi tilhører dyregruppen ”ribbemaneter” eller *ctenophora* (*Gr. ktenos*=kam + *Gr. phoreus* = bære). Alle ribbemaneter i nordeuropeiske farvann er planktoniske arter som svømmer ved hjelp av flimmerhår. De rytmiske bevegelsene i flimmerhårene reflekterer sollyset og gir et vakkert fargespill i alle regnbuens farger. Ribbemanetene er gelatinøse og gjennomsiktige, og derfor vanskelige å få øye på eller fange med tradisjonelle planktonredskaper. Til tross for at ribbemaneter tidvis opptrer i store mengder i våre farvann, er de lite undersøkt.

I norske kystområder finner vi følgende arter av ribbemaneter: Lobemanet (*Bolinopsis infundibulum*), sjøstikkelsbær (*Pleurobrachia pileus*) og agurkmanet (*Beroë cucumis*). I arktiske vannmasser finner vi dessuten *Mertensia ovum*. Den introduserte arten *Mnemiopsis leidyi* (amerikansk lobemanet) er til forveksling lik *Bolinopsis infundibulum*.

Ribbemaneter er utelukkende rovdyr. I motsetning til nesledyr (f.eks. brennmanet og glassmanet) har ikke ribbemaneten nesleceller, men fanger sine byttedyr ved hjelp av klebeceller. De brenner altså ikke ved berøring. Lobemaneter og sjøstikkelsbær spiser dyreplankton, som for eksempel små krepserdyr. Agurkmaneten livnærer seg utelukkende på andre ribbemaneter.

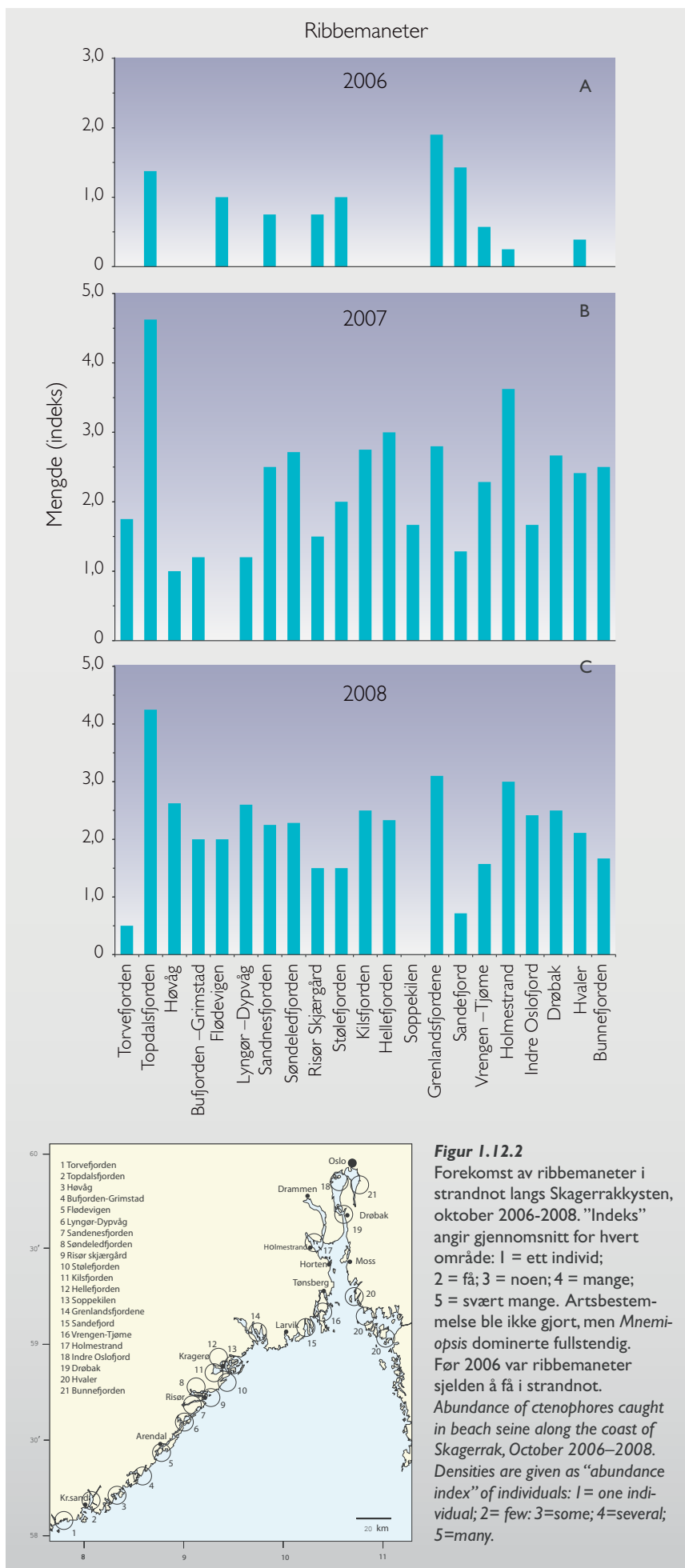
transporter i ballastvann, og kan raskt kolonisere nye områder. Arten er oppført på IUCN (The International Union for Conservation of Nature) sin liste over de 100 verste invaderende artene i verden. Den er også oppført i Norsk svarteliste (Artsdatabanken 2007) over fremmede arter og er her vurdert til kategori ”høy risiko”.

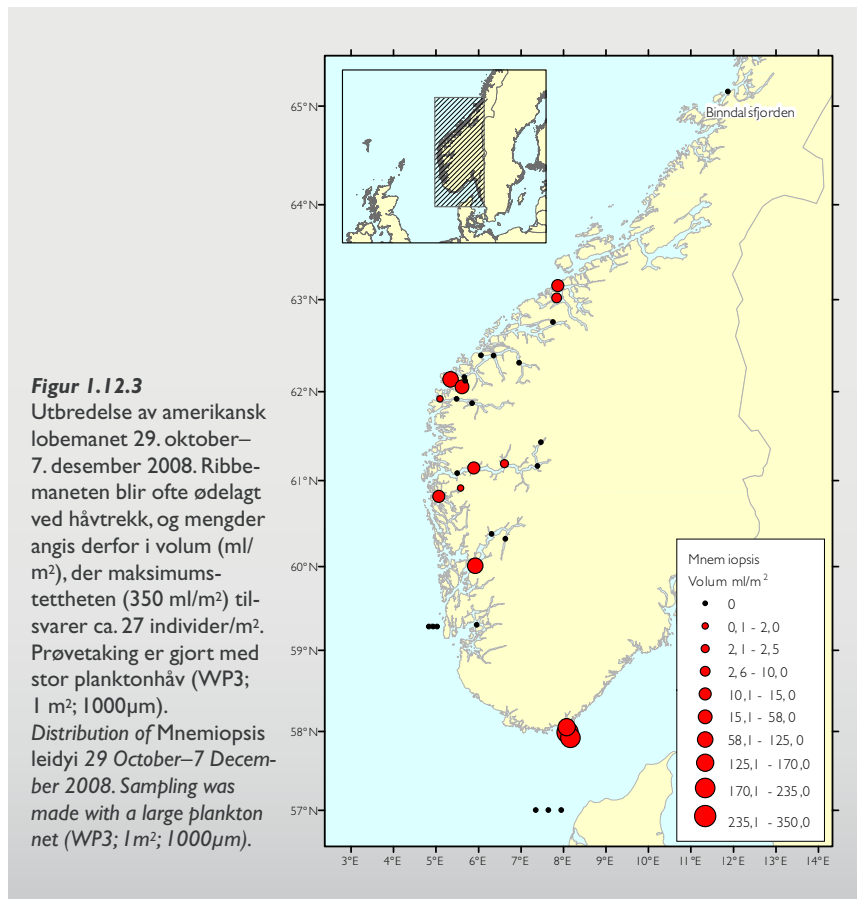
Da amerikansk lobemanet ble introdusert til Svartehavet med ballastvann på slutten av 1980-tallet, fulgte store endringer i økosystemet og kollaps i økonomisk viktige fiskerier i dette havområdet. Det er i ettertid blitt debattert om kollapsen i fiskeriene skyldtes predasjon fra lobemaneten, eller om overfiske i seg selv var årsak til at arten etablerte seg i området. Da maneten senere spredte seg videre til Azovhavet og Det kaspiske hav, ble det observert store negative effekter også i disse økosystemene.

Amerikansk lobemanet i Nord-Europa og Norge

De første funnene av amerikansk lobemanet i nordlige farvann ble rapportert i oktober 2006 langs kysten av Nederland og i Kielbukta. Samme høst ble arten observert langs den norske og svenske kysten i Skagerrak, i Oslofjorden ved Tjøme og utenfor Bergen. Basert på undervannsfotografier er det grunn til å tro at arten har vært til stede i disse områdene tidligere, men i lavere tettheter. Vi antar at arten er transportert til Nordsjøen og Østersjøen med ballastvann. Sommeren 2007 hadde lobemaneten spredt seg nordover i Østersjøen, helt opp til Bottenhavet. Det ble også rapportert om masseforekomster i sørlige Østersjøen.

Fra de første, spredte observasjonene av amerikansk lobemanet i norske farvann høsten 2006 (Figur 1.12.2a), har arten økt raskt i utbredelse og tetthet langs norskekysten. I oktober 2007 ble det observert meget store tettheter amerikansk lobemanet i kystnære områder fra Hvaler til Kristiansand (Figur 1.12.2b), og observasjoner ble rapportert helt nord til Hardangerfjorden. I oktober 2008 var mønsteret noenlunde likt, med store tettheter langs hele Skagerrakkysten (Figur 1.12.2c). I november 2008 hadde arten spredt seg videre nordover til kysten av Møre (Sunnalsfjorden; 63°8,9'N; 7°52,2'E; Figur 1.12.3). Dette er den nordligste observasjonen som til nå er gjort av arten på global basis. De største konsentrasjonene ble da observert ved Skagerrakkysten, utenfor Kristiansand (170–350 ml/m² tilsvarende 13–27 individer per m² av størrelse 13–60 mm). Lenger nord var det en tendens mot høyere konsentrasjoner ytterst i fjordene hvor påvirkningen fra kyststrømmen er





størst. Dette tyder på at kyststrømmen er en viktig transportvei for denne maneten nordover langs norskekysten. Ved gunstige strømforhold vil det ta kun 1–2 måneder for et individ å bli transportert fra den svenske vestkysten til Mørkekysten.

Forekomsten av amerikansk lobemanet langs norskekysten viser store sesongvariasjoner (Figur 1.12.4). Fra lave forekomster vinterstid (januar–april) øker tettheten fra august og utover høsten. Dette faller sammen med høye temperaturer i kystvannet. I tillegg er forekomsten sannsynligvis avhengig av tilførsel fra østlige Skagerrak og Kattegat med kyststrømmen. Årets maksimumsforekomst ble derfor registrert noe tidligere på høsten i Skagerrak enn på Vestlandet.

Mulige økologiske effekter

Voksne lobemaneter lever av dyreplankton som for eksempel små krepssdyr, larver av bunndyr, fiskeegg og -larver. Manetene er derfor både konkurrenter med, og predatorer på tidlige livsstadier av flere fiskeslag, og kan derfor ha en negativ innvirkning på fiskepopulasjoner. Lobemaneter har stort fødeinntak som øker proporsjonalt med forekomsten av byttedyr. Når tarmen er full, fortsetter likevel fødeinntaket (superfluous feeding). Byttet skilles da ut ufordøyd, men drept. Dette medfører at lobemaneter kan ha meget stor innvirkning på sine byttedyr. Kraftig predasjon på

dyreplankton kan dessuten forplante seg nedover i næringskjeden (kaskadeffekt) gjennom redusert beitepress på alger og mikrozooplankton. Dette er beskrevet fra Svartehavet der predasjon fra *Mnemiopsis* påvirket hele næringskjeden, fra fisk og helt ned til mikrober.

I våre farvann vil amerikansk lobemanet møte tre utfordringer som bidrar til å begrense dens utbredelse: lave temperaturer, konkurranse om føden og predasjon. Miljøforholdene (temperatur og saltholdighet) langs norskekysten ligger godt innenfor artens tålegrense, og reproduksjon er observert hos arten langs Skagerrakkysten.

Optimal temperatur for reproduksjon i andre havområder er 21–25 °C, men arten har vist seg å være meget tilpassningsdyktig. I Østersjøen har man funnet egg og larver fra arten ved temperaturer helt ned til 4,5 °C, samt overvintring av voksne individer i dypere vannlag. Fjorder og beskyttede bukter langs norskekysten kan gi arten spesielt gunstige forhold, med sterk lagdeling og tidlig oppvarming av overflatelaget. Amerikansk lobemanet er observert i norske farvann også vinterstid, men i lavere tettheter. Det er sannsynlig at den kan finne gode overvintringsforhold i terskelfjordene langs norskekysten, som har et relativt stabilt miljø under terskel-dyp med vintertemperaturer på 6–8 °C.

I Svartehavet ble populasjonen av amerikansk lobemanet effektivt kontrollert av predasjon. I norske farvann forekommer flere arter som kan være potensielle predatorer på lobemaneten. Agurkmaneten (*Beroe cucumis*) er en viktig regulerende predator på andre ribbemaneter. Dessuten spises ribbemaneter av brennmanet, glassmanet og fisk. De samme predatorene vil sannsynligvis også spise amerikansk lobemanet selv om omfanget av denne predasjonen er ukjent.

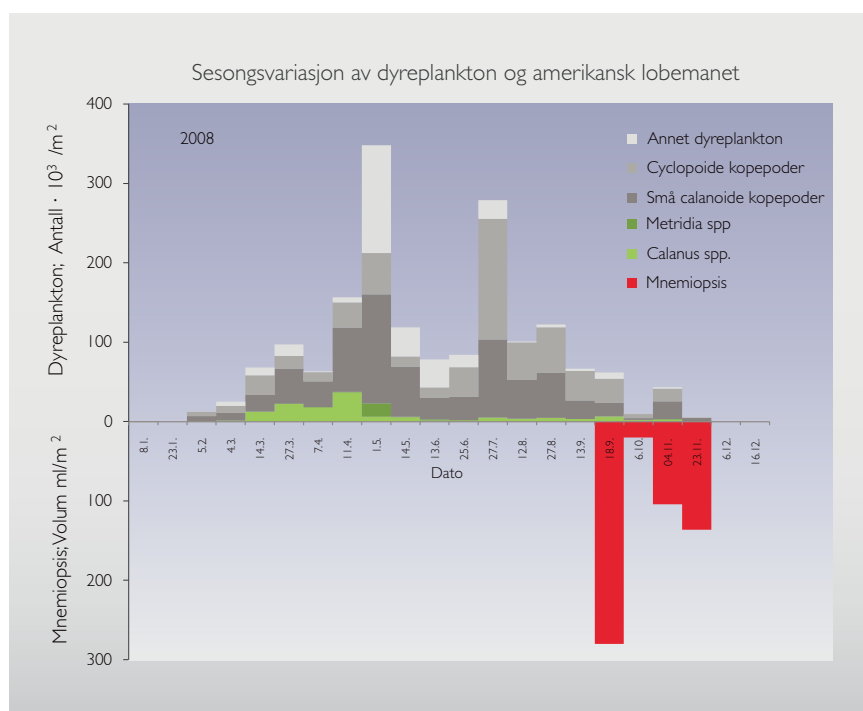
Amerikansk lobemanet har samme fødevalg som den naturlige hjemmehørende lobemaneten *Bolinopsis infundibulum*. Disse to artene vil derfor sannsynligvis konkurrere om den samme føden. Det er til nå ikke gjort noen komparative studier på *Bolinopsis infundibulum* og *Mnemiopsis leidyi*, og utfallet av denne konkurransen er derfor uvisst. Imidlertid forekommer *Mnemiopsis* noe senere på året enn *Bolinopsis*, og inntar derfor en annen økologisk nisje, styrt av temperaturforholdene. Studier på andre arter innenfor de samme slektene har vist at *Mnemiopsis* har høyere metabolisme, fødeinntak og reproduksjon, og at den er avhengig av høyere byttetetthet enn *Bolinopsis*.

Er amerikansk lobemanet en trussel?

De økosystemene hvor amerikansk lobemanet har hatt store negative innvirkninger, har flere ting til felles: De er brakkvannssystemer med få arter og enkle næringskjeder der naturlige predatorer på ribbemaneten mangler. Systemene er ofte forurenset, med høy primær- og sekundærproduksjon, og overfiske har ført til reduksjon av andre toppredatorer.

I så henseende er situasjonen i norske havområder en annen. Lave temperaturer, predasjon og konkurranse vil være med på å begrense arten. Til tross for dette har vi de siste to årene observert lokale masseforekomster av amerikansk lobemanet i kystnære områder av Skagerrak.

Reproduksjon og vekst hos amerikansk lobemanet er størst ved høye temperaturer. Vi kan derfor forvente at oppblomstringer og eventuell innflytelse på byttedyr vil vise store sesongvariasjoner i tempererte områder. Dette betyr at en eventuell effekt på fisk eller dyreplankton vil være størst i en periode av året, nemlig sensommer/høst. På denne tiden av året finner vi få fiskeegg og -larver i planktonet. Årets rekrutter har da nådd en størrelse der de ikke er et aktuelt bytte for lobemaneten og heller ikke konkurrerer om den samme føden. Maksimumsforekomstene av lobemaneten er til nå registrert i en periode der tettheten av dyreplanktonet er lav (Figur 1.12.4) og dominert av små omnivore (altetende)



Figur 1.12.4

Sesongvariasjon av dyreplankton og amerikansk lobemanet på Arendal stasjon 2 (Skagerrak) i 2008. Prøvetaking er gjort med liten planktonhåv (WP2; 0,25m², 180µm). Denne vil sannsynligvis underestimere forekomsten av ribbemaneter, særlig ved lave tettheter. Seasonal variation in abundances of zooplankton and *Mnemiopsis leidyi* at Arendal station 2 (Skagerrak) in 2008. Sampling is made with a small plankton net (WP2; 0,25m², 180µm), probably causing an underestimation of the ctenophore abundance.

hoppekreps med kort generasjonstid. Dette tyder på at lobemaneten livnærer seg av annen føde i tillegg til hoppekreps, f.eks. mikrodyreplankton. Selv om høye tettheter av lobemanet lokalt kan gjøre store inngrep i populasjonene av dyreplankton i en kort periode av sesongen, vil den korte generasjonstiden hos disse artene motvirke predasjonseffekten, og populasjonene kan ta seg opp igjen når tetthetene av maneten avtar utover høsten. Imidlertid kan beiting på hoppekreps med lang livssyklus (for eksempel *Calanus finmarchicus*) i en periode med lav produksjon ha en langt større innvirkning på populasjonene. I tillegg til den direkte dødelighetseffekten på enkelte arter, har maneten potensial til å indirekte påvirke hele næringsnettets struktur gjennom sin beiting. Dette kan medføre at karbonet kanaliseres andre veier enn gjennom den klassiske næringskjeden alger–dyreplankton–fisk. Slike indirekte effekter er svært uforutsigbare, men gir kanskje den største grunnen til bekymring.

Hvis trenden med økte havtemperaturer i norske farvann fortsetter, kan vi vente økt geografisk utbredelse og forlenget sesong for

amerikansk lobemanet langs norskekysten. Det er også sannsynlig at de største tetthetene vil opptre i lukkede, beskyttede områder som i fjorder og bukter med spesielt gunstige temperaturforhold. I 2008 ble nordgrensen for maneten registrert ved kysten av Møre (63°8,9'N; 7°52,2'E). Gjennomsnittstemperaturen avtar nordover, men sommertemperaturene ligger godt innenfor artens tålegrense langs hele kysten, helt opp til finnmarksfjordene (8–18 °C). Til tross for lave vintertemperaturer i overflatelaget nord for Nord-Trøndelag (<4 °C), vil maneten finne overvintringsområder med høyere temperaturer i fjordenes bassengvann. Det kan derfor ikke utelukkes at arten vil spre seg videre nordover langs kysten.

Introduksjon av en fremmed art må alltid regnes som en trussel fordi det kan føre til endret struktur og artsammensetting i det økosystemet hvor arten etablerer seg. Det er imidlertid

svært vanskelig å forutsi effektene av en ny art i et miljø der den ikke hører naturlig hjemme, og erfaringer fra andre økosystemer er ikke alltid direkte overførbare. For eksempel har spredningen av amerikansk lobemanet i Østersjøen gått mye raskere enn det vi forskere forutså, og arten har vist meget stor tilpassningsevne til lave temperaturer og lav saltholdighet. Det er derfor nødvendig å følge utviklingen nøye, og foreta egne studier i de nye systemene hvor arten etablerer seg. Inntil dette er gjort kan vi kun spekulere.

I 2009 starter et fireårig forskningsrådsprosjekt ved Havforskningsinstituttet for å studere spredning og økologiske effekter av *Mnemiopsis leidyi* i norske farvann. Forhåpentligvis vil dette prosjektet avkrefte eller bekrefte noen av spekulasjonene. Ett er i hvert fall sikkert, amerikansk lobemanet er nok dessverre kommet til Norge for å bli. Men den som tar seg tid på bryggekannten en sommerdag vil oppdage at den er meget pen å se på!

The Non-indigenous Ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in Norwegian Waters

The ctenophore *Mnemiopsis leidyi*, ranked among the world's most detrimental invasive species, was first observed in the North Sea, Skagerrak and the Baltic in 2006. It has since been spreading, and can now be considered as established in the North Sea, including the Norwegian south coast. *M. leidyi* has a wide tolerance to salinity (2–38‰) and temperature (2–32 °C), which makes

most of the Norwegian coast a suitable environment. Despite low winter temperatures in coastal areas, the species may find suitable refuges for wintering in the deeper layers of the fjords. In 2008, the species was found along the Norwegian coast from Oslofjord to Sunndalsfjord (63°8,9'N; 7°52,2'E), which is the northernmost record of this species. *M. leidyi* has the potential to significantly alter the pelagic food

web through predation on fish eggs, fish larvae eggs as well as on zooplankton. However, the maximum densities of *Mnemiopsis leidyi* in Norwegian coastal waters occurs late in the season (September–October), coinciding with high water temperatures. The development of the *M. leidyi* population along the Norwegian coast remains a subject of speculation and more efforts are needed to provide a clearer picture of its ecological role.

At lodda er ein viktig fisk vil mange skriva under på. Men medan somme vil peika på at dette er ein godt betalt ressurs på den japanske marknaden, vil andre meine at denne fisken gjer best nytte som laksemat. Endå andre vil hevda at lodda ikkje bør fiskast i det heile, fordi ho utgjør ein så viktig del av maten for torsk og andre viktige fiskeslag, eller for den saks skuld, fordi ho er så viktig for heile økosystemet på kysten når ho kjem inn frå havet for å gyta. Men kva veit vi egentleg om den funksjonen lodda har som ”gjødse!” på kysten?



Figur 1.13.1
Mange farar lurer når lodda kjem til kysten for å formeira seg.
Numerous dangers lurk in the background when capelin come to the coast to reproduce.

Harald Gjøsæter
harald.gjoesaeter@imr.no

Frøydis T. Rist Bogetveit
froydis@imr.no

Nina Mikkelsen, Universitetet i Tromsø
nina.mikkelsen@nfh.uit.no

Lodda er ein av dei få fiskeartane i norske farvatn som gyter berre ein gong i livet. Dette er noko som er typisk for laksefisk. Og lodda er jo ein laksefisk, sjå berre på den vesle fettfinnen framfor sporden. Det er forresten ikkje all lodde som dør etter første gongs gyting. I nokre stammer, som til dømes den ved Newfoundland, overlever noko av lodda (hovudsakleg holodde), og kan gyta fleire år på rad. Vi har forresten ei lodde med slike eigenskapar her i Noreg også; nærare bestemt i Balsfjorden. Men barentshavslodda, som det skal handla om her, reknar vi med dør etter gytinga, alle som ei. Dette er noko ein har ”visst” lenge, men det er først nyleg dette er påvist ved å undersøkje lodde i fangenskap. Så no

er det dokumentert både at lodda dør og årsakene til at ho dør.

Tidlegare meinte ein gjerne at hannane alltid dør, men at ein del av hoene kunne overleva. Nyare forskning tyder altså på at både hannane og hoene dør. Men det skjer ikkje alltid like etter gytinga. Ein del av lodda dør tilsynelatande umiddelbart, mens andre, såkalla svimelodde, sym halvdaud rundt i dagar og veker etter gytinga. Vi har også observert stimar med utgytt holodde med mat i magen og i tilsynelatande god kondisjon ved kysten. Også denne lodda vil, etter alt å døma, dør før ho kjem seg til havs att. For lodda under kysten lever eit farleg liv på meir enn ein måte.

Fôrfisk

Først og fremst er det mange fiskeartar, sjøfuglar og sjøpattedyr som godgjer seg med denne lettfraga, velsmakande og næringsrike maten. Lodda vert rekna mellom ”fôrfiskane”, noko som betyr at ho er ”spesialdesigna” for å gjera nytte som mat

for andre. Ho står sjølv lågt nede i næringspyramiden og ernærer seg på plankton heile livet. Når lodda er liten, et ho små dyreplankton, og etter som ho veks, går ho over til større dyreplankton som krill og store hoppekreps. På yngelstadiet er ho mat for annan fiskeyngel, først og fremst ungsild, men òg torske- og hyseyngel. På dette stadiet utgjør ikkje lodda noko viktig matemne for nokon, men dette at ho vert beita på til dømes av sild, fører no og då til så stor nedgang i talet på yngel at rekrutteringa til bestanden sviktar. Skjer dette fleire år på rad kan heile loddebestanden nærast kollapsa, slik det skjedde midt på åttitalet, midt på nittitalet, og i 2004.

Når bestanden blir svært låg etter rekrutteringssvikt, har det store ringverknader for dei som har lodde som ein viktig del av menyen sin. Det er først og fremst torsken, grønlandsselen, ymse kvalartar og nokre sjøfuglartar som et store mengder vaksen lodde. Torsken er den arten som et mest lodde, og når det er lite lodde i havet, veks torsken saktare enn elles. Dette var svært tydeleg under loddekollapsen midt på 1980-talet, og har ikkje vore så markert seinare. Vaksen torsk et lodde i heile sommarhalvåret i Barentshavet. Når den modnande lodda skil seg ut frå resten av bestanden for å symja til kysten for å gyta om vinteren, er det ungtorsken som et mest lodde. Medan den kjønnsmodne torsken gjerne er vestanfor på gytevandring på denne tida, samlast ungtorsken ved Finnmarkskysten for å beita på lodda som kjem inn. Kyst- og fjordtorsk kjem sikkert også når ryktet går om den store matmengda som kjem sigande. Også hyse, sei og grønlandssel kan samlast ved kysten på våren for å ta sin del av lodda som strøymer inn. Når loddeinnsiget er stort, er det mat nok til alle. Lodda er eit lett bytte, lite sky og langsam til beins som ho er. Men ho har sine avleingsmanøvrar på veg til kysten; noko mang ein loddefiskar har fått røynd. I løpet av kort tid kan ho tilsynelatande forsvinna, for så å dukka opp ein heilt annan stad etter nokre dagar. Det at lodda dreg etter seg mange beitarar til kysten har frå gamalt av vore utnytta av fiskarane. Vår-

torskfisket utanfor Finnmark, som også vert kalla loddetorskfisket, er eit godt døme på det.

”Gjødsl” på kysten

Loddegytinga representerer ei enorm gjødsling av kysten. I eit typisk år kjem det kanskje inn mellom 0,5 og 1,5 million tonn moden lodde. Omtrent ein femtepart av denne biomassen er rogn og mjølke. Gytinga tek til rundt midten av mars og kan vara ein heil månad når ein ser heile kysten der gytinga føregår under eitt. Lodda legg egga sine på havbotnen, som regel delvis blanda med botnsubstratet. Nokre fiskeslag forsyner seg av den herlege lodderogna som blir servert. Hysa et loddeegg, og etter at kongekrabben vart etablert langs Finnmarkskysten har ein spekulert på om også han kan eta lodderogn. Undersøkingar har no vist at så skjer, men vi har enno ikkje svar på kor mykje han et. Dette skal vi finne ut gjennom eit studium som kartlegg kor mykje loddeegg kongekrabben og hysa et.

Også dykkande fuglar som ærfugl, praktærfugl og havelle er observert beitande på loddeegg. Det er ikkje for ingen ting at ein kan bruka flokkar av dykkender til å lokalisera kor lodda har gytt.

Beiting på vaksen lodde går føre seg frå ho kjem inn mot kysten. Kor lenge det står på, veit vi mindre om, og dette skal vi koma attende til nedanfor.

Sporing av grønlandssel som var merka med satellittmerke, har vist at selen tek seg ein sving vestover til Finnmarkskysten etter kasteperioden i Kvitsjøen, og at dette skjer i perioden medan lodda er under kysten for å gyta. Sokalla ”selinvasjonar” ved kysten av Finnmark er også eit kjent fenomen, særleg har ein i periodar med lite lodde sett at store mengder sel kan koma til kysten. Under den store loddekollapsen på 1980-talet, førte dette til at mange selar drukna i garna til kystfiskarane både i Finnmark og lenger sør langs kysten. Det vart teke mageprøvar av ein del av desse selane, og desse viste at når det var lodde i området var det også lodde i selmagane. Det gir grunn til å tru at selen er ein viktig beitar på lodda ved kysten om våren.

Det er også funne fisk i mageinnhaldet til kongekrabben. Denne fisken er i stor grad identifisert som lodde, som truleg var død før krabben gjekk laus på den. Tidlegare diettundersøkingar hos vaksne kongekrabbar har avdekkat at krabben stort sett et det han kjem over, og det er registrert fiske-restar i fleire magestudium. Ei registrering vart gjort i Varangerområdet, og ein gjekk ut frå at noko av fisken krabben hadde ete var død lodde. Analysar av mageinnhal-

det hos kongekrabbar er ein tidkrevjande jobb fordi byttedyra blir knust i småbitar under måltidet. Krabben kan få med seg restar av dyr som tilfeldig ligg på havbotn mens han et, og fordøyinga er relativt hurtig. Undersøkingar av krabbens diett er likevel viktig i eit økologisk perspektiv sidan han er ein introdusert art i våre farvatn. Vi treng kunnskap om kven som nyttiggjer seg den daude lodda, fordi kongekrabben sitt konsum av død lodde også kan verke inn på andre artar som har teke for seg av den same ressursen lenge før kongekrabben kom til Finnmarkskysten.

Nye studiar av torsk, hyse og sei som beitar på lodda i gyteperioden, viser at desse artane er i stand til å leggja om kosthaldet til lodde så snart lodda kjem inn. Undersøkingane viser at i område med rikeleg lodde utgjorde ho (i vekt) 97 % av mageinnhaldet hos torsk, 96 % hos sei og 87 % hos hyse. Lodda i magane var jamt over litt mindre enn den ein samstundes fekk i trål, noko som kan tyda på at den minste lodda er mest utsett for beitinga. Eit anna interessant resultat er at beitinga ikkje stoppar når lodda gyt. Utetter i sesongen auka delen av gytande og utgytt lodde i magane på torsk, hyse og sei. Den relative mengda av utgytt lodde var høgast i hyse, og var svært låg hos sei. Dette kan tyda på at seien held seg til ”sprell levande” lodde før gytinga set inn, at torsken ikkje er så nøye på det, og at hysa også tek til takke med lodde som har gytt, og kanskje til og med er døyande eller død.

Kva skjer med lodda når ho døyr?

Her er vi ved det store spørsmålet: Kva skjer med lodda når ho døyr? Somme vil hevda at dette er biomasse som ”går til spille” i naturen. Dei fleste vil nok halla meir i retning av at ho nok ikkje går til spille, men er meir usikre på kva måte ho kjem naturen til gode. Som vi har sett ovanfor, er det vist at både krabbe og fisk et død lodde. Men dette veit vi framleis altfor lite om. På teoretisk grunnlag kan det hevdast at lodda sjølvsagt ikkje går til spille. Det er alltid andre deltakarar i økosystemet som vil nyttiggjera seg energien som den daude lodda representerer. Alle som har sett kva som skjer med eit lineagn som har lege på botnen ei stund, eller har sett kva som skjer med ein fisk som har stått litt for lenge i garnet, veit at det tek ikkje lang tid før åtseletarane er på plass for å gjera renovasjonsjobben sin. Anten det er ”botnslus” (ulike små krepsdyr som lever av daude organismar på botnen) eller det er sjøstjerner, krabbar, ål, flatfiskar eller hyse, så har dei alle ei god nase for daude organismar som ligg på botnen. Og skulle ikkje ei død lodde bli eten av nokon av desse, vil ho gå i oppløysing og bli mat for mikroorganismar og andre småkryp

som lever i vatnet og i mudderet på botnen. Så nokon får med tida glede av den daude lodda, men vi skulle gjerne visst meir om kven det var.

Vi bør difor intensivera studiar av kva som skjer med lodda som kjem til kysten for å gyta. Med tid og stunder kan det vel henda at slik kunnskap også medfører at vi må sjå med nye augo på forvaltning av lodda?

One Man's Gain is Another Man's Loss

When the capelin come to the coast to spawn in spring, a variety of predators gorge themselves in the abundance of capelin and their spawning products. Fish (in particular young cod, haddock and saithe) and sea mammals (in particular harp seals) gather along the coast to graze on capelin. The eggs, laying on the sea floor, glued to the substratum, serves as food for fishes like haddock, diving ducks, crabs and other demersal organisms. New studies have revealed that practically all capelin from the oceanic Barents Sea stock spawn once and then die. Therefore, the total biomass of capelin approaching the coast is available as “fertilizer” of the coastal areas. Not much is known about the fate of the dead capelin. Before and during spawning, the capelin is heavily preyed upon by harp seals, cod, haddock, saithe and other predators. Recent studies have shown that in areas with an abundance of capelin, this prey constituted 97%, 96%, and 87% (in weight) of the stomach content of cod, saithe, and haddock respectively. While saithe only ate capelin before spawning, cod and haddock also ate spent capelin, and the percentage of spent capelin in the stomachs was highest among the haddock. It is unknown how much dead capelin constituted in the diet of these species. Red king crab, which have spread along the coast of Finnmark in recent years, have also been observed feeding of capelin, and this capelin was presumably dead before the crab could catch it. Crabs are also presumed to feed on capelin eggs, but no quantitative estimates are available. This is being studied in an ongoing project. It can be concluded that the biomass brought to the coast by the capelin spawning migration constitutes an important contribution to energy flow into the coastal ecosystem. Quantitative information about the partitioning of this energy to various inhabitants of the ecosystem, and the relative importance of prespawning, spawning and spent capelin, is however, still lacking.



Foto: Øystein Paulsen

Til alle tider har vi mennesker påvirket naturen gjennom vår aktivitet. I dag er den menneskelige påvirkningen sterkere enn noen gang. Derfor er også behovet for samarbeid mellom ulike sektorer stort. Vi må løfte blikket fra en stykkevis forvaltning, til å tenke helhet. Vi må drive økosystembasert forvaltning, der målet er å sikre at summen av menneskelig aktivitet ikke blir så sterk at økosystemenes tilstand skades.

Anne Britt Storeng,
Direktoratet for naturforvaltning
anne-britt.storeng@dirnat.no

Biologisk mangfold

Biologisk mangfold er et komplekst og mangesidig begrep. Det kan inndeles etter ulike dimensjoner som innhold, struktur eller funksjon. Mangfoldet kan også deles i ulike nivåer, fra gener til populasjoner og arter, og videre til samfunn og økosystemer. I mange praktiske sammenhenger når det gjelder bevaring av biologisk mangfold er det vanlig å fokusere på arter og deres livsmiljø.

For å bevare det biologiske mangfoldet er det viktig å ivareta både samspill og biologiske prosesser. Alt fra genetiske til demografiske prosesser som forflytting av arter, rekruttering, dødelighet og tetthetsregulerende faktorer til samspillet mellom arter når det for eksempel gjelder beiting, predasjon og nedbryting.

Det biologiske mangfoldet vi omgir oss med i dag er et resultat av tilpassing til ulike livsmiljøer over lang tid – noe som har gitt oss de ulike artene og den genetiske variasjonen som eksisterer innen artene. I et forvaltningsperspektiv er det nødvendig å ta hensyn til det dynamiske samspillet i naturen. Dette er viktig både når en forvalter høstbare ressurser og areal. En fisk både spiser og blir spist av andre arter i økosystemet. En fisk har også et oppvekstmiljø, gjerne i en tett tareskog eller blant koraller. Fiskens oppvekstmiljø og fisken

selv blir påvirket av fysiske faktorer som temperatur, strøm, saltholdighet m.m. Når vi forvalter det biologiske mangfoldet er det derfor viktig å tenke i en helhet som inkluderer artenes leveområder, hvordan artenes tilpasninger henger sammen med andre arter og miljøet i et økosystem.

Konvensjonen om biologisk mangfold (CBD)

Miljøkonvensjoner er folkerettslig bindende avtaler mellom land eller internasjonale organisasjoner for å sikre miljøet og verdens felles natur- og kulturarv. I regi av ulike FN-organer og andre internasjonale organisasjoner er det i løpet av de siste 25 år forhandlet fram en rekke globale miljøkonvensjoner som blant annet omhandler biologisk mangfold og naturressurser, klima m.m.

Konvensjonen om biologisk mangfold ble undertegnet under Rio-møtet i 1992, og trådte i kraft i 1993. Konvensjonen er den første globale avtale som omfatter vern og bærekraftig bruk av biologisk mangfold. Norge ratifiserte Rio-konvensjonen i 1993, og forpliktet seg dermed til å arbeide for å ta vare på det biologiske mangfoldet innenfor landets grenser. Formålet med konvensjonen er å beskytte det biologiske mangfoldet, sikre en bærekraftig bruk av biologiske ressurser, samt å sikre en rettferdig fordeling av gevinsten ved bruk av genetiske ressurser. Konvensjonen er den mest vidtrekkende internasjonale avtalen om vern av naturmiljøet som er inngått.

Konvensjonen er spesiell i forhold til andre avtaler fordi den setter mangfoldet i sentrum, omfatter alt levende, også det som brukes i landbruk, skogbruk og fiskerier. Mange sektorer er derfor involvert i oppfølgingen av avtalen.

Trusler mot det marine mangfoldet

Norges kystlinje er 83 000 km lang, dvs. ca. 100 000 km² kystfarvann, et område som er omtrent fem ganger så stort som vårt samlede ferskvannsareal. Mangfoldet av dyr, planter og andre livsformer som befinner seg innenfor dette området er stort.

Trusler mot det biologiske mangfoldet har økt i takt med menneskelig aktivitet og økt befolkningsvekst. FNs tusenårsutredning påpeker at menneskene i løpet av de siste 50 årene har endret økosystemene raskere og mer ekstremt enn i noen annen sammenlignbar periode i historien. Dette har konsekvenser for de valgmuligheter vi har i dag og de mulighetene som fremtidige generasjoner har til å høste og livnære seg av det naturen gir oss.

Tap av biologisk mangfold er irreversibelt. Tap av leveområder, menneskeskapt klimaforandringer, fremmede arter som forstyrrer økosystemer, overbeskatning og forurensning er viktige årsaker til at arter utrykkes.

Økosystembasert forvaltning

Ved forvaltning av hav og kystområder skal det legges vekt på en helhetlig for-

valtning basert på en økosystemtilnærming. Dette fordrer en samordning og koordinering mellom ulike myndigheter. Det arbeides med dette både nasjonalt og internasjonalt. I Norge er dette blant annet nedfelt i St.meld. nr. 12 (2001–2002) – Rent og rikt hav.

Praktisk tilnærming til økosystembasert forvaltning

I begrepet økosystembasert forvaltning ligger det en grunnidé om å få til en ”integret forvaltning av menneskelige aktiviteter”. Dette innebærer en samordnet forvaltning mellom forvaltningsmyndigheter, -sekt-

I tillegg til forvaltningsplaner som etter hvert vil komme for alle våre havområder, gjelder EUs vanddirektiv for de kystnære områdene. Her finnes også mål for en helhetlig vannforvaltning ut fra et sett med parametre som skal overvåkes, for å gi en beskrivelse av tilstanden til de ulike vannforekomstene. I tillegg til å se på de faktorene som påvirker det marine miljøet, har en her også trukket inn påvirkningene som kommer fra land.

EUs vanddirektiv gjelder i Norge, men foreløpig i et noe begrenset omfang. I drakampen rundt implementeringen av dette direktivet i Norge har det vært tøffe forhandlinger. Dette har blant annet dreid seg om avgrensninger av direktivet i forhold til hvilke påvirkningsfaktorer som skal overvåkes, og som dermed vil legge føringer for forvaltningen av våre vannmiljøer.

Gir fremtiden håp for en integrert og helhetlig forvaltning?

Fortsatt gjenstår en del før vi kan si at vi har en helhetlig forvaltning på alle nivåer. Det ligger utfordringer i å ta hensyn til hele økosystemet ved forvaltning av kommersiell aktivitet, for eksempel at sjøfuglen blir en del av forvaltningsmodellen for uttak av de kommersielle fiskeartene.

Gjennom prosessene som er satt i gang både med forvaltningsplaner, vanddirektiv og etter hvert også et havdirektiv, er vi på rett vei når det gjelder å få en integrert forvaltning av det biologiske mangfoldet på kysten og i havet. Her har de ulike sektorene satt seg rundt samme forhandlingsbord med felles mål for forvaltningen av de marine økosystemene. Dette er et viktig skritt i riktig retning mot en helhetlig økosystembasert forvaltning av det totale marine biologiske mangfoldet.

Ecosystem based Management of Biological Diversity along the Coast

For generations, people have used and affected the nature by a broad spectrum of activities. However, humankind depends on the marine environment and the marine resources for its survival. Human activities have lead to degradation and loss of many of these resources. To change this development it is important that different sectors start to collaborate through a common management of the marine ecosystem. We have to focus on an ecosystem based management of the marine habitats to secure that all our influence on the ecosystem is not more than the ecosystem can withstand.



Gjennom denne stortingsmeldingen ga Stortinget sin tilslutning til begrepet økosystembasert forvaltning med følgende definisjon:

”Økosystemtilnærming til havforvaltning er en integrert forvaltning av menneskelige aktiviteter basert på økosystemenes dynamikk. Målsetningen er å oppnå bærekraftig bruk av ressurser og goder fra økosystemene og opprettholde deres struktur, virkemåte og produktivitet”.

Norge har satt dette på dagsorden ved å akseptere en langsiktig og helhetlig politikk for beskyttelse av hav- og kystmiljøet. De miljøutfordringene som ble framhevet for forvaltningen i meldingen var:

”... forbedring av kunnskapsgrunnlaget for forvaltningen, gjennomføring av økosystembasert forvaltning, inkludert føre-var-prinsippet, begrensninger av bifangster og skader på viktige sjøbunnsområder, samt en mer effektiv håndheving av reguleringsbestemmelsene.”
(St.meld. nr. 12 (2001–2002).

Tilnærmingen har også fått fotfeste i lovverket. I 2009 ble en ny havressurslov iverksatt (Ot.prp. nr. 20 (2007–2008) Lov om forvaltning av villlevende marine ressurser – havressursloven). Her er økosystemtilnærmingen kommet inn i lovtekst. I § 7 Forvaltningsprinsipp og grunnleggende hensyn

”Ved forvaltning av de villlevende marine ressursene og tilhørende genetiske materiale skal det legges vekt på

b. ei økosystembasert tilnærming som ivaretar hensynet til leveområder og hensyn til biologisk mangfold.

rer og interesser. En samordnet forvaltning handler om at en ut fra den best tilgjengelige kunnskap om miljøet, må vurdere alle påvirkningene miljøet utsettes for. I praksis vil dette si at f.eks. fiskeriforvaltningen ikke bare kan se på fiskerinæringens uttak og vurdere påvirkning av dette ved fastsettelse av kvoter. I en økosystemtankegang må også andre faktorer som påvirker bestandene inngå i vurderingene. Foruten de menneskelige påvirkningsfaktorene må også de biologiske faktorene som blant annet gjør fisken til matkilde for sjøfugl og sel, inkluderes. Det er også viktig at føre-var-prinsippet blir lagt til grunn når en mangler kunnskap. Forvaltningen, slik vi nå kjenner den, har i stor grad vært hjemlet i sektorlover og av etater med kulturtradisjoner og ”rettigheter”. En økosystembasert forvaltning fordrer samarbeid på tvers.

Helhetlige forvaltningsplaner for våre kyst- og havområder

I Norge er nå økosystembasert forvaltning innført som prinsipp og brukes når det i disse dager utarbeides helhetlige forvaltningsplaner for de store havområdene. Forvaltningsplanen for Barentshavet og Lofoten var den første. Her er det definert en rekke miljømål med tilknyttede indikatorer som samlet skal gi en beskrivelse av tilstanden til dette økosystemet og effekten av menneskelig påvirkning. En rekke institusjoner og sektorer er representert i de ulike gruppene som skal gi råd for en praktisk forvaltning. Ved at ulike sektorer jobber inn mot en forvaltningsplan og har den samme kunnskapen tilgjengelig, er vi på god vei mot en økosystembasert forvaltning. Som en del av forvaltningsmodellen kommer også den politiske agendaen inn. Denne agendaen kan ha helt andre mål enn det å skulle drive med en økosystembasert forvaltning.



1.15

Hardangerfjorden, på utsida av rammene for berekraftig oppdrett?

I akvakulturlova § 1 Føremål heiter det: ”Loven skal fremme akvakulturnæringens lønnsomhet og konkurransekraft innenfor rammene av en bærekraftig utvikling, og bidra til verdiskaping på kysten”. Knappt nokon andre næringar har ekspandert så raskt som oppdrettsnæringa, og i Hardangerfjorden, eit av dei tettaste oppdrettsområda i Noreg, vert det reist spørsmål ved om aktiviteten no er innafor eller utafor ramma for ei berekraftig utvikling. Økosystemprosjektet i Hardangerfjorden er det eine av to delprosjekt under prosjektet EPIGRAPH. Det vart initiert i 2008 av Fiskeri- og kystdepartementet på bakgrunn av eit stadig aukande aktivitetspress i kystsona og for å auka kunnskapsgrunnlaget om forholdet mellom havbruk og fjord- og kystøkologi. Prosjektet samarbeider tett med andre undersøkingar av miljøeffektar av havbruk i Hardangerfjorden.

Øystein Skaala, Havforskningsinstituttet

oystein.skaala@imr.no

Bengt Finstad, Norsk institutt for naturforskning

bengt.finstad@nina.no

Steinar Kålås, Rådgjevande Biologar

steinar.kalas@radgivende-biologer.no

Pål Arne Bjørn, Nofima Marin

paal-arne.bjorn@nofima.no

Bjørn Barlaup, Universitetet i Bergen

bjorn.barlaup@bio.uib.no

Peter Andreas Heuch, Veterinærinstituttet

peter-andreas.heuch@vetinst.no

Arne Bjørge, Havforskningsinstituttet

arne.bjorge@imr.no

Lakselusa, eit alvorleg miljøproblem

Infeksjonsnivået av lakselus på vill laks og sjøaure i Hardangerfjorden gjekk kraftig opp frå 2007 til 2008. Problemet er aukande, og representerer framleis det største miljøproblemet knytta til lakseoppdrett. Alt i fyrstinga av 1990-talet vart det fleire stader i Hordaland oppdaga sjøaure med kraftige angrep av lakselus. Det vart etter kvart klart at store konsentrasjonar av oppdrettsfisk var hovudårsaka til den store mengda av lakselus, og at avkom etter lusa festa seg på vill laksefisk, det vil sei laksesmolt på vandring ut fjorden og langs kysten, og sjøaure på vandring i sjølve fjordområda. Sidan dei formelle ansvarstilhøva var i endring, gjekk det lang tid før det vart avklara kven som hadde ansvar for å framskaffa naudsynt finan-

siering til undersøkingar og dokumentasjon av infeksjonsnivåa på villfisken. Frå 2006 vart Mattilsynet under Fiskeri- og kystdepartementet tillagt dette ansvaret, og sporadiske undersøkingar med ulike metodiske tilnærmingar blir no gradvis erstatta av meir systematisk, langsiktig overvaking av infeksjonsnivåa på vill laks og sjøaure. Dei fleste metodane som vert nytta har avgrensingar, og førebels kan vi ikkje peika ut ein einskild metode som aleine gir eit fullgodt bilete av infeksjonstrykket på laks og sjøaure. I Hardangerfjorden vert det difor nytta fleire ulike metodar for å talfesta dette. Det vert tråla etter utvandrande postsmolt, det vert fiska med garn og oter i sjøen og det vert fiska etter infiserte aureungar som søkjer opp i elveosar for å avlusa seg. I tillegg vert

Halsnøya med sine næringsveggar innafor tradisjonelt fiske, oppdrett, båtbygging, reiseliv og turistfiske, illustrerer dei nære relasjonane mellom Hardangerfjorden og menneska langs fjorden.

The island Halsnøy with its economic life connected to traditional fishery, salmon farming, ship building, tourism and recreational fishing, illustrates the close relationship between the Hardangerfjord and the people living along the fjord.



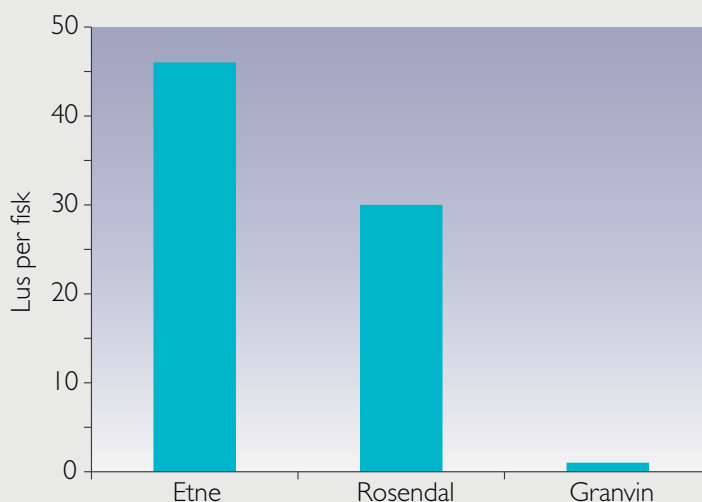
det i fleire stasjonar sett ut testmerdar med oppdrettssmolt der ein kan få eit inntrykk av infeksjonstrykket i ein avgrensa periode om våren.

Meir avlusing, likevel meir lus i 2008

Kva viser desse undersøkingane av lusepåsag på villfisk som er gjennomførte i Hardangerfjorden dei seinare åra? Garnfisket i 2008 vart gjennomført i slutten av mai når laks- og sjøaureungar vandrar ut frå oppvekstområda i elvane for å beita i fjorden og i havet. I Granvin som ligg langt inne i fjorden, var det lite lus, ved Rosendal som ligg i midtre del, var sjøauren sterkt infisert og i Etnefjorden som ligg lengst ute, var infeksjonsnivået endå høgare (Figur 1.15.1). Når vi reknar dette om til lusedose, som vi veit vil påverka den fysiologiske balansen hos laksefisken negativt, finn vi at det observerte infeksjonsnivået i Granvin våren 2008 knapt vil påverka sjøaurebestanden. Ved Rosendal vil rundt 39 % av bestanden vera negativt påverka av lakselus. Tilsvarende vil 61 % av sjøaurebestanden i Etneelva få fysiologiske problem, og mange av desse vil dø. I materialet frå 2008 kom det klart fram ein samanheng mellom infeksjonsnivå og kondisjon på sjøauren. Di sterkare infeksjon, di lågare kondisjon. I kontrollerte stressforsøk er det vist at stressnivået hos fiskeungar aukar alt frå dei fyrste lusa festar seg. Låg kondisjon hos infisert fisk skuldast difor mest sannsynleg at fisken er plaga og stressa, og i liten grad evnar å ta til seg mat.

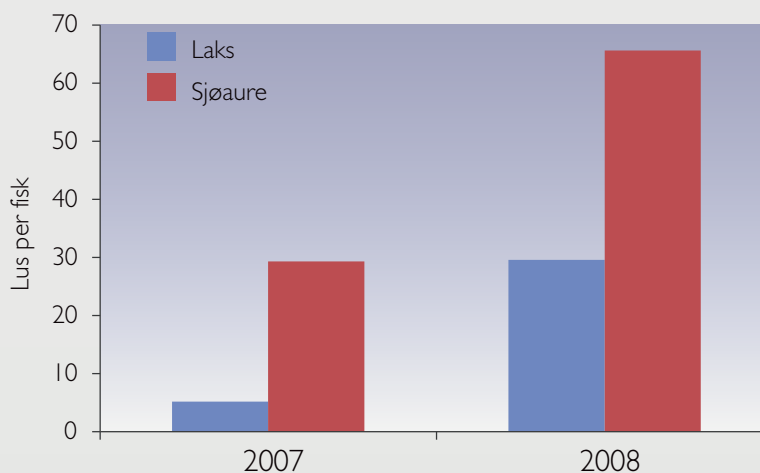
Både i 2007 og 2008 vart det gjennomført tråling etter sjøaure- og lakseungar. Sidan vi ikkje har detaljerte opplysningar om vandringsrutene eller utvandringstidspunkt, er det vanskeleg å få så mange fiskar som ein ønskjer når ein skal dokumentera infeksjonspresset, men den samla dokumentasjonen er tydeleg, dvs. at tala frå dei ulike undersøkingane peikar i same retning. Med trål vart det i 2007 fanga 12 laksar og 34 sjøaurar, medan tala i 2008 var høvesvis 21 og 8. For laksen var talet på lus meir enn fem gonger så stort i 2008 som i 2007 (Figur 1.15.2), og når vi korrigerer tala for fiskestorleik, ville høvesvis 27 og 52 % av årsklassen dø av lakselus. På sjøaure fant vi om lag ei dobling av infeksjonsnivået, og om lag 50 % av årsklassen vil ha fysiologiske skader.

Nokre undersøkingar tyder på at medan infeksjonsnivået var lågare på delar av Vestlandet i 2008 enn året før, så er situasjonen blitt verre i Hardangerfjorden. Dette kan tyda på at talet på vertar, dvs. oppdrettslaks, er så stort at fellesavlusinga ikkje er tilstrekkeleg til å redusera den totale lusemengda til det nivået villfisken kan leva med. Ei anna forklaring kan vera



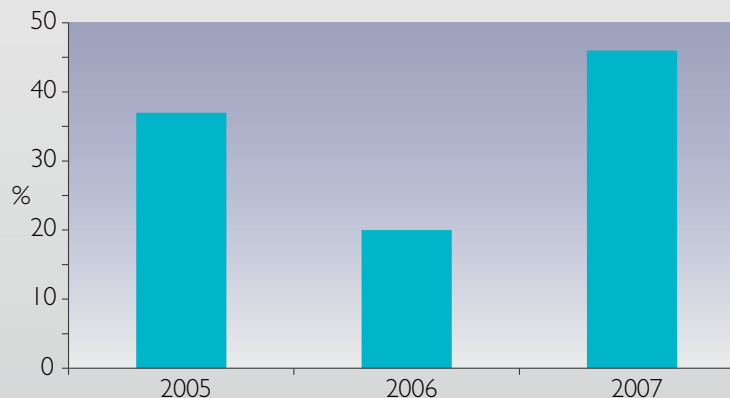
Figur 1.15.1

Gjennomsnittleg infeksjonsnivå (abundans) på garnfanga sjøaure i ytre (Etne), midtre (Rosendal) og indre (Granvin) fjordområde. Mean infection level (abundance) on sea trout caught in outer (Etne), middle (Rosendal) and inner parts (Granvin) of the Hardangerfjord.



Figur 1.15.2

Gjennomsnittleg infeksjonsnivå (abundans) på lakse- og sjøaureungar fanga med trål i Hardangerfjorden auka kraftig frå 2007 til 2008. There was an increase from 2007 to 2008 in mean infection level (abundance) on juvenile sea trout and salmon caught by trawl.



Figur 1.15.3

Prosent rømlingar i gytebestanden i Etneelva ligg langt over det fagmiljøa meiner ein bestand toler. The high percentage of escaped farmed salmon in river Etneelva is expected to reduce fitness of the wild salmon.



at effekten av fellesavlusinga var særleg låg i 2007 og 2008.

Hardangerlaksen på veg mot utrydding

Det andre velkjende miljøproblemet knytta til lakseoppdrett er rømlingar som vandrar opp i vassdrag og kryssar seg med villaksen. Etneelva har hatt høge andelar av rømlingar sidan starten på registreringa av rømt oppdrettslaks i 1989. Også dei andre vassdraga i Hardangerfjorden har hatt høge andelar rømlingar gjennom lang tid. Dei siste tre åra har andelen rømlingar i Etneelva variert mellom 20 og 47 prosent (Figur 1.15.3), som er langt over det fagmiljøa og forvaltninga meiner ein villbestand kan handtera. Årlege teljingar utført systematisk av dykkarar sidan 2004 viser at samtlige laksebestandar, Etneelva unnateke, har færre gytefisk enn det som trengs for ein sjølvrekrutterande bestand, sjølv når det er innført fiskeforbod (Figur 1.15.4). Når det gjeld laksen, er det berre Etneelva som framleis har ein relativt livskraftig bestand, der det framleis er for-

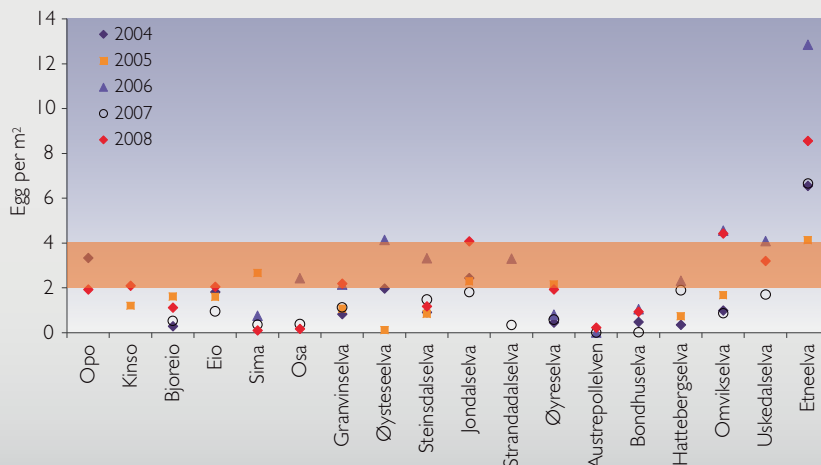
svarleg å ta ut overskot gjennom fiske. I dei andre elvane er det difor innført forbod mot laksefiske. Også for sjøauren er tala låge, men framleis ikkje så dramatiske som for laksen. Likevel viser registreringane i Etneelva og ved Havforskningsinstituttet sin feltstasjon i Hardangerfjorden at overlevinga i sjøfasen er vesentleg under normalnivået, og at sjøauren er i sterk tilbakegang.

Er oppdrettsnæringa i Hardangerfjorden berekraftig?

Det kan synast ulogisk at infeksjonsnivået aukar trass i omfattande avlusingstiltak i oppdrettsnæringa i Hardangerfjorden. Går vi litt attende i tid og ser på ekspansjonen i oppdrettsnæringa i Hardangerfjorden, vert misforholdet mellom avlusingsinnsatsen og infeksjonsnivåa lettare å forstå. I 2004 utarbeidde Havforskningsinstituttet på oppdrag frå Fiskeridirktoratet ein "Miljøstatus" for Hardangerfjorden, der vi mellom anna såg på oppdrettsproduksjonen og mengda av lakselus og rømt fisk. Det vart konkludert slik:

"Basert på den relativt gode dokumentasjonen av mengden lakselus som blir produsert i området, andel av vill laks og ørret med betydelig lakselusinfeksjon samt kunnskapen om lakselusen sin innvirkning på fiskens overleving, er det ganske klart at oppdrettsvirksomheten må ta en betydelig del av ansvaret for den kritiske situasjonen for de ville bestandene av laks og sjøørret i Hardangerfjorden. Et naturlig tiltak for å styrke bestandene vil derfor være å redusere infeksjonspresset fra lakselus produsert i oppdrettsanlegg. Dette kan skje ved å redusere mengden oppdrettslaks i området, eller ved å redusere nivået av lakselusinfeksjon i oppdrettsbestanden."

Likevel har oppdrettsproduksjonen vaks vidare i ettertid, og i 2007 var produksjonen i Hardangerfjorden ifylgje fiskeriforvaltninga 57 000 tonn (Figur 1.15.5), nesten dobbel så stor som tala Havforskningsinstituttet baserte sine uttalar på i 2004. Undersøkingane våre tyder ikkje på at den omfattande innsatsen i næringa



Figur 1.15.4

Lakserogn per m² elvebotn basert på observerte tal på villaks og areal på lakseførande strekning i dei undersøkte elvane for perioden 2004–2008. Oransje område syner minimum rognettleik for å oppretthalda ein sjølvrekrutterande bestand. Although angling is prohibited in most salmon rivers in the Hardangerfjord, estimated numbers of spawned eggs per m² river habitat is now below recommended minimum levels for sustainable recruitment in most populations in most years.



Foto: Øystein Paulsen



Lakselus. Foto: J.A. Knutsen

for å avlusa oppdrettsfisken har redusert infeksjonspresset på villaksen og sjøauren tilstrekkeleg. Alle undersøkingar av luseinfeksjonar på vill laksefisk og av rømlingar som er gjennomført i Hardangerfjorden over fleire år, viser at miljøeffektane er store. Med det meiner vi at lakse- og sjøaureungar vert påført så store luseskader at bestandane er dramatisk redusert. Vi er merksame på at både laks og sjøaure også er påverka av andre faktorar, men understrekar samstundes at omfanget av lakselus og rømming i Hardangerfjorden dei seinare åra ligg langt over det dei ville bestandane av laksefisk greier.

Dersom vi ser på Havforskningsinstituttet sitt forvaltningsråd frå 2004, og utviklinga av både fiskeoppdrett og miljøeffektane av dette, er omfanget av fiskeoppdrett utanfor rammene for kva som er berekraftig. Påvisinga av fleire tilfelle av oppdrettsanlegg med lakselus som viser redusert følsomd for kjemisk handsaming, er særleg urovekkjande.

I akvakulturlova § 1 er det lagt vekt på at oppdrett skal føregå innafor rammene av ei berekraftig utvikling. I § 9 Endring og tilbaketrekking av akvakulturtillatelse, heiter det:

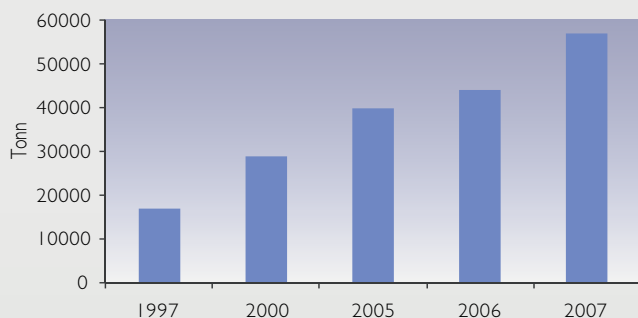
Departementet kan endre eller trekke tilbake akvakulturtillatelsen:

- A) dersom dette er nødvendig ut fra hensynet til miljøet
- B) dersom vesentlige forutsetninger som ligger til grunn for tillatelsen er endret.

Dette tyder at forvaltninga har heimel for å trekkja attende løyve til akvakultur i Hardangerfjorden. Ei slik tilbaketrekking kan vera mellombels, inntil ein har kontroll på miljøeffektane att. Det er lite som tyder på at det vil vera muleg å behandla seg ut av denne situasjonen med avlusingar. Tvert imot er det grunn til å tru at sidan talet på vertar no er svært høgt, og hyppigare avlusing vil framskunda utvikling av resistens hos lusa mot medisinarane, er lågare tal på oppdrettsfisk den einaste måte å få ned lusetala på.

The Hardangerfjord

In the Hardangerfjord, the salmon farming industry has been growing steadily, reaching 57,000 tonnes in 2007. While infection levels of salmon louse on wild salmon and sea trout in some areas of the west coast were lower in 2008 than in 2007, the infection level increased in the Hardangerfjord, despite strong efforts in the industry to delouse farmed salmon. Infection levels on sea trout were lower in inner areas than in middle and outer areas of the fjord. The infection level observed in wild sea trout from the River Etneelva in 2008, would cause a severe physiological stress on 61% of the individuals that would finally kill a large part of the year class. For wild salmon it was estimated that the observed infection levels would kill 52% of the year class, but here the number of fish captured were lower and the results must be treated with some reservation. Although salmon angling is prohibited in most rivers in the Hardangerfjord, the number of wild salmon spawners in most of the rivers is now very low, and the estimated numbers of spawned eggs are below the minimum level for sustainability. Reports on increasing resistance to chemical treatment in salmon lice in Norway suggest that more frequent chemical treatment will speed up the development of resistance.



Figur 1.15.5

Produksjonen av oppdrettslaks har auka raskt, og infeksjonsnivået på villfisk aukar til tross for omfattande innsats for å avlusa oppdrettslaksen (Kjelde: Fiskeridirektoratet). The production of farmed salmon has continued to increase in the Hardangerfjord. Infection levels of salmon louse on wild sea trout and salmon are increasing despite strong efforts in the industry to reduce infection levels on farmed salmon.

EPIGRAPH

er et forskningsprosjekt om kyst- og fjordøkologi der Porsangerfjorden og Hardangerfjorden blir grundig undersøkt. Målet med programmet er å avdekke mer om innholdet i fjordøkosystemene, hvordan de virker, og ikke minst hvordan menneskelig virksomhet virker inn på det økologiske samspillet. Programmet er viktig for å få den kunnskapen som trengs til å utforme økosystembaserte forvaltningsplaner for kystfarvannene våre.

Porsangerfjorden er et ”økosystem” som i stor grad er påvirket av menneskelig aktivitet som fiske i fjorden og seljakt på stasjonære selbestander. Men den er også påvirket av ytre faktorer som oppstår og virker utenfor selve fjorden, som for eksempel klimavariasjoner, endringer i store vandrende fiskebestander, midlertidige invasjon av grønlandssel og ikke minst, invasjon av kongekrabbe. Havforskningsinstituttet startet i 2008 et fjord-økologisk prosjekt med fokus på økosystemet i Porsangerfjorden. Fjorden skal tjene som et storskala ”laboratorium”, hvor resultatene kan ha overføringsverdi til andre kystområder.

Arne Bjørge

arne.bjorge@imr.no

Kjell T. Nilssen

kjelltn@imr.no

Uansett hvor mye mel som ble tatt ut av Sareptas krukke, så gikk den aldri tom (1. Kongebok, 17; 14). Bærekraftig høsting av biologiske, fornybare ressurser fra økosystemene er kanskje det nærmeste vi kommer en Sareptas krukke. Men forskjellen er likevel innlysende, økosystemene som produserer de fornybare ressursene har en tålegrense som ikke må overskrides. Ivaretagelse av naturens tålegrenser er hovedmotivet for økosystembasert forvaltning. Slik forvaltning forutsetter imidlertid at vi kjenner økosystemenes funksjon og produksjonsnivå. Et økosystems tålegrense er en svært sammensatt og variabel størrelse som kan påvirkes av klima, forurensning og ikke minst vil den være avhengig av hvilke arter som høstes. Det er langt fram til at vi har kunnskap nok til å forstå økosystemene og hvordan de reagerer på påvirkning fra menneskelig aktivitet.

Fjorden

Porsangerfjorden er 123 km lang og er Norges fjerde lengste fjord. Den er mellom 13 og 19 km bred og utgjør et sjøareal på om lag 1800 km². Fjorden har ingen ytre, grunn terskel som er så typisk for norske fjorder, og dypet i ytre del av fjorden varierer mellom 50 og 280 meter, med et maksimum på 310 meter. I ytre del av fjorden ligger det noen få mindre øyer og den noe større Store Tamsøy, hvor en liten koloni av havert har tilhold. I indre del av fjorden er det et grunnere parti med flere øyer og skjær. Her har en koloni steinkobber tilhold. Steinkobbene er stasjonære, og det antas at de i hovedsak livnærer seg i indre del av fjorden året gjennom. Denne kolonien er derfor velegnet for å studere forholdet mellom kystsel og lokale forekomster av fisk. Mot sydøst, innenfor det grunne partiet, ligger et basseng på 115 meters dybde. Dette bassenget, Austerbotn, har særdeles kaldt vann og innslag av arktisk fauna som polartorsk. Noen av de grunnere hardbunnsområdene har også algevegetasjon som er arktisk preget, med arter og former som er til dels mangelfullt beskrevet (Figur 1.16.1).

Figur 1.16.1

Intakte tarenskoger er sammenlignbare med tropiske regnskoger både med hensyn til produktivitet og biodiversitet. Intakte tarenskoger antas å være av stor betydning for oppvekst av ung kysttorsk.

The highly diverse and productive kelp beds are assumed to be important nursing grounds for young coastal cod.

Porsangerfjorden som spiskammer

Bygdene rundt Porsanger har i flere hundre år vært flerkulturelle med sjøsamer, kvener og nordmenn som de største gruppene. Fisket i fjorden har tradisjonelt vært det viktigste næringsgrunnlaget. Et helårs heimfiske var basert på torsk, sei, flyndre, kveite og sild. På 1700-tallet utviklet det seg et sommerfiske etter sei. Seien gikk i tette stimer nær overflaten og kunne krøkes. Fra ca. 1840 ble vårtorskefiske med garn vanlig, og i siste del av århundret ble sild fisket med not, særlig på ettersommer og høst. På 1880-tallet ble det tatt 3000 tønner sild årlig, og Vesterbotn var kjent som en god sildeplass. I tillegg ble også sel og småhval fanget. Tang og tare ble høstet, og på øyene ble det sanket egg,

dun og molter (kilde: Hartvig Birkely, Sjøsamisk kompetansesenter).

I september 2008 arrangerte Havforskningsinstituttet et møte i Porsanger for å få etablert en dialog med personer som besitter lokalkunnskap om fjorden. Lokale fiskere mente at fjorden gradvis ble utarmet av et mekanisert fiske, men at den største forverringen i ressursituasjonen kom brått etter sammenbruddet i bestanden av norsk vårgytende sild (nvg-sild) på slutten av 1960-tallet. En ytterligere forverring oppsto etter de kalde vintrene med sammenbrudd i loddebestanden og massive invasjonjer av grønlandssel i 1986–88. Etter den tid har ikke fiskebestandene i fjorden tatt seg opp igjen.

Endringer i Porsangerfjordens økologi

Utviklingen i Porsangerfjorden siden 1970 faller i store trekk sammen med utviklingen langs store deler av norskekysten nord for Stad. En grunnpilar for det lokale fisket i Porsangerfjorden har vært torsk. Sannsynligvis fiskes det på en blanding av vandrende nordøstarktisk torsk og stedegne bestander av kysttorsk. Det er vel grunn til å anta at innslaget av nordøstarktisk torsk øker utover i fjorden. Mengden av kysttorsk nord for Stad har i flere år vært nedadgående, og med en kritisk lav gytebestand er det dårlig utsikt til økning i bestanden fordi fiskedødeligheten er for høy.

Siden 1970-tallet har tareskogene i Porsanger vært nedbeitet av kråkeboller, noe som også har skjedd på hele strekningen fra Trøndelag til Finnmark (Figur 1.16.2). Det er imidlertid nå tegn som tyder på forsiktig gjenvækst av tareskogen. Det som er spesielt for Porsangerfjorden akkurat nå, er at den er i ferd med å bli invadert av store mengder kongekrabbe. Det er disse omfattende endringene som er grunnlaget for at Havforskningsinstituttet nå fokuserer på kystøkologisk forskning i Porsangerfjorden. Fjorden skal tjene som et storskala "laboratorium" hvor vi skal gjøre eksperimenter og studier som kan ha overføringsverdi til andre kystområder. Kysttorsk vil ha et hovedfokus i denne økologiske forskningen.

Kysttorsk, strøm og temperatur

Torsken gyter i frie vannmasser og eggene er litt lettere enn sjøvann og flyter meget langsomt mot overflaten. I kystområder, der ferskvannstilførsel fører til lav saltholdighet i de øvre vannmassene, vil eggene holdes nede på omkring 5–50 m dyp. Tiden fra gyting til klekking er svært temperaturavhengig og kan variere fra 3 uker til 2 måneder. Etter klekking lever den ca. 4 mm lange larven fortsatt av plommesekken. Men etter kort tid

har larven brukt opp nistepakken og må aktivt begynne å ta til seg næring. I første omgang består maten av pelagiske smådyr som raudåtelarver. Ut på sommeren har torskeyngelen blitt ca. 8 cm lang og søker da ned mot bunnen i svært grunne områder. Den forflytter seg først ned på dypere vann når den er et par år gammel. Forskningen i Porsangerfjorden vil blant annet fokusere på kysttorsk i ulike stadier av utviklingen. Kan endringer i havklima medføre at strømforholdene i fjorden har endret seg slik at torskeegg blir ført

ut av fjorden? Endringer i vanntemperatur virker også inn på tiden mellom gyting og klekking og kan dermed påvirke driftsmønsteret? Det vil bli utviklet en matematisk modell for å studere det fysiske miljøet, herunder temperatur og strømforhold, og hvordan dette miljøet eventuelt har endret seg de siste årene. Ved hjelp av dette verktøyet kan også spredningen av egg og larver fra kysttorsk beregnes og dermed vise om gyteproduktene blir holdt tilbake i Porsangerfjorden eller forsvinner ut av fjorden.

Figur 1.16.2

Siden tidlig på 1970-tallet har store mengder grønne kråkeboller beitet ned tareskogen i Porsanger og etterlatt hardbunnen som en gold steinørken. *Since late 1970s large numbers of sea urchins turn the rich kelp beds into barren grounds.*



Et kritisk stadium i ungtorskens liv er når plommesekkens "nistepakke" er oppspist og yngelen aktivt må finne, fange og fordøye mat. Da er det viktig at føde er tilgjengelig i tilstrekkelig mengde og kvalitet. Vi vil forsøke å være til stede til rett tid og sted for å ta prøver av dyreplankton for å undersøke om mattilgang kan være en begrensende faktor for torskeyngelens overlevelse i denne kritiske fasen.

Bunnhabitatenes betydning for kysttorsk

Når den unge torsken har overlevd de mest kritiske stadiene av livssyklusen og etablert seg på bunnen i grunne områder, er yngelen kommet inn i en fase av livet hvor dødeligheten er langt lavere. Samtidig er bestanden svært sårbar for endringer i denne dødeligheten. Fra den søker mot bunnen og frem til den blir om lag to år gammel, er kysttorskens svært stasjonær i grunne områder. Det er derfor viktig at den finner et velegnet habitat (leveområde). Habitatet der torsken havner må både gi tilstrekkelig føde for at fisken skal kunne overleve og vokse, og gi skjul slik at de unge torskene ikke selv blir spist. Det er all mulig grunn til å tro at grunne områder med hardbunn langs norskekysten tidligere har gitt svært gode livsbetingelser for ung kysttorsk. Langs kysten og i fjordene var hardbunnen nemlig dekket av frodig tareskog.

Tareskog består av flere arter store brunalger, hvor stortare er viktigst langs den ytre kysten der den danner sammenhengende skoger fra nederst i fjæra til mer enn 20

meters dyp. Stortareplantene har et sterkt forgrenet festeorgan som forankrer dem til bunnen. Over det har de en "stamme" som kan bli inntil 3 m høy, og på toppen et forgrenet blad. Stortarekogene sammenlignes ofte med tropiske regnskoger både med hensyn til produksjon og arts- mangfold (biodiversitet). Hulrommene i festeorganet og "stammen" er fylt med påvekst av mindre alger og smådyr som beiter eller søker skjul. Hver tareplante er dermed "hjem" for en mengde andre arter som opptrer i individtall på mange titusener per tareplante. Særlig små krepsdyr er viktige næringsemner for kysttorsk etter at de søker mot bunnen for å finne føde.

Mye av tilveksten i tareskogen skjer i bladet. I en frodig tareskog er årlig tilvekst av tare om lag 10 kg per kvadratmeter. Hvert år vokser det ut et nytt blad fra en vekstsone på toppen av "stammen". I løpet av vinter og vår slites det gamle bladet av og restene skylles enten på land som store tangvoller, eller det meste synker ned på dypere partier hvor de brytes ned av bakterier og smådyr. Dette er næringsdyr for større torsk, andre bunnfisk og reker. Tareskogen kan derfor ha stor betydning for kysttorsk også etter at de ved toårsalderen forlater tareskogen og søker ned på større dyp.

Havforskningsinstituttet vil studere kysttorskens valg av bunnhabitat og byttedyr på ulike aldersstadier etter at den søker mot bunnen for å finne føde. Betydningen av tareskog som oppvekstområde for torskeyngel vil være et sentralt tema.



Figur 1.16.3

En liten koloni på vel 200 steinkobber har fast tilhold i indre deler av Porsangerfjorden. Vi vil nå undersøke om en slik koloni kan ha virkning på gjenvekst av stasjonære fiskebestander. Harbour seals are possibly important predators in the Porsangerfjord.

Kysttorsk, tare og kråkeboller

Om lag 2000 km² av tareskogen langs norskekysten har siden 1970-tallet blitt beitet ned av store mengder kråkeboller. Det betyr at det årlig produseres 20 millioner tonn mindre tare enn før nedbeitingen. Dette er en dramatisk endring i mengden av biologisk materiale som går inn i næringskjeder som er viktige for bunnfisk. Hva har det hatt å si for bestandsutviklingen av kysttorsk nord for Stad at 2000 km² av dens formodentlig beste oppveksthabitat har blitt borte? Fiskepresset er i dag så høyt at bestanden muligens vil fortsette å gå ned. Men antall fiskefartøy under 10 m lengde, altså den typiske sjarkflåten som fisker etter kysttorsk, er også blitt redusert fra om lag 22 000 båter tidlig på 1980-tallet til vel 4 000 båter i 2007.

Nedbeitingen av tareskogen startet rundt 1970 og skjedde meget raskt og samtidig over enorme områder fra Trøndelag til Finnmark. Det har vært spekulert på om sammenbruddet av nvg-sild har gitt rom for økt overlevelse av kråkebollenes pelagiske larvestadier, fordi mengden av kråkeboller økte enormt over store områder om lag samtidig. I Porsanger er det observert tettheter på inntil ca. 100 kråkeboller per kvadratmeter, og de etterlater seg nakent fjell der det tidligere var frodig tareskog. Forskningen i Porsanger har ikke som hovedmål å finne årsaken til framvekst av kråkeboller, men er rettet inn mot å studere effekten av nedbeitingen og virkning av eventuell gjenvekst. Alle kråkebollene ble eksperimentelt fjernet fra et studieområde i Porsangerfjorden i oktober 2008. Forsøket tar i første omgang sikte på å undersøke om fjerning av kråkeboller gir gjenvekst av tare, og hvor hurtig en eventuell gjenvekst skjer. Dersom tareskogen etablerer seg i et område vil det også være grunnlag for å studere tettheten av fisk i områder med og uten tare. Vil ungtorsk aktivt søke til dette området og dermed vise en preferanse for tareskog fremfor andre habitater?

Kysttorsk og sel

Tareskogen er ikke bare et spiskammer for kysttorsken. Under toppbladet gir rommet mellom tareplantene skjul for ungtorsken og muligens beskyttelse mot større rovdyr som kystsel, niser og stor rovfisk. I Porsangerfjorden er det bestander av begge kystselartene. Selene har delvis fått skylden for den dårlige ressursituasjonen i fjorden og Porsanger kommune har utlyst skuddpremier på kystsel. Bestanden av steinkobbe i indre del av fjorden, har i løpet av få år blitt redusert fra om lag 350 dyr til 220 dyr i 2008. Dersom denne jakten ikke blir regulert bedre, vil den lokale steinkobbebestanden i Porsangerfjorden stå i fare for å bli utryddet (Figur 1.16.3).

Bestanden av steinkobber i indre del av fjorden er sannsynligvis stasjonær og velegnet for å studere nettopp forholdet mellom sel og lokale fiskebestander. Havforskningsinstituttet skal de nærmeste årene studere steinkobbenes valg av byttedyr og beiteområder i Porsangerfjorden. Til kartlegging av beiteområder vil vi benytte en ny generasjon av aktive selmerker. Hvert merke er en kombinasjon av en GPS som registrerer og lagrer opplysninger om selens nøyaktige posisjon, en trykkmåler som registrerer og lagrer dybde data, og en "mobiltelefon" som er programmert slik at den med jevne mellomrom sender en SMS-melding med data om hvor selen har vært og hvor dypt den har dykket siden forrige SMS.

Kongekrabbe, bunnhabitat og kysttorsk

Kongekrabbene sprer seg raskt vestover og er nå i ferd med å etablere seg med store individtettheter i Porsangerfjorden. Kongekrabbene lever av andre bunndyr inklusiv kråkeboller. Sentrale spørsmål for forskningen blir dermed om kongekrabben kan beite ned bestanden av kråkeboller slik at tareskogen har mulighet for gjenvekst. I så fall kan kongekrabben ha en positiv virkning for kysttorsken. Men

dersom kongekrabben fortrenger arter som er viktige byttedyr for torsk, vil den kunne virke negativt for torskebestanden. Uansett effekt på torskebestanden vil stor tetthet av kongekrabber sannsynligvis påvirke samfunnene av bunndyr i vesentlig grad. Forskningen i Porsanger vil forsøke å belyse de økologiske virkningene av kongekrabben, hvordan den virker på biologisk mangfold og produksjon.

Kunnskapsbasert forvaltning av fjordøkosystemer

Dersom vi i løpet av noen år har funnet svar på spørsmålene som er omtalt ovenfor, vil vi komme et langt skritt videre i arbeidet med å bygge det vitenskapelige grunnlaget som er nødvendig for økosystembasert ressurs- og miljøforvaltning i fjordene våre. Allerede nå viser tilstanden av kysttorsk og steinkobbe i Porsanger at fornybare ressurser er overbeskattet. Et sentralt tema for den kystøkologiske forskningen i Porsanger er imidlertid om ressursene ville kunne tåle mer beskatning dersom miljøforholdene i fjorden var annerledes. Målet med økosystembasert forskning er å gi grunnlag for en forvaltning som kan bringe tilstanden i økosystemene så nær Sareptas krukke som mulig.

The Ecology of the Porsangerfjord

The coastal zone has experienced large changes over the recent decades. Few places are these changes more dominant than in the Porsangerfjord, which used to be a rich fishing ground for cod, saithe and herring. The changes started after the collapse of the Norwegian spring-spawning herring in the late 1970s. In addition to reduced abundance of fish did an increased abundance of grazing sea urchins, turn the rich kelp beds into barren grounds. This change happened rapidly. A further degradation of fish resources followed the collapse of the capelin stock in 1986–88 entailing mass invasion of harp seals into the coastal waters and fjords of northern Norway. The local fish stocks in the Porsangerfjord have not recovered since.

A concerted research effort is planned to study the ecology of the Porsangerfjord. Emphasis is on the coastal cod. The dispersal of cod eggs and larvae, the habitat use and feeding ecology of young cod, and predation on cod will be addressed. Recovery of kelp beds following experimental removal of sea urchins, and the impacts of the red king crab on benthic communities will be studied.

Kartlegging av turistfiske

For å øke kunnskapen om fiskeressursene langs kysten, skal turistfisket kartlegges slik at vi har et best mulig grunnlag for å gi råd som kan sikre et bærekraftig fiske for alle sektorer langs kysten. Undersøkelsen utføres av Havforskningsinstituttet som del av et 3-årig prosjekt finansiert av Norges forskningsråd.



Foto: Harald Nass

Jon Helge Vølstad

jonhelge@imr.no

Merete Nilsen

mereten@imr.no

Kartleggingen startet i januar 2007, og utføres gjennom et samarbeid med turistfiskebedrifter langs norskekysten. Dette for å utvikle kostnadseffektive metoder for å estimere fiskeinnsatsen, hvilke arter som fanges og størrelsen av fangstene (antall og vekt) tatt av fisketurister i ulike regioner.

Havforskningsinstituttet har laget prosedyrer og skjema for registrering av fangst og fiskeinnsats som kan utføres av fisketurister via selvrapportering. Fangstdagbøkene ble testet gjennom et forprosjekt utført i Øygarden, Hordaland, i 2007, og er testet videre i større skala i 2008.

Andelen turistfiskere som omfattes av prosjektet

Turistfisket langs kysten av Norge kan i prinsippet deles i tre hovedsektorer (Figur 1.17.1). Næringsrettet fisketurisme er representert av bedrifter registrert i Brønnøysundregisteret som formidler eller leier ut rom og båter for fisketurister (rorbuer og leverandører som formidler private hytter). Vår undersøkelse fokuserer på andelen av disse bedriftene vi har oversikt over i databasen vår. Et utvalg av disse bedriftene administrerer rapportering via fangstdagbøker i samarbeid med Hav-

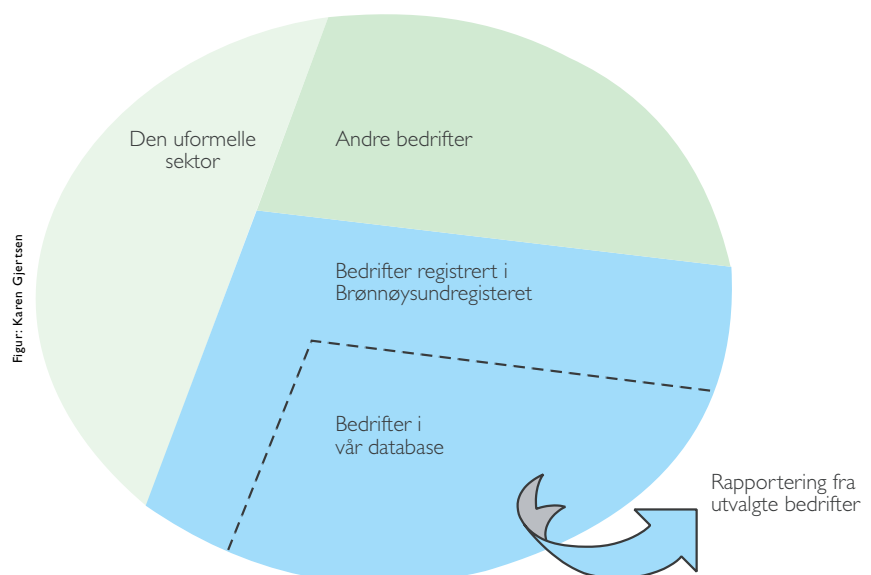
forskningsinstituttet. Andre bedrifter som leier ut rom til turistfiskere, men som ikke har dette som hovednæring, er ikke omfattet av undersøkelsen. Det er vanskelig å få oversikt over omfanget av fisketurisme både i denne sektoren og i den uformelle sektoren av turister som leier hytter, nedlagte gårdsbruk, eller som bor for seg selv i bobiler, m.m.

Listen vår per i dag på 400 bedrifter er ikke komplett, og representerer en ukjent andel av alle næringsrettede turistfiskebedrifter.

Dette betyr at vi ikke har mulighet til å kvantifisere totalfangster tatt av alle turister som bor på registrerte bedrifter som fokuserer på turistfiske. For å kvantifisere fiskeinnsats og fangster av viktige arter tatt av turister, innhenter vi data fra et utvalg av bedrifter i databasen. I praksis vil vi ikke motta data fra alle bedrifter i utvalget vårt pga. frafall.

Utførelse av pilotundersøkelsen

I 2008 utførte vi en pilotundersøkelse der vi testet et system for selvrappor-



Figur 1.17.1

Fisketurister i Norge kan klassifiseres i forhold til overnattingssteder, og kan deles i tre sektorer. *Tourist fishers in Norway can be classified into three sectors by their choice of accommodation.*



Foto: Harald Neass

ring av data om fangst og fiskeinnsats via dagbøker. Målsettingen var å etablere et samarbeid med næringen der turistfiskebedrifter administrerer datainnsamling om fisket som foregår fra deres anlegg. Et slikt system kan i prinsippet være en kostnads-effektiv måte å samle inn informasjon om

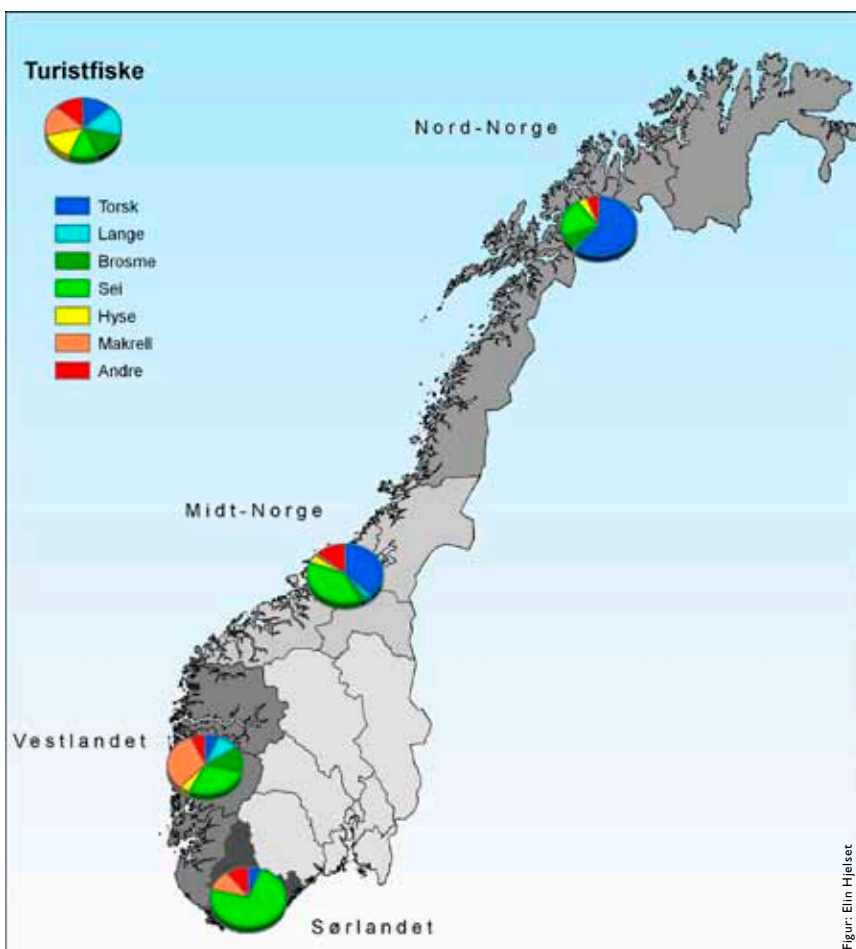
fangst per art og fangst per enhet innsats (personfiskedager eller dager med fiske per båt) fra en langstrakt kystlinje. Totalt 66 bedrifter sa seg villige til å samarbeide med Havforskningsinstituttet. Prosjektmedarbeiderne våre besøkte 56 av disse bedriftene for å informere om prosjektet,

og motivere dem til å delta på undersøkelsen. De resterende bedriftene i utvalget ble kontaktet via brev og telefon.

Alle samarbeidsbedriftene skulle administrere utlevering og innsamling av fangst-dagbokskjema til fisketuristene, som selv skulle fylle ut data om fiskeinnsats (antall båter, antall fiskere) og vekt av fisk de fanger for hver fiskedag. I rapporteringsperioden skulle ett dagbokskjema leveres ukentlig til hver boenhet og så sendes tilbake til Havforskningsinstituttet.

Havforskningsinstituttet har per 01.01.09 mottatt 812 fangstdagbokskjema fra 37 av 66 bedrifter.

Gjennom pilotprosjektet innhentet vi informasjon om hvor godt rapporteringssystemet fungerer. Data fra fangstdagbøker vil bli brukt til å estimere variasjonen i fangst og innsats fra bedrift til bedrift, og over tid i hver region. Slike variansestimater gir grunnlag for å fastsette hvilken innsats som kreves for å samle inn data av god kvalitet og i tilstrekkelig omfang til å sikre pålitelige estimater av totalfangster av de viktigste arter i hver region.

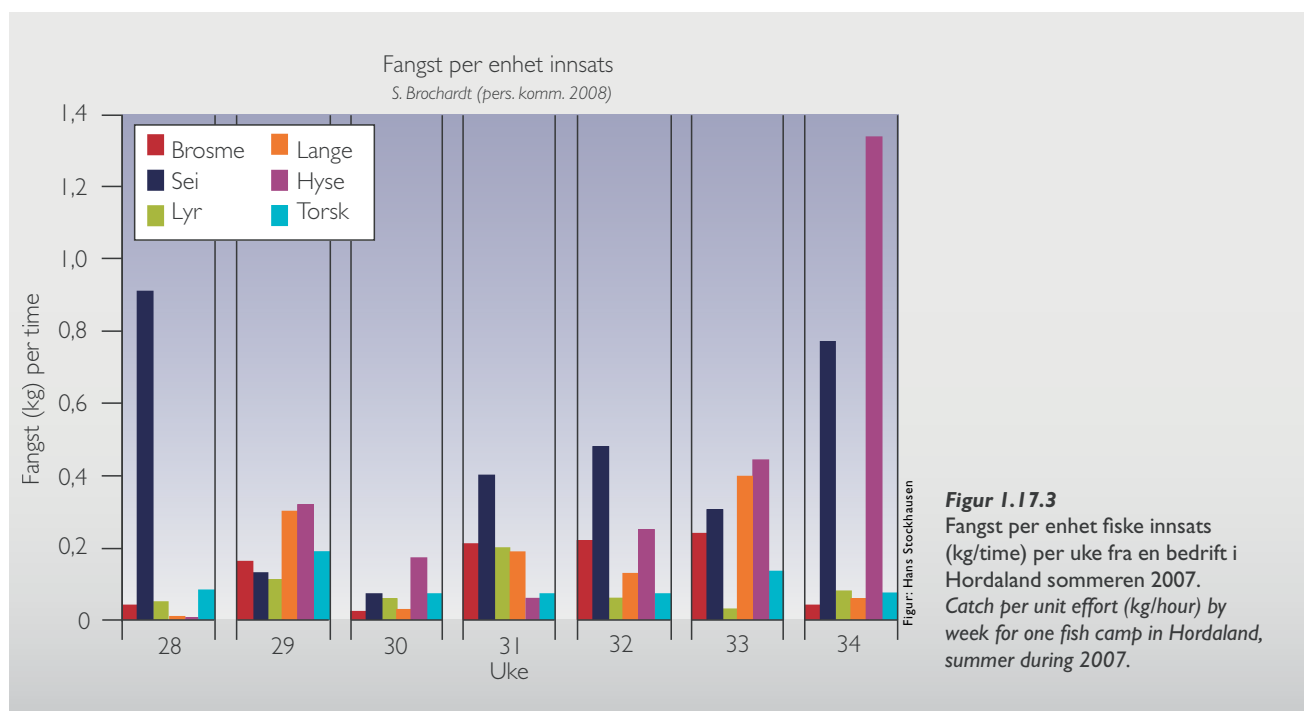


Figur: Elin Hjelset

Figur 1.17.2

Prosentvis fordeling av totalfangst per region, i % per art, basert på data fra alle mottatte fangstdagbøker utfylt av turistene i 2008.

Species composition (%) of the total number of fish caught by region, based on data from all catch logbooks provided by tourist fishers in 2008.



Figur 1.17.3
Fangst per enhet fiske innsats (kg/time) per uke fra en bedrift i Hordaland sommeren 2007.
Catch per unit effort (kg/hour) by week for one fish camp in Hordaland, summer during 2007.

Bedriftene som var med i undersøkelsen ligger geografisk spredt langs kysten, varierer i størrelse, og representerer stor bredde av turistfiskere og fiskeaktiviteter. Erfaringer fra pilotundersøkelsen ga oss et godt grunnlag for å planlegge en landsdekkende undersøkelse av turistfisket.

Noen resultater fra undersøkelsen

Data fra pilotundersøkelsen blir nå analysert for å kvantifisere gjennomsnittsfangst per enhet innsats for de viktigste artene. Vi presenterer her noen foreløpige resultat som viser artsfordelingen av rapporterte fangster i ulike regioner.

Artsfordeling

Figur 1.17.2 angir prosentvis fordeling av totalfangst, i antall per art, basert på data fra alle mottatte fangstbøker utfylt av turistene i 2008. Fangsfordelingen basert på data fra pilotundersøkelsen er ikke nødvendigvis representativ for de totale fangstene tatt i 2008, fordi bedriftene som var med på undersøkelsen ble valgt i klynger for å redusere reisekostnader ved besøk,

og ikke tilfeldig. Kakediagrammene representerer regionene Sørlandet, Vestlandet, Midt-Norge og Nord-Norge.

Fangst per enhet innsats

Figur 1.17.3 viser stor variasjon i fangstrater (fangst per time fiske) fra uke til uke hos en enkelt bedrift. Dette kan bero på skiftende værforhold, varierende ressursgrunnlag, og variasjonen i type turistfiskere over tid, fra ivrige sportsfiskere som fisker etter utvalgte arter til fiskere som er på familietur der fiske ikke er hovedmålsetningen med turen.

Hovedundersøkelsen

I hovedprosjektet i 2009 tester vi metodikk som kan gi representative anslag for total fiskeinnsats og fangster (antall og vekt) tatt av turister som bor på anlegg i vår database. Fangster tatt fra disse registrerte bedriftene (rorbuer) kan estimeres ved å innhente data om fangst og innsats fra et representativt utvalg av bedrifter, og for representativt utvalgte uker gjennom fiskesesongen. Vi har per i dag etablert

et samarbeid med ca. 100 bedrifter langs norskekysten, der 30 av disse også samarbeidet med oss i pilotprosjektet. De 70 nye bedriftene er plukket ut ved hjelp av stratifisert tilfeldig utvalg. Disse bedriftene skal rapportere til Havforskningsinstituttet hver 6. uke i løpet av hele 2009. Hovedundersøkelsen avsluttes 31.12.09.

Survey of Catch and Effort in the Tourist Fishery

The Institute of Marine Research (IMR) is developing survey methods to provide estimates of total number and weight of commercially important species caught by tourists in Norwegian coastal waters. The research project is part of a 3-year research programme supported by the Norwegian Research Council. The goal of

the project is to increase our knowledge of the coastal fisheries resources to support sound management advice that help secure sustainable fisheries.

IMR conducted a pilot study in 2008 in collaboration with 37 businesses that helped collect data on catches and effort (Figure 1.17.1). In total we received data

on daily fishing effort and catches by species from over 800 log-books provided by tourist fishers. The main project conducted in 2009 has been expanded with data collections from 100 representative businesses where tourist fishers will report on their daily fishing effort and catches every 6th week throughout the year.

Forsvarets forskningsinstitutt (FFI) samarbeider med Havforskningsinstituttet for å undersøke hvilke effekter sonarene på de nye fregattene av Nansen-klassen har på fisk og sjøpattedyr, slik at disse kan opereres på en miljømessig forsvarlig måte.

Petter H. Kvadsheim

Forsvarets forskningsinstitutt, phk@ffi.no

Lise Doksaeter

lise.doksaeter@imr.no

Sonarer

Elektromagnetisk energi som radarstråler absorberes veldig raskt i vann, derfor bruker man helst lyd dersom man ønsker å "se" under vann. Lyd forplanter seg både raskere og lengre i vann enn i luft, og dette utnyttes for eksempel i sonarer og ekkolodd. Disse sender ut en lydimpuls (ping) under vann, og reflekterte signaler (ekko) brukes til å bygge opp et bilde av bunnforhold, forekomster av fisk osv. Lydimpulsene som brukes er for det meste ikke hørbare for det menneskelige øret (Figur 1.18.1).

De nye fregattene i Nansen-klassen bruker også sonarer, for eksempel til å oppdage ubåter (Figur 1.18.2). Forsvaret har behov for å kunne oppdage fiendtlige ubåter på

mange kilometers avstand, og deres sonarer sender derfor ut kraftige lydimpulser i et frekvensområde som er godt hørbart både for mennesker og sjøpattedyr. De fleste fiskearter vil derimot ikke kunne høre disse lydene. Sildefisk har imidlertid spesielt god hørsel, og vil kunne høre dem.

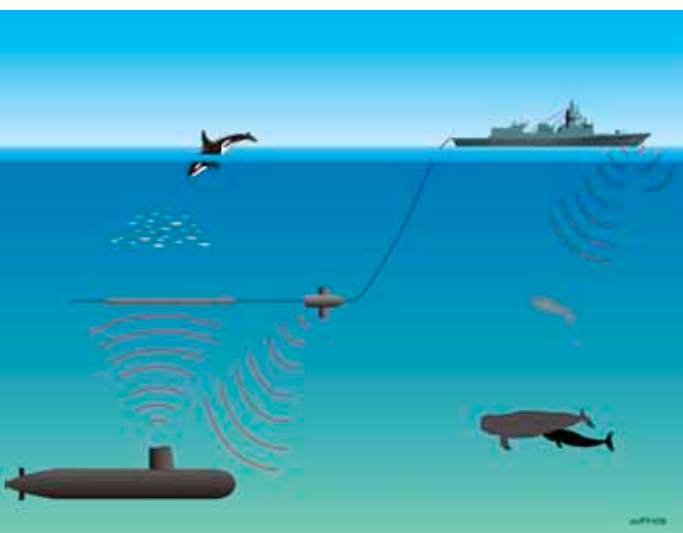
Forsvarets forskningsinstitutt og Havforskningsinstituttet samarbeider for tiden for å undersøke hvordan de nye fregattsonarene påvirker fisk og sjøpattedyr. Målsettingen med disse undersøkelsene er å gjøre Forsvaret i stand til operere de nye sonarsystemene på en mest mulig skånsom måte for miljøet, og uten at militære operasjoner medfører unødige negative effekter for verken fiskeri, havbruk eller turisme.

Resultater så langt

Prosjektet innebærer dels felteksperimenter hvor atferden til fisk og sjøpattedyr registreres før, under og etter at de blir eks-

ponert for lydsignaler som tilsvarer dem fregattene bruker. Så langt har man utført slike eksperimenter på sild, spekkhogger, grindhval og spermhval (Figur 1.18.3). I tillegg har man tidligere utført lignende eksperimenter på fiskeyngel og sel i samarbeid med Universitetet i Tromsø.

Sild har spesielt god hørsel og er kjent for å reagere kraftig på mange typer ytre påvirkning. Når sild blir skremt, sprer stimen seg gjerne utover og svømmer ned på dypere vann. I forbindelse med sildefiske med snurpenot er det nettopp en slik reaksjon fiskerne frykter, fordi det reduserer deres mulighet til å fange silda. I 2006 gjennomførte derfor FFI og Havforskningsinstituttet i samarbeid med flere utenlandske institutter eksperimenter på sild som overvintret i Lofoten (Figur 1.18.4). Ekkolodd som er montert på havbunnen, ble brukt til å registrere sildas reaksjon mens et forskningsfartøy med en sonar, som tilsvarer



Figur 1.18.1

De nye fregattene har både skrogmontert sonar, tauet sonar og helikopteroperert dypsesonar. Disse sender ut kraftige lydimpulser i frekvensområdet 1–8 kHz og det undersøkes nå om disse kan være skadelige for fisk, sel og hval. (Illustrasjon: FFI)

The new Norwegian frigates are equipped with hull mounted sonar, towed array sonar and helicopter operated dipping sonar. They transmit powerful sound pulses in the 1–8 kHz band, and investigations have been initiated to examine the impact of these sonars on fish and marine mammals.



Figur 1.18.2

KNM Fridtjof Nansen, den første av fem fregatter i Nansen-klassen (Foto: Marcus Karlsen, FFI). *KNM Fridtjof Nansen, the first of five frigates in the new Nansen-class.*



Foto: Sanna Kunnings

den på fregattene, passerte over silda med sonaren av eller på. Resultatet viser at silda ikke reagerte på sonaren verken ved å svømme nedover eller spre seg utover. Det ble derimot gjennomført kontroll eksperimenter hvor man spilte spekkhoggerlyd for silda, og da reagerte den kraftig. Dette er svært interessant, fordi spekkhogger er en viktig sildepredator og fordi sonarpulsene som ble brukt, til forveksling ligner på enkelte av de lydene som spekkhogger lager. Det ser altså ut til at silda hører forskjell på "ekte" spekkhoggerlyder og "spekkhoggerlignende" lyder. Lignende eksperimenter ble også gjennomført sommeren 2008 på sild som beitet i Norskehavet. Heller ikke da så silda ut til å reagere nevneverdig på sonarlydene. Det er nylig gjennomført forsøk på gytende sild, hvor man brukte en virkelig fregatt istedenfor et forskningsfartøy til sonareksponeringen.

Fisk ser altså ikke ut til å reagere nevneverdig på Forsvarets sonarer, men for sjøpattedyrene er situasjonen mer uavklart. Så langt viser resultatene at flere arter av hval og sel søker bort fra sonarkilden om de kommer nær nok, men noen dramatisk respons er det er ikke. Det planlegges ytterligere eksperimenter på hval.

Nye retningslinjer for sonarbruk

Basert på resultatene fra disse studiene anbefaler en bredt sammensatt gruppe forskere fra ulike norske havforskningsmiljøer retningslinjer for militære sonaroperasjoner i norske farvann. Disse retningslinjene er nå i bruk i Forsvaret, og både norske og utenlandske fartøy tar hensyn til disse under planlegging og gjennomføring av øvelser. Retningslinjene innebærer blant annet at man skal unngå sonarøvelser i områder

med høy tetthet av sjøpattedyr og enkelte arter av fisk, eller at man skal unngå bruk av bestemte pulstyper, eventuelt å starte sonarutsendelse med redusert lydnivå i enkelte områder. For å sikre at Forsvaret har den nødvendige kunnskap som trengs, har FFI og Havforskningsinstituttet laget et digitalt verktøy kalt SONATE. Denne programvaren inneholder en database med informasjon om forekomster av fisk, sjøpattedyr, fiskeriaktivitet og annen relevant aktivitet som havbruk og turisme. SONATE finnes i dag om bord på alle norske og utenlandske militære fartøy som anvender denne type sonar langs norskekysten.

Figur 1.18.3

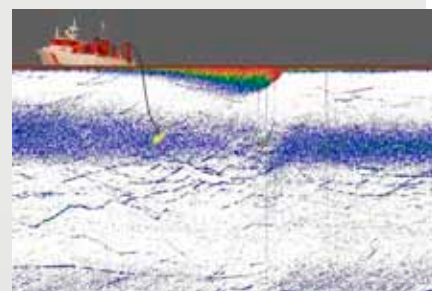
Grindhval påsatt et elektronisk merke som registrerer dykke- og svømme-aktivitet samt gjør kontinuerlige lydopptak, før, under og etter sonareksponering. Merket settes på med en lang stang og festes til hvalen med sugekopper. Etter ca. 18–20 timer faller den av og kan plukkes opp for nedlasting av data. Pilot whale tagged with digital tag which records diving and swimming activity and makes continuous recording of sound on the animal before, during and after sonar exposure. The tag is deployed using a long pole and is attached to the whale with suction cups. After 18–20 hours, the tag releases and can be picked up for downloading of the stored data.

Figur 1.18.4

Eksperiment på overvintrende sild i Lofoten. I ekkogrammet kan sildelaget ses som et distinkt blått lag midt i bildet. Kraftig ekko fra det passerende fartøyet og den tauede sonarkilden kan også ses som rødgrønne områder. Silda unnviker det passerende fartøyet, men denne unnvikelsen er uavhengig av om sonaren er av eller på, og er altså ikke en reaksjon på lyden av sonarpulsene.

(Illustrasjon: Havforskningsinstituttet/FFI).

Experiments on overwintering herring in Lofoten. In the echogram the herring can be seen as a distinct blue layer in the middle of the picture. Powerful echoes from the passing ship and the towed sonar source can also be seen as red and green areas. The herring avoids the passing ship, but this response was independent of the sonar being on or off, and thus the herring does not respond to the sonar.



Naval Sonars and Marine Life

Norwegian Defense Research Establishment (FFI) collaborates with the Institute of Marine Research (IMR) on investigations on the effects of the

sonars on the new Nansen-class frigates on fish and marine mammals, in order for the Navy to operate their sonars in a responsible manner.



Foto: Øystein Paulsen

Petroleumsindustrien på norsk sokkel har frem til de siste årene foregått så langt til havs at den ikke har vært synlig fra land og har derved heller ikke kommet i konflikt med de interesser og verdier man finner i kystsonen. Det siste tiåret har man opplevd at mer kystnære felt er blitt åpnet og tatt i bruk til leteboring og produksjon, både i Nordsjøen og i Barentshavet. Kystnær oljevirksomhet bringer Norges viktigste næring inn i den daglige bevisstheten til folk flest og i kontakt med de spesielle miljømessige og samfunnsmessige verdiene som finnes i kystsonen.

Erik Olsen

erik.olsen@imr.no

Oljeproduksjonen i Norge er nedadgående, og næringen er derfor på jakt etter nye områder der de leter etter og forhåpentligvis vil finne olje. Kystnære områder har frem til nå ikke vært undersøkt eller utnyttet i særlig stor grad, hovedsakelig fordi man har gjort store funn lenger til havs, men også fordi man har villet unngå de potensielle konflikter man har i kystsonen. Samtidig representerer enkelte kystnære områder som Lofoten–Vesterålen og Mørebanken noen av de mest interessante områdene for petroleumsnæringen. Seismiske undersøkelser her har avdekket interessante strukturer der det kan finnes olje og gass. Oljenæringen selv anser spesielt sokkelen utenfor Lofoten–Vesterålen som et område der man har store forhåp-

ninger om å finne olje eller gass, noe som gjør at de ønsker å komme i gang med leting der så snart som mulig.

Den unike kystsonen

Kystsonen representerer unike natur- og samfunnsmessige verdier som har gjort at flere etater og aktører, blant annet Havforskningsinstituttet, fram til nå har frarådet petroleumsvirksomhet her. Regjeringen tok i 2006 de fagbaserte råd til følge og besluttet i Forvaltningsplanen for Lofoten–Barentshavet at det i kystsonen fra Røst til grensen mot Russland ikke skal åpnes for ny petroleumsvirksomhet. Forvaltningsplanen skal revideres i 2010, og beslutningen om å stenge kystsonen for petroleumsvirksomhet blir tatt opp til ny vurdering da. For Norskehavet er en lignende forvaltningsplan under utarbeidelse, men om kystsonen her blir vernet for ny petroleumsvirksomhet er foreløpig ikke besluttet. Det står imidlertid

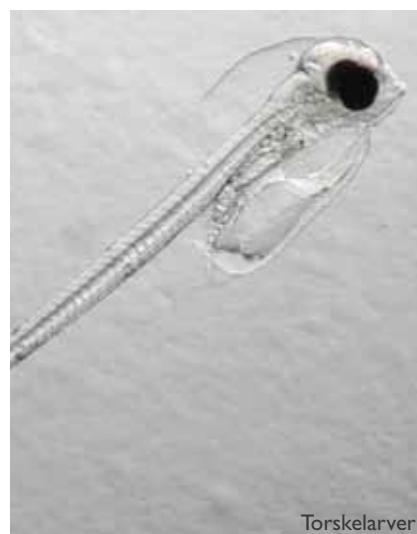
klart at også her ønsker næringen tilgang til attraktive arealer nært kysten, spesielt på Mørebankene.

Den norske kystsonen er svært produktiv og spiller en sentral rolle for økologien langs kysten og havområdene i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. Kystsonen er både i forvaltningsplanene for Lofoten–Barentshavet og Norskehavet utpekt som et særlig verdifullt område for dens økologiske verdi for alt fra plankton til sjøpattedyr. Mange biologiske komponenter i kystsonen er dessuten svært stedbundne eller helt immobile slik som tareskog og fuglefjell, og negativ miljøpåvirkning i slike områder har derfor en spesielt stor negativ effekt da taren eller fuglene ikke kan flytte seg bort.

En rekke fiskeslag trekker inn til kysten eller kystnære banker for å gyte. Fiskeegg

og -larver driver med kyststrømmen fra gytefeltene langs kysten, nordover og helt inn i Barentshavet. I tillegg er kystsonen et rikt habitat for lokale stammer av fisk og krepsdyr. Samlet representerer disse et enormt ressursgrunnlag som mat for toppredatorer som sjøpattedyr og sjøfugl, og som fangstbare ressurser for kystfiskeflåten. Vår langstrakte og varierte kyst er også viktig for rekreasjon både for lokalbefolkning og turister og gir grunnlaget for en rik reiselivsnæring. Kystsonen har derfor en svært stor og unik verdi ut fra biologiske så vel som samfunnsøkonomiske kriterier.

er det kun torskeeggene som ble gytt ved Henningsvær 5. mars som vil overleve til voksen alder. Hvis det da samtidig skjer et begrenset oljeutslipp ved Henningsvær 5. mars, kan det ramme alle de egg som skulle ha vokst opp til voksen alder. Dette er et ekstremt eksempel, men illustrerer at oljevirkosomhet i eller i nærheten av kystnære gytefelt i verste tilfelle kan få betydelige konsekvenser for de fiskebestandene som gyter der. Derfor har Havforskningsinstituttet frem til nå frarådet alle former for offshore petroleumsvirksomhet i slike kystnære og andre særlig verdifulle områder.



Kystnær oljevirkosomhet

Oljevirkosomhet kan påvirke miljøet gjennom seismiske undersøkelser, arealbeslag med påfølgende ødeleggelse av bunnhabitater, og gjennom regulære- og uhellsutslipp. Uhellsutslippene har det største potensialet for å ramme store områder og betydelige deler av den biologiske produksjonen. Spesielt er fiskeegg og -larver sårbare for oljeforurensning, og Havforskningsinstituttet er derfor spesielt bekymret for potensialet til en oljeinstallasjon å påvirke produksjonen og derved veksten til våre fiskebestander. Denne risikoen er vanskelig å kvantifisere fordi man ennå ikke kjenner de prosesser som styrer den naturlige overlevelsen fra egg til voksen fisk godt nok. De fleste fiskebestander gyter enorme mengder egg, og det er en forsvinnende liten andel som overlever til voksen alder. Man antar at overlevelse varierer fra sted til sted og gjennom gytesesongen, men man kjenner ikke disse prosessene så godt at de lar seg tallfeste. Satt på spissen kan man tenke seg at i ett år

Er da alle former for petroleumsvirksomhet utenkelige i kystsonen? Oljenæringen i land som Tyskland og Storbritannia har vist svært stor vilje til å sette i verk spesielle tiltak for å kunne operere kystnært i svært verdifulle områder. Dette innebærer blant annet å minimere det fysiske arealbeslaget, en forhøyet oljevernberedskap og utstrakt bruk av horisontal boring. På Wych Farm i Poole, Sør-England, har man boret over 10 km ut fra anlegg på land for å nå petroleumsressurser på sokkelen i havet utenfor. På denne måten reduseres utslippsrisikoen betraktelig, og konflikten med andre næringer og bunnpåvirkning og arealbeslag til havs fjernes helt. Denne typen tekniske løsninger som radikalt reduserer eller helt fjerner miljørisiko, må på plass for at petroleumsvirksomhet i kystnære verdifulle områder kan drives på en miljømessig forsvarlig måte. Frem til slike løsninger er på plass, også for leteboring, anbefaler Havforskningsinstituttet en streng føre-var-tilnærming til kystnær petroleumsvirksomhet.

The Petroleum Industry in the Coastal Zone

The petroleum industry in the Norwegian EEC has up to now operated far offshore, but in the last 10 years developments closer to shore and the coastal zone have been initiated. Norwegian petroleum resources are dwindling, and the industry is therefore keen on accessing coastal area, especially off Lofoten–Vesterålen and the Møre bank area. These areas and the coastal zone in general are particularly valuable areas both from an ecological and socioeconomic perspective. Fish egg and - larvae are the most vulnerable life-stages, and an oil spill has the potential of affecting a large portion of a year class. The Institute of Marine Research therefore advises against offshore petroleum developments in such valuable areas as the coastal zone.

Statens forurensningstilsyn (SFT) og Kystverket har fått utarbeidet en liste på 2100 skip med tonnasje over 100 brutto registertonn som har forlist langs norskekysten etter 1914. Noen av vrakene representerer en miljøtrussel. Mest kjent er kanskje den tyske ubåten "U-864" som ble senket ved Fedje i 1945, og som skal inneholde en kvikksølvlast på nærmere 70 tonn. Regjeringen har nå vedtatt tiltak for å kvitte seg med denne store kvikksølvkilden. Kostnaden for den norske stat blir på 1 milliard kroner. Artikkelen tar for seg miljøtrusselen skipsvrak langs norskekysten kan representere.

Jarle Klungsoyr

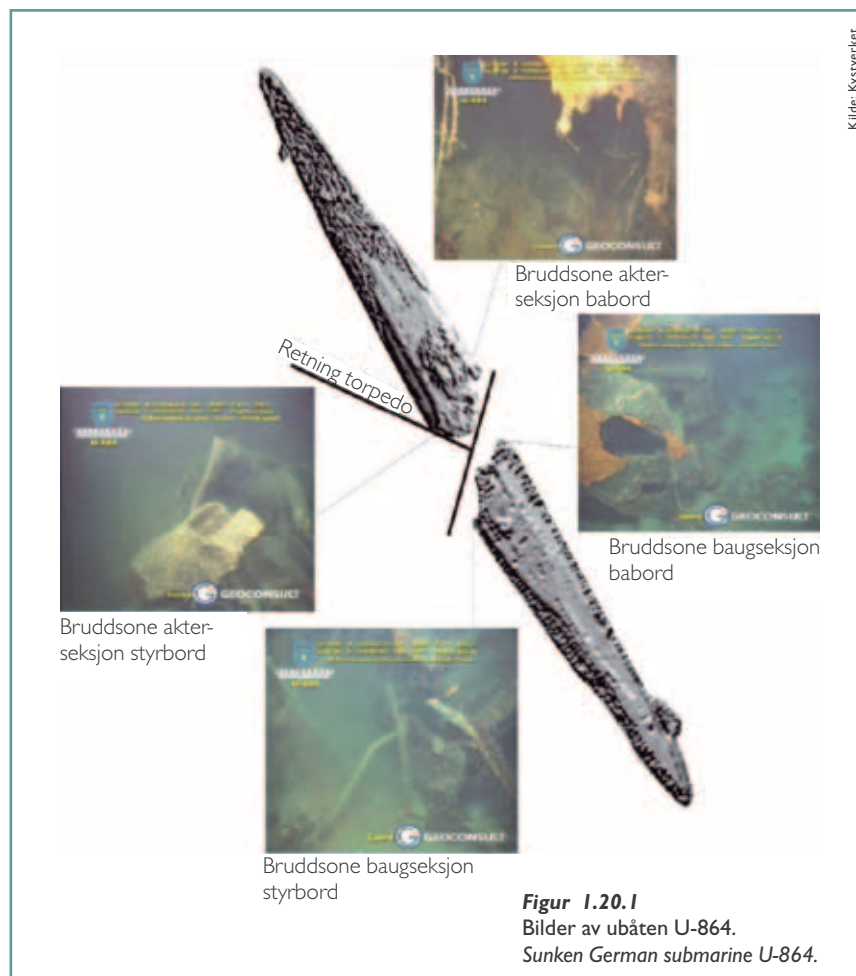
jarle.klungsoeyr@imr.no

"U-864" ble senket 9. februar 1945 like utenfor Fedje av en torpedo avfyrt fra den britiske ubåten "HMS Venturer". "U-864" var på vei til Japan med våpen og teknologi, blant annet flydeler til bruk i japanske kampfly, og anslagsvis 1857 flasker med kvikksølv til våpenproduksjon. Krigsspillet mellom ubåtene som jaktet på hverandre i undervannsposisjon utenfor Fedje må ha vært dramatisk og utgjør krigshistorie. Eksplosjonen fra torpedoen som traff "U-864" delte ubåten i to store deler (Figur 1.20.1). Alle 73 marinesoldatene som var om bord omkom. "U-864" blir liggende uoppløst på 150 m dyp ved Hellesøy fyr utenfor Fedje i 58 år.

Kvikksølv ved Fedje

I 2003 blir vraket av "U-864" lokalisert av kystvaktskipet "Tyr". Kystvakten har søkt etter ubåten etter at de fikk tips om at en savnet ubåt trolig ligger sunket i området nord for Bergen. Dette gjør at de første miljøundersøkelsene ved vraket igangsettes. Kystverket, som har hovedansvar for å håndtere vrak langs kysten, ber Havforskningsinstituttet om å delta på nytt tokt med "Tyr" høsten 2003 for å undersøke området ved vraket i mer detalj. En fjernstyrt undervannsfarkost (ROV) benyttes for å videofilme området og forsøke å få hentet opp flasker med kvikksølv. I tillegg ble det tatt sedimentprøver for å se om bunnen var forurenset av kvikksølv. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) analyserte sedimentprøvene og fant svært høye kvikksølvverdier i noen av prøvene. Først senere ble flasker som inneholdt kvikksølv funnet. Saken utløste stor medieoppmerksomhet og etter hvert et ras av nye undersøkelser og rapporter. Vraket kan nå betegnes som "best utredet i norsk historie".

Det foregår et kystfiske ved Fedje, og et selvfølgelig spørsmål var om fisk og skalldyr var blitt forurenset av kvikksølvet som



befant seg i ubåten. På oppdrag fra Kystverket har Havforskningsinstituttet og NIFES siden 2004 samlet inn og analysert prøver av fisk og skalldyr fra området ved ubåtvraket. De fleste kvikksølvverdiene har vist seg å være lave. Det er imidlertid funnet enkelte kvikksølvverdier som er vurdert til litt over normalnivået for fisk langs kysten. Mattilsynet har som en konsekvens gått ut og bedt gravide og ammende om ikke å spise fisk fangstet ved Fedje. Beregninger har vist at tre til fire kilo kvikksølv lekker ut årlig. Saken har utløst et sterkt krav fra lokalbefolkning og lokale politikere om at ubåten må fjernes.

Heving eller tildekking?

Kystverket har to ganger blitt bedt om å vurdere hvordan denne kvikksølvkilden kan fjernes. Begge gangene – både i 2006 og 2008 – har de anbefalt tildekking av vraket og et 30 mål stort bunnområde rundt som også er forurenset av kvikksølv. Kystverket anbefalte å ikke heve vraket. De konkluderte med at hevingen ville være for risikofylt på bakgrunn av "høy operasjonell risiko og høy risiko for ytterligere spredning av forurensning". Tildekking er regnet som en forholdsvis enkel operasjon sammenlignet med det som kreves ved heving.

Det endelige politiske vedtaket ble imidlertid at vraket skal heves og deretter forurenset bunn tildekkes, en operasjon til kostnad på 1 milliard kroner. Hevingsoperasjonen blir dermed den dyreste båtbergingsoperasjon noensinne. Kystverket har kontrakt med det nederlandske firmaet Mammoet for gjennomføring av selve operasjonen. Mammoet var også med på å få hevet den russiske ubåten "Kursk" i 2001 fra 108 m dyp i Barentshavet. Dette er den eneste operasjonen som i kompleksitet kan sammenlignes med hevingen av ubåten "U-864".

Selv om vraket av "U-864" nå blir hevet og et 30 mål stort område tildekkes, vil det i flere år framover være behov for overvåking av området for å være sikker på at det ikke lekker kvikksølv ut fra de tildekte sedimentene. Det positive ved heving er at noen usikkerhetsmomenter som er blitt framført fjernes: Hva om rustangrep medfører at skroget kollapser? Hva om torpedoene om bord skulle eksplodere? Risikoanalyser gjennomført av Det Norske Veritas viser at sannsynligheten for at slike hendelser skal skje er svært liten (usannsynlig). Lokalbefolkningen ved Fedje feirer nå vedtaket om heving og føler at de etter hevingen av vraket i 2010 kan leve i et tryggere miljø.

"Murmansk" ved Sørøya

Krysseren "Murmansk" kom inn i den sovjetiske Nordflåten i 1955. I 1989 ble krysseren tatt ut av tjeneste og lagt i opplag i Kolabukta. Alle våpen ble fjernet og båten tatt ut av marinen i 1992. I 1994 ble krysseren solgt til et indisk selskap som skrapjern. Under slep i sterk storm 24. desember 1994 grunnstøtte "Murmansk" ved Sørøya i Finnmark. Vraket har nå ligget strandet der i ca. 14 år (Figur 1.20.2). "Murmansk" og "U-864" er to helt forskjellige vrak, men de har som fellestrekk at lokalbefolkningen i begge tilfeller har følt stor usikkerhet og utrygghet om betydningen vrakene har for kvaliteten på miljøet og sjømaten som høstes.

En undersøkelse gjennomført i 1995 viste at mindre oljerester var igjen i "Murmansk" uten at dette ble vurdert å utgjøre vesentlig forurensningsfare. SFT anbefalte derfor å la vraket bli liggende uten ytterligere tiltak. Gjennom årene er det stadig kommet frem nye påstander om at "Murmansk" utgjør et stort forurensningsproblem med lekkasjer av olje, miljøgifter og radioaktiv forurensning. Som følge av dette har SFT og Kystverket gjennomført flere utredninger som alle har konkludert med at "Murmansk" ikke utgjør noe stort miljøproblem. Den siste miljøundersøkelsen ble gjennomført av Havforskningsinstituttet i 2008 på oppdrag fra Kystverket. Det ble

påvist mindre utslipp av enkelte forurensende stoffer fra vraket av "Murmansk", og en svak/moderat lokal forurensning av PCB, tributyltinn (TBT) og bly i sedimenter, samt litt forhøyede nivåer av oljekomponenter. Det samme ble funnet i blåskjell ved vraket. Det ble ikke funnet forurensning av arsen, kadmium, kvikksølv eller bromerte flammehemmere (BFH).

I 2004 ble det fremmet et forslag om hugging av "Murmansk" for å få vraket fjernet. Kostnaden ble beregnet til ca. 45 millioner kroner. Det ble vedtatt at tiltaket ikke skulle gjennomføres. Fjerning av vraket er på nytt kommet opp, og i 2008

nomrusting kunne føre til oljelekkasjer fra vrakene var en viktig del av utredningen.

Vrakene ble klassifisert etter risikoen de kunne medføre for utslipp av olje:
Ingen forurensningsrisiko: ca. 1700 vrak
Moderat forurensningsrisiko: ca. 350 vrak
Høy forurensningsrisiko: ca. 30 vrak

"Høyrisikovrak"

Lokaliseringen av vrakene som er vurdert å presentere høy forurensningsrisiko er vist i figur 1.20.3. Den tyske krysseren "Blücher" ble senket 9. april 1940 i Drøbaksundet. Vraket ligger på 90 meters dyp. Oljetømming av vraket ble gjennomført i



Figur 1.20.2
Bilde av krysseren Murmansk ved Sørvær.
The Murmansk wreck at Sørvær.

ga fiskeri- og kystminister Helga Pedersen melding om at regjeringen vil gå inn for at "Murmansk" hugges og at vraket fjernes. Et skjemmende landemerke ved Sørøya blir dermed tatt bort, og spekulasjonene omkring vraket vil stilne.

Totalt 2100 vrak

Kystverkets rapport "Status 2006 for tidligere undersøkte vrak med potensiell olje langs norskekysten – Anbefaling til tiltaksrekke for de nærmeste årene" gir en status for undersøkte vrak langs norskekysten. Nedtegnelser fra 1914 og frem til i dag gir en liste på ca. 2100 vrak på mer enn 100 tonn. Vrak som kan medføre høy forurensningsrisiko ble valgt ut for nærmere undersøkelser. Arbeidet omfattet nøyaktig lokalisering, målinger av platetykkelse og korrosjon, samt generell beskrivelse av vrakene og deres tilstand. Beregninger av gjenværende oljemengder og vurderinger av hvor lang tid det vil ta før gjen-

1994 og ca. 1000 tonn olje pumpet opp. Tørrlasteskipet "Nordvard" ble senket av britiske fly 29. desember 1944 i Mossesundet. Tankskipet "Holmengraa" ligger på 79 m dyp nord for Horten. Artilleriskoleskipet "Brummer" ble senket av britiske fly 15. april 1940. Vraket ligger på 85–120 meters dyp i nærheten av Tvistein fyr utenfor Nevlunghavn i Vestfold. Tørrlasteskipet "Knut Nelson" forliste i september 1944 og ligger på 50 meters dyp ved Jærens Rev. Den tyske ubåten "U-1053" skal ha sunket ved et uhell i fjorden utenfor Bergen i 1945. Vraket er ikke funnet. Minesveiperen "M-1" ble senket 12. januar 1945 i Byfjorden ved Bergen og ligger på ca. 340 meters dyp.

Tørrlasteskipet "Ferndale" ble senket av britiske fly i Krakhellesundet i Solund kommune 16. desember 1944. Tørrlasteskipet "Welheim" ble senket av norsk MTB 28. november 1944 og ligger på 30–65 meter



Figur 1.20.3

Kart med plassering av skipsvrakene som er omtalt. Location of wrecked ships.

dyp sør for Åskrova ved Florø i Sogn og Fjordane.

Det tyske ubåtmoderskip "Altair" ble truffet av torpedo fra fly i 1943 og sank på 25–30 meters dyp ved Ekneskjær i Hustadvika i Fræna kommune. Det britiske eskortefartøy "Bittern" ble senket på 152–165 meters dyp utenfor Fangneset nord av Selneslandet ved Namsos. Den tyske minesveiperen "M-101" kolliderte med annet fartøy og sank i området ved Marflesa fyr i Nord-Trøndelag i 1942. Vraket er ikke lokalisert. Minesveiperen "MRS-25" gikk på en mine og forliste i 1945. Vraket ligger på 42 meters dyp utenfor Balstad i Lofoten. Tankskipet "Boardale" grunnstøtte og sank 30. april 1940 på 67 meters dyp i Åsanfjord i Bø i Vesterålen.

Totalt ligger det i dag ni krigsvrak i området Narvik–Ofotfjorden–Rombaksfjorden som følge av kamphandlingene som skjedde ved Narvik i 1940. Tørrlasteskipene "Neuenfels" og "Strässa" ligger i havne-

bassenget ved Narvik og den tyske jageren "Erich Giese" ligger utenfor innløpet til Narvik havn. Jageren "Georg Thiele" ligger på grunt vann helt oppe i strandkanten i Rombaksbotn. I Rombaksbotn ligger også jagerne "Wolfgang Zenker" på 5–15 meters dyp, "Bernd von Arnim" på 2–24 meters dyp og "Hans Lüdemann", som ble senket av mannskapet, ligger på ca. 6 meter dyp utenfor Rombaksbotn. Den polske destroyeren "Grom" ble senket nord for Narvik ved innløpet til Rombaksfjorden. Jageren "Hermann Künne" ble strandsatt i Trollviken i Herjangsfjorden ved Narvik av egen besetning 13. april 1940. Den britiske destroyeren "HMS Hunter" ble senket under kamp med den tyske jageren "Georg Thiele" 10. april 1940 i Ofotfjorden ved Narvik. Vraket av "Hunter" er enda ikke blitt lokalisert.

I Finnmark ligger forsyningsskipet S.S. "Südmeer" på ca. 300 meters dyp nordøst for Sværholtklubben mellom Porsangerfjord og Laksefjord. Den tyske

ubåtjageren "UJ-1210" ligger på 10 meters dyp, ca. 50 meter fra land vest for Ekkerøy i Varangerfjorden. Tankskipet "Eurostadt" sank på 66 meters dyp i Kongsfjorden utenfor Naalneset. Tørrlasteskipet "Colmar" ble torpedert og senket av russisk MTB 19. august 1944 på 182 meters dyp ved innløpet til Varangerfjorden litt sør for Vardø. Også mineryddingsskipet "MRS-26" forliste i 1944. Vraket ligger på 10–15 meters dyp innerst i Hopsfjorden i Finnmark.

Hva skjer videre?

Kystverket har anbefalt at vrakene av "Nordvard", "Welheim", "Boardale", "Erich Giese" og "Neuenfels" tømmes for olje. Drypplekkasjer av olje fra de mange krigsvrakene langs kysten vil sannsynligvis kunne øke i årene fremover når korrosjon og rustangrep er kommet så langt at det oppstår hull i metallplater og drivstoff-tanker. Lekkasje vil i de fleste tilfeller komme som små utslipp av olje fordelt over lang tid. Dette vil kunne tilgrise områdene der vrakene ligger og dermed medføre negativ virkning på miljøet, i verste tilfelle også direkte miljøskade. En del av vrakene inneholder også til dels store mengder ammunisjon. Sannsynligheten for at denne skal kunne eksplodere er imidlertid vurdert som svært liten. Kystverket planlegger å iverksette et nytt prosjekt med sikte på å få en oversikt over hvilken annen miljøfarlig last som kan finnes i krigsvrakene. Litt av bakgrunnen for dette er funnet av kvikksølv i ubåten "U-864". Hensikten er å skaffe en oversikt som gjør det mulig å vurdere behov for tiltak for å fjerne uønskete kilder til forurensning av naturmiljøet.

Do Wrecks Represent an Environmental Threat?

The Norwegian State Pollution Control Authority and the Norwegian Coastal Administration has prepared a list of ships of size more than 100 tonnes that have wrecked along the Norwegian coast since 1914. Some of the wrecks may represent an environmental threat. A well known example is the German submarine "U-864" that was sunk outside Fedje in 1945, containing approximately 70 ton of mercury cargo. The Norwegian Government has decided to remove this point source of mercury, at a cost of 1 billion NOK. This article take a closer look at the environmental threat wrecks along the Norwegian coast may represent.

Et eksempel på samspill mellom anvendt forskning og grunnforskning

Havforskningsinstituttet har i over et tiår hatt et fruktbart samarbeid med Senter for økologisk og evolusjonær syntese (CEES) ved Biologisk institutt, Universitetet i Oslo. Siden 1996 har forskere ved de to institusjonene samarbeidet om en rekke felles prosjekter, noe som har resultert i mer enn 40 vitenskapelige artikler, samt flere bøker og populærvitenskapelige artikler. Suksessen til forskningssamarbeidet illustrerer nytten ved utveksling av kunnskap, metoder og data mellom forskere som har forskjellig faglig bakgrunn og som har erfaringer fra ulike biologiske systemer.

Dag Ø. Hjermann

d.o.hjermann@bio.uio.no

Per Erik Jorde

p.e.jorde@bio.uio.no

Esben Moland Olsen

esben.moland.olsen@imr.no

Sigurd Espeland

s.h.espeland@imr.no

Halvor Knutsen

halvor.knutsen@imr.no

Anne Maria Eikeset

a.m.eikeset@bio.uio.no

Leif Christian Stige

l.c.stige@bio.uio.no

Geir Ottersen

geir.ottersen@imr.no

Nils Chr. Stenseth

n.c.stenseth@bio.uio.no

Senter for økologisk og evolusjonær syntese, forkortet CEES, ble først dannet i 2003, men samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet og forskerne ved CEES begynte lenge før dette. Samarbeidet hadde først fokus på analyse av de lange tidsseriene på antall fisk langs Skagerrakkysten innsamlet ved strandnot av Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen ved Arendal. I dag spenner samarbeidet videre både geografisk og faglig, og involverer forskere fra en rekke faggrupper og programmer ved instituttet.

Analysen av tidsseriedata

På starten av 1990-tallet arbeidet forskningsgruppen ved CEES kun med biologi på landjorda, og var spesielt kjent for sitt arbeid på smågnagere (leмен, fjellrotter etc.). Forskningen fokuserte på å analysere tidsserier for å finne de bakenforliggende mekanismene som styrer populasjonsdynamikken. Spesielt de karakteristiske bestandsvingningene hos leмен, såkalte lemenår, ble gjenstand for grundige analyser for å avklare om de er forårsaket av

predasjon, konkurranse mellom smågnagere, eller begge deler. I løpet av dette arbeidet ble bedre og mer avanserte statistiske metoder for analyser av tidsseriedata utviklet. Slike metoder kan også anvendes på andre tidsserier, og man så snart muligheten til å bruke dem på de omfangsrike tidsseriene som Havforskningsinstituttet har opparbeidet gjennom mange år. Spesielt de årlige strandnottrekkene som er blitt utført av Forskningsstasjonen Flødevigen langs Skagerrakkysten helt fra 1919 og fram til våre dager (Figur 1.21.1), representerer en unik mulighet til å lære mer om bestandsvariasjoner i tid og rom i naturlige populasjoner. Gjennom en serie publikasjoner framkom ny viten om bestandsvariasjonene i kystbestander hos særlig torsk (Figur 1.21.2), og også lyr og hvitting.

I tillegg ble det også arbeidet med fiske-samfunnene, dvs. variasjon i antall arter og forholdet mellom antall individer av hver art. Denne forskningen avdekket et mønster der man fant stor forskjell mellom stasjonene i det åpne Skagerrak, men med en tendens til nedgang i antall arter gjennom det meste av perioden, etterfulgt

av en stigning igjen på 1990-tallet. For Oslofjord-området var det ikke noe tegn til en slik økning i antall arter. Prosesser som kan ligge bak slike mønstre er både eutrofiering, forurensning fra industri og klimaendringer.

Algeoppblomstring 1988

En bredere sammensatt forskergruppe fra bl.a. Flødevigen og Biologisk institutt så også nærmere på økologiske effekter av den giftige oppblomstringen av algen *Chrysochromulina polylepis* en hadde langs Norges skagerrakkyst i 1988, spesielt for torsken, som hadde svært høy dødelighet fra juni til november 1988, og som resulterte i at denne årsklassen ble veldig svak. Videre konstaterte man at mens samfunnene av kystfisk og bunnlevende organismer ble sterkt påvirket på kort sikt, hadde de fleste arter overraskende nok tatt seg opp igjen i løpet av få måneder, og etter ett år var det vanskelig å finne noen spor etter den kraftige algeoppblomstringen.

Molekylærgenetisk laboratorium

En ny vinkling på samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet og CEES tok

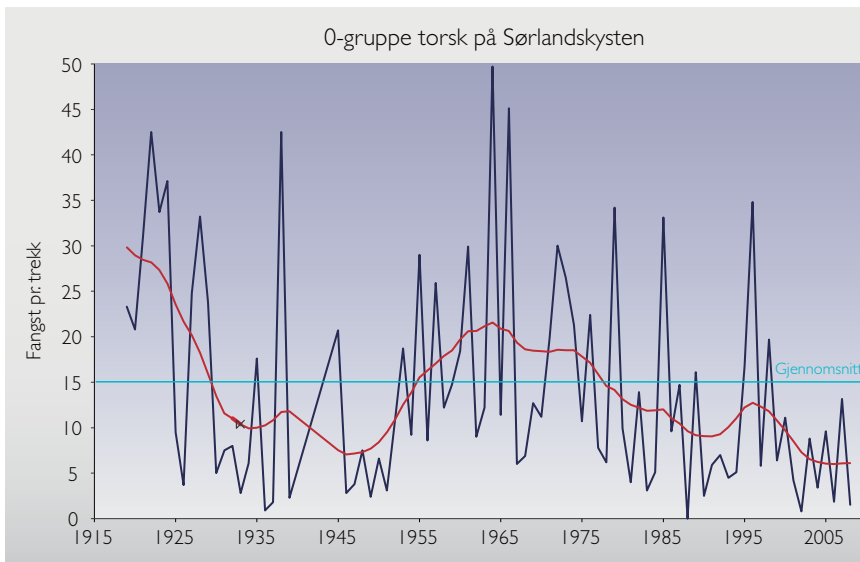
Figur 1.21.1

Trekk med strandnot. I regi av Havforskningsinstituttet, Flødevigen, er slike trekk blitt gjort regelmessig langs kysten av Skagerrak med identisk metodikk siden 1919. Analyse av data fra disse strandnottrekkene var starten på samarbeidet mellom CEES og Havforskningsinstituttet.

Foto: Havforskningsinstituttet

Beach-seine hauls. Such hauls have been carried out regularly along the Skagerrak coast, using identical procedures since the 1919, by the Institute of Marine Research, Flødevigen. Analysis of data from these beach-seine hauls initiated the collaboration between CEES and IMR.





Figur 1.21.2

En av dataseriene fra strandnottrekke-
ne, mengde av 0-gruppetorsk. Dataene
viser store variasjoner fra år til år, men
også trender på lengre tidsskala –
spesielt en nedadgående trend siden
midten av 1960-tallet.

*A time series of 0-group cod abundance
data from the beach-seine hauls. The data
indicate large annual variations and long-
time trends – in particular a downward
trend since the mid-1960s.*

form i løpet av 2000 da et større strategisk instituttprogram (SIP) la grunnlag for å bygge opp et molekylærgenetisk laboratorium på Forskningsstasjonen Flødevigen (Figur 1.21.4). Formålet var å koble nye genetiske data mot den lange strandnottidsserien for å forstå mekanismene bak årsklassevariasjonene hos kysttorsk. De første resultatene viste relativt små, men allikevel statistisk holdbare genetiske forskjeller mellom voksen torsk fra ulike fjorder og områder langs Skagerrakkysten. Dette var ny og verdifull informasjon som ga holdepunkt for å gruppere strandnottidsseriene inn på fjordnivå under de statistiske analysene av dette materialet.

I genetikklaboratoriet oppdaget man, ganske tilfeldig, at juvenil kysttorsk (0-gruppe) ikke alltid viser nærmest slektskap med den lokale kystpopulasjonen, men isteden ofte viser større genetisk likhet med torsk fra Nordsjøen. Denne oppdagelsen ansporet til nye prosjekter, som også inkluderte oseanografisk modellering av strømforholdene i Nordsjøen og Skagerrak for å kvantifisere mulig larvedrift fra gytefeltene i Nordsjøen inn til kysten av Skagerrak. Ved å koble genetiske data på populasjonstilhørighet med modellerte havstrømmer og tidsserier på tetthet av gytetorsk i Nordsjøen (IBTS-data) og strandnotttrekkene, fant forskningsgruppa en signifikant effekt av larvedrift på forekomst av ung torsk langs Skagerrakkysten. Dette funnet illustrerer hvordan et i utgangspunktet rent grunnforskningsorientert prosjekt har gitt resultater som vil kunne få stor praktisk betydning for framtidig forvaltning av «kysttorken». Funnene har videre ført til nye forskningsprosjekter for å lære mer om lokale kystpopulasjoner og deres forhold til oseaniske bestander i havområdene utenfor. En rekke publikasjoner har kommet ut fra dette samarbeidet. Fra 2004 har genetikkmiljøet ved

Flødevigen utvidet forskningsprosjektene til også å omfatte dypvannsfisk.

Dokumentasjonen på at det fantes lokale stammer og at disse hadde tilknytning til nordsjøfiske førte til at problemstillinger rundt vandring, overlevelse og lokal gyting ble svært aktuelle. Tradisjonelle merkeforsøk har vært gjort i Flødevigen med jevne mellomrom siden 1905. I 2005 ble et stort nytt merkeforsøk igangsatt som et samarbeid mellom CEES og Flødevigen for å studere overlevelse og vandring. Ved disse merkeforsøkene er man avhengig av at torsk som fiskes blir rapportert inn til Havforskningsinstituttet. Merkeforsøkene har blitt supplert med mer avanserte akustiske forsøk der fisken utstyres med merker som sender ut lydsignaler med jevne mellomrom, som mottas av posisjoneringsbøyer i overflaten. Disse forsøkene gav mulighet for masteroppgaver for flere studenter fra CEES (Figur 1.21.5). En undersøkelse av de lokale gyteområdene førte til en dypere forståelse av dynamikken på de lokale gytefeltene (Figur 1.21.6). Dette skapte igjen den teoretiske basisen for den kartleggingen av gyteområder som Havforskningsinstituttet gjennomfører i Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold.

Flerbestandsdynamikk

Samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet og CEES ble fra 1998 utvidet til å omfatte også Barentshavet. Fokus var i første omgang effekter av klima på rekruttering hos fiskebestandene i Barentshavet, spesielt nordøstarktisk torsk (skrei), og artikler om klimaeffekter på fisk ble publisert. Perspektivet i Barentshavsarbeidet ble dreiet mer mot flerbestandsdynamikk, altså hvordan artene påvirker hverandre – og hvordan dette samspillet påvirkes av at klima endrer seg. For eksempel har man sett på hvordan torsk, lodde og sild påvir-

kes både av klimavariasjoner og fiske, og hvordan dette påvirker dynamikken innen og mellom artene. Ettersom høy temperatur i gyteåret later til å være en forutsetning for god rekruttering, påvirkes lodda indirekte av klima ettersom den blir spist av både ungsild og torsk. Denne negative effekten på lodda har igjen en negativ effekt på torken, som i økende grad blir kannibalistisk når det er lite lodde. Det ser imidlertid ut til at torken har blitt mer og mer avhengig av høye havtemperaturer de siste 50 år, en utvikling som kanskje kan ha sammenheng med foryngelsen av gytebestanden. På 1950-tallet besto skreien gytebestand mest av 10–14-årig fisk, nå består den mest av 6–8-årig fisk. Yngre fisk gyter færre egg over et kortere tidsrom, og eggene deres har mindre variasjon

Figur 1.21.3

Mali ved CEES, på tokt i Norskehavet med "G.O. Sars". Hun skriver hovedfagsoppgave på bestandsvariasjonene i kolmule, og er en av flere studenter som har veiledere fra både CEES og Havforskningsinstituttet.

Mali on a survey to the Norwegian Sea with RV "G.O. Sars". She writes her Master thesis on abundance fluctuations in blue whiting, and is one of several students that are supervised jointly from CEES and IMR.





Foto: Øystein Paulsen

Figur 1.21.4

Havforskningsinstituttets molekylærgenetiske lab i Flødevigen. Genetisk analyse av torsk har gitt oss ny kunnskap om torsken langs Skagerrakkysten.

IMR's molecular genetic lab at Flødevigen. Genetic analysis of cod have led to new knowledge on coastal cod along the Skagerrak.

Figur 1.21.5

Feltarbeid (merking-gjenfangst av torsk) sammen med en lokal ålefisker fra Risør.

Field work (catch-mark-recapture) with a local eel fisher from Risør.



Foto: Øystein Paulsen



Foto: Halvor Knutsen

i egenvekt og har derfor mindre spredning i vannsøylen. I arbeidene på rekruttering hos lodde og loddas effekt på torsken har CEES-forskere samarbeidet med Havforskningsinstituttet, som har uvurderlig kunnskap om biologi og forvaltning av torsk og lodde. Dette samarbeidet gir også muligheter for spennende oppgaver for studenter ved CEES, både i form av medveiledning, datatilgang og medvirkning på tokt og feltarbeid (Figur 1.21.3).

Et viktig spørsmål er hva som er årsakene til den yngre sammensetningen av gytefisken i Barentshavet. En mekanisme som helt sikkert spiller inn er at med høyere fisketrykk har det blitt mindre konkurranse om ressurser blant torsken, noe som har ført til at den nå vokser raskere og modner tidligere. Dette er en mekanisme det antas at er relativt raskt reversibel, det vil si, at hvis man stopper fisket vil det igjen bli mer konkurranse om ressursene, og torsken vil dermed modne ved større størrelse og eldre alder. En annen om mer

kontroversiell mekanisme er hvorvidt det høye fisketrykket på umoden fisk (dvs. fiske i Barentshavet) kan endre den genetiske sammensetningen av fiskebestanden. Denne endringen drives av evolusjonære prosesser der den best tilpassningsdyktige er den som overlever og får flest og best avkom ved at den tilpasser seg det nye miljøet (her: fisketrykket). Dette kalles fiskeriindusert evolusjon. Dette er en endring som tar lenger tid, men er også mindre reversibel om fisket opphører. Forskere ved Havforskningsinstituttet og CEES har med utgangspunkt i opphold ved IASA (International Institute for Applied Systems Analysis i Østerrike) etablert et samarbeid om forskning på fiskeriindusert evolusjon hos skrei.

Til sist skal det nevnes at CEES og Havforskningsinstituttet også samarbeider gjennom en av de store satsingene i norsk genetisk forskning, nemlig kartlegging av torskens genom (torskens samlede arvestoff).

Figur 1.21.6

Håvtrekk i Tvedestrandsfjorden for å kartlegge forekomsten av torskeegg.

Plankton sampling in the Tvedestrandfjord to estimate cod egg abundance.

Collaboration CEES-IMR

The Institute of Marine Research has over a decade had a fruitful collaboration with Centre for Ecological and Evolutionary Synthesis (CEES) at the Department of Biology, University of Oslo. Since 1996 researchers from both institutions have worked together in a series of common projects, which has resulted in more than 40 scientific papers, several books and papers in popular science. The success from this research collaboration illustrates the benefit of exchanging knowledge, methods and data between researchers with different scientific background and experiences from different biological systems.



Kapittel 2

Kystressurser

2.1

Kystsel

Kjell Tormod Nilssen

kjelltn@imr.no

Arne Bjørge

arne.bjorge@imr.no

Status og råd

Havert og steinkobbe betegnes som kystsel og lever året rundt i kolonier spredt langs norskekysten. Begge artene beskattes i kvoteregulert jakt. Forvaltningen er basert på landsdekkende tellinger av bestandene hvert femte år.

Under landsdekkende tellinger av steinkobbe i 2003–2006, ble det registrert ca. 6700 dyr (Figur 2.1.1). Dette tyder på en årlig reduksjon i bestanden på om lag 1,5 % sammenlignet med 7500 registrerte dyr i 1996–1999. Nedgangen er sannsynlig fordi den samlede beskatningen overskrider likevektsbeskatningen, og den medførte at steinkobbe ble listet som sårbar på Norsk rødliste 2006. Sårbar er en kategori som indikerer at det er 10 % sannsynlighet for at arten forsvinner fra norske områder innen 100 år dersom nåværende beskatningsgrad vedvarer (Tabell 2.1.1). I tillegg til steinkobbene langs Norges fastlandskyst finner vi verdens nordligste bestand av steinkobbe ved Prins Karls Forland på Svalbard. Denne isolerte bestanden er fredet og er anslått til å utgjøre i overkant av 1000 individer.

Steinkobbene er relativt stasjonære og forvaltes derfor fylkesvis. De lever i grupper fra noen titalls dyr til større kolonier på noen hundre individer. Den største tettheten av steinkobbe finnes i Sør-Trøndelag og Nordland. Merkeforsøk har vist gjennomsnittlige utbredelsesområder på omkring 70 km for steinkobbe, noe som indikerer at det kan finnes mange lokale bestander langs kysten. Dette støttes også av foreløpige resultater fra DNA-analyser, som blant annet viser en tydelig differensiering mellom steinkobbe i Porsangerfjorden og tilgrensende områder i Vest-Finnmark. Økt kunnskap om steinkobbens genetiske inndeling kan i framtida føre til endring av forvaltningsområdene for arten.

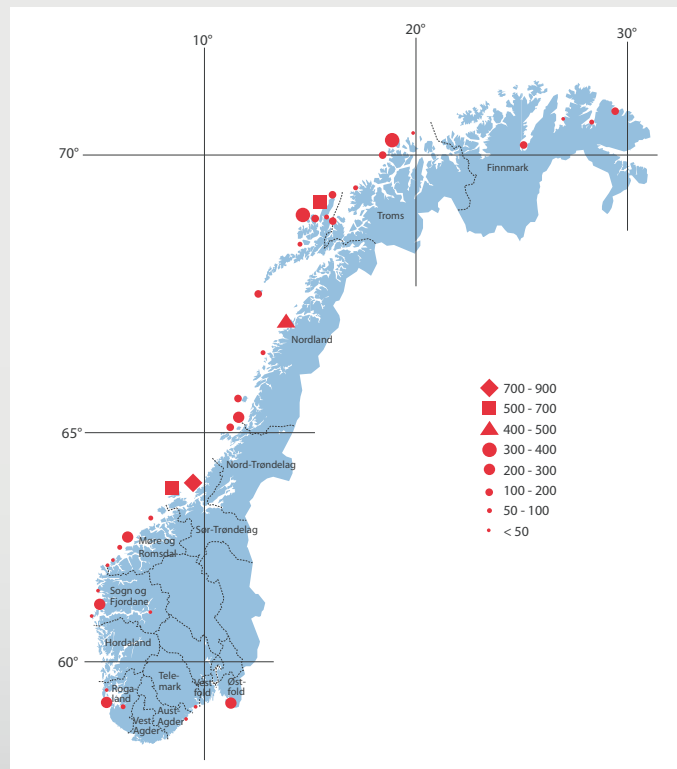
Steinkobbe kartlegges ved flyfotografering og visuelle tellinger i hårfellingstiden, som er den perioden arten tilbringer mest tid på land. Alle kjente lokaliteter undersøkes, og tellingene gjennomføres på dagtid og ved full fjære, fortrinnsvis under gode



Foto: Arne Bjørge

værforhold siden det da er flest dyr på land. Etter å ha korrigert for sel som var i sjøen, ved bruk av omregningsfaktor fra svenske undersøkelser, ble den totale bestanden av steinkobbe i Norge i 1999 anslått til å være ca. 10 000 individer, basert på

7500 observerte dyr. Slike korreksjoner er foreløpig ikke sikre nok til å brukes i rådgivning for forvaltning av arten, og inntil videre benyttes antall observerte dyr som et minimumsestimat for å vurdere status av steinkobbebestanden.



Figur 2.1.1

Forekomst og antall observerte steinkobber langs norskekysten under tellinger i 2003–2006. Abundance of harbour seals as observed in surveys along the Norwegian coast in 2003–2006.

Bestanden av havert ble i 2001–2003 beregnet til å være 4600–5500 ett år gamle eller eldre dyr, basert på en registrert årlig produksjon av nesten 1200 unger (Figur 2.1.2). Foreløpige resultater fra nye landsdekkende undersøkelser i 2006–2008 tyder på at det nå fødes i overkant av 1200 unger på landsbasis. Det ble observert en liten økning i antall havert fra Lofoten og nordover. I resten av Nordland og Nord-Trøndelag ser det ut til at bestanden er stabil, mens de foreløpige resultatene kan tyde på en reduksjon av bestanden i Sør-Trøndelag. På øygruppen Kjør i Rogaland finnes det en liten bestand på rundt 200 havert, som muligens er i svak vekst.

Havert blir forvaltet regionalt innenfor områdene Lista–Stad, Stad–Lofoten og Vesterålen–Varanger. DNA-undersøkelser viser klar genetisk forskjell mellom de tre nåværende forvaltningsområdene.

Havertenes årlige ungeproduksjon finnes ved å telle og merke unger i alle kastekoloniene langs norskekysten (Figur 2.1.2). I tillegg blir det i noen områder også benyttet flyfotografering. Basert på tallene for ungeproduksjon, informasjon om alder ved kjønnsmodning og hvor stor andel av hoene i de forskjellige årsklassene som er gravide, kan bestanden beregnes.

Når det foreligger tidsserier for bestandsestimater, oppgaver over fangst og bifangst av steinkobbe og havert, vil det bli utviklet bestandsmodeller som kan gi bedre prognoser for bestandsutviklingen. Slike modeller kan brukes til å beregne fangstkvoter, og til å vurdere hvordan forskjellige fangstnivåer (både fangst og bifangst) vil påvirke bestandenes utvikling. I mangel på gode bestandsmodeller anbefaler Havforskningsinstituttet at jaktkvotene for begge artene begrenses til 5 % av bestandsanslagene. Dette nivået er tilnærmet likevektsbeskatningen og tar hensyn til at det er en betydelig bifangst av kystsel i fiskeriene. For å regulere bestandene ytterligere i områder med konflikter mellom sel og fiskerier, har instituttet tilrådd muligheten for inntil 30 % økning av den anbefalte kvoten. Dokumenterte konflikter for fiskerier som følge av kystselens tilstedeværelse mangler imidlertid langs norskekysten.

Fangst og bifangst av steinkobbe og havert

I 1973 ble det innført totalfredning av kystsel fra svenskegrensen til og med Sogn og Fjordane, og fredning fra 1. mai til 30. november fra Møre og Romsdal til Finnmark som følge av sterk beskatning og fare for utryddelse av kystsel i noen områder. I 1996 ble "Forskrift for forvaltning av



Foto: Michael Pottermann



Foto: Rob Barnett

Havert

Halichoerus grypus

Familie: Phocidae

Størrelse: Hanner: 2,3 m lange og over 300 kg. Hunner: opptil 1,9 m og 190 kg

Alder ved kjønnsmodning: 5–7 år

Parringstid og ungekasting (fødsel): September–desember

Hårfeiling: Februar–april

Levealder: Ca. 35 år

Leveområde: På begge sider av Nord-Atlanteren, i Europa fra Bretagne i sør til Kola i nord, inkludert Østersjøen. Langs norskekysten, fra Rogaland til Finnmark, finnes den vanligvis på de ytterste og mest værharde holmer og skjær.

Føde: Fisk, særlig steinbit, torsk, sei og hyse.

Særtrekk: Hestelignende hode og lang snute. Flokkdyr som danner kolonier.

Annet: Er hovedvert for parasitten torskveis. Kan skape problemer for fiskere og fiskeoppdrettere ved at den kan spesialisere seg på å hente mat i garn, line og merder.

Antall: 4800–5600 (ett år eller eldre dyr)

Total ungeproduksjon: 1200

Kvoteråd: 5 % av bestandsanslagene, med mulighet for inntil 30 % økning av den anbefalte kvoten i områder hvor tettheten av kystsel er størst og hvor det kan være konflikter mellom sel og fiskerier.

Steinkobbe

Phoca vitulina

Familie: Phocidae

Størrelse: Hanner: over 150 cm lange og 100 kg, hunnene opptil 150 cm og 80 kg

Alder ved kjønnsmodning: Ca. 4 år

Parringstid og ungekasting (fødsel): Juni–juli

Hårfeiling: August–september

Levealder: Ca. 35 år

Leveområde: Det nordlige Stillehavet og Atlanterhavet, med kolonier langs norskekysten, den nordlige kysten av Kola og Forlandet på Svalbard. Arten oppholder seg helst på litt beskyttede lokaliteter i skjærgården (skjær og sandbanker som tørrlegges ved fjære sjø). Den er et utpreget flokkdyr.

Føde: Fisk, særlig sei, øyepål og sild. Enkeltdivider kan lære seg å hente mat i oppdrettsanlegg og svømmer opp i lakseelver.

Annet: Sprer torskveis

Antall: Minimum 6700

Kvoteråd: 5 % av bestandsanslagene, med mulighet for inntil 30 % økning av den anbefalte kvoten i områder hvor tettheten av kystsel er størst og hvor det kan være konflikter mellom sel og fiskerier.

sel på norskekysten” som skal sikre livskraftige selbestander langs kysten innført. Sel beskattes som en fornybar ressurs, og bestandene reguleres ut fra økologiske og samfunnsmessige hensyn. I 1997 ble det innført kvoter for fangst av kystsel.

I perioden 1997–2002 var det rimelig samsvare mellom anbefalte og fastsatte kvoter (Tabell 2.1.1), men i 2003 økte Fiskeri- og kystdepartementet kvotene betydelig i forhold til tidligere. I tillegg ble det innført kompensasjon for fangst av havert langs hele utbredelsesområdet og for steinkobbe i Troms og Finnmark, og senere sør til Møre og Romsdal. Dette har ført til en økning i fangsten av begge artene. Den rapporterte fangsten er likevel noenlunde innenfor nivåene for Havforskningsinstituttets anbefalte kvoter, med unntak av steinkobbe fanget i 2006–2008 (Tabell 2.1.1).

Selene kan lett sette seg fast og drukne i fiskeredskap, særlig i bunn garn etter torskefisk og breiflabb. Fra 2006 har Havforskningsinstituttet registrert antall havert og steinkobbe som har druknet i slike bunn garn med hjelp av data fra instituttets kystreferanseflåte. Foreløpige analyser tyder på at det årlig drukner 300–500 steinkobber og 100–200 havert i garn langs kysten.

Kystselenes matkonsum

Det er behov for økt kunnskap om konflikter mellom kystsel og fiskerier, herunder kystselenes rolle i økosystemene langs kysten. Økologiske undersøkelser er en



Foto: Arne Bjørge

Tabell 2.1.1

Kvoter og fangst av steinkobbe og havert langs norskekysten, 1997–2008.

Kvotene anbefales av Havforskningsinstituttet og fastsettes av Fiskeridirektøren.

Quotas and catches of harbour and grey seals along the Norwegian coast, 1997–2008.

The Directorate of Fisheries sets the quotas after recommendation by the Institute of Marine Research.

	Steinkobbe (<i>Harbour seal</i>)			Havert (<i>Grey seal</i>)		
	Anbefalt kvote <i>Recommended quota</i>	Gitt kvote <i>Set quota</i>	Fangst <i>Catch</i>	Anbefalt kvote <i>Recommended quota</i>	Gitt kvote <i>Set quota</i>	Fangst <i>Catch</i>
1997	230	230	60	260	260	36
1998	242	242	83	267	319	34
1999	288	370	308	268	373	130
2000	380	438	359	625	625	176
2001	473	508	466	285	625	105
2002	504	508	412	285	355	110
2003	511	949	457	355	1186	353
2004	511	949	549	368	1186	302
2005	550	989	614	400	1216	379
2006	305	750	660	400	1536	329
2007	350	860	905	360	1186	456
2008	350	860	900	410	1040	458*

* Fangst registrert per 22. oktober 2008. Catches recorded by 22 October 2008.



Figur 2.1.2

Kasteområder for havert langs norskekysten, med årlig antall fødte unger (basert på tellinger i 2001–2003) indikert.

Grey seal breeding sites in Norwegian waters. Indicated numbers of pups in each site, as observed in surveys in 2001–2003.



Foto: Kjell Arne Egeheim

forutsetning for økosystembasert forvaltning. En pilotundersøkelse av steinkobbenes habitatbruk ble nylig gjennomført i Vesterålen, hvor fem steinkobber ble utstyrt med sendere som registrerte posisjoner og dykkeatferd i en periode på 4–6 måneder. Data fra senderne ble sendt via mobilnettet til en PC som behandlet og gjorde data tilgjengelig for brukeren på Internett. Det ble også samlet data for steinkobbenes diett, og det ble gjennom-

ført ressurskartlegging med bruk av forskningsfartøy. Steinkobbene oppholdt seg på grunt vann relativt nært land, hvor de spiste små fisk (10–20 cm) som sei, hyse, torsk og sild. Selene oppsøkte i liten grad dypere områder hvor det var store mengder fisk tilgjengelig.

Havforskningsinstituttet har nylig gjort beregninger av steinkobbe og havertenes totale matkonsum langs norskekys-

ten, basert på diettdata innsamlet fra flere områder langs kysten, samt bioenergetisk modellering av selenes matbehov. Resultatene viser at steinkobbe (bestand på 10 000 dyr) totalt spiser ca. 13 000 tonn fisk og havert ca. 14 000 tonn årlig. Konsumet av torsk ble beregnet til henholdsvis rundt 300 tonn for steinkobbe og 4 000 tonn for havert. Turist- og fritidsfisket av torsk er til sammenligning anslått til rundt 10 000 tonn.



Foto: Kjell Arne Egeheim

Coastal Seals in Norway

Coastal seals (grey and harbour seals) are exploited along most of the Norwegian coast by local hunters. Combined aerial photographic surveys and visual countings indicated a minimum stock size in Norway of about 7500 harbour seals and 4400 grey seals in 1996–1999. In 2003–2006 this counting resulted in a minimum stock size of about 6700 harbour seals in Norwegian waters.

Ship based investigations resulted in a total estimate of 4600–5500 one year and older (1+) grey seals based on an annual production of about 1200 pups in

2001–2003. New grey seal pup production surveys were conducted in 2006–2008 and preliminary results showed a total pup production at the same level as in 2001–2003. It was observed an increase in the numbers of grey seals pups north of the Lofoten area, and a possible reduction in pup production in Sør-Trøndelag county.

Recommended regional quotas are usually set at approximately 5 % of the available abundance estimates. However, the Directorate of Fisheries decided to increase the quotas for 2003 to about 13 and 25 % of the abundance estimates for harbour and

grey seals, respectively. These quota levels were prolonged for the period 2004–2007, but were reduced to 15 % of the estimated grey seal numbers in 2008. The increased quotas and bounty paid for grey seals in all areas, and for harbour seals in the area from Finnmark county to Møre og Romsdal county, resulted in increased catches. The catches were, however, approximately within the levels of the recommended quotas given by the Institute of Marine Research, except for the harbour seal catches which increased significantly in the period 2006–2008 (see Table 2.1.1).



Foto: Øystein Paulsen

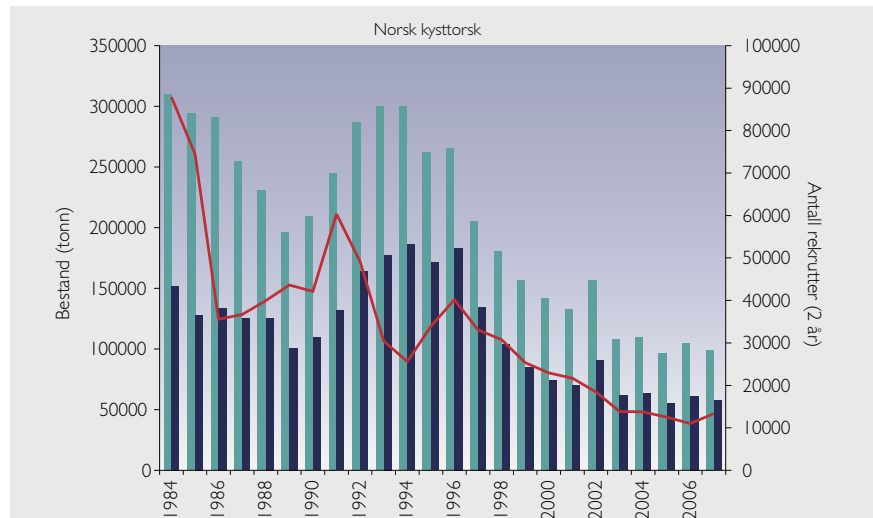
Erik Berg

erik.berg@imr.no

Status og råd

Bestanden av norsk kysttorsk avtok kontinuerlig fra 1994 til 2003, og har siden vært på om lag samme lave nivå. Gytebestanden i 2008 er beregnet til å være en av de laveste, og kommer sannsynligvis ikke til å øke de nærmeste årene. Til det er dagens fiskedødelighet altfor høy. ICES klassifiserer bestanden til å ha redusert reproduksjonsevne, og sier at den ikke blir høstet bærekraftig.

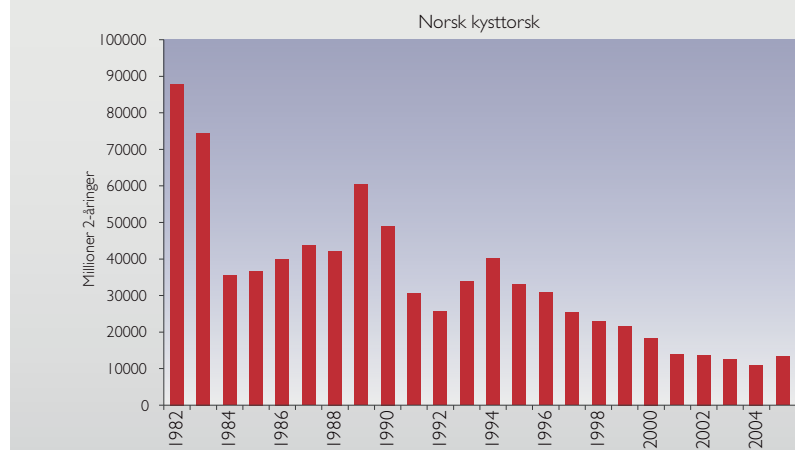
Det er ikke etablert referansepunkter for kysttorsk fordi fangststatistikken er beheftet med usikkerhet. Historiske data for total fangst er vanskelige å beregne, da det er usikkert hvor mye uregistrert fangst fritids- og turistfiskere har tatt. Bestandsberegningene, og dermed forholdet mellom gytebestand og rekruttering, blir følgelig også uriktig. ICES mener likevel at beregnet bestand gjenspeiler den reelle utviklingen i bestanden. Både totalbestanden og gytebestanden er på et historisk lavt nivå (Figur 2.2.1), og gytebestanden er i dag så lav at bestandens reproduksjonsevne er



Figur 2.2.1

Bestand (lyseblå søyler), gytebestand (mørkeblå søyler) og rekruttering (rød linje) av norsk kysttorsk, 1984–2007.

Stock biomass, (light blue columns), spawning stock biomass (dark blue columns) and recruitment (solid red line) of Norwegian coastal cod, 1984–2007.



Figur 2.2.2

Norsk kysttorsk. Årsklassenes styrke som 2-åringer, årsklassene 1982–2005. Norwegian coastal cod. Year class strength at age 2, year classes 1982–2005.

Tabell 2.2.1

Norsk kysttorsk. Anbefalt kvote (ICES), avtalt kvote og fangst i tusen tonn, 1997–2009.
Norwegian coastal cod. Recommended TAC (ICES), agreed TAC and actual catches in thousand tonnes, 1997–2009.

	Råd fra ICES	Anbefalt TAC	Avtalt TAC	Fangst
1997	ingen råd		40	63
1998	ingen råd		40	52
1999	ingen råd		40	41
2000	ingen råd		40	37
2001	redusere F betraktelig	22	40	30
2002	Redusere F i samme grad som for nordøstarktisk torsk	11	40	41
2003	F-2003= 0,1	5	40	35
2004	Ingen fangst	0	40	25
2005	Ingen fangst	0	20	22
2006	Ingen fangst	0	21	26
2007	Ingen fangst	0	21	23
2008	Ingen fangst	0	21	
2009	Ingen fangst	0	21	

svakket. På grunn av dårlig rekruttering (Figur 2.2.2) er det forventet ytterligere nedgang i bestanden de nærmeste årene. Siden 2004 har ICES anbefalt at det ikke blir fanget kysttorsk, og den anbefalingen gjelder også for 2009 (Tabell 2.2.1).

Fiskeri

Det kommersielle fisket etter norsk kysttorsk foregår for det meste med passive redskaper som garn, line og juksa, men en del fanges også med snurrevad og trål (Tabell 2.2.2). Noe kysttorsk tas sannsynligvis av trålere fra andre land, men kvantumet er så lite at det ikke er med i beregningene.

Kysttorsken skiller fra nordøstarktisk torsk ut fra strukturen til vekstsonene på

otolitten (øresteinen). Andelen kysttorsk i prøvetakingen brukes til å beregne landet mengde kysttorsk ut fra rapporterte landinger av torsk innenfor 12-milsgrensen. Landingene av norsk kysttorsk har gradvis avtatt fra 1997 (64 000 tonn) og frem til 2007 (24 000 tonn) (Figur 2.2.3). Tallene for 2008 er ennå ikke beregnet. I tillegg til det rapporterte fisket foregår et betydelig urapportert fritids- og turistfiske på kysttorsk. Grove anslag for 2003 ligger på om lag 10 000 tonn. Det foreligger ingen tidsserie på urapportert fiske, og det er derfor ikke tatt med i bestandsberegningen.

Spesielle forhold

Norsk kysttorsk og nordøstarktisk torsk fanges i blanding i de samme fiskerier, og i reguleringene blir kvotene for de to



Foto: MAREANO

Kysttorsk *Gadus morhua*

Gyte-, oppvekst- og beiteområde:

Fjorder og kystnære områder

Størrelse: 1,3 m og 40 kg

Alder ved kjønnsmodning: 3–6 år.

Kan bli 20 år, men sjelden over 15 år

Antall egg: Førstegangsgytere kan gi 400 000 egg, de eldste 15 millioner egg

Føde: Alt fra plankton til fisk

Anbefalt kvote: Ingen fangst

Kvot: 21 000 tonn

Fangst: 24 000 tonn (2007)



Det finnes flere bestander av kysttorsk langs kysten fra Stad til russegrensen. Andelen kysttorsk øker fra nord mot sør. Mengden øker derimot fra sør mot nord, og ca. 75 % finnes nord for 67°N. Kysttorsk finnes fra tarebeltet og ned mot 500 meter. Den gyter langt inne i de fleste fjordene eller i sidearmer i større fjordsystemer; men også i samme områder som nordøstarktisk torsk. Kysttorsk yngel bunnslår på svært grunt vann (0–20 meter) og vandrer sjelden ned på dypere vann før den er 2 år gammel. Den blir tidligere kjønnsmoden enn nordøstarktisk torsk, vokser hurtigere og vandrer i mindre grad.

Genetiske studier antyder at det finnes flere atskilte kysttorskpopulasjoner med ulik veksthastighet og alder ved kjønnsmodning. Det er derfor ikke helt

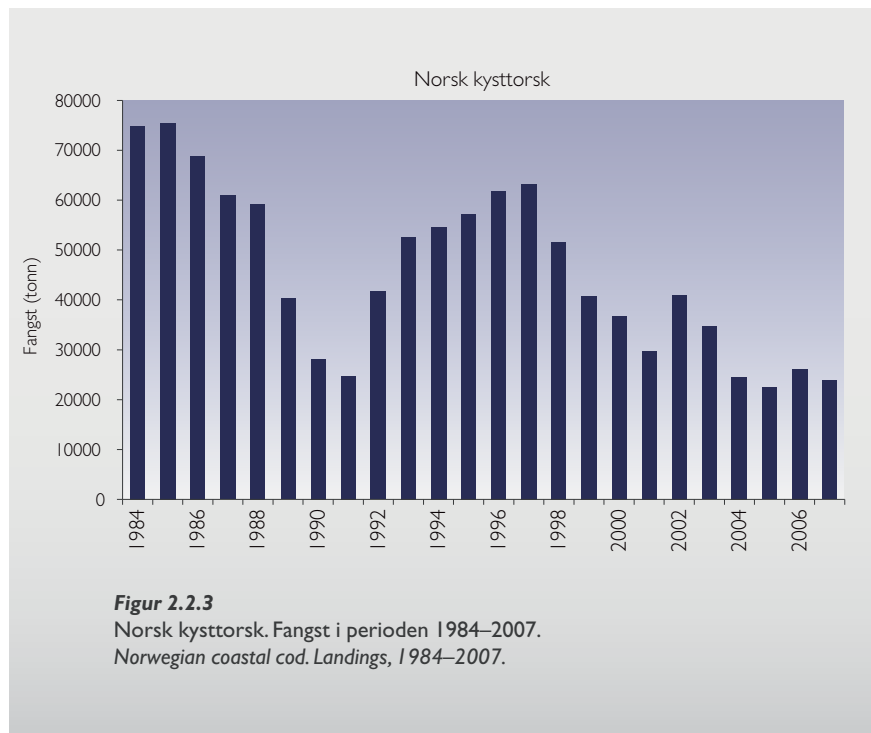
uproblematisk å betrakte disse populasjonene under ett i bestandsvurderingene. I et føre-var-perspektiv er det likevel bedre å utarbeide prognoser for kysttorsk som helhet i påvente av at bestandsstrukturen kartlegges.

Kysttorsken er i hovedsak en bunnfisk, men kan også oppholde seg pelagisk i perioder når den beiter og gyter. Utbredelsen er fra innerst i fjorder og ut til eggakanten. Kysttorsk betegnes som en toppredator som beiter på det meste. Merkeforsøk har vist at torsk i fjorder er svært stedbunden og i liten grad foretar store vandringer. Det er usikkert om kysttorsk i ytre områder foretar større vandringer.

bestandene slått sammen. Det betyr at den fastsatte kvoten for kysttorsk i liten grad er styrende for mengden kysttorsk som fanges. For å begrense fisket av kysttorsk ble det i 2005 innført noen nye reguleringer. Disse er med små justeringer videreført for 2006–2009. Hovedtanken bak de nye reguleringene er å skyve fisket over fra kysttorsk og mot nordøstarktisk torsk, slik at så mye som mulig av den samlede kvoten blir fylt opp av nordøstarktisk torsk. Det er imidlertid lite trolig at disse reguleringene er tilstrekkelige til å stoppe nedgangen i kysttorskbestanden.



Foto: Øystein Paulsen

**Figur 2.2.3**

Norsk kysttorsk. Fangst i perioden 1984–2007.
Norwegian coastal cod. Landings, 1984–2007.

Tabell 2.2.2

Landinger (tusen tonn) av norsk kysttorsk fordelt på redskapsgrupper 1997–2007.
Landings (thousand tonnes) of Norwegian coastal cod by fishing gear 1997–2007.

	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Garn	32	26	20	19	16	17	18	14	12	14	12
Line/jukse	13	11	10	9	7	15	9	6	4	5	6
Snurrevad	12	9	8	7	6	3	6	4	5	6	5
Trål	7	6	3	2	1	6	2	1	1	1	1
Totalt	64	52	41	37	30	41	35	25	22	26	24

Norwegian Coastal Cod Still in Decline

No precautionary reference points have been established for this stock. The spawning stock is among the lowest observed level. The recruitment has been well below average in the period after 1997, and the stock will continue to decline unless the fishing mortality is substantially reduced. ICES has recommended no fishing since 2004. In former years The Joint Norwegian-Russian Fisheries Commission used to

set a quota at 40,000 tonnes. For 2004 this was reduced to 20,000 tonnes. For 2006–2009 it is set at 21,000 tonnes. In the Norwegian regulations this quota is combined with the quota for Northeast Arctic cod. To reduce the catches of coastal cod, some special regulations were introduced in 2005. These will also be in operation in 2006–2009. They aim at reducing the proportion of coastal cod in the combined cod fishery, but may not be sufficient to halt the decline of the stock.

2.3

Kyst- og fjordbrisling

Else Torstensen

else.torstensen@imr.no

Status og råd

Det foreligger ikke noe bestandsestimat for brislingbestandene i fjordene. Etter noen år med små fangster viser landingsdataene en økning i 2008. Det norske kystfisket etter brisling vest for Lindesnes er ikke kvoteregulert. Den årlige fangstmengden avtales i forhandlinger mellom Norges Sildesalgslag og hermetikkindustrien. Brisling øst for Lindesnes forvaltes gjennom en kvoteavtale med EU (Skagerakavtalen). Fra og med 2007-sesongen er kystbrislingen fredet frem til 31. juli.

Havforskningsinstituttet foretar akustiske mengdeberegninger av brisling i fjordene på høsten. Akustiske mengdeindeksere av årets yngel er grunnlag for prognoser for neste års fiske. Ved å sammenligne mengdeindeksene ett år med foregående års indeks og fangstutbytte, er prognosene et uttrykk for sannsynlig økning eller reduksjon i fangst i forhold til året før.

Fiskeri

Foreløpige data for 2008 indikerer at de totale landingene vil ligge på ca. 3 200 tonn. Av dette er om lag 900 tonn tatt på Østlandet, en reduksjon på nær 45 % fra

2007. Landingene av kystbrisling fra vestlandsfjordene var på om lag 2 290 tonn, hvorav ca. 60 % ble tatt i Hardangerfjorden. Fisket foregikk stort sett i Hardangerfjorden og Sognefjorden. Det var gode prognoser for Sognefjorden, men at forholdene skulle bli så gode i Hardangerfjorden høsten 2008, forutså vi ikke ut fra yngelforekomstene høsten 2007. Sist høst sto det gode forekomster av små yngel fra Tittelsnes og inn Hardangerfjorden. De var små og tynne og spørsmålet er om de vil klare overvintringen.

Fisket på kyst- og fjordbrisling er et sesongfiske som i hovedsak foregår på sensommeren og tidlig høst. Det utøves i dag av kystnotfartøy (< 28 m). Brislingen fra dette fisket anvendes nesten utelukkende til konsum, som brislingsardiner og ansjos. Industriens kvalitetskrav (størrelse og fettinnhold) avgjør når og hvor fisket skal åpnes og gjennomføringen av fisket i de enkelte fjordene.

Det har vært en klar nedgang i totalfangstene i perioden 1961–2004. Det er ikke klart hva denne nedgangen skyldes, men det antas å ha sammenheng med endringer i mer storstilte miljøforhold. De siste årene er det en oppadgående trend (Figur 2.3.1) i totale landinger. I området Stad–Lindesnes

Brisling er en stimfisk som lever pelagisk og sjelden finnes dypere enn 150 m. Brislingen foretar ofte vertikale vandringer i takt med vekslinger i dagslyset og går mot overflaten når lysstyrken minker. Om sommeren står den høyt i sjøen, ofte nær/overflaten.

Brisling i våre farvann blir sjelden eldre enn 4–5 år med dominans av 0- og 1 år gammel. Siden fangstgrunnlaget er avhengig av forekomstene av ung brisling, blir fisket i stor grad påvirket av variasjoner i årsklassenes styrke. Ved god vekst kan årets yngel nå en størrelse på 9,5–10 cm i løpet av høsten, og vil komme inn i fangstene allerede i 4. kvartal. Brisling blir kjønnsmoden 1–2 år gammel, sannsynligvis avhengig av veksten første leveår.

Vi vet lite om brislingens bestandstilhørighet, om rekruttering og vandringer.

Den gyter i fjordene, men det meste av produksjonen antas å komme fra rekruttering utenfra. Det er gode indikasjoner på at brislingen som står i fjordene om høsten overvintrer og danner grunnlaget for neste års fiske.

Mengdeindeksene for 0-gruppebrisling høsten 2008 tyder på bedring i fangstgrunnlaget for 2009-sesongen i enkelte fjordområder som Hardangerfjorden og Sognefjorden.



Brisling

Sprattus sprattus

Familie: Clupeidae

Maksimumstørrelse: 19,5 cm og 54 g

Levetid: Sjelden mer enn 4–5 år

Leveområde: Finnes utbredt fra Svartehavet til Finnmark; i kyst- og fjordområdene langs vestkysten av Norge, men sjelden nord for Helgelandskysten. De viktigste områdene er Østersjøen, Skagerrak–Kattegat og Nordsjøen.

Hovedgyteområde: Hovedgyteområde er ikke kjent. I våre nærområder gyter brislingen pelagisk i Nordsjøen, Skagerrak–Kattegat og i fjordene.

Gytetidspunkt: Lang gyttesesong. Den viktigste perioden i våre farvann er mai–juni.

Ernæring: Brislingen er planktonspiser med små krepssdyr (hoppekreps) som viktigste føde. Den er selv en viktig matfisk for andre arter som sjøørret, hvitting, torsk og andre torskfisk.



ble det i 2004 tatt totalt 370 tonn i fjordene (Tabell 2.3.1), det laveste på mange år, men de to siste årene har landingene økt til 1200–1350 tonn. Mens det i 2007 var et meget bra brislingfiske (ansjosbrisling) i Oslofjorden og dårlig vest av Lindesnes, var forholdene snudd i 2008.

EPIGRAPH

I 2008 startet Havforskningsinstituttet et nytt prosjekt, EPIGRAPH, som skal foregå i to fjordområder; Hardangerfjorden og Porsangerfjorden. Dette for å øke kunnskapen om struktur og dynamikk i fjorder på kysten. I Hardangerfjorden er noen av hovedspørsmålene relatert til bestandstilørighet av brisling. Er det lokale bestander eller rekrutteres brislingen fra kyst- og havområder utenfor?

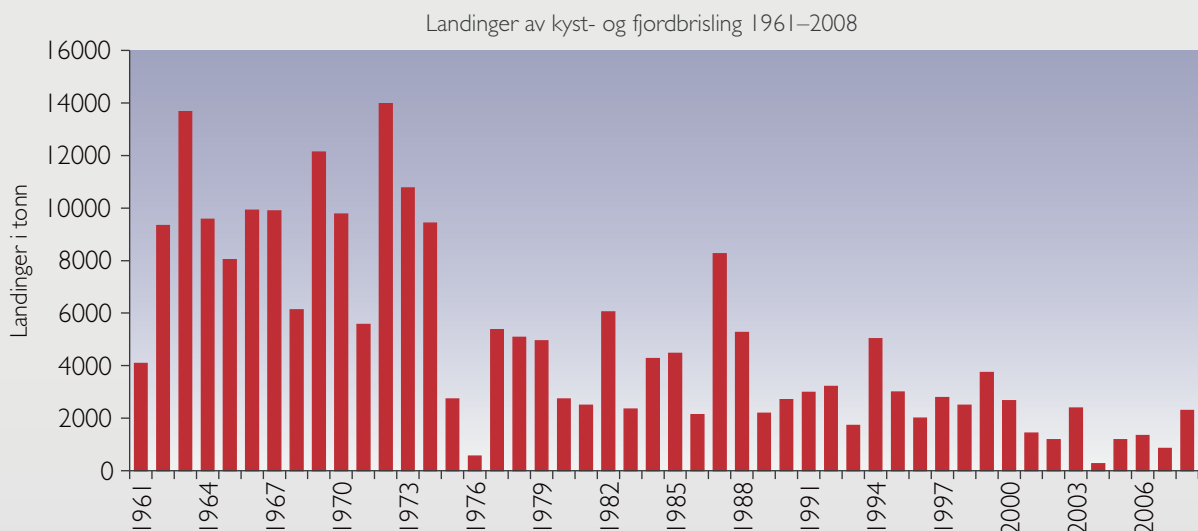
Coastal Sprat

Sprat fishery in the fjords is performed by coastal seiners in a fishery for human consumption (canning industry). Total landings of sprat for the canning industry was about 3,200 tonnes in 2008. Though this represented an increase compared to the last years, it was still less than the demand from the industry (about 3,400 tonnes). The sprat catches in the Oslofjord made about 900 tonnes, of which older and larger sprat were the dominant. The preliminary abundance indices of 0-group sprat indicate that the catches in the 2009-fishery will be at the same level as for 2007. Older fish might represent an additional source for the fishery in some areas.

Tabell 2.3.1

Brislinglandinger (tusen tonn) i norske kyst- og fjordområder 1993–2008.
Sprat landings (thousand tonnes) from Norwegian coastal and fjord areas 1993–2008.

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Trøndelag-Helgeland	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Møre og Romsdal	0,2	0,3	0,8	1,3	0,3	0,2	0,0	0,2	0,1	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Stad-Lindesnes	1,8	4,4	2,8	1,7	3,5	2,3	2,7	2,6	1,4	1,2	2,2	0,4	1,2	1,4	0,8	2,3
Skagerrakkysten	1,2	0,7	0,5	1,0	0,4	1,1	0,2	0,9	1,4	1,6	0,9	1,1	0,7	0,3	1,6	0,9
Total	3,2	5,4	4,1	4,1	4,2	3,6	2,9	3,7	2,9	3,1	3,1	1,5	2,0	1,6	2,5	3,2



Figur 2.3.1

Totale brislinglandinger (tonn) i kyst- og fjordfisket på Vestlandet, 1961–2008.
Sprat landings (tonnes) in the Norwegian coastal and fjord fishery west in the western Norway, 1961–2008.

2.4

Rognkjeks og rognkall

Knut Sunnana

knut.sunnanaa@imr.no

Status og råd

Bestanden av rognkjeks og rognkall er lav i historisk sammenheng etter en betydelig nedgang i løpet av 1990-tallet, men synes nå å ha stabilisert seg på noe over 1/3 av nivået på 1980-tallet. Bestandsanslaget er usikkert, først og fremst på grunn av usikker rekruttering. Rekrutteringen er antatt å være proporsjonal med gytebestanden med en forsinkelse på ca. 5 år, noe som betyr at bestanden vil ha en svak rekruttering i flere år fremover.

Beskatningsgraden i fisket synes å være påvirket av antall deltakende fartøy like så mye som antall garn og antall døgn det enkelte fartøy drifter. Antall deltakende fartøy økte i 2008 til ca. 360, hvorav ca. 70 % leverer mer enn 1500 kg rogn. Dette er en betydelig økning i beskatningsgraden, som nå vurderes å være høy.

Havforskningsinstituttet råder til at det settes inn reguleringstiltak som sikrer at antall deltakende fartøy ikke overskrider 300, og at samlet kvantum ikke overskrider 400 tonn rå rogn. Slik bestanden er taksert for tiden vil det være et økt behov for å sikre en slik moderat beskatning. Det ventes likevel en viss nedgang i bestanden neste år, basert på en fortsatt lav rekruttering av nye årsklasser.

Rognkjeks og rognkallens liv er dårlig kartlagt. De fødes om sommeren fra en eggklump som kallen har voktet i to måneder. Eggklumpen er gytt av flere kjeks fra februar til mai. Kjeksene inviteres til en passende gyteplass av hannen som vokter den. Når eggene befruktes blir de klebrige og fester seg til fjell eller steiner på bunnen. Eggene fra de forskjellige kjeksene fester seg til samme klump. De får farge ved befruktning, og det er ofte forskjellige farger fra hver hunn slik at eggklumpen kan være både grønn, gul og rød.

De små kjeksene og kallene vokser opp i tareskogen og søker skjul ved å feste seg med sugeskiven på tareblad der vi kan se dem som små knopper. Når de er ett år gamle, og litt større enn en golfball, svømmer de ut i åpent hav. Her beiter de på plankton i 2–4 år før de vandrer tilbake



Foto: Øystein Paulsen



Rognkjeks (hunns) og rognkall (hann)

Cyclopterus lumpus

Andre norske navn: Rognkjølse

Familie: Cyclopteridae (rognkjeks og ringbuker)

Maksimal størrelse: Opptil 63 cm og 5,5 kg

Levetid: Bli mer enn 7–8 år gammel, kanskje 15.

Leveområde: Første leveår, i tarebeltet, deretter fritttsvømmende i havet. Lever fra Biscaya til Island og det nordlige Barentshavet.

Gyteområde og -tid: Gyter langs kystene av det østlige Atlanterhavet på grunt vann i hele utbredelsesområdet; gyter om våren og gir da grunnlag for de fiskerier som foregår.

Fødevaner: Føden er i hovedsak plankton som finnes i de åpne vannmasser.

Kvoteråd: Havforskningsinstituttet gir råd om å begrense uttaket til 400 tonn rogn

Kvote 2009: 2 000 kg rå rogn per fartøy
Siste års fangst: 675 tonn rå rogn (3700 tonn kjeks)

Norsk fangstverdi: 18,9 mill. kroner
Antall deltakende båter (2008): 366

Fiskeri

Fisket etter rognkjeks ble i 2008 drevet av 366 fartøy, en økning på mer enn 130 fartøy fra 2007. Disse fartøyene leverte 675 tonn rå rogn, en dobling fra 2007 (Figur 2.4.1). Av totalen leverte 257 fartøy mer enn 1500 kg hver, også dette en økning på mer enn 100 fartøy fra 2007. Verdien av leveransene i 2008 var totalt 18,9 millioner kroner.

Omregnet til hel fisk ble det fisket 3700 tonn kjeks som utgjør ca. 1,1 million fisk. Disse tallene er basert på utregning fra data om rogn per kjeks, samt data om forholdet mellom lengde og vekt. Fangsten

til kysten for å gyte. Hver kjeks gyter 1/7 av kroppsvekten sin.

Arten finnes i hele det østlige Atlanterhavet, i Nordsjøen, Østersjøen og Barentshavet. Den kan vandre store avstander ut i havet, og det er uvisst om det finnes flere atskilte bestander og hvor store disse er.

I Norge regner vi at hovedbestanden er fisk som gyter i Nordland, Troms og Finnmark, men det gyter mye fisk også på resten av kysten.



av rognkaller er liten, ca. 10 % av kjeksene i antall, men noe større tidlig i sesongen.

Siden 1950-tallet har det vært drevet fiske etter rognkjeks med garn. Det er et sesongfiskeri som foregår om våren når arten kommer inn til kysten for å gyte. I de norske fiskeriene tas det kun vare på rogn, som saltes og brukes som kaviar.

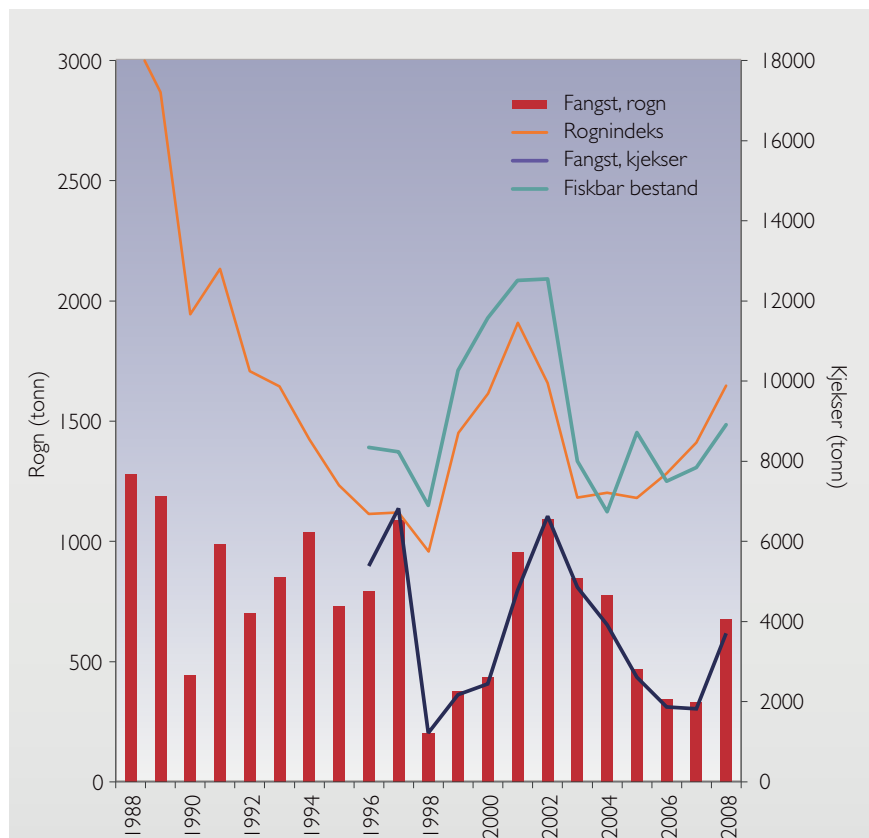
Det beste fisket foregår på grunne områder fra 5 til 40 meters dyp, ofte på de ytre delene av kysten som er eksponert for åpent hav, fra Stad og nordover. Fiskeriet er dermed svært væravhengig, spesielt siden det må brukes små fartøy på de grunneste områdene.

Årsaken til økt deltakelse i fisket i 2008 kan nok være sammensatt, men men er trolig i særlig grad betinget av kvotesituasjonen for torsk. I 2007 var det mye mer torsk som gjenstod for denne delen av flåten i perioden mars–juni, og torskefisket ble sluppet fritt 12. mars for båter under 10 meter. Prismessig lå ett kg torsk og ett kg rognkjeksrogn på samme nivå. I 2008 var derimot de fleste av båtene i denne størrelsen ferdig med torskefisket sitt når rognkjeksfisket startet, og det var også større etterspørsel etter rogn fra kjøperne. Fangstmengden i rognkjeksfisket har variert i perioden 1988–2008 (Figur 2.4.1). Før det ble innført kvoteregulering for kystflåten i forbindelse med torskefisket, er det vanskelig å angi hvor mange fartøy som deltok. Etter 1990 har deltakelsen variert mellom 200 og 800 fartøy. I 1997 og 2003 var deltakelsen særlig stor, mens den i 1998–2000 og i 2006 var svært lav. De siste årene har en økende andel av de deltakende fartøyene levert mer enn 1 500 kg rogn, denne andelen utgjør nå ca. 70 %.

Markedet for rogn fra rognkjeks tar unna ca. 3 200 tonn rå rogn hvert år. Det meste bearbejdes av mottak eller av fisker sjøl ved at det saltes i tønner. Norge og Island økte sitt kvantum i 2008, mens Grønland og Canada har redusert sitt kvantum tilsvarende. Etterspørselen har bedret seg noe etter flere år med lave fangster og lav etterspørsel.

Beregning av rognkjeksbestanden

Det brukes relativt enkel metodikk for å beregne utviklingen i den fiskbare del av bestanden. Det antas at fisket foregår på gytebestanden av kjekser, og at den fiskbare bestanden er ca. 50 % av den totale gytebestanden. Dette skyldes en relativt høy minste maskevidde i garna som brukes, og det sikrer at det alltid vil være fisk fra alle årsklasser som får gyte.



Figur 2.4.1

Norske landinger av rognkjeksrogn i tonn (søyler) og beregnet rogninnhold i bestanden (rognindeks i tonn – oransje kurve) på venstre akse, fangst av kjekser i tonn (mørkeblå kurve) og fiskbar bestand i tonn (blå kurve) på høyre akse.

Norwegian landings of lumpsucker roe in tonnes (bars) and calculated content of roe in stock (index of roe in tonnes – orange curve) on the left axis, catch of females in tonnes (dark blue curve) and catchable stock in tonnes (blue curve) on the right axis.

En viktig faktor for bestandsberegning er et korrekt anslag for nivået av beskatningspresset, dvs. fiskedødeligheten. Dette kan ikke måles direkte, men det antas at nivået fra 1987 til 1996 var høyt, med et gjennomsnittlig uttak på 50 % av tilgjengelig bestand hvert år. Med bakgrunn i disse antakelsene og den enkle modellen, er beskatningspresset i 2007 anslått til ca. 45 %, noe som anses som et høyt uttak.

Metoden som benyttes har de siste årene gitt inntrykk av en relativt stabil bestands-situasjon, selv om det er betydelige variasjoner i anslagene fra år til år. Indeksene for bestand målt som fangst per garndøgn fra utvalgte fiskere viser i grove trekk samme trend som modellen, men med varierende avvik. Indeksen for beskatningspress regnes ut som en kombinasjon av antall garndøgn som benyttes i fisket, og antall fartøy som deltar. Denne indeksen viser godt samsvar med indeksen for fangst per enhet innsats.

Lumpsucker

The Norwegian catch of lumpsucker in 2008 amounted to 675 tonnes of roe at a value of 18.9 million NOK. This corresponds with a catch of 3,700 tonnes of female lumpsuckers. The stock of female lumpsucker is calculated based on data sampled by fishermen and the use of models. The spawning stock is assumed to have a rather weak recruitment at present time, but no immediate threat to the stock is seen. However, the stock is rather low looking at the historic levels and care should still be taken in managing the stock and fishing effort.



Europeisk ål

Anne Berit Skiftesvik

anne.berit.skiftesvik@imr.no

Caroline Durif

caroline.durif@imr.no

Ålen er rødlistet med betegnelsen kritisk truet, CR (Critically Endangered), det vil si at den står i fare for å dø ut. Ingenting det siste året tilsier at tilstanden for ålen har forbedret seg.

Truet bestand

Det foreligger ikke noe bestandsestimat for europeisk ål. Ifølge beregninger fra ICES i 2008 utgjør antallet glassål som kommer inn til de europeiske kystområdene nå mellom 1 og 3 % av det antallet som kom inn før 1980. ICES anbefaler å redusere menneskeskapt dødelighet så mye som mulig, så snart som mulig, og starte gjenoppbygging av ålebestanden umiddelbart.

EUs forvaltningsmål for ål er å redusere menneskeskapt dødelighet slik at minst 40

% av biomassen av blankål (beregnet fra biomassen uten menneskelig påvirkning), kan ta fatt på gytevandringen. Hvert av EUs medlemsland som har ål i sine vannsystemer og/eller økonomiske soner, skal utarbeide forvaltningsregimer som oppfyller denne målsettingen.

I april 2008 nedsatte Fiskeridirektøren en arbeidsgruppe som skulle komme med forslag til tiltak som kan bidra til å redusere beskatningen av ål i Norge og derved bidra til å bygge opp igjen den europeiske bestanden. Gruppen hadde medlemmer fra Universitetet i Oslo, Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet.

Anbefaler 15 års fredning

Arbeidsgruppens medlemmer fra forskningsmiljøene anbefalte en forvaltningsstrategi som innebærer en midlertidig fredning av ål i sjøen i minimum 15 år. Fredningsperioden burde brukes til å utrede om det er ressursmessig grunnlag for et norsk fiske etter ål. Medlemmene fra Fiskeridirektoratet anbefaler at det åpnes for fortsatt fiske, men at fiskeinnsatsen eller



Ål

Anguilla anguilla

Familie: Anguilla

Maks størrelse: 133 cm 6 599 g

Levetid: Varierende, avhengig av kjønn og levevilkår. Typisk fra 5–20 år

Leveområde: Fra Afrika/Kanariøyene til Murmansk

Hovedgyteområde: Sargassohavet

Gytetidspunkt: Ukjent, men trolig mellom mars og juni. Ålen er engangsgyter.

Føde: Animalsk føde, mer eller mindre altetende.

Særtrekk: Ål er sterkt fotofobisk (lyssky). Den kan bli værende ute av vannet i mer enn 24 timer, og kan også vandre over land i forbindelse med vandingen fra ferskvann til sjø når de starter gytevandringen. Ål kan svømme bakover.



Det er rundt 18 arter ål i verden. Ål av slekten *Anguilla* er beskrevet som en katadrom fisk, det vil si at de gyter i saltvann og vokser opp i ferskvann (gulålstadiet). Etter gulålstadiet blir de blankål (Figur 2.5.2). Om høsten, mens de fremdeles er seksuelt umodne, starter "vår" ål, *Anguilla anguilla*, gytevandringen. De svømmer rundt 6 000 km for å nå tilbake til Sargassohavet der de gyter.

Analyser av otolitter (ørestein), Figur 2.5.3) fra europeisk (*A. anguilla*) og japansk ål (*A. japonica*), har avdekket at en del ål aldri vandrer opp i ferskvann, og derfor er fakultativ katadrom. Selv om det er kjent kunnskap i Norge at ål lever i både salt- og brakkevann, er det forholdsvis ukjent andre steder. I det meste av Europa blir ålen sett på som en fersk- eller brakkevannsort, også lovmessig. Alt fiske etter gulål og blankål foregår i elver og våtland nær kysten.

Ål kan ha et komplekst livsløp med en semikatadrom atferd (vandrer mellom ferskvann og brakkevann). Det er bemerkelsesverdig, siden de dermed veksler mellom omgivelser som har helt forskjellig salinitet, temperatur, substrat, dybde og andre miljøforhold. Habitatskiftet skjer som oftest når ålen er mellom 3 og 5 år.

Det er usikkert hva som avgjør ålens livsstrategi. Valget av vandringsmønster synes ikke å ha noe å gjøre med kjønn, siden både hunn- og hannålen viser vandringsfleksibilitet. En hypotese som er fremsatt, er at forskjeller i produktivitet mellom elver og saltvannsområder motiverer for at ål er fakultativ diadrome (dvs. de velger om de vil vandre mellom habitater i sjø og ferskvann). Ved lavere breddegrader er det ofte høyere primærproduksjon i ferskvann enn det er ved høyere breddegrader. Tendensen til å oppholde seg i brakkevann og saltvann øker med breddegraden.

I Kvernvatn på Austevoll er det gjennomført en studie på en ferskvannspopulasjon av ål. Populasjonsdynamikken for glass-, gul- og blankål ble undersøkt, det samme ble vandringsmønsteret. Glassålvandringen inn til Kvernvatn fant først sted når vanntemperaturen kom over 6–8 °C. Små ål i Kvernvatnet hadde et mye mer restriktivt bevegelsesmønster enn de større, ålen der nyter godt av svært gode vekstbetingelser. Den eldste ålen som ble aldersbestemt, var 7 år gammel. Ett individ økte vekten så mye som 2 kg på to år.



Figur 2.5.2

Blankål: en kan se kontrastfargen som er typisk for ål som er klar til å vandre.
 Silver eel: one can see the countershading typical of eels when they are about to migrate.

fangstuttaket halveres sammenliknet med fisket i perioden 2004 til 2007.

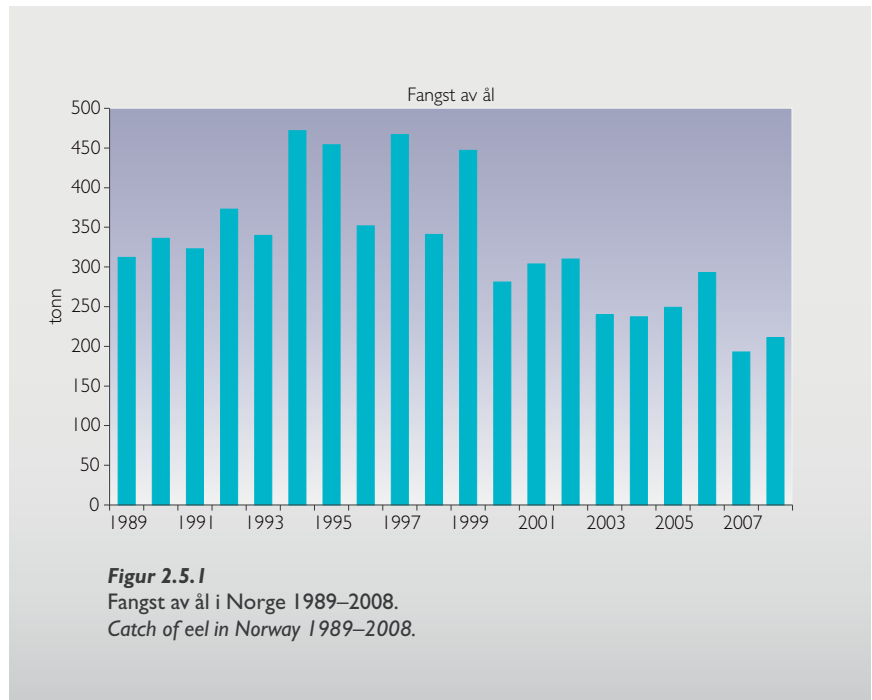
Dystre tall

Havforskningsinstituttets standardiserte strandnotundersøkelse på Skagerrakkysten, utført årlig siden 1919, produserer en tallrikhetsindeks for ål i sjø. Indeksen har de seinere årene vist en negativ trend og er nå nådd historisk bunnivå. I 2007 ble det for første gang ikke fanget en eneste ål i de ca. 120 nottrekkene på kyststrekningen Vest-Agder til Østfold. Gjennomsnittslengden på kjønnsmoden ål er gått opp med 10–15 cm siden 1993, hvilket også underbygger antakelsen om en rekrutteringssvikt.

Norsk institutt for naturforskning (NINA) har tilsvarende i en årrekke samlet åldata fra elven Imsa i Rogaland. De viser at oppgang av ålefaringer (små ål som er klare for vandring opp i elver og innsjøer), som frem til 1995 lå på mellom 5000 og 50 000 per år, nå er kraftig redusert. Toppen var 1978, hvor 121 818 ål passerte fiskefella på vei opp elva, mens det i 2007 bare ble registrert 100 ål som gjorde det samme. Tallet for 2007 er det laveste som er registrert. I 2008 ble 1000 ålefaringer registrert i NINAs ålefelle i Imsa. Det er også påvist en klar nedgang i produksjonen av blankål som vandrer ut fra Imsa. Måleserier over hele Europa viser samme trend. Den negative trenden mht. rekruttering og tallrikhet kan observeres over store geografiske områder hos ulike livstadier, glassål, gulål og blankål.

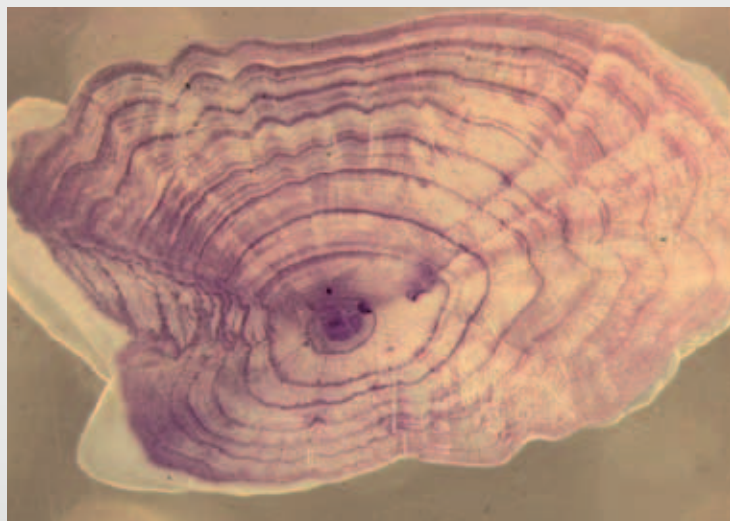
European Eel

European eel is listed as "critically endangered" on the Norwegian Red List and there is no indication that its status is improving. A working group was established to propose a management plan. The scientists in the working group agreed, unanimously, that the eel should be protected from fishing for a period of 15 years during which its status should be monitored. The other members of the working group – from the Directorate of Fisheries – proposed reducing current levels of fishing mortality by 50%.



Figur 2.5.1

Fangst av ål i Norge 1989–2008.
 Catch of eel in Norway 1989–2008.



Figur 2.5.3

Åleotolitt markert med toluidinblå og brukt til aldersbestemmelse.
 Eel otolith marked by toluidine blue and used for aging.

2.6

Hummer

Jan Atle Knutsen

jan.atle.knutsen@imr.no

Alf Ring Pettersen

alf.ring.pettersen@imr.no

Svein Erik Enersen

svein.erik.enersen@imr.no

Peter Andreas Heuch

peter-andreas.heuch@vetinst.no

Egil Karlsbakk

egil.karlsbakk@imr.no

Even Moland

even.moland@imr.no

Knut E. Jørstad

knut.joerstad@imr.no

Thomas Langeland

thomas.langeland@fiskeridir.no

Ann-Lisbeth Agnalt

ann.lisbeth.agnalt@imr.no

Status og råd

Hummerbestanden er kraftig redusert sammenlignet med 1950- og 60-årene, og det hersker ingen tvil om at tiltakene som fiskerimyndighetene har innført de siste 40 år ikke har vært tilstrekkelige for å holde bestanden oppe. Norge er med andre ord blant de nasjoner i Vest-Europa som har forvaltet hummerbestanden dårligst, da fangstene hos oss var blant de høyeste i Europa for 50–60 år siden. Høsten 2008

ble det imidlertid innført nye bestemmelser for fiske etter hummer på kysten av Norge. Det blir nå spennende å se om vi får en oppgang i hummerbestanden de nærmeste årene.

Bestandssituasjonen for hummer

Hummerbestanden langs norskekysten overvåkes av Havforskningsinstituttet. Overvåkingen baserer seg på årlig innsamling av fangstdata fra 60–80 hummerfiskere fra Hvaler i øst til Møre i nordvest. Dataserien er unik ved at den kan føres tilbake til 1928. Fiskerne oppgir hvor mange hummer de får per teinedøgn i forbindelse med sitt hummerfiske. I tillegg foretar Havforskningsinstituttet mer detaljerte målinger av fangstene fra utvalgte kystavsnitt. I figur 2.6.1 er det gitt en oversikt over fangstutviklingen for hummerfisket 1928–2008, som viser at hummerbestanden for tiden ligger på et historisk sett lavt nivå.

Fiskeri – nye reguleringsbestemmelser

25. august 2008 innførte Fiskeri- og kystdepartementet nye reguleringsbestemmelser for fangst av hummer. Rognhummer er nå fredet, det vil si at ved eventuell fangst må rognhummeren umiddelbart gjenutsettes i sjøen. Det er nå innført et felles minstemål for hummer i hele landet, dvs. 25 cm total lengde eller 9 cm ryggskjoldlengde. Det er også et krav om 60 mm fluktåpninger i hummerteiner slik at undermåls hummer selv kan ta seg ut av redskapet. I tillegg ble det innført krav om

at fritidsfiskere må ha 80 mm fluktåpning i krabbeteiner.

På kyststrekningen fra svenskegrensen til og med Sogn og Fjordane er det nå tillatt å fange hummer i perioden 1. oktober til og med 30. november, mens fisketiden for resten av landet er 1. oktober til og med 31. desember. For å oppnå et bedre vern av hummeren innføres det også et generelt forbud mot bruk av torskeruser på

Hummer

Homarus gammarus

Utbredelses-, gyte- og

beiteområde: På stein- og grusbunn, helst hvor de kan lage sine huler med flere innganger. Vanligst fra 5–40 meters dyp. Langs kysten fra svenskegrensen til Trøndelag, og sporadisk i Nordland, for eksempel Tysfjord.

Alder ved kjønnsmodning: 5–7 år.

Størrelse ved kjønnsmodning: 76–85 mm ryggskjold (22 til 25 cm total lengde). Minst ved Hvaler, gradvis større mot vest og nord.

Maksimal alder: 60 år (engelsk eksemplar).

Maksimal størrelse: Sjelden over 130 mm ryggskjold (35 cm total lengde).

Biologi: Spiser stort sett det den kommer over, spiker er funnet i magen! Kan ta fisk i bakholdsangrep. Yngel under 7 cm er aldri påvist i utbredelsesområdet. Bunnslår ved ca. 3–4 cm total lengde. Larven har fire pelagiske stadier (juli–august), men bare de to første stadiene er funnet i planktontokt. Larvene i de to siste stadiene er dyktige svømmere.





Marius Foto: Øystein Paulsen

kyststrekningen fra svenskegrensen til og med Møre og Romsdal i perioden 1. mai til 31. desember. Manntallsførte fiskere kan gis dispensasjon fra dette forbudet, mens fritidsfiskere gis anledning til et begrenset fiske med torskeruser i perioden 1. oktober til 31. desember – begrenset slik at det samlet ikke kan nyttes mer enn ti torskeruser og hummerteiner per person og per fartøy. Redskapsbegrensning er innført for første gang når det gjelder reguleringer av fiske etter hummer. Yrkesfiskere får bruke inntil 100 teiner, og fritidsfiskere får bruke ti teiner per person og per fartøy.

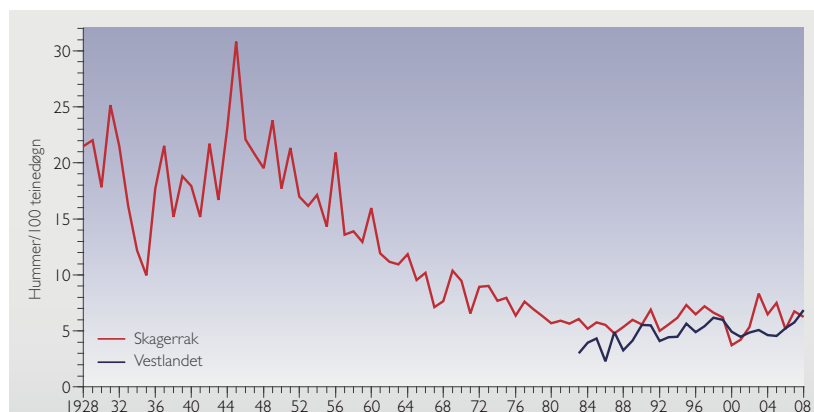
I forkant av årets hummerfiske var det tydelig misnøye både blant yrkes- og fritidsfiskere med de nye fiskereglene, spesielt rundt dette med fluktåpninger. Mange mente fluktåpningene var for store, men etter første halvdel av oktober stilnet misnøyen. Ved innføring av fluktåpninger mister fiskerne oversikten over hvor mye småhummer det er. I den sammenheng er det viktig å presisere at innføringen er gjort for å øke sjansen for at den rekrutterende delen av bestanden overlever. Det gjøres best ved at småhummeren selv får vandrested ut av fangstredskapet. Det vil selvsagt være hummer under minstemålet som "velger" å være igjen inne i teinene pga. mat og skjul. Motivasjonen til å gå ut er mest sannsynlig relatert til om det kommer inn større hummer eller andre dyr som hummeren ikke liker, f.eks. krabbe. Det finnes også hummer som holder minstemålet på total lengde, men ikke på ryggskjoldlengden, og omvendt. Hummeren har store individuelle forskjeller mht. forholdet mellom lengde og bredde, og slik

vil det alltid være. Eksempelvis vil nok en del hummer, og da spesielt hannene, kunne gå ut fluktåpningen selv om de er så vidt er over 25 cm. Trøsten får være at de da vil kunne fanges neste år. Vår erfaring er at dette kun skjer med et svært lite antall hummer.

Etter at hummerfisket 2008 er over, er hovedinntrykket at de nye reglene respekteres. Teineantallet er bortimot halvert langs kysten, og oppsynsetatene rapporterer at fluktåpninger ser ut til å være montert i tilnærmet alle hummerteiner. Selv om yrkesfiskerne antyder rundt 30 % lavere fangster på Skagerrakkysten, bidrar større hummer (jf. økning av minstemål til 25 cm), noe lavere andel rognhummer, og noe høyere priser til at sesongen 2008 allikevel ikke ble så helsvart som mange tenkte seg da reguleringene trådte i kraft.

Rognhummer fredes

For å bygge opp hummerbestanden er vern av rognhummeren et viktig virkemiddel. Land som USA og Canada har hatt et slikt vern i mer enn hundre år, og det antas at dette er en medvirkende årsak til den sterke veksten den amerikanske hummerbestanden fikk på midten av 1970-tallet. Merkeforsøk gjennomført i ulike områder langs norskekysten har vist at andelen av hunner som har utrogn vil variere fra år til år. På Kvitøy i Rogaland var det f.eks. høsten 1998 så mange som 46 % av hunnene som bar utrogn, men året etter var det kun 18 %. Merkeforsøk på Kvitøy har vist at egglegging og vekst mest sannsynlig alternerer i en 2-årsryklus. Informasjon fra årene 2006 og 2007 viser høy andel av rognhummer. Rapporteringer (fiskere og våre egne observasjoner) om relativt få rognhummer i 2008, tilsier at humme-



Figur 2.6.1

Oversikt over fangstutviklingen for hummerfisket 1928–2008. Catch-per-pot of European lobster 1928–2008.

ren nå har et hvileår. Det er viktig å verne rognhummeren både i gode og dårlige tider for på lang sikt å kunne bygge opp bestanden.

”Gjenreis hummeren”

I en høringsuttalelse til Fiskeridirktoratet i forbindelse med de nye forvaltningstiltakene for hummer, understreket Havforskningsinstituttet behovet for et eget utvalg som skal utrede og foreslå et nasjonalt program for gjenoppbygging av hummerbestandene (”Gjenreis hummeren”). Utvalget bør bestå av alle berørte interessegrupper som ønsker å være representert. Sammen med representanter fra næringen har Havforskningsinstituttet tatt initiativ til å starte et konkret program i 2009.

Fritidsfiskere med i hummerforskningen

Fritidsfisket i sjøen i Norge er en populær aktivitet, men kunnskapen om fritidsfisket er svært begrenset. Blant annet eksisterer det i dag ingen informasjon om fangstene fra fritidsfiskerne verken mht. hummerfangst eller for andre arter. Havforskningsinstituttet er i gang med å utvikle metoder for å få bedre kunnskap om fritidsfisket. Et godt samarbeid med utøverne langs kysten er helt nødvendig for å få dette til.

Mens det for eksempel i USA har vært gjennomført årlige beregninger av antall fritidsfiskere og totalfangst på en rekke arter i 25 år, eksisterer ingen slike beregninger i Norge. Dette til tross for at fritidsfisket er en av Norges mest populære aktiviteter der rundt 40 % av befolkningen fisker i sjøen hvert år. Hummerfisket er en svært populær aktivitet blant fritidsfiskere, men vi har per dags dato ingen kunnskap om verken antall fiskere eller fangstmengde. For å gi gode forvaltningsråd og sikre ressursene langs kysten, er det viktig med kunnskap om hva og hvor mye som fiskes også av denne gruppen. Havforskningsinstituttet er i startfasen med å utvikle metodikk for å øke kunnskapen om fritidsfisket. En av artene som det jobbes med er hummer.

I 2008 har 150 fritidsfiskere fra Østfold til Hordaland fylt ut hummerdagbok. Daglige fangster er blitt rapportert, antall teiner i sjø er oppgitt og antall rognhummer i fangstene er notert. Dette gir forskningens mulighet til å følge fangstutviklingen etter at de nye reglene ble innført. I tillegg har det blitt gjennomført teinetellinger langs kysten av Agder. Ved hjelp av hummerdagbøker (som viser fangst per enhet innsats, dvs. antall hummer per teinedøgn) og tei-

netellinger kan det beregnes total fangst av hummer i området. Slike beregninger er ikke blitt gjennomført før. Det er en kjensgjerning at offentlige landinger gir et dårlig tall på total fangst, da fritidsfisket og et ukjent svart salg fra yrkesfisket ikke kommer med i statistikken. For å danne et helhetlig bilde av hummerfisket er det behov for å gjennomføre lignende undersøkelser i andre regioner i årene som kommer. Det er et ønske om at enda flere fritidsfiskere rapporterer fangstene til oss.

Skal myndighetene kunne forvalte kystbestandene bærekraftig er det viktig at forskningen kan gi gode råd. Kunnskapen om fritidsfisket har store hull som det er behov for å tette slik at vi i fremtiden alle kan nyte godt av de rike ressursene langs norskekysten. Det er en lang, men nødvendig vei å gå før vi har en god oversikt over fritidsfiskets effekt på fiskebestandene.

Krepsdyrparasitt observert på hummer

Veterinærinstituttet og Havforskningsinstituttet er flere ganger det siste året kontaktet i forbindelse med en parasitt på hummergjeller. Henvendelsene er kommet både fra fiskere og fra kommersielle anlegg der store mengder hummer er samlet. Den siste saken var knyttet til stamhummer fra Sørlandet som ble tatt inn i anlegget til Norsk Hummer på Tjeld-

bergodden. Det var noe dødelighet, og de infiserte hummerne slapp rognen for tidlig. Undersøkelser viser at parasitten er copepoden *Nicthoë astaci*. Denne ble beskrevet på norske hummere allerede i 1843 av den tyske zoologen Heinrich Rathke, men man kjenner lite til dens utbredelse her. Stikkprøver langs kysten antyder at parasitten er vanlig forekommende. Veterinærinstituttet og Havforskningsinstituttet planlegger nå undersøkelser av *Nicthoë* biologi og utbredelse i 2009.

European Lobster

The Norwegian fishery for European lobster (*Homarus gammarus*) has gradually decreased over the last 50 years. In 2008, the Department of Fisheries and Coastal Affairs established a new management regime to counter the negative trend in lobster CPUE along the coast of Norway. Several management efforts were executed with ban of catching of egg bearing female lobsters, reduction in number of fishing pots, increase in total size (carapace) and command of escape vents in lobster pots as important initiatives. Institute of Marine Research are now focusing on lobster fishing performed by sport fishers in order to give an overall estimate of the total catch rate of lobsters along the Norwegian coast.



Figur 2.6.2

Hummer med forholdsvis lett infeksjon på gjellene med den parasittiske copepoden *Nicthoë astaci* (pil). Innsatt er parasittene *in situ* og en *Nicthoë* dissekert fri. På den frie copepoden er hodeenden opp. Merk hoppekrepssens svært omdannede utseende, store vingelignende utvekster og to store eggsekker. *European lobster with light infection with the parasitic copepod Nicthoë astaci (arrow) in the gills. Inset: Detail of parasites in situ and a specimen dissected free. In the free specimen, the anterior end is up. Note the transformed appearance of the copepod reflecting adaptations to parasitism; large lateral 'wings' and the two large egg sacs.*

Knut Sunnanå

knut.sunnanaa@imr.no

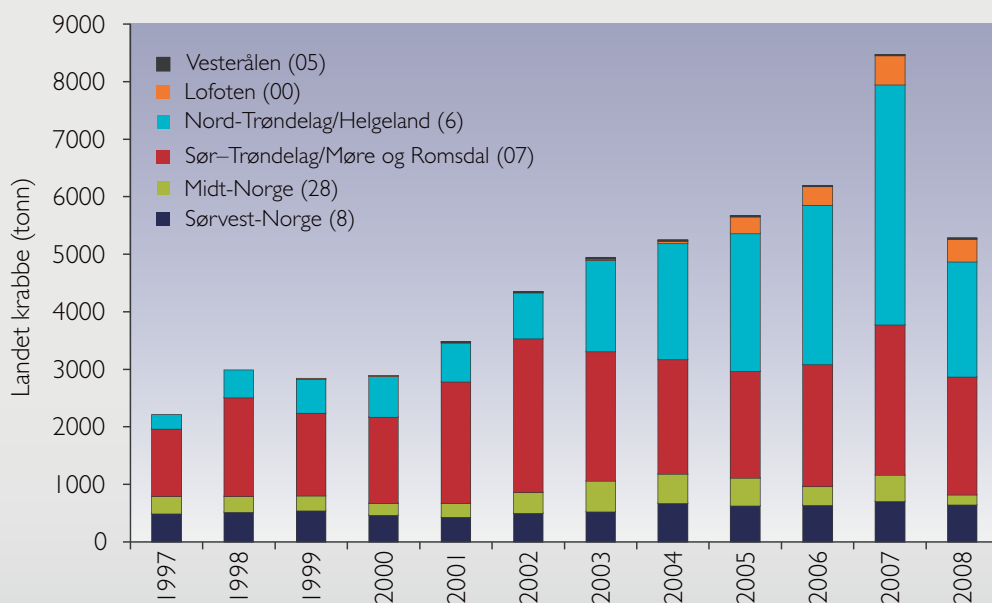
Status og råd

Fisket etter taskekrabbe var forventet å fortsette på samme nivå i 2008 som året før, men omsetningssvikt i det internasjonale markedet førte til begrensninger i norsk mottak av krabbe i 2008. Dermed ble kvantumet redusert fra nær 8 500 tonn i 2007 til ca. 5 300 tonn i 2008. Denne nedgangen kan ikke tolkes i retning av sviktende ressursgrunnlag, da utviklingen av fangst per teine synes å peke mot en svært stabil bestand. Det gis ikke begrensninger i fisket i form av kvote eller annen deltagerbegrensning, og slike tiltak er heller ikke aktuelle å innføre.

Bestanden av taskekrabbe følges gjennom innsamling av data fra fisket. Arbeidet utføres av fiskerne på bestilling fra Havforskningsinstituttet, og denne innsamlingen har pågått i åtte år. Fordi det ikke gis kvote for taskekrabbe følges bestandens utvikling gjennom indekser for fangst i forhold til innsatsen i fisket. Havforskningsinstituttet rapporterer hvert år om bestandens utvikling til krabbenæringen. Vi gjør løpende vurderinger av reproduksjonspotensialet i bestanden ved å se på andel hunner i fang-



Foto: Øystein Paulsen

**Figur 2.7.1**

Fangst av taskekrabbe i Norge de siste 12 år. Fangsten (tonn landet krabbe) er fordelt på statistiske områder.
Landings of Edible crab (*Cancer pagurus*) in Norway, distributed on statistical areas.

sten, samtidig vurderes antall krabber under minstemål som en indeks for rekruttering.

Fiskeri

Det ble fisket mer krabbe rett etter siste verdenskrig enn i dag. Fisket økte i 1930-årene etter hvert som hermetikkindustrien tok unna et betydelig kvantum, og nivået stabiliserte seg frem til midten av 1960-tallet på nær 4 000 tonn. På den tid foregikk fisket i hovedsak på Vestlandet og i Møre og Romsdal. Fordi krabbefisket i våre dager har flyttet seg nordover, og nå har sin tyngde i Trøndelag og på Helgeland, er det vanskelig å si noe om bestandsutviklingen. Utviklingen i fisket skyldes sannsynligvis at nye fiskeområder tas i bruk, men økningen kan også komme av at krabben brer seg stadig lenger nord og at økt temperatur i havet gir bedre forhold for denne krabben. Nedgangen i årets fiske gjør seg i hovedsak gjeldende i de nordlige områdene der fisket har ekspandert i de seinere årene (Figur 2.7.1).

Krabbefisket foregår med teiner fra våren og ut året. Lengden på sesongen har økt de siste årene, men mange fiskere har likevel en kortere sesong med hovedfiske i september. Oftest er det fartøy i gruppen 10–15 meter som rigges til krabbefiske. Fangstene leveres til relativt få anlegg, der det største anlegget prosesserer rundt halvparten av fangsten. De siste årene er det etablert flere krabbemottak langs kysten. Noen av mottakene i Sør-Norge baserer seg på fersk eksport til Europa, mens de fleste andre koker og bearbeider krabbene i varierende grad.

Utviklingen i det norske fisket, viser tydelig at fangstene tidligere var størst i Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal, men nå er Nord-Trøndelag og Helgeland like store (Figur 2.7.1). Den totale fangsten i Norge er likevel ikke angitt korrekt gjennom de rapporterte tallene, fordi det er fri omsetning av krabbe fra Vest-Agder til svenkegrensen, og det rapporteres ikke til salgslag i dette området.

Figur 2.7.2 viser utviklingen av fangstratene i de fire områdene der det meste av fisket foregår i dag. I det siste året har antall fiskere som har vært med på undersøkelsen blitt noe redusert. Dette gjør resultatene usikre, men det kan likevel spores en tendens til at fangstene av krabbe over 13 cm skallbredde har økt noe i de to sørligste områdene. Fangstratene synes å være svært stabile i området Nord-Trøndelag og Helgeland, som er området der fisket har ekspandert mest. Dette er betryggende med tanke på bestandens utvikling gjennom det ekspanderende fisket. Alt i alt synes det derfor ikke å være noe tegn til overbeskatning av bestanden i noen av områdene. Vi gjør oppmerksom på at minstemål i område 8 er 11 cm, mens figuren viser krabbe over og under 13 cm som henholdsvis levert og utkast.

Forvaltning

Den nye havressursloven stiller strenge krav til forvaltningsplaner for alle bestander som høstes. Dette vil sette nye krav til forvaltning av taskekrabbe i årene fremover. Det fastsatte minstemålet på 13 cm skallbredde nord for Rogaland og 11 cm

lenger sør er ment å skulle sikre at krabben blir stor nok til å gyte før den fanges. Det er vist for en lang rekke arter at et minstemål som settes slik at halvparten av krabben er kjønnsmoden ved størrelsen som svarer til minstemålet, sikrer at bestanden tåler et ganske høyt beskatningspress.

Krabbens størrelse varierer fra sør til nord, de største finnes lengst nord. Ved høyere temperatur vokser krabben hurtigere, men blir også kjønnsmoden tidligere, og da ved mindre størrelse enn lenger nord. Siden hunnkrabben etter kjønnsmodning kun skifter skall hvert andre år eller sjeldnere, avtar også den videre veksten etter dette tidspunkt.

Havforskningsinstituttet har ikke kapasitet til å foreta eget forsøksfiske eller andre feltundersøkelser for taskekrabbe, og innsamling av vitenskapelige data utføres

Taskekrabbe

Cancer pagurus

Andre norske navn: Krabbe, rødkrabbe, paltosk, høvring, skryda
Orden: Tifotkreps (Decapoda).
 Underorden: Krabber (Brachyura)
Familie: Cancridae
Størrelse: Ca. 30 cm, ca. 2,5 kg
Levealder: Ca. 15 år
Utbredelse: Kystfarvann fra Nord-Afrika, Middelhavet, Svartehavet til Finnmark
Gytetidspunkt/-område: Gyter i hele området om sommeren
Føde: Spiser det meste av bunndyr

Kvote: Ingen

Minstemål: 13 cm skallbredde (11 cm fra Rogaland og sørover)

Fangst: Norsk fangst 5300 tonn, total fangst ca. 45 000 tonn.



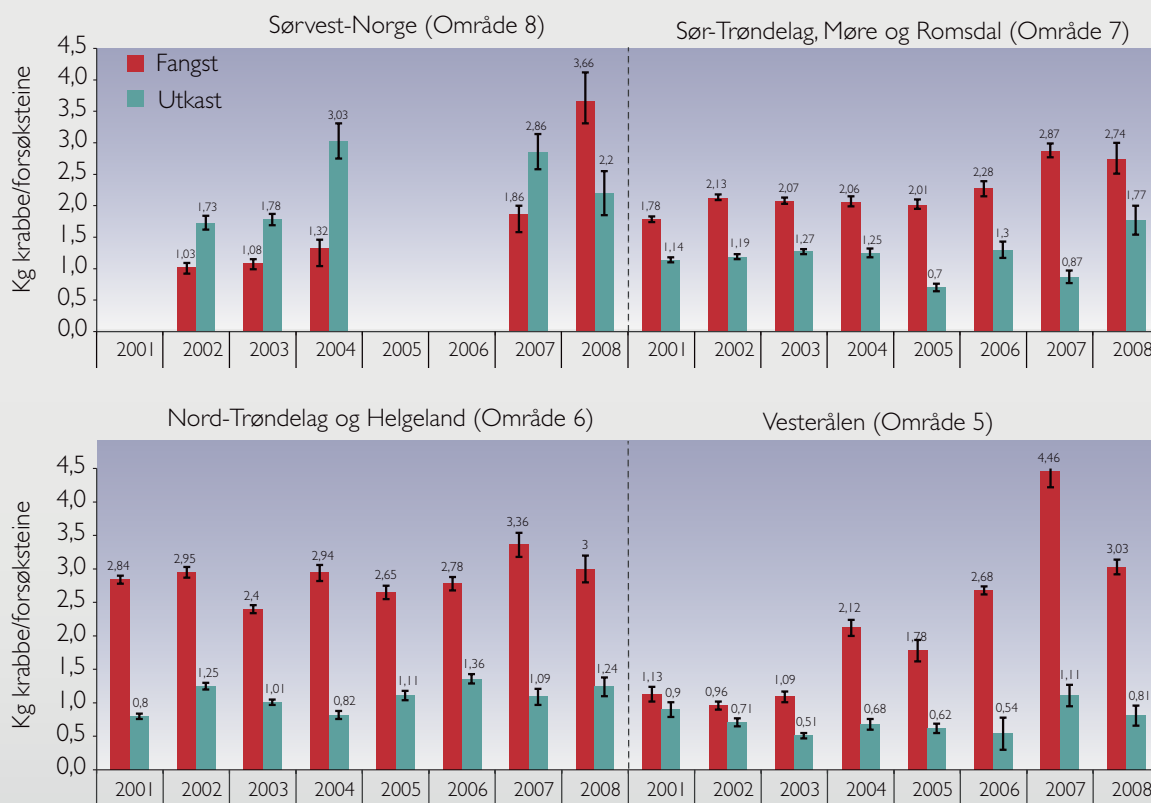
Taskekrabbe er utbredt fra det nordlige Afrika, Middelhavet og Svartehavet til Finnmark. De viktigste områdene i Europa er rundt Storbritannia og Irland, franskekysten og norskekysten er andre viktige områder. Taskekrabben vil ha salt sjø og den lever derfor ikke i områder med brakkevann. Taskekrabbe finnes ofte på grunt vann. Den foretrekker hard bunn med stein og berg, men kan vandre ut på bunn med skjellsand og leire der dette finnes innimellom steinbunn. Krabben er oftest stasjonær, men vandrer til dypere og varmere vann på 30–50 m om vinteren. Det er observert krabbe på dyp ned til 400 m. Hunnkrabber kan vandre lange strekninger; sannsynligvis for å finne bedre plasser for avkommet.

Krabben må skifte skall for å vokse. Det gjør den om sommeren når det er god tilgang på mat. Krabben benytter tiden med bløtt skall rett etter skiftet, til å pare seg. Hunnene tar vare på spermen fra hannene i over ett år og befrukter eggene først neste høst. Grunnen til det, er at krabben da kan spise

seg opp på næringsrik mat og forberede seg på at den må ligge halvt nedgravd uten å spise mens eggene utvikler seg. Eldre krabber skifter skall hvert tredje eller fjerde år, men kan likevel produsere rogn to eller tre ganger uten skallskifte. Krabben fester eggene under "halen", og det tar åtte måneder før eggene klekkes.

Krabben har små larver som svømmer rundt i vannet i to måneder. De skifter skall sju ganger. Når de bunnskår er de ca. 2,5 mm store, ett år seinere er de blitt ca. 1,5 cm og har skiftet skall flere ganger. Krabben blir kjønnsmoden etter ca. sju år.

Krabben spiser det meste, men foretrekker skjell og børstemark. Mye taskekrabbe holder også til i tareskogen, der den bidrar til renovasjon av døde dyr og beiter aktivt på en lang rekke dyr. Seint på sommeren vandrer mange krabber opp i flomålet langs kysten, spesielt om natten, og beiter på tilvekst av rur og andre organismer som er kommet til i løpet av sommeren.



Figur 2.7.2

Fangstrater i forsøksteiner (kg krabbe per teine) samlet inn av fiskere. Fangstrater, fordelt på de fire viktigste fiskeområdene, er vist for landet fangst (krabbe over 13 cm) og for utkast (krabbe under 13 cm).
Catch rates (kg crab per trap haul) collected by fishers, shown for landings and discards (divided by 13 cm shell width).

derfor i samarbeid med fiskerne. Slike undersøkelser har blitt vanlig for en lang rekke mindre utnyttede arter i de seinere årene, men fiskerne hjelper også til med innsamling av data for de store og viktige bestandene. I noen tilfeller engasjeres fiskere på helårsbasis, og vi kaller disse fartøylene for Havforskningsinstituttets referanseflåte.

For oss er det viktig å kunne gjøre biologiske undersøkelser av krabbene som er fanget, for å skaffe bedre kunnskap om livs-syklus, vandring og utbredelse. Når fisket utvikler seg til nye områder og med lengre sesong, og det tas i bruk fartøy med stor mobilitet, er det særdeles viktig å kunne

samarbeide både med fiskerne og mottaksanleggene for å kunne fremskaffe data til vurdering av bestandsgrunnlaget. Her vil et godt samarbeid med lokal miljø- og fiskeriforvaltning også være av uvurderlig nytte.

På store deler av kysten sør for Rogaland er kjennskap til krabbefiske og bestand svært begrenset, siden det ikke er organisert omsetning. Vi vil forsøke å etablere et nettverk av fiskere som likevel kan bidra med data fra fisket i dette området. Samlet sett tror Havforskningsinstituttet at disse tiltakene skal gi det nødvendige tilfang av data for å kunne oppfylle kravene i den nye havressursloven for en forsvarlig rådgiving til forvaltningen.

Edible Crab

The fishery for edible crab has been developing very rapidly in Norway, and the landings have now been more than 5,000 tonnes in the last five years, with a peak of about 8,500 tonnes in 2007. There may be reason for concern if this level of harvesting is sustainable and whether quota limitations should be considered. Collection of data by fishermen has been going on for eight years now, and the development of catch per pot seems to indicate a stable stock.



Kongekrabbe

Jan H. Sundet

jan.h.sundet@imr.no

Status og råd

Forvaltningen av kongekrabbe er nå et rent norsk anliggende i vår sone. Havforskningsinstituttet kartla bestanden av kongekrabbe på et tokt høsten 2008 i fjordene Varanger, Tana, Laksefjorden og Porsanger. I tillegg hadde vi flere leiefartøy i Østhavet. På det ordinære toktet brukte vi både krabbetrål og firkantteiner, mens vi kun benyttet teiner på leiefartøyene. Tettheten av fangstbare hannkongekrabber i de undersøkte områdene (se figur 2.8.1) er samtidig et uttrykk for tetthetsfordelingen i krabbebestanden.

Estimatene av totalbestanden (som for krabbens vedkommende vil si krabber større enn 70 mm skallengde) var noe høyere i 2008 enn i 2007, ca. 5,2 millioner individer. Dette tallet er svært usikkert og er i stor grad avhengig av hvor store områder som omfattes av undersøkelsene. På grunn av biologien og atferden til små kongekrabber lar det seg ikke gjøre å estimere rekrutteringen til bestanden ved å måle krabbeyngel. Estimatene av fangstbar krabbe (hannkrabber større enn 137 mm skjoldlengde) i norsk sone var høsten 2008 på ca. 0,8 million individer, dvs. noe lavere enn i 2007 (Tabell 2.8.1). Rekrutteringen til den fangstbare krabbebestanden var middels i 2008, forventes å bli det samme i 2009, og gå noe ned i 2010.

Størrelsessammensetningen i krabbebestanden i Varanger viser at en ny årsklasse med gjennomsnittlig skjoldlengde på ca. 90 mm dominerer i bestanden her (Figur 2.8.2a). Hovedtyngden av den norske kongekrabbebestanden er fortsatt i Varanger, slik at endringer i bestanden her gir store utslag i den norske totalbestanden.

I Tana er det ingen nye sterke årsklasser under utvikling, og rekrutteringen antas å bli svak i de neste par årene (Figur 2.8.2 b). Situasjonen ser ut til å være den samme i Laksefjorden (Figur 2.8.2c). I Porsangerfjorden ser det heller ikke ut til å være noen sterke årsklasser på gang. Her er det imidlertid relativt flere store krabber enn i de andre områdene (Figur 2.8.2d).

I området Østhavet, mellom grunnlinjen og ca. 12 nm fra land, fra 26°Ø til grensen mot Russland, er størrelsesfordelingen

hos hunnkrabber forskjellig fra hannkrabbene. Det er en markert topp i fordelingen på ca. 120 mm skjoldlengde hos hunnene som ikke kan sees i hannkrabbedelen (Figur 2.8.2e). Det er derfor ikke mulig å si hvorvidt denne toppen i fordelingen representerer en sterk årsklasse, eller om det skyldes tilfeldigheter.

I juni 2008 ble det iverksatt et nytt forvaltningsregime for kongekrabben i norsk sone. Her ble forvaltningen og fangsten av krabbe delt inn i et kommersielt område hvor fisket er regulert med total- og fartøyskvoter. Utenfor dette området er det et fritt fiske hvor målet er å holde krabbebestanden lavest mulig. I tillegg ble det bestemt å gi kvoter i vekt i stedet for antall. Det vises for øvrig til Stortingsmelding nr. 40, 2006–2007, for mer detaljer. To slike diametralt motsatte forvaltningsregimer på samme bestand skaper mange utfordringer både i bestandsforskningen og rådgivningen på kongekrabbe. Den norske kvoten for 2009 innenfor det kommersielle området er satt til 1075 tonn lytefrie hannkrabber, 110 tonn skadete hannkrabber og 106 tonn hunnkrabber.

Fiskeri

Kongekrabben fiskes med teiner, og fisket foregår hovedsakelig i de store fjordene og i kystnære farvann langs kysten av Øst-Finnmark.

Ved oppstarten i 1994 var kongekrabbefisket organisert som et forskningsfiske, men

Kongekrabben ble introdusert til Barentshavet fra Det fjerne østen på 1960-tallet og har spredd seg til områder i hele det sørlige Barentshavet. Det naturlige utbredelsesområdet er i Beringhavet og i det nordlige Stillehav.

Utbredelsen i Barentshavet går i øst til øya Kolgujev og i nord til Gåsbanken, mens i vest er den kommet til Kvenangen. I russisk sone har krabben spredd seg mer ut i åpne havområder enn på norsk side.

Siden kongekrabben er en fremmed art i økosystemet er det et stort fokus på eventuelle effekter av krabben på systemet.

Krabben lever på bunnen og ernærer seg av mange forskjellige arter bunnfauna. Det er derfor sannsynlig at det er denne delen av økosystemet som blir mest påvirket.



Kongekrabbe

Paralitodes camtschaticus

Utbredelse: Både langs kystområdene og til havs i det sørlige Barentshavet, og i dyp fra ca. 5–400 m, avhengig av årstiden.

Størrelse: Blir sjelden 8 kg, skjoldlengde på 2–23 cm i norske farvann.

Føde: Bunndyr og planter. Børstemark og små muslinger står øverst på listen over byttedyr.

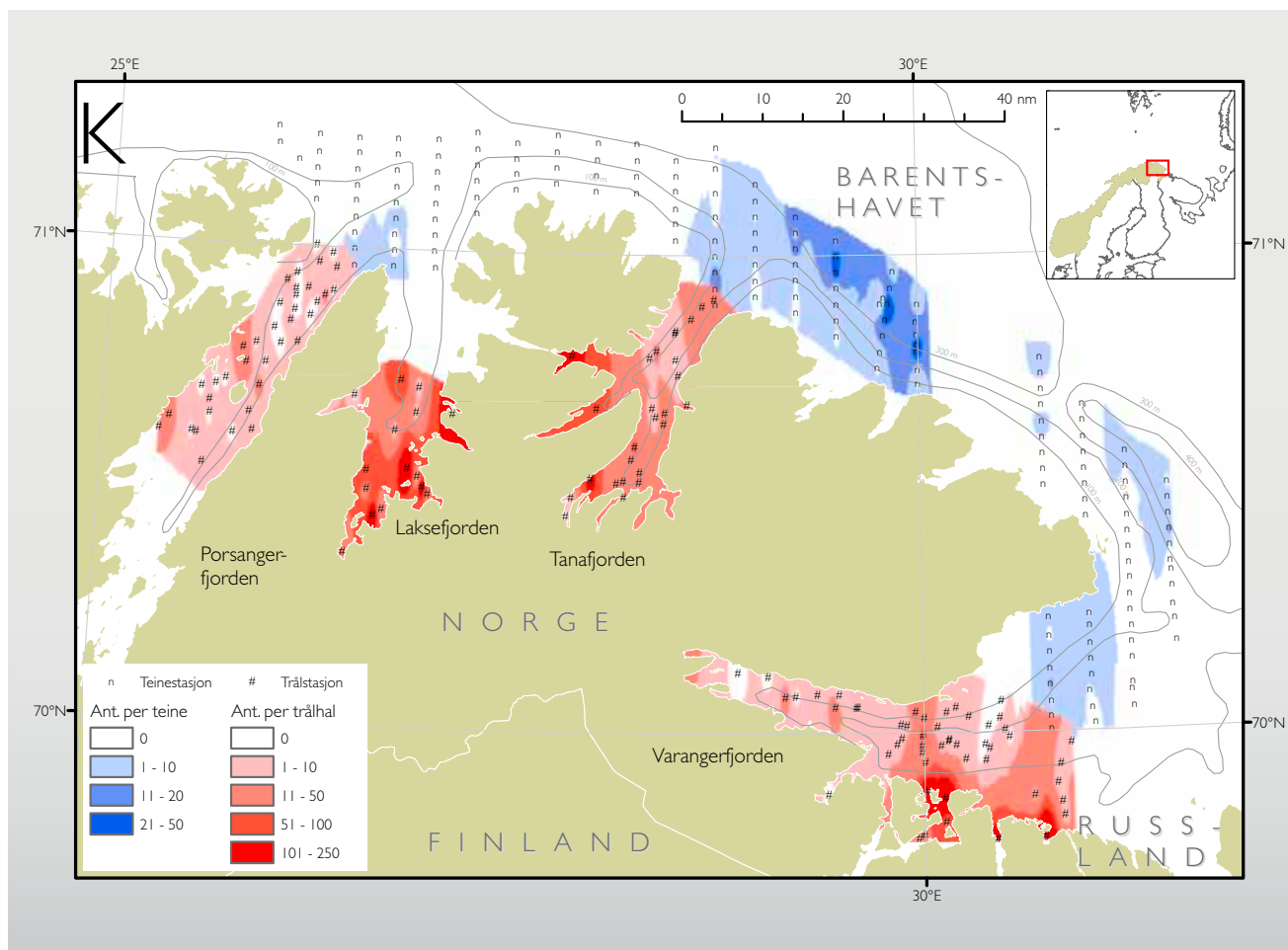
Biologi: Kaldtvannsart, finnes helst ved lave temperaturer (0–5 °C). Blir kjønnsmoden ved ca. 11 cm skjoldlengde. Går med utrogn hele året til eggene klekkes på våren. Larvene har et pelagisk stadium som varer ca. 1,5 måned før de bunnslår på grunt vann hvor yngelen oppholder seg de første 2–3 årene.

Kvoteråd: Kvoterådene for 2009 var 600 tonn hannkrabber (alle hannkrabber) og 235 tonn hunnkrabber.

Kvote 2009: 1075 tonn lytefrie hannkrabber, 110 tonn skadete hannkrabber og 106 tonn hunnkrabber

Norsk fangstverdi 2008: Ca. 110 millioner kroner





fra og med 2002 ble det innført et kommersielt fiske etter kongekrabbe i norsk sone. I 2008 har det til sammen deltatt ca. 400 fartøyer i det frie og det kommersielle fisket etter kongekrabbe. Førstehåndsverdien er antatt til å ligge rundt 110 millioner kroner.

Tildelingen av kvoter i kongekrabbefisket skjer til to grupper. Gruppe I har full kvote og omfatter fiskere på Blad B, mens gruppe II i hovedsak er fiskere på Blad A. Disse har forskjellig krav til kvalifisering til krabbefisket. Det blir satt totalkvote både på lytefrie hannkrabber over minstemål og på skadede hannkrabber. I tillegg ble det gitt tillatelse til fangst av hunnkrabber større enn 137 mm skjoldlengde, gitt som en prosent av totalfangsten ved hver levering. Fartøykvoten for 2008 var satt til 11 tonn i gruppe I og 5,5 tonn i gruppe II (Tabell 2.8.2). Fartøykvotene for 2009 er enda ikke fastsatt.

Bifangst av krabbe i garn- og linefisket har ført til store problemer i det kystnære fisket i Øst-Finnmark siden krabben dukket opp først på 1990-tallet. Havforskningsinstituttet fortsatte registreringen av denne bifangsten også i 2007. Datagrunnlaget for 2007 er noe svakere enn tidligere, men det ser ut som at problemene har tiltatt i 2007 på torskogarn.

Figur 2.8.1

Tetthetsfordeling av fangstbar hannkongekrabbe i det kommersielle området av norsk sone i 2008. Merk at det er benyttet forskjellige redskaper (se figuren).

Density of legal male king crabs inside commercial area in Norwegian waters in 2008.

Tabell 2.8.1

Tabell over estimert antall fangstbare (skjold lengde større enn 132 and 137 mm) hannkrabber i norsk (NEZ) og russisk (REZ) sone i tidsrommet 1995–2008.

Table showing number of estimated legal male king crabs in Norwegian (NØS) and Russian (RØS) part of the Barents Sea in the period 1995–2008.

År	Antall fangstbare hannkongekrabber		
	RØS	NØS	RØS + NØS
1995	250 000	54 000	304 000
1996	155 000	87 000	242 000
1997	316 000	110 000	426 000
1998	801 000	150 000	951 000
1999	1 508 000	Ikke estimert	na
2000	1 513 000	676 000	2 189 000
2001	1 494 000	445 778	1 939 778
2002	3 271 000	798 552	4 069 552
2003	2 540 000	1 392 000	3 932 000
2004	9 600 000*	1 325 000	14 210 000
2005	11 500 000	815 000	12 315 000
2006	16 600 000	1 020 000	17 620 000
2007	na	975 000**	
2008	na	800 000	

na: ikke tilgjengelig

* Beregningen er basert på russiske bifangstdata

** Beregning av hanner større enn 137 mm skjoldlengde

RØS: Russisk økonomisk sone

NØS: Norsk økonomisk sone

Tabell 2.8.2

Tabell over norsk totalkvote, antall deltagende fartøy, fartøykvote og gjennomsnittsvikt av landet kongekrabbe i tidsrommet 1994–2008. Gr I og Gr II representerer forskjellige fartøygrupper.

Table showing the Norwegian TAC, number of vessels participating in the fishery, vessel quota and the mean weight of landed king crabs each year in the period 1994–2008. GR I and GR II represents two different vessel categories.

År	Total kvote (antall krabber)	Antall fartøy	Fartøy kvote (antall krabber)	Gjennomsnittsvikt (kg)
1994	11 000	4	2 750	3,4
1995	11 000	4	2 500	4,0
1996	15 000	6	2 500	4,7
1997	15 000	6	2 500	4,6
1998	25 000	16	1 562	5,1
1999	37 500	24	1 540 (+)	5,4
2000	37 500	33	1 100 (+)	5,1
2001	100 000	123	750 (+)	4,3
2002	100 000	127	700 (+)	4,1
2003	200 000	197	1040 (+)	4,1
2004	280 000	256	1140 (Gr I)(+) 570 (Gr. II)	4,2
2005	280 000	274	1100 (Gr I)(+) 550 (Gr II)	4,2
2006	300 000	274	1200 (Gr I)(+) 600 (Gr II)	3,96 (per des. 2006)
2007	300 000	264	1260 (Gr I)(+) 630 (Gr II)	3,5 (per des. 2007)
2008	2610 tonn	~400	11 t (Gr I)(+) 5,5 t (Gr II)	~2,5 (per des. 2008)

(+) refordeling av kvote ga noen båter tilleggskvotet mot slutten av fisket.

Økosystemeffekter av kongekrabben

Forskningen omkring økosystemeffekter av kongekrabben har hovedsakelig hatt fokus på spredningspotensial og effekter på bunnfauna.

Merkeforsøk viser at kongekrabben i hovedsak bare vandrer korte avstander og at det meste er årstidsvandring mellom grunt og dypt vann. Enkelte individer kan likevel ha vandret langt på relativt kort tid. Dette synes i første rekke å være store hunnkrabber med rogn, som ved en slik strategi sprer arten effektivt. I spredningen av kongekrabben er overlevelse av krabbelarven en avgjørende faktor. Foreløpige studier av krabbelarvens temperaturtoleranse har vist at larven ser ut til å kunne overleve normalt innenfor et vidt temperaturområde (± 1 – 14 °C) og tåle korttids påvirkninger fra ± 2 til 24 °C, avhengig av stadium og

akklimeringsstemperatur. Dette indikerer at kongekrabben kan etablere seg i områder lenger sør og lenger nord enn det vi tidligere har antatt.

Forskning på effekter på bunnfaunaen i russisk farvann har så langt vist at krabben tar ut de største individene av enkelte bunndyrarter som muslinger og sjøstjerner. Samtidig ser det ut til at antall arter (biodiversiteten) kan øke i russiske områder hvor krabben har oppholdt seg lenge. Foreløpige data fra en undersøkelse i Varanger viser imidlertid en betydelig reduksjon både i antall arter og i størrelse på enkeltarter her. Det vises for øvrig til egen rapport for mer detaljer (Joint IMR–PINRO Report Series nr. 3–2008). Det kreves betydelig mer forskning før vi har klarlagt omfanget av kongekrabbens effekter på økosystemet i våre farvann.

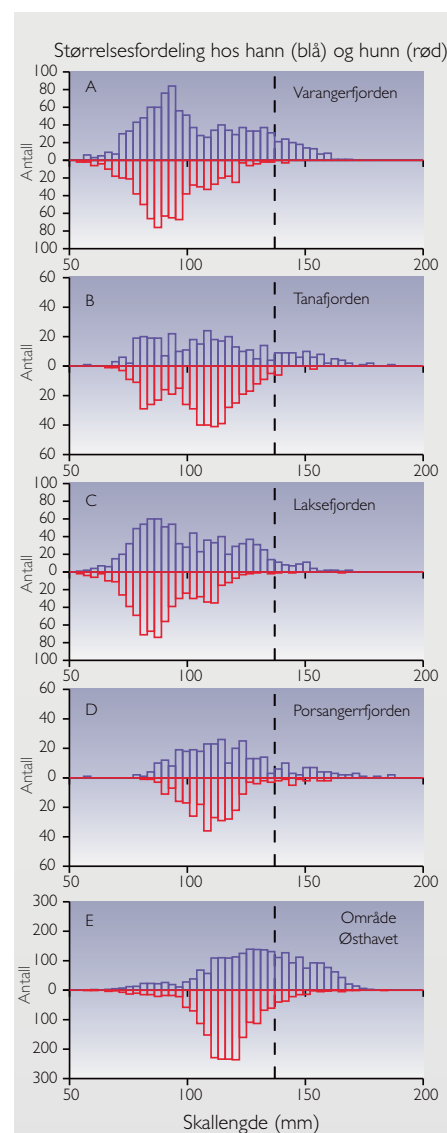
Red King Crab

The legal stock was estimated to about 0.8 million specimens in 2008, less than in 2007. The recruitment to the legal male stock was at a medium level in 2008 and is expected to be the same in 2009. The TAC for 2009 is set to 1075 tonnes of un-injured and 110 tonnes injured males, and 106 tonnes of females.

The commercial fishery for the red king

crab has now become a substantial fishery including a total of 400 vessels. The value of the landings reach almost 110 mill. NOK in 2008. By-catches of king crab in gillnet and longline fishery for cod seems to increase in 2007 and is hampering this fishery significantly.

The king crab is an exotic species in our waters, and research on ecosystem impact


Figur 2.8.2

Størrelsesfordeling (skjoldlengde) hos hann (blå) og hunn (rød) kongekrabber fra Varanger (a), Tanafjorden (b), Laksefjorden (c), Porsangerfjorden (d) og området Østhavet (e) i 2008. Stiplet vertikal linje angir minstemål for fiske (137 mm). Carapace length distribution of male king crabs from Varanger (a), Tanafjord (b), Laksefjord (c), Porsangerfjord (d) and the area "Østhavet" (e) in 2008. Broken vertical line indicates minimum legal size.

has revealed significant effects on the benthic communities. In addition, studies on the temperature tolerance of the crab larvae indicate that the crab may spread to new areas both further south and further north than we have anticipated. However, substantial research remains to be done before the impact of the crab can be satisfactory revealed.



Haneskjell

Chlamys islandica

Leveområde: Jan Mayen, ved Bjørnøya, Hopen og Svalbard. På kysten av Troms og Finnmark og i relikte populasjoner på Vestlandet.

Alder ved kjønnsmodning: 4–6 år

Størrelse: Kan bli opptil 13 cm

Levetid: Opptil 30 år

Kvote 2008/09: 250 tonn rundskjell

Totalfangst 2008: Ingen registrert fangst i 2008



Jan H. Sundet

jan.h.sundet@imr.no

Status og råd

Fangsten av haneskjell i Norge er liten og foregår kun i kystområdene i Troms og Finnmark. Feltene i ytre Troms ble sist undersøkt i 2007, og forekomstene var på samme nivå som ved forrige undersøkelse i 2005.

På slutten av 1980-tallet foregikk det et omfattende haneskjellfiskeri på de store skjellfeltene i Svalbardsonen. Dette fisket ble avsluttet i 1992, og etter en undersøkelse

av de viktigste feltene i 1994 og 1996, ble det bestemt å overvåke feltene med ti års mellomrom. En undersøkelse av feltene ved Bjørnøya og Moffen i august 2006 viste god rekruttering og at skjelltettheten målt i fangstrate (CPUE) også har økt i forhold til situasjonen like etter at fisket ble avsluttet i 1992. Skjelltettheten var imidlertid langt lavere enn ved undersøkelsene i 1986/87. Det gis ikke kvoteråd for haneskjellbestandene i Svalbardsonen, men kvoten innenfor grunnlinjen ble anbefalt til å være 250 tonn rundskjell i 2008/09.

Fiske

De siste ti årene har fisket innafor grunnlinja vært beskjedent, og enkelte år har totalkvoten ikke blitt tatt. Ifølge statistikk fra Norges råfisklag ble det landet ca. 120 tonn rund haneskjell i norsk sone i 2006. Dette tilsvarer en fangst på ca 5–6 tonn renset skjell, altså langt under totalkvoten. Dette er det siste året med nevneverdig fangst ifølge denne statistikken.

Iceland Scallops

The Norwegian fishery for Iceland scallops is exclusively a near coast activity. Scallop beds in coastal areas of Troms county were latest surveyed in 2007, and found to have good recruitment and mainly high scallop density. Only a minor part of the coastal scallops seems to be caught recent years, and the recommended quota for this area for 2008 was 250 tonnes of whole scallops.

Haneskjellet er en arktisk/boreal art som finnes langs kysten av Nord-Norge, ved Jan Mayen og i Svalbardsonen. Skjellet lever festet til substratet og trives best i strømrrike områder på såkalt hardbunn hvor substratet består av stein, grus eller tomshell. Næringen til skjellet er partikulært materiale som filtreres fra vannmassene. Dette gjør skjellet svært avhengig av årssyklusen i primærproduksjonen når det gjelder kvaliteten av næringen.

Haneskjellet er i motsetning til mange andre kamskjellarter særkjønnet og gyter tidlig på sommeren. Veksten er relativt langsom, og haneskjellet kan bli opptil 30 år gammel. På feltene i Nord-Norge når skjellet fangstbar størrelse (65 mm skallhøyde) i løpet av 6–8 år.

Øivind Strand

oivind.strand@imr.no

Tore Strohmeier

tore.strohmeier@imr.no

Status og råd

I Norge høstes stort kamskjell kun ved dykking. Kjerneområdet er i Sør-Trøndelag, og totalfangsten på 899 tonn i 2008 var

den største siden fangstingen startet. Fiskeridirektoratet har i 2008 sluttført høring på forslag til reguleringstiltak i fisket etter stort kamskjell.

For å få frem informasjon om reproduksjonsevne og rekruttering har Havforskningsinstituttet målsetting om årlige undersøkelser av alderssammensetning i bestanden som det høstes fra i Trøndelag.



Figur 2.10.1

Stort kamskjell med den store, hvite lukkemuskelen som sammen med den røde og hvite gonaden utgjør de vanligst spiselige delene i skjellet.

Great scallop with the large adductor muscle that in addition to the gonad constitutes the edible parts of this bivalve.

Stort kamskjell (Figur 2.10.1) er utbredt langs kysten av det nordøstlige Atlanterhavet fra Den iberiske halvøy i sør til Vestfjorden i nord. Skjellet finnes fra like under tidevannssonen og ned til mer enn 100 m dyp. I norske farvann er de største forekomstene registrert på mellom 5–30 m dyp, i Trøndelagsfylkene og Nordland. Kamskjellet ligger vanligvis i en fordypning i bunnsedimentet med den flate siden vendt opp, i flukt med bunnoverflaten og dekket av sediment.

Skjellet finnes helst i strømsterke områder og på bunn av ulik sammensetning; fra fin til grov grus, med eller uten innblanding av mudder og organisk materiale. Skjellenes føde består av planteplankton, bakterier, andre mikroorganismer og dødt organisk materiale (detritus). Frittsvevende planteplankton og mikroskopiske alger knyttet til bunnsstratet er den viktigste føden. Vann transporterer næring til skjellene, og man-

ge steder vil faktorer som dyp, tidevann og vannbevegelse påvirke variasjonen i skjellenes fødetilgang. Sammen med sesongvariasjoner i planteplanktonproduksjon, gjør dette at både mengden og kvaliteten på skjellenes ernæring kan variere mye.

Utbredelsen av stort kamskjell i norske farvann er i vesentlig grad begrenset av lave vintertemperaturer og lav saltholdighet. Klimaendring med milde vintrer vil derfor trolig føre til at bestanden kan øke utbredelse lenger nordover. Kamskjell er lite tolerant for lav saltholdighet, og endring i tilførsel av ferskvann til kystvannet kan også endre utbredelsen i kystsonen.

Stort kamskjell

Pecten maximus

Familie: Pectinidae

Levetid: Over 20 år, 17–18 cm skall høyde, maks vekt 500–600 gram.

Leveområde: Lever i en fordypning i bunnsedimentet og delvis dekket av sediment.

Gyteområde og -tid: Gyter i sommerhalvåret. Befruktning fritt i vannmassene hvor larvene utvikler seg og bunnslår etter mer enn én måned.

Fødevaner: Skjellenes føde består av både planteplankton, bakterier, andre mikroorganismer og dødt organisk materiale.

Fangst 2008: 899 tonn

Norsk fangstverdi: 20 millioner kroner





Vitenskapelig dykking brukes i undersøkelser av stort kamskjell.

Havforskningsinstituttet gjennomførte ikke tokt til Trøndelag i 2008, men data fra tidligere undersøkelser tyder på at reproduksjonsevne og rekruttering i bestanden som fiskes er god og varierer lite mellom år.

Overvåking av biologiske data fra bestandene og økt kunnskap om bestandsstrukturen er en viktig forutsetning for å kunne oppnå en langsiktig bærekraftig utvikling og forvaltning. Havforskningsinstituttet arbeider med å etablere et overvåkingsprogram hvor biologiske data blir samlet inn i samarbeid med næringsaktører. Sammen med forskning som skal gi økt kunnskap om rekruttering, skal dette legge grunnlaget for økt, langsiktig og bærekraftig utnyttelse av stort kamskjell.

Fiskeri

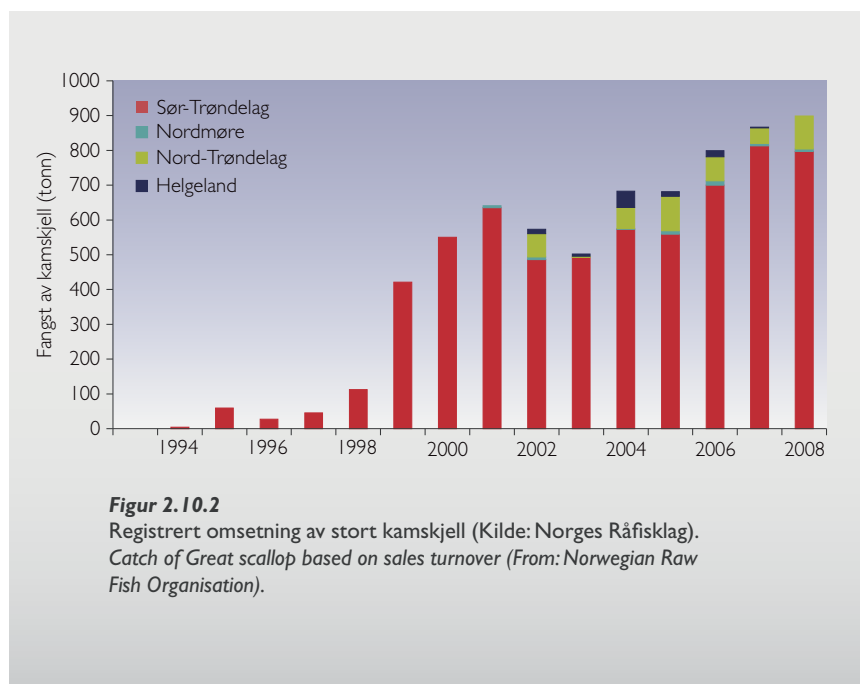
Siden 2000 har den registrerte omsetningen vært på 500–900 tonn kamskjell, med en stabil økning de siste seks år (Figur 2.10.2). Fangstene på til sammen 899 tonn i 2008 var den største siden fisket startet. Om lag 90 % av landingene skjer ved Hitra, Frøya og Froan, og her var det en liten nedgang i fangstene fra 2007. Fangstene i Nord-Trøndelag økte imidlertid fra 45 til 95 tonn kamskjell.

Stort kamskjell er i Norge utelukkende fangstet ved dykking, og fiskerne operer i dykkerlag fra merkeregistrerte fartøyer.

Flere observasjoner på Vestlandet de siste årene tyder på at forekomster av kamskjell øker på dybder grunnere enn 5–10 m. Sommeren 2008 fikk vi inn informasjon fra flere uavhengige kilder som støtter opp om disse observasjonene. Sports- og

fridykkere mange steder finner nå ofte kamskjell helt opp til dybder rundt 5 m. Dette har tidligere vært svært uvanlig. Med bakgrunn i disse observasjonene og muligheten for at endring i klima kan påvirke

utbredelse av stort kamskjell på grunne områder, har Havforskningsinstituttet etablert lokaliteter hvor vi ønsker å overvåke utviklingen i dybdeutbredelse. De første undersøkelsene ble gjort høsten 2008.



Figur 2.10.2

Registrert omsetning av stort kamskjell (Kilde: Norges Råfisklag).
Catch of Great scallop based on sales turnover (From: Norwegian Raw Fish Organisation).

Great Scallop Diver Fishery

Dredge exploitation of great scallop (*Pecten maximus*) in Norway has been impeded by the unfavourable bottom conditions, and harvest is done by scuba diving. The catch in 2008 was 899 tonnes, the largest ever since the diver based fishery in mid-Norway started in the

1990s. The harvested stock is considered to be stable and fishery is sustainable. In western Norway the scallops seem to expand in shallow water, suggested to be related to climate with higher frequency in mild winters. IMR has started monitoring shallow water distribution of the scallop at two sites in western Norway.

2.11 Stortare

Henning Steen

henning.steen@imr.no

Stortare er den klart viktigste makroalge-ressursen langs norskekysten. Hvert år høstes i underkant av 150 000 tonn stortare på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag til produksjon av alginat. Havforskningsinstituttet overvåker årlig tilstanden i taresamfunnene og effekter av tarehøstingen.

Stortare opptrer i tette bestander som ofte går under betegnelsen tareskog (Figur 2.11.1). Kysten utenfor Nordvestlandet er et kjerneområde for stortare, med enkeltplanter på inntil 3 meter. Ingen andre steder på kysten når stortareplantene en slik størrelse. I østre deler av Skagerrak blir for eksempel stortaren knapt mer enn en halv meter.

Tarevegetasjonen skaper et tredimensjonalt miljø som gir tilholdssted for en rekke andre marine organismer. Derfor vil stortareplantenes størrelse, sammen med andre forhold som bl.a. plantetetthet og alder, ha betydning for taresamfunnenes økologiske funksjon.

Stortarestilkenes ru overflate gir godt feste for epifyttiske (påvekst) alger og dyr, og stilken på eldre individer er ofte overgrodd av blad- og trådformede rødalger (Figur 2.11.2).

Epifyttene spiller en viktig rolle som næring og skjulested for mange bevegelige dyr, og



Figur 2.11.1

Tett stortarevegetasjon utenfor kysten av Sør-Trøndelag, en ekte tareskog. Dense assembly of the kelp species *Laminaria hyperborea* off the coast of Sør-Trøndelag, a true kelp forest.

over 100 000 virvelløse dyr er registrert per kvadratmeter tareskog på Nordvestlandet. Stortareskogene er også viktige oppvekst- og næringsområder for mange arter fisk (Figur 2.11.2). Reduksjon i tarevegetasjonen vil derfor kunne få store økologiske og økonomiske ringvirkninger.

Kråkebollebeiting og taretråling er to av de viktigste årsakene til tap av stortareskog langs norskekysten. Av de nevnte tapsprosesser er kråkebollebeiting den mest alvorlige, både fordi denne prosessen står for det største biomassetapet av tareskog langs norskekysten, og fordi kråkebollene beiter ned all tarevegetasjon over store flater (Figur 2.11.3). Taretråling går først og fremst ut over de store plantene, mens småplantene som blir tilbake i undervegetasjonen, vil vokse raskere pga. bedre lysforhold, og med tiden reetablere tareskogen. På grunn av kuperte bunnforhold, som er lite tilgjengelig for taretrålen, vil det vanligvis være store partier med uberørt tareskog i områdene der det høstes stortare (Figur 2.11.3). Selv om tarehøstingen er et avgrenset inngrep, vil likevel tareskogens funksjon reduseres i en viss periode avhengig av tarevegetasjonens reetableringsvne.

Stortare (*Laminaria hyperborea*) utgjør over 80 % av makroalgebiomassen langs norskekysten. Arten vokser på hardbunn og danner tette tareskoger i strømrrike områder fra lavannsgrensen og ned til ca. 20–25 m dyp.

Stortareplantene kan bli 20 år gamle. De består av et festeorgan og en stilkdel som begge er flerårige, samt et oppsplittet blad som nydannes hvert år.

Utbredelsen av stortare er begrenset til den østlige delen av Nord-Atlanteren, fra Portugal i sør til Kolahalvøya i nord. Arten vokser langs hele norskekysten. Stortare er nylig registrert på Spitsbergen.

Langs store deler av kysten i Nord-Norge er tarevegetasjonen helt nedbeitet av kråkebolle. Stortare høstes gjennom tråling på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Det høstes i underkant av 150 000 tonn stortare per år, dvs. mindre enn én prosent av den stående biomassen som er beregnet til ca. 50 millioner tonn.



Stortare

Laminaria hyperborea

Familie: Laminariaceae

Maks størrelse: Ca. 3 m og ca. 4 kg

Levetid: Inntil 20 år

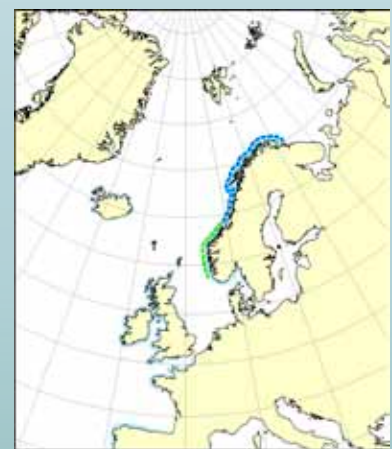
Leveområde: Langs kysten på hard bunn fra lavannsgrensen og ned til 20–25 m dyp

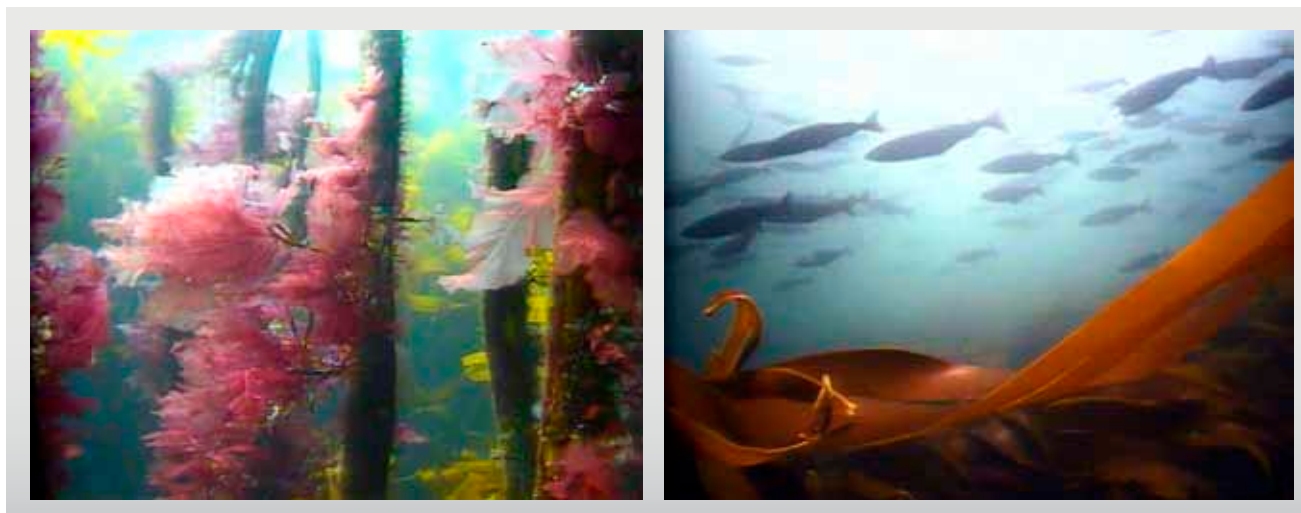
Særtrekk: Består av et festeorgan og en stilkdel (som begge er flerårige), og et oppsplittet blad som nydannes hvert år

Høsting: Geografisk inndeling av høstefelt som tråles hvert femte år

Årlig fangst: Ca. 150 000 tonn

Eksportverdi for stortare og grisetang: Ca. en halv milliard kroner per år





Figur 2.11.2

Stortarestilkene gir et godt substrat for epifyttiske rødalger og gir skjul for mange bevegelige smådyr (venstre bilde).

Tareskogen er et viktig oppvekst- og næringsområde for mange fiskeslag (høyre bilde).

The stipes of the kelp species Laminaria hyperborea is well suited as a substrate for epiphytic red algae, creating refuges for numerous small animals (left picture). The kelp forests are important nursery and feeding grounds for several species of fish (right picture).

Tarehøsting

Stortare høstes ved hjelp av taretrålere på 2–15 meters dyp i den ytre skjærgården på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag (Figur 2.11.4). Tarehøstingen reguleres ved at fylkene deles inn i høstefelter som rulleres, slik at det enkelte felt er åpent for taretråling hvert femte år, bortsett fra i Rogaland der feltene er åpne for tarehøsting hvert fjerde år.

Gjennomsnittlig høstekvantum for de seneste 20 årene ligger på rundt 150 000 tonn, men har vært noe lavere de siste seks årene (Tabell 2.11.1). Uttaket av stortare varierer

fra fylke til fylke, med størst uttak i Møre og Romsdal der 60 000–100 000 tonn høstes årlig, og minst i Hordaland der i underkant av 2 000 tonn tas ut på årsbasis.

Overvåking

Hvert år overvåker Havforskningsinstituttet tilstanden i taresamfunnene og effekter av tarehøsting på faste stasjoner på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Overvåkingen inkluderer høstefelt i alle fem faser av gjenvekstperioden og referansestasjoner i områder som er stengt for taretråling. I Sør-Trøndelag, som regnes som mer truet av nedbeiting fra kråkebol-

ler enn fylkene lenger sør, og i Møre og Romsdal, der uttaket av tare er spesielt høyt, overvåkes i tillegg til de faste stasjonene, alle felt som etter forvaltningsplanen skal høstes påfølgende sesong. På oppfordring fra lokalbefolkning og forvaltningsmyndigheter har Havforskningsinstituttet siden 2006 gjennomført tilleggsundersøkelser på høstefeltene på sørsiden av Stadlandet (Fure–Drage).

Undersøkelsene på overvåkingsstasjonene gjøres langs videotransekter ved hjelp av undervannskamera. Videotransektene splittes opp i mindre enheter (ca. 10–20 m



Figur 2.11.3

I store kystområder i Nord-Norge er tareskogen fullstendig nedbeitet av grønne kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*), som for eksempel i deler av Porsangen (venstre bilde). Ferskt trålspor utenfor Fosen i Sør-Trøndelag (høyre bilde).

Arter av kjerringhår (*Desmarestia* spp.) og små tareplanter dominerer i området der trålen har passert (i forgrunnen på bildet), mens de store tareplantene blir tilbake i partier som ikke berøres av trålen (i bakgrunnen på bildet).

Along the coast of northern Norway substantial parts of the kelp beds are grazed barren by the green sea urchin (Strongylocentrotus droebachiensis) as in parts of Porsangen, Finnmark (left picture). Newly harvested kelp bed, off the coast of Fosen, Sør-Trøndelag (right picture). The trawlzone (in the foreground of the picture) is dominated by species of Desmarestia and small kelp plants.

Outside the trawled zone the large kelp plants remain (in the background of the picture).



Figur 2.11.4
Taretråler i aksjon.
Kelp trawler in action.

lange) før analyse. For hver transektenhet registreres tarevegetasjonens dekningsgrad, tetthet, plantehøyde, rekruttering, artssammensetning, epifytter, antall kråkeboller og fisk. Hvis trålspor observeres, gjøres en vurdering av uttaksgrad og gjenvekst i forhold til tarevegetasjonen utenfor trålflatene. I 2008 ble det gjort filmopptak på 145 stasjoner, langs transekter som tilsvarer en kystlinje på totalt 31 kilometer på strekningen Vest-Agder–Nord-Trøndelag.

I 2008 ble tarevegetasjonen undersøkt i utvalgte områder i Nord-Norge, bl.a. i Troms i forbindelse med nasjonalt program for naturtypekartlegging og i Porsangen i forbindelse med Epigraph-prosjektet. Dette kartleggingsarbeidet vil fortsette i de nærmeste årene. I tillegg til å gi informasjon om dagens tilstand i taresamfunnene, vil resultatene fra disse undersøkelsene

gi et verdifullt grunnlag for etablering av et framtidig overvåkingsprogram i denne landsdelen, der tareskogene har vært preget av nedbeiting siden 1970-tallet.

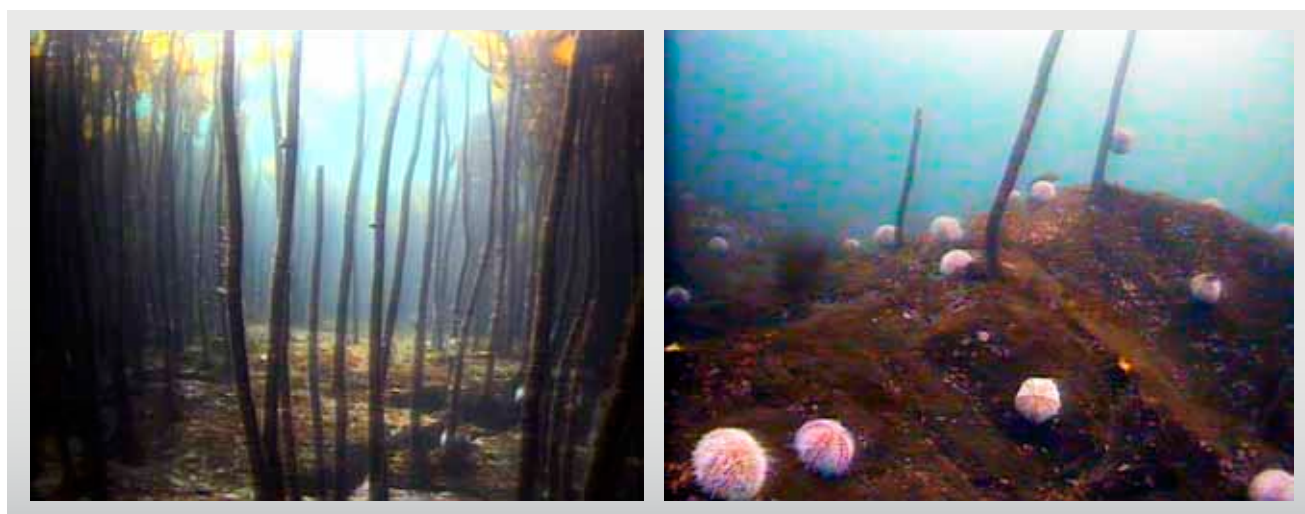
Resultater

Observasjoner av tare på referansestasjonene på kyststrekningen Vest-Agder–Nord-Trøndelag viser små endringer fra 2007, og tarevegetasjonens tilstand må klassifiseres som meget god og stabil, med en dekningsgrad av tare på 80–100 % i de fleste områder.

I Sør-Trøndelag er tarevegetasjonen i enkelte områder (spesielt øst av Frøya og sør på Fosenhalvøya) redusert som en følge av beiting av den røde kråkebolle, *Echinus esculentus* (Figur 2.11.5). Imidlertid ble det i 2008 registrert færre kråkeboller, samt noe høyere dekningsgrad av stortare

i disse områdene sammenlignet med 2007 (Figur 2.11.6).

Spor etter taretråling ble registrert på flere av høstefeltene som overvåkes. Det synlige uttaket av tare som observeres på overvåkingsstasjonene ligger i gjennomsnitt på 5–10 % av stående tarevegetasjon, mens uttak på bortimot 50 % av stående tarevegetasjon har vært registrert på enkeltstasjoner. Forekomsten av klare trålspor avtar imidlertid med tidsrom etter siste trålperiode, og gjenveksten av tare på trålflatene virker generelt god fra år til år (Figur 2.11.7). Undersøkelsene av alle høstefelt som etter forvaltningsplanen skal tråles i 2008/2009-sesongen i Møre og Romsdal, viste ubetydelige spor etter tidligere taretråling, med en gjennomsnittlig dekningsgrad av stortare på rundt 90 %, og en gjennomsnittlig plantehøyde



Figur 2.11.5

Tett stortareskog (venstre bilde) og nedbeitet tarevegetasjon (høyre bilde) utenfor kysten av Fosen, Sør-Trøndelag.

Dense kelp (*Laminaria hyperborea*) forest (left picture) and sea-urchin grazed kelp forest (right picture) off the coast of Fosen, Sør-Trøndelag.

Tabell 2.11.1

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

År	Tarelandinger (tusen tonn)					Totalt
	Rogaland	Hordaland	Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Sør-Trøndelag	
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	134
2005	13	2	27	66	28	135
2006	11	1	31	77	10	130
2007	11	0	28	72	11	122
2008	10	0	25	80	29	144
Gj.sn. (totalt)	15	1	33	82	20	147

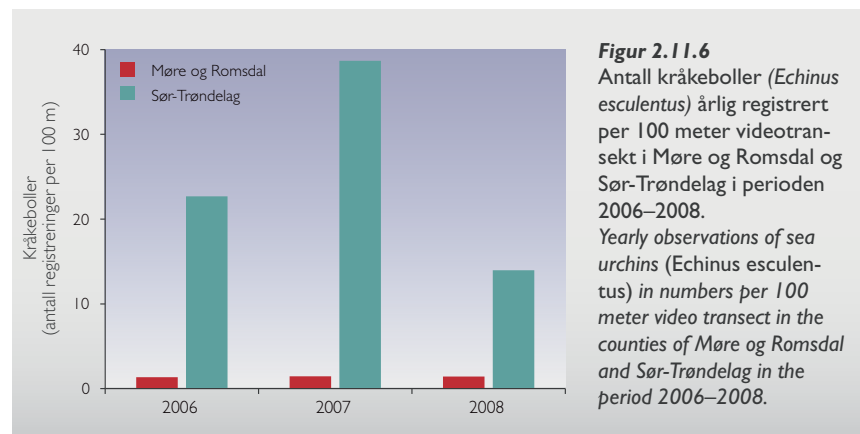
og epifyttpåvekst som på nærliggende referansestasjoner. Dette gjelder også for tilsvarende høstefelt i Sør-Trøndelag, bortsett fra enkelte felt med kråkebollebeitet tarevegetasjon øst av Frøya og langs søndre del av Fosen. Området øst for Frøya har i de senere år vært stengt for taretråling på grunn av den høye kråkebolletettheten i dette området.

På sørsiden av Stadlandet er kystlinjen delt inn i to trålfelt. Det vestre (utenfor Fure) ble høstet i 2003/2004 og gjenåpnet for høsting i 2008/2009. Det østre (utenfor Drage) ble høstet i 2005/2006 og gjenåp-

nes for høsting i 2010/2011. Havforskningsinstituttet har gjort undersøkelser langs ca. 1,2 km av kystlinjen i hvert av disse feltene siden 2006, og de samme videotraseene er filmet for å studere tarevegetasjons utvikling fra år til år. Som i 2006 og 2007 ble det også i 2008 observert spor etter tråling, men sporene var mindre tydelige (spesielt på Furefeltet) og gjenveksten av tare har vært god (Figur 2.11.7). Lengdegjenveksten av tareplantene på trålfelatene (i forhold til tarevegetasjonen utenfor trålfelatene) ble beregnet til 87 % på Furefeltet (mot 69 % i 2007), og 44 % på Dragefeltet (mot 24 % i 2007).

Kelp Forests in the Norwegian Coastal Zone

The kelp species (*Laminaria hyperborea*) forms the kelp forests along the Norwegian coast. Kelp forests are highly productive and species rich coastal ecosystems, and the main disturbances are sea urchin grazing and kelp trawling. Along the coast of northern Norway large stretches of kelp forests are grazed down by sea urchins. Kelp is harvested by trawl on the Norwegian west coast, approximately 150,000 tonnes each year.



Figur 2.11.6
Antall kråkeboller (*Echinus esculentus*) årlig registrert per 100 meter videotrasekt i Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag i perioden 2006–2008.
Yearly observations of sea urchins (*Echinus esculentus*) in numbers per 100 meter video transect in the counties of Møre og Romsdal and Sør-Trøndelag in the period 2006–2008.

Institute of Marine Research surveys the state of kelp forests and effects of kelp trawling on the west coast of Norway. Conditions of kelp forests after trawling were observed to be good during the 2008 survey. The only exception being sections of the Sør-Trøndelag coastline, where parts of the kelp forest are grazed down by red sea urchins (*Echinus esculentus*). However, in 2008 the density of sea urchins was reduced and the kelp vegetation showed sign of recovery, compared to observations made in the same area in 2007.

**Figur 2.11.7**

Utvikling av stortarevegetasjon på trålfelt 104C (sist gang høstet i 2003/2004) ved Fure på sørsiden av Stadlandet i perioden 2006–2008.
Development of kelp between 2006 and 2008, at a kelp trawling field (harvested in 2003/2004) at Fure, Sogn og Fjordane.

2.12 Kveite



Kathrine Michalsen
kathrine.michalsen@imr.no

Åge Høines
aage.hoines@imr.no

Status og råd

Kveite fiskes over store deler av Nord-Atlanteren, og informasjon om bestandens utbredelse og størrelse kommer fra fiskeriene. Tall fra Fiskeridirektoratet viser at fangsten av kveite levert til mottak nord for 62°N har økt betydelig fra 1997 og frem til i dag (Figur 2.12.1), mens fangstene i sør har vært på et lavt nivå i samme periode (Figur 2.12.2), men også her har det vært en liten økning etter 2003. Økningen i fangstene i nord kan skyldes en økning i bestanden, blant annet som følge av innføringen av rekerist, forbud mot reketråling inne i fjordene eller mulig økt innsats i fiskeriene. Tilsvarende kan de lave fangstene i sør skyldes nedgang i bestanden, økt mennes-

kelig aktivitet inne i fjordene eller redusert innsats i fiskeriene. Havforskningsinstituttet har dessverre ikke gode mål for innsatsen (antall fartøy og garn) i dette fiskeriet.

ICES gir ikke råd på denne bestanden. Både nasjonalt og internasjonalt blir det gjort lite for å skaffe til veie fiskeriuavhengige data for å få bedre kunnskap om bestandsdynamikken. Havforskningsinstituttet har ikke gjennomført egne tokt rettet mot denne arten, men det blir fanget kveite på de ordinære toktene. Kysttoktet, som har gått hver høst siden 1995, gir en tydelig indikasjon på utviklingen til den yngre del av bestanden. Det har vært en økning både når det gjelder utbredelse og antall kveiter frem til 2007 (Figur 2.12.3). Fangstene består hovedsakelig av ungfisk i størrelsesgruppene 45–60 cm. I 2008 viste resultatene fra dette toktet en nedgang både i utbredelse og fangst og var tilbake til et nivå som i 2003. Dette kan skyldes at toktet gikk senere på året enn tidligere og dette kan innvirke på fangsten av kveite, men det kan også være en reell nedgang i forhold til at den kommersielle fangsten har vært for stor. Fangsten i nord var 23 % høyere i 2007 i forhold til året før og hvis denne trenden fortsetter også i kommende år, er det grunn til å være på vakt. Det synes viktig å få på plass beskyttende tiltak for ungfisken for å kunne få en økning i kveitebestanden de nærmeste år.

Kveita er den største beinfisken i våre farvann. Den har grå øyeside og hvit blindside, og det er usikkert hvor stor den kan bli. Det har blitt fanget eksemplarer på 350 kilo og 3,60 m. Tidligere ble de store individene sett på med stor mystikk, de ble ikke brukt til menneskeføde og ble aldri omtalt med sitt rette navn. Forberedelsene til kveitefisket var enkelte steder veldig høytidelig. Selv om mystikken og overtroen ikke gjør seg gjeldende lenger, bør vi heller ikke i dag spise de største individene. Kjøttet er grovt og blir gjerne litt tørt, og på grunn av den høye alderen kan stor kveite samle opp en del miljøgifter, for eksempel PCB. Per i dag er det derfor ikke anbefalt å spise kveite over 40 kilo.

Kveita er stedbunden og gyter ofte innenfor et svært begrenset område. Hunnen kan legge opptil 7 millioner egg som er 3,0–3,5 mm store. Eggene gytes på eller nær bunnen, og stiger oppover i vannsøylen. Klekkingen skjer etter om lag 18 døgn, og larvene er 6,5–7 mm lange. Når kveita

samler seg i gytegropene på gytefeltet, er de et lett bytte for fiskerne. Det finnes eksempler på at en garnlenke på tvers av en slik ansamling av kveite kan gjøre uopprettelig skade.

Kveita er svært følsom for beskatning på grunn av sen vekst, høy alder ved kjønnsmodning og ansamling i gytegroper.

Foruten minstemål og maskeviddebegrensninger, er fiske av kveite med garn, trål og snurrevad forbudt fra 20. desember til 31. mars. Effektive tiltak for å sikre at bestanden kommer opp på et bærekraftig nivå igjen, krever detaljert kunnskap om artens/populasjonenes utbredelse, vandringsmønster, gyteatferd og lignende. Vi vet dessverre svært lite om kveita sin biologi og utbredelse, særlig har gyteatferd og larvedrift vært et mysterium. Til tross for utallige planktontrekk, har kveitelarver bare blitt observert to ganger; i Sørøysundet i Finnmark februar 1994 og i Skagerrak februar 1992.

Atlantisk kveite

Hippoglossus hippoglossus

Andre norske navn: Hellefisk, helle-flyndre, kvitkveite

Familie: Pleuronectidae (flyndrefamilien)

Maksimal størrelse: Hunnene kan bli over 3,5 m lange og veie nærmere

300 kilo. Hannene blir opptil 50 kilo.

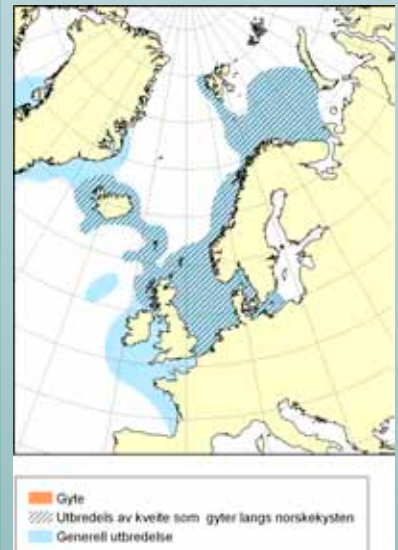
Levetid: Opptil 60 år. Hunnene blir betydelig eldre enn hannene.

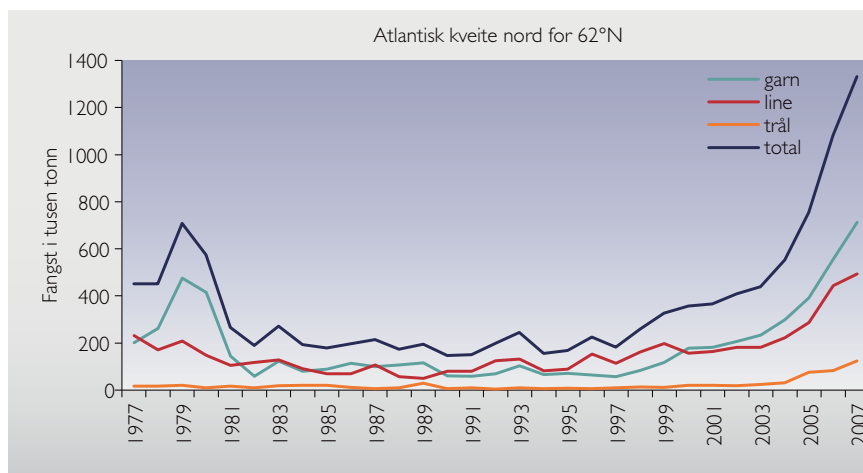
Leveområde: Unge kveiter lever på kysten på relativt grunt vann, store kveiter finnes ute i de store havene. Arten er utbredt på begge sider av Nord-Atlanteren. Den er tallrik utenfor Newfoundland og Labrador, og finnes fra Cape Cod (USA) til nordover vestkysten av Grønland. Videre er kveite utbredt i et belte fra Øst-Grønland og Island over Svalbard til Novaja Semlja. Mot sør finnes den helt ned mot Biscaya.

Gyteområde: I dype groper på fiskebankene langs kysten eller i fjordene på 300–700 m dyp. Kveita har langsom vekst og sein kjønnsmodning. Hannene blir tidligst kjønnsmodne når de er 7 år og ca. 70 cm lange. Hunnfiskene er kjønnsmodne når de er 8–10 år gamle og ca. 125 cm lange.

Gytetid: Gytingen foregår hovedsakelig i desember mars.

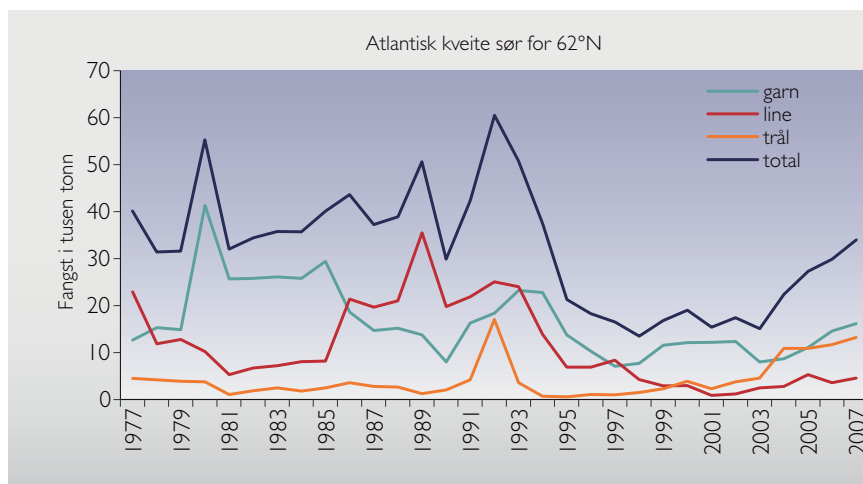
Føde: Kveita er en utpreget rovfish og spiser bunnfisk som brosme, ulke, hyse og torsk, og mer pelagiske arter som sild, lodde og blekksprut.



**Figur 2.12.1**

Utvikling av rapportert fangst av atlantisk kveite nord for 62°N basert på sluttседdel-statistikk.

Development reported catch of Atlantic halibut north of 62°N based on salesnote statistics. Labels from top to bottom are gillnet, longline, trawl and total.

**Figur 2.12.2**

Utvikling av rapportert fangst av atlantisk kveite sør for 62°N basert på sluttседdel-statistikk.

Development reported catch of Atlantic halibut south of 62°N based on salesnote statistics. Labels from top to bottom are gillnet, longline, trawl and total.



Foto: Øystein Paulsen

Fiskeri

Bestandsstørrelsen av kveite er lav i hele Nord-Atlanteren. Fiskeriene er ikke kvote-regulert, og fangst av kveite forekommer stort sett som bifangst i fiske etter andre arter. Mens man tidligere brukte kveite-garn i fiske etter kveite, har flere og flere tatt i bruk breiflabbgarn.

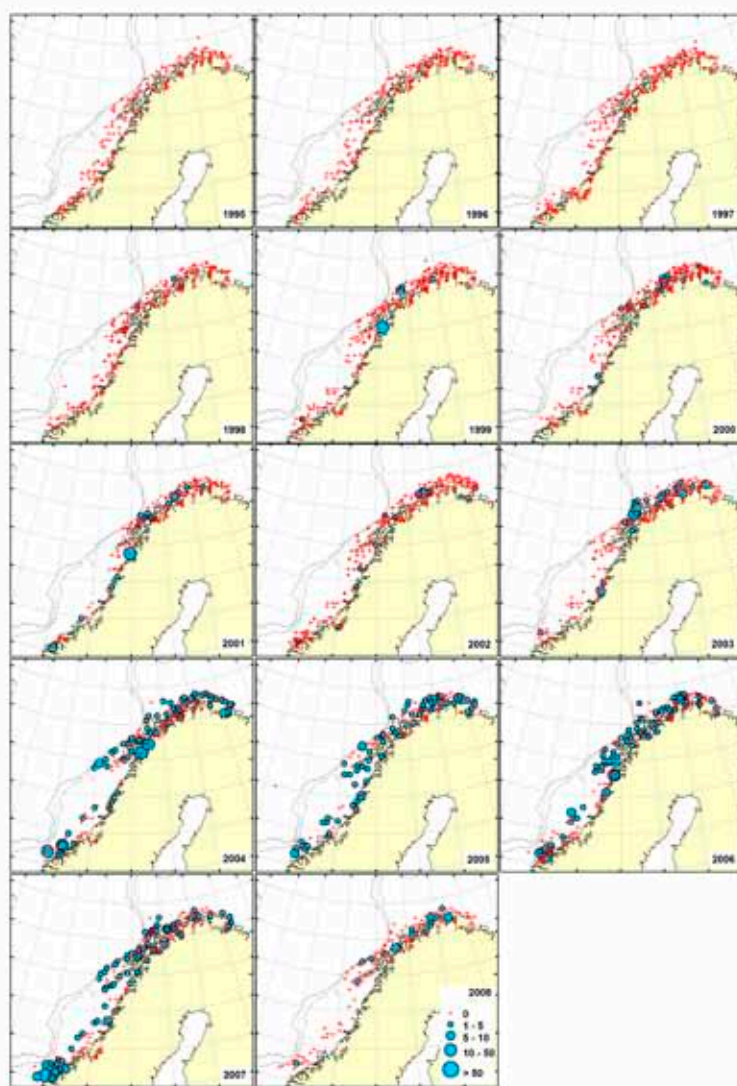
De lave fangstene av kveite sør for 62°N de siste årene gjør at man bør være observant på at kveitebestanden i enkelte fjorder i Sør-Norge kan bestå av et begrenset antall gytemodne individer. Selv om bestanden av kveite nord for 62°N er økende, kan det ikke forventes at bestanden i sør øker tilsvarende. Dette skyldes at det trolig finnes mange stedeagne populasjoner av kveite som vender tilbake til sine gamle gytefelt år etter år.

Forskning

Spørsmålene om kveitas liv er mange, men det har i seinere år vært gjort liten innsats for å få belyst disse. Havforskningsinstituttet har gjort en del begrensede merkeforsøk og i tillegg samlet inn data fra rutinetokt rettet mot andre fiskearter. Frem til 2008 ble all kveite som ble tatt på rutinetokt langs kysten merket, samt at noen fiskere merket og satt ut igjen all under-

måls kveite (<60 cm). Fra disse kveitene ble det også samlet inn genetisk materiale for å undersøke om kveita vandrer tilbake til samme fjord som den ble født i, eller om det skjer genetisk utveksling mellom fjordene langs kysten. I 2008 viste resultatene fra de begrensede merkeforsøkene i nord en økt tendens til vandring av umodne individer sørover. Det samsvarer med resultater fra tidligere merkeforsøk, og kan dermed tyde på at ved økt bestandsnivå i nord kan utvandring til områdene sør for 62°N også øke, og dermed føre til en begrenset tilførsel til bestandene i sør. Om denne innvandrende fisken også vil gyte i disse områdene, er mer uklart. Fra 2008 har Havforskningsinstituttet startet individprøvetaking av kveite på rutinetokt for å få bedre oversikt over bestandsstrukturen, mens den begrensede merkingen gjort av fiskere fortsetter.

Merking av kveite med satellitmerker som registrerer dyp og temperatur hvert 2. minutt, har vist at i gyteperioden går kveita ned til fra 600 til <1000 meters dyp, hvor den oppholder seg flere uker i strekk. I perioden mars-juli er kveita svært aktiv og utfører daglige vertikale vandringer fra 500 meter og nesten opp til overflaten for å finne mat.



Figur 2.12.3

Forekomst av atlantisk kveite på Havforskningsinstituttets kysttokt nord for 62°N i perioden 1995–2008. Fangster per 3 nm (symbolstørrelse lik for alle år).

Development of occurrence of Atlantic halibut in the coastal survey conducted by the Institute of Marine Research north of 62°N in the period 1995–2008. Catches per 3 nm (identical symbol size each year).

Atlantic Halibut

Extensive Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) fisheries in Norwegian waters have resulted in a drastic reduction in their population size. Despite regulations prohibiting gillnet fisheries for mature specimens on spawning grounds in coastal areas, the stock has not recovered to historical levels. Additionally, unlike Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) fisheries, there are few regulations aimed at reducing by-catch of juveniles. The only regulation to protect Atlantic halibut prohibits the marketing

of fish less than 60 cm. Recently the halibut catch in northern Norway has increased, while the opposite trend has been observed in southern Norway. This observation is especially evident along the southwest coast of Norway where fishermen have reported low or nonexistent catches using traditional gillnet and longline gear. Currently, immature Atlantic halibut occur mainly as by-catch in the bottom trawl fishery for Atlantic cod (*Gadus morhua*) and in the coastal gillnet fishery for anglerfish (*Lophius piscatorius*). Due to the general low stock size, Atlantic halibut are

no longer considered a highly valuable commercial species in Norway, and little effort has been dedicated to improve the management of the fishery. However, because of increased gear efficiency in several other fisheries, especially for anglerfish, management regulations are now needed to ensure that Atlantic halibut are not caught as by-catch and the stock is not depleted. To prevent the collapse or to construct effective management plans and strengthen the basis for recovery strategies, basic life history and behaviour information is needed.

2.13 Sjøkreps



Sjøkreps

Nephrops norvegicus

Andre norske navn: Bokstavhummer, keiserhummer, rekekonge

Familie: Nephropidae

Maks lengde: 24–25 cm

Levetid: Opptil 15 år

Leve- og gyteområde: Vestlige Middelhavet og Nordøst-Atlanteren fra Marokko til Lofoten

Gytetidspunkt: Om sommeren

Føde: Krepssdyr, bløtdyr, børstemark og åtsler

Særtrekk: Sjøkreps gjemmer seg i hulene sine på dagtid, og eggberende hunner går sjelden ut. Fangstene varierer derfor gjennom døgnet og domineres av hanner.

Kvoteråd: Skagerrak/Kattegat:

Nåværende høstingsnivå bør beholdes. Norskerenna og nordover: Ingen råd.

Siste års kvote, total og norsk:

Totalkvote i Skagerrak/Kattegat (2007 og 2008): 5 170 tonn. Dansk kvote i norsk sone i Norskerenna (2007 og 2008): 1 300 tonn. Ingen norske kvoter.

Siste års fangst: Norskekysten (2007): 163 tonn

Norsk fangstverdi: Norskekysten (2007): ca. 14 700 mill. kroner



Guldborg Søvik

guldborg.soevik@imr.no

Jan Atle Knutsen

jan.atle.knutsen@imr.no

Status og råd

Sjøkrepsen langs kysten fra Hvaler til 62°N inkluderes i bestandene i Skagerrak og Norskerenna og vurderes av ICES på årlige møter. Sjøkrepsbestandene langs norskekysten nord for 62°N overvåkes ikke og omtales heller ikke av ICES i deres rapporter.

Lengdefordelinger av bestander sier noe om beskatningsgraden. Generelt ser man at mindre beskattede bestander har flere store individer enn hardt beskattede bestander. En sammenligning av lengdefordelinger av sjøkreps fra Skagerrak, Nordsjøen fra Lindesnes til Stad, og kysten fra Stad til Bodø viser at de største individene finnes i de nordligste områdene (Figur 2.13.1).

Sjøkrepsbestandene i Skagerrak og Norskerenna regnes som stabile og viser ingen tegn på overbeskatning. ICES konkluderer

Sjøkreps finnes i Middelhavet og i Nordøst-Atlanteren, fra Marokko til Lofoten, og rundt Island og Storbritannia. Arten lever på 20–800 m dyp, på bløtbunn av sandblandet mudder eller leire hvor den graver huler opptil 20–30 cm ned i sedimentet. Voksne sjøkreps er stedbundne. I hvor stor grad de frittflytende larvene spres mellom bestandene vet man lite om.

Sjøkrepsen har en blekoransje farge. Navnet *Nephrops*, "nyreøyne", kommer fra de nyreformede øynene.

Hunnen gyter om sommeren og bærer de 1 000–5 000 eggene under halen i 8–9 måneder. Larvene driver fritt i sjøen i 11–60 dager før de bunnsår. Om dagen gjemmer sjøkrepsen seg i hulen sin, mens den jakter om natten. Sjøkrepsen er alt-etende og tar krepssdyr, bløtdyr, børstemark og åtsler. Selv blir den spist av mange arter bunnfisk, for eksempel torsk.

Forekomst av sjøkreps i Middelhavet og Adriaterhavet viser at arten trives under relativt høye temperaturer og derfor trolig kan tilpasse seg eventuelle temperaturøkninger i dens mer nordlige leveområder.

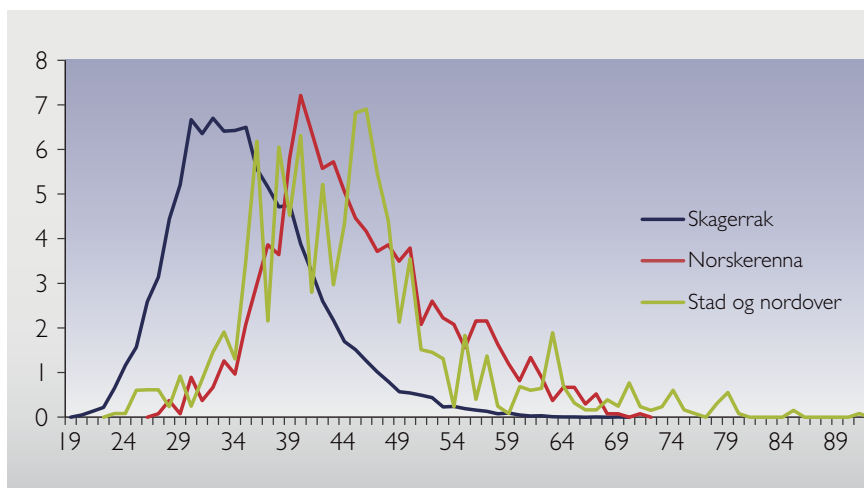
derfor med at sjøkrepsfisket er bærekraftig, men på grunn av usikkerheten i de tilgjengelige data, anbefales ingen økning av dagens innsats. Lengdefordelingene (Figur 2.13.1) indikerer at også bestandene nord for Stad er i god forfatning.

Fiskeri

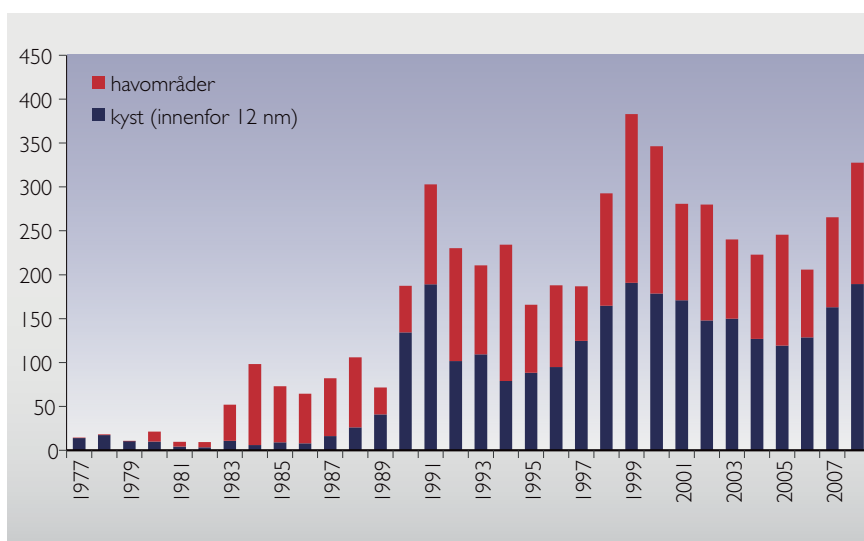
Det norske sjøkrepsfisket reguleres av konsesjons- og utøvelsesforskriftene. Det fastsettes ingen kvote. I 2007 ble det landet 163 tonn sjøkreps langs norskekysten, noe som er en økning fra året før (Figur 2.13.2). Foreløpige tall for 2008 er 190 tonn landet sjøkreps, dette utgjør de høyeste landingene på ti år. De norske sjøkrepslandningene er noenlunde likt fordelt på hav- og kystområder (områder innenfor territorialgrensen). Men dette varierer veldig fra område til område. I Skagerrak ble mye av sjøkrepsen tatt i åpne havområder frem til slutten av 1980-tallet, men etter dette har landingene fra kystområder vært størst. I Norskerenna fra Lindesnes nord til 60°N er det omvendt, der har landingene fra åpne havområder dominert i tiden etter 1990. Nordover kommer landingene hovedsakelig fra kystnære områder.



Foto: Trond Thangstad


Figur 2.13.1

Lengdefrekvensfordelinger av sjøkreps fra tre havområder: Skagerrak (svenske data fra 2007), Norskerenna nord til Stad (data fra Kystvakten i 2007) og kysten fra Stad og nordover (data fra Havforskningsinstituttets kyst- og fjordtokt i 2008). Length frequency distributions of *Nephrops* from three areas: Skagerrak (Swedish data from 2007), The Norwegian Deep north to Stad (data from the Norwegian Coast Guard in 2007), and the Norwegian coast from Stad and northwards (data from coastal cruises in 2008, Institute of Marine Research).


Figur 2.13.2

Norske sjøkrepslandinger (tonn) fra henholdsvis norskekysten (definert som områder innenfor territorialgrensen) og fra åpne havområder. Tallene for 2008 er foreløpige. Kilde: Fiskeridirektoratet. Norwegian *Nephrops* landings (tonnes) from respectively the Norwegian coast (defined as areas within the territorial border) and from the open sea. The 2008 data are preliminary. Source: The Norwegian Directorate of Fisheries.

De største landingene av kystkreps kommer fra Skagerrakkysten (mellom 50 og 66 % de siste åtte årene). Landingene fra kysten av Nordvestlandet fra Bergen til Trondheimsfjorden utgjør 25–40 % av totallandingene i samme tidsperiode, mens landingene fra Sørvestlandet (Lindesnes–Bergen) utgjør rundt 10 % av de totale landingene. Det fiskes også sjøkreps langs Helgelandskysten og i Vestfjorden, men fangstene herfra er marginale.

Sjøkreps fiskes med teiner og sjøkreps-trål. En del tas også som bifangst i reketral. Langs kysten fra Sogn til Trøndelag har det utviklet seg et norsk teinefiske med 12–19 tonn sjøkreps landet årlig.

Fritidsfiske etter sjøkreps

Teinefiske etter sjøkreps har blitt svært populært blant fritidsfiskere de siste årene. Forhandlere av teiner har opplevd en enorm etterspørsel, med salg av tusenvis av teiner årlig. Teinene importeres fra Østen til en rimelig penge og selges til interesserte norske fritidsfiskere. Mye av den økende

interessen for krepsefiske skyldes nok at hummerfiske de siste årene har vært dårlig og at fritidsfiskerne har sett seg om etter andre muligheter for å få seg et etterlengtet skalldyrmåltid. Fangstene har også vært ganske gode, slik at dette er blitt noe alle ønsker å forsøke. Sjøkrepsen fanges inne i fjordene med teiner satt på 40–70 meters dyp, og på mudderbunn ute i ytre skjærgård. Sjøkrepsen står i bløtbunnsområder – gjerne i kanten av såkalte dypvannsbassenger eller ved terskler. Som agn brukes fiskerester, og teinene trekkes 1–2 ganger per uke. Minstemål er 13 cm.

I enkelte områder av kysten florerer det med krepseteiner. Siden fisket ikke er regulert på andre måter enn at fritidsfiskere kun kan fiske med 20 teiner (yrkesfiskere kan bruke så mange teiner de ønsker), og det er åpent for fiske hele året, er det en allmenn oppfatning blant krepsefiskere at bestanden beskattes hardt i kystfarvannet. På ettersommeren når hummeren er spesielt næringsaktiv, ser en også at det fanges en god del hummer i krepseteiner.

Norway Lobster

Of the total Norwegian *Nephrops* landings a larger portion is landed from coastal areas than from open sea areas. Most of the coastal landings are taken along the Norwegian Skagerrak coast and from Bergen to Trøndelag. *Nephrops* is fished as far north as Vestfjorden in Lofoten, but the landings from these areas are marginal. There is no Norwegian quota for this fishery, and the stocks north of 62°N are not subject to any kind of assessment. The recreational fishery in the Skagerrak area has increased the last years.

2.14 Leppefisk

Foto: Øystein Paulsen



Leppefisk

Familie: Labridae

(pigginnefiskfamilien)

Ca. 500 arter i familien. I norske farvann er fem av dem tallrike:

Berggylt (*Labrus bergylta*)

Bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*)

Blåstål og rødnebb (*Labrus mixtus*)

Grasgylt (*Centrolabrus exoletus*)

Grøngylt (*Symphodus melops*)

Leveområde: Leppefiskene er varmekjære, er mest tallrike på Skagerrakkysten og på Vestlandet, men noen går nordover til Lofoten. Leppefiskene er knyttet til kysten og finnes gjerne i taeskog, der noen av artene bygger reir der eggene blir lagt.

Føde: Er rovfisk som helst lever av bunnlevende virvelløse dyr. Mange, bl.a. bergnebb, grøngylt og berggylt er kjent som puserfisk, dvs. de renses andre fisk for ektoparasitter. De blir derfor utnyttet i lakseoppdrett for å bekjempe lakselus.

Særtrekk: Mange arter skifter kjønn, av og til også utseende. De er først hunner, blir hanner når de er gamle (f.eks. rødnebb og blåstål).



Bergnebben

Jakob Gjosæter

jakob.gjoesaeter@imr.no

Anne Berit Skiftesvik

anne.berit.skiftesvik@imr.no

Seks leppefiskarter er vanlige i norske farvann. Bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*) er de fleste steder mest tallrik, fulgt av grøngylt (*Crenilabrus melops*) og berggylt (*Labrus bergylta*). Rødnebb – blåstål (*Labrus bimaculatus*) og grasgylt (*Centrolabrus exoletus*) er mindre tallrike. Brunngylt (*Acantholabrus palloni*) blir betraktet som sjelden i norske farvann, men rapporter fra dykkere tyder på at den er vanligere enn man tidligere har trodd.

Leppefiskene, særlig bergnebb, men også grøngylt og berggylt, blir brukt for å fjerne lakselus fra laks i oppdrett. I Norge startet målrettet fiske etter bergnebb i 1988. I norsk lakseoppdrett økte bruken av leppefisk fra omkring 1 000 fisk i 1988 til rundt 3,5 millioner i 1997. I dette inngår bergnebb, grøngylt og berggylt. Siden har det vært noe nedgang til under 1 million i 2006, og i 2007 ble omkring 1,5 millioner leppefisk brukt som renseskog (Figur 2.14.1; Data fra Fiskeridirektoratet 2006). Det meste av dette er fangst av naturlige leppefiskpopulasjoner, selv om det også gjøres forsøk på oppdrett.

Berggylten er den arten som drettes opp. Den har vist seg å være en effektiv luse-

plukker, og den plukker lus ved lavere temperaturer enn de andre artene. Fordi den naturlige populasjonen ikke er så tallrik som de andre leppefiskartene som brukes, må den drettes opp dersom den skal brukes i stor skala.

Den beste måten å fange inn berggylt til stamfiskbruk er med ruser. Garnfanget berggylt har uakseptabel høy dødelighet. Det er viktig at rusefanget fisk blir behandlet svært skånsomt. Tap av skjell/slimlag gir infeksjoner som ofte blir dødelige.

Nyinnfanget berggylt spiser ikke formulert fôr direkte, men får reker i en overgangsperiode. Alle stamfiskkar bør ha rikelig med skjul, og fisken håndføres for å tilvenne seg mennesker. Nylig innfanget fisk gyter ikke, og grunnen til det antas å være stress. Fisken må tilvennes oppdrettssituasjonen.

Gyteperioden for en stamfiskbestand er ca. to måneder. Egg som er gytt fester seg til bunnen, eller til gytesubstrat som blir lagt ut i karet. Gytesubstratet må ha den egenskapen at det er lett å håndtere og lett å rengjøre, for eksempel noen typer matter.

Matter med egg overføres til egginkubatorer, og tas ut etter at eggene har klekt. Eggeskall og døde egg fjernes fra bunn, og alger tilsettes karet. Alger blir tilsatt daglig frem til de ikke lenger blir føret med rotatorier (hjuldyr).

Bergnebben er utbredt i Middelhavet, Svartehavet og nordover langs Europa til Norge (se kart). I Norge er den meget tallrik langs sør- og vestkysten. Om vinteren gjemmer bergnebben seg i huler og fjellsprekker der den ligger i en slags dvaletilstand. Bergnebben blir kjønnsmoden når den er ca 3 år. Den kan bli opptil 20 cm lang.

Grøngylta er utbredt fra vestlige deler av Middelhavet og Marokko til Norge. I Norge er den vanlig langs kysten nordover til Trondheimsfjorden. Enkelte steder på langs kysten i østlige Skagerrak er grøngylt den mest tallrike av leppefiskene. Den går fra fjæra og ned til ca. 30 meters dyp. Grøngylt kan bli opptil 25–30 cm, men normalt 15–20 cm. De blir kjønnsmodne når de er 2–3 år gamle. Det ser ut til at store hunner kan skifte kjønn og bli hanner; men dette er neppe hovedregelen.

Berggylta er utbredt fra Marokko til Norge. I Norge finnes den langs kysten nord til Trondheimsfjorden. Den er vanligst fra fjæra og ned til ca. 50 meter der det er tang og tare, den fanges allikevel helt ned mot 200 meter. Den ser ut til å foretrekke eksponerte områder med bratte bergskrenter og undersjøiske skjær der den kan finne rikelig med mat. Berggylta kan bli opptil 60 cm og 3,5 kilo. Den modnes først som hunner ved en alder på 2–3 år og 15–16 cm lange, mens de blir hanner ved en alder på 5–6 år.

Larvene startfôres med anriket rotatorier fra dag 4 etter klekking, fra ca. dag 30 får de også artemia (hoppekreps). En uke senere får de bare artemia, og fra ca. dag 80 får de også tørrfôr. I de neste fire ukene kombinasjonsfôres yngelen med artemia og tørrfôr. Det arbeides med å korte ned denne perioden.

De enkelte artene

Bergnebben (*Ctenolabrus rupestris*) er den minste, men vanligste av leppefiskene våre. Den er gjerne brunlig, og langt mindre fargestrålende enn de andre artene. En mørk flekk øverst på haleroten og en langt fremme på ryggfinnen er et godt kjennetegn. På norskekysten forekommer bergnebben nordover til Troms, men den er lite tallrik nord for Trondheimsfjorden. På Skagerrakkysten der vi vet mest om populasjonsutviklingen av bergnebb, har bestandene holdt seg stabile eller økende til tross for sterk beskatning i enkelte områder. Bergnebben lever hovedsakelig av små dyr som den plukker fra bunnen. I motsetning til alle de andre leppefiskene våre, har bergnebben egg som flyter fritt i vannmassene. Bergnebben er passiv om vinteren og gjemmer seg gjerne i bergsprekker og mellom steiner der den ligger i en slags dvaletilstand.

Berggyлта (*Labrus bergylta*) er den største av leppefiskene våre. Den kan nå en størrelse på 50 cm, men oftest er den mye mindre. Fargen er svært variabel, brun, grønn, eller rødgul. Undersiden er lyst rødlig. Overalt finnes flekker i forskjellige farger. Berggyлта er utbredt nordover til Trondheimsfjorden, men er langt mindre tallrik enn bergnebb, og populasjonsstørrelsen har vært mer variabel. Om sommeren er berggyлта vanlig i tarebeltet, spesielt i ytre skjærgård. Om vinteren går den dypere. Gytingen foregår om sommeren. I likhet med de andre leppefiskene holder hannene revir, ofte en stein eller annen flate. Hunnen kommer til hannen, og de har en gytelek der de svømmer rundt hverandre i en spiral oppover. Dette gjentar seg flere ganger før de gyter. Eggene faller ned og fester seg. Hannen forsvarer eggene mot inntrengere inntil de er klekt. Da flytter hannen seg til et nytt område, tiltrekker seg hunner og starter det samme ritualet opp igjen. Berggyлта er hermafrodit. Alle larver utvikler seg først til hunner. Ved 5–6-årsalderen blir de fleste kjønnsmodne hunner. Noen få blir da hanner. Når de kjønnsmodne hunnene har blitt 10–14 år gamle, skifter de kjønn og blir hanner. Føden består av ulike skalldyr som muslinger, snegler og krepsdyr.

Det er usikkert hvor mye beskatning denne arten tåler, og det gjøres derfor forsøk på oppdrett for å dekke behovet fra oppdrettsnæringen.

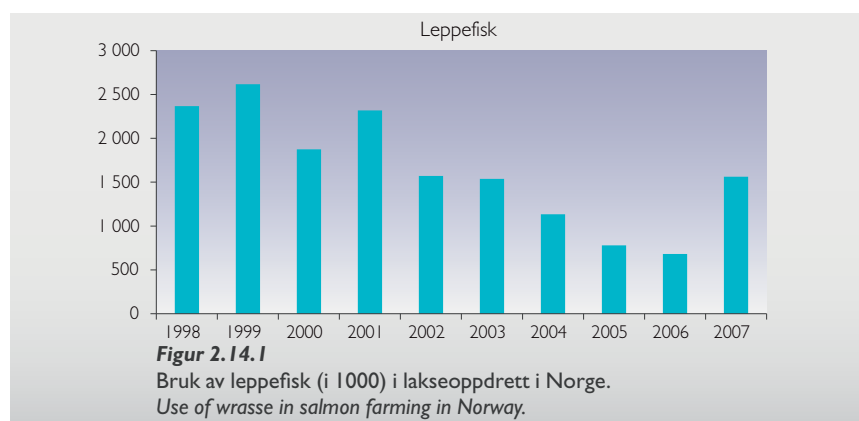


Vi har to arter som minner mye om små berggyлта, det er grønngyлта (*Symphodus melops*) og grasgyлта (*Centrolabrus exoletus*). Grønngyлта kan kjennes på en nyreformet, mørk flekk like bak øyet og en svart flekk på haleroten like under sidefinnen. Grasgyлта har ingen slike karakteristiske flekker. Ofte vil denne arten være dekket av lyseblå bånd. Begge artene er vanlige nordover til Trondheimsfjorden. Grønngyлта er den mest tallrike av disse. Den viser en klart økende tendens på Skagerrakkysten, og i østlige deler av Skagerrak er den nå mer tallrik enn bergnebb. I likhet med de andre leppefiskene holder denne arten til blant alger på grunt vann. Ungfisk forekommer også ved sandbunn blant åleggess. Om vinteren trekker den ned til dypere og varmere vann. Hannen bygger reir der flere hunner kan legge egg. Hannen forsvarer territoriet ved reiret inntil eggene klekkes. I likhet med andre leppefisk kan storhunnfisk skifte kjønn og bli hann. Grønngyлта har også hanner som er ”snikere”, det vil si at det er hanner som ser

ut som hunner. Disse ”snikerhannene” har til og med eggleggingsrør. De kan derfor komme nær gyteplassen og befrukte en del av eggene når gytingen pågår. Grønngyлтаens føde består for det meste av ulike små krepsdyr og muslinger.

Grasgyлта minner mye om grønngyлта i levevis, men den er langt mindre tallrik.

Blåstål og rødnebb (*Labrus bimaculatus*) ble lenge betraktet som to arter. Hunnen, rødnebb, er rødoransje med tre svarte flekker i overgangen mellom bakre del av ryggfinnen og kroppssidene. Hannen, blåstålen, er blå med mørk marmorering. Rødnebben blir sjelden over 30 cm, mens blåstålen kan bli 35 cm lang. Som de andre leppefiskene er blåstål og rødnebb vanlig på grunt vann, gjerne med hard bunn og tang og tare. Om vinteren går den dypere. Hannen bygger reir av alger mellom steiner eller i sprekker, og en hann har gjerne et harem av hunner. Føden består av ulike krepsdyr, muslinger og snegler.



Wrasse

There are six species of wrasse in Norway, some of which are more abundant than others. Several species are used on salmon farms as cleaner fish as they eat lice. Fishing for wrasse to be used on farms as cleaner fish began in 1988. Currently, most of the wrasse used on farms

are from this fishery. There has been a recent initiative to culture one wrasse species – the Ballan wrasse. This species is an effective cleaner fish that eats lice at lower temperatures, and is also hardier, than other wrasse species. The abundance of this species in the wild is insufficient to meet the demand from salmon farmers.

2.15

Reke i fjorder og kystnære områder



Carsten Hvingel

carsten.hvingel@imr.no

Guldborg Søvik

guldborg.soevik@imr.no

Trond Thangstad

trond.thangstad@imr.no

► Status og råd

Reke er en nøkkelart i økosystemene i norske fjorder og kystnære områder. Med "kyst- og fjordreke" mener vi her den delen av rekebestanden som utnyttes som ressurs av kystfiskeflåten som opererer innenfor 12-milsgrensen. Fjordreker er i noen tilfeller delvis isolert fra reke utenfor

Kyst- og fjordreke

Pandalus borealis

Familie: Pandalidae

Maksimal størrelse: 16 cm og 20 g

Levetid: Maksimalt 10 år

Leveområde: I de fleste norske fjorder og kystnære områder, oftest på 200–500 m dybde

Gyteområde: Ikke beskrevet

Gytetidspunkt: Juni–november (eggene klekker i mars–juni)

Føde: Organisk materiale, åtsler, små krepsdyr og mark

Særtrekk: Reken er først hann, men skifter kjønn og blir hunn når den er 2–6 år

Nøkkeltall:

KVOTERÅD: Det gis ikke noen egen kvote for "kyst-/fjordreke"

FANGST (2007): 6 123 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2007):

Total førstehandsverdi for all landet reke: 661,3 mill. kroner



Foto: Trond Thangstad

Reke, som egentlig heter dypvannsreke (*Pandalus borealis*), er den viktigste skaldyrressursen i Nord-Atlanteren, med et fiskeri på omkring 400 000 tonn årlig. Arten finnes også i de kaldere delene av Stillehavet. Reke er mest vanlig på 100–700 m dyp, men finnes både grunnere (opp til 20 m) og dypere (900 m) – i temperaturer mellom 1 og 8 °C.

Om dagen står reken ved bunnen hvor den hviler eller beiter på organisk sediment, små krepsdyr, mark osv. Om natten beveger den seg opp i vannsøylen for å beite på svermene av dyreplankton. Horisontale vandringer er mindre vanlig, men eggbærende hunner har tendens til å bevege seg mot grunnere vann rundt klekking. Reke er selv føde for mange fiskearter, spesielt torsk, men er f.eks. også blitt funnet i magen på sel (Figur 2.15.4).

Reken begynner livet som hann. Senere, når den er 2–6 år gammel,

skifter den kjønn og blir til hunn. Alder ved kjønnsskifte øker jo lenger nord den lever. Den kan bli opptil 10 år gammel og nå en lengde på 15–16 cm. Reken gyter i juni–november, avhengig av temperaturen på vannet den lever i. Eggene ligger festet mellom beina på undersiden av hunnen til rognen klekker i mars–juni året etter, igjen avhengig av temperaturen. En gjennomsnittlig hunn bærer omkring 1 700 egg (Figur 2.15.5). Når disse klekkes, flyter larvene til de øverste vannlagene hvor de beiter på småplankton.

Når reken skal vokse, kaster den det ytre skjellettet – rekeskallet. Når reken kryper ut av sitt gamle skall, begynner kroppen å ta opp vann og øke i størrelse, før det nye, bløte skallet begynner å bli hardt. Den egentlige veksten foregår så gradvis ved at det absorberte vannet erstattes av væv. Hunnene, som bærer eggene "limt" til skallet, kan kun vokse når de ikke bærer egg.



i det åpne hav, men regnes foreløpig ikke som egne bestander. Genetiske undersøkelser har imidlertid vist store forskjeller mellom rekene i fjorder på Vestlandet, i Troms og i Finnmark, noe som tyder på flere isolerte fjordpopulasjoner.

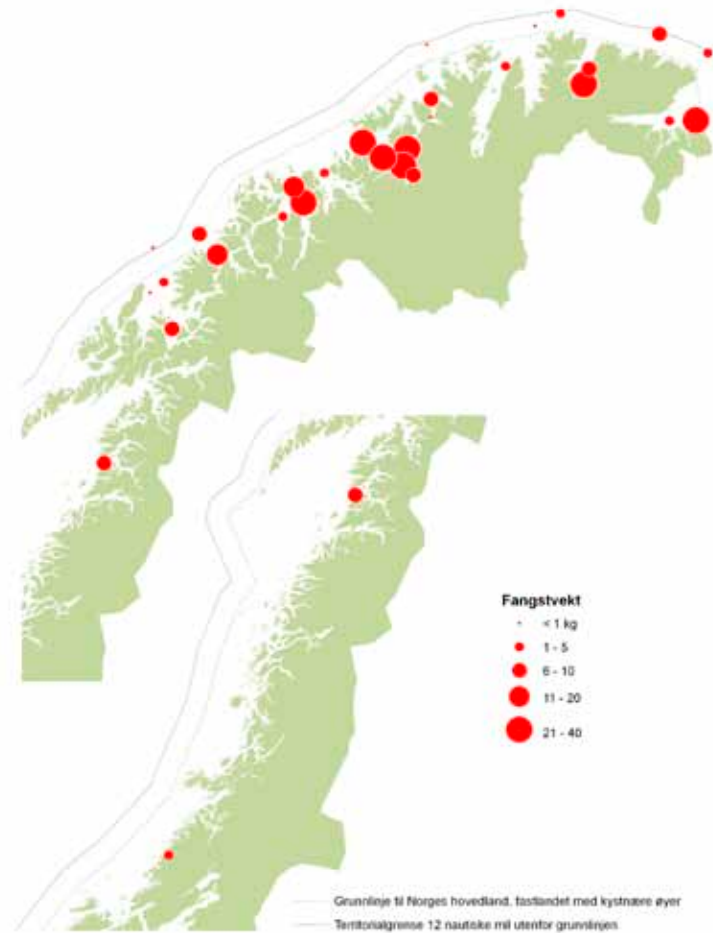
Sør for 62°N regnes ”kyst- og fjordreker” forvaltningsmessig som en del av bestanden i Skagerrak og Norskerenna, og nord for 70°N som en del av bestanden i Barentshavet. Rådgivningen på disse to bestandene gis av ICES, og begge karakteriseres som sunne og bærekraftig utnyttet.

I Skagerrak og Norskerenna har Havforskningsinstituttet et årlig reketokt som dekker de kystnære områdene. I de kystnære områdene nord for 62°N utføres det imidlertid ikke bestandsovervåking på reke, og Havforskningsinstituttet gir ikke forvaltningsråd på denne ressursen. Instituttet har imidlertid to årlige høsttokt som dekker kyststrekningen Stad–Varanger med tilhørende fjorder. Toktet er ikke lagt til rette for måling av rekebestandene, men reke fanges som bifangst i flere bunntål-stasjoner (Figur 2.15.1).

Fiskeri

Kystfiskeriet foregår hovedsakelig med små trålere som koker rekene om bord, og fangsten selges primært som ferske, kokte reker. Fisket finner sted langs hele kysten (Figur 2.15.2).

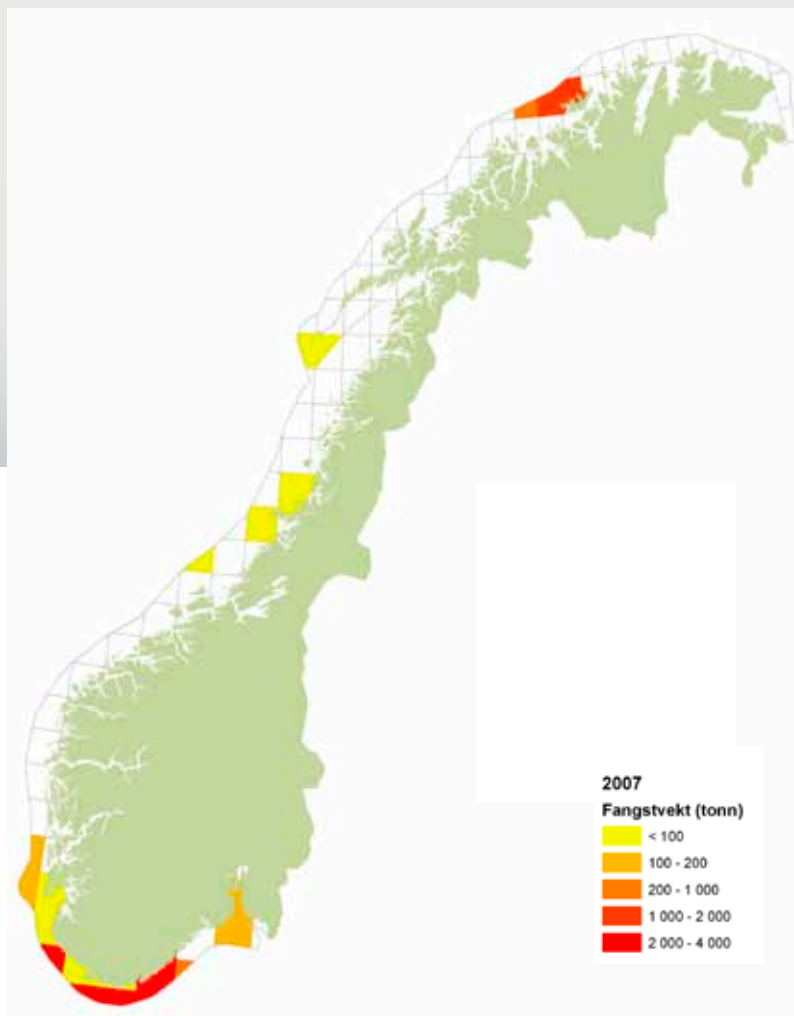
I perioden 1977–2008 har de årlige fangstene variert mellom 4 000 og 30 000 tonn



Figur 2.15.1

Fangst av reke (kg per trålhal) fra Havforskningsinstituttets fjord- og kysttokt i 2008.
Catch of shrimp (kg per trawl haul) from the coastal cruises conducted by the Institute of Marine Research in 2008.





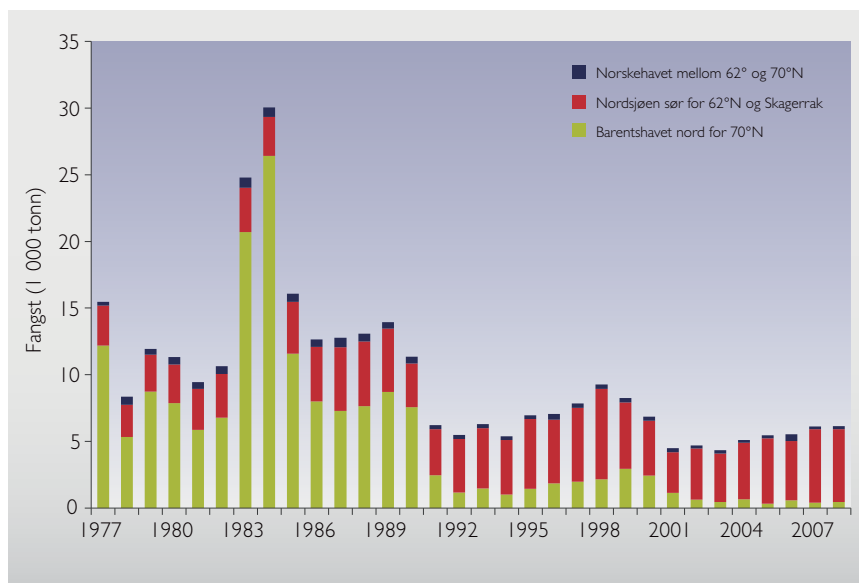
Figur 2.15.2

Fordelingen av kystfisket som rapportert i fangstdagbøker fra 2007.

Distribution of the coastal fishery as reported in logbooks in 2007.

(Figur 2.15.3). Siden 1990-tallet har de totale fangstene vært omkring 5 000 tonn årlig. I 2007 ble det landet 6 123 tonn reke fra norskekysten.

De største variasjoner i fangstene er sett i Troms og Finnmark. Mens landingene sør for 62°N har ligget omkring 3 000–5 000 tonn siden slutten av 1970-tallet, opplevde de nordlige fylkene et fall fra ca. 25 000 tonn i toppåret 1984 til mindre enn 1 000 tonn per år siden årtusenskiftet. Hovedårsaken til denne utviklingen var en gjennomgripende omstrukturering og effektivisering av rekeindustrien i Nord-Norge som især førte til at mange små rekestrålere, som før fisket langs kysten, ble erstattet av store fabrikkstrålere som fisker ute til havs. En vesentlig forskjell mellom rekebestandene i sør og nord er derfor at det fra Barentshavet nå kun er en marginal andel av landingene som kommer fra kystnære områder, mens det fra Skagerrak og Norskerenna årlig landes mellom 40 og 70 % ”kystreke”. Landingene fra Møre, Helgelandskysten, Lofoten og Vesterålen har aldri oversteget 1 000 tonn.



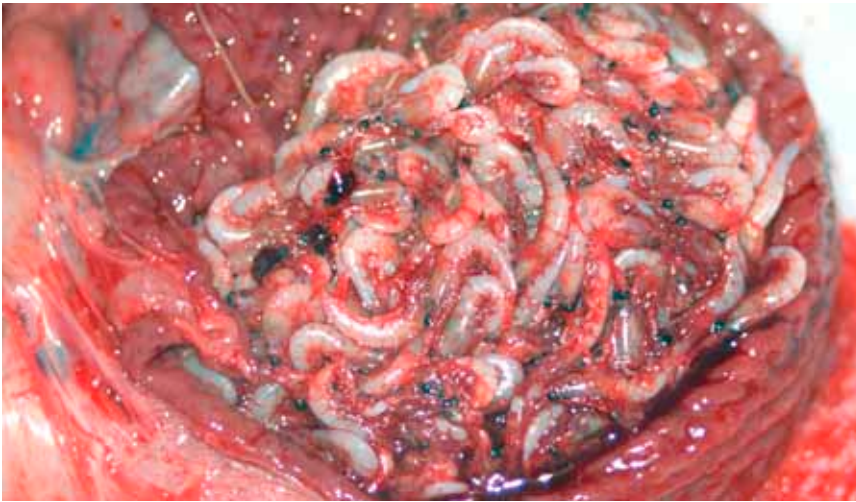
Figur 2.15.3

Rapporterte landinger av reke fra hele norskekysten fordelt på områdene Skagerrak/ Norskerenna nord til 62°N, norskekysten fra 62 til 70°N og kysten i Troms og Finnmark nord for 70°N.

Landings of shrimp from inshore areas along the whole Norwegian coast, divided into regions: Skagerrak and Norwegian Deep north to 62°N, the Norwegian coast north to 70°N, and the coast of Troms and Finnmark north of 70°N.

Northern Shrimp

The landings of northern shrimp (*Pandalus borealis*) from the fjords and inshore areas of Norway have varied between 4,000 and 30,000 tonnes the last thirty years. The fishery is conducted by small trawlers which boil the shrimp on board and sell them as fresh boiled shrimp.



Figur 2.15.4
Mageinnhold fra en sel med reke som livrett.
Stomach content of a seal with a particular taste for shrimp.



Figur 2.15.5
En stor voksen hunn sammen med årets rekeyngel.
A large female shrimp together with juveniles.



Kapittel 3

Haybruk

3.1

Produksjon av oppdrettsorganismer 2008

3.1.1 PRODUKSJON AV LAKS OG REGNBUEØRRET 2008



Etter et år med fantastiske tilvekstvilkår for atlantisk laks i 2007, og kraftig økning i slaktekvantumet, ble 2008 et mer normalt år. Slaktekvantumet av atlantisk laks økte med omtrent 17 000 tonn, og endte på ca. 741 000 tonn. I løpet av året ble det også slaktet ca. 86 000 tonn ørret, noe som var en økning på hele 10 000 tonn sammenlignet med året før. Gjennomsnittsprisen for atlantisk laks endte på 25,63 kroner, en økning på nesten 1 krone fra 2007.

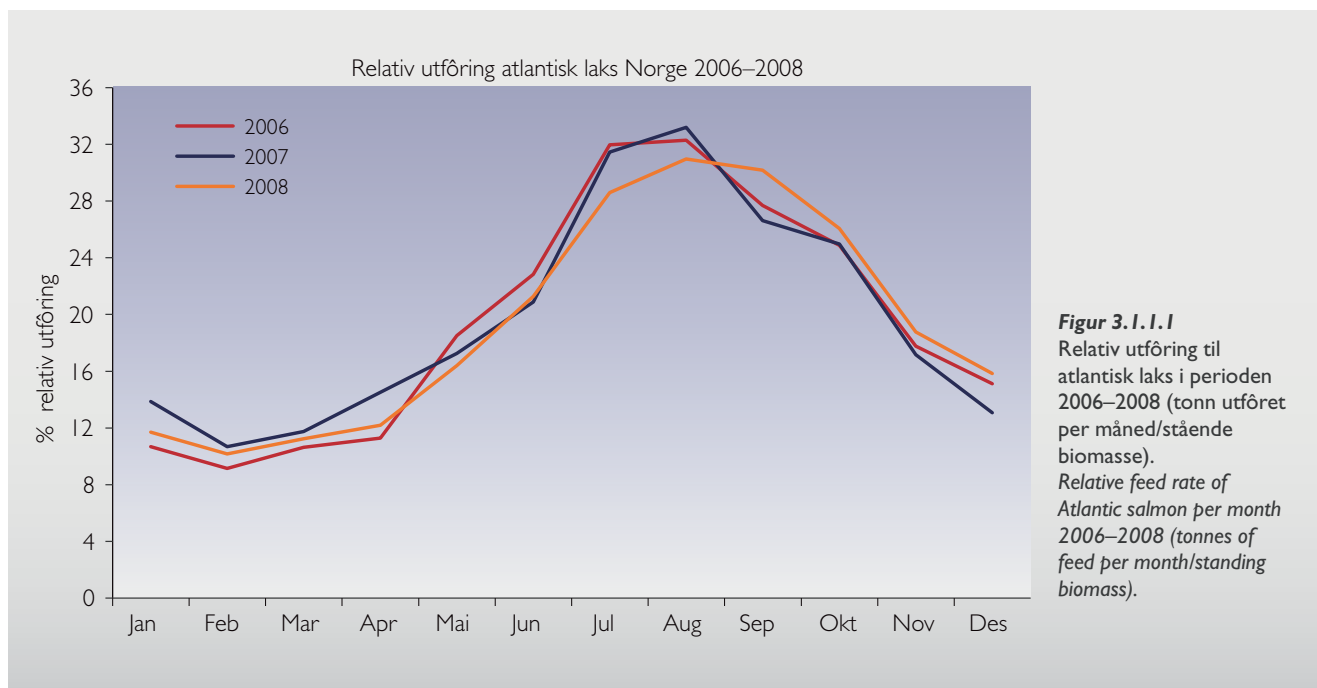
Arnt Fredrik Kjønhau, Kontali Analyse AS
arnt.fredrik.kjonhaug@kontali.no

Det ble lagt inn om lag 350 millioner rognkorn av atlantisk laks i Norge i løpet av sesongen 2007/08, noe som er ca. 40 millioner flere rognkorn enn det som ble lagt inn til klekking i 2006/07-sesongen. I løpet av våren ble det satt ut ca. 130 millioner ett år gamle individer fra 2006/07-klekingen. Dette er en økning på 15 millioner individer sammenlignet med året før. Høstutsettet av 0-åringene fra 2007/08-klek-

kingen økte med 8 millioner individer fra året før, og endte på 100 millioner. Økningen for hele kalenderåret var på 23 millioner smolt av atlantisk laks.

Sjøtemperaturene gjennom vinteren var tilbake på mer "normale" nivåer, noe som ga en lavere tilvekst på fisken enn året før. Resultatet av dette ble at slaktevektene på 0-åringene fra 2006-generasjonen falt med over 0,2 kg sammenlignet med 2007. Gjennom sommeren ble sjøtemperaturene for høye i enkelte regioner av landet, noe

som virket hemmende på tilveksten hos større fiskegrupper (Figur 3.1.1.1). Utover høsten ble vilkårene vesentlig bedre, og snittvektene ved utgangen av året endte på samme nivå som året før, bortsett fra 0-åringene som ble satt på sjøen i 2007. Denne generasjonen ble hardt rammet av pankreassykdom (PD) gjennom sommeren 2008, og endte med en utgangsvekt på knappe 3,2 kg, noe som kan ha betydning for slaktemønster i 2009. Ved utgangen av 2008 var den stående biomassen av atlantisk laks vurdert til knappe 520 000 tonn,



Figur 3.1.1.1
Relativ utføring til atlantisk laks i perioden 2006–2008 (tonn utføret per måned/stående biomasse).
Relative feed rate of Atlantic salmon per month 2006–2008 (tonnes of feed per month/standing biomass).

en økning på ca. 11 % sammenlignet med samme tidspunkt i 2007. Økningen i biomasse skyldes i all hovedsak et merantall av alle generasjonene.

Slaktekvantumet for laks ble på ca. 741 000 tonn (Figur 3.1.1.2). Dette er en økning på knappe 17 000 tonn sammenlignet med 2007. Gjennomsnittlig slaktevekt gikk ned med ca. 300 gram, mens det ble slaktet omtrent 10 millioner flere individer i løpet av 2008.

Slaktekvantumet av ørret økte med ca. 10 000 tonn i løpet av 2008, og endte på over 86 000 tonn (Figur 3.1.1.3). I tillegg ble det bygd opp et betydelig frossenlager med ørret på slutten av 2007, slik at ørretsalget endte betydelig høyere enn hva som faktisk ble slaktet. Det høye kvantumet skyldes økning i utsett av smolt høsten 2006 og 2007, selv om en del fisk måtte destrueres på grunn av sykdom.

I løpet av året ble det satt ut knappe 20 millioner smolt i Norge. Dette fordeler seg på 9,1 millioner smolt på våren og 10,7 millioner på høsten, en tilbakegang på ca. 4 millioner smolt sammenlignet med 2007.

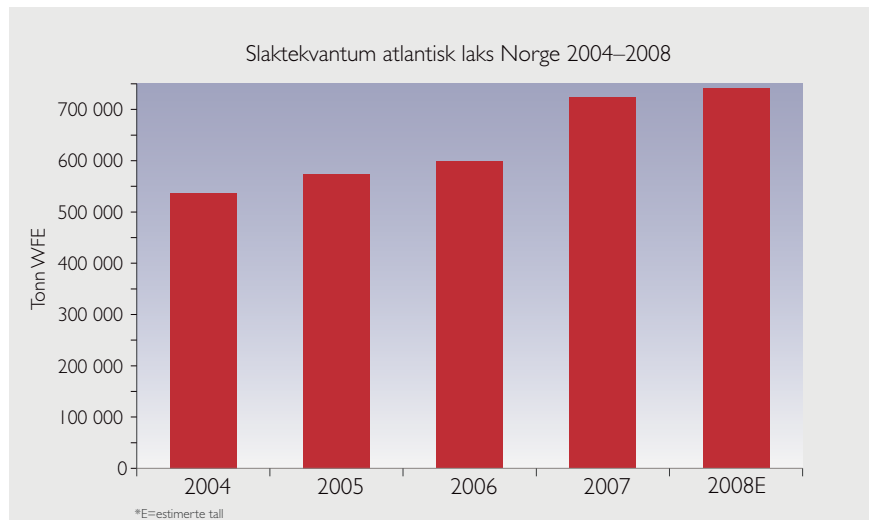
Totalt slaktekvantum av laksefisk endte på knappe 830 000 tonn i løpet av 2008, noe som er en økning på ca. 30 000 tonn sammenlignet med 2007.

Lave sjøtemperaturer gjennom vinteren, kombinert med noe for høye temperaturer gjennom sommeren ga ingen vekst i førsalget frem til og med august. Fra september ble temperaturene mer optimale for fisken, og førsalget økte relativt kraftig gjennom 3. tertial. Dette ga en total solgt mengde til alle arter (atlantisk laks, ørret, settefisk i ferskvann, og marine arter) på ca. 1,2 millioner tonn (Figur 3.1.1.4). Dette er en økning på ca. 75 000 tonn sammenlignet med 2007. Ca. 1 million tonn ble konsumert av atlantisk laks i sjøfasen, mens ca. 108 000 tonn ble konsumert av ørret i sjøfasen. Økningen er på henholdsvis 52 000 og 1 000 tonn.

I løpet av 2008 ble det eksportert atlantisk laks for ca. 18,1 milliarder kroner (+ 3 % sammenlignet med 2007) og ørret for ca. 1,9 mrd. kroner (+ 38 % sammenlignet med 2007). Til sammen ble det eksportert laks og ørret for ca. 20 mrd. kroner, en økning på ca. 1,1–1,2 mrd. kroner sammenlignet med 2007. Gjennomsnittsprisen for atlantisk laks endte på 25,63 kroner, en økning på nesten 1 krone fra 2007 (Figur 3.1.1.5).

Konkurrerende nasjoner

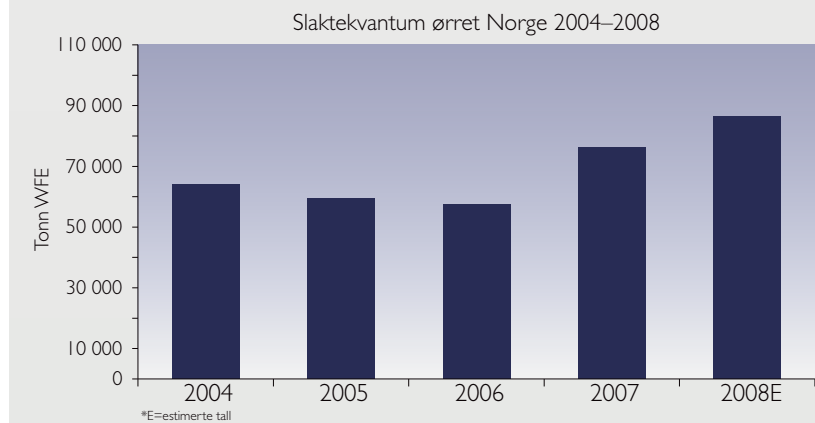
Problemene i den chilenske industrien av atlantisk laks forsterket seg ytterligere i



Figur 3.1.1.2

Slaktet kvantum av atlantisk laks i Norge 2004–2008.

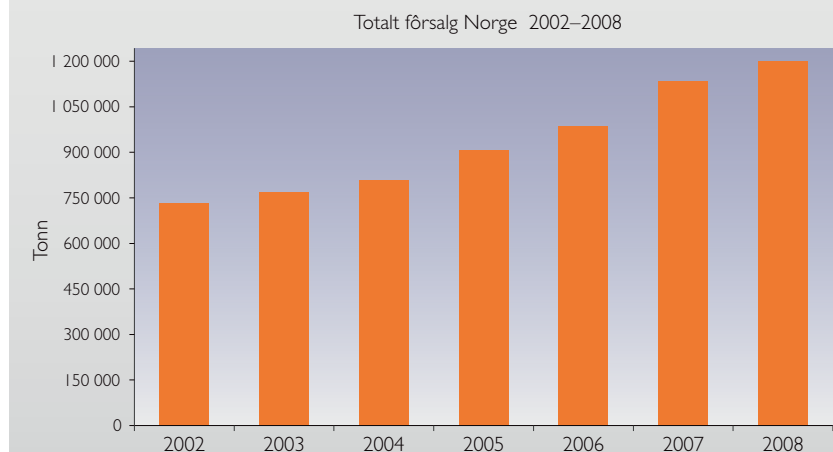
Harvest quantity (tonnes wfe) of Atlantic salmon in Norway 2004–2008.



Figur 3.1.1.3

Slaktekvantum ørret 2004–2008.

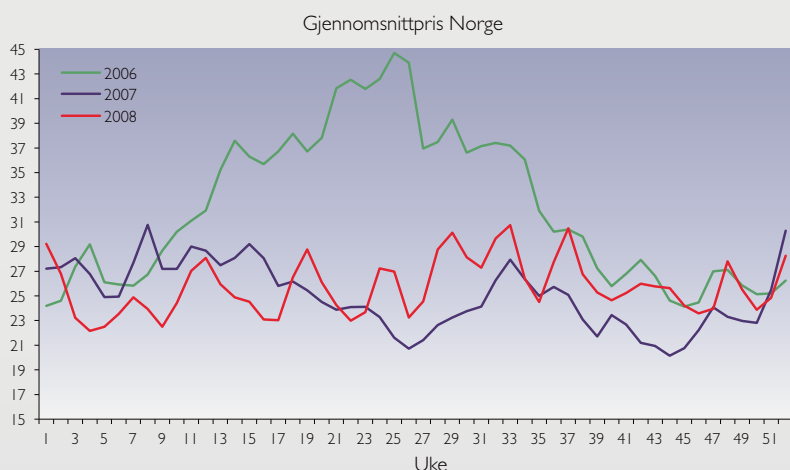
Harvest quantity rainbow trout 2004–2008.



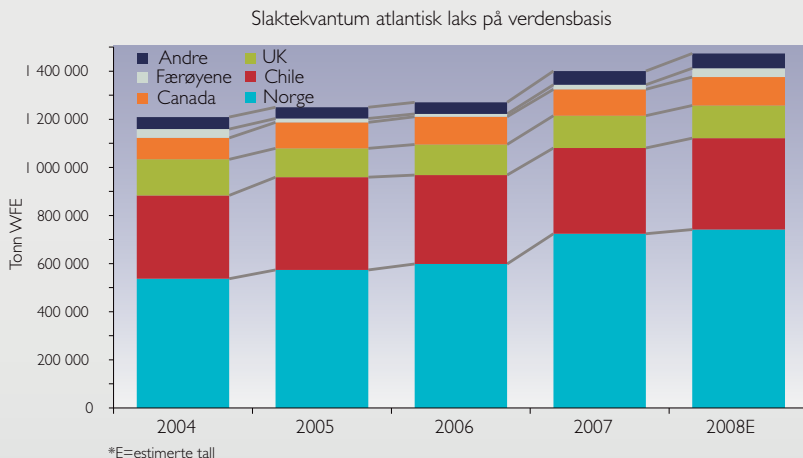
Figur 3.1.1.4

Totalt førsalg i Norge 2002–2008 (Kilde FPF).

Total feed sale in Norway 2002–2008 (Source FPF).



Figur 3.1.1.5
Utvikling i ukentlig gjennomsnittspris for superior atlantisk laks 2006–2008 (NOK/kg sløyd, superior kvalitet FCA Oslo, kilde: NSL, FHL).
Development in the weekly average price of Norwegian Atlantic salmon 2006–2008 (NOK/kg gutted, superior quality FCA Oslo, Source: NSL, FHL).



Figur 3.1.1.6
Slaktet kvantum atlantisk laks på verdensbasis 2004–2008E.
Harvest quantity (tonnes wfe) of Atlantic salmon world wide 2004–2008E.

løpet av 2008, og de fleste selskapene er nå rammet av infeksjos lakseanemi (ILA). Til tross for dette økte slaktekvantumet i Chile, og endte på ca. 399 000 tonn (Figur 3.1.1.6) i 2008. Dette er en økning på over 40 000 tonn sammenlignet med 2007. Økningen i slaktekvantum skyldes at de mange ILA-utbruddene har ført til en forsering av slaktingen, på lave slaktevekter. Dette vil få konsekvenser for kvantumet i 2009, ettersom mye av potensialet er redusert som følge av dette. I tillegg ble smoltutsettet av atlantisk laks i Chile betydelig redusert sammenlignet med 2008. Økningen i slaktekvantumet av ørret fortsatte i 2008, og endte på knappe 180 000 tonn, en økning på ca. 10 000 tonn sammenlignet med 2007.

Også i de andre regionene endte slaktekvantumet med en økning fra året før. Færøyene har hatt en svært god produksjon etter at de fikk bukt med ILA-problemene i 2003–2005. I 2008 slaktet Færøyene ca. 36 000 tonn atlantisk laks i løpet av året, noe som er en kraftig vekst på ca. 17 000 tonn. I Storbritannia ble det en svak økning i slaktekvantum på ca. 1 700 tonn, og endte totalt på ca. 136 500 tonn. Nord-Amerika økte slaktekvantumet fra knappe 122 000 tonn i 2007 opp til ca. 135 500 tonn i løpet av 2008. Australia markerer seg etter hvert som en relativ betydelig produsent av atlantisk laks. I løpet av 2008 ble det slaktet knappe 26 000 tonn, dvs. en økning på ca. 2 000 tonn sammenlignet med 2007.

The Harvest Quantity of Atlantic Salmon

2008 was a new year with increasing harvest quantities in Norway. During the year, approximately 741,000 tonnes (wfe) of Atlantic salmon was harvested, which is an increase of approx. 17,000 tonnes compared to 2007. The harvest quantity of large Rainbow trout also increased and totaled 86,000 tonnes (wfe). This is an increase of approx. 10,000 tonnes compared to 2007. Chile increased the harvest quantity with approx. 30,000 tonnes (wfe), which is an effect of forced harvesting of small fish infected by ISA (infectious salmon anaemia). The consequence of this is reduced quantities in 2009.

WFE

Alle slaktevekter er oppgitt som WFE (whole fish equivalent) som er en standard vektbenevnelse for rund bløgget vekt (etter sulting og bløgging), og tilsvarer en omregningsfaktor på ca. 6–8 % fra levende vekt.

3.1.2 PRODUKSJON AV TORSK OG KVEITE I 2008



I 2008 ble det slaktet 13 500 tonn oppdrettstorsk i Norge, hvilket er en økning på 25 % i forhold til 2007. Utsettet i løpet av året var på om lag 20 millioner fisk, noe som er 8 millioner mer enn året før. Per 31.12.08 stod det 26 200 tonn fisk i sjøen. Dette er 53 % mer enn året før på samme tid. Det ble eksportert 639 tonn oppdrettskveite i 2008, en nedgang på 94 tonn i forhold til 2007. Slaktevolumene de siste årene har ligget på omkring 1 800 tonn (rund vekt). Tre hovedaktører står bak det meste av produksjonen i Norge.

Torgeir Lassen, Kontali Analyse AS
torgeir.lassen@kontali.no

Torsk

Torskenæringen i Norge i 2008 var preget av volumbygging, med store utsett, men med et uheldig prisfall på slutten av året. I underkant av 30 selskaper hadde matfiskanlegg med produksjon av oppdrettstorsk ved utgangen av året. Av disse står de ti største selskapene for omtrent 75 % av produksjonen, og det største selskapet alene står for nær 20 %. 20 selskaper hadde produksjon av yngel og settefisk i 2008. Om lag halvparten av disse er integrerte selskaper der yngel-, settefisk- og matfiskanlegg har felles eierskap. I løpet av året ble det satt ut om lag 20 millioner settefisk, noe som representerer en betydelig økning i forhold til 2007-utsettet. Yngel og settefisk blir hovedsakelig produsert i landbaserte intensive anlegg, men noen få aktører produserer yngel og settefisk basert på naturlig plankton fra poller.

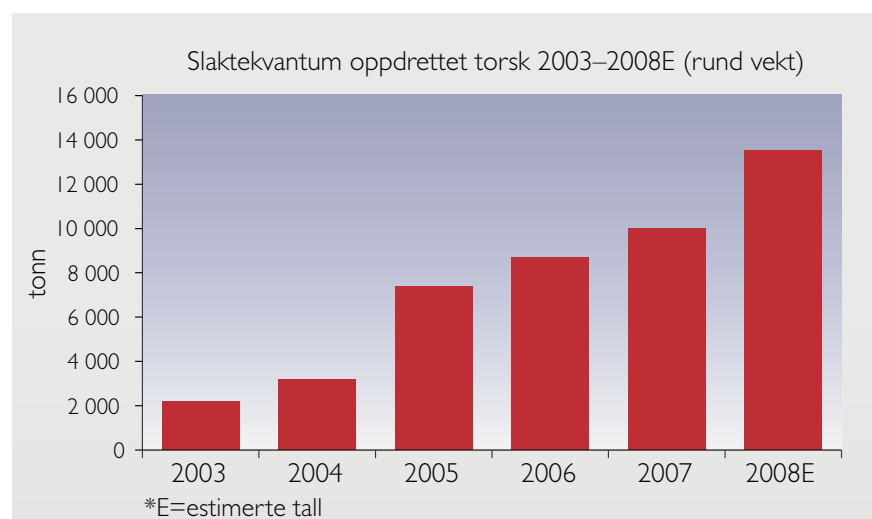
Om lag 13 500 tonn torsk (rund vekt) ble slaktet i 2008. Dette er en økning på ca. 25 % i forhold til 2007 (Figur 3.1.2.1). Av slaktekvantumet gikk om lag 5 800 (43 %) tonn til eksport. Dermed utgjorde oppdrettstorsk nær 37 % av totaleksportvolumet av hel fersk torsk i 2008.

Estimert stående biomasse ved utgangen av 2008 var på 26 200 tonn, tilsvarende en 50 % økning i forhold til året før. Denne

økningen forårsakes først og fremst av en stor økning (139 %) i yngstegenerasjonen (2008-utsettet).

I løpet av 2008 ble det solgt totalt 36 400 tonn fôr til marine arter (Figur 3.1.2.2), noe som representerer en 33 % økning i forhold til året før. Av fôret gitt til marine arter estimeres det at 32 900 tonn gikk til torsk.

Næringen i Norge har, som den eneste i verden, greid å bygge opp en høy produksjon av torsk med jevnt god kvalitet. Med den senere tidens prisfall har det vært satt fokus på produksjonsrutiner og kostnadsreduksjon. Kjønnsmodning står foreløpig som et hinder for god vekst i den siste perioden før slakt, og det jobbes kontinuerlig med å forbedre produksjonsrutinene



Figur 3.1.2.1

Slaktekvantum oppdrettet torsk Norge 2003–2008E* (rund vekt).

Kilde: Fiskeridirektoratet, Kontali Analyse AS.

Harvest quantity farmed Cod in Norway 2003–2008E (live weight).

Source: Directorate of Fisheries, Kontali Analyse AS. (E*=estimerte tall).

i yngel- og settefiskanleggene for å sikre settefisk av god kvalitet.

Kveite

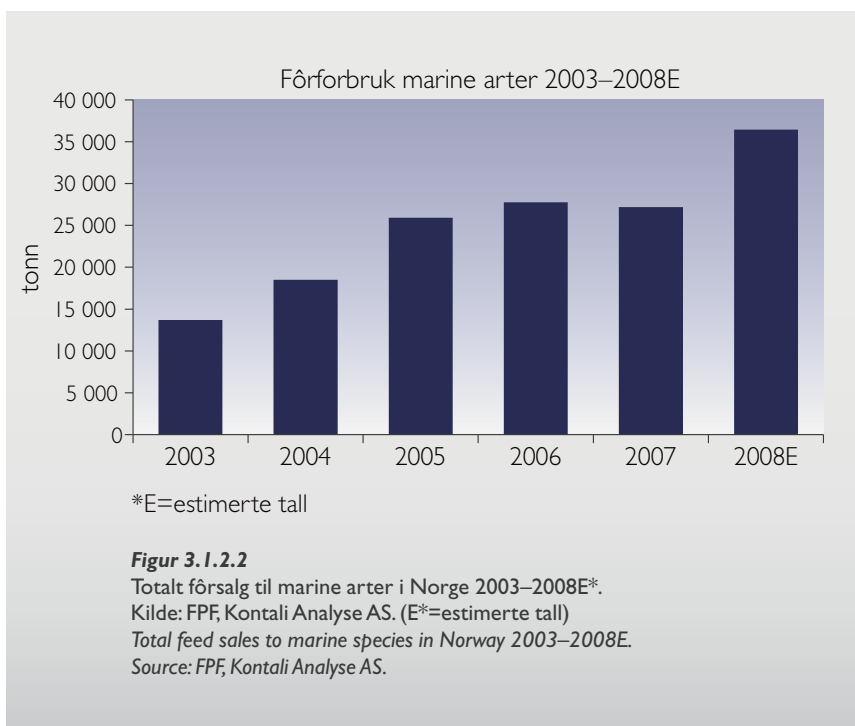
Det er registrert over 70 matfiskkonsepsjoner for produksjon av kveite i Norge. Om lag en tredjedel av disse konsepsjonene utnyttes til kommersiell drift, og det er tre selskaper som dominerer bransjen. I 2008 ble det eksportert 639 tonn kveite, noe som representerer en nedgang på 94 tonn i forhold til 2007. Slaktekvantum de siste årene har ligget på omkring 1 800 tonn rund vekt (Figur 3.1.2.3).

Slaktevolumene fra norske kveiteoppdrettere er mer enn firedoblet i løpet av de fem siste årene. Sett i forhold til andre arter som laks og ørret, er volumene imidlertid fremdeles små.

The Norwegian Production of Cod and Halibut in 2008

In 2008, around 30 companies produced a harvest quantity of 13,500 tonnes (round weight) of farmed Atlantic cod. This represents a 25 % increase compared to 2007. During the year, 20 million juveniles were released, up 8 millions compared to the year before. Standing biomass by the end of the year was 26,200 tonnes, up 50 % compared to 2007. A large proportion of this increase is due to the large release of juveniles in 2008. With significant drop in export prices in the last months of 2008, the cod farming industry have been forced to reduce costs, with resulting reductions in harvest and juvenile release compared to original plans.

Norwegian exports of Atlantic halibut in 2008 decreased by 13 % from 733 tonnes in 2007 to 639 tonnes in 2008. The total production is around 1,800 tonnes (round weight) annually. There are three main producers responsible for almost all of the total production.



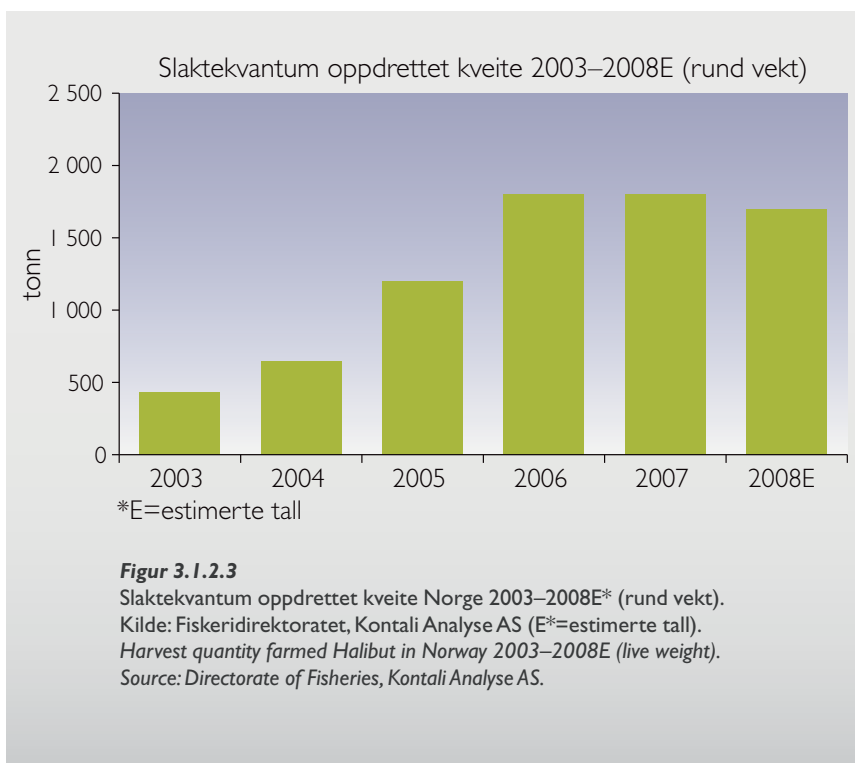
Figur 3.1.2.2

Totalt fôrsalg til marine arter i Norge 2003–2008E*.

Kilde: FPF, Kontali Analyse AS. (E*=estimerte tall)

Total feed sales to marine species in Norway 2003–2008E.

Source: FPF, Kontali Analyse AS.



Figur 3.1.2.3

Slaktekvantum oppdrettet kveite Norge 2003–2008E* (rund vekt).

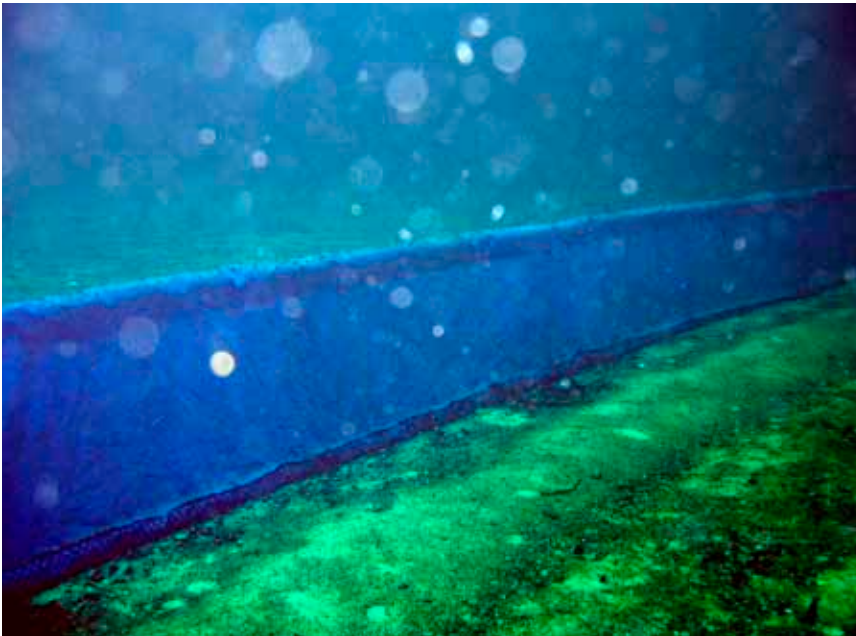
Kilde: Fiskeridirektoratet, Kontali Analyse AS (E*=estimerte tall).

Harvest quantity farmed Halibut in Norway 2003–2008E (live weight).

Source: Directorate of Fisheries, Kontali Analyse AS.

3.1.3 PRODUKSJON AV SKJELL

Skjellnæringen i Norge var i positiv utvikling i 2008, men står fortsatt foran utfordringer for at det store potensialet skal kunne realiseres. Det er gjort vesentlige forbedringer i storskala produksjon av kamskjell i havbeite, og høsting er planlagt i 2009. Produksjon av blåskjell har ikke økt, men bruk av effektiv dyrkingsmetode (strøping) sikrer høy kvalitet og priser. Det ble dyrket små mengder flatøsters, men av svært høy kvalitet.



Gjerder på bunnen brukes i rovdyrkontroll i havbeite med stort kamskjell.

Stein Mortensen
stein.mortensen@imr.no

Arne Duinker, NIFES
duinker@nifes.no

Øivind Strand
oivind.strand@imr.no

Stort kamskjell

I Norge har vi store kystområder som er egnet for produksjon av stort kamskjell i havbeite. Stort kamskjell produseres i flere faser. Yngelen produseres i klekkeri og landbasert vekstanlegg, deretter i sjøbasert vekstanlegg frem til utsetningsklar størrelse, og til slutt i havbeite. I havbeitefasen settes skjellene ut på bunnområder med gjerder som beskyttelse for å hindre at de blir spist av taskekrabbe. Fiskeridirektoratet utlyste i 2008 den tredje søknadsrunden for inntil fem nye tillatelser til havbeite med kamskjell. Det var innen denne søknadsrunden tildelt totalt 13 tillatelser for havbeite med kamskjell, fire i Rogaland, fem i Hordaland, to i Sør-Trøndelag og en i Nordland og Sogn og Fjordane. Bedriften Seashell AS i Sør-Trøndelag, som er ledende innen fangsting av ville bestander, fikk en havbeitetillatelse i 2007. Dette kan gi spennende muligheter i kryssningen mellom fangst og havbeite.

Det eneste klekkeriet for yngelproduksjon i Norge er Scalpro AS, i Øygarden utenfor Bergen. I 2008 var klekkeriproduksjonen av yngel på en million kamskjell. Dette representerer en økning sammenlignet med produksjonen i 2007, men er lavere enn produksjonsmålet på fire millioner skjell som ble oppnådd i 2006. Den lave produksjonen skyldes forhold knyttet til vannkvalitet. For å løse disse problemene pågår det et forskningsarbeid innen vannbehandling og systemer for resirkulering, blant annet i samarbeid med aktører innen produksjon av torskelyngel. Det pågår også forskning på både nasjonalt nivå og i et EU-prosjekt for å bedre kunnskapsgrunnlaget og oppnå et bedre grunnlag for kostnadseffektiv, stabil produksjon av skjellyngel. Havforskningsinstituttet og Universitetet i Bergen samarbeider her med bedriftene Scalpro AS og Bømlo Skjell AS, og partnere i Irland, Frankrike, Spania og Canada. Satsingen innen forskning på ulike faser i yngelproduksjon og økt fokus er nå rettet mot metamorfose og bunnslåing (se kapittel 3.7.3).

I havbeitefasen har de største aktørene (Norskjell AS og Kvitsøy Edelskjell AS) bedret driftsstrategi og rovdyrkontroll i fullskala havbeite, basert på utsettene i 2007 (to millioner kamskjell fordelt på bedriftene). Nye utsetninger i 2008 ble

begrenset på grunn av tilgang på yngel. Kvitsøy Edelskjell vil i 2009 starte høsting av kamskjell fra havbeite, med mål om å etablere en fast leveranse til nærmarkedet.

Havforskningsinstituttet har gjennomført innsamling av bunndyr i havbeiteområder for å skaffe dokumentasjon om mulige økologiske effekter av kamskjell i fullskala havbeite. Både vanlig korstroll (*Asterias rubens*) og pigget ishavsstjerne (*Marthasterias glacialis*) er rovdyr på kamskjell. Undersøkelser av fordelingen av sjøstjerner (Norskjell AS) viser meget høyere konsentrasjoner i havbeiteområdet enn i omkringliggende område. Dette viser at sjøstjerner i betydelig grad blir tiltrukket av havbeiteområdet. Ved Universitetet i Bergen er det gjort innledende forsøk på å klarlegge hvor mange kamskjell sjøstjernerne korstroll og pigget ishavsstjerne av ulik størrelse spiser.

Aktørene i havebeite med kamskjell har et langsiktig perspektiv i arbeidet med å utvikle en lønnsom havebeitenæring. Det er bygget opp høy kompetanse, og aktørene har et godt grunnlag for å løse de mange utfordringene på veien frem til kommersiell drift. Tilgang på yngel, kapital og areal for nye havebeiteområder blir oppfattet som den største begrensningen for videre utvikling. I arbeidet med tilgang

på areal uttrykker næringen at man møter manglende forståelse og kunnskap om brukerkonflikter. Næringen opplever dette som meget ressurskrevende. Dette tyder på at Havforskningsinstituttets rådgivning mot forvaltning og næring vedrørende miljømessige og økologiske aspekter ved havbeite med kamskjell må styrkes.

Blåskjell

Produksjonen av norske blåskjell ligger fortsatt på et lavt nivå, med rundt 800 tonn eksportert i 2008, noe som er lavere enn i 2007 og som følger nedgangen siden 2005 (Figur 3.1.3.1). Kiloprisen holder seg imidlertid høy, etter at den ble doblet mellom 2006 og 2007. Dette viser at det nå er kvalitetsskjell som eksporteres. Tallene for omsetningen på hjemmemarkedet er ennå ikke klare, men hjemmemarkedet har trolig fortsatt trenden med jevn økning og ligger sannsynligvis på godt over 1000 tonn.

Hovedutfordringene for næringen nå er kapitaltilgang etter mange år med prøving og feiling. I tillegg er eksporten blitt mer krevende. Aktørene i Nord-Norge opplever i tillegg fortsatt store problemer med algegifter. Bak problemene og den beskjedne produksjonen skjuler det seg imidlertid en langt mer positiv utvikling som lover godt for blåskjellnæringen i årene fremover. Nøkkelen til suksess er at alle ledd, fra produksjon til høsting og salg, fungerer tilfredsstillende.

Prosjektet ”Kunnskapsutvikling i blåskjellnæringen” har involvert de fleste aktive dyrkere i Sogn og Fjordane, Hordaland, Rogaland og Agder-fylkene samt nøkkelbedrifter i Trøndelag. Gjennom samlinger i prosjektet går det klart frem at aktive dyrkere i Sør-Norge nå er enige om viktige prinsipper for blåskjellproduksjonen. Prosjektet har utviklet og innarbeid-

et et system for beregning av biomasse og kvalitet, noe som blant annet er viktig for kommunikasjonen mellom dyrkere og kjøpere. Riktig ”strømping” er en forutsetning for lønnsom blåskjellproduksjon. Dette betyr at tettheten av blåskjell på dyrkingstauene kontrolleres ved at yngelen høstes, sorteres og gjenutsettes ved bruk av såkalt strømpeteknikk. Fem næringsaktører som representerer det meste av blåskjellproduksjonen i Norge, er blitt enige i å samarbeide om leveranse og salg av blåskjell, basert på blant annet god biomassedokumentasjon. Dette er et viktig skritt fremover. Med krevende markeder er det viktig at Norge fremstår som en stabil og pålitelig eksportnasjon.

For å realisere utviklingspotensialet er det nå viktig at næringen får den nødvendige støtte og rammebetingelser som er bedre tilpasset blåskjellnæringen. Næringen må gjenvinne tillit hos myndighetene gjennom bedre organisering og fora for erfaringsutveksling. Det er viktig at dialogen mellom næringen og det offentlige styrkes.

Østers

Norske østersdyrkere produser et beskjedent volum østers, men med fremragende kvalitet. Arbeid med å finne rett lokalisering av anleggene, optimal produksjonsform og rett høstperiode har gitt resultater.

Østersnæringen er organisert gjennom produksjonsnettverket NET Østers. I 2008 ble det produsert om lag en halv million yngel i Agapollen på Bømlo. Pollen er drevet av Bømlo Skjell, som er drivkraften og den sentrale aktøren i NET Østers. Dette nettverket organiserer dyrkere langs kysten fra Sørlandet til Ålesund. De fleste dyrkerne er lokalisert i Sunnhordland, med nærhet til yngelpollen på Bømlo. Nettverket arbeider både som et produsentnettverk

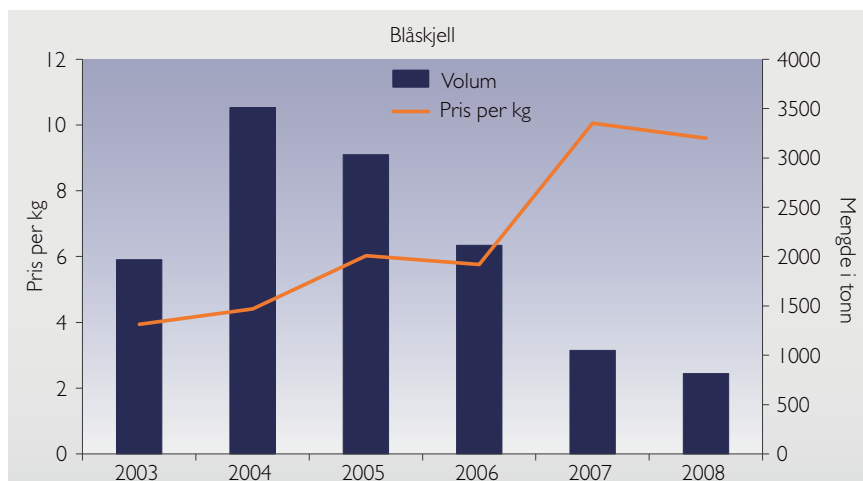
og som et samlende forum med fokus på utvikling av produksjonsteknologi, merkevarebygging og forskning og utvikling (FoU). Produksjonen er organisert som en sluttet sirkel, hvor yngelen produseres på Bømlo, sendes ut til påvekst hos dyrkerne i nettverket, for til slutt å returnere til Bømlo for kontroll, pakking, salg og forsendelse. Bømlo Skjell har gjennom flere sesonger arbeidet med å oppnå en høy og definert kvalitet på østersen som sendes ut på markedet. Deler av dette arbeidet gjøres i samarbeid med NIFES og Havforskningsinstituttet. Arbeidet har ”båret frukter”. I september i fjor ble østers fra Bømlo kåret til ”Hordalands beste råvare fra sjø”, som også støttes med svært gode tilbakemeldinger fra restaurantmarkedet.

Mengden østers som selges er imidlertid fremdeles beskjeden. Dyrkerne har to utfordringer. For det første er det tidvis dødelighet i anleggene som spiser en del av marginene. Dødeligheten er uforklart, og helseovervåkningsprogrammet for flatosters som gjøres av Veterinærinstituttet har ikke avdekket konkrete sykdommer. Det er aktuelt å følge opp dette problemet for å finne årsaken til dødeligheten. For det andre er dyrkingen relativt innsatskrevende. Dyrkerne ønsker å utbedre dyrkingsteknologien. NET Østers har utarbeidet en FoU-plan for å skaffe midler til å løse utfordringene næringen har.

All østers som selges på markedet er dyrket. Det finnes vill østers, særlig langs kysten av Øst- og Sørlandet. Bestandene varierer en del i størrelse og tetthet. Det ser ut til at varme somrer – med vellykket gyting – virker positivt på bestandene. Det høstes litt østers fra disse bestandene, men kun til privat bruk. På noen av lokalitetene er det de siste årene også lokalisert stillehavsøsters. Dette er en ny art i våre farvann, og Havforskningsinstituttet arbeider med å kartlegge utbredelse og spredning av denne arten. Vi vil gjerne ha tilbakemelding om funn av stillehavsøsters.

Production of Scallops, Mussels and Oysters

This chapter gives a short summary of the production of scallops, mussels and oysters in Norway during 2008. The industry is in continuous development, but there are still major challenges to be met before its potential can be realized. Production methods in the scallop industry have been amended and harvest is planned in 2009. The volumes of harvested mussels are unchanged, but increased use of socking in mussel farming has stabilized quality and prices. Minor quantities of oysters have been produced, but with excellent quality.



Figur 3.1.3.1

Forholdet mellom produksjonen av blåskjell (søyler) og pris per kilo (linje) fra 2003 til 2008. Production of mussels in tonnes (columns) and the price (in NOK) obtained per kilo (line) from 2003 until 2008.

3.2.1 EKSPORTEN AV LAKS OG ØRRET



Foto: Frode Oppedal

Eksporthen av laks og ørret har aldri vært høyere enn i 2008. Totaleksporthen av laks passerte 18 milliarder kroner, mens ørreteksporthen nådde 1,9 milliarder kroner. Samlet eksport av laksefisk fra Norge endte på 19,9 milliarder kroner i 2008. Dette var en økning på 1,2 milliarder kroner fra året før og er ny årsrekord for laksefisk.

Paul T.Aandahl, Eksporthutvalget for fisk
paul.aandahl@seafood.no

Til tross for finanskrise og utsikter til lavere kjøpekraft i mange av våre viktigste markeder, holder etterspørselen etter norsk laks seg på et høyt nivå i 2008. Årsaken til denne utviklingen er blant annet at laks som produkt har mange bein å stå på. Laks brukes både til hverdags og fest, som pålegg, forrett og hovedrett. Laks er derfor robust overfor endring i den generelle etterspørselen etter matvarer.

Laksen passer godt inn i moderne detaljhandels behov for et produkt som har stabil kvalitet og pris, og som er tilgjengelig året rundt. Laksen passer videre inn i tre trender som er dominerende innenfor matsektoren verden over; helse, tilgjengelighet og kvalitet/nyttelse.

Laksens popularitet, stabile kvalitet, tilgjengelighet og pris gjør at den er godt egnet som råvare i nye produkter. Laksens andel i nyutviklede sjømatprodukter er derfor høy.

Laksen passer godt inn dagens trend om at stadig mer av den ferske sjømaten blir tilbudt som ferskpakke ferdigprodukter.

Norge har aldri produsert mer laks, samtidig som prisen for fersk laks har vært på et relativt høyt nivå. Gjennomsnittlig eksportpris for fersk hel laks var 26,95 kr/kg. Sammenlignet med 2007 var prisen på fersk laks 49 øre høyere i 2008. Samtidig økte eksportvolumet av fersk laks med 22 000 tonn fra 2007 (Figur 3.2.1.1).

Legger vi til konsumet av laks og ørret i hjemmemarkedet (35 000 tonn laks og 10 000 tonn ørret), var produksjonen på rundt 850 000 tonn laksefisk i fjor. Det vil si at det ble servert 11 millioner måltider av norsk laks og ørret hver dag verden over i 2008.

God etterspørsel etter laks

Laks og ørret har en svært sterk stilling i konsumentenes handlekurver over hele verden og står seg godt også i krisetider. Vi ser blant annet at hjemmekonsumet av laks

har økt i blant annet Tyskland og Frankrike. Denne økningen skyldes i stor grad økt konsum både av røkte og frosne produkter. Dette skyldes i stor grad at flere har kjøpt røkt og frossen laks i 2008 i forhold til 2007. Økningen i laks er i disse landene større en den gjennomsnittlige økningen i sjømat totalt. Dette innebærer at laks har tatt markedsandeler i disse markedene.

I Storbritannia ser vi det samme mønsteret som i Tyskland og Frankrike, men i tillegg til økningen i røkte og frosne produkter, finner vi også en svak økning i konsumet av ferske produkter.

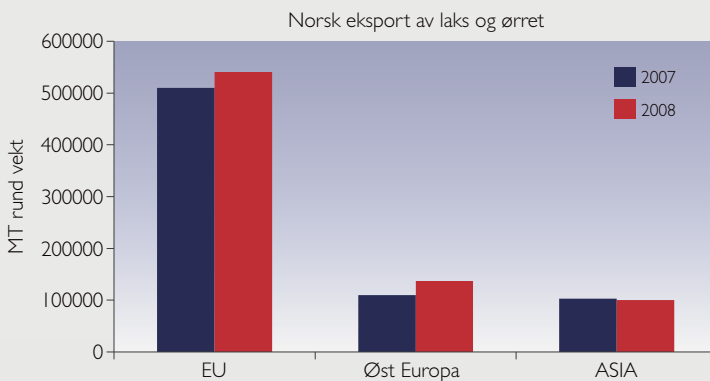
Tilførselen av laksefisk fra Norge til EU og Øst-Europa øker

Målt i volum ble det eksportert 540 000 tonn laksefisk til EU i 2008. Dette var 30 000 tonn mer enn året før. Av den totale eksporten av laksefisk går 68 prosent til EU. Dette var omtrent den samme andelen som året før. Totaleksporthen av laksefisk til Øst-Europa var i 2008 på 137 000 tonn, en økning på 25 prosent i volum sammen-



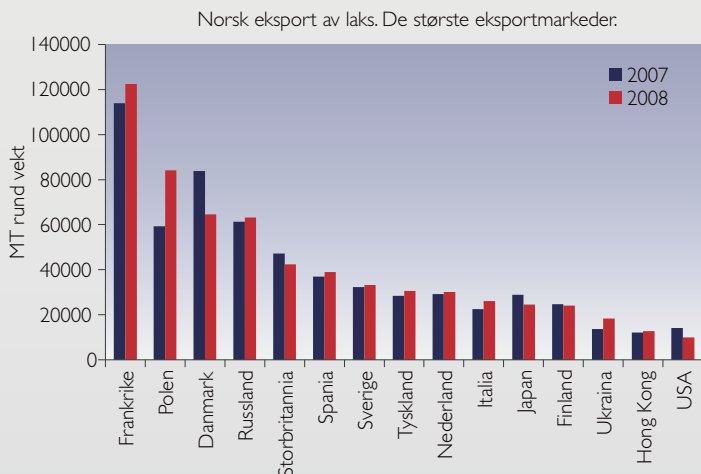
Figur 3.2.1.1

Norsk eksport av laks og ørret målt i beregnet volum rund vekt.
Norwegian export of salmon and trout calculated in whole fish equivalents.



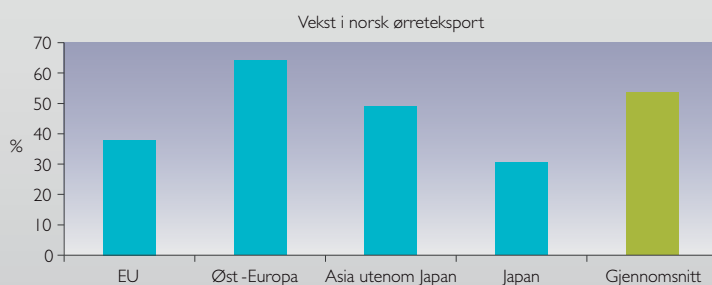
Figur 3.2.1.2

Norsk eksport av laks og ørret per region.
Norwegian export of salmon and trout by region.



Figur 3.2.1.3

De viktigste eksportlandene for norsk laks i 2007 og 2008.
Norwegian export of salmon in 2007 and 2008, the largest markets.



Figur 3.2.1.4

Vekst i norsk ørreteksport.
Growth in Norwegian export of trout.

lignet med året før. Økningen bidrar til at regionen har økt sin andel av norsk laksefiskeeksport fra 15 til 17 prosent. Norges samlede eksport til Asia ble i 2008 redusert med ca. 2 000 tonn til 100 000 tonn (Figur 3.2.1.2).

Polen viktigste videreførelsesland for norsk laks

Eksporten til EU-markedene økte i 2008 med 273 millioner kroner til 3,2 milliarder kroner.

Totalt eksporteres det laksefisk fra Norge til 98 land. Det største markedet er Frankrike som i 2008 kjøpte norsk laks og ørret for 3,2 milliarder kroner. Det minste markedet blant de 98 landene er Ghana, hvor eksporten i 2008 var på 30 000 kroner. I 2008 ble Polen for første gang et viktigere eksportmarked for laks enn Danmark. Mesteparten av laksen til disse to markedene går til foredling og distribueres deretter til andre EU-land.

USA, som før innføring av straffetoll i 1991, var et av Norges viktigste laksemarkeder etter Frankrike og Danmark, er nå havnet på 17. plass, etter marked som for eksempel Kina, Hong Kong og Ukraina.

Sterk vekst i ørreteksporten

Ørreteksporten økte i verdi i 2008 med hele 48 prosent eller 602 millioner kroner. Mesteparten av denne veksten skyldes økt eksport til det viktigste ørretmarkedet, som er Russland. Eksporten til det nest største markedet, Japan, viste også vekst. Til tross for opphevelse av straffetollen til EU, har veksten i eksporten til dette markedet vært lavere enn gjennomsnittet.

Exports of Norwegian Salmon and Trout

Total exports of Norwegian Salmon and Trout have never been higher, according to figures from Statistics Norway and Norwegian Seafood Export Council (NSEC). Salmon passed NOK 18 billion while trout reached NOK 1.9 billion. The growth of these two species in 2008 adds up to 1.2 billion and the total of 19.9 is a new record for one year.

Demand for Norwegian Salmon is high in spite of the financial turmoil in 2008 and prospects of reduced spending power in many of Norway's most important seafood markets. The total production of Atlantic Salmon from Norway has never been higher and at the same time the average price for fresh salmon has been good throughout 2008.

3.2.2 MARKEDSSITUASJONEN FOR TORSK OG KVEITE FRA HAVBRUK 2008

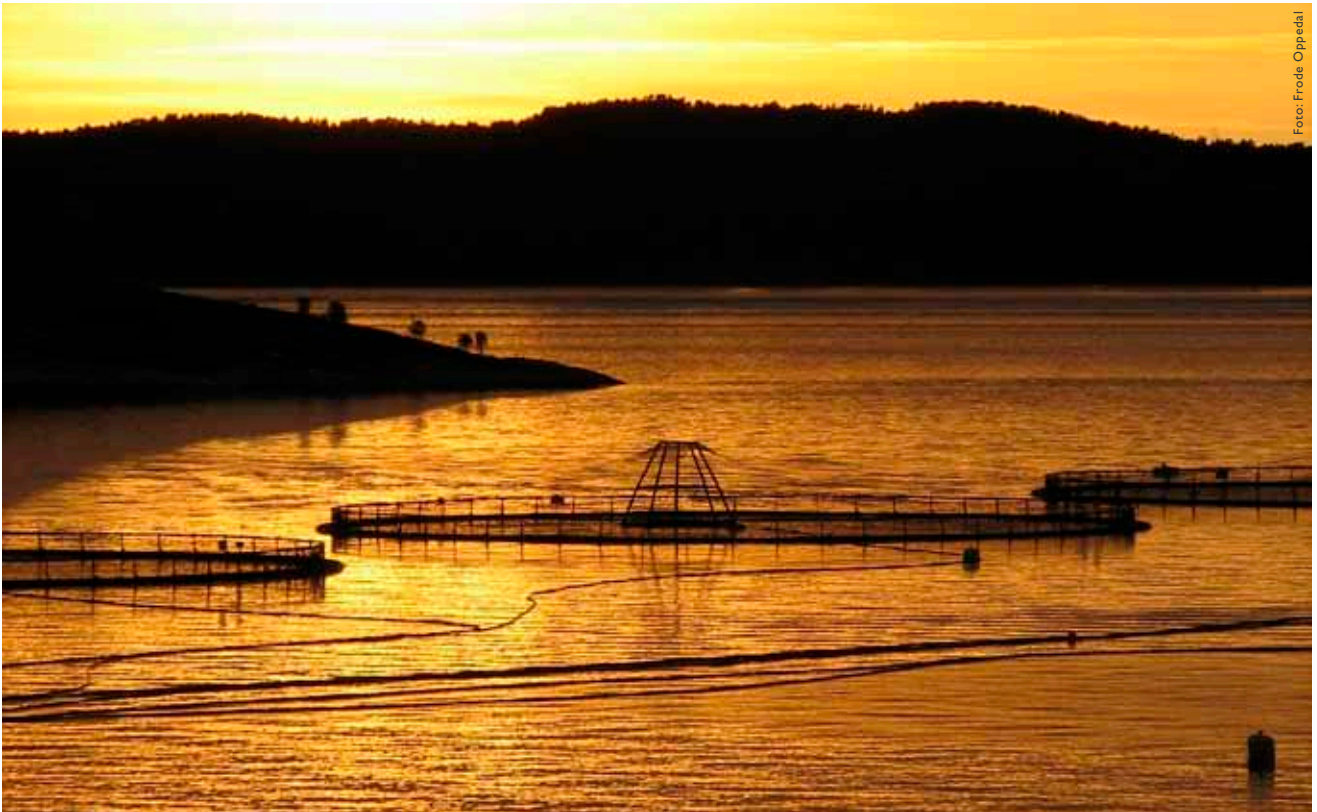


Foto: Frode Oppedal

Selv om laks og ørret er bærebjelken i norsk havbruk, kommer de nye marine artene etter. De største per i dag er torsk og kveite med en total eksportverdi på ca. 270 millioner kroner i 2008. Norge er i dag den største produsenten av disse to artene, og produksjonen forventes å øke i fremtiden.

Karin Olsen, Eksportutvalget for fisk
ko@seafood.no

Lasse Kristiansen
lasse.kristiansen@seafood.no

TORSK

Økning i volum, nedgang i pris

Torsk fra havbruk er tilgjengelig hele året, men likevel ble hele 60 % av fisken eksportert i løpet av årets fire siste måneder i 2008. Dette fordi man på denne tiden av året har liten tilførsel av fersk torsk fra fangstsiden ute i markedene. Totalt eksporterte Norge 6 200 tonn torsk fra havbruk i 2008, til en verdi av 219 millioner kroner. Dette er en økning på 2 100 tonn sammenliknet med 2007. 5 900 av disse tonnene var hel torsk til en gjennomsnittspris på kr 32,50 per kilo, en nedgang i gjennomsnittsprisen på kr 6,00 per kilo sammenliknet med 2007. I overkant av 350 tonn var filet til en gjennomsnittspris på kr 79,10 per kilo. Dette er en økning i prisen på kr 18,20 sammenliknet med 2007. Gjennomsnittsprisen på filet fra torsk fra havbruk nærmer seg gjennomsnittsprisen på filet fra torsk fra fangstsiden, som var kr 85,94 per kilo i 2008.

Danmark er det største markedet for hel torsk

Det største markedet for hel torsk fra havbruk er Danmark. Danskene importerte 2 200 tonn torsk fra havbruk i 2008, en dobling i volum fra året før. Gjennomsnittsprisen til Danmark endte på kr 30,22 per kilo. Mye av fisken som er sendt til Danmark har gått til filetindustrien og sendt videre ut i Europa. Frankrike importerte i underkant av 1 200 tonn torsk fra havbruk til en gjennomsnittspris på kr 36,44 per kilo. Med lang tradisjon for fersk fisk av høy kvalitet, er Frankrike vårt viktigste ferskfiskmarked. Frankrike har høy betalingsvillighet for fersk fisk, og oppdrettstorsk gjør at butikkene kan ha torsk tilgjengelig hele året. Det betyr svært mye for butikkene at de kan tilby forbrukerne fersk torsk også utenfor sesongen for villtorsk. De viktigste eksportmarkedene etter Frankrike er Spania, Belgia, Sverige og Nederland.

Spania er et voksende marked for torsk fra havbruk. Spanjolene kjøpte nesten ikke oppdrettstorsk for 4–5 år siden, men er nå det tredje største markedet for rund fisk. Eksporten til Spania økte fra 427 tonn i

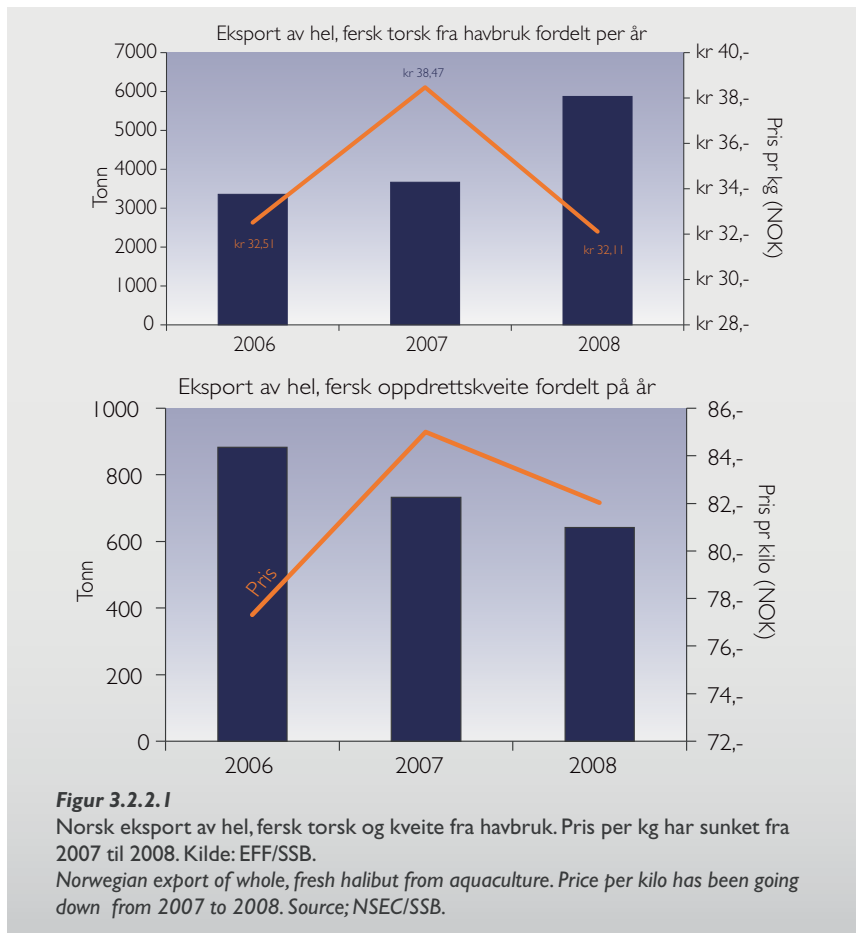
2007 til 582 tonn i 2008. Fersk fisk, både torsk og laks, blir stadig mer populær i Spania.

Frankrike er det største markedet for filet. I 2008 ble det sendt 91 tonn torskfilet fra havbruk til Frankrike. Verdien på denne fisken var på 8,6 millioner kroner. Danmark importerte 70 tonn filet, mens Belgia og Sverige importerte henholdsvis 68 og 58 tonn filet i 2008. Totalt gikk eksporten av filet av torsk fra havbruk ned med 52 tonn i 2008 sammenliknet med 2007, men det forventes at fileteksporten vil øke allerede i 2009 fordi flere av produsentene av torsk fra havbruk legger om til filetoproduksjon.

KVEITE

Et lite steg tilbake for kveite fra havbruk

Kveite fra havbruk har hatt en liten nedgang i volum de siste årene. Eksporten endte på 639 tonn i 2008, noe som er en reduksjon på 94 tonn sammenliknet med 2007. Gjennomsnittsprisen per kg ble redusert fra 85,00 kr per kg i 2007 til 82,03 kr per kg i 2008. Dette representerer en nedgang på 3,5 %. Totalt ble det eksportert

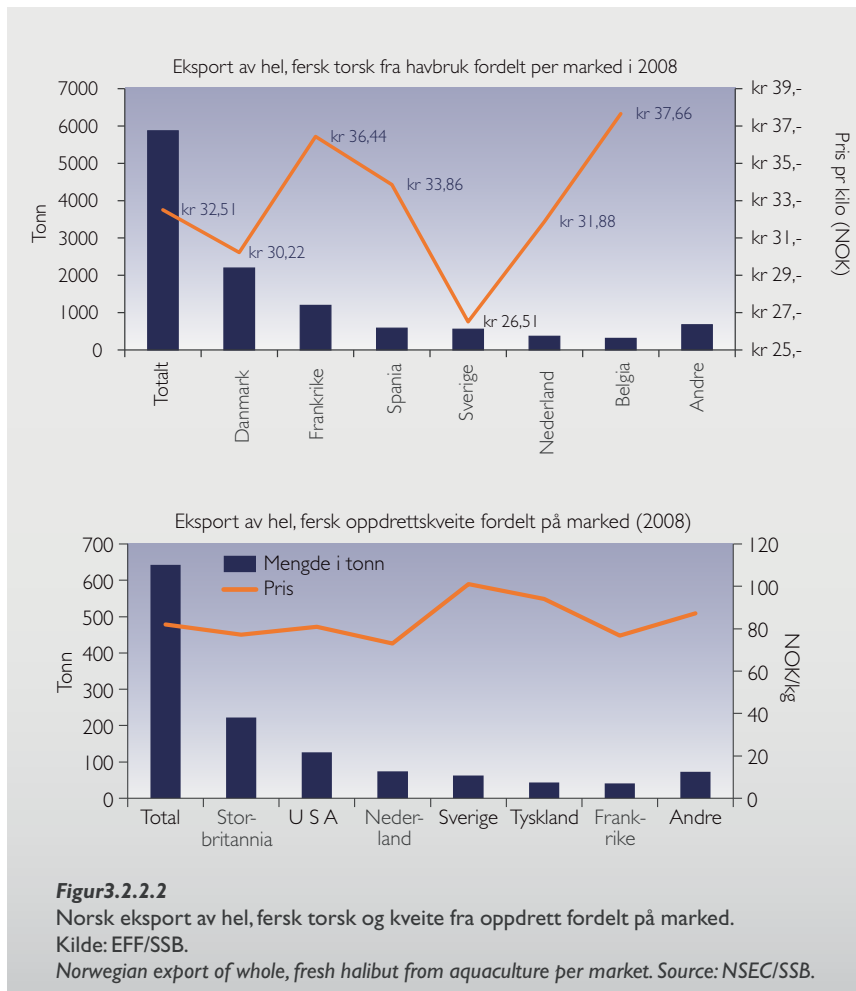


tert kveite fra havbruk for 52,7 millioner kroner i 2008.

De største markedene for kveite

De største markedene for kveite fra havbruk er Norge, Storbritannia, USA, Nederland, Sverige, Tyskland og Frankrike (Figur 3.2.2.2). Norge er fremdeles et svært viktig marked for kveite. Tallene for 2008 er i skrivende stund ikke klare, men i 2007 ble det solgt 781 tonn fersk kveite i Norge til en verdi av 90 millioner kroner. Det var en økning på 5 % i volum, og hele 19 % i verdi fra 2006 (Kilde: Flesland Markedsinformasjon AS).

Det største eksportmarkedet for norsk kveite fra havbruk er fremdeles Storbritannia som importerte 222 tonn kveite til en verdi av 17,1 millioner kroner i 2008. Nedgang i eksporten av kveite fra havbruk i 2008 skyldes hovedsakelig en nedgang i volum til Storbritannia, og en kraftig nedgang i prisen til USA. Storbritannia importerte ca. 100 tonn mindre kveite i 2008 sammenliknet med 2007, men norsk kveite fra havbruk holder sin posisjon som et unikt produkt med stabil pris. Man ser økt interesse i flere nye markeder for kveite fra havbruk, noe som har motvirket nedgangen for total eksport i volum og verdi.



Export of Cod and Halibut from Aquaculture

Salmon and trout are the major species in Norwegian aquaculture, but other marine species are increasing. Today, the most important is cod with an export value of about NOK 219 million, an increase of 30 % since 2007. The turnover of halibut is decreasing. In total, NOK 52.3 million worth of halibut was exported in 2008. Quantities are reducing in 2008 from 733 tonnes to 639 tonnes compared to 2007. The price has decreased by 3.6%. Norway is the biggest producer of both cod and halibut.

3.3.1 KAN LAKSEN BLI VEGETARIANER, OG ØNSKER VI DET?

Norsk oppdrettsnæring, hovedsakelig produksjon av laks, fremstår i dag som sterkere enn noen gang. Men det er ikke ensbetydende med at det ikke finnes utfordringer i næringen. En av problemstillingene som er blitt fokusert mye på de siste årene, er mangel på råstoff til fôrproduksjonen.

Rolf Erik Olsen
rolf.erik.olsen@imr.no

Ørjan Karlsen
orjan.karlsen@imr.no

Opprinnelig ble det kun brukt fiskemel og fiskeoljer i fôret, men med et økt produksjonsvolum nærmer behovet seg nå produksjonskapasiteten, spesielt for fiskeoljer. Det at en ser seg rundt etter alternative oljekilder er derfor helt essensielt for en videre utvikling av næringen. En annen utfordring er det at man faktisk bruker fiskeråstoff i produksjonen av laks. Et argument som ofte går igjen som en kritikk mot oppdrettsnæringen, er utsagn som om at det går 4 kg fisk til å produsere 1 kilo laks. Og at dette er høyverdig råstoff som heller burde gått til humant konsum.

Vi vil i det følgende forsøke å gi noen betraktninger omkring disse problemstil-

lingene. For det første er det helt klart at akvakultur er en stor forbruker av verdens fiskemel og fiskeoljer. I dag er den årlige fangsten av fisk til slik produksjon på om lag 30 mill. tonn. Fra dette produserer man noe over 6 mill. tonn fiskemel og 1,2 mill. tonn fiskeolje. Mens akvakultur forbrukte kun 12 % av tilgjengelig fiskemel i 1980-årene, er forbruket i dag på over 50 %. Ennå mer kritisk er forbruket av fiskeoljer som var på under 480 000 tonn, eller 34 % av verdens totale oljeproduksjon i 1995, mens den økte til nesten 90 % (835 000 tonn) i 2006. Det sier seg selv at dette ikke er en holdbar utvikling for en næring med stort behov for råstoff. Dermed næringen skal få utvikle seg videre, må man derfor i fremtiden benytte alternative fôringredienser, og da spesielt oljer.

Nye fôrråstoffer

I dag ser man primært for seg to alternati-

ver, økt bruk av vegetabiliske råstoffer, og uttak av uutnyttede marine ressurser. På kort sikt er økt innblanding av vegetabiliske råstoffer et svært godt alternativ. Intensiv forskning i løpet av de siste to tiårene har vist at det nå er fullt mulig å bytte ut en vesentlig del av fiskemelet med plantemel, kanskje så mye som 80 % uten at fisken får altfor store problemer av den grunn. Det samme gjelder fiskeoljene hvor 70–80 %, litt avhengig av sammensetning, rimelig lett kan byttes ut med planteoljer. Det er altså fullt mulig at laksen kan bli helt eller tilnærmet vegetarianer.

Det andre alternativet vi har er å høste av ressurser som i dag ikke utnyttes. Bakgrunnen for dette er først og fremst å få økt forskyningene av marine oljer. Det mest tilgjengelige i dag er bifangst og avfall fra fiskeindustrien. Globalt sett antar man at slike produkter utgjør 25–30 mill. tonn på



Eksempler på fôr laget fra krepsdyr, minste og største mikrofôr hittil. Examples of feeds made from crustaceans, smallest and largest.



årsbasis, altså noenlunde det samme kvantum som ilandføring av fisk til mel og olje-produksjon. I dag utnyttes kun en liten del av dette (20 %, 2002) til produksjon av mel og olje. Økt utnyttelse av disse ressursene har et stort potensial for bruk til oppdrett. Et annet område er fiske på lavere trofiske nivåer. Her ser man spesielt på fiske av ulike krillarter, først og fremst antarktisk krill, men også krill fra nordlige farvann. I tillegg har en i de siste årene sett en betydelig interesse for den lille kopepoden raudåte, eller *Calanus finmarchicus*, som er svært fettrik i enkelte perioder av året. Selv om det ikke finnes gode tall på biomassen for de fleste av disse artene, antar man at et uttak på noen millioner tonn ikke vil være skadelig for miljøet i havet. En interessant tilleggsgevinst vi kan få ved å hente ut oljer fra raudåte og enkelte krillarter, er at de lagrer mesteparten av fett som voks. Dette er ikke egnet til humant konsum i store mengder. Men laks har gode evner til å omdanne dette til vanlig fett. Så ved å gi fisk slikt fett, kan vi gjøre større mengder marint fett tilgjengelig for humant konsum. Utfordringen i dag er først og fremst fangstteknologi som ikke er godt utviklet. Dette gjelder da spesielt arter som raudåte og krill i nordlige farvann. Det er også en utfordring at disse organismene går veldig fort i oppløsning. Dette har ført til at de enten må fryses etter fangst, noe som er relativt dyrt, eller at man må plassere produksjonsutstyr om bord i fartøyene. Dette har gjort fangsten relativt kostnadskrevende, og mye av det som produseres i dag går gjerne direkte til humant konsum. I likhet med den rivende teknologiske utviklingen i andre deler av den vestlige verden, må vi imidlertid regne med at det også på dette området vil skje stor utvikling fremover. Og det trenger ikke gå mange år før både fangstkvantum og pris er av en slik karakter at det kan benyttes inn mot oppdrett.

4 kg fisk til produksjon av 1 kilo laks

Hvilke av disse alternativene skal man så satse på? Noe som taler for økt bruk av vegetabiliske råstoffer, er at en tidvis hører argumenter som at ”det går 4 kg fisk til å produsere 1 kg laks”. Selv om dette kan diskuteres, var det nok ikke så langt fra sannheten i den tid hvor det var stort overskudd av fiskemel og mye av fiskeoljen ble brukt i margarinproduksjonen. Opprinnelig var den nok enda høyere, og tall så høyt som 7,5 er kalkulert tilbake til 1995. Men i tråd med økt fokus på reduksjon av

mengden fiskeråstoff, samt bedre dietter og fôringsrutiner, har denne faktoren blitt kraftig redusert, spesielt fra 2005 hvor den var omkring 5,4 til nå hvor den ligger på omkring 3,0 eller mindre i laks. Denne tendensen ser ut til å fortsette, og det er foreslått at denne faktoren kan komme så langt ned som til 1,5 på laks innen få år. Det betyr med andre ord at vi er svært nær med å komme ned til et 1:1-forhold. Altså, 1 kg fisk inn, og 1 kg fisk ut, men til en langt høyere markedsverdi.

Innbakt i kritikken av at det går mange kilo villfisk til å produsere laks, er at de kunne gått til humant konsum som høyverdig protein og oljer. Selv om dette sikkert hadde vært ønskelig, har det aldri vært slik, og det er lite sannsynlig at det vil skje i overskuelig fremtid. I dag går hoveddelen av fiske-melet som ikke går til oppdrett til dyrefor, spesielt til fjærfe og gris. Disse har en langt dårligere effektivitet i proteindeponering sammenlignet med fisk. Så om en skulle velge mellom de to, ville nok fisk vært å foretrekke. Når det gjelder utskifting av fiskeoljer, har vi den utfordringen at konsumenter gjerne vil ha de ”helsebringende” marine fettsyrene EPA og DHA med på kjøpet, da inntak av spesielt fet fisk har vært knyttet opp mot for eksempel redusert risiko for hjertesykdom, læringsevner med mer. Dersom de forsvinner ved å gi vegetabiliske oljer til laks, kan nok også en del av dette markedet forsvinne for oppdretterne.

Hva blir fremtiden?

Selv om det er vanskelig å spå i fremtiden, er det sannsynlig at mengden vegetabiliske råstoffer vil øke i laksens diett. Dette vil ikke bare redusere ”fisk inn – fisk ut-faktoren”, men også redusere produksjonskostnadene, da vegetabiliske råstoffer generelt er rimeligere enn de marine råstoffene. Samtidig vil vi se økt utnyttelse av lite brukte marine råstoff, først og fremst for å få tilgang til mer marine oljer. I dag er kanskje bifangst og avfall fra fiskeindustrien mest aktuell siden de allerede er tilgjengelige. For å beholde laks som et ”helseprodukt” kan det også være at vi får en regulering av innblandingen av planteoljer slik at mengden EPA og DHA ikke kommer under et anbefalt minimum i et standard laksemåltid. Om det blir selvpålagt fra industrien, eller om det blir gjenstand for andre reguleringer blir spennende å se. Det samme blir de ulike politiske og akademiske ”krumspring” for hva slike nivåer bør ligge på.

Can Salmon become a Vegetarian, and do we Wish so?

A major challenge for the growing carnivorous fish-farming industry is the extensive use of fish meal and oil, where the farming industry consumes more than 50 and 90% respectively of available global resources. Two decades of intensive research has shown that vegetable resources can replace most of the fish ingredients, and it is feasible that a salmon can become a “semi” vegetarian. Whether this should be a main goal is more questionable. One thing is to replace plant proteins, but replacements of fish oils will produce fish products lacking the “healthy” marine fatty acids EPA and DHA. Currently these fatty acids are only found in the marine environment. The major sources for these are at present by-catch, offal from the fish industry, and various marine crustaceans as krill and copepods. Globally it is assumed that by-catch and offal represent 25–30 million tonnes yearly, i.e. at the same magnitude as the fisheries for fish meal and oil. It is assumed that a few million tonnes of some crustaceans can be harvested annually without affecting the ecosystems. At present, to produce 1 kilo of salmon, around 2.5 kilos of wild fish is needed. With increased input of vegetable raw materials, it is not unlikely that this could be reduced to around 1.5 or even further in the coming years. But, the main obstacle would be a high requirement for marine oils containing EPA and DHA.

3.3.2 BÆREEVNE FOR FISK I OPPDRETT (CANO-FISK)



Villfanget torsk fra Øygarden.

Store matfiskanlegg slipper ut mye ekskrementer fra fisken i tillegg til en del fôrpellet. Det meste av disse partiklene ender på bunnen under eller nær anlegget, men en del av pelleten spises også av villfisk. Effekten av disse utslippene avhenger av hvor stort anlegget er og av de naturgitte forholdene på stedet. Som en hovedregel kan vi si at bunnen under anlegget blir kraftig påvirket, med store endringer både i sedimentkjemien og i dyresamfunnet.

Arne Ervik

arne.ervik@imr.no

Pia Kupka Hansen

pia.kupka.hansen@imr.no

Siri Aaserud Olsen

siri.aaserud.olsen@imr.no

Ole Bent Samuelsen

ole.bent.samuelsen@imr.no

Henriette Givskud,

Fylkesmannens Miljøvernnavdeling, Rogaland

henriette.givskud@fmr.no

Vanligvis er det bunnpåvirkningen som bestemmer bæreevnen på en lokalitet. Myndighetene har satt grenser for hvor stor denne påvirkningen har lov til å bli og har bestemt at den skal overvåkes etter en standard prosedyre beskrevet i Norsk Standard NS9410 "Miljøovervåkning av bunnpåvirkning fra akvakulturanlegg".

Sporing av stoff fra matfiskanlegg i den marine fødekjeden

Bunnen nær anlegget blir altså påvirket av de partikulære utslippene fra merdene. Denne påvirkningen avtar gradvis etter-

som vi fjerner oss fra selve anleggsområdet, samtidig som nye kilder for organisk stoff får økende betydning. Det kan være planteplankton, kloakk, tang og tare som vaskes ned fra grunntområder, men også utslipp fra andre oppdrettsanlegg.

Samlet utgjør disse utslippene en næringskilde for de dyrene som lever på og ved bunnen, og kan i områder med høy til-

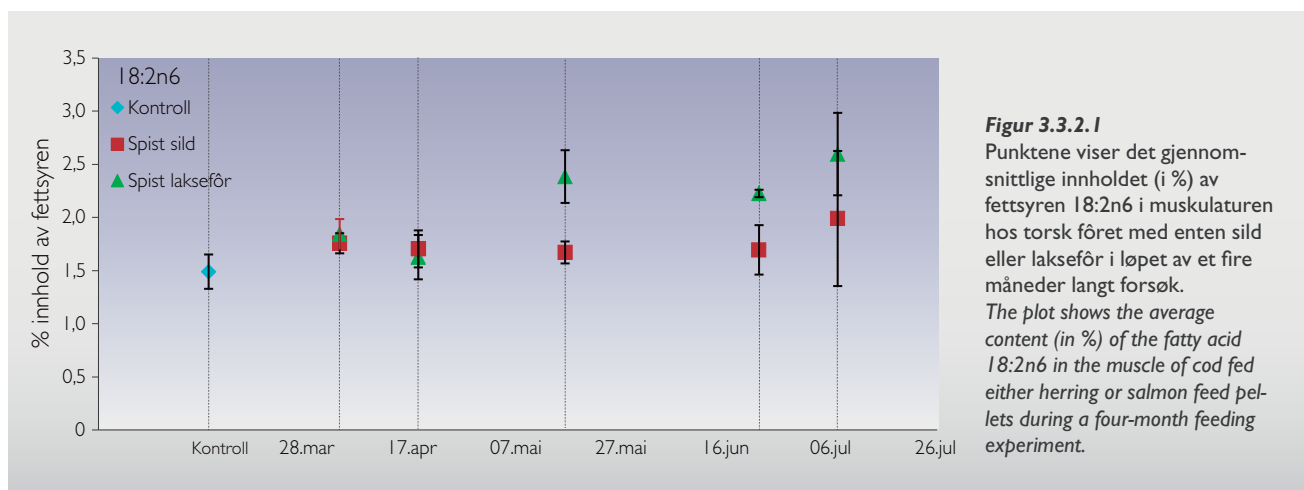
førsel medføre en kraftig økning av produksjonen. For oss er det viktig å kunne spore disse ekstra tilførselene tilbake til utslippskilden, slik at vi kan avgjøre hvor tilførselene kommer fra dersom bunnen blir overbelastet. I forbindelse med nyttbare resurser er det også ønskelig å kunne spore hvordan de ekstra tilførselene fra oppdrett fordeler seg i det marine næringsnettet. Det kan vi gjøre ved å bruke såkalte spor-

CANO –

strategisk instituttprogram for bæreevne i akvakultur

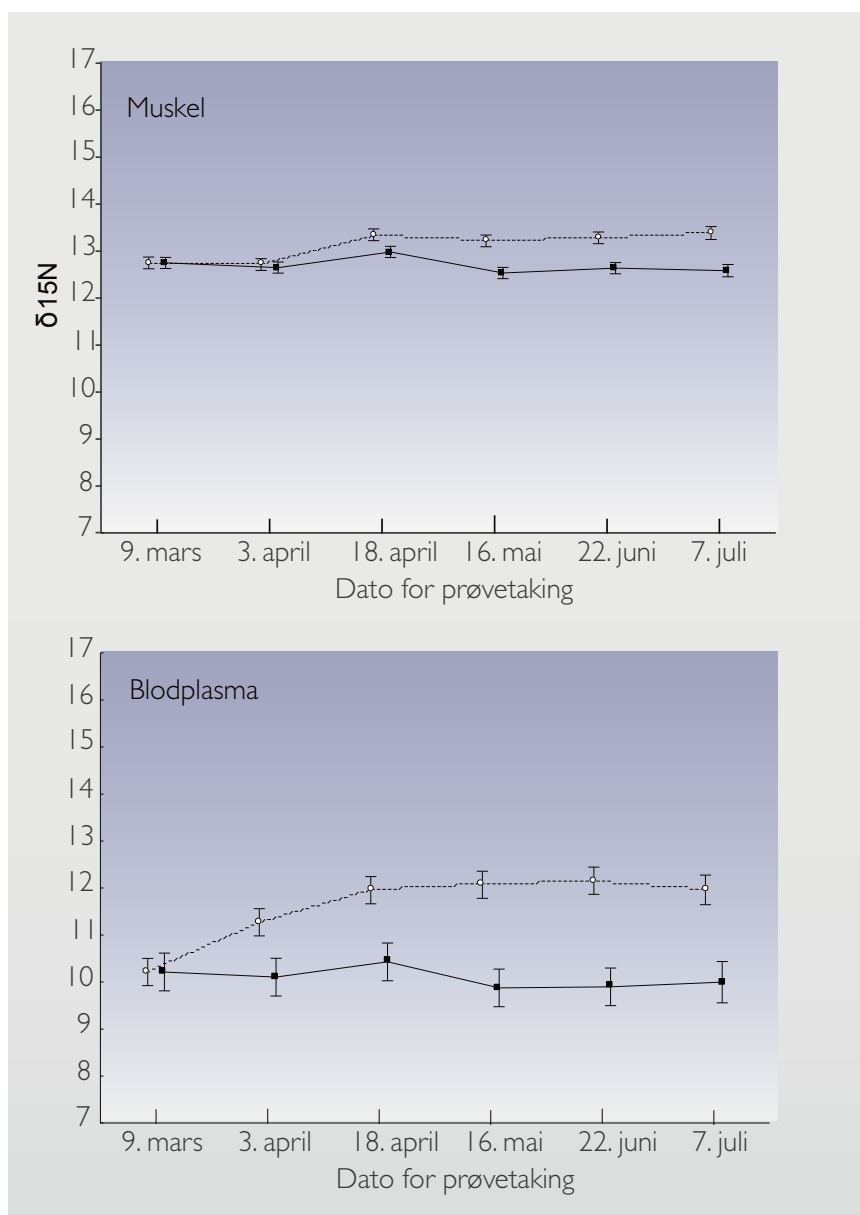
Konkurransen om arealene på kysten øker og akvakulturnæringen må utnytte sine arealer. Sagt på en annen måte, må den utnytte bæreevnen på lokalitetene best mulig, men uten at områdene blir overbelastet eller forurenset. Utfordringene er størst i forbindelse med produksjon av laks og regnbueørret, som i dag produseres i store, industrialiserte anlegg. Også de som oppdretter andre arter må utnytte lokalitetene optimalt.

Havforskningsinstituttet gjennomfører på oppdrag fra Fiskeri- og kystdepartementet det strategiske instituttprogrammet CANO (A Strategic Institute Program on Carrying Capacity in Norwegian Aquaculture). Programmet skal, som navnet antyder, klarlegge bæreevnen for fiskeoppdrett, dyrking av skjell og havbeite med hummer. Bæreevne brukes her i betydningen hvor mye vi kan produsere innen et område uten at det blir forurenset og uten at produktet blir forringet. De tre følgende artiklene presenterer de tre delene av CANO.



Figur 3.3.2.1

Punktene viser det gjennomsnittlige innholdet (i %) av fetttsyren 18:2n6 i muskulaturen hos torsk føret med enten sild eller laksefôr i løpet av et fire måneder langt forsøk. The plot shows the average content (in %) of the fatty acid 18:2n6 in the muscle of cod fed either herring or salmon feed pellets during a four-month feeding experiment.



Figur 3.3.2.2

Viser $\delta^{15}\text{N}$ -verdiene i muskel og blodplasma hos torsk føret med enten sild (stiplet linje) eller laksefôr (heltrukken linje) i løpet av et fire måneder langt forsøk.

$\delta^{15}\text{N}$ values in muscle tissue and blood plasma in cod fed either herring (dotted line) or salmon feed pellets (solid line) during a four-month feeding experiment.

stoffer. Det er stoffer som er karakteristiske for den enkelte utslippskilde og som kan følges opp gjennom nivåene i næringskjeden.

For fiskeoppdrett er sink (Zn) og fosfor (P) brukt til å spore hvor langt fra anleggene organiske utslipp kan registreres. Disse stoffene finnes i større mengder i fiskefôr enn i andre marine kilder. Siden de ikke inngår i metaboliske prosesser, vil de oppkonsentreres i sedimenter som har fått tilførsler av organisk materiale fra oppdrettsanlegg, og gir derfor informasjon om hvor store tilførselene har vært. Andre forbindelser som brukes til sporing er fettstoffer. Oppdrettsfôr inneholder i dag mye terrestrisk, vegetabilsk fett, og har en fettstofferprofil som skiller seg klart fra rene marine kilder. Her i landet har fettstoffer vært brukt til å påvise at reker og sei har spist føde som har sin opprinnelse fra oppdrettsanlegg. Fettstoffer forbrennes imidlertid i organismene, og er derfor ikke gode nok til å spore fôr gjennom flere ledd i fødekjeden. En teknikk som er egnet til å identifisere dyrs matkilder, er å bruke stabile isotoper. Mange atomer kan foreligge som stabile, ikke radioaktive, isotoper. Isotop-par som er mye brukt til undersøkelser av næringskjeder og næringsnettverk, er karbon og nitrogen ($^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ og $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$). Slike målinger gir opplysninger om hvilke matkilder en organisme har hatt tilgang til.

Kombinasjon av sporstoffer

Prosjektet CANO-fisk bruker en kombinasjon av fettstoffer og stabile isotoper for å oppnå en best mulig sporing av dietten til marine bunndyr. Resultatene viser at dersom torsk skifter fra naturlig diett til oppdrettsfôr, kan kostendringen spores i henholdsvis fettstoffer- og isotopsammensetning i muskulatur, hjerte, lever og blod (figurene 3.3.2.1 og 3.3.2.2). Isotopsammensetningen i blod er en god indikator på hva fisken har spist den siste tiden, mens det tar lengre tid før en endring i dietten kan spores i muskelvev. Føringforsøk



Fôret lages til.



Fisken høves inn.



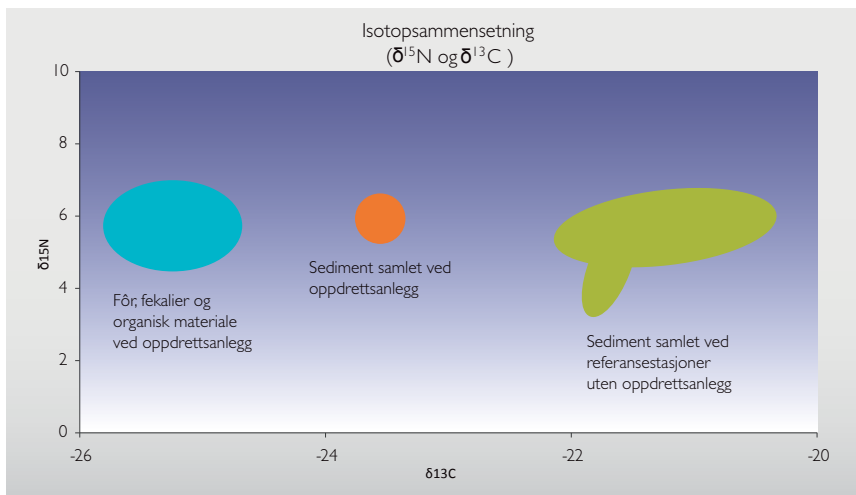
Blodprøve av torsk.

med reker i laboratorium viser at reker som har spist oppdrettsfôr, har et høyere nivå av fettsyrer av terrestrisk, vegetabilsk opprinnelse, det gjelder særlig fettsyrene 18:2n6 og 18:3n3. Slike reker har også høyere totalt fettinnhold enn reker som er fôret med fisk. Det samme mønsteret finner vi hos reker fanget i naturen. Reker ved oppdrettsanlegg har et forhøyet innhold av vegetabiliske fettsyrer og er feitere enn reker som ikke har hatt tilgang til oppdrettsanlegg. Innsamlet sediment fra oppdrettslokalteter har isotopverdier som likner på laksefôr og -fekalier, mens sediment samlet et stykke unna anlegg har et annet forhold (Figur 3.3.2.3).

Forsøkene med bruk av sporstoffer blir nå utvidet til å omfatte flere dyregrupper og flere nivåer i næringskjeden. Det er av særlig interesse å undersøke hvordan oppdrettsanlegg endrer produksjonsforholdene i fjordene, i hvilken grad de trekker til seg villfisk og hvordan denne fisken blir påvirket.

Carrying Capacity (CANO-fish)

Faeces and waste feed from fish farms constitute a considerable source of organic material to the coastal zone. Some of this material is consumed by wild fish and much is usually deposited on the sediment under or around the farms. To find out how this organic material influences the marine food web in areas with fish farming it is useful to employ tracers. Fish feed contains fatty acids of terrestrial origin and the composition of these in for example muscle tissue can be used. Stable isotopes of carbon and nitrogen have been applied to trace different types of organic matter and to study food webs in various ecosystems. In the present project a combination of stable isotopes and fatty acid composition is used to study the transport of organic material from fish farms into the marine food web.


Figur 3.3.2.3

Figuren viser $\delta^{15}\text{N}$ og $\delta^{13}\text{C}$ -verdiene i laksefôr, laksefekalier og partikulært organisk materiale fra oppdrettsanlegg (oransje), sediment samlet ved oppdrettsanlegg (rød) og sediment samlet ved referansestasjoner uten oppdrettsanlegg (grønn).

$\delta^{15}\text{N}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values in salmon feed pellet, salmon faeces and particular organic matter from fish farm sites (orange), sediment collected at fish farm sites (red) and sediment sampled at reference sites without any fish farm activity (green).

3.3.3 BÆREEVNE FOR SKJELLDYRNING (CANO-SKJELL)



Foto: Øivind Strand

Dyrking av blåskjell på tau hengende fra bæreliner kan betraktes som en populasjon. *Mussel rope culture can be viewed as population level.*

Det forventes økt produksjon i norsk skjellnæring. Vi har mange gode naturlige forutsetninger og et enormt potensial for dyrking av skjell hvis vi skaffer oss kunnskap slik at vi kan tilpasse produksjonen til bæreevnen.

Øivind Strand

oivind.strand@imr.no

For å utvikle en bærekraftig næring trenger vi bedre kunnskap om sammenhengene mellom miljø og skjellproduksjon. Hovedfokus i prosjektet CANO-skjell er å finne ut mer om denne sammenhengen og å utvikle modeller som kan brukes til å studere og å forutsi bæreevne ved skjell dyrking. Vi samarbeider med flere internasjonale partnere innen områder som fødeopp-

tak og vekst hos skjell, planteplankton i skjellanlegg, fjordøkologi og utvikling av modeller. En bedre forståelse for sammenhenger mellom miljø og produksjon i skjell dyrking blir viktig i rådgivning til både forvaltning og næring innen spørsmål om lokalisering, produksjonsstrategier og økologiske effekter ved skjell dyrking.

Økosystembasert forståelse

For at vi skal bedre vår forståelse for sammenhenger mellom skjellproduksjon og

miljø studerer vi ulike nivå i økosystemet (Figur 3.3.3.1). Et skjellindivid vokser avhengig av prosesser som fødeopptak og energiomsetning (temperaturavhengig). Når skjellindividene blir dyrket, holdes de i et dyrkingsanlegg hvor avstand mellom individene, konkurranse om føde mellom individene eller fra andre organismer og predasjon er viktige prosesser for å kunne maksimere produksjon på et populasjonsnivå. Dyrkingsanlegget plasseres i et økosystem (hos oss gjerne et fjordområde)

	Nivå	Prosess
Skjell	Individ	Fødeopptak Energioverføring
Dyrkingsanlegg	Populasjon	Tilgang på føde Konkurranse om føde Predasjon
Fjord	Økosystem	Vannbevegelse Algeproduksjon Næring Lys

Figur 3.3.3.1

Bæreevne i skjellproduksjon studeres i flere nivå med tilhørende prosesser.
Carrying capacity of shellfish culture is studied at several levels.

hvor vannbevegelse, algeproduksjon, tilgang på næring og lys er viktige prosesser når en skal vurdere hvor en best kan dyrke skjell.

Vekstmodell

Planteplankton er den viktigste føden for skjell og tilgangen varierer mye gjennom året. Sammenligner vi konsentrasjonen av planteplankton med andre farvann der det dyrkes mye skjell, er konsentrasjonene i de fleste kyst- og fjordområdene våre relativt lave. Det skyldes begrenset tilgang på næringsalter i sommerhalvåret og lite lys om vinteren. Vi har funnet at kamskjell og blåskjell som er tilpasset vårt miljø, spiser ved betydelig lavere konsentrasjoner enn det man tidligere har trodd. Dette er ny kunnskap som har avgjørende betydning for vurderinger av hvordan skjell best skal dyrkes i våre farvann.

Tilgang på føde gir skjellene energi som de bruker for omsetning av føden, vedlikehold av fysiologiske prosesser, reproduksjon og vekst. Temperatur er den miljøfaktoren som har størst virkning på fysiologiske prosesser og dermed hvor mye energi som er tilbake til reproduksjon og vekst. Det er ofte vanskelig å skille effekten av temperatur og føde, særlig når faktorene uavhengig varierer over tid. Vi har etablert en vekstmodell basert på DEB-teorien (Dynamic energy budget), som simulerer hvordan variasjon i temperatur og fødetilgang over tid virker på vekst hos blåskjell. Dette er et viktig verktøy for å bedre forståelse av slike kompliserte forhold og for å kunne forutsi hvordan

produksjon av skjell vil bli under gitte miljøforhold. I vårt internasjonale samarbeid utvikler vi vekstmodellen (DEB) ved å teste den på data samlet inn fra steder med svært ulikt miljø, flere steder langs vår egen kyst, og steder med skjelldyrking i Canada, Nederland og Frankrike.

Vekstvariasjon i dyrkingsanlegg

Ved dyrking av blåskjell i bøyestrekkanlegg vil det ofte oppstå variasjon i vekst og matinnhold i anlegget. Dette kan skyldes at blåskjellene som holdes midt i anlegget, mottar føde som er ”spist av”. Når bærelinene står for tett og er for lange, vil friksjonen i anlegget føre til redusert vannstrøm og økt fare for at føde blir ”spist av” på veien gjennom anlegget. Vi har videre utviklet vår modell for beregning av hvordan utforming av blåskjellanlegg påvirker vannstrøm gjennom anlegget, blant annet for å kunne koble denne til vekstmodellen (DEB). Det vil dermed bli mulig å få bedre innsikt i hvordan utforming av anlegg kan resultere i ulik grad av vekstvariasjon, og hvordan dette endrer seg med lokalisering i forskjellig miljø.

Lokalisering av skjellanlegg

Fødetilgang som er avhengig av vannstrøm og fødekonsentrasjon, og temperatur er avgjørende for produksjon i et skjellanlegg. Riktig lokalisering av skjellanlegg er derfor helt avgjørende for produksjonen. Christian Michelsen Research har i samarbeid med Hordaland Fylkeskommune og Havforskningsinstituttet utviklet AkvaVis, som er et GIS-basert verktøy for planlegging og drift av skjelldyrking. Basert på modellerte data

om vannstrøm og minimumsavstand til annen havbruksvirksomhet eller utslippskilde, gir AkvaVis en godhetsvurdering av lokalisering av skjellanlegg. Verktøyet er nettbasert, og interaktivt kan bruker flytte et tenkt skjellanlegg på kartet og få frem kriterier gitt for egnethet i en lokalitet. Dette verktøyet foreligger foreløpig i en demonstrasjonsversjon som et eksempel på hvordan lokalisering og bæreevne for skjelldyrking kan vurderes av brukerne.



Ecological Interactions in Bivalve Farming

The mussel aquaculture industry is developing and a substantial increase in production is expected. Knowledge on ecosystem interactions with shellfish aquaculture is needed to support the growth of a sustainable industry. This

is addressed in the ongoing project CANO ”Carrying capacity in Norwegian Aquaculture” in which the objective is to provide scientific knowledge, competence and modelling capacity that can meet the demands on assessments of carrying capacity of bivalve suspension feeders.

3.3.4 BÆREEVNE I HAVBEITE MED HUMMER (CANO-HUMMER)

De fleste marine krepsdyr har en livssyklus som begynner med at eggene klekkes, og larvene lever den første levetiden i de frie vannmasser. Etter en periode vil dyrene søke mot egnet habitat på havbunnen for å leve resten av livet der. Den frittlevende fasen hos europeisk hummer (*Homarus gammarus*; heretter referert som hummer) varer fra to til fire uker, avhengig av temperatur. I løpet av denne perioden skifter larvene skall tre ganger. Etter det siste skallskiftet er larven i stadium IV og ligner på en minihummer. Den vil nå endre svømmeatferd og søke mot bunnen for bunnslåing.

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

Eva Farestveit
eva.farestveit@imr.no

Knut E. Jørstad
knut.joerstad@imr.no

Bakgrunn

Studier på amerikansk hummer (*H. americanus*) har vist at yngelen foretrekker bunnforhold med mye småstein, muligens også for å gjemme seg for rovdyr. Under disse forhold er det gjort anslag på en tetthet på ca. 7 hummeryngel per m². Hvilke bunntyper vår egen hummeryngel foretrekker er derimot ukjent. Forsøk har vist at hummer kan bunnslå seg på grus, skjellsand og mudderbunn når dette er tilbudt, men vi vet ikke hva slags bunn den ville

hummeryngelen foretrekker under naturlige forhold.

Lov om akvakultur omfatter også "utsetting og gjenfangst av krepsdyr, blautdyr og pigghuder". Formålet med loven er å bidra til å utvikle havbeite som en ny kystnæring, men på en balansert og bærekraftig måte. Det er satt klare mål om oppbygging av kompetanse og kunnskap om virkninger av havbeiteaktiviteter på blant annet miljø og bæreevne. I den sammenheng er det viktig å kjenne til lokalitetens bæreevne for å vite hvilke utsettingstettheter som påvirker havbeitedyrenes evne til å vokse og overleve, og ikke minst, med hensyn til mulig "lekkasje" til nærliggende områder. Økonomien i et havbeite med hummer vil i stor grad være avhengig av kostnadene til kjøp av yngel for utsetting, og den andel som overlever/vokser til markedstørrelse

og kan gjenfanges. Ved gjenfangst vil hummeren være omtrent 25 cm, den veier da ca. 500 gram.

En begrensende faktor i havbeite med hummer er tilknyttet overlevelsen til utsatt yngel og fram til det er mulig å finne den igjen dvs. ca. 10 cm total lengde. Hvor stor del av den utsatte hummeryngelen som klarer dette, er ikke kjent. Dette vil være avhengig av en rekke faktorer som skjul, tetthet, predasjon og tilgjengelighet av mat. En rekke fisk og krepsdyr har vist seg å jakte på nylig utsatt hummeryngel, særlig leppefisk, ulke, torsk og strandkrabbe. Det er derfor nærliggende å tro at når hummeren begynner å leve på havbunnen er det viktig å leve de første årene fullstendig skjult. Det er påfallende at man tross iherdig og intens innsats i områder med mye hummer, ennå ikke har funnet yngel



Foto: Eva Farestveit

Figur 3.3.4.1
Hummerlarve klar til utsetting i forsøk.
Lobster larvae ready to be released.



Foto: Ann-Lisbeth Agnalt

Figur 3.3.4.2
Hummeryngel i skjul under skjell. Like etter utsetting vil yngelen begynne å grave i substratet, og de lager gjerne to til flere utganger under et skjell.
Lobster juveniles using shell as shelter. Soon after being released the juveniles start digging in the substratum, and they make from two to several entrances/exits under their shell.



Figur 3.3.4.3

Hummerunger i konkurranse.

Competition between lobster juveniles.

på størrelse med en fyrstikkeske verken i Norge, Storbritannia, Irland eller Italia. For å kunne etablere ny kunnskap om hummeryngel, inkludert tetthet av hummeryngel i havbeite, er det derfor nødvendig å gjennomføre kontrollerte forsøk.

Forsøk på å måle bæreevne

Prosjektet ”bæreevne i havbeite med hummer” inngår som en av tre arbeidspakker i Havforskningsinstituttets strategiske program ”Carrying Capacity in Norwegian Aquaculture” (CANO). Formålet med prosjektet er å undersøke bæreevne i de tidlige livsstadier i havbeite med hummer. Våren 2007 ble det etablert et hummerklekkeri og andre forsøksfasiliteter ved feltstasjonen Parisvatnet i Øygarden. De første tetthetsforsøkene startet sommeren 2007 og ble gjennomført i 2 x 2 meters kar plassert utendørs. Bunnen i karet var dekket av et ca. 5 cm tykt lag med skjellsand. Siden hummeryngelen sannsynligvis lever i skjul den første levetiden på bunn, ble hummeren tilbudt tomme kamskjell som gjemmeded. Forsøkene var basert på innkjøpt stamhummer (hunnhummer med utrogn), og stadium IV-larver (se Figur 3.3.4.1) ble produsert i et resirkulasjonsanlegg inne i klekkeriet. Utsetting av larvene i kar ble gjennomført med ulike tettheter i juli/august, og etter fem måneder ble overlevelse/vekst beregnet. Det ble også gjennomført forsøk med larver produsert med ulike metoder. Her ble det funnet til dels store forskjeller. Forsøkene ble utvidet i 2008 med et betydelig større antall stamhummer og yngelkar slik at det var mulig å sammenligne overleving ved flere utsettingstettheter.

Foreløpige observasjoner og resultater

Når hummer i stadium IV ble satt ut i karene, svømte de oftest rundt i vannmassene og søkte så mot bunnen for å finne seg egnet skjul. Dette tok vanligvis noen dager eller opptil en ukes tid. I våre forsøk laget hummerungene sitt eget skjul under de tomme kamskjellene, vanligvis med to utganger slik det er vist på bildet i Figur 3.3.4.2. Det var imidlertid et begrenset antall skjul i karene, så det ble stor konkurranse mellom hummerungene, særlig ved de høyeste utsettingstetthetene (Figur 3.3.4.3). Dette førte til en klar reduksjon

av antall hummerunger i karene med de høyeste tetthetene (Figur 3.3.4.4).

I 2007-eksperimentet ble det brukt to utsettingstettheter av hummer, henholdsvis 80 larver/kar og 160 larver/kar. Etter ca. 100 dager var det imidlertid samme antall hummerunger i begge karene, og det var heller ingen forskjeller da forsøket ble avsluttet etter 240 dager. På det tidspunktet lå tettheten av hummerunger i karene på 8–10 hummer per m². De foreløpige resultatene fra 2008-eksperimentet er nesten identiske med foregående år. Der var en kraftig reduksjon i antall overlevende i de to karene med høyest utsettingstetthet (Figur 3.3.4.4), mens det bare var en liten reduksjon i de to karene med lav tetthet. Også her var det ingen forskjell i antall overlevende etter ca. 100 dager for de tre karene med høyest utsettingstetthet. Sammenlignes resultatene fra de to årene, er det forbausende hvor like de er. Det blir spennende å fullføre det siste forsøket for i alt 240 dager, tilsvarende perioden for forsøket i 2007.

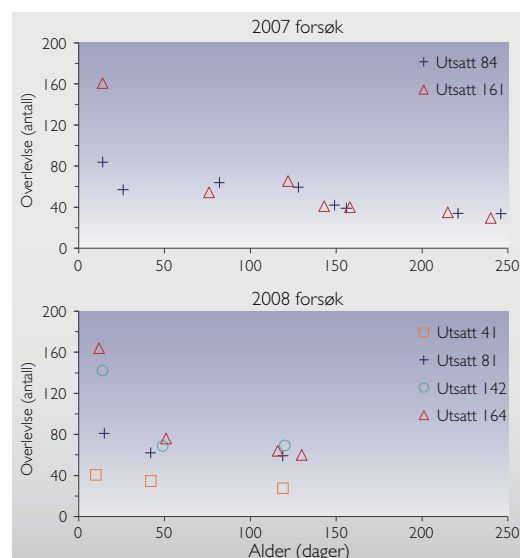
Videre undersøkelser

Forsøkene så langt kan tyde på at det er antall skjul på en gitt bunnflate som begrenser antall hummerunger som overlever til en gitt alder. I 2007-forsøket ender begge karene opp med 8–10 hummerunger per m² selv om antallet i det ene karet i utgangspunktet var dobbelt så stort. Dette indikerer en øvre bæreevne avhengig av

de gitte betingelsene som her er valgt. I oppfølgingen av forsøkene blir det viktig å variere antall skjul, og ikke minst gjennomføre lignende undersøkelser i felt under ”naturlige” miljøbetingelser. Slik kunnskap vil være grunnleggende for havbeiteindustrien for å kunne avstemme antall utsettingshummer til bæreevnen i det aktuelle utsettingsområdet.

Carrying Capacity in Sea Ranching of European Lobster

Little is known of the carrying capacity in sea ranching of European lobster (*Homarus gammarus*), and one of the limitations for the young industry is related to early survival of the released animals. A series of experiments were run in 2007 and 2008, aiming to estimate juvenile density under controlled conditions. In 2007, stage IV larvae (the last pelagic stage) were released at densities of 21 and 41 animals per m². There were on average 8 to 10 juveniles per m² that had survived after 8 months. Highest mortalities were found in the experiments with highest release density. Preliminary results from the experiments run in 2008 indicate similar findings. In the experiments with the lowest release density (10 animals per m²), there were indications that the carrying capacity had not been reached. Further experiments are needed to elaborate these findings.



Figur 3.3.4.4

Overleving av hummerunger i tetthetsforsøk 2007 og 2008. Opprinnelig antall larver som er satt ut er oppgitt i diagrammet. Survival of lobster juveniles in density experiments in 2007 and 2008. The original numbers of released larvae are given in the diagram.

3.4

Effekter og tiltak – rømt fisk

3.4.1 VALG AV NOT TIL OPPDRETTSTORSK



Foto: SINTEF Fiskeri og havbruk



I et oppdrettsanlegg er nota eneste barriere mellom fisken og havet, og skader og hull i nota er den vanligste årsaken til rømming av oppdrettsfisk. Faren for rømming gjennom små hull er større for torsk enn for laks, da torsken har en annen atferd i nota. Den søker langs notveggen og har mot til å presse seg gjennom små hull. Både torskeoppdrettere og forskere har observert at torsken biter i nota, og har funnet spesielle skader og hull i notlinet.

Heidi Moe, SINTEF Fiskeri og havbruk

heidi.moe@sintef.no

Leif Magne Sunde

leif.m.sunde@sintef.no

Ulf Winther

ulf.winther@sintef.no

Hva kan så gjøres for å holde torsken på plass i nota? Først og fremst må man følge alle gode råd som gjelder for å hindre rømming av laks. Det er stort sett det samme utstyret som benyttes i oppdrett av torsk som i oppdrett av laks, og en stor andel av rømt torsk skyldes anleggssvikt. I tillegg er det naturlig med spesielt fokus på riktig valg av maskestørrelse og kvalitet på notlinet for å hindre at torsken presser eller biter seg gjennom nota (Figur 3.4.1.1). Men hva skal man tenke på når man pro-

duserer eller velger ut ei not til torskeoppdrett? Hvilke materialer tåler å bli spist på? Vi har arbeidet med å besvare disse spørsmålene, og har kommet et stykke på veien. Først studerte vi skader og hull i torskenøter, og hva som skjer når torsken biter i nota.

Hvor stort er problemet med biting på nøter?

Inspeksjoner av nøter på notbøteri og i drift fortalte oss at mange av torskenøtene hadde betydelige skader fra torskebitt. Både maskebrudd (en røket tråd), større hull og oppfliset notlin var relativt vanlig på nøter til torsk (figurene 3.4.1.2 og 3.4.1.3). Antall hull varierte mellom forskjellige anlegg og på samme anlegg over tid. Et overordnet inntrykk var at dykkere i gjennomsnitt fant ett hull per not i måneden, og at det var vanlig at disse skadene

Figur 3.4.1.1

Torsken har mot til å presse seg gjennom små hull i nota.

Cod have the courage to squeeze through small holes in the net.

bar tegn til biting fra torsk. Områder som var spesielt utsatt for biting var nedre del av nota, i nærheten av tau, ved skjøter i notlinet og løse ender.

Gjennom tester av notlin i oppdrettsmerder og ved filming av torsk, har vi fått bekreftet at torsk biter på notlin (Figur 3.4.1.4) og kan påføre notlinet skader. Torsk i forskjellig størrelse bet i notlin, men mye tydet på at torsk på ca. 1 kg gjorde størst skade på notlinet. Torskens angrep på notlinet kunne være kraftig. Det så ut til at den bet tak i notlinet for så å rive i det ved å



Figur 3.4.1.2

Hull i not pga. torskebitt.
Hole in net due to cod bite.

”slenge” kroppen fra side til side, antakelig til fibre røk eller torsken mistet eller slapp taket. Torsken bet i alle typer vanlig notlin, både med og uten knuter og med svart og hvit farge, og bitingen førte til skader på notlinet. ”Rømmingsfarlige” skader på not pga. torskebitt oppsto allerede i løpet av et par uker.

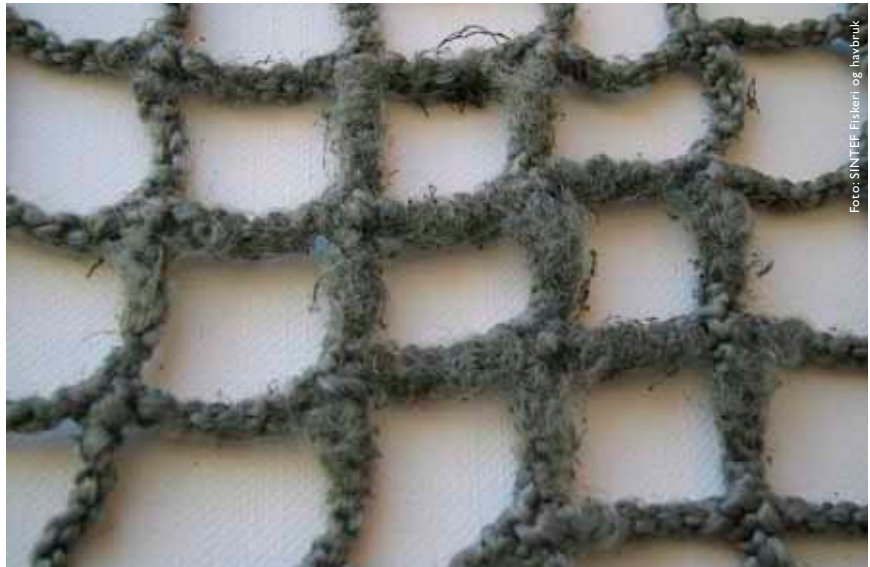
Torsken drar til det ryker

Vi har studert tennene til torsken og skadene torsken påfører notlinet ved hjelp av et elektronmikroskop (Figur 3.4.1.5). Torsken har skarpe tenner som lett hefter seg fast i en tradisjonell notlinetråd. En notlinetråd er strikket av flere hundre tynne fiber. Det ser ut som om torsken har dratt fiber ut av tråden, og at de fleste av disse har røket. De tynne fibre i notlinet er ”lett match” for torsken så lenge de er tilgjengelige (Figur 3.4.1.6).

Hvordan hindre rømming av torsk?

For å hindre at torsken presser seg ut, er det viktig å ikke ha hull i nota og at maskene i notlinet ikke er for store. Vi anbefaler torskeoppdrettere å velge maskestørrelse på notlinet slik at ett enkelt maskebrudd ikke kan føre til rømming, noe som i flere tilfeller tilsvarer et mer finmasket notlin enn man tradisjonelt sett ville ha valgt.

I tillegg kan man se for seg tre mulige strategier for å hindre rømming av torsk: En sterk not som har større motstand mot skader generelt og som tåler å bli spist på, en not som torsken ikke er interessert i å bite på eller ikke får tak i, eller at et merdmiljø tilpasset torskens naturlige atferd fører til bedre velferd og mindre rømming. Det er mye vi ikke vet om torskens fysiologi og atferd, så de to siste punktene er det vanskelig å svare på i dag.



Figur 3.4.1.3

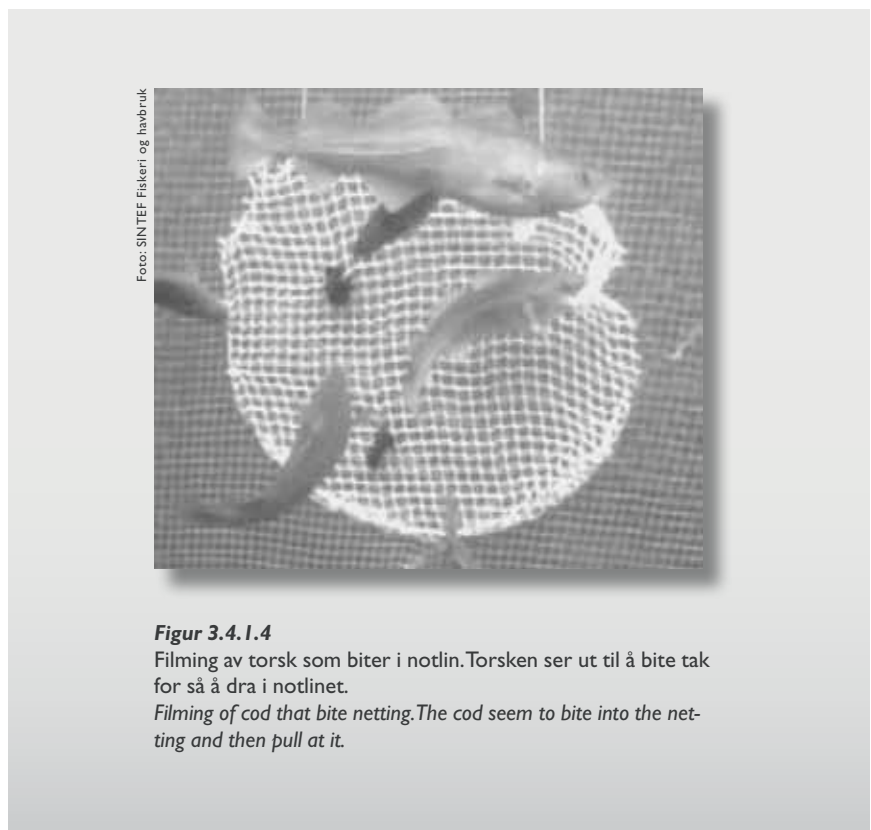
Notlin som er oppfliset på grunn av torskebitt.
Frayed netting due to cod bite.

Vi har testet motstand mot torskebitt for forskjellige notlinmaterialer både ved å sette ut paneler med notlin i kommersielle torskeoppdrettsanlegg og ved hjelp av en egenutviklet ”bitejigg”. Bitejiggen representerer en laboratorietestmetode som gir oss en indikasjon på om torsken fysisk sett er i stand til å bite seg gjennom et notlinmateriale.

Det er ikke nødvendigvis en sammenheng mellom torskens fysiske evne til å bite seg gjennom notlinet, og om den vil bite på notlinet i praksis. Testene indikerte at tor-

sken foretrekker å bite i notlin med tynne og tilgjengelige fiber, og at et fast belegg eller tykkere fiber kan gi en betydelig reduksjon i omfanget av biteskader på notlin. Tester i bitejiggen antydte at hardslått notlin tåler mer torskebitt en løsslått notlin.

For å unngå at torsken blir tiltrukket av notlinet, kan det være et poeng å stive å eller spenne ut notlinet. En stram notvegg kan også bidra til at torsketennene ikke får tak i notveggen. Det kan virke som om torsken biter i områder som skiller seg ut, og derfor kan det være et mål å holde notover-



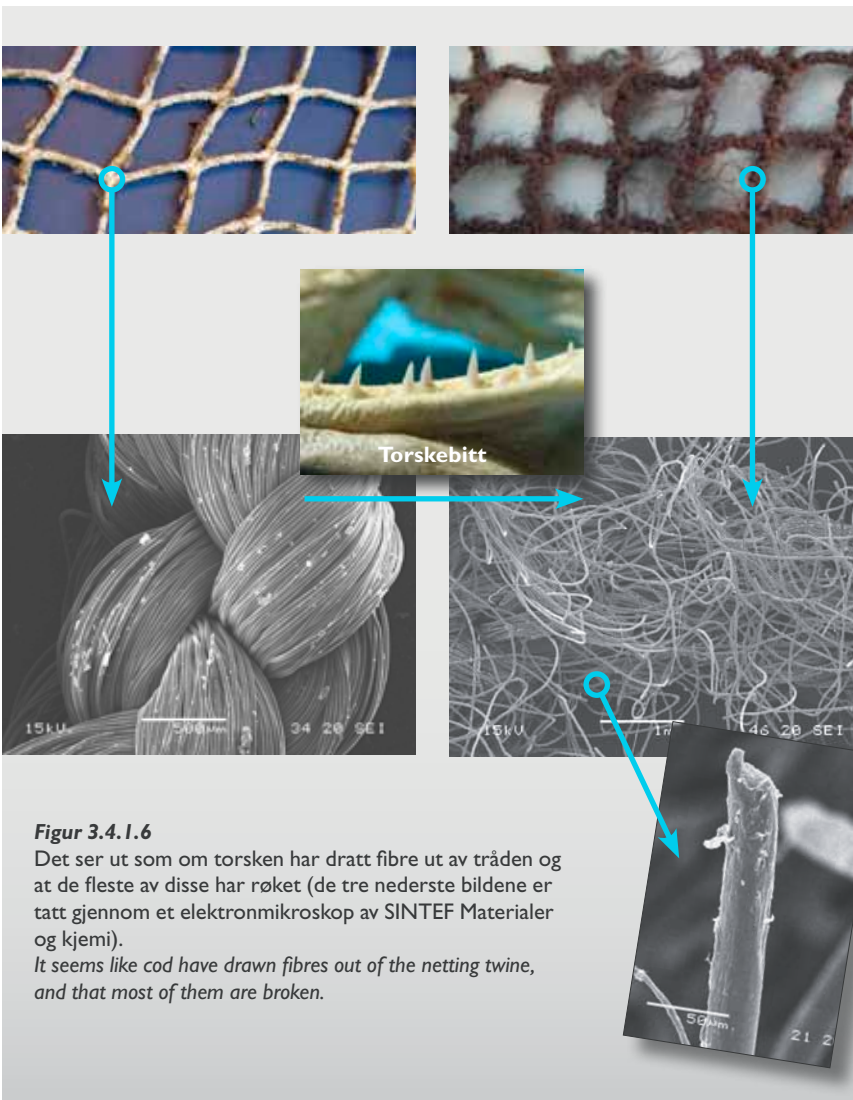
Figur 3.4.1.4

Filming av torsk som biter i notlin. Torsken ser ut til å bite tak for så å dra i notlinet.

Filming of cod that bite netting. The cod seem to bite into the netting and then pull at it.

Figur 3.4.1.5

Torsken har lange, skarpe tenner som lett huker seg fast i notlinet. Cod teeth are long and sharp, and are easily caught in the netting.

**Figur 3.4.1.6**

Det ser ut som om torsken har dratt fibre ut av tråden og at de fleste av disse har røket (de tre nederste bildene er tatt gjennom et elektronmikroskop av SINTEF Materialer og kjemi).

It seems like cod have drawn fibres out of the netting twine, and that most of them are broken.

flata så ren og glatt som mulig. Torsken har et godt sanseapparat, og man kan kanskje bruke både smak, lukt, farger og fasong for å holde torsken inne i nota og hindre den i å spise på notveggen. I oppdrett av flere andre husdyr har det vist seg at berikelse av miljøet har hatt positive effekter. Kanskje "biteleker" i merda kan redusere rømming av torsk ved å slipe tennene til torsken samtidig som de fjerner oppmerksomheten bort fra notveggen?

Choice of Net for Cod Farming

At a fish farm, the net cage is the only barrier between the fish and the ocean, and damages and holes in the net is the most frequent reason for escape of farmed fish. The risk of escape through small holes is greater with cod than salmon, as cod behave differently: It will search the net wall and have the courage to squeeze through small holes. Cod may also bite at the net and create wear and tear. Damages due to cod bite may develop and represent an escape hazard within a couple of weeks. Cod have sharp teeth that are easily caught in the netting. Thus, traditional netting materials have to be protected by coatings in order to withstand cod bite. In the future, when we know more about the preferences of cultured cod, we may be able to develop an uninteresting net cage wall or a stimulating cage environment that will prevent the cod from escaping fish farms.

3.4.2 PRODUKSJON AV RENE HUNNFISKPULASJONER AV ATLANTISK TORSK

Et av de største problemene med oppdrett av atlantisk torsk i Norge er faren for genetisk påvirkning på ville bestander fra rømt oppdrettstorsk eller torsk som gyter i merd. I tillegg lider oppdretterne økonomiske tap som følge av tidlig kjønnsmodning, med påfølgende tap av vekst og filetkvalitet samt økt dødelighet. Det er aktuelt å produsere steril torsk for å løse disse problemene. Som en del av løsningen på problemet har vi ved Havforskningsinstituttet jobbet med å produsere en populasjon bestående av kun hunnfisk (all-female-populasjon) som kan kombineres med steril fisk for å få best mulige produksjonsresultat.

Trine Haugen

trine.haugen@imr.no

Geir Lasse Taranger

geir.lasse.taranger@imr.no

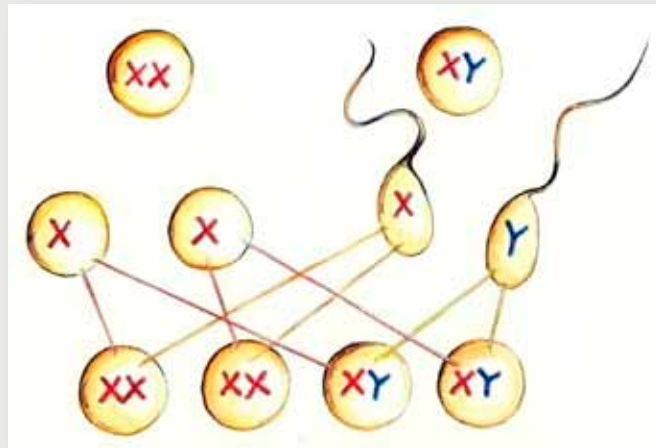
Hunnfiskpopulasjoner

En hunnfiskpopulasjon består av bare hunner. For å oppnå dette må en begynne med å maskulinisere hunnene i foreldregenerasjonen til det som skal bli hunnfiskpopulasjonen. Dette betyr at vi behandler fisken med små doser testosteron eller aromatase-hemmer i tidlige livsstadier slik at genetiske hunner utvikler testis og sperm som en vanlig hann. Disse maskuliniserte hunnene kalles neo-hanner. Sperm fra neo-hanner vil da inneholde de genetiske kodene for hunner, og ved en befruktning mellom sperm fra en neo-hann, og egg fra en normal hann, vil en kunne få en populasjon som består kun av hunner, forutsatt at torsken har et vanlig X- og Y-kjønnskromosomsystem (se figurene 3.4.2.1 og 3.4.2.2). Fisken som går til konsum vil være som en normal hunntorsk. Vi håper at dette i første omgang kan bidra til å hindre spredning av genetisk materiale til ville populasjoner ved å forhindre gyting i merd, siden torsken er avhengig av et visst gyterituelle for å gyte.

Faren for genetisk påvirkning ved rømming derimot, kan ikke lettes med en populasjon bestående av bare hunner. Med bakgrunn i dette er produksjon av steril fisk ønskelig for bruk i oppdrett. Per dags dato er det kun triploidisering av fisk som er aktuelt for å oppnå steril fisk. Det finnes andre metoder for sterilisering av fisk som innebærer bruk av genteknologiske metoder, men disse befinner seg foreløpig på teori-/forsøksstadiet.

Triploidisering

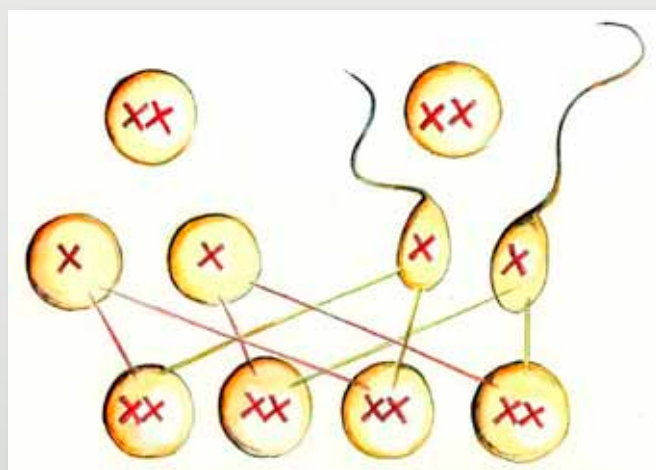
Ved triploidisering behandles befruktete egg med høyt trykk like etter befruktning slik at vi får en fisk med tre sett kromosomer i stedet for to. Denne fisken vil være steril. En triploidisert hann vil kunne utvikle både testis og sperm, selv om den er steril, og en vil derfor ikke få den ønskede gevinst for oppdretteren. En triploidisert hunn derimot vil ikke utvikle seg videre fra det juvenile stadiet og vil normalt ikke



Figur 3.4.2.1

Normal befruktning. Kjønnskromosomene i en hunn er XX og hos en hann XY. Eggene hos hunner er kun bærere av et X-kromosom, mens 50 % av spermen er bærere av et X-kromosom og 50 % er bærere av et Y-kromosom. Ved befruktning vil kjønnsfordelingen bli ca. 50/50. En har så langt ikke karakterisert kjønnskromosomsystemet hos torsk, men det er sannsynlig at de har et XY-system. (Tegning: Stein Mortensen)

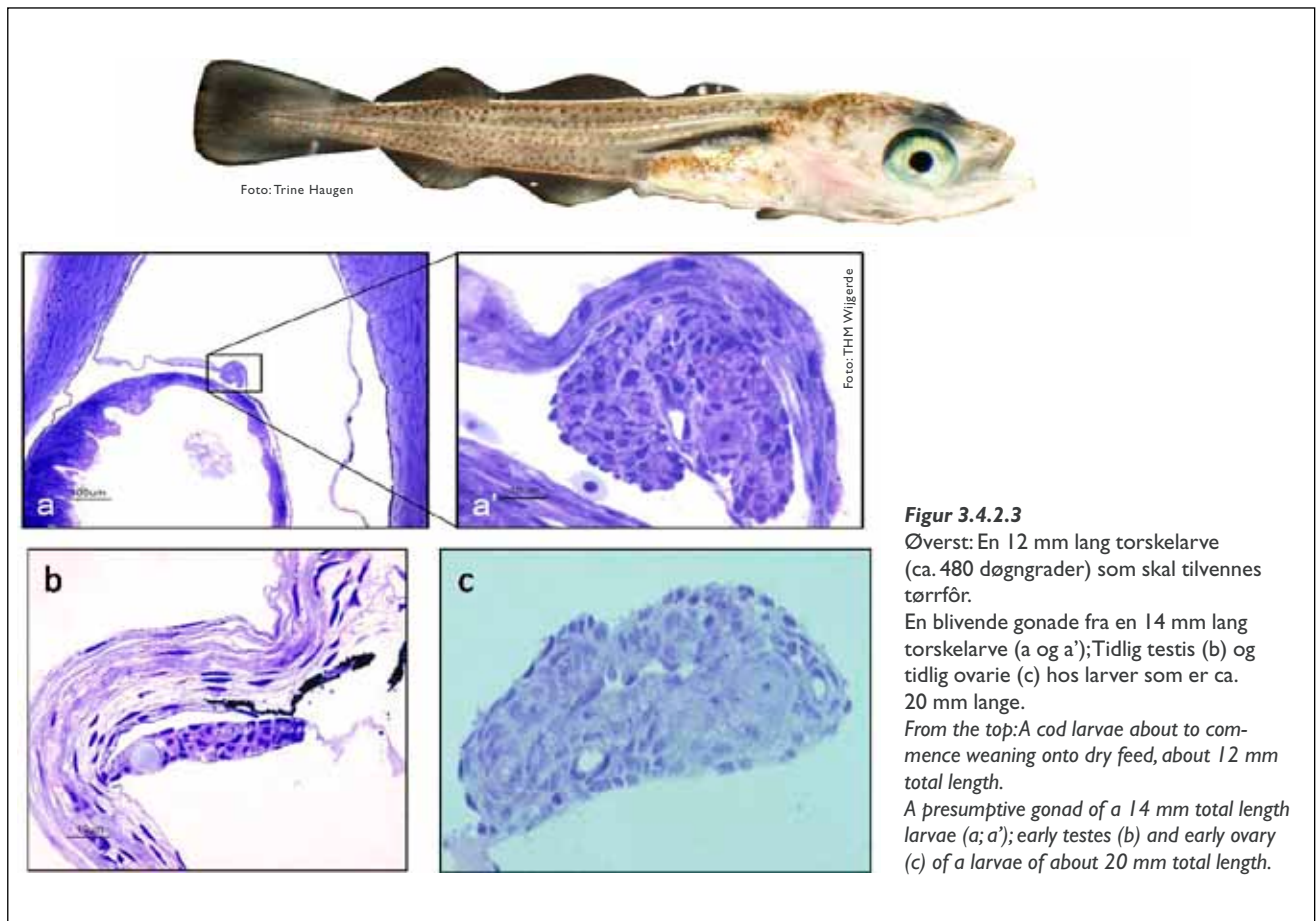
Normal fertilization. The female sex chromosomes are XX and XY in a male. The eggs from the female carries one X chromosome, while 50% of the sperm from the male will carry a Y chromosome and 50% the X chromosome. On fertilization, the resulting sex ratio will approximate 50/50. The sex chromosome system is not yet characterized in cod.



Figur 3.4.2.2

Maskuliniserte hunner, eller såkalte neo-hanner, er fenotypiske hanner med testis og sperm, men genotypisk er de hunner, dvs. bærere av XX-kromosom. Spermen vil da kun være bærer av X-kromosomet, og ved en befruktning med en normal hunn vil resultatet bli en populasjon bestående av kun hunner.

Masculinized females, so-called neo-males, are phenotypical males with testes and sperm, but genotypically they are females, and therefore carriers of XX chromosomes. The sperm will only carry X chromosomes, and on fertilization there will be produced females only.



Figur 3.4.2.3

Øverst: En 12 mm lang torskelarve (ca. 480 døgngader) som skal tilvennes tørrfôr.

En blivende gonade fra en 14 mm lang torskelarve (a og a'); Tidlig testis (b) og tidlig ovarie (c) hos larver som er ca. 20 mm lange.

From the top: A cod larvae about to commence weaning onto dry feed, about 12 mm total length.

A presumptive gonad of a 14 mm total length larvae (a, a'); early testes (b) and early ovary (c) of a larvae of about 20 mm total length.

få de negative effektene av kjønnsmodning på vekst, kvalitet og overlevelse. Det er derfor aktuelt å bruke befruktede hunnfiskegg i en triploidisering for å få en triploid hunnfiskpopulasjon.

Hvordan produsere hunnfiskpopulasjoner?

Selve produksjonen av neo-hannene må skje i et spesifikt tidsvindu som er arts-spesifikt. Dette tidsvinduet kalles kjønnsdifferensieringen. Hos torsk har vi indikasjoner på at denne fasen starter når larvene har oppnådd en kroppslengde på ca. 12 mm total lengde, dvs. når larvene er ca. 480 døgngader og akkurat skal til å tilvennes formulert fôr. Denne fasen varer til yngelen er litt over 20 mm.

I dette spesifikke tids-/størrelsesvinduet behandles fisken med enten testosteron eller en såkalt aromataseinhibitor, for eksempel fadrozol. De kjønsspesifikke hormonene som styrer kjønnsmodning hos fisk, er blant annet østrogen hos hunner og testosteron hos hanner. Testosteron er forstadiet til østrogen, og i kroppen blir testosteron hele tiden omdannet til østrogen i en prosess kalt aromatisering. Dette er en enzymatisk prosess, som kontinuerlig foregår i kroppen for å balansere mengden testosteron og østrogen til enhver tid. Fadrozol vil hemme omdannelsen fra testosteron til østrogen, og gir på den måten

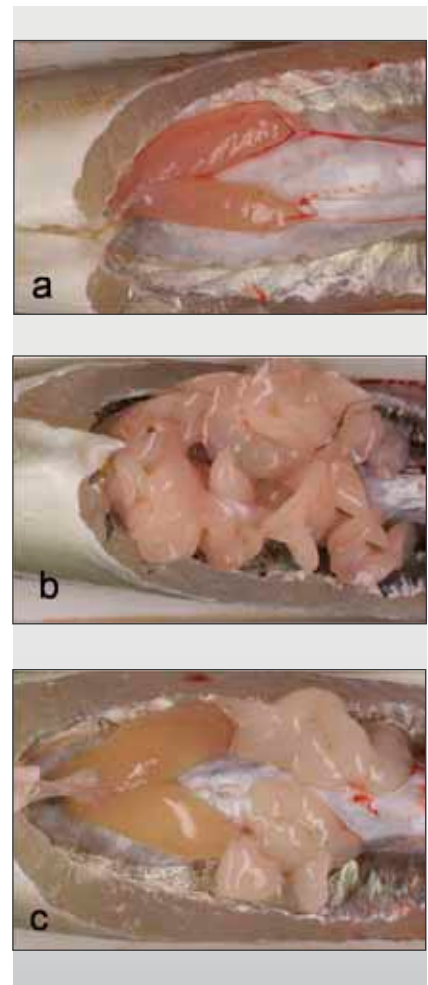
en økt mengde av testosteron i blodplasma. Ved å gi fisken testosteron eller aromatasehemmer rett før og gjennom kjønnsdifferensieringen, kan hunnfisken maskuliniseres. Hos enkelte arter vil kjønn bli totalt reversert, i andre arter vil en få tvekjønnede individer. Det er to typer testosteron som er forsøkt brukt, det ene er vanlig testosteron (MT) som lar seg omdanne til østrogen i kroppen, det andre er dihydrometyltestosteron (DHMT), som ikke lar seg omdanne. Denne siste har på noen arter vist seg å føre til større grad av sterilitet og deformasjoner av testis. Vanlig testosteron gitt i for høye doser, kan føre til økt aromatisering, og økt østrogenmengde, og dermed en motsatt effekt av den ønskede, en feminisering. Det er derfor viktig å finne frem til den optimale behandlingen både når det gjelder type kjemikalie, dose og varighet på behandlingen.

Figur 3.4.2.4

Gonader hos en 10 md. gammel torsk. Normal umoden hunn (a), normal modnende hann (b) og hermafrodit (c) med hunndel posterior (venstre på bildet) og hannel anterior (høyre på bildet).

(Foto: Trine Haugen)

Gonads of a 10 month old Atlantic cod. Normal immature female (a), normal maturing male (b) and hermaphrodite (c) with the female gonad posterior (left) and the male gonad anteriorly (right).



Forsøkene

Med utgangspunkt i dette har vi ved Havforskningsinstituttet produsert neo-hanner. Foreløpig har vi gjennomført to forsøk hvor vi har testet alle de tre ovenfor nevnte stoffene i høye og lave doser og i varierende lengde på behandlingen. De første resultatene med MT viser at vi hos torsk ikke får fullstendig maskulinisering, men tvekjønnede individer, dvs. en fisk med både ovarie og testis (Figur 3.4.2.5). Varigheten på behandlingen av MT viste seg å være av stor betydning, og de gruppene

som hadde fått den lengste behandlingen (i perioden fra 12 til 18 mm kroppslengde) ved høy dose var mest suksessfull, med 43 % neo-hanner. Med utgangspunkt i dette testet vi i 2008 ut DHMT og fadrozol i høye og lave doser, men denne gangen ble varigheten på behandlingen økt til henholdsvis 20 og 24 mm total lengde. Om vi får en fullstendig maskulinisering ved bruk av DHMT eller fadrozol får vi ikke vite før høsten 2009, når fisken fra det gjeldende forsøket er stor nok til å bli kjønnsbestemt.

Veien videre

Våren 2009 og 2010 vil vi bruke hanndelen av hermafroditene til å befrukte egg fra vanlig hunntorsk. Fisken må da avlives før testis tas ut og spermen fortynnes før befruktning. Vi må derfor produsere nye neo-hanner årlig for å opprettholde en populasjon bestående av kun hunnfisk. Det vil være mulig å ha ett eller flere nasjonale neo-hann produksjonssystem slik at sperm fra disse kan cryo-preserveres (fryses ved -196°C) og sendes til de forskjellige produksjonsfasiliteter.



Figur 3.4.2.5

Bilder fra forsøket våren 2008. Riggene med 50 liters kar (a) og et kar med ca 500 indivier (b).
Pictures from the experiment spring 2008. The experimental stands with twelve 50 L tanks in each stand (a) and one experimental unit containing approximately 500 individuals (b).

Production of All-female Cod

One of the major problems in aquaculture of Atlantic cod is the possibility of genetic impact on wild stocks following escapes or spawning in cage. One way to solve this problem is the use of all-female populations, since the cod cannot spawn in cages without both sexes present. The escapes will however still be a problem. Early sexual maturation also results in economic loss due to weight loss, flesh quality reduction and increased mortality following spaw-

ning. Hence, production of sterile fish is of great interest. The most realistic methods for production of sterile fish at current are triploidisation. However, triploid males often suffer negative effect of sexual maturation as they develop large gonads, while triploid females normally have small gonads throughout life. Hence, it is beneficial to combine triploidy with all-female populations. In fish, the phenotypic sex may be manipulated, e.g. by hormones or aromatase inhibitors. The time-window

when the phenotypic sex can be affected by treatment with sex-reversing chemicals is species-specific. At the Institute of Marine Research, we have produced sex-reversed females, i.e. neo-males, individuals that are phenotypically males with testes and sperm, and genotypically females with XX chromosomes. Fertilization between a neo-male and a normal female will result in a population consisting of females only.

3.4.3 UTVANDRINGSTRANG HOS RØMT LAKSESMOLT

Oppdrettssmolt som rømmer om våren følger i villsmoltens fotspor og vandrer hurtig og målbevisst mot storhavet. Det har tidligere vært antatt at instinktet som får oppdrettssmolten til å legge ut på vandring, skrur av etter at smoltifiseringen er fullført. Vi har gjort forsøk som viser at utvandringstrangen holder seg høy også for fisk som rømmer seinere om sommeren. Imidlertid svekkes instinktet gravis over tid, noe som fører til treg utvandring og gjenfangster i nærområdet der fisken slippes ut på høsten.

Ove T. Skilbrei
ove.skilbrei@imr.no

Vill laksesmolt vandrer til havs om våren

Om våren gjennomgår de største lakseungene i lakselven en dramatisk forvandling som kalles smoltifisering. På den tiden de skal ut i havet, går de fra å ha en ganske mørk vernefarge som er tilpasset forholdene i elven, til å bli blanke, nesten som en sild. Samtidig gjennomgår de fysiologiske endringer som gjør at de er i stand til å leve i det salte sjøvannet som vanlige ferskvannsfisk ikke tåler. Atferden endrer seg også. Mens lakseungen i elven kan være aggressiv og forsvaret området sitt i konkurransen med andre lakseunger, er det samarbeidet som gjelder når de kommer ut i sjøen. For å komme seg velberget fra elvemunningen og ut på oppvekstområdene langt ute i Norskehavet, må de vandring i stim. Stiming er en effektiv organisering som både øker beskyttelsen mot rovfisk og gjør det lettere å vandring over store avstander på kort tid. Man vet at selve smoltifiseringsprosessen i stor grad styres og synkroniseres av den naturlige endringen

i lyset gjennom året. Dette fører til at smoltene er klare til å vandring ut samtidig når dagene har blitt lange på slutten av våren.

Uheldig rømming på smoltstadiet

Med bakgrunn i en rekke utsetningsforsøk vet man at laksesmolt som er oppdrettet, også legger ut på smoltvandring mot havet hvis de slippes eller rømmer om våren. Smolt som klarer å følge den naturlige vandringen ut til Norskehavet, vil også gjennomføre hele vandringssyklusen og komme tilbake sammen med villaksen når de kjønnsmodner etter 1–3 års opphold i Norskehavet. I motsetning til villaksen er ikke rømt fisk preget på en spesiell elv som den kan finne tilbake til. Den vil derimot vandring opp i en tilfeldig elv. Det er grunn til å tro at laks som rømmer som smolt, kan ha større sjanse til å klare å gyte sammen med villaksen i elvene, enn fisk som rømmer seinere i livet. Fordi den har levd samme livet som villaksen i lengre tid, vil den sannsynligvis være mer lik villfisk i både atferd og fysiologi enn rømt oppdrettslaks som har lite erfaring utenfor merden. Vellykket gyting av oppdrettslaks i elvene anses å være skadelig

for de ville bestandene, spesielt hvis innslaget av fremmede fisk er høyt nok over tid til å tynne ut den opprinnelige bestanden. Elvens egen stamme som har tilpasset seg de lokale miljøforholdene gjennom mange generasjoner, vil etter all sannsynlighet utnytte elvens potensial bedre enn oppdrettslaks som har vært gjennom et målrettet seleksjonsprogram for å få fram egenskaper som passer i oppdrett.

Hvor lenge varer utvandringstrangen?

Hvis vi må være mer årvåken for rømming av ung fisk som øker sjansen for blanding mellom villaks og oppdrettslaks, bør vi vite mer om sammenhengene mellom hvilket stadium fisken er i når den rømmer og hvor høy utvandringstrang den da har. Er det bare fisk som rømmer under den fysiologiske delen av smoltifiseringsprosessen, som vedvarer noen uker om våren eller forsommeren, som har instinktet for å legge ut på vandringen mot havet? Kanskje fisken beholder vandringstrangen lenger, og i så fall, vil vi observere en endring av atferden til fisk som rømmer senere på året? For å få svar på disse spørsmålene gjennomførte vi en studie av atferden hos



Figur 3.4.3.1

Liten laks som har fått akustisk merke operert inn i buken, samt akustisk merke og lyttebøye.

Postsmolt with an acoustic transmitter inserted surgically in the abdomen of the fish. An acoustic transmitter and a monitoring receiver are also shown.

simulert rømt fisk i 2008. Først fulgte vi vandringen av oppdrettet smolt som ble sluppet i mai. Forløpet etter det første slippet ble så sammenlignet med fire påfølgende slipp fra samme merd ved at det ble sluppet en ny gruppe fisk ca. hver 6. uke gjennom sommeren og høsten.

Lyttebøyer avslører fiskens vandring

For å overvåke utvandringen av fisk fra Masfjorden i Hordaland ble det satt ut en rekke lyttebøyer fra og med Forskningsstasjonen Matre innerst i fjorden, til ytre del av fjorden 22 kilometer lenger ut. Lyttebøyene fanger opp signaler fra fisk som var merket med et akustisk merke (se figur 3.4.3.1). Lyden fra merket kunne fanges opp av bøyen på opptil 700 meters avstand. Det akustiske merket sendte ut et signal ca. én gang i minuttet som inneholdt to opplysninger; en kode som kjennetegner hver enkelt fisk og dypet fisken svømmer på. På hvert av de fem slippene ble det sluppet opptil 20 fisk som hadde fått operert det akustiske merket inn i bukhulen. I tillegg var det minst 2 000 fisk i slippene som var merket med tradisjonelle ytre merker, som var festet ved ryggfinnen.

Målbevisste i mai og juni – trege utpå høsten

Smolten som ble sluppet 16. mai vandret overraskende hurtig og tilsynelatende målbevisst ut fjorden. Etter 24 timer hadde nesten alle enten kommet ut til eller passert de ytterste lyttebøyene (se figur 3.4.3.2a). Selv om de fleste fiskene som ble sluppet seks uker senere (26. juni) brukte en dag ekstra på å komme seg ut av fjorden, så viser også det resultatet at fisken vandret hurtig ut den 22 km lange fjorden i slutten av juni.

Etter slippet 14. august var det derimot åpenbart at fiskens trang for å vandre ut av fjorden hadde sunket drastisk og at atferden varierte mer mellom individene. Fisken hadde spredd seg over hele fjorden fra innerst til ytterst, og ingen hadde gått ut etter 24 timer (Figur 3.4.3.2b). Det tok flere uker før flesteparten av de akustisk merkede fiskene hadde forlatt fjorden. Det var tydelig at mønsteret på dette tidspunktet ikke var sammenlignbart med den konsentrerte bevegelsen av fisk ut fjorden etter de to første slippene. Denne trenden ble ytterlig forsterket etter at det ble sluppet en ny gruppe 17. september. Etter 24 timer var alle disse fiskene framdeles i den indre delen av fjorden (Figur 3.4.3.2c), og bare noen få fisk hadde beveget seg ut av fjorden i løpet av de neste par ukene. Når så fisken som ble sluppet i det siste slippet 27. oktober, heller ikke satte fart ut fjorden når de kom fri av merden, kunne vi konkludere med at fisken ikke lenger har typisk vandringsatferd på denne årstiden.



Figur 3.4.3.2

Vandring av akustisk merket fisk i Masfjorden. Kartet viser posisjonene til fisk (gule sirkler) 24 timer etter slipp merd i Matre 16. mai (a), 26. august (b) og 17. september (c). Fisk som allerede har gått forbi ytterste lyttebøye er vist med gul pil. Rød F viser posisjon for fangst av fisk.

Movements of smolts and postsmolts with acoustic transmitters in Masfjorden. The map shows the positions of fish (yellow circle) 24 h after the releases from a net pen in Matre on 16 May (a), 26 August (b) and 17 September (c). Fish that have already passed the receivers in the outer part of the fjord (yellow arrow) and the position of captured tagged fish is also shown (red F).



Trege fisk blir fanget om høsten

I løpet av forsøket vokste fisken i merden kraftig. Smolten som ble sluppet i mai, veide gjennomsnittlig 160 gram, mens gjennomsnittet var nesten 1 kg på fisken som ble sluppet i september. Fordi både fiskestørrelsen og oppholdstiden inne i fjorden til nylig sluppet fisk økte utover ettersommeren og høsten, ble fisken også mye mer fangbar om høsten (Figur 3.4.3.3). Fisken hadde blitt stor nok til å bli fanget til slippet i august, da gjennomsnittsvekten var litt over et halvt kilo. Nesten 40 % av denne fisken vandret ikke ut av fjorden. Denne andelen steg til litt over 70 % av fiskene fra det neste slippet seint i september. Flertallet av de fiskene som vi aldri registrerte på lyttebøyene ute i fjorden ble istedenfor rapportert fisket i den indre halvdel av fjorden dager og uker etter slippene. De ble enten tatt på garn, dorget eller fisket med stang. Mange av dem ble fanget enten på oppdrettsanlegget de ble sluppet fra, eller på et anlegg ved Solheim. Det var flere forhold som tydet på at fisken ble tiltrukket oppdrettsanlegget på Solheim. Årsakene kan være flere; tiltrekning til kjente lyder og lukter og søking etter mat. Uansett årsak, så viser dette at den høye motivasjonen til å vandre raskt ut av fjorden som fisk har tidligere på året, har forsvunnet utpå høsten, og at rømlingene da virrer mer rundt og kan bli påvirket av lokale forhold.

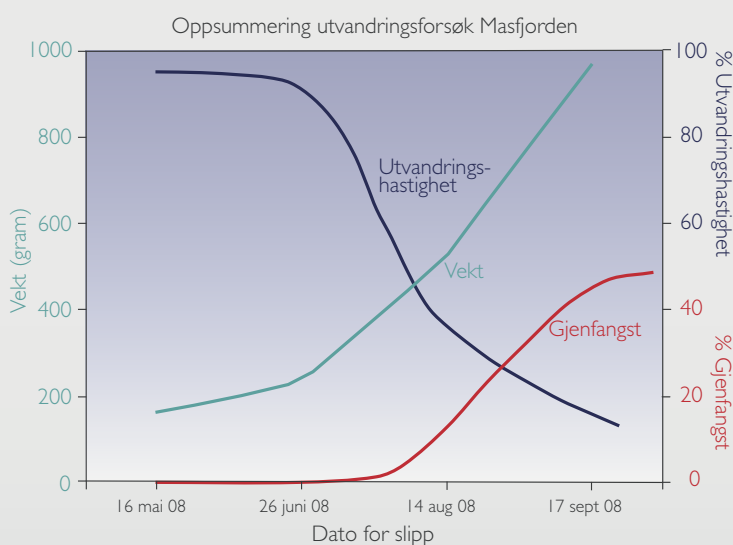
Høy risiko hele sommeren

Resultatene fra vandringsstudiene i 2008 viste at laks beholder utvandringssatferden i mange uker etter at den er kommet fra

ferskvann til merder i sjøen (Figur 3.4.3.3). Dette stemmer godt overens med gjenfangstene av voksen laks som har kommet tilbake fra havet etter slipp av merket fisk i Matre fra mai til august 2005. I løpet av de tre årene etter slippene i 2005 har vel så mange store laks kommet tilbake fra havet fra slippene i juni og juli som fra slippet av smolt i mai. Det er derfor god grunn til å anta at også fiskene som ble sluppet i 2005 hadde en godt utviklet vandringstrang til langt ut på sommeren.

Forebygging mot tidlig rømming

Dette innebærer at det er gode grunner for oppdretteren å være ekstra påpasselig for å forhindre rømming hele den første sommeren etter at smolten er kommet i sjøen. Både størrelsen på fisken og hastigheten den beveger seg bort fra rømmingsstedet med, tilsier at det er svært vanskelig å gjenfange fisk som rømmer på dette stadiet. I motsetning til fisk som rømmer om høsten, og som langt lettere vil oppdages av sports- og garnfiskere, så er det også vanskelig å registrere rømming av liten fisk hvis det har skjedd ved et uoppdaget uhell. Dermed får man heller ikke de tilbagemeldingene om mulige rømminger som kan være til hjelp for å lokalisere tekniske problemer (som hull i merder), eller for å finne svake punkter i rutinene (for eksempel ved transport og skifting av not). For å redusere uønskete miljøvirkninger av tidlig rømming blir det derfor viktig at oppdretteren er spesielt nøye med det forebyggende arbeidet (tekniske forhold, overvåking, opplæring, driftsrutiner etc.) gjennom fiskens første sommer i sjøen.



Figur 3.4.3.3

Skjematisk oppsummering av utvandringforsøkene i Masfjorden 2008. Utvandringshastigheten holder seg utover sommeren, men synker hurtig ned til et lavt nivå om høsten. Samtidig vokser fisken, og blir i økende grad gjenfanget. Schematic résumé of the salmon smolt and postsmolt release experiments in Masfjorden 2008. The migratory speed out of the fjord was high during summer, but declined sharply in autumn (blue line). During the same period, the fish in the cage were gaining weight (green line) and were being recaptured in higher percentages following autumn releases (red line).

Migration Motivation in Escaped Farmed Salmon Smolts and Post-smolts

Farmed salmon smolts escaping during the spring follow the natural smolt migration route to the feeding areas in the open sea. It has previously been assumed that the migratory behaviour, which is triggered by the smoltification process, is switched off in fish released at some later stage. We have studied released smolts and post smolts migrating out of a fjord, and found that the migration motivation was high in farmed smolts in May and also in postsmolts in late June. The combined effects of a drop in the migratory behaviour during late summer and autumn and increased fish size with time, resulted in increased recapture rates of fish moving around in the inner part of the fjord following autumn releases.

3.5.1 LAKSEN UNNVIKER AVLUSINGSMIDDEL – DERSOM DEN FÅR VELGE

Lus på stor oppdrettslaks blir ofte fjernet ved badebehandling hvor man bruker presenningsskjørt eller pose rundt merden, og legemiddel blandes inn i vannmassene som fisken oppholder seg i. Dette ble tidligere gjort med akseptable resultater i små merder. Siden næringen de senere år har tatt i bruk større og større merder, er dette ikke lenger så effektivt. Nylige studier har avdekket at det er vanskelig å holde fisken innenfor volumet med legemiddel og at oksygennivå raskt blir utilfredsstillende. Ved avlusing med skjørt anbefales det at noten må lines opp over skjørtet, og oksygenivå måles og justeres.

Frode Oppedal
frodeo@imr.no

Jannicke Vigen
jannicke.vigen@student.uib.no

Badebehandling – et kritisk punkt i produksjonen

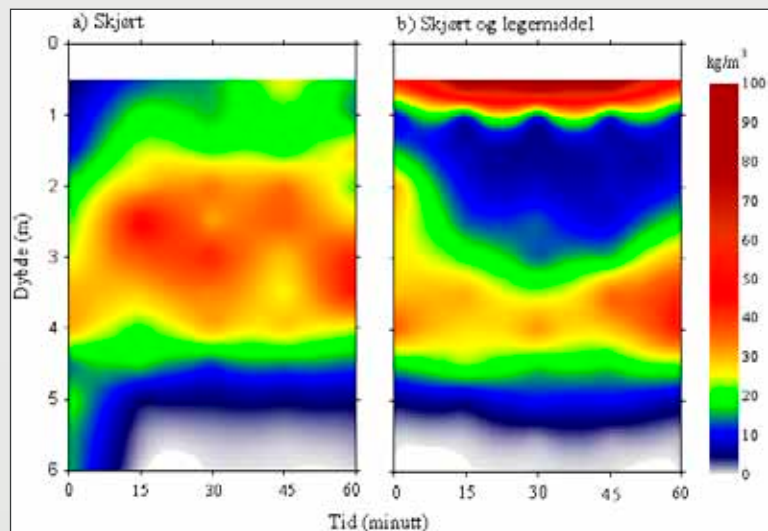
Lakselus er definert som et problem for en eksisterende og fremtidig bærekraftig oppdrettsproduksjon av laks i Norge. Utfordringen er å ha et tilstrekkelig lavt nivå av kjønnsmodne lus på oppdrettslaksen slik at heller ikke villaksen blir skadelidende på grunn av store mengder luselarver i sjøen som kommer fra oppdrettsanleggene. Den vanligste metoden for avlusing av stor laks i merder i sjøvann er å avgrense vannvolumet nær overflaten ved hjelp av flere presenningsskjørt og tilsette ett av flere kommersielt tilgjengelige legemiddel i 30–40 minutter. Dessverre er det rapportert varierende suksess med slik badebehandling i dagens store og til dels ukontrollerbare merder. Ufullstendig eksponering av lusen for dødelige doser av legemiddel kan raskt føre til at lusen utvikler resistens mot legemiddelet. Et potensielt velferdsproblem for fisken kan også oppstå når vanntilførselen stenges av skjørt eller pose. Det tilgjengelige oksygenet i vannet vil teoretisk sett raskt brukes opp, og ekstremt lave oksygenverdier vil kunne oppstå. Oppdretterne tilsetter derfor i varierende grad oksygen for å kompensere for den stengte vanntilførselen. Det er imidlertid ikke utført omfattende målinger av hvordan oksygenforholdene varierer under slik avlusing og hvordan laksen atferdsmessig reagerer på legemiddel og lave oksygenverdier. I den senere tid er det derfor utført flere studier med fokus på laksens atferd og oksygenforhold under avlusing, for å vurdere mulighetene til å bedre behandlingsmetodene.

Undersøkelser i små og store merder

I småskala og relativt kontrollerbare merder med kommersiell oppdrettstetthet ble oksygenforhold overvåket ved bruk av presenningsskjørt med og uten tilsetning av legemiddel. Laksens svømmedyp og fisketetthet ble observert med ekkolodd og generell atferd vurdert ved hjelp av undervannskamera. Lignende observasjoner ble gjort under avlusing i kommersielle merder (157 meters omkrets) med volum på opp mot 70 000 m³ og 120 000–200 000 fisk involvert.

Laksen prøver å unngå legemiddel

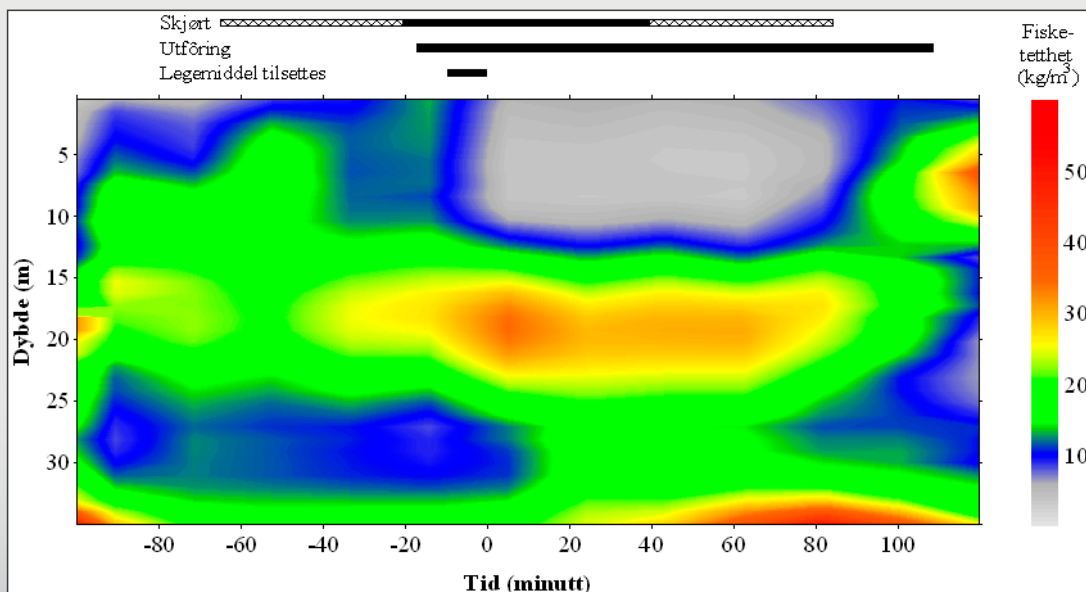
Fisken var jevnt fordelt i merden under setting av presenningsskjørt uten legemiddel (Figur 3.5.1.1a). Ved tilsetning av legemiddel i småskalamerden valgte laksen hovedsakelig å svømme mot overflaten eller merdebunn (Figur 3.5.1.1b). Det virker som om laksen ikke prøvde å unngå de lave oksygenivåene (Figur 3.5.1.3a), men selve legemiddelet. Laksen prøvde tilsynelatende å unngå behandlingsvolumet hvor legemiddelet var til stede. I de kommersielle stormerdene var ikke noten



Figur 3.5.1.1

Observert fisketetthet uten (a) og med (b) legemiddel ved bruk av presenningsskjørt til 6 m dyp i en 12 x 12 m merd med 4 m dyp notbunn etter opplining og tetthet på 31 kg/m³. Uten legemiddel fordeler fisken seg jevnt i merdvolumet (20–50 kg/m³) mens den etter tilsetning av legemiddel (tid = 0 minutt) prøver å svømme mot notbunn eller overflate ved 2–3 ganger normal tetthet.

Observed fish density without (a) or with (b) delousing treatment added and tarpaulin skirt set to 6 m depth in a 12 x 12 m cage with net bottom at 4 m and a stocking density of 31 kg/m³. The fish distributes evenly throughout the water column (20–50 kg/m³) without delousing treatment added, while an avoidance reaction with fish moving towards surface and net bottom at densities 2–3 times normal is seen when treatment is added at time 0 minutes.



linet opp, og laksen valgte da å svømme unna behandlingsvolumet og stå tettere under skjortekanten (Figur 3.5.1.2). Konsentrasjon av legemiddel i området under presenningsskjørtet antas å være minimal i forhold til innenfor, og lusen på denne fisken må forventes å ha opplevd meget lave doser legemiddel.

Basert på observasjonene av fiskens svømmedybde og tetthet kan det se ut til at dagens praksis er utilstrekkelig, men flere utbedringer kan gjøres. Det viktigste er at nøtene må lines opp under kanten på presenningsskjørtet for å sikre at laksen og dens påsittende lus er innenfor vannvolumet hvor legemiddel tilsettes. Sulting i noen dager og oppføring av fisken til volumet med legemiddel ser ikke ut til å være en tilstrekkelig metode, da kun en liten andel av fisken oppholdt seg i disse vannmassene (Figur 3.5.1.2). Mesteparten av laksen i merden hadde en sterkere trang til å unnvike legemiddelet enn å spise, selv etter to dager uten mat. Dersom mange lakselus blir utsatt for lave/ikke-dødelige doser, vil det umiddelbare resultat være at lusen ikke faller av fisken og selve avlusingen kan karakteriseres som mislykket. Den langsiktige effekten kan være en seleksjon mot lus som er mindre følsomme for legemiddelet. Til slutt vil det hovedsakelig være populasjoner av lus som ikke lenger er følsomme for legemiddelet, dvs. resistens er utviklet. Lignende problemstilling hadde vi i 1990-årene da lusen ble resistent mot daværende avlusingsmiddel som var basert på organofosfater. Den gang ble løsningen utviklet basert på pyretroider, men utvikling av nye avlusingsmiddel tar tid og er ikke veien å gå dersom resistensutvikling kan minimeres ved å optimalisere avlusingsmetoden.

Oksygenmiljø må kontrolleres og justeres

Oksygenverdiene i småskalamerden uten bruk av legemiddel sank (Figur 3.5.1.3a) i samsvar med teoretisk beregnede verdier. Når legemiddel ble benyttet, økte fiskens oksygenforbruk, og oksygennivået i merden sank raskt (Figur 3.5.1.3b). Fiskens aktivitet, målt som svømmehastighet og gjellefrekvens, økte samtidig med synkende oksygenverdier, og dette ble mer tydelig ved bruk av legemiddel.

I de kommersielle stormerdene var resultatet todelt. Dersom oksygen ble tilsatt gjennom et stort nettverk av perforerte slanger innenfor volumet avgrenset av presenningsskjørtene, og det samtidig var relativt få fisk i dette området, målte vi potensielt skadelig høye verdier av oksygen (> 250 % metning) i ca. 1/5 av området og normale verdier (80–100 % metning) i resten. Ved bruk av to mindre rammer med keramiske oksygeninnløpere (12 stk) ved tettheter av laks på 2–5 kg/m³ (Figur 3.5.1.2), var ikke det tilsatte oksygenet målbar. Selv ved disse lave tetthetene ble det målt relativt lave oksygenverdier (< 55 % metning), og en betydelig forverring kan forventes dersom fisken tvinges opp i behandlingsvolumet ved å line opp noten.

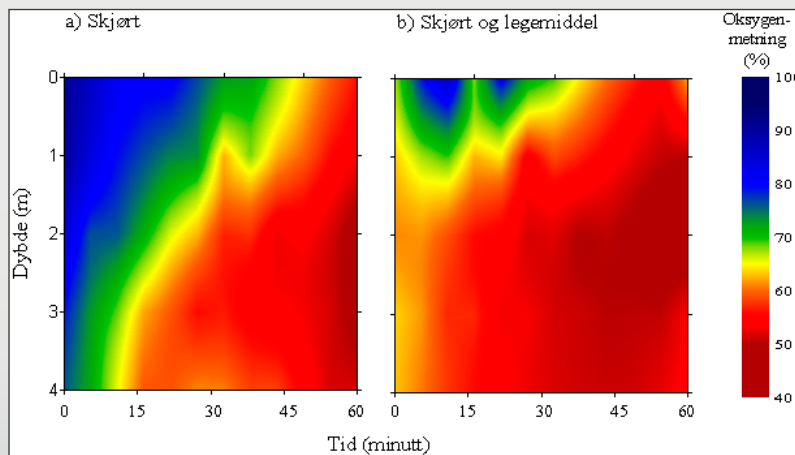
De teoretiske beregningene av oksygenforbruk og de faktisk målte oksygenverdiene viser viktigheten av å tilsette oksygen under avlusning med presenningsskjørt. Det er viktig at oppdretter er kritisk til metoden for tilsetting av oksygen, og at en har kontroll med oksygenforholdene underveis. For høye eller lave oksygenivå i merdene kan gi en rekke negative konsekvenser for fisken.

Figur 3.5.1.2

Observert fisketetthet under avlusning i en stor sirkelmerd med omkrets 157 m og 30+18 m dyp not. Den totale biomassen i merden var 999 tonn som gir en tetthet på ca. 15 kg/m³. Ved heltrukken svart linje var presenningsskjørtene (2 stk à 90 m lang og 15 m dyp), mens setting og fjerning er indikert med xxxx. Laksen var sultet i to dager, og utføring startet sju minutter før legemiddel ble tilsatt. Vi kan se antydning av en liten effekt av at føring tiltrakk fisken mot overflaten. Når legemiddelet ble tilsatt, forsvant laksen fra volumet avgrenset av presenningsskjørtene og var nesten borte (1–5 kg/m³) når legemiddelet var ferdig tilsatt (tid = 0 minutt). Mesteparten av fisken stod under skjørtet på 20–40 kg/m³. Etter at skjørtet ble fjernet, utnyttet laksen hele merdvolumet på lignende vis som før legemiddel var tilsatt. *Observed fish density during delousing treatment in a commercial circular cage (circumference 157 m and a net depth of 30+18 m). The total biomass within the cage was 999 tonnes which gives a stocking density of approximately 15 kg/m³. The tarpaulin skirts (2 skirts of 90 m long and 15 m depth) were closed when the above bar is black while setting and removal is indicated by xxxx. The salmon was starved for two days and feeding commenced seven minutes before treatment was added. There was an indication of a small response of feed attracting fish to the surface. As the delousing treatment was added, the salmon evacuated the volume fenced by the skirts and were almost absent (1–5 kg/m³) by the time all treatment solution was added (time=0 minutes). Most fish were distributed at depths below the skirt at 20–40 kg/m³. Following skirt removal, the salmon reoccupied the entire cage volume in a similar manner as prior to treatment.*



Foto: Frode Fridell



Farmed Salmon avoid Delousing Chemicals – if Options provided

Lice on large farmed salmon is often removed using bath treatments where tarpaulin skirts are put around the cage while delousing treatment is added to the water the fish occupy. In the past such treatment was performed in relative small cages with satisfactory effects. However, the industry has moved towards larger and larger cages. Recent studies have revealed difficulties to hold the fish within the treatment volume, and suboptimal oxygen conditions rapidly appear. Based on these studies, it is recommended that the net must be lifted above the skirt and that the oxygen level must be monitored and adjusted during the treatment.

Figur 3.5.1.3

Oksygen (% metning) uten (a) og med (b) legemiddel ved bruk av presenningsskjørt til 6 m dyp i en 12 x 12 m merd med 4 m dyp notbunn etter opplining og tetthet på 31 kg/m³. Uten legemiddel sees en forventet nedgang i forhold til fiskens teoretisk beregnede forbruk. Med legemiddel til stede forbraker fisken mer oksygen, og oksygenivået synker raskere og til lavere verdier. Vanntemperatur i forsøket var 9–11 °C.

Observed fish density without (a) or with (b) delousing treatment added and tarpaulin skirt set to 6 m depth in a 12 x 12 m cage with net bottom at 4 m and a stocking density of 31 kg/m³. By using skirts the oxygen levels drops at an expected rate, while adding the treatment cause the oxygen level to drop at a higher rate and to a lower level. Water temperature ranged 9–11 °C.

3.5.2 FRA UTSETT TIL SLAKT

I dette studiet fulgte vi vannmiljø og fiskeadferd gjennom en produksjon av laks fra utsett i sjø til slakt. Variasjon i vannmiljø ble relatert til daglig tilvekst og sykdomsutbrudd på anlegget. Observasjonene fra studiet viser at fisken posisjonerte seg både i henhold til vannmiljø og beitestrategi. Det er også indikasjoner på at fiskeadferd kan bli brukt som tidlig varslings av sykdomsutbrudd. Økt grad av overvåking og forståelse av hvordan miljøet i merden påvirker fisken vil i fremtiden være med på å sikre en bærekraftig oppdrettsproduksjon og dokumentere god fiskevelferd.

Lars Helge Stien

lars.helge.stien@imr.no

Tore Kristiansen

tore.kristiansen@imr.no

Trine L. Danielsen

trine.danielsen@marineharvest.com
Center for Aquaculture Competence (CAC)

Thomas Torgersen

thomas.torgersen@imr.no

Frode Oppedal

frode.oppedal@imr.no

Jan Erik Fosseidengen

jan.erik.fosseidengen@imr.no

Store verdier, lite kunnskap

Atlantisk laks er det viktigste oppdrettsdyret i Norge med en årlig verdi på over 15 milliarder kroner fra produsent. De økonomiske verdiene som står på spill i merdene er med andre ord enorme. Til tross for dette er det lite tilgjengelig kunnskap om hvilke miljøforhold og utfordringer en

oppdrettslaks må mestre i løpet av sitt liv. Det finnes i dag så godt som ingen datasett hvor fiskens produksjonsparametre, adferd og oppdrettsmiljø er observert over hele produksjonsperioden fra utsett i sjø til slakt. Vi har derfor i de siste årene begynt å utvikle teknologi og metoder for å hente inn slike data på en enkel måte. Målet er å komme frem til ny kunnskap om sammenhenger mellom vannmiljø, fiskeadferd, fiskevelferd og fiskehelse. Dette er nødvendig for å kunne gi bedre råd til både oppdretterne og forvaltningen.

Studie i kommersielt anlegg

Ved oppdrettsanlegget Center for Aquaculture Competence (CAC) i Gardssundfjorden i Hjelmland kommune i Rogaland har vi fulgt laks i merder fra utsett til slakt. Anlegget består av tolv stålmerder (24 x 24 m, Figur 3.5.2.1) og en tilstøtende flåte med førhall, kontor, laboratorium og verksted (Figur 3.5.2.2). Anlegget er dedikert til forskning og utvikling, og målt i oppdrettsvolum er det verdens største forsknings-

stasjon for merdoppdrett av laks. Noen av de mange fordelene med å benytte dette anlegget er at det er godt utstyrt med måleutstyr for ulike vannparametre (levert av AKVA group), at alt som skjer på anlegget blir nøye loggført, og at de som jobber på oppdrettsanlegget er høyt kvalifiserte og kunnskapsrike.

Vi presenterer her resultater fra én av merdene i anlegget som ble spesielt nøye overvåket. Temperatur, oksygen og saltholdighet i hele merdens vannsøyle ble registrert med miljømålere som kontinuerlig ble senket ned og heist opp i merden. Fiskens dybdefordeling ble kontinuerlig registrert med ekkolodd. I tillegg registrerte vi fiskens appetitt (målt som utføret mengde fôr), vekst, dødelighet og sykdomsutbrudd.

Utsett

Den valgte merden ble 9. mai fylt med 68 598 smolt med en snittstørrelse på 70 gram, noe som ga en biomasse på 4,8 tonn.



Figur 3.5.2.1

Oppdrettsanlegget som ble fulgt i dette studiet har totalt 12 rektangulære 24 x 24 m stålmerder med 20–30 m dype nøter. The fishfarm we followed in this study has twelve 24 x 24 m steel cages with 20–30 m deep nets.



Figur 3.5.2.2

Oppdrettsanlegget har en flåte med førhall, verksted, lab og kontor tilknyttet stålmerdene. The fishfarm has a barge with feed hall, workshop and office connected to the steel cages.

Fra utsett ble det benyttet 20 m dype nøter. Dette ga et merdvolum på 11 520 m³ og en fisketetthet på kun 0,42 kg/m³ (tillatt fisketetthet i Norge er 25 kg/m³). Denne lave tettheten ble valgt for å sikre at fisken skulle vokse opp under nær optimale forhold og at det ikke skulle bli nødvendig å fordele fisken i flere merder senere i produksjonen. Hvis man antar at fisken ved slakt vil ha en snittvekt på 5 kg og at nøtene da er 30 m dype, ville tettheten bli maksimalt 19,8 kg/m³.

Observasjoner i august 2007

1. august hadde fisken nådd en snittvekt på 270 gram. Dette gir en total tilvekst fra utsett på 1,7 % per dag. I begynnelsen av august var det relativt jevn overgang i temperatur fra 15 °C i overflaten til 11 °C i bunnen av merden (Figur 3.5.2.3), og oksygenivået var på nær 100 % metning i bortimot hele vannsøylen. Fisken befant seg imidlertid i to hovedgrupper, hvor den ene gruppen svømte nær overflaten mens den andre svømte på rundt 16 meters dyp (Figur 3.5.2.4). Dette endret seg rundt midnatt, da all fisken svømte nær overflaten. Fisken gjorde trolig en avveining av å svømme i overflaten hvor den ble føret med pellets og det var noe varmere, mens det lenger nede var svakere lys og mindre fare for predasjon. Om natten er det lite lys i overflaten, dvs. lav predasjonsfare, og all fisken samlet seg der. I tillegg er det bare i overflaten det om natten er nok lys til å opprettholde stiming. Utover i måneden økte overflatetemperaturen, og hele merden fikk en temperatur på over 15 °C.

Nær overflaten var det tidvis temperaturer opp mot 18 °C. Til tross for dette beholdt fisken hovedstrukturen i todelingen, men med flere fisk som svømte mellom de to gruppene. Den høye overflatetemperaturen gjorde at fisken var kortere perioder i overflaten enn tidligere før den svømte ned igjen. Dette kan ses ved at det ble stadig mer og mer fisk nede i merden ettersom overflatetemperaturen økte. Det er tidligere indikert at laks i sjøvann har en preferert temperatur på rundt 17 °C og at den unngår høyere og lavere temperatur hvis mulig. I slutten av måneden strømmet det opp noe kaldere og mer oksygenfattig vann, og i de øverste meterne kom oksygenmetning ned mot 60 % de to siste dagene i måneden (Figur 3.5.2.3). Det kan se ut som at fisken unngikk overflaten disse to dagene. I løpet av august hadde fisken en gjennomsnittlig daglig tilvekst på 1,6 % og den oppnådde en snittvekt på 434 gram.

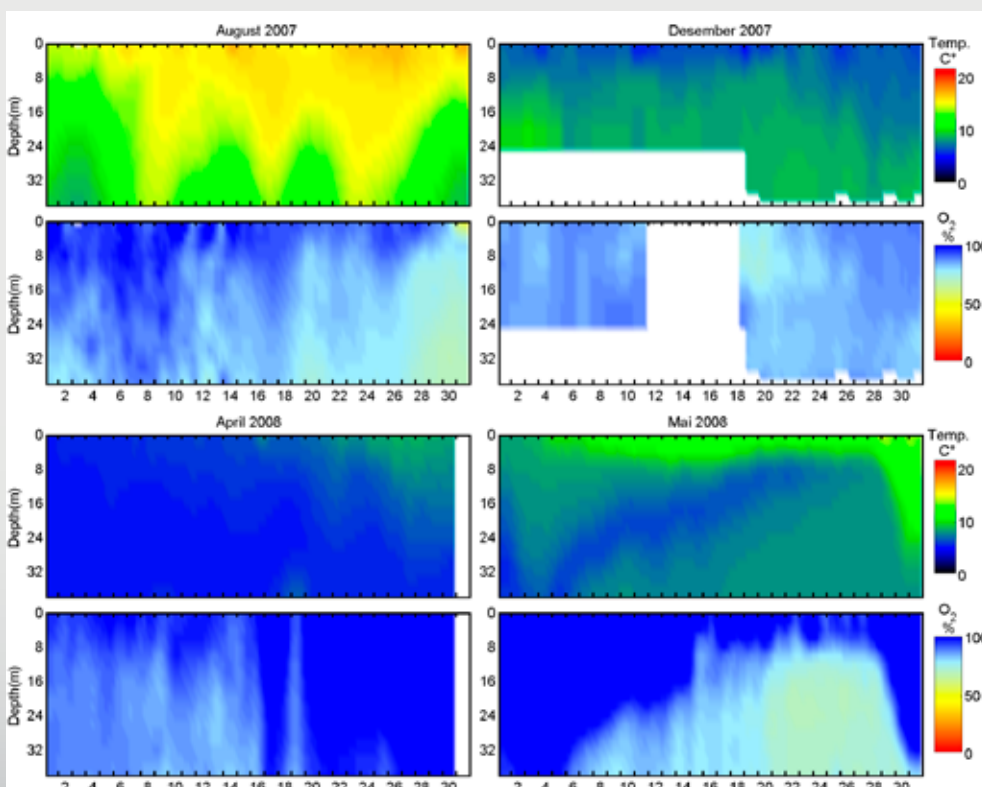
Observasjoner i desember 2007

Fra 31. august til 1. desember hadde fisken en daglig tilvekst på 1,3 % og nådde en snittvekt på 1,3 kg. I desember lå gjennomsnittstemperaturen i vannet på 6–7 °C ved 1 til 7 m dyp og rundt 9 °C ved 20 m dyp (Figur 3.5.2.3). Oksygenivået fluktuerte over tid mellom 70 og 90 % metning i alle dyp. Fiskens adferd hadde ikke lenger en tydelig todelt struktur som i august, og fisken utnyttet også vannvolumet i mye større grad (Figur 3.5.2.4). Frem til 20. desember var fisken spredd ut om natten, med en overvekt av fisken i de øverste vannlagene, mens den var samlet i

en relativt tett gruppe på 8–15 meters dyp midt på dagen. Denne adferden kan skyldes at fisken om dagen har nok tilgjengelig lys til å stime tett sammen i det noe varmere vannet dypt i merden. Fisken føres imidlertid i overflaten, og fisk med høy appetitt vil normalt oppholde seg der. Det kan derfor ses på som et tegn på redusert appetitt at fisken nesten ikke er til stede øverst i merden om dagen. Etter at undervannsløys (1000 watt på 7 og 15 m dyp) ble slått på den 20. desember, fikk laksen en kontinuerlig 'dagadferd' og holdt seg dypt i merden hele døgnet. Ved å gi lys til laksen om vinteren 'fremskyndes sommeren', og laksen utsetter kjønnsmodningen med ett år. Innen den tid er laksen slaktet, færre fisk vil bli nedklassert på slaktelinjen som følge av kjønnsmodning, og laksens generelle velferd økes ved at færre fisk får sårskader og problemer med regulering av saltinnhold. Samtidig som lyset ble slått på, ble det observert utbrudd av pankreassykdom (PD) i merden. En latent PD-infeksjon kan ha uttrykt seg i nedsatt appetittadferd. PD ble påvist av veterinær 10. januar 2008. Et eksempel på typisk appetittadferd ses i dagene etter julehelgen hvor det ble føret i underskudd. De påfølgende dagene trakk fisken mer mot overflaten på dagtid. I desember hadde fisken en daglig tilvekst på kun 0,3 %, og snittvekten denne måneden økte bare fra 1,3 til 1,5 kg.

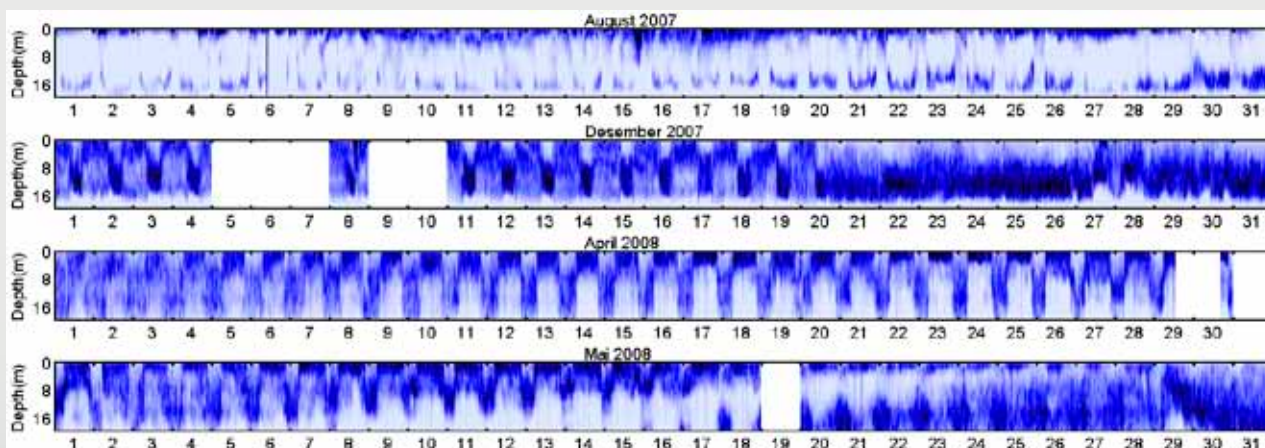
Observasjoner i april 2008

I januar 2008 ble det byttet fra 20 m dype nøter til 30 m dype nøter, men brorpar-



Figur 3.5.2.3

Vanntemperatur og oksygenmetning i den utvalgte merden for august og desember 2007 og for april og mai 2008. Water temperature and oxygen saturation in the selected cage in August and December 2007 and April and May 2008.



Figur 3.5.2.4

Svømmedyp og relativ dybdefordeling av laksen for august og desember 2007 og for april og mai 2008.

Avmerking på horisontalaksen indikerer midnatt.

Swimming depth and relative depth distribution of salmon in August and December 2007 and April and May 2008.

Ticks on the horizontal axis indicate midnight.

ten av fisken befant seg i de øverste 20 meterne vist i ekkoloddfigurene. Dette kan forklares med at fisken ble føret fra overflaten og at undervannslysene som også tiltrekker seg fisk var plassert på 7 og 15 meters dybde. I perioden januar–april var den daglige tilveksten på kun 0,2 % og snittvekten økte bare fra 1,5 til 1,7 kg i løpet av disse tre månedene. Den lave tilveksten skyldes sannsynligvis en kombinasjon av PD-utbruddet, langsom tilvekst ved lave temperaturer (5–7 °C)

og en normal nedgang i vekst som følge av årstid og påsett av lys. I begynnelsen av april var temperaturen nede på 5 °C gjennom hele merden. Utover i måneden ble det varmere, først i overflaten (Figur 3.5.2.3) med temperaturer på omtrent 8 °C i de øverste 8 meterne. Denne temperaturøkningen sammenfaller med en økning i appetitten fra 0,35 til 0,65 tonn utføret per dag fra start til slutten av måneden. Fisken viser igjen en tydeligere døgnvandring, men omvendt av den som ble sett i

august og desember. Fisken svømmer nå nær føret om dagen, mens den om natten svømmer rundt undervannslysene. I april 2008 hadde fisken en daglig tilvekst på 0,4 % og ble 2,0 kg ved utgangen av måneden.

Observasjoner i mai 2008

Tiltrekkingen mot overflaten fortsetter i mai (Figur 3.5.2.4) og kan tolkes som høy appetitt, men kan også være en tiltrekking mot den økende temperaturen i overflaten; 15 °C mot 8 °C dypere nede. Fra 19. mai skjedde det en klar endring ved at noe fisk svømte i en bred gruppe fra ca. 8 meter og nedover, mens en annen gruppe svømte i de øverste 5 meterne. Tyngdepunktet i todelingen var mot overflaten og føret om dagen, men mot undervannslysene om natten. Den økte appetitten ses igjen ved at tilveksten økte til 0,6 % i mai, og snittvekten nådde 2,4 kg på slutten av måneden.

Observasjoner av sykdomstegn og deformiteter

Fisken var i generell god stand med få synlige skader og sykdomstegn. Det fantes bare noen få enkeltindivider med ryggradsdeformitet (Figur 3.5.2.5) og noen enkeltfisk med katarakt (blakking av øyelinsen). Et mye større problem var såkalte taperfisk (Figur 3.5.2.6). Det ble estimert at 3–4 % av fisken som ble satt ut i merden, var eller ble til taperfisk. Taperfisk er fisk som av ukjent grunn ikke klarer å holde tritt med hovedpopulasjonen, og kan ses som små tynne individer som holder seg for seg selv utenfor hovedstimen, gjerne nær overflaten. Disse fiskene representerer et velferdsproblem i norsk akvakultur siden de kan holde seg i live i flere måneder før de dør av underernæring eller sykdom. Taperfisk er også mindre motstandsdyktig for sykdom og kan dermed være en latent smittekilde. Det bør derfor utvikles system for innhenting og destruering av taperfisk.



Figur 3.5.2.5

Eksempler på ryggradsdeformiteter; lordose og korthale.

Some individual fish had spinal deformities as lordosis (upper image) and short-tail (lower image).



Figur 3.5.2.6

Eksempel på taperfisk, også kalt pinne og skiftenøkkel.

Example of looser fish. These are fish that are not able to keep up with the general population and are typically seen as small and thin individuals outside the main school.



Figur 3.5.2.7

Leppefisk (her grønngylt) ble brukt til å beite lakselus av laksen i merden. *Labridae* (in this case Corkwing wrasse) eat salmon lice and are put inside the sea cages to keep the level of salmon lice down.

Sent i august 2007 ble det observert flytende hvite tråder i merdene. Dette var bendelorm (cestoder, i.e. *Eubothrium* sp.). Disse parasittene ses på som et lite problem i norsk akvakultur, men er mer vanlig i vårsmolt (som i denne produksjonen) enn i høstsmolt. Fisken ble føret med pellets inneholdende Praziquantel i september og oktober (etter standard prosedyre). Dette middelet fører til at bendelormen mister taket og blir presset ut av tarmen.

I desember 2007 ble det oppdaget PD på anlegget. PD fører til celledød i den delen av bukspyttkjertelen (pankreas) som produserer fordøyelsesenzymer og gir dermed nedsatt appetitt. PD er et stort problem i oppdrettsanleggene på Vestlandet, og det finnes i dag ingen behandlingsmetode. Det pågår imidlertid en betydelig forskningsinnsats for å finne frem til en effektiv vaksine, og den første PD-vaksinen er nå kommet på markedet. Det faktum at fisken ikke trakk mot overflaten under føring i ukene før PD ble konstatert, kan ha vært en konsekvens av latent PD i populasjonen (Figur 3.5.2.4). Dette og lignende adferd (fisken stiller seg oppstrøms apatisk på ei rekke) kan utnyttes i fremtiden som tidlig

tegn på sykdom. Således kan en for eksempel unngå å sette i gang håndteringsrutiner som stresser fisken. Det er gjentatte ganger observert massedød hos PD-infisert fisk som har blitt utsatt for stress.

På CAC-anlegget i Rogaland benyttes leppefisk (Figur 3.5.2.7) som relativt effektivt spiser lakselus og holder nivået nede. I tillegg ble laksen avluset ved hjelp av virkestoffet emamectinbenzoat (Slice®) tilsatt i føret i desember 2007. Dette var en del av den regionale forebyggende ”avlusingsplanen” i Rogaland. Merden ble i tillegg avluset med badebehandling (alfametrin) seks uker før slakt i oktober 2008.

Utslakt og konklusjon

Fisken i merden ble slaktet 26.–28. november 2008 med en snittvekt på 5,3 kg. Fra utsett i mai 2007 gir dette en daglig tilvekst på 0,8 %. 95 % av slaktefisken ble klassifisert som førsteklasses (superior, Figur 3.5.2.8). Totalt ble 53 192 fisk slaktet. Med andre ord døde 22 % eller 15 406 fisk under produksjonen, dvs. litt i overkant av gjennomsnittet for norske anlegg. Dette viser at to av ti fisk ikke mestret forholdene i merden, og at vi trenger mer

kunnskap om hvilke faktorer som påvirker dette. Bedre og mer nøyaktig overvåking av miljøforhold og fiskeadferd er nødvendig for å finne disse svarene. Spesielt interessant er muligheten til å kunne bruke fiskens adferd som et tidlig varsel for nedgående helsestilstand og sykdom.

From Transfer into Sea Water until Slaughter

In this study we followed how water environment and fish behaviour varied throughout an entire seawater production of Atlantic salmon and related it to growth rate and disease history. The study showed that the fish positioned themselves according to both water environment and feeding strategy. There were also indications of that fish behaviour can be used as a warning of latent disease in the population. This was seen in that the fish stopped moving towards the surface to feed in the period before an outbreak of Pancreas disease which occurred in late December 2007. As the fish recovered from the outbreak during April and May 2008, the fish regained their appetite and moved towards the surface during feedings. An alternative explanation is that the fish moved towards the surface to benefit from higher temperatures or oxygen concentrations. But the fact that this change in behaviour already started to occur in early April when the water environment was the same throughout the sea cage, supports that high appetite is an important factor behind this behaviour. It should, however, be underlined that these results are preliminary and in need of further study.



Figur 3.5.2.8

95 % av slaktefisken ble klassifisert som førsteklasses (superior). Bilde fra Skretting. 95% of the fish were classified as first class (superior) at slaughter.

3.5.3 HVORDAN TAKLER LAKSEN VARIERENDE MERDMILJØFORHOLD?

Vannkvaliteten i laksemerder varierer på ulike tidsskaler, og laksen i merdene er nødt til å takle disse stadige endringene. Akklimatisering, stoffskifteregulering og habituering til nye temperaturer og oksygenforhold er tidkrevende prosesser, så hvor godt henger laksen med i endringene?



Thomas Torgersen

thomas.torgersen@imr.no

Lars Helge Stien

lars.helge.stien@imr.no

Bjørn Olav Kvamme

bjorn.olav.kvamme@imr.no

Mette Remen

mette.remen@imr.no

Ole Folkedal

ole.folkedal@imr.no

Tore Sigmund Kristiansen

tore.kristiansen@imr.no

Fiskens overlevelse, vekst og velferd er i stor grad bestemt av hvilken vannkvalitet den tilbys, og hvordan vannkvaliteten varierer over tid. Vill laks har hele havet å bevege seg innenfor, og kan derfor svømme bort fra områder de ikke trives eller fungerer godt i. Laks i merd har ikke den samme muligheten, men må klare seg i det vannet som til enhver tid strømmer gjennom merden. De viktigste vannkvalitetsparameterne for laks i sjøfasen er temperatur og oksygenkonsentrasjon. pH, saltholdighet, ammoniakk- og karbon-

dioksidinnhold har også betydning, men i merder i sjø er disse stort sett innenfor akseptable verdier. Temperatur og oksygenkonsentrasjon bestemmer fiskens evne til å ta opp oksygen fra vannet. Temperaturen i vannet er også en avgjørende faktor for hvor mye oksygen fisken trenger til stoffskiftet.

Temperaturen i en merd er bestemt av oppdrettsanleggets beliggenhet sammen med strøm, vær og sesong. Oksygenkonsentrasjon er også bestemt av disse forholdene, men er i tillegg svært påvirket av hvor mye fisk det er i merdene, oppdrettsanleggets utforming, algevekst på nøter etc. Både temperatur og oksygenkonsentrasjon i merdene varierer over tid, og fisken må derfor kunne takle endringer i vannmiljø. Dette gjør den på flere måter: adferdsendring, habituering (mental tilvenning), akklimatisering og regulering av stoffskiftet. En laks som opplever at miljøet endres kan endre adferd slik at den blir bedre i stand til å takle de nye betingelsene, som å redusere aktivitetsnivået eller minske føropptaket ved lite oksygen i vannet. På denne måten reduserer den sitt eget oksygenbehov. Alternativt kan den utnytte den vertikale miljøvariasjonen i merden ved å svømme til det dypet som har de beste forholdene.

I norske farvann kan det være stor temperaturvariasjon fra topp til bunn i en merd, mens det for eksempel i Tasmania (som også har lakseoppdrett) kan være problematisk høye temperaturer gjennom hele merden flere uker i strekk, og laksen har da ingen steder å rømme til. Adferdsrespons er hurtige og har relativt lav kostnad for fisken. Hvis laksen takler miljøendringer på denne måten, er hyppigheten av endringene av mindre betydning for laksens overlevelse, vekst og velferd. Habituering, akklimatisering og regulering av stoffskiftet er tregere responser. Dersom miljøendringene i en merd foregår hurtig og kommer hyppig, kan fiskens evne til å tilpasse seg de nye forholdene være utilstrekkelig, og fisken blir utsatt for mentalt og fysiologisk stress. Videre vil tilpasning til nye betingelser koste: Akklimatisering krever energi, en laks som tilpasser en miljøendring i én retning, vil kunne bli enda dårligere til å takle en senere endring i en annen retning, nedregulering av appetitt eller immunforsvar kan føre til dårligere vekst og helse, og fisken kan bli i dårligere stand til å etablere det nødvendige forsvaret mot en sykdomsframkallende bakterie. Viktige spørsmål når det gjelder laksens evne til å takle varierende miljøforhold er derfor ikke bare hvordan og i hvilken grad den gjør det, men også:

Hvor fort gjør den det i forhold til hyppigheten av og hastigheten til miljøendringene?

Hvilke konsekvenser har disse tilpasningene?

Hvordan og hvor raskt tilpasser laksen seg?

Når laksen ikke kan forflytte seg vekk fra nye temperaturer eller oksygenkonsentrasjoner må den tilpasse seg de nye forholdene ved habituering, akklimatisering og regulering av stoffskiftet. *Habituering* er en mental tilvenning til de nye forholdene. Dette gjør ikke fisken mer fysiologisk tilpasset, men reduserer stressnivå og energi brukt på å forsøke å finne et bedre sted å være. *Akklimatisering* er en fysiologisk endring som skjer i laksen for å gjøre den mer tilpasset de nye miljøbetingelsene. Eksempler på dette er at gjellebuene endrer overflate for å få et mer tilpasset oksygenopptak og at det skjer en endring i blodsammensetning for å få en mer effektiv oksygenomsetning under de rådende miljøbetingelsene. Laks kan også tilpasse seg nye miljøbetingelser gjennom *regulering* av stoffskiftet (metabolismen). I en situasjon der fiskens forbrøning øker som følge av en temperaturøkning, eller i et tilfelle der metabolismen begrenses av redusert oksygeninnhold, kan fisken nedregulere det fysiologiske aktivitetsnivået slik at den opprettholder et energioverskudd som kan brukes til vekst eller til å takle andre utfordringer.

Ut fra en rekke forsøk under kontrollerte miljøbetingelser i Havforskningsinstituttets nye forsøkshall på Matre har vi beregnet laksens evne til å tilpasse seg miljøendringer ved hjelp av habituering, akklimatisering og regulering av stoffskiftet. En temperaturøkning på 10 °C vil føre til en umiddelbar stressrespons og gi en økning i oksygenforbruket på mer enn 200 % (Figur 3.5.3.1). Dette skyldes både at biokjemiske prosesser i cellene går raskere og at laksen bruker mer energi på å puste, svømme og stresse. I løpet av seks uker halveres oksygenforbruket ettersom fisken habitueres, akklimatiseres og stoffskiftet nedreguleres. Potensialet for tilpasning er derfor stort. Nedreguleringen går raskt; 25 % per dag, mens habituering og akklimatisering er mye tregere; kun 5 % per dag. Laksen har en helt annen reaksjon på temperatursenkning: Temperatursenkning utløser ikke en tilsvarende stressrespons, og de lavere hastighetene til de biokjemiske prosessene fører til et kraftig fall i generelt oksygenforbruk. Over påfølgende dager oppregulerer laksen stoffskiftet, og oksygenforbruket stiger igjen.

Hypoksi, det vil si undermetning av oksygen i vannet (lav oksygenkonsentrasjon),

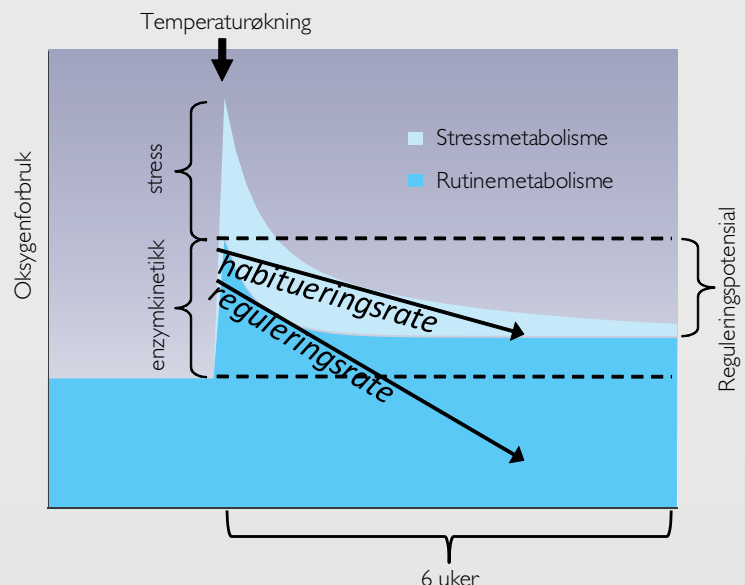
har lignende effekt på laks som økt temperatur. Den umiddelbare responsen er ofte forhøyet oksygenforbruk, trolig på grunn av stress og økte kostnader knyttet til oksygenopptak. Denne responsen kan vare opptil flere uker (Figur 3.5.3.2A). Vi har i ulike forsøk observert at laksen deretter nedregulerer stoffskiftet, og at laks som blir holdt i hypoksisk vann bruker mindre oksygen enn laks som holdes i vann med full oksygenmetning (Figur 3.5.3.2). Vi mangler gode estimater på hastigheten til habituerings-, akklimatiserings- og reguleringsresponsene i forhold til hypoksi, men det ser ut til at disse er vel så langsomme som responsene til temperaturendringer. Vi har i forsøk sett tegn på at immunsystemet nedreguleres over tid etter at fisken blir eksponert for dårlige oksygenforhold. Immunsystemet er energikrevende å opprettholde, så dette kan være en viktig måte for laksen å få ned oksygenbehovet sitt på. Dette kan imidlertid gjøre laksen mer utsatt for diverse sykdommer, så tilpasning til et dårligere miljø er ikke nødvendigvis udelte positivt.

I tillegg til de rene fysiologiske målbare effektene av miljøendringer kommer laksens adferdsmessige reaksjoner på miljøendringer. I forsøk har vi observert at laks som utsettes for en kortvarig økning av temperaturen tilsynelatende raskt restitueres etter at temperaturen er tilbakeført til

oppriinnelig nivå. Imidlertid tar det lengre tid før de oppfører seg som før: Laksen i forsøkene var lært opp til å assosiere lysblink med påfølgende føring, og ustresst fisk reagerte derfor med å svømme opp mot foringsstedet når de så lysblinkene. Etter at de hadde vært gjennom den kortvarige temperaturøkningen, reagerte de imidlertid med først å flykte fra lyset og deretter bare nølende svømme opp mot foringsstedet. Denne forsterkede fryktraksjonen og reduserte forventingsadferden vedvarte flere timer etter at oksygenforbruk og stresshormonnivå var tilbake på normalnivå. Foreløpige resultater tyder også på at laks som utsettes for gjentatte, daglige temperaturendringer bruker lengre tid (dager og uker) på å gjenvinne forventningsadferden enn de bruker på å gjenoppta normalt føropptak.

Betydningen av langsom tilvenning

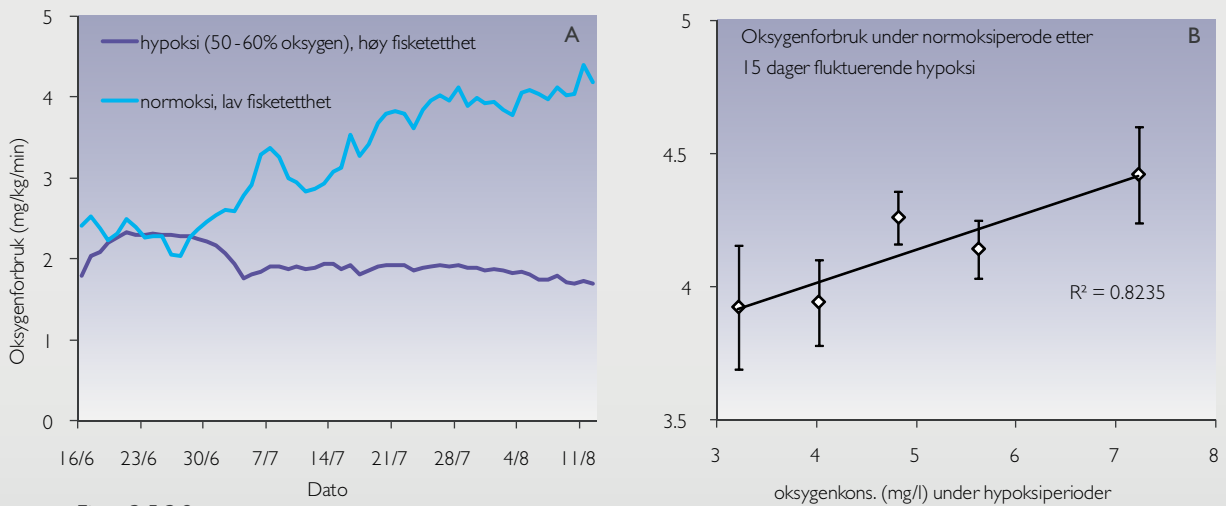
Laksens langsomme tilvenning til nye betingelser gjør at den mye av tiden vil være tilpasset og tilvent et annet miljø enn det den opplever. Figur 3.5.3.3 viser et eksempel på temperaturvariasjon i en laksemerd på Vestlandet over ni måneder (A) og den beregnede effekten på laksens oksygenforbruk (B, C). Oksygenforbruket varierer med temperaturen, og denne variasjonen i forbruk skyldes i stor grad at fisken henger etter i tilvenningen. Hadde laksen oppnådd tilvenning umiddelbart etter at



Figur 3.5.3.1

Effekten av 10 °C temperaturheving på oksygenforbruket til laks. Den høyere temperaturen har en umiddelbar virkning på *enzymkinetikken* (biokjemiske prosesser går raskere) og på adferd og andre prosesser som fører til *stressmetabolisme*. Over tid nedreguleres *rutinemetabolismen*, og hvor raskt og i hvilken grad dette skjer bestemmes av *reguleringsraten* og *-potensialet*. *Stressmetabolismen* blir også borte over tid, hvor raskt bestemmes av *habitueringsraten*.

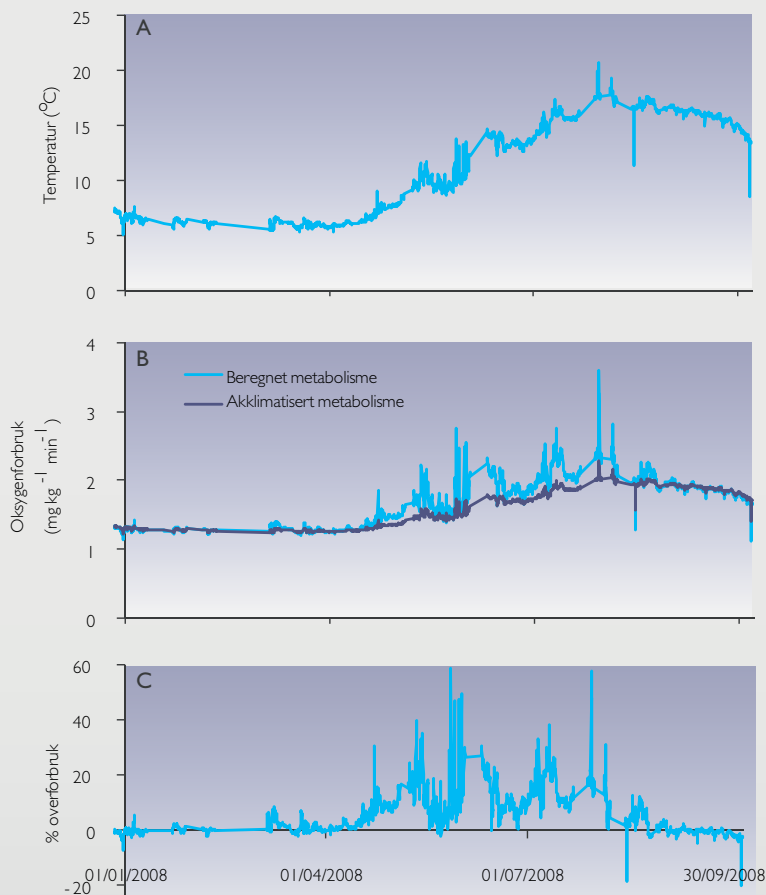
The effect of a 10 °C temperature increase on oxygen consumption of salmon.



Figur 3.5.3.2

A. Hypoksi fører til at laksen først bruker mer oksygen pga. stress og deretter nedregulerer stoffskiftet. B. Laks som får hypoksisk vann to ganger om dagen nedregulerer stoffskiftet kontinuerlig og har derfor lavere oksygenforbruk også under perioder med full oksygenmetning.

Hypoxia first makes the salmon use more oxygen due to stress before it later down-regulates its metabolism. B. Salmon that experience a period of hypoxia twice a day down-regulate their metabolism continuously and their metabolism is therefore lower also during periods of normoxia.



Figur 3.5.3.3

Variierende temperaturer i et vestnorsk oppdrettsanlegg (A) førte til gjennomgående høyere oksygenforbruk enn om fisken til enhver tid var tilpasset omgivelsestemperaturen (B). Merforbruket som skyldes mangel på tilvenning utgjorde i perioder ca. 30 % (C).

Variable temperatures in a western Norwegian salmon farm (A) lead to generally higher metabolism than if the salmon were adapted to the ambient temperature at all times (B). The higher consumption due to lack of adaptation was often around 30% (C).

den ble eksponert for en ny temperatur, ville forbruket gjennom vår og sommer vært betydelig lavere. Overforbruket som skyldes at laksen ikke er tilpasset temperaturen den lever i, er i dette eksempelet over 20 prosent i perioder. Et slikt forhøyet oksygenforbruk innebærer et forhøyet energiforbruk og mindre tilgjengelig metabolsk kapasitet til fordøyelse, vekst, sykdomsforvar og andre energikrevende aktiviteter. Dette overforbruket er dermed avgjørende for hvor mye fôr som er nødvendig for å produsere slakteklar laks. I forsøk har vi sett at merforbruket av oksygen ved overføring til høyere temperaturer fører til lavere fôrutnyttelse og lavere vekst.

How does Salmon Cope with Fluctuating Sea Cage Environments

Water quality in salmon cages varies on different time scales, and the salmon in the cages have to deal with these changes. Acclimation, metabolic regulation and habituation are processes that take time, so how well does the salmon cope with the changes?

Salmon in sea cages do not have the same opportunity as wild fish to respond behaviourally to changing environmental conditions, i.e. they cannot swim away. Salmon in sea cages adapt to changing environments, especially temperature and oxygen saturation, both mentally and physiologically. Enzyme activity is regulated so that it matches the environment, and this is largely accomplished within days. Stress responses to environmental changes decay due to habituation, and in salmon, these processes are slower and require weeks.

3.5.4 SLAKTING AV FISK – VELFERD, NEUROGLOBIN OG KARBONMONOKSID

Markedet krever i dag at avlaving av fisk skal skje på en velferdsmessig og etisk akseptabel måte. Allerede transporten fra ventemerd til bedøvelse er stressende for fisken, og fiskens kondisjon i avlivningsøyeblikket varierer mye.

Erik Slinde
erik.slinde@imr.no

Bjørn Olav Kvamme
bjorn.olav.kvamme@imr.no

Avliving av fisk

I dag er det tre metoder i bruk for å bedøve fisk ved slakting: slag, elektrisitet og karbondioksid. Etter bedøvelsen skjæres gjellebuene over, og fisken dør av blodtapet. Ingen av disse tre metodene for bedøvelse og avliving er optimale. Karbondioksid er veldig stressende for fisken, og man ønsker at metoden skal forbys. Slag har den ulempen at det er vanskelig å treffe godt nok hver gang. Dette fører til at noen fisk ikke blir bedøvet eller dør slik den skal. Elektrisitet fører ofte til sterke sammentrekninger i muskulaturen, slik at ryggraden brykker og en får blodflekker i fileten. Dette går ut over kvaliteten på produktet og er lite ønskelig.

Det som kanskje forundrer oss mest er at selv om vi mener at avlivingen har vært optimal, så ser vi at fisk ofte viser tegn til liv når den ligger i utblødningskaret. Hva kan dette skyldes?

Nye oppdagelser – nye muligheter

I 2000 fant man at dyr ikke bare inneholder oksygentransportstoffene hemoglobin (i blod) og myoglobin (i muskel), men også et tredje oksygentransporterende protein, neuroglobin. Dette proteinet finnes i dyrenes hjerne og nervevev og har større evne til å binde oksygen enn både myoglobin og hemoglobin. Evolusjonsmessig er det nok slik at dette proteinet skal hjelpe oss å overleve når det er lite oksygen til stede, og det er globinene som øker i mengde når dyr blir utsatt for lite oksygen. Fisk som av og til svømmer i stillestående vann med lite oksygen, trenger nok dette proteinet for å ha tilstrekkelig oksygen til at hjernen kan fungere optimalt også under slike betingelser. Det er også interessant at det under hjernen på fisken finnes en svampaktig sekk (*Saccus vasculosus*) som inneholder mye blod og rødfarge fra slike oksygenbindende globiner. Det er godt mulig dette er et oksygendepot hvor fisken lagrer oksygen slik at den kan beskytte hjernen mot skade ved oksygenmangel.

Ål er svært vanskelig å ta livet av, og hos ål er sekken under hjernen helt svart av



Figur 3.5.4.1

Bilde av en makrell som er bedøvd med CO-gass. Legg merke til rødfargen i fileten som skyldes at CO binder seg til myoglobin i muskelen og rester av blod i fileten. *Samples of mackerel anaesthetized with CO gas. Note the red colour of the fillet that is due to the binding of CO to myoglobin in the muscle and to rests of hemoglobin in the fillet.*

oksygenbindende proteiner, liksom blod som er svart på farge når det forekommer i store mengder, men blir rødt når vi fortyner det med kaldt vann.

Hjernerød og oksygenlagre

Kriteriet for at et dyr er dødt er at hjernen er død. For at dette skal skje tilstrekkelig raskt hos fisk er vi nødt til å fjerne oksygen fra hjernen og oksygenlagrene rundt denne. Når det gjelder oksygen bundet til neuroglobin, kjenner vi bare tre gasser som hindrer dette; cyanid, nitrogenoksid og karbonmonoksid. Cyanid er giftig og har blant annet blitt brukt i gasskammer. Nitrogenoksid reagerer svært lett med vann og danner sterke syrer. Dette er heller ikke spesielt heldig i forbindelse med slakting av fisk. Disse to første gassene anser vi som lite tjenelige i denne sammenheng. Den tredje av gassene, karbonmonoksid (kullos) eller CO-gass, har vi derimot mye kunnskap om, og den blir brukt i tungindustrien og matvareindustrien. Den benyttes i stor utstrekning i metallindustrien, brukes til avliving av bl.a. mink, og har vært brukt i Norge i 18 år ved pakking av kjøttvarer for å få fin farge på kjøttet. Dessverre er den nå forbudt ifølge et EU-direktiv, men brukes til pakking av kjøtt i USA. CO er også en gass som vi utsettes for i små mengder når vi ferdes i bytrafik-

ken og ved sigarettøyking. I USA brukes CO i fiskeindustrien til å røyke tunfisk og annen tropisk fisk. Renset røyk som inneholder 15–40 % CO gir fisken en fin rød farge (Figur 3.5.4.1). I tillegg hindrer CO vekst av bakterier og bidrar derfor til bedre hygiene, bedre holdbarhet på produktene og hindrer produksjon av uønskede bakterielle produkter som histamin. Denne bruken er i dag ikke tillatt i EU og følgelig heller ikke i Norge. Karbonmonoksid er giftig og har et dårlig rykte, men det er langt fra ubehagelig å bli kullosforgiftet, siden gassen har en berusende virkning.

Karbonmonoksid og fisk!

Hvordan virker så karbonmonoksid på fisk? La oss først slå fast at vi i dag ikke har utstyr som lett kan måle hjernebølger hos fisk. Den lille hjernen de har er langt fra så utviklet som hos mennesker og andre dyr. Derfor må vi stole på det vi ser, og benytte adferd for å se hvordan fisken har det. Overfører vi makrell til en tank hvor det bruser CO-gass opp fra bunnen, svømmer makrellen fint rundt og gjennom gassen uten å vise noen form for fluktreaksjoner. Etter rundt fem minutter får den problemer med å svømme og vender buken opp, og etter noen minutter til er den død. Makrellen viste ingen tegn på panikk eller stress før døden, og det ser altså ut som om fisken får en ”god”



død. Laks som blir avlivet på samme måte oppfører seg svært likt makrell.

Det mest interessante forsøket vi har gjort med CO-gass, var første gang vi studerte virkningen på en ål. Denne viste tydelig nysgjerrighet for gassboblene og la seg etter en stund til ro på bunnen av karet. Den måtte jages litt rundt for at den skulle få "pustet" inn tilstrekkelig med CO-gass fra sjøvannet. Ålen viste overhodet ingen form for stress, panikk eller angst mens den var i karet. Etter en stund kunne ålen løftes opp av tanken som en taustump. Alle som kjenner til hvor vanskelig det er å ta livet av ål, vet hvor spesielt dette er. Disse resultatene viser klart at CO kan være en svært aktuell metode for å bedøve og avlive fisk, og kanskje spesielt for ål der vi i dag ikke har noen gode metoder for avliving som er etisk akseptable.

Adferdsmessig sett synes CO-gass å være velegnet middel for å berolige og bedøve fisk. I store mengder fører den til død, slik det også er når vi bruker store mengder av andre bedøvelsesmidler. Vi tror at virkningen skyldes at CO binder seg til neuroglobin i hjernen som da ikke får oksygen og dermed dør. Transporten av CO til hjernen skjer ved at neuroglobin binder CO sterkere enn både myoglobin og hemoglobin, og det er hemoglobin i blodet som sørger for transporten av CO fra gjellene. En tilleggs-effekt med CO gass er derfor at hemoglobin i blodet og myoglobin i musklene får en rød, fin farge fordi CO også binder seg til disse proteinene. Vi får derfor rødfarget makrellfilet, og rødfargen i laks blir også noe bedre samtidig som gjellene blir sterkere rødfarget.

Slaughter of Fish – Welfare, Neuroglobin and Carbon monoxide

Slaughter of fish is not optimal from a welfare point of view. We lack understanding of the oxygen storage protein neuroglobin in the fish brain and the heme red proteins in the Saccus vasculosus. Present methods used to stun and slaughter fish: electricity, percussion, chilling and carbon dioxide (CO²) are stressful. Sedation followed by anaesthetisation and slaughter that does not evoke stress responses would be very beneficial. We have found that CO has sedation and anaesthetic effects in fish. Fish swimming in CO saturated water shows no signs of panic or stress, and

Både hemoglobin og myoglobin inneholder jern, og dette jernet fremmer harskning. Dette er et stort problem i fet fisk som inneholder svært mye polyumettet fett. Når CO bindes til dette jernet, reduseres evnen til harskning betraktelig, og produktene får bedre holdbarhet og kvalitet.

Den giftige effekten av CO-gass er vurdert av Verdens helseorganisasjon (WHO). CO er en fargeløs og smakløs gass som produseres ved ufullstendig forbrenning, og vi utsettes for denne gassen i bymiljøer og ved tobakksrøyking. Mengden i blodet er avhengig av luftkonsentrasjonen, eksponeringstiden og ens fysiske aktivitet. Bruk av små mengder til pakking er betraktet som trygt, og det gjelder også røyking av fisk med filtrert røyk.

Bruk av CO kan summeres slik:

- 1) CO binder seg til neuroglobin og virker bedøvende og euforisk.
- 2) Den bedrer det etisk akseptable i slakteprosessen.
- 3) CO binder seg til de oksygenbindende proteinene i det svampaktige vevet under hjernen.
- 4) Den bedrer fargen på filetene
- 5) CO hindrer harskning.
- 6) CO hindrer bakterievekst og derved histamindannelse.

Studier av neuroglobin og hjerneaktivitet vil bedre forståelsen av velferd hos fisk. Bruk av CO-gass er en interessant tilnærming til avliving av fisk, men også til bruk ved avliving av andre dyr som fjærfe og gris er det interessant, da det i dag heller ikke her er så god velferd som ønskelig ved slakting.

are fully anaesthisised after 5–10 minutes. From a welfare point this is very favourable. Also, CO is widely used in metal and food industry and are well known as an industrial gas. We believe that CO binds to oxygen storage proteins in the Saccus vasculosus and neuroglobin in the brain and cause sedation and anaesthetisation of fish/animals. Our current project on the use of CO in slaughtering of fish, and the function of neuroglobin will give new and increased understanding of fish welfare during slaughter. This will give better welfare for the fish and sustain the development of ethically sound slaughtering methods.

3.5.5 HVA BESTEMMER VANNUTSKIFTNING OG OKSYGENFORHOLD I OPPDRETTSMERDER?



Foto: Frode Oppedal

I de senere år er merdene blitt større og inneholder høyere biomasse uten at oppdretterne nødvendigvis har kalkulert konsekvensene for miljøet i form av vannstrøm og oksygeninnhold. Basert på observasjoner er det utviklet en enkel modell hvor vannutskifting og oksygenforhold i fiskeoppdrettsanlegg beregnes ut fra bakgrunnsstrøm, fisketetthet og merdstørrelse. Resultatene viser at fisketettheten i store merder må være betydelig lavere enn i små for å kunne opprettholde god vannutskifting, og vi kan si at bæreevne målt som tetthet er lavere i store enn i små merder. Risikoen for at det oppstår ugunstige oksygenivå øker med størrelsen på merden.

Jan Aure

jan.aure@imr.no

Jannicke Vigen

jannicke.vigen@student.uib.no

Frode Oppedal

frodeo@imr.no

Det livgivende oksygen

Oksygen er uunnværlig i alle energikrevende prosesser hos laks. Tilstrekkelig oksygentilførsel er avgjørende for å kunne ta opp mat og omdanne denne til energi og vekst. Oksygenverdier som ligger under trivsels- og ikke minst toleransegrensene gir ikke bare dårlige produksjonsresultat for oppdretteren gjennom dårlig appetitt og fôrutnyttelse, men også redusert sykdomsmotstand og dårlig velferd. Dersom

fisken over lengre tid ikke får dekket oksygenbehovet vil den konsentrere opp melkesyre i muskulaturen og dø.

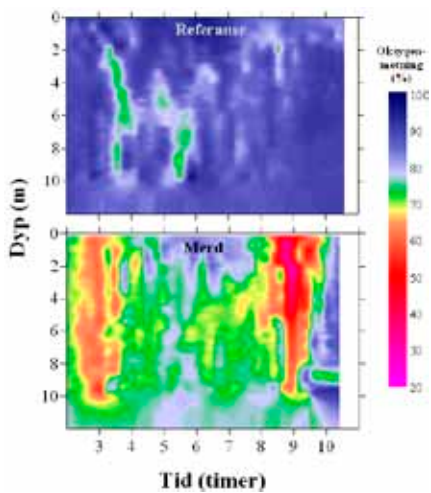
Grenseverdier for oksygen i merdene

Laks i naturen er tilpasset et liv hvor oksygenmetningen i vannet er rundt 100 %. Ettersom oksygenets løsningssevne synker med økende temperatur, tilsvarer dette i sjøvann ca. 11, 9 og 8 mg/l ved henholdsvis 2, 10 og 16 °C. De fleste studier som har undersøkt konsekvenser av dårlige oksygenforhold har vært gjort ved stabile nivå av oksygen over lengre tid og viser at appetitt og vekst reduseres allerede ved 80 % metning (6,4 mg/l ved 16 °C sjøvann), mens andre studier viser et knekkpunkt på 67 % metning (5,4 mg/l ved 16 °C sjøvann). En utredning gjort for Mattilsynet konkluderer med at verdier ned til 60 % kunne tolereres (4,8 mg/l ved 16 °C sjøvann), verdier ned til 50 % (4 mg/l ved 16 °C sjøvann) kunne tolereres dersom alle andre forhold var optimale, mens 40 % metning (3,2 mg/l ved 16 °C sjøvann) var uakseptabelt. Men ute i merdene er det store fluktusjoner som følge av tidevann, vind, avrenning fra land, jordrotasjon med mer, og laksen opplever sjeldent stabilt lave oksygenivåer. Imidlertid viser nye forsøk at grenseverdiene som nevnt over, også er gyldige for varierende lave oksygenforhold. Ved verdier ned mot 40 % metning (3,2 mg/l ved 16 °C sjøvann) i to timer døde en del fisk dersom den ble utsatt for andre stressende forhold samtidig.

derte med at verdier ned til 60 % kunne tolereres (4,8 mg/l ved 16 °C sjøvann), verdier ned til 50 % (4 mg/l ved 16 °C sjøvann) kunne tolereres dersom alle andre forhold var optimale, mens 40 % metning (3,2 mg/l ved 16 °C sjøvann) var uakseptabelt. Men ute i merdene er det store fluktusjoner som følge av tidevann, vind, avrenning fra land, jordrotasjon med mer, og laksen opplever sjeldent stabilt lave oksygenivåer. Imidlertid viser nye forsøk at grenseverdiene som nevnt over, også er gyldige for varierende lave oksygenforhold. Ved verdier ned mot 40 % metning (3,2 mg/l ved 16 °C sjøvann) i to timer døde en del fisk dersom den ble utsatt for andre stressende forhold samtidig.

Fiskens oksygenforbruk

Laks større enn ca. 1 kg forbruker mellom



Figur 3.5.5.1

Normale oksygenforhold i september ved måling i et referansepunkt utenfor merdene og ekstremt lave oksygenforhold ved bortimot strømsstille inne i en merd av kommersiell størrelse (24 x 24 m) med 77 tonn laks og beregnet tetthet på ca. 7 kg/m³. Variasjon i oksygenivå skyldes hovedsakelig tidevannsdrevet variasjon i vannstrøm.

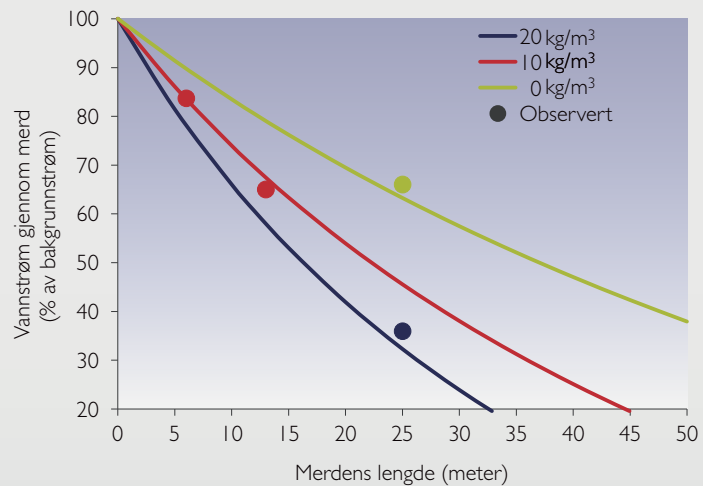
Oxygen conditions in September at a reference point and extreme hypoxia during tidal periods of standing currents within a commercial cage (24 x 24 m) holding 77 tonnes of Atlantic salmon at an approximate stocking density of 7 kg/m³.

3 og 8 kg oksygen per tonn fisk i løpet av et døgn med høyest forbruk om sommeren og tidlig på høsten. Forbruket øker også ved føring og i stressende situasjoner, som for eksempel i situasjoner med redusert oksygenforhold. I et fiskeoppdrettsanlegg vil både fiskens spesifikke oksygenforbruk og fisketettheten (eller mengde fisk) være bestemmende for oksygenforbruket. Oksygenet som forbrukes av fisken, må erstattes med oksygenrikt sjøvann som strømmer gjennom oppdrettsanlegget.

I de siste årene har oppdrettsanleggene blitt stadig større for å effektivisere produksjonen. Større anlegg fører til økt friksjon og dermed redusert vanntilførsel. I tillegg må vannet også passere flere fisk enn tidligere. Dette fører til en økt risiko for periodevis lave oksygenverdier i merdene. Dette bekreftes av undersøkelser i store merder hvor oksygenmetninger under 30 % (Figur 3.5.5.1) er målt i strømsvake perioder. De potensielt største problemene med oksygenunderskudd i merdene oppstår som oftest om sommeren og tidlig høst når fiskens oksygenforbruk er på det høyeste og vannets innhold er på det laveste på grunn av høy temperatur.

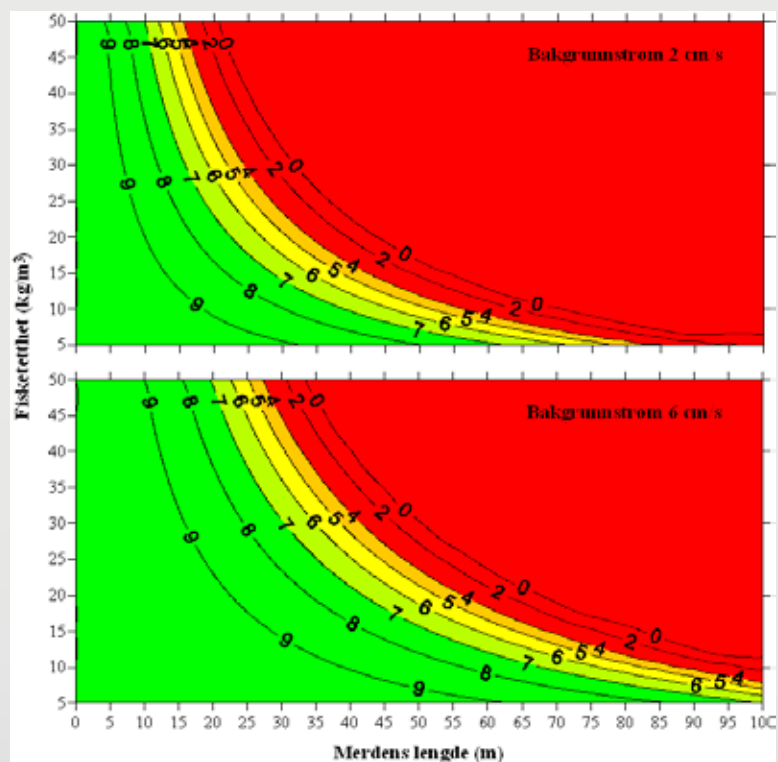
Beregninger av strøm og oksygenforhold

Vannstrømmen gjennom et oppdrettsanlegg bremses av nøtene og fisken inne i



Figur 3.5.5.2

Modellert (linjer) og observert (punkt) vannstrøm gjennom en fiskemerd gitt som % av bakgrunnsstrømmen og som funksjon av merdens lengde i meter for fisketetthet 0, 10 og 20 kg/m³. Modelled and observed current through a fish cage given as % of the natural current and as a function of the cage length with fish density 0, 10 and 20 kg/m³.



Figur 3.5.5.3

Beregnet midlere oksygenkonsentrasjon (mg/l) i en fiskemerd som funksjon av fisketetthet (kg/m³) og merdens lengde (m) i en sommersituasjon (sjøvann, 15 °C, 120 % oksygenmetning) med lite (2 cm/s) og relativt god bakgrunnsstrøm (6 cm/s). Calculated mean oxygen concentrations (mg/l) in a fish cage as a function of fish density (kg/m³) and the cage length (Lx, meter) in a summer situation (seawater, 15 °C, 120 % oxygen saturation) with weak (2 cm/s) or relative good (6 cm/s) water currents.

anlegget. Basert på strømmålinger i og ved oppdrettsanlegg har vi beregnet friksjonskoeffisienten ved ulike fisketettheter, og denne økte tilnærmet proporsjonalt med økende fisketetthet. I tillegg til at vann-

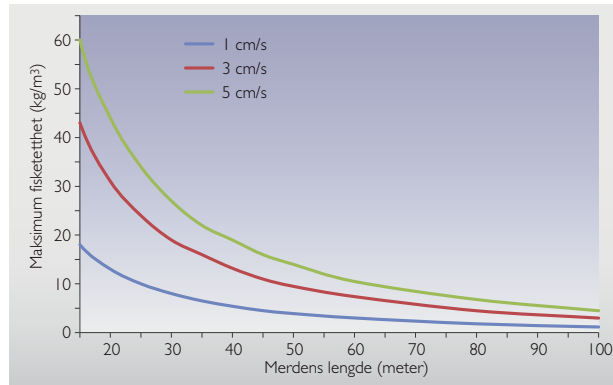
strømmen avtar med økt fisketetthet, vil den også reduseres med økt lengde på anlegget. I figur 3.5.5.2 er den gjenværende prosent av strømmen gjennom en oppdrettsmerd ($\frac{\text{vannstrøm}_{\text{ut}}}{\text{vannstrøm}_{\text{inn}}}$)

100 %) beregnet som en funksjon av merdens lengde og fisketettheter på 20, 10 og 0 (tom merd) kg/m³, hvor vannstrøm_{min} er bakgrunnsstrømmen på lokaliteten og vannstrømut er strømhastigheten ved enden av oppdrettsmerden. For eksempel vil en 25 m merd redusere vannstrømmen til ca. 70 % av bakgrunnsstrømmen uten fisk (0 kg/m³) og til ca. 35 % med en fisketetthet på 20 kg/m³. Vi ser også at lengden på merden har stor betydning for vanngjennomstrømmingen. Ved en fisketetthet på 10 kg/m³ vil for eksempel strømhastigheten reduseres til ca. 70 % av bakgrunnsstrømmen for en merd på 12 m og til ca. 15 % for en 50 m lang merd. Dette viser tydelig at i store merder (både kompaktanlegg med firkantmerder og sirkelmerder) må det være en betydelig redusert fisketetthet i forhold til små merder for å sikre en god vannutsiftning.

Oksygenforholdene i et oppdrettsanlegg er dermed bestemt av bakgrunnsverdier for vannstrøm og oksygen, fisketettheten, fiskens oksygenforbruk og sjøtemperatur. I figur 3.5.5.3 er oksygenverdiene i et anlegg beregnet for ulike fisketettheter med økende lengde på anlegget for en periode med relativt svak strøm (2 cm/s) og en periode med relativt normale midlere strømforhold (6 cm/s) i en sommersituasjon med sjøvannstemperatur på 15 °C. Som nevnt over er det i de rolige strømperiodene i sommerhalvåret en forventer størst problemer med oksygenforholdene i et oppdrettsanlegg. Dersom kravet til midlere laveste oksygenverdi i anlegget settes til 7 mg/l, ser vi i figur 3.5.5.3 at når merdens lengde er 25 m kan midlere fisketetthet være om lag 20 kg/m³. Dersom merdens lengde er 50 m, må fisketettheten reduseres til ca. det halve for å opprettholde de samme oksygenforholdene i merden. Vi ser også at følsomheten for endringer i oksygenverdiene ved økt fisketetthet er betydelig større for store merder. For en 50 m lang merd skal det bare en økning på ca. 5 kg/m³ før midlere oksygenverdi reduseres fra 7 til 4 mg/l, mens det for en merd med lengde 25 m må fisketettheten øke med ca. 15 kg/m³ for å få samme reduksjon i oksygeninnivå. Hver enkeltfisk sitt svømmedypp er påvirket av blant annet tid på døgnet, lys/mørke, sultnivå, føring, temperaturgradienter og tetthet. Dette fører til at normal observert fisketetthet vanligvis ligger på 1,5 til 5 ganger den beregnede. Resultatene over viser at store merder er betydelig mer følsomme for periodevis lave oksygenverdier enn mindre merder som følge av atferdsmessige endringer i fisketettheten.

Bæreevnen til store oppdrettsmerder er begrenset

Definisjonen av bæreevnen for et opp-



Figur 3.5.5.4
Laks med høy ventilasjonsfrekvens som svømmer i overflaten under ekstremt lave oksygenkonsentrasjoner. Atlantic salmon display high ventilation frequency at surface under severe hypoxic conditions.



Figur 3.5.5.5

Beregnet maksimal midlere fisketetthet (kg/m³) i en merd (bæreevne) som en funksjon av merdens lengde (m) og vannstrøm (1, 3 og 5 cm/s) for en sommersituasjon (sjøvann, 15 °C, 120 % oksygenmetning). Laveste akseptable midlere oksygenverdi i merden er satt til 7 mg/l og oksygeninnholdet i upåvirket sjøvann er 10 mg/l.

Calculated maximum mean fish density in a fish cage (kg/m³) as a function of cage length (m) and a water current of 1, 3 or 5 cm/s in a summer situation (seawater, 15 °C, 120 % oxygen saturation). Minimum acceptable mean oxygen concentration in the cage is set to 7 mg/l and oxygen in the surroundings is 10 mg/l.

drettsanlegg, uttrykt som maksimal fisketetthet, kan for eksempel være at midlere oksygenverdi i anlegget skal være over 7 mg/l ved en gitt observert midlere minimum strømverdi på lokaliteten. I figur 3.5.5.4 er bæreevnen således beregnet ved for lav (1 cm/s), middels (3 cm/s) og god (5 cm/s) minimum vannstrøm. Vi ser da at økningen i bæreevnen med økende minimum vannstrøm avtar med økende størrelse på anlegget og er ca. tre ganger større for merdlengde lik 25 m enn for merdlengde lik 50 m. Det er verdt å merke seg at for et 100 m langt anlegg vil bedre strømforhold bare gi en ubetydelig økning i bæreevnen i form av økt maksimal fisketetthet. Flere merder etter hverandre eller kompakte anlegg kan sees på som en merdenhet. I figur 3.5.5.5 er det vist fisk som utsettes for meget lave oksygenforhold og trekker mot overflaten og viser en meget med høy ventilasjonsfrekvens (gjellebevegelse).

Water Exchange and Oxygen Conditions in Cages

In recent years cages for salmon farming has increased in size and hold higher biomasses. However, consequences of such on water flow and oxygen levels through the cages have not always been necessarily considered. A simplified model based on field data has been developed, and water exchange and oxygen conditions are calculated from natural current conditions, fish density and cage length. The results show that in order to provide the same water exchange in large cages, the fish density must be reduced substantially in comparison to smaller cages. Larger cages increase the risk of extreme hypoxic conditions to occur.

3.6

Sykdom og smittespredning

3.6.1 LAKSELUSSITUASJONEN I HARDANGERFJORDEN VÅREN 2008

Våren 2008 observerte Havforskningsinstituttet en betydelig økning av lakselus i vannmassene i ytre deler av Hardangerfjorden sammenlignet med de fire foregående årene. Denne økningen har skjedd til tross for en betydelig innsats fra myndighetene og oppdrettsnæringen for å redusere antallet lakselus, bl.a. gjennom en kampanje vinteren 2008 med synkronisert avlusning på anlegg. Vindforholdene i mai 2008 var preget av færre og svakere sørlige vinder. Dette kan føre til en redusert innadgående transport i Hardangerfjordens overflatelag og dermed delvis kunne forklare den observerte økningen av lakselus i ytre deler.

Lars Asplin

lars.asplin@imr.no

Karin K. Boxaspen

karin.boxaspen@imr.no

Anne D. Sandvik

anne.sandvik@imr.no

Lakselus er en parasitt som sitter på laksefisk. Denne parasitten utgjør ikke noe stort velferdsproblem for stor laksefisk dersom den opptrer i mindre antall. For utvandrende villsmolt, som naturlig nok er av relativt liten størrelse, kan lakselus fort bli et problem. En tommelfingerregel er at mer enn ti lakselus på en villsmolt vil være dødelig. For sjørret kan antallet lakselus komme opp i flere titalls, og da får også disse fiskene problemer. Med dagens kontrollregime utgjør ikke lakselus noe stort biologisk problem for oppdrettsfisken, men lakselus er en potensiell utrydningfaktor for den ville fisken.

Lakselusa har ti stadier, der de tre første er såkalt planktoniske lakseluslarver og de svømmer fritt i vannmassene. De syv siste stadiene er festsittende på en laksefisk, men kan flytte seg fra fisk til fisk. Trusselen lakselus utgjør for de ville fiskene i et fjordsystem er derfor bestemt av hvordan lakselusa fordeler seg og i hvor store mengder de opptrer der villfisken ferdes. Dette bestemmes av hvor mange egg som klekkes, og det er stort sett lakselus på oppdrettsfisk som er kilden til denne produksjonen. For Norge under ett er det ca. tusen ganger så mye oppdrettslaks som vill laks, og i Hardangerfjorden er denne faktoren høyere. Fjordmiljøet bestemmer hvordan frittlevende lakselus fordeler seg i fjorden i de tre første svømmende stadiene (og de siste, dersom lusa ikke finner en vert å feste seg på). Først og fremst er



Hardangerfjorden. Foto: Lars Asplin

det strømmen som flytter lakselusa rundt i de øvre 10–20 m. Temperaturen og saltholdigheten i vannmassene bestemmer også en del av lakselusas skjebne, siden veksten og utviklingshastigheten henger nøye sammen med vanntemperaturen og

fordi lakselusa aktivt unnviker vann med saltholdighet lavere enn ca. 20.

Havforskningsinstituttet har siden 2004 overvåket mengde lakselus som finnes i vannmassene i Hardangerfjorden. På grunn

av naturlige variasjoner i fjordmiljøet, vil også fordelingen av lakselus i de tre første planktoniske stadiene variere. Det er viktig å overvåke naturlige variasjoner i fjordmiljøet med tilstrekkelig oppløsning i tid og rom. Skal vi kunne avgjøre om mengden lakselus endrer seg i forhold til naturlige svingninger, trenger vi lange tidsserier og kunnskap om variasjonen.

Overvåkingsmetodikk

Det er svært vanskelig å observere lakselusa direkte (fange og telle). Derfor måler vi lakselusmengde indirekte, som går ut på å plassere 20–30 laksesmolt i en liten merd (ca. 1 m³ stor) i ca. 1 m dyp under en oppdriftsblåse. Etter tre uker henter vi inn fisken og teller den lakselusa som har festet seg. I Hardangerfjorden hadde vi 15 slike bur i 2008, i perioden 7.–27. mai og 27.–16. juni (Figur 3.6.1.1).

Variasjoner i fjordmiljøet betyr svært mye for variasjoner i lakselusas fordeling, og vi legger ned en stor innsats også i å overvåke fjordmiljøet. Hydrografi (saltholdighet og temperatur) måles både som tidsserier fra faste posisjoner og i et fastsatt stasjonsnett. Tidsseriene består av observasjoner hvert 10. minutt og gjennomføres fra to observasjonsbøyer omtrent midt i Hardangerfjorden (<http://data.nodc.no/observasjonsboye>). Observasjonene er fra flere dyp i overflatelaget, og dataene publiseres i nær sanntid på internett. Bøyene observerer også strøm. Det fastsatte observasjonsnettet består av åtte tverrsnitt fra innerst til ytterst i fjorden med tre til fem stasjoner på tvers. Hver stasjon gir en vertikalprofil av saltholdighet og temperatur ned til minst 30 m dyp.

Modellering av fjordmiljøet gjøres med numeriske modeller. En sprednings- og vekstmodell for planktoniske lakseluslarver viser fjordmiljøvariasjonenes påvirkning. Lakselusmodellen baserer seg på timeverdier av strøm og hydrografi fra en fjordmodell som igjen drives av separate modeller for atmosfæren og kysthavet. Resultatene fra numeriske modeller er svært viktige til å utfylle observasjonene vi gjør, og bidrar til en bredere informasjonsbase der vi kan skaffe den kunnskapen vi trenger.

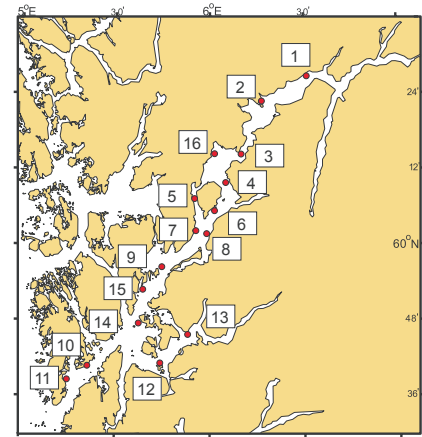
Lakselussituasjonen 2008

Vinteren 2008 ble det lagt ned en koordinert innsats fra myndigheter og oppdrettere for å redusere antall fastsittende lakselus på oppdrettsfisk på Vestlandet. Denne innsatsen ser ut til å ha vært vellykket, bortsett fra i ytre deler av Hardangerfjorden. Der viser gjennomsnittlig antall lus på fisken i smoltmerkene forholdsvis høye verdier, ca. ti lus i snitt (Figur 3.6.1.2). Innover i fjorden avtar antallet lakselus til neglisjer-

bare verdier innenfor Jondal. Det er også verdt å merke seg at luseantallet i den enkelte merd kan variere med mer enn 100 % i løpet av de to observasjonsperiodene (hhv. tre uker fra 7. mai og tre uker fra 27. mai).

Sammenligner vi situasjonen i 2008 med året før, finner vi en betydelig økning av lakselus i de ytre fjordstrøk (Figur 3.6.1.3). Økningen kan skyldes at det er produsert mer lakselus (antallet gravide lakselus på oppdrettsfisk har økt), eller at spesielle miljøforhold har ført til en oppkonsentrering av planktoniske lakseluslarver i ytre del av fjorden.

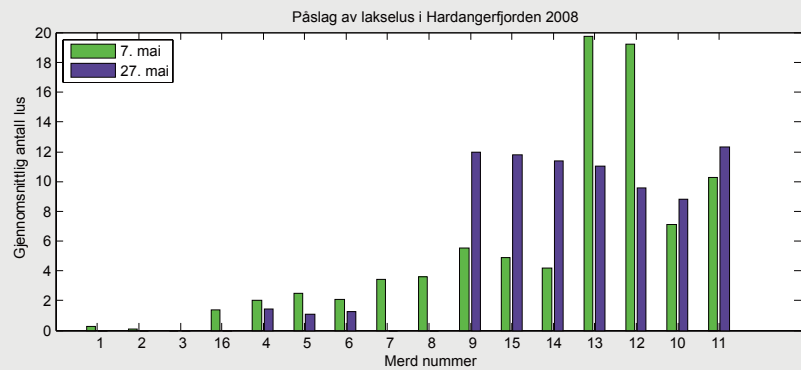
Myndigheter og næringen har i fellesskap koordinert innsatsen for å holde lusesituasjonen under kontroll. Ett enkelt anlegg inneholder mange nok laksefisk med betydelig potensial til å spre lakselus i fjorden.



Figur 3.6.1.1

Utplassering av smoltmerkene i Hardangerfjorden.

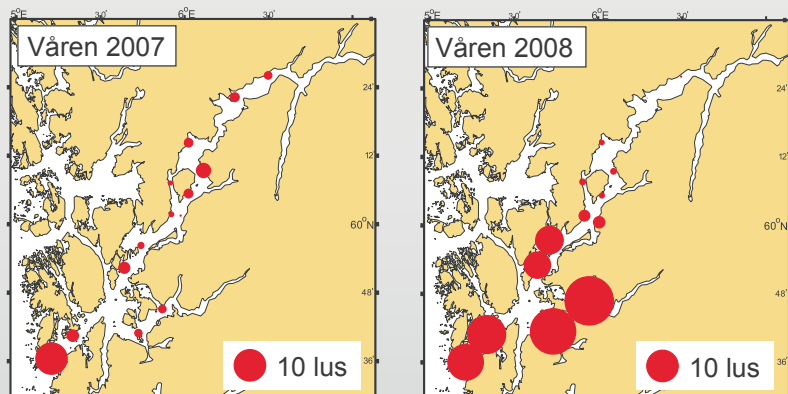
The locations of the sentinel cages in the Hardangerfjord.



Figur 3.6.1.2

Gjennomsnittlig antall lakselus på fisken i smoltmerkene i Hardangerfjorden for to 3-ukersperioder våren 2008. Merdnummereringen langs x-aksen går fra innerst i fjorden (til venstre) til ytterst (høyre).

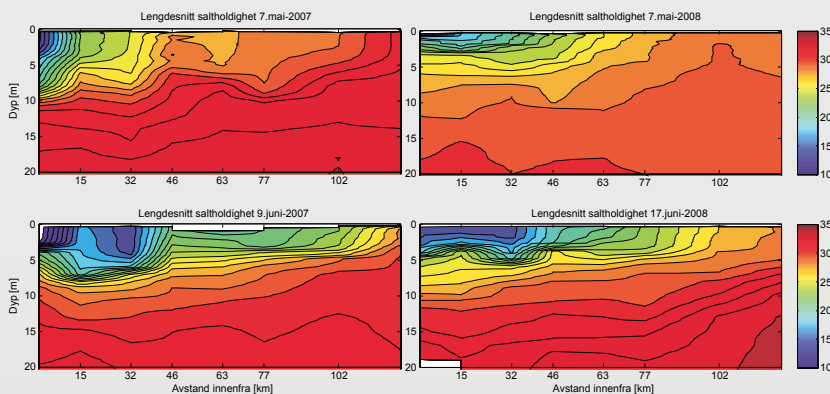
Mean number of salmon lice on the smolt in the sentinel cages in the Hardangerfjord for two 3-week periods, spring 2008. The cage numbering along the x-axis goes from the inner part of the fjord (left) and outwards (right).



Figur 3.6.1.3

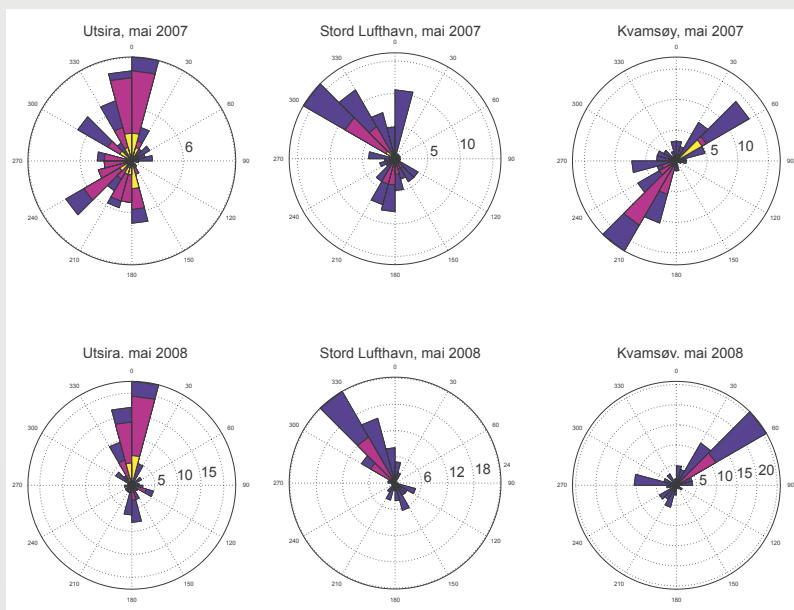
Gjennomsnittlig antall lakselus i smoltmerkene i Hardangerfjorden, våren 2007 og våren 2008.

Mean number of salmon lice (Norwegian: lus) on the smolt in the sentinel cages in the Hardangerfjord, spring 2007 (left panel) and 2008 (right panel).



Figur 3.6.1.4

Saltholdighet i de øvre 20 m av Hardangerfjorden, fra Ålvik (til venstre) til fjordmunningen (til høyre) for fire perioder våren 2007 og 2008. *Along-fjord vertical section of salinity in the upper 20 m of the Hardangerfjord from Ålvik (left) to the fjord mouth (right) for four periods during spring 2007 and 2008.*



Figur 3.6.1.5

Observert vind ved Utsira (venstre), Stord Lufthavn (midten) og Kvamsøy (høyre) i Hardangerfjorden for mai 2007 (øvre) og mai 2008 (nedre). Vindrosene viser antall tilfeller av observasjoner fra bestemte retninger (vindretningen følger kompassretningen). Fargene angir vindstyrke med blå < 5 m/s, rød 5–10 m/s og gul > 10 m/s.

Observed winds at Utsira lighthouse (left), Stord airport (middle) and Kvamsøy (right) in the Hardangerfjord, May 2007 (upper panels) and May 2008 (lower panels). The wind roses show number of occasions with observed winds from certain directions. The length from the centre indicates the number of occasions. Straight up is wind from the north, straight down is from the south, left is from the west and right is from the east. The colours indicate wind strength; blue < 5 m/s, red 5–10 m/s and yellow > 10 m/s.

Derfor er det avgjørende med samarbeid og kontroll for at felles avlusning ikke blir bortkastet innsats. Vi vet at fiskehelsenettverkene ikke har full deltakelse og at myndighetene ikke har kapasitet til å kontrollere alle anlegg i høy nok grad. Dette fører til at vi ikke kan utelukke økt produksjon av lakseluslarver i ytre del av Hardangerfjorden våren 2008.

Det er ingen klare forskjeller i miljøforholdene våren 2008 sammenlignet med våren 2007. Saltholdigheten i de øvre 20 m har et normalt brakvannslag begge årene, muligens med litt større utbredelse i 2007 (Figur 3.6.1.4). Temperaturforholdene for de to periodene i 2007 og 2008 var heller ikke forskjellige.

Vinddata fra tre steder i Hardangerfjorden viser at i mai 2008 var det færre episoder med sørlig og sørvestlig vind sammenlignet med mai 2007 (Figur 3.6.1.5). Sønnvindsepisoder vil ofte lede til innadgående strømmer i øvre lag i Hardangerfjorden. Mindre sønnvind i mai 2008 kan indikere at vannmassene i ytre deler av fjorden i større grad ble værende sammenlignet med mai 2007, hvor en kan ha hatt episoder med transport av overflatevann inn fjorden. Dette er forhold som kan ha ført til den observerte lakselusfordelingen som beskrevet i Figur 3.6.1.3.

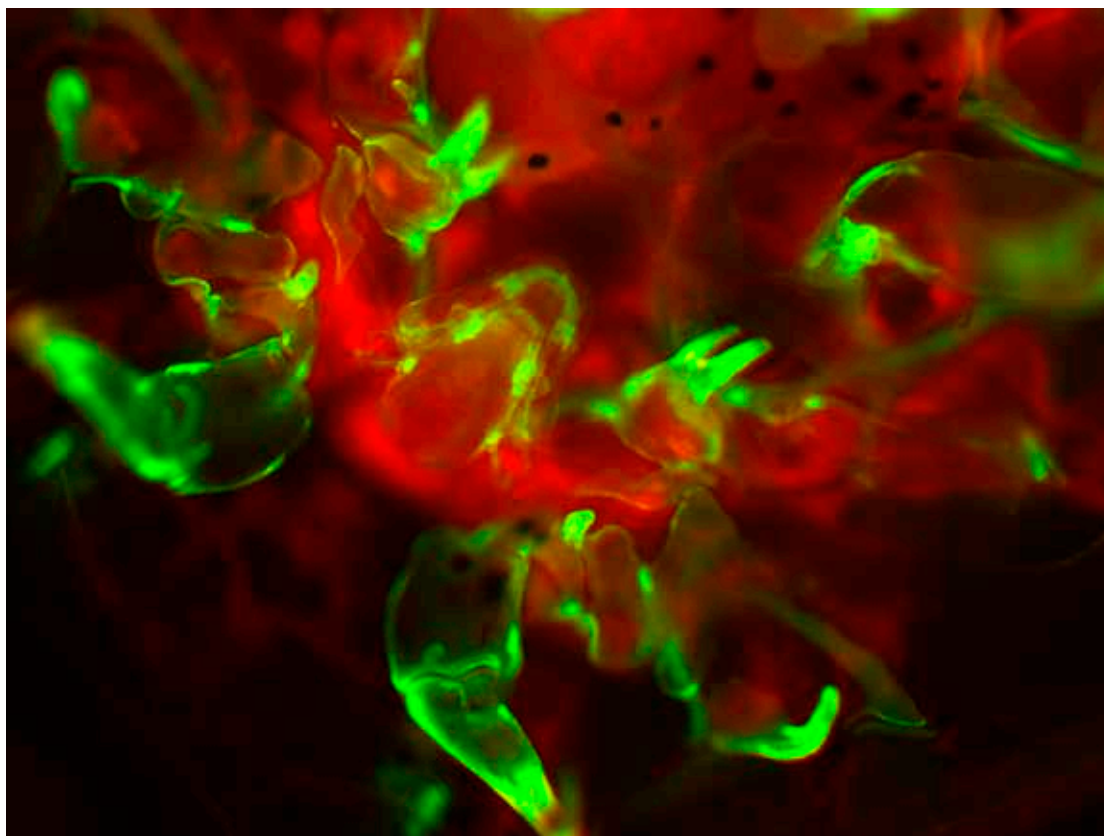
En hypotese for den observerte økningen av lakselus i ytre del av Hardangerfjorden våren 2008 er en kombinasjon av miljøforhold som fremmer økt oppholdstid i ytre fjordstrøk og fortsatt høy lakseluslarveproduksjon (muligens bare ved et eller få anlegg). Vi vil jobbe videre med å teste denne hypotesen.

Salmon Lice in the Hardangerfjord

Institute of Marine Research found during spring 2008 a significant increase in infection pressure on salmon from salmon lice in the outer parts of the Hardangerfjord compared to the previous years. This increase occurred in spite of a coordinated action by aquaculture industry and authorities to reduce the number of salmon lice in farms. The environmental conditions in May 2008 were characterized by less southerly winds than previous years. This could have led to a reduced water transport in the Hardangerfjord and hence more retention of planktonic salmon lice in the outer fjord. However we need a better understanding of the situation, especially through more thorough numerical modelling of salmon lice distribution, to conclude further on the matter.

3.6.2 MOLEKYLÆRE STUDIER AV LAKSELUS

Lakselus er en parasitt som lever på laksefisk, og den er en alvorlig trussel mot ville bestander av laks og sjørøret. I tillegg utgjør lakselus et økende problem for lakseoppdrettsnæringen. På Havforskningsinstituttet gjennomfører vi en grundig beskrivelse av lakselusens biologi. Denne beskrivelsen blir blant annet utført som en molekylær karakterisering. Vi vil her forklare prinsippene bak disse metodene.



Sussie Trine Dalvin

sussie.dalvin@imr.no

Christiane Eichner

christiane.eichner@imr.no

Rasmus Skern-Mauritzen

rasmus.skern@imr.no

Frank Nilsen

frank.nilsen@imr.no

Lakselusen er et parasittisk krepsdyr som finnes på laksefisk, hvor den lever av slim, skinn og blod (Figur 3.6.2.1). Lakselusen påvirker laksens immunforsvar. Når lakselus finnes i store mengder, kan beiteaktiviteten resultere i sårdannelse, som igjen kan medføre osmotisk stress og større motakelighet for infeksjoner.

Lakselusen er i dag blant de største utfordringene for villaksen og oppdrettsindustrien i Norge. Lakselusens forekomst på oppdrettsfisk blir i hovedsak kontrollert kjemisk med medikamenter som SLICE, Salmosan, ALPHAmox og Betamax, som påvirker lusens nervesystem. Imidlertid har lakselus i visse deler av landet utviklet

Figur 3.6.2.1

Konfokal mikroskopi: Autofluorescens i munnpartiene og antenner av voksen lakselus. Lakselusen bruker munnpartiet til å holde seg fast i verten og spise skinn og blod fra fisken.

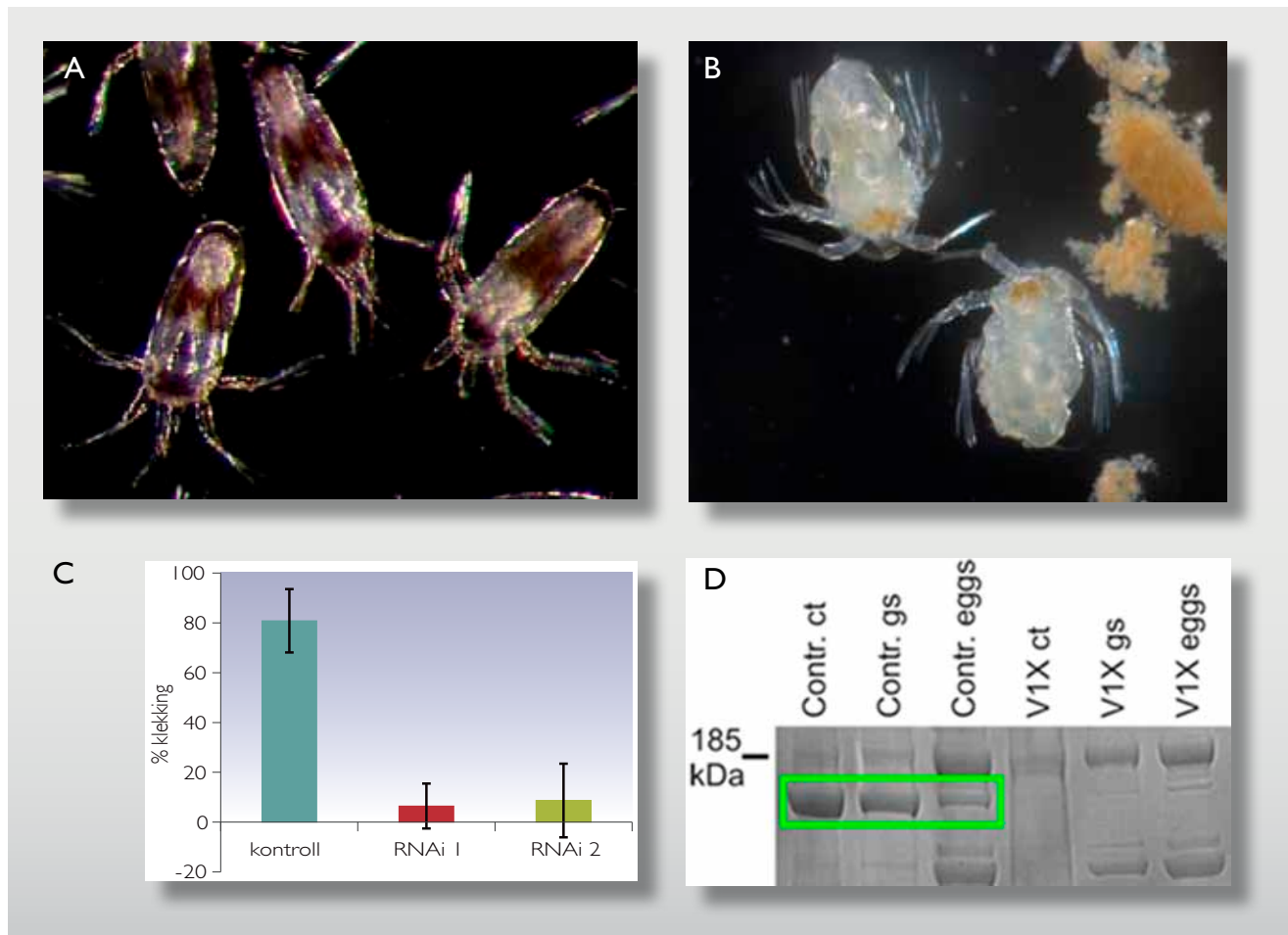
Confocal microscopy: Autofluorescence in mouthparts and antennae of adult salmon lice. The louse uses the mouthpart to hang on to the host and eat skin and blood from the fish.

resistens. Dette problemet ventes å øke med en stadig voksende oppdrettsindustri. Nye behandlingsmetoder, enten det er vaksiner eller kjemiske medikamenter, fungerer ved å blokkere eller manipulere biologiske prosesser i lakselusen. På Havforskningsinstituttet har vi over flere år hatt en forskningsaktivitet med formål å kartlegge lakselusens biologi på molekylært nivå, fordi det er på dette nivået nye avluningsmidler og vaksiner må utvikles. Molekylærbiologi er et ukjent fagfelt for mange, og vi ønsker derfor på en forenklet måte å forklare hvordan man gjør slike undersøkelser og hvilke fordeler slike metoder har.

Grunnkonsepter i molekylærbiologi

Alle levende organismer består av celler. Celler i forskjellige deler av kroppen har

ofte veldig ulik utseende og funksjon, men de inneholder alle samme arvestoff, som består av DNA. Arvestoffet inneholder all informasjon som trengs for å styre hva som foregår i cellen og i hele organismen. Arvestoffet er som en stor oppskriftsbok som cellene bruker hver gang de skal utføre nye oppgaver. Arvestoffet inneholder oppskrifter (gener) som beskriver hvordan produkter (proteiner) skal produseres. I tillegg til beskrivelsene av de ferdige produktene, fins det også informasjon om når og hvor de forskjellige produktene skal produseres. Protein er kroppens viktigste råmateriale, fordi det både kan brukes som byggestein, som opplagsnæring og til å styre og forestå prosesser. Avhengig av hvor i organismen cellen befinner seg, kan behovet for produkter variere. En celle i tarmen skal for eksempel produsere



fordøyelsesenzymmer, mens en nervecelle primært skal sørge for at den er i stand til å sende nervesignaler videre til sine nabo-celler.

Hvordan produseres proteiner?

Ved mangel på et protein i kroppen, må cellene produsere dette. Da sjekker cellen den genetiske oppskriften i arvestoffet og lager en avskrift som består av RNA. Denne avskriften kalles budbringerRNA. Avskriften transporteres til proteinproduksjonsapparatet, og proteinet settes sammen etter beskrivelse. Cellen har da et produkt som den kan bruke til å løse en spesifikk oppgave.

Tre typer molekulære undersøkelser

En molekylær karakterisering kan inndeles i tre delundersøkelser: A) Undersøkelser av arvestoffet, B) Undersøkelser av budbringerRNA og C) Undersøkelse av proteiner.

A) Undersøkelser av organismens arvestoff: I denne type undersøkelser kartlegger man vha. sekvensering hele eller deler av arvestoffet. Man kan da få informasjon om alle proteinene en organisme kan produsere. Denne informasjonen kan brukes til å skille individer eller arter, til å studere evolusjon, og ikke minst, til å forstå en arts biologi.

B) Undersøkelser av organismens budbringerRNA: BudbringerRNA er ustabil og fins bare i dyret mens produksjon av et spesifikt produkt pågår. Derfor gir undersøkelser og sekvensering av budbringerRNA-molekyler informasjon om hvilke gener som er uttrykt i den livssituasjonen dyret befinner seg i når undersøkelsen finner sted. Videre kan man undersøke hvor mye budbringerRNA som finnes, og i hvilke celler det finnes.

C) Undersøkelse av protein: Gjennom disse undersøkelsene får man vite hvor proteinene er, hvor mye det er av dem, og når de produseres.

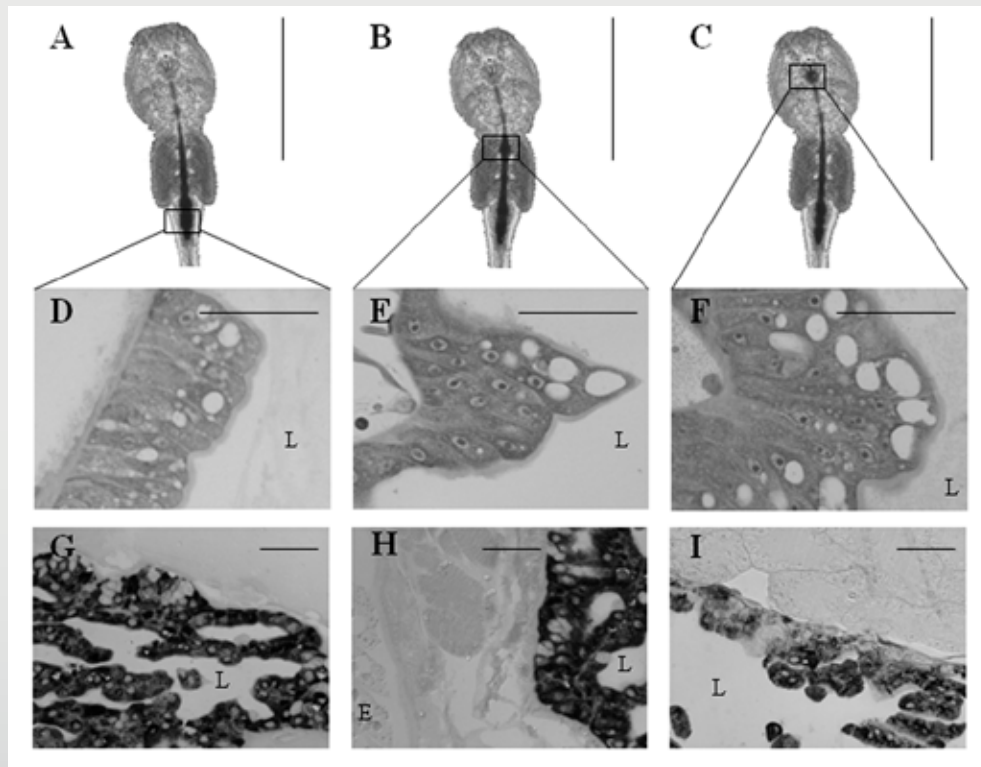
Eksperimentell genuttrykksmanipulering

Som nevnt vil en celle som har bruk for et protein, produsere dette basert på instruksene som fins i genene med budbringer RNA. Imidlertid kan cellene manipuleres til selektivt å destruere et på forhånd valgt budbringerRNA. Metodikken som brukes for å få dette til, kalles RNA interferens (RNAi). Det praktiske med denne metoden er at man kan undersøke hva som skjer når et protein ikke lages. Dette gir en god pekepinn på hva proteinets funksjon kan være. RNAi fungerer ikke like godt i alle organismer. Metodikken har imidlertid vist seg å være svært effektiv i lakselus

Figur 3.6.2.2

Resultater fra et RNAinterferensforsøk. BudbringerRNA fra et spesifikt gen ble destruert og uttrykket av dette genet ble undertrykt. Lakseluslarvene kan ikke utvikles på normal måte og er heller ikke levedyktige. A: Normale lakseluslarver. B: Manipulerte lakseluslarver. C: Klekkesuksess av manipulerede lus i forhold til ikke-manipulerte lus (kontroll). Ca. 80 % av eggene utvikles til normale larver i kontrollen, mens mindre enn 10 % klekkes i manipulerede lus (RNAi1 og RNAi2). D: Proteiner isolert av lus og egg fra normale lus (venstre tre kolonner) og fra manipulerede lus (høyre tre kolonner). Mens det spesifikke protein finnes i vanlige lus og egg (grønn kasse), er det fraværende i de manipulerede lusene og eggene.

Results of an RNA interference experiment. The messenger RNA from a specific gene has been destroyed, and the expression of this gene has been suppressed. The salmon louse larva cannot develop normally and are not able to survive. A: Normal salmon louse larva. B: Manipulated salmon louse larva. C: Hatching success of manipulated lice in comparison to non-manipulated lice. About 80% of all eggs hatched normal lice (control = kontroll), less than 10% hatched in manipulated lice (RNAi1 and RNAi2). D: Proteins isolated from lice and egg of normal lice (three columns on the left) and from manipulated lice (three columns on the right). While the specific protein is present in normal lice and egg (green box), it is absent in the manipulated ones.



Figur 3.6.2.3

Lokalisering av budbringerRNA for et fordøyelsesenzym som finnes i lakselusens tarm i bakkropp (bilde A og mørke områder i bilde G), kjønnssegment (bilde B og mørke områder i bilde H) og forkropp (bilde C og mørke områder i bilde I). En negativ kontroll bekreftet at resultatene er korrekte (mangel på tilsvarende mørke områder i bilde D, E og F).

Localization of messenger RNA encoding a digestive enzyme in the gut of the louse in the abdomen (picture A and dark areas in picture G), the genital segment (picture B and dark areas in picture H) and the front segment (picture C and dark areas in picture I). A negative control confirms the specificity of the signal (lack of dark coloration in pictures D, E and F).

hvor gener kan skrues ned eller av i hele organismen over lange perioder (Figur 3.6.2.2).

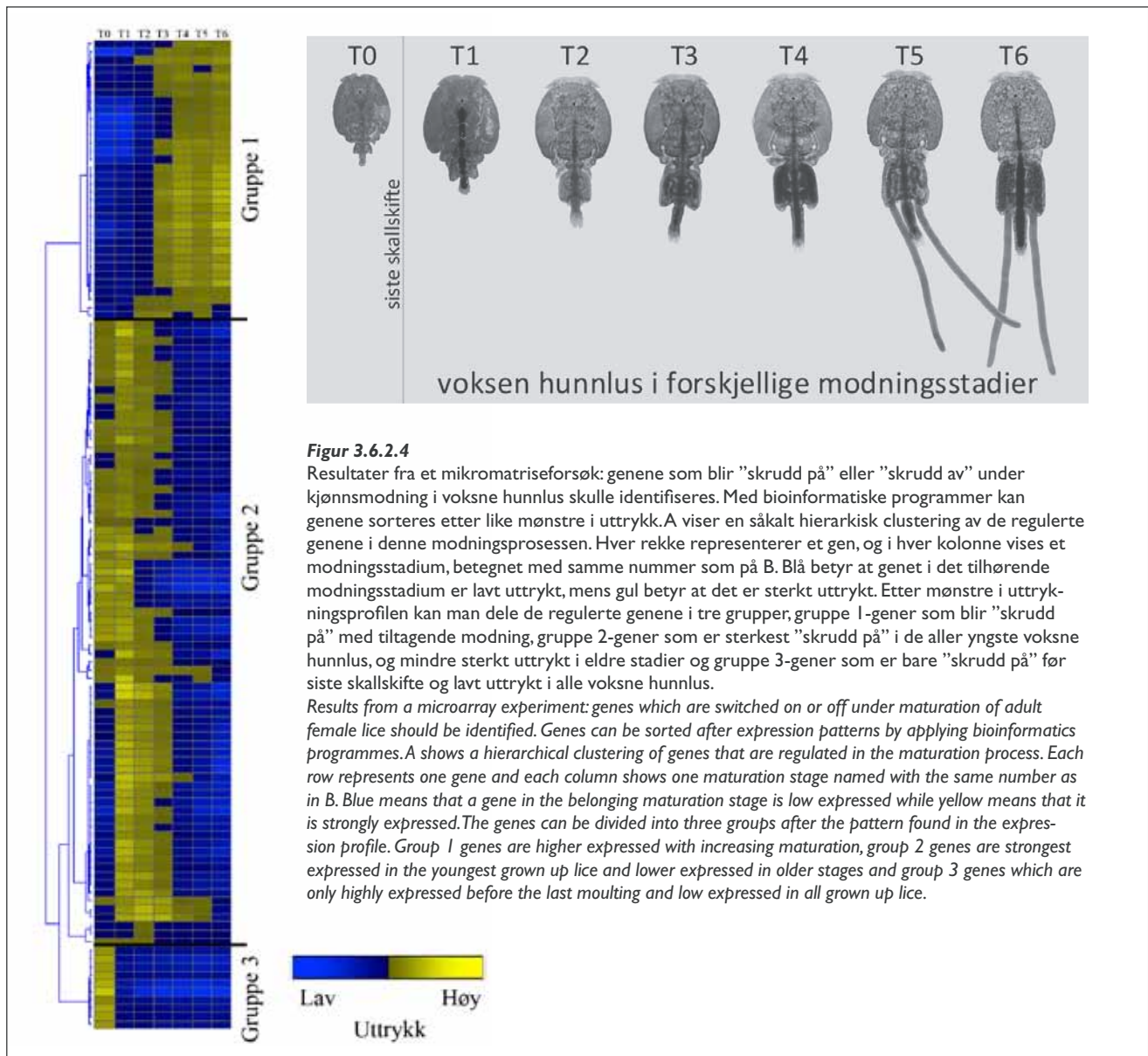
Molekylær karakterisering i praksis og status for lakselus

For å forstå hvordan en organisme fungerer på cellenivå, begynner man ofte med å spørre hvilke gener som brukes i et bestemt utviklingsstadium eller under en spesiell påvirkning. Fordi cellene har minst ett budbringerRNA for hvert gen som brukes, kan man ved å samle og sekvensere disse budbringerRNA-molekylene få et overblikk over de uttrykte genene. Vi har sekvensert 36 000 budbringerRNA-fragmenter fra forskjellige stadier av lakselus. Disse representerer omtrent 7 000 gener, dvs. 50 % av det totale antall gener man forventer å finne i lakselus. En begrensning ved å basere studiene på sekvens fra budbringerRNA er at man bare får infor-

masjon om de genene som aktivt brukes – alle de som ikke anvendes i det undersøkte materialet vil ikke sekvenseres. For å få kunnskap om alle gener, må organismenes arvestoff sekvenseres, hvilket er ett av våre fremtidige forskningsmål for lakselus.

Genene man finner, enten ved sekvensering av arvestoff eller budbringerRNA, kan sammenliknes med kjente gener fra andre organismer for å få en idé om deres funksjon. Når man har sekvensen for et gen, kan man lage elementer som binder seg til spesifikke budbringerRNA-molekyler. Disse elementene kan blant annet brukes til å vise i hvilke celler dette budbringerRNA finnes, og hvor mye som finnes av det. Dette er metoder som blant annet er brukt i omfattende studier av lakselusens fordøyelsessystem (Figur 3.6.2.3). Sekvensinformasjonen kan også brukes til å konstruere mikromatriser, et verktøy som

gjør det mulig å analysere titusener av gener for deres aktivitet på samme tid. Ved å sammenligne budbringerRNA fra dyr i forskjellige livsstadier eller miljøer, kan en se om det er en endring i bruken av genene. Dette gjelder både for gener med kjente og ukjente funksjoner. Slike mikromatriser har vi brukt til å studere hvordan ca. 3 000 forskjellige gener uttrykkes under kjønnsmodningen av hunnlus (Figur 3.6.2.4). Basert på uttrykksmønsteret til disse 3 000 genene har vi valgt et antall som vi anser som mer sannsynlige som komponenter i en fremtidig vaksine. Vi studerer disse ved hjelp av eksperimentell genuttrykksmanipulering, da dette kan gi en idé om deres egnethet som vaksinekomponenter. Vi har hittil gjennomført eksperimentell nedregulering av 11 gener. Disse genene har videre vært mål for omfattende studier av både deres budbringerRNA og det ferdige protein.



Lakselusen

ikke bare et problem

Gjennom de intensive molekylærbiologiske studier av lakselusen de siste ti år har vi fått en god forståelse av lakselusens biologi på molekylært nivå. Gjennom den sideløpende utviklingen av systemer for at holde lakselus i kontinuerlig kultur samt eksperimentelt molekylærbiologisk verktøy (se hovedtekst) har vi lagt til rette for svært avanserte studier av lusen i fremtiden. Dette er bra fordi det kan hjelpe oss til å løse luseproblemet for villaksen og oppdrettsnæringen. Men lakselusen er ikke bare en brysom parasitt, den er også en hoppekreps og således i slekt med noen av de viktigste planktonorganismer i havet. Vi har derfor ikke bare fått molekylærbiologiske verktøy for å studere et problem, vi har også fått verktøy som kan brukes til å studere en representant for en meget viktig organismegruppe.

Molecular Studies of Salmon Louse

The salmon louse is an ectoparasitic crustacean. It feeds on skin, blood and mucus from the salmon. Heavy parasitic load creates wound and expose the fish to osmotic stress and subsequent infections and is thus an important threat to the salmonid fish. Salmon lice infections are treated using various chemicals, but recently several cases of resistance have occurred. The Institute of Marine Research is currently working on a molecular characterization of salmon lice to enable the development of new treatments. As molecular biology and techniques are not well understood in the general public, we present three examples of experiments performed as part of such a molecular characteriza-

tion. In the first experiment, we specifically removed one type of messenger RNA in a so-called RNA interference experiment. As the messenger RNA is destroyed, protein of that specific type is not produced, and the lack of this leads to severe malformation in salmon lice larvae (Figure 3.6.2.2). In the second experiment we localized the messenger RNA corresponding to a digestive enzyme to the gut of a salmon louse (Figure 3.6.2.3). In the third experiment, we measured the type and amount of messenger RNA in a female salmon lice undergoing sexual maturation in a microarray experiment. Genes were grouped according to whether they were important early or late in the development (Figure 3.6.2.4).

3.6.3 SMITTESPREDNING I KYSTSONEN

En bærekraftig havbruksnæring fordrer bedre kontroll med sykdomssituasjonen. Vi er avhengige av å forstå hvordan sykdomsfremkallende mikroorganismer og parasitter sprer seg i det marine miljøet. For å bedre kunnskapsnivået må vi ta i bruk ulike fagmiljø. Dette handler om mikrobiologi, økologi, oseanografi, risikoanalyse – og ikke minst, politikk.



Stein Mortensen
stein.mortensen@imr.no

Lars Asplin
lars.asplin@imr.no

Peder A. Jansen, Veterinærinstituttet i Oslo
pederjansen@vetinst.no

Kjetil Korsnes, Høgskolen i Bodø
kjetil.korsnes@hibo.no

Are Nylund, Universitetet i Bergen
are.nylund@bio.uib.no

Vi står nesten uten muligheter for å drive effektive føre-var-tiltak på nasjonalt nivå. Havbruksforvaltningen er i prinsippet underlagt EUs regelverk. Det er nesten ”fri flyt” av biologisk materiale. Mulighetene for å dele kysten inn i autonome havbruksområder forsvant etter all sannsynlighet med EØS-avtalen. Vi sitter tilbake med to virkemidler: å samarbeide for å bedre kunnskapen om smitteoverføring og å utvikle en felles arena hvor ulike fagmiljø bidrar til effektiv sykdomsbekjempelse.

Behovet for kunnskap om smittespredning

I tillegg til sykdomsproblemene kommer hensynet til de ville bestandene. Også vill fisk blir syk, og smitte kan overføres mellom ville og oppdrettede bestander. Sykdom og smittespredning må derfor settes inn i en økologisk kontekst. Skal sykdomsfremkallende organismer overleve, må de infisere nye verter. Gjennom evolusjonen er det etablert en form for balanse. Den sykdomsfremkallende organismen må ikke drepe verten (være høyvirulent) for da utrydder den samtidig seg

selv. Den må heller ikke bli nedkjempet av vertens immunsystem, det gir samme resultat. I naturen er dette en dynamisk prosess. Sykdomsproblemer i oppdrettet er bestemt både av egenskapene til den sykdomsfremkallende organismen og av hvordan vi driver oppdrettsvirksomheten.

Smittespredning kan skje på en rekke måter. For en del sykdommer er det enighet i fagmiljøene om hvordan smittespredning skjer. Eksempler på dette er kjente parasitter som lakselus, bendelmark, hap-tormark og bakterier som for eksempel forårsaker vibriose og furunkulose. Disse er godt studert og har gitt opphav til smittehygieniske krav som generasjonsskille, avstand mellom lokaliteter og desinfeksjon av inntaksvann til smoltanlegg. For andre sykdomsfremkallende organismer er det fremdeles uenighet om hvordan spredningen foregår. Dette gjelder spesielt for virus, der ulike fagmiljø vektlegger data og betydning av spredningsmekanismer forskjellig.

Hva gjør vi med avstandsreglene?

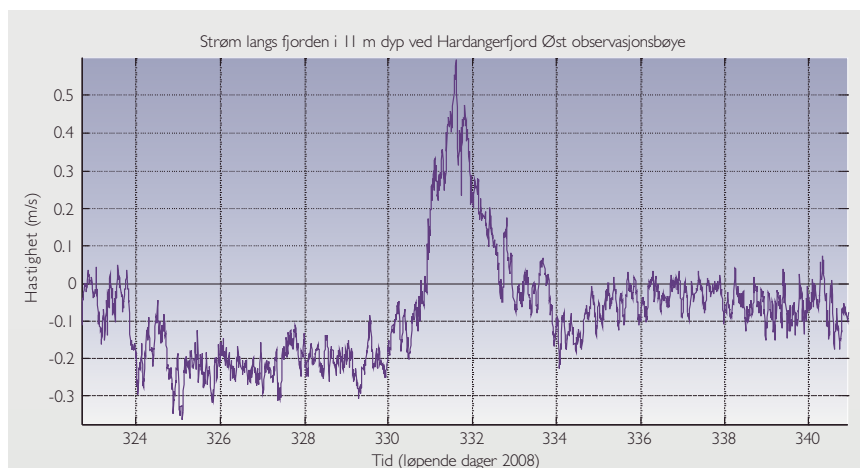
Store deler av norskekysten er etter hvert ganske tett besatt med oppdrettsanlegg. For å unngå vannbåren smittespredning er det krav om at det skal være en viss avstand mellom anleggene. Dette er et godt prinsipp, men studier av dynamikken i en serie fiskesykdommer viser at noen kilometer sjøavstand betyr lite. Avstandsprinsippet baserer seg nemlig på flere forhold. For det første forutsettes det at smittestoffet faktisk spres via vannmassene. Deretter må vannstrømmen mellom anleggene være langsom nok til at smittestoffet fortynnes tilstrekkelig eller dør før det når naboanlegget. I tillegg må

strømbildet være forutsigbart. Hvis ingen av disse forutsetningene er til stede, hva gjør vi da med avstandsreglene?

Det er flere relevante forskningsprosjekter om avstandsproblematikken. Skal dagens forvaltningsmodell bli bedre, er det avgjørende at informasjon fra ett fagmiljø raskt blir tatt i bruk av et annet. Når vi vet hvordan vannmassene forflytter seg, kan dette kombineres med kunnskap om hvordan ulike smittestoff overlever i vann under ulike forhold. Det gjør det mulig å forutsi avstand og retning for mulig smittespredning. Fletter vi inn data om hvilke smitteveier ulike virus og bakterier bruker, og kobler dette opp mot konkrete sykdomsutbrudd, kan vi danne oss et bilde av den relative betydningen av ulike smitteveier. Dette er et kontinuerlig og krevende ”biologisk detektivarbeid”.

Studier av vannstrømmene

For å studere spredningsveier av smittestoff i et fjordsystem må vi kjenne vannbevegelsen. Havforskningsinstituttet har en stor forskningsaktivitet på miljøvirkninger av havbruk og fjordøkologi, hvor studier av vannbevegelse og temperaturforholdene i vannet er viktig. Gjennom flere år er det bygget opp metodikk for å skaffe nødvendig informasjon om fjordmiljøet. Systemet er relativt komplisert og består av sentrale observasjoner og et numerisk modellapparat. Det er separate modeller for spredning av sporstoff og partikler. De brukes blant annet for å modellere spredningen av lakselus. Videre opererer vi også egne modeller for drivkrefter (blant annet vind) og randbetingelser (hav/kystmodell). Vi kan implementere modellapparatet for et hvert fjordområde, og i dag er modeller



Figur 3.6.3.1

Målinger av strømhastighet (meter per sekund) på 11 meters dyp langs fjordaksen i Hardangerfjorden, målt som 10-minuttersverdier. Positive verdier er strøm innover fjorden og negative utover. Målingene er gjort med en observasjonsbøye plassert utenfor Rosendal i posisjon 59°99'N, 5°92'E.

Water current speed (meters per second) at 11 meter depth along the fjord axis in Hardangerfjorden, measured every 10 minutes. Positive values show outgoing currents, while negative values show inwards currents. Samplings are done with a buoy placed off Rosendal at the position 59°99'N, 5°92'E.

for Lysefjorden, Hardangerfjorden, Sognefjorden, Folda, Altafjorden og Porsangerfjorden operative.

Vannbevegelsene i fjorder og kyststrøk er sammenlignbare med atmosfærebevegelsen og det vi kjenner som "været"; et kaotisk og lite forutsigbart system dersom vi snakker om tidsperioder lengre enn et par dager. Siden alt utvikler seg saktere i vann enn i lufta, er det likevel noe enklere å beregne hva som skjer og har skjedd.

Målinger av strømmen fra fjorder viser at bevegelsen er satt sammen av svingninger med mange skalaer. Modelling av Hardangerfjorden viser at vanntransporten domineres av episoder med alt fra noen timer til flere dagers varighet. Figur 3.6.3.1 viser målinger som 10-minuttersverdier fra 11 meters dyp av strømkomponenten langs fjordaksen. Positive verdier er strøm innover fjorden og negative er utover. Observasjonene som er vist i figuren er fra en drøy 2-ukersperiode i månedsskiftet november–desember 2008. Her starter det med en uke der gjennomsnittlig strømhastighet ut fjorden er ca. 0,2 meter per sekund. Teoretisk vil det vannet som passerer strømmåleren kunne forflytte seg 120 kilometer på en uke. Denne episoden med utstrømning avløses av en kraftig episode med innstrømning, skapt av en sterk sønnavind. Vannet i området forflytter seg flere titalls kilometer i forbindelse med denne episoden. Vi vet også at strømhastighetene drevet av vind øker betydelig fra 11 meters dyp mot overflaten, og at hastighetene helt i overflaten sannsynligvis vil være to til tre ganger sterkere enn på 11 meters dyp.

Observasjonene illustrerer dynamikken som kan forekomme i fjordene, og samtidig hvilket potensial strømmen har til raskt å flytte vann mellom oppdrettsanlegg.

Eksempelet fra Hardangerfjorden viser at retningen på en smittespredning *ikke* er forutsigbar – den kan være både innover og utover en fjord. Spredningen av et passivt sporstoff fra et kontinuerlig utslipp ble studert i perioden 15. april til 20. mai 2007. Kilden var lagt like nord for Varaldsøy. Den 20. mai var sporstoffet i overflaten til stede i ulik konsentrasjon i omtrent hele fjorden (Figur 3.6.3.2). Fortynningen økte naturlig nok jo lenger vekk fra utslippspunktet vi kom. I de ytre og de aller innerste delene av Hardangerfjorden var konsentrasjonen av sporstoffet under 2 %. Modellresultatene viste at horisontal spredning av smittestoff innen en tidsramme på ett til to døgn er stor, minst 20 kilometer. For lengre perioder, i dette tilfellet om lag en uke, vil hele Hardangerfjorden kunne bli berørt av smittestoff som kommer langveisfra.

Modellresultatene kan gi informasjon om alderen på et smittestoff på et gitt sted, samt hvilken omgivelsestemperatur det har opplevd. Blanding av vannmassene vil være viktig for omgivelsestemperaturen til virus og bakterier som finnes i vannet. I de øvre vannlagene i en fjord er det store variasjoner i de hydrografiske forholdene. Om sommeren er de øverste meterne varme, med kaldere fjordvann under. Sent på høsten er forholdet motsatt. Da gjør avkjøling mot atmosfæren de øvre vannlagene kaldere enn fjordvannet dypere nede. Hvor

detaljert informasjon som trengs for å beregne risiko for smittespredning er usikkert. For å modellere realistisk strøm i et fjordområde behøves først og fremst informasjon om de viktigste drivkreftene: vind, ferskvannsavrenning, tidevann, vannstrøm og hydrografiske forhold i kysthavet utenfor fjorden.

Hvilke faktorer påvirker smittespredningen?

Smittespredning er et resultat av en hel rekke faktorer. Det er grunnleggende at den sykdomsfremkallende mikroben faktisk er til stede. Langdistanseflyttinger av levende materiale er sjelden noen god strategi, og EUs prinsipp om "fri flyt" er derfor ikke bærekraftig. Mer transport har ført til mer sykdom. På den annen side er det ofte vanskelig å vite hvilke smittestoffer som er til stede og *hvor* de finnes.

Hvis et smittestoff er til stede, vil smitteoverføring handle om smittestoffets overlevelsessevne i miljøet, påvirkningspress og mottakelighet. En hel rekke spørsmål må besvares før vi kan danne oss et komplett bilde av smittespredningen:

Hva er kilden til smittestoffet?

Skjer det en smitteoverføring mellom vill fauna – villfisk som forflytter seg eller andre bærere (vektorer) og fisken i merdene?

Har vi en engangs eller kontinuerlig påvirkning?

Hva er smittestoffenes levetid i vann, partikler og sedimenter under ulike forhold?

Hva er dosen som skal til for å smitte verter?

Hva er introduksjonsveien til smittestoffet? Hvor stor er vertens motstand mot infeksjon (immunstatus)?

Sykdomsutviklingen er ikke bare avhengig av smittestoffets virulens (evne til å frembringe sykdom) og dose, men også av vertens evne til å motstå infeksjon. Miljøet i merdene påvirker fisken, og fiskevelferd er derfor et sentralt element i dette kompliserte bildet.

Horisontal eller vertikal smitteoverføring?

Det diskuteres i fagmiljøene hvorvidt smitte skjer vertikalt (fra stamfisk til avkom) eller horisontalt (overføres fra fisk til fisk). Dette er ingen "enten eller"-diskusjon".

Ved vertikal overføring vil det også være en komponent av horisontal overføring. For å forstå hvordan sykdomsorganismen påvirker fisken, må vi se nærmere på samspillet disse har med sine mottakelige verter. Sentralt er spredningsmekanismene (infeksjon av nye verter), som i stor grad bestemmer egenskapene sykdomsorganismen må ha. Horisontal spredning gir ofte høyere virulens enn vertikal spredning,

fordi horisontal spredning favoriserer sykdomsorganismer med stor evne til å øke i antall i verten (altså gi sykdom), og som igjen kan infisere nye, friske verter. Vertikal spredning favoriserer lav virulens for ikke å utrydde de nye vertene som blir infisert (avkommet). Det medfører mer langvarige infeksjoner (persistens) hos vertene. Infeksjoner blir derfor styrt av balansen mellom disse to spredningsmekanismene, som er et resultat av samspillet mellom viruset og verten. Samspillet har oppstått i ville bestander av verter, og når en mottakelig vert blir satt inn i oppdrett risikerer vi å skyve på balansen. Flere av sykdommene næringen sliter med illustrerer dette.

Kunnskap om smittestoffene

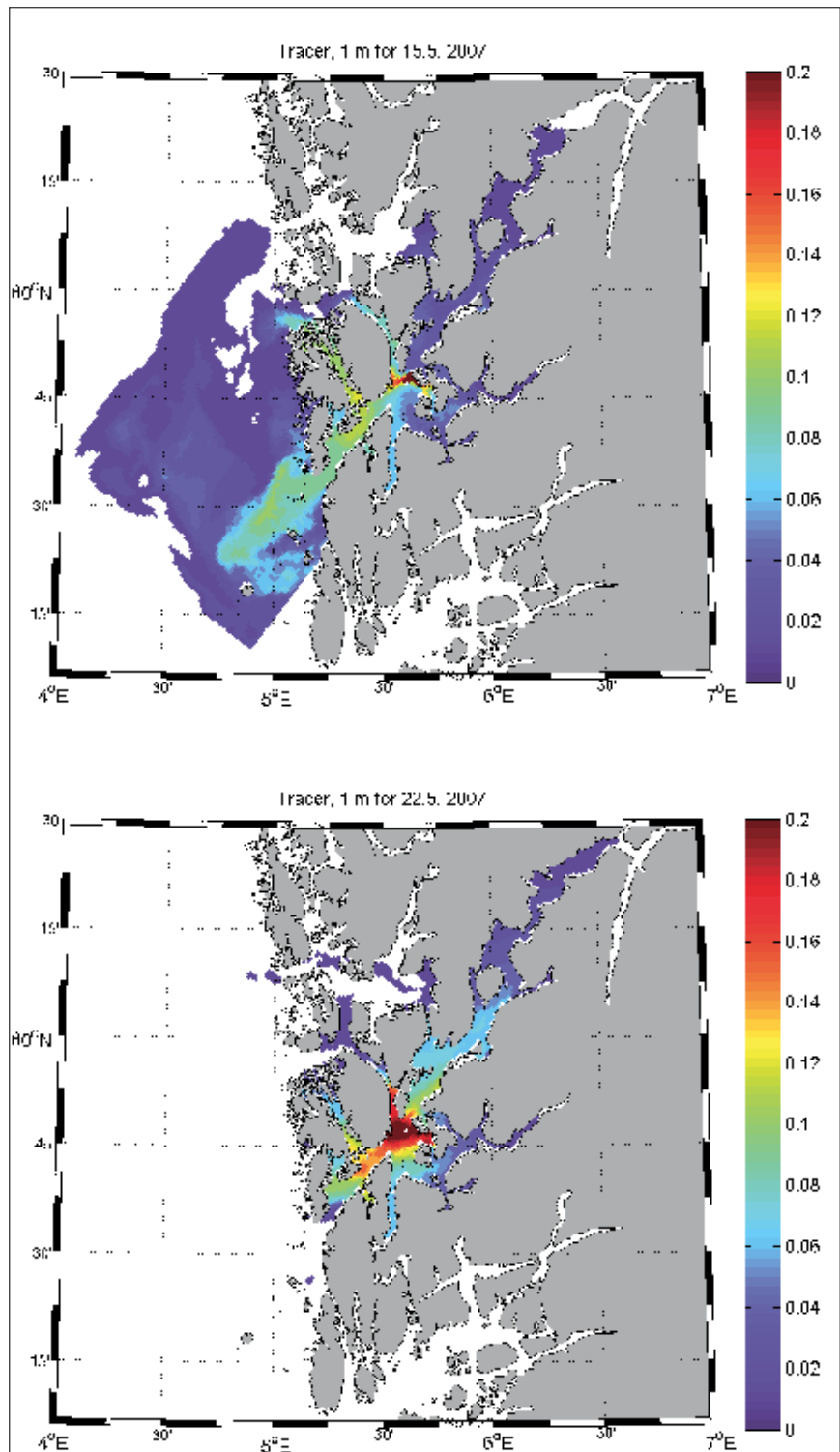
Smittestoff kan bli spredd uten at det forårsaker sykdom, for eksempel gjennom transport av infisert fisk som først utvikler sykdommen senere i livet. Forståelse av hvordan smittestoff spres krever deteksjonsverktøy, som både er spesifikke og evner å fange opp små mengder. Tradisjonelle metoder for påvisning av sykdom kombinert med nye genteknologiske metoder (som real time PCR) gir ny kunnskap. De nye metodene gjør det mulig å finne ørsmå mengder smittestoff, kartlegge arvestoffet til disse og se på slektskap innenfor og mellom grupper av sykdomsorganismer.

Spredningen av ulike sykdomsfremkallende virus og bakterier kan ha forskjellig mønster avhengig av smittestoffets egenskaper. Vi skal bruke noen av de alvorlige fiskesykdommene i norsk fiskeoppdrett; VNN, ILA, PD og francisellose, som eksempler for å illustrere dagens kunnskapsstatus om smittespredning. Mer informasjon og oversikt over sykdomssituasjonen finnes på Veterinærinstituttets internettside www.vetinst.no og fiskehel-seportalen www.fiskehelse.no.

Viral nervevesnekrose (VNN)

Viral nervevesnekrose, VNN, forårsakes av et nodavirus, og sykdommen rammer marine oppdrettsarter som piggvar, kveite og torsk. Næringen har slitt med denne sykdommen siden slutten på 1980-tallet. Påvisning av VNN på torsk viser at vi skal være oppmerksom på sykdommen og iverksette tiltak for å unngå at den utvikler seg til et stort sykdomsproblem.

Nodavirus ser ut til å være vanlig i flere marine kaldtvannsarter, og er også påvist i villfisk som hyse, sei, lyr, rødspette og makrell. Det spres både vertikalt og horisontal. Undersøkelse av genetisk variasjon hos ulike isolater av nodavirus, den store utbredelsen og mottakelighet hos mange vertsarter, tyder på at vertikal spredning



Figur 3.6.3.2

Modellert spredning av en "merket vannmasse" fra et utslippspunkt ved Halsnøy (omtrent midt i figuren). Spredningen startet med et kontinuerlig utslipp den 15. april 2007. Relative verdier for konsentrasjon på en meters dyp den 15. og 22. mai illustrerer den variabiliteten vannmassene har til enten å fordele seg utover fjorden (15. mai, øverste figur) eller innover fjorden (22. mai). Vi kan merke seg særlig to forhold: Potensiell utbredelse er stor og fortynningen fra kilden er stor.

A model illustrating the spreading of a water body from a release point at Halsnøy (approximately in the centre of the figure). The spreading started with a continuous release on the 15th of April 2007. Relative concentration values at one meter depth on the 15th and 22nd of May illustrate the variability of the water masse, spreading outwards (15th of May, figure at top), or inwards (22th of May, lower figure). We can see that both the potential of spreading and the dilution factor is great.

er viktig i ville bestander. Hos torsk ser det ut til at spredningen av nodavirus skjer etter kjønnsmodning og gyting når fiskens immunsystem er svekket. Dette kan medføre at nodavirus i fisk som er smittet uten at det er utviklet sykdom, vil begynne å øke i antall når immunsystemet blir nedregulert. Når torsken gyter er et stort antall individer samlet på gytefeltet, der virus som frigis vil kunne infisere nye mottakelige torsk eller andre mottakelige arter. På denne måten vil vi ha både vertikal og horisontal spredning av nodavirus i naturen, der virus som er lavvirulente favoriseres. Livssyklusen til nodavirus blir tilpasset livssyklusen til den mottakelige verten. I oppdrett vil en slik tilpasning bli brutt. Det skyldes at seleksjonskriteriene endres gjennom økt tetthet av individer, endring i miljøbetingelser, fysiologiske begrensninger (stress) og selve driftsprosedurene (for eksempel flytting av fisk). I oppdrett vil det være kontinuerlig påfyll av nye mottakelige verter. Naturen selekterer bort virusisolater som overutnytter eller uttrykker vertene. Derfor kan vi anta at det i oppdrett, over tid, vil være en seleksjon til fordel for mer virulente nodavirusisolater. Det øker betydningen av horisontal spredning kraftig. For å motvirke en slik utvikling bør vi ha tilgang på virusfri stamfisk (blokkere vertikal overføring) og beskytte sårbare stadier mot horisontal smitte.

Infeksiøs lakseanemi (ILA)

ILA er en av de sykdommene som har forårsaket størst problemer i lakseoppdrett siden 1980-tallet. Sykdommen er klassifisert som alvorlig, og har eksistert lenge. Iverksatte tiltak har ikke eliminert sykdommen. I 2008 var det utbrudd i flere anlegg i Troms. Det har vært utført mye forskning rundt viruset, blant annet er det vist både horisontal og vertikal spredning, eksistens av lavvirulente og høyvirulente virusisolater og et stort antall ulike genotyper.

Diskusjon rundt spredningsmekanismer for viruset har i stor grad vært preget av uenighet rundt betydningen av vertikal overføring. Avhengig av hvilke data som legges til grunn, og tolkningen av dem, har forskningsmiljøene kommet til ulike konklusjoner. Vi begynner nå å nærme oss en felles forståelse av hvordan spredningen foregår, basert på en stadig økende datamengde om viruset. Nyere forskning peker i retning av at vertikal spredning er viktig. Dette kan illustreres med et eksempel fra Chile, hvor det er store problemer med ILA. Genetiske analyser av virusisolater viser at ILA-virus i Chile etter all sannsynlighet er innført med smittebærende egg fra Nord-Amerika og Europa. Det er likevel verdt å merke seg at ILA i stor grad har vært spredd horisontalt i chilensk oppdrett. Årsaken til dette er sannsynlig-



Figur 3.6.3.3

Torsk med francisellose. Her ser vi en kraftig granulomdannelse i lever.
Francisellosis in cod.

Foto: Are Nylund

vis strukturen på chilensk lakseoppdrett. Innenfor et begrenset geografisk område gjøres det store utsett uten krav om generasjonsskille. Det har også vært drevet oppdrett av yngel og smolt i innsjøer hvor det finnes både høyvirulente og lavvirulente ILA-virus. Det har vært utbrudd av ILA i disse innsjøene, men fisk er likevel blitt overført til anlegg i sjø. Bildet er forskjellig fra det vi ser i Norge. ILA-forskningen viser hvor viktig det er med gode og tilstrekkelig omfattende data fra både felt og laboratorier.

Pankreassyke (PD)

Pankreassyke (PD, av engelsk "Pancreas disease") forårsakes av et såkalt salmonid alfavirus (SAV). PD er en av de mest alvorlige sykdommene i dagens lakseoppdrett, og har påført næringen store tap. Sykdommen er spredd nordover fra et kjerneområde på Vestlandet. En bekjempelsesplan mot PD inkluderer driftsforhold, transport og lokalisering. Vaksiner mot PD har ikke gitt fullgod effekt. Det blir forsket på spredning, virusets egenskaper og hvilke spredningsmekanismer som er viktige. Kunnskapen om SAV er på langt nær så omfattende som for ILA-viruset, og det er fortsatt en viss uenighet i forskningsmiljøene om hvordan spredningen foregår.

Veterinærinstituttet har modellert spredningen, og vektlegger horisontal spredning som viktig mekanisme. Publiserte resultater fra UiB viser imidlertid funn av viruset i smolt i ferskvann og i stamfisk av laks. Dette tyder på at vertikal spredning ikke kan avskrives. Deres ståsted er at det ikke finnes data som viser at det er et marint reservoar eller at spredning via marin fisk mellom oppdrettsanlegg forekommer. Smitteforsøk tyder også at utvikling av pankreassyke kan være nært knyttet mot tilstedeværelse av andre sykdomsorganismer og utløst av at fisken er svekket gjennom dårlige miljøforhold.

Tiltakene som er iverksatt for å hindre spredning av PD baserer seg på at spredningen i hovedsak er horisontal. Diskusjonen rundt spredning av PD viser med tydelighet viktigheten av de vitenskapelige data som legges til grunn og hvordan de tolkes og vektlegges.

Francisellose

I motsetning til de tre sykdommene som er nevnt over, er francisellose forårsaket av en intracellulær bakterie: *Francisella piscicida*/*Francisella philomera*, subsp. *noatumensis* (det brukes to navn på denne bakterien). Bakterien har skapt problemer og høy dødelighet i oppdrett av torsk i Sør-Norge, og er også påvist i Nord-Norge. Bakterien forårsaker en alvorlig infeksjon som ofte sees som byller i fiskens indre organer, og har siden den ble oppdaget i 2004 blitt påvist i flere anlegg hvert år.

Francisella-bakterien er påvist i villfisk som torsk, sei, hyse, lyr og makrell i den sørlige delen av Norge. Dette tyder på at villfisk kan fungere som reservoarer og at den kan forekomme i det marine miljø. Påvisningene i Nord-Norge ser ut til å kunne knyttes til fisketransport fra Sør-Norge. Dødelighet og sykdomsutvikling har variert. Det skyldes mest sannsynlig temperaturforskjeller; høyere temperatur i Sør-Norge vil resultere i hurtigere sykdomsutvikling. *Francisella* er påvist i villtorsk, og det er grunn til å anta at villfanget stamtorsk har hatt bakterien med seg inn i anleggene. Horisontal spredning av bakterien ser ut til å være viktig, spesielt ved høy temperatur, men vi kan ikke utelukke at det også skjer en vertikal overføring.

Modellering av risiko for sykdomsspredning

Siden smittestoff kan være til stede uten at det forårsaker sykdom, er det ikke mulig å ha en komplett oversikt over smittestoffenes utbredelse. Studier av ulike sykdomsfrem-

kallende mikroorganismer og parasitter pågår kontinuerlig, og bidrar til et gradvis bedre kunnskapsgrunnlag. Oversikt over sykdomsutbrudd kan imidlertid brukes til modellering og risikoanalyse, og for mange av de viktige sykdommene i lakseoppdrett finnes det god historisk oversikt over utbrudd. For sykdommer som er klassifisert som meldepliktige foreligger det særlig god oversikt i Prøvejournalssystemet ved Veterinærinstituttet (VI). Dette gjelder for eksempel for infeksjøs lakseanemi (ILA) der diagnostikk fra alle utbrudd har vært foretatt ved VI, og for pankreassyke (PD) fra 2007.

I Norge er det krav om at bestander av laksefisk knyttet til lokaliteter i sjø skal innrapporteres månedlig til det sentrale registeret Havbruksdata. Det omfatter blant annet data om antall fisk, fiskestørrelse, biomasse på merdnivå og lakselustellinger og forbruk. Kobling av Havbruksregisteret og Havbruksdata forteller hvor alle bestander av laksefisk i sjø er lokalisert til enhver tid, og gjør det mulig å knytte en rekke andre relevante opplysninger til disse bestandene. Datagrunnlaget er svært verdifullt for vurdering av smittespredning, og gir gode muligheter for modellering av sykdomsspredning i tid og rom. Veterinærinstituttet og Norsk Regnesentral (NR) har i samarbeid utviklet hver sin tilnærming til statistisk modellering av smittespredning.

Veterinærinstituttets tilnærming går ut på å modellere sannsynligheten for utbrudd av sykdom som funksjon av ulike risikofaktorer. Her håndteres smitte gjennom vannkontakt som et smittepress en gitt bestand av fisk er utsatt for på en gitt tid fra alle nabolokaliteter med syk fisk. En styrke ved tilnærmingen er at den er relativt fleksibel med hensyn til å teste effekter av mange risikofaktorer. Norsk Regnesentral har utviklet en stokastisk modell, det vil si en modell som har elementer av tilfeldighet i seg, og som er i stand til å kvantifisere betydningen av ulike definerte spredningsveier for virus sykdommer mellom lokaliteter for lakseoppdrett i sjø. Modellen for spredning av virusforårsakete sykdommer mellom lokaliteter for lakseoppdrett i sjø ble først utviklet og kalibrert for spredning av ILA i Norge over årene 2002–2005. I tillegg er modellen nå tilpasset til å håndtere spredning av PD og hjerte- og skjelettmuskulaturbetennelse (HSMB). Begge tilnærmingene viser at smitte fra nære nabolokaliteter med sykdom er en viktig spredningsvei.

Overvåking av en hel region – et viktig skritt fremover

Med etablering av nye arter og flere lokaliteter trengs gode data om hvilke smittestoff

som er til stede. Den reelle utbredelsen av smittestoffene må overvåkes for å si noe om risiko og spredningsdynamikk i et område. I dag er det mulig å undersøke dette, ettersom vi har gode og sensitive påvisningsverktøy. I Nordland etableres det nå et stort overvåkningsprosjekt for nettopp for å generere slike data for et viktig oppdrettsområde. I prosjektet, som har fått navnet Nordscreen, samarbeider oppdrettere, fiskehelsetjenester og forskningsinstitusjoner for å overvåke en avgrenset region over flere år. Det er også etablert dialog med Mattilsynet og bransjeorganisasjonen FHL-Havbruk. De genererte data vil kunne brukes til modellering, risikovurdering og identifisering av målrettede tiltak mot spredning. Ved å samle alle ledd i oppdrettsnæringen og bruke nasjonal spisskompetanse, vil vi kunne si noe konkret om helsestatus og risiko i en region.

Forståelse av hvordan spredning av sykdomsorganismer forekommer i oppdrettsnæringen krever omfattende kunnskap om hvert enkelt smittestoff og egenskapene disse har. Det er et stort behov for data til bruk i modellering av spredning. Smittespredning er komplisert, og modellene vil være sterkt påvirket av hvilke data som legges til grunn, og tolkningen av disse.

Vitenskaplige data som genereres av forskningsmiljøene, må diskuteres åpent for å avdekke uenighet og hvilke områder som trenger mer data eller avklaringer. Det må skapes en felles forståelse av hvilke mekanismer som er viktige i spredning av sykdomsorganismer. Tolkningen av ulike data må avklares på faglig grunnlag. Når vi vet hva fagmiljøene er uenige om, kan det opparbeides mer data slik at modellene blir mer robuste.

Vi trenger mer kunnskap om parasitter og sykdommer hos villfisk. Her er data viktige både for å kunne vurdere sykdommer som regulerende faktor i ville bestander, og for å få et bedre grunnlag for å vurdere risiko for smitte mellom vill og oppdrettet fisk.

Det er viktig å etablere hensiktsmessige forvaltningsstrategier for å unngå smitte og bekjempe sykdommer før de spres. Bekjempelsesplanen for pankreassyke er et godt eksempel. Erfaringene fra dette arbeidet bør brukes for å utvikle et effektivt forvaltningsverktøy – også med tanke på fremtidige sykdomsproblemer. Det er viktig å ta stilling til hvordan vi samlet skal forholde oss til en modell som kanskje legger begrensninger på fri ekspansjon i næringen. Prosessen videre betinger et godt samarbeid mellom forskningsmiljøene, næring og forvaltning.

Spreading of Disease in Marine Aquaculture

In order to develop a sustainable marine aquaculture, we need a better control of the fish disease situation. It is then crucial to understand the different mechanisms and strategies of spreading applied by pathogenic agents, and the balance between the pathogens and their susceptible hosts. The spreading of pathogenic viruses is particularly complicated, and it seems like virus transmission is continuously balancing between vertical and horizontal spreading – as an adaptation to hosts and environmental conditions. Knowledge on each pathogen, its survival potential in the environment, hosts, reservoirs and virulence is therefore crucial in order to estimate risk and take precautions in order to avoid spreading.

Disease management in marine aquaculture is largely based upon distance between farms. Studies of particle transport via water currents have shown that movements may be both rapid, long distanced and unpredictable, and distance between farms may not be as efficient to avoid disease spreading as intended. Risk models have been developed that apply data on disease outbreaks related to distance, management and production practice. The models have been applied to describe the spreading of salmon diseases like Infectious Salmon Anaemia and Pancreas Disease. The National Veterinary Institute and the University of Bergen have somewhat different results and thus different interpretation of data related to disease spreading, and different hypothesis on the relative importance of vertical vs. horizontal spreading. However, new, sensitive diagnostic tools enable us to perform a better diagnostic, revealing potential carriers and the presence of pathogens in environmental samples and water. This brings us closer to a common understanding of disease spreading and improvement of the different models. Success in the development of management model ahead of us relies on a constructive collaboration between the scientific institutes, the different bodies of management and the industry itself.

3.6.4 BERGGYLTE SOM LUSEKONTROLLØR



Figur 3.6.4.1

Berggylten er godt utstyrt med lepper, skarpe tenner og knuse-
tenner inne i munn/svelg, for å fange og tilintetgjøre lakselusa.
*The ballan wrasse has sharp teeth, lips and crushing teeth in their
mouth and throat, well equipped to catch and destroy the salmon lice.*

Villa Miljølaks AS har de siste fem årene jobbet systematisk og målrettet i sin FoU-konsesjon med utvikling av metoder for kontroll med lakselus ved hjelp av leppefisk. De største utfordringene har vært å få til tilstrekkelig god lusekontroll i store merder (120–140 m), kontroll med lakselus gjennom vinteren og å redusere dødelighet hos leppefisken.

Per Gunnar Kvenseth, Villa Miljølaks AS

pgk@villaorganic.com

Ragnar Øien, Villa Miljølaks AS

ro@villaorganic.com

En av målsettingene de siste ti årene har vært å sette ut små berggylte (gjerne fra oppdrett) sammen med smolten og la dem vokse seg større sammen med laksen. Små berggylte er dessverre lite tilgjengelig i naturen, og kunnskapen om deres tilholdssteder er mangelfull.

Berggylte er en foretrukket rensefisk (Figur 3.6.4.1) fordi den er mer robust enn andre arter og fordi den er mer aktiv ved lavere temperaturer gjennom vinteren enn de andre leppefisk-artene i Norge. I tillegg har vi god erfaring med lusekontroll hos stor laks ved hjelp av berggylte.

Villa Miljølaks AS har de to siste årene også drevet forsøk med oppdrett av berggylte i samarbeid med Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll, gjennom et treårig NFR-prosjekt. Pro-

duksjonen fra prosjektet var netto ca. 5000 yngel i 2007. Av denne yngelen ble 1 000 overført til Høgskolen i Ålesund for å gjennomføre vekstforsøk, og ca. 1 000 ble sommeren 2008 satt ut i en not i sjøen ved Villa Miljølaks sin konsesjon, i en oppdrettsmerd med 140 m omkrets og 40 omfars not med ca. 130 000 laks. Lakselus ble talt systematisk hver 14. dag fra utsett av smolt i mai. Frem til 1. november ble det kun sporadisk påvist lakselus i tidlige stadier, på laksen.

Berggylte som første rensefisk i bruk i Norge

Fiskaren skrev 27. september 1976 den første kjente artikkelen i Norge om bruk av berggylte til kontroll med lakselus under overskriften "Lakesoppdrettar i Batalden bruker små-berggylte for å plukke fisken rein for lus". Dette var i oppdrettsnærings barndom, og allerede da hadde en fått erfart problemene omkring lakselus. Artikkelen forteller at den kreative oppdretteren Karstensen i Batalden for en tid tilbake fikk mye lus på laksen. Problemet løste de med å sette ut små berggylt i notene.

På begynnelsen av 1990-tallet begynte vi å jobbe med de forskjellige leppefiskartene i regi av AS Mowi, som da var det ledende oppdrettselskapet. På den tiden var det resistens mot organofosfatene Nuvan og Neguvon som var problemet. Kunnskapen var forholdsvis liten, men det var opplest og vedtatt at berggylte i beste fall var en udugelig rensefisk og i verste fall en fisk som ville ødelegge laksen ved å angripe øyne, finner etc. AS Mowi var et godt sted for studenter å ha sommerjobb og å gjennomføre den praktiske delen av studentoppgaver. Gjennom dette arbeidet "gjenoppdaget" vi berggyltens fortreffelige egenskaper som rensefisk. Ved en blanding av kunnskapsmangel og hell i uhell hadde vi satt ut en del berggylte sammen med stor laks. Egentlig skulle vi bare sette ut grønngylte.

En dag fant en av studentene flere hundre lus i magen på en eneste berggylte, snakk om lusebeiter eller lusekverker. Siden har vi jobbet mye med berggylte som rensefisk, og ser et stort potensial. I begynnelsen var det ikke lett å skille bergnebb, grønn-

gylt, gressgylt og berggylt, og feltforsøk med leppefisk innen praktisk eller kommersielt oppdrett er ikke bare enkelt. Etter hvert har vi gjort såpass mange feil at vi har kommet frem til brukbare protokoller for forsøkene. De første årene talte vi hypig lus på laksen i merdene og tilla all variasjon av lakselus aktivitet eller manglende aktivitet fra leppefisk. Etter hvert fanget vi mengder av leppefisk fra laksemerdene og undersøkte hva de hadde spist. Ved å sammenligne det totale mattilbudet for leppefisk, dvs. lus på laksen og diverse begroingsorganismer på oppdrettsnøtene, fant vi ut at det var meget viktig å holde nøtene så reine som mulig.

Hvorfor bruke berggylte?

Berggylte er:

- den mest robuste av leppefiskene – tåler håndtering best – lav dødelighet
- den arten som vokser raskest – beiteklar fisk på 12 cm i løpet av et år etter klekking i oppdrett
- har glupende appetitt – både når det gjelder lakselus, blåskjell og spøkelseskreps
- den arten som er mest aktiv ved lave temperaturer
- vokser sammen med smolten – frem mot stor laks
- har vist best effektivitet når det gjelder lusebeiting på stor laks
- den arten vi har kommet lengst med når det gjelder klekking og oppdrett
- vanskeligst å finne passe store eksemplarer av i naturen (12–15 cm)

2002

Forsøk utført i 2002 i Villa Miljølaks om lusekontroll hos stor laks andre året i sjø, viste at nøter uten berggylte måtte avluses tre ganger i løpet av sommeren og høsten, for å oppnå tilsvarende effekt som vi hadde med å benytte berggylte til kontroll med lakselus. Berggylten hadde glupende appetitt, og i mageundersøkelsene fant vi 30–50 spøkelseskreps og 20–50 små blåskjell per berggylt mage. I august samme år fant vi 50–70 lakselus per berggylt mage. Vi tilsatte ca. 1 % berggylte i den perioden lusa var plagsom. Effekten av berggylten økte dramatisk når vi skiftet til rene nøter og "tvang" berggylten til å spise lus. Vi vet ikke hvor mange lus en berggylte kan spise i løpet av ett døgn, men med 50–70 lus per undersøkt mage, ser vi at lusemengden på laksen avtar raskt og betydelig. Ren not og nedbeitet lus på laksen førte videre til at berggylten startet med å beite på øynene til laksen. Vi reduserte da antall berggylte i noten ved utfisking.

Det ser ut til at noen leppefisk spesialisere seg på å spise lus. Når vi undersøker mageinnhold er det ikke slik at alle har spist noen få lus. Vanligvis er det noen få

leppefisk som har spist mange lus. Vi har prøvd å fange inn leppefisk fra oppdrettsnøtene, bedøve dem, spyle ut mageinnholdet, merke dem og sette dem ut igjen, i håp om å finne ut om disse fiskene er lusespesialister hele tiden. Foreløpig har vi altfor lite data til å konkludere. Vi vet heller ikke hvor mye lus en berggylte kan spise i løpet av et døgn. Det vi får når vi fanger inn leppefisk fra nøtene og undersøker mageinnholdet, er et øyeblikksbilde. Undersøker vi mageinnholdet på 20 fisk, gir dette ofte en pekepinn på hva som er tilgjengelig av aktuell mat for leppefisk, totalt sett, i noten. Dette gjelder også andre arter, der det ble funnet "spesialister" på lusebeiting blant alle de tilgjengelige artene i forbindelse med en kandidatoppgave i samarbeid med studenter ved Høgskolen i Ålesund.

"The Villa Story"

Tidlig på 1990-tallet startet to unggutter på Daugstad i Vestnes kommune på Vestlandet sin karriere som fiskere og oppdrettere. Etter å ha lest en artikkel i Norsk Fiskeoppdrett, fikk en av fedrene styrt guttene inn på fangst og omsetning av leppefisk. Oppdrettsnæringen hadde da som nå store problemer med lakselus på grunn av resistens. Den gang var det organofosfatene Nuvan og Neguvon, i dag er det andre stoffer en sliter med. Interessen for leppefisk var stor, som den vanligvis er når resistens eller faren for resistens truer, som også er situasjonen igjen i dag. Vi kan være i ferd med å kopiere Chile i konkurransen om å miste kontrollen over det som i utgangspunktet var en uskyldig parasitt, men som har kostet næringen i Chile milliarder av kroner og tusener av arbeidsplasser.

På begynnelsen av 1990-tallet stod prisene for leppefisk i forhold til problemet med lakselus. De unge fiskerne på Vestnes tjente inn igjen investeringene sine i løpet av en natts fiske, og utviklingen på det som i dag er Villa Organic startet. Frem til i dag har de bygd opp ett av de ledende firma i verden innen økologisk fiskeoppdrett, og Villa Organic ble kåret til årets navn i norsk fiskerinæring i 2007. Selskapet er i dag internasjonalt ledende innen fangst og bruk av rensfisk, oppdrett av berggylte og økologisk oppdrett. Mye av dette takket være langvarig støtte fra Norges forskningsråd, Innovasjon Norge, SkatteFUNN, Fiskeri- og Havbruksnæringens Forskningsfond og samarbeid med Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen og høgskolene i Sogndal og Ålesund.

Bruk av leppefisk til lusekontroll er en kontinuerlig og miljøvennlig metode. Utført på den rette måten er dette i tillegg meget lønnsomt både for oppdretteren og miljøet, sammenlignet med alle andre metoder vi kjenner til for lusekontroll i

dag. Den er mer kunnskapskrevende enn de andre metodene, og det kreves nøye tilpasninger av utstyr og drift. Et stort pluss er at vi ikke kjenner til resistens eller nedsatt følsomhet når det gjelder bruk av biologiske metoder for parasittkontroll.

En av utfordringene er at leppefisk spiser det som er lettest tilgjengelig, og det er ikke alltid lakselus. På oppdrettsnøtene vokser det opp et eget økosystem på selve notveggen; alger, blåskjell, hydroider, spøkelseskreps og andre krepsdyr, og dette er godsaker for leppefisk. Å holde nøtene så rene at leppefisk "tvinges" til å beite lus er en utfordring, spesielt innen økologisk oppdrett, der vi ikke benytter kobberholdig notimpregnering. Flere ganger har vi erfart tilnærmet "avlusningseffekt" ved å rengjøre nøtene en ekstra gang eller ved å skifte over til nye, rene nøter. Det er derfor viktig å sikre egen spylekapasitet og tilgang til dykkere for spyling for ikke å havne på etterskudd når det gjelder å bekjempe begroingsorganismer på notveggen. Mageundersøkelser hos berggylte og andre arter har vist at fødevalget avhenger av tilgang. Ved tilstrekkelig tilgang av mat på notveggen forlater heller ikke leppefisk denne, og laksen som befinner seg i midten av nota får ikke "besøk" av lusespisere i det hele tatt. Dette er en utfordring som bare blir større ved bruk av store oppdrettsenheter.

2008

I 2008 har Villa Miljølaks benyttet berggylte til lusekontroll i en forsøksnot. Berggylten var produsert ved Forskningsstasjonen Austevoll, og ca. 1 000 stk. ett års gamle oppdrettsberggylt ble satt ut i løpet av sommeren. Smolten hadde en vekt på ca. 50 gram og ble satt ut i slutten av mai. Lusetellinger gjennomført på 20 fisk annenhver uke, viste så godt som ingen lus frem til 1. november. Med så lave luseverdier er det umulig å finne lus i representativt utvalg i leppefiskens mageinnhold. Nøtene har blitt rengjort regelmessig ved hjelp av spyling, både med dykkere og ved hjelp av en stor spylerrigg.

Tilsetningen av berggylte i forsøket var ca. 0,5 % og tilsetningen av villfanget var 5,8 %. 294 berggylte ble tatt opp som døde (ca. 30 %) og 5 923 grønn-gylt er tatt opp som døde (ca. 50 %). Dødeligheten av grønn-gylt har vært høyere enn dødeligheten av produsert berggylte.

Fremtid

Bruken av leppefisk omtales i dag som den eneste makroberedskapen Norge har mot lakselus som er resistent både mot bade-midler og mot behandling gjennom fôret. Andelen oppdrettere som benytter leppefisk i en eller annen form har økt de siste

årene, etter å ha vært nede på et lavmål ettersom det fôrbaserte avlusningsmiddelet Slice har dominert lusekontrollen i norsk oppdrettsnæring i perioden 2004–2007. Økningen i bruken av leppefisk har vært særlig merkbar i områder som har vært hardt rammet av sykdommen PD. Dette henger nok sammen med at laks som har PD har nedsatt appetitt (vanskelig å behandle gjennom fôret) og tåler dårlig håndtering (vanskelig å behandle i bad med lukket presenning eller skjørt).

Økningen i bruk av leppefisk har spredt seg ettersom PD har spredt seg. Det er viktig å understreke at vellykket bruk av leppefisk er kompetansekrevenende i alle ledd, og at utstyr og drift må tilpasses også til leppefisken. Dersom en bare tilsetter leppefisk uten å ta hensyn til denne artens spesielle behov, er mulighetene store for ikke å lykkes.

Interessen for leppefisk fra andre store lakseeksportører øker etter hvert som de har

fått problemer med lakselus som overlever de vanligste behandlingsmetodene. Vi tror ikke at leppefisk er selve løsningen på problemet med lakselus, men er overbevist om at aktiv og strategisk riktig bruk av leppefisk vil redusere problemene med lakselus betydelig både for oppdrettsfisken og de villlevende laksefiskene. Spesielt viktig rolle kan leppefisken få nå ettersom det er registrert resistens både mot bade midler og behandling gjennom fôret mot lakselus flere steder langs kysten.



Figur 3.6.4.2

Villa Miljølaks AS driver forsøk i 140 m i omkrets oppdrettsenheter – hver enhet har et volum på ca. 28 000 m³. Det er utfordrende å få full effekt av leppefisk i slike enheter.

Villa Miljølaks AS runs research in 140 m net pens – each unit has a volume of about 28.000 m³. The challenge is to get full effect of the cleanerfish in such volume.

Ballan Wrasse Used to Control Salmon Lice

Villa Miljølaks AS is the international leading company developing and using the cleanerfish technology for continuous keeping low levels of the salmon lice when farming salmon in netpens. Ballan wrasse is the preferred specie because this is the toughest and most efficient cleanerfish specie, also active at low temperatures. One main project goal is to introduce small ballan together with the salmon smolt and let the ballan grow as the salmon grows,

keeping the salmon lice under control for the whole sea-life period of the farmed salmon. One of the big challenges within organic farming, run without copper netpainting, is to keep the netpens clean enough. Lots of plants and animals easily establish and grow on the nets. This gives a variety of alternative food for the cleanerfish, which finds it easier to graze on the nets than chasing the salmon for lice. Keeping the nets as clean as possible is very important for keeping the salmon

lice at low levels. Experiments with cleanerfish are therefore followed not only by regularly sea-lice counting but also by cleanerfish gut and stomach analysis.

There is an increasing interest about the cleanerfish technology within the international salmon farming industry as the problems with resistant salmon lice to treatment both through feed and bath are increasing.

3.6.5 BEHANDLING AV BAKTERIELLE SJKDOMAR HOS FISKELARVAR I MARINT OPPDRETT

Dei siste åra har produksjonen i marine klekkeri betra seg mykje, mellom anna gjennom betre kunnskap om hygiene og næringskrav til larvane. Likevel ser ein at sjukdomar i dei tidlege livsstadia hindrar stabile, høge produksjonar av yngel. På grunn av lite utvikla immunsystem hos marine fiskelarvar kan ein ikkje vaksinare desse mot aktuelle sjukdomar. Det viktigaste ein kan gjere er å førebyggje sjukdomar, men når sjukdom først oppstår, må det behandling til.

Irja Sunde Roiha

irja.sunde.roiha@imr.no

Marine fiskelarvar er avhengige av levande fôrorganismar i dei tidlege livsstadia. Dei mest brukte fôrorganismane er hjuldyr, *Brachionus plicatilis*, og saltkrepsen *Artemia franciscana*. Fôrorganismar får i seg føde gjennom å filtrere næringspartiklar frå vatnet og får også i seg store mengder bakteriar, både nyttige og potensielt sjukdomsframkallande. Før desse fôrorganismane blir gitt til larvane, betrar ein næringsverdien av dei ved å tilsetje næringsstoff, vitaminar og forskjellige oljar, også omtala som anriking (*matpakke*). Den mest vanlege metoden for slike anrikingar er via oljeemulsjonar tilsett i vatnet.

Bioinnkapsling

Tanken bak bioinnkapsling er å nytte dei levande fôrorganismane som ein tablett for larvane. Med dette som utgangspunkt, ville vi undersøkje om ein kan behandle sjuke larvar med florfenikol ved bruk av hjuldyr og/eller *Artemia*. Inkorporering av antibakterielle midlar i fôrorganismar som metode for behandling av bakterielle sjukdomar hjå marine larvar, er godt studert for *Artemia*, men lite kjent for hjuldyr. Florfenikol er eit amfenikol med liknande struktur og antibakteriell aktivitet som kloramfenikol. Florfenikol er bakteriostatisk (hemmar proteinsyntesen til bakteriar) og har baktericid aktivitet (drep bakteriar). Slik er florfenikol eit breispektra antibiotikum som er aktivt mot ei rekkje bakteriar. For oppdrett i Noreg er florfenikol tilgjengeleg som medikamentet Aquaflox, som er godkjent til behandling av furunkulose og kaldtvassvibriose hjå laks og aure. Florfenikol er i dag det nest mest brukte antibiotikum i norsk oppdrett.

Florfenikol er tungt løseleg i sjøvattn og vil difor føreliggje som partiklar når ein tilsett dette i vatnet. I våre studiar ville vi teste om florfenikol i partikkelform kunne bli teke opp av hjuldyr og *Artemia*, kva konsentrasjonar ein kan oppnå og kor raskt denne prosessen går. I vidare studiar vart anrika hjuldyr og *Artemia* gitt til torsk- og kveitelarvar, og det viste seg at det er

mogeleg å medisinerer marine fiskelarvar ved hjelp av levande fôrorganismar.

Metode

Som feltforsøk brukte vi 10-liters bytter med florfenikol direkte i vatnet til fôrorganismane. Etter bestemte tidsintervall vart dyr hausta frå bytta, vaska og fryst. I laboratoriet vart prøvane av dyra analyserte ved organisk ekstraksjon av florfenikol med påfølgjande analysar.

Resultat

Både rotatoriar og *Artemia* tok effektivt opp florfenikol, og vi såg at opptaket i dyra var avhengig av både tid (kor lenge vi anrika) og dose (kor mykje florfenikol vart tilsett i vatnet). Vi køyrde feltstudiar med både torsk- og kveitelarvar. For torsk har vi testa med begge fôrorganismane og sett at florfenikol vert teken opp i larvane frå både rotatoriar og *Artemia*. Sidan ein berre brukar *Artemia* som fôrorganisme til kveite, har vi testa denne organismen for desse larvane. Resultata viste at florfenikol også vert teken opp i kveitelarvane.

Det flotte med denne metoden er at det går raskt å få anrika fôrorganismane med florfenikol. Tidlegare studiar med anriking av andre typar antibiotika i *Artemia* har gått over fleire timar eller opp til eit døger. I våre studiar såg vi at opptaket skjedde veldig raskt, og etter berre 30–60 minutt flata det ut. Det vil seie at ein ikkje vinn noko særleg på å anrike lenger enn ein time. Dersom ein skal behandle sjukdom i klekkeri, er det særst viktig å kome i gang med behandling så raskt som mogeleg, før larvane blir så dårlege at dei sluttar å ete. Vi har sett at konsentrasjonen av denne medisinen i larvane er høg nok til å ta livet av sjukdomsframkallande bakteriar. Slik kan denne metoden godt nyttast til behandling i marine yngelanlegg.

Andre bruksområde

Denne metoden kan brukast i alle klekkeri der ein brukar levande fôrorganismar og kan nyttast til andre medikament og immunstimulantar. Den kan ha stort potensial, spesielt i Asia der ein brukar enorme mengder med antibiotika i til dømes produksjon av reker.



Foto: Irja Sunde Roiha

Figur 3.6.5.1

To hjuldyr *Brachionus plicatilis*. I torsk- klekkeri brukar ein hjuldyr som levande fôr frå om lag dag 3 etter klekking og fram til om lag dag 30.

Two rotifers Brachionus plicatilis. In cod hatcheries rotifers are used from around day 3 after hatching and up until around day 30.

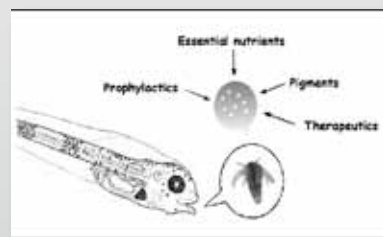


Foto: Irja Sunde Roiha

Figur 3.6.5.2

Artemia franciscana nauplii med cyste. I torsk- klekkeri brukar ein *Artemia* frå om lag dag 25 og fram til weaning, gjerne med en overlappingsperiode mellom hjuldyr og weaning. I kveite- klekkeri brukar ein berre *Artemia* som levandefôr, frå om lag 35 og fram til weaning ved om lag dag 80.

Artemia franciscana nauplii with a cyst. In cod hatcheries Artemia are used as live-feed from around day 25 and up until weaning, with some overlapp both. In halibut hatcheries Artemia is the only live-feed organism in use, from around day 35 and up until weaning around day 80.



Figur 3.6.5.3

Tanken bak bioinnkapsling eller anriking (modifisert teikning frå Støttrup & McEvoy 2003).

Principles of bioencapsulation or enrichment (Modified from Støttrup & McEvoy 2003).



Foto: Irlja Sunde Rolha

Figur 3.6.5.4

Bilete som viser eit enkelt forsøksoppsett. Anriking av *Artemia* i 10-liters bytter med lufting.

Picture of an experimental set-up. Enrichment of *Artemia* in 10-l containers.

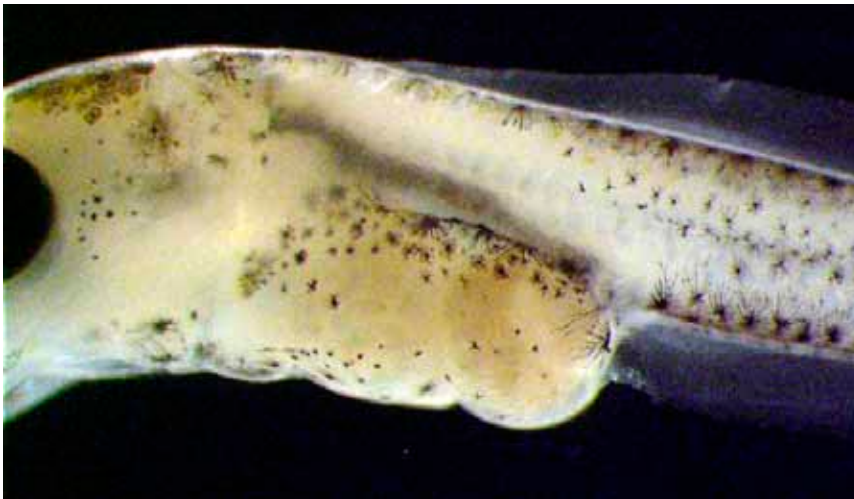


Foto: Irlja Sunde Rolha

Figur 3.6.5.5

Torskelarve med anrika *Artemia* i magen. Cod larvae with enriched *Artemia* in the stomach.

Antibacterial Treatment Method for Marine Fish Larvae

Despite improved production in fish hatcheries through better husbandry and increased knowledge of larval nutrient requirements the recent years, stable productions of marine larvae are limited by the outbreak of bacterial infections during the early life stages. Due to the immature status of lymphoid tissues when hatched, the larvae possess no specific immune system, and vaccination is therefore not an option at this stage. Hence, in order to treat an infection, antibacterial therapy is needed.

At the earliest life stages, marine fish larvae are dependent on live feed organisms, and the most important are the rotifer *Brachionus plicatilis* and the brine shrimp *Artemia franciscana*. Prior to be offered to the larvae rotifers and *Artemia* sp. are given nutrients, vitamins and essential oils, during an enrichment process (bioencapsulation). Through bioencapsulation live feed organisms

are used as carriers of nutrients or chemotherapeutants. We wanted to investigate whether treatment of infected larvae with florfenicol was possible using rotifers and/or *Artemia* sp. as carrier organisms. Florfenicol is a broad spectrum antibiotic effective against a range of disease causing bacteria. For the Norwegian aquaculture industry florfenicol is available as Aquaflor and is approved for treatment of furunculosis and cold-water vibriosis in Atlantic salmon and rainbow trout, and is at present the second most used antibiotic in Norwegian aquaculture.

Both rotifers and *Artemia* sp. effectively incorporated florfenicol, and the assimilation in the organisms was dependent on both time (duration of the enrichment process) and dose (amounts of florfenicol added to the water). We have performed a number of field studies with cod and halibut larvae. Florfenicol was successfully incorporated in larvae at concentrations high enough to kill potential disease-causing bacteria. The great advantage using

this method is the velocity of the florfenicol enrichment process, where most of the uptake happened within the first 30-60 minutes. It is very important to identify disease outbreaks and initiate treatment as early as possible, before the larvae become so weak that they stop eating. Accordingly, this method may be applicable for treatment of bacterial diseases in marine hatcheries.

This method may be of benefit in all hatcheries using live feed organisms, and is also applicable to other compounds and immune stimulants.

3.7

Dyrking av skjell

3.7.1 ÆRFUGL OG BLÅSKJELLOPPDRETT – ET ULØSELIG PROBLEM?

Oppdrett av blåskjell har i de senere år økt sterkt i omfang i Norge, men kunnskapen om de økologiske konsekvensene av virksomheten er meget begrenset. Blåskjell er hovedføden for mange store sjølevende ender (havdykkender). Av havdykkendene er det bare ærfugl som har blitt studert i detalj med hensyn til fødevalg.

Sveinn Are Hanssen, NINA
sveinn.a.hanssen@nina.no

Kjell Einar Erikstad, NINA
kjell.e.erikstad@nina.no

Overvintrende ærfugl foretrekker blåskjell, og studier viser at de foretrekker små skjell, sannsynligvis fordi disse har relativt høyere kjøttandel. Blåskjell i oppdrettsanlegg kan regnes som en konsentrert kilde til høykvalitets mat for havdykkender pga. av sin høye tetthet, ideelle størrelse og tynne skall. Det er derfor ikke overraskende at havdykkender forårsaker alvorlige problemer for næringa. Utbredelse av havdykkender (tetthet og beiteintensitet i forhold til tid på døgnet og tid på året) i tilknytning til blåskjellanlegg har vært lite studert. Under naturlige forhold er det vist at ærfugltettheten øker med økende næringstetthet. Oppdrettere opplyser at havdykkendene for det meste er fraværende, for så plutselig å dukke opp i store flokker (200–800 fugler) for å beite

i anleggene. Dette fører ofte til at anlegg som har vært lite plaget av fugl, kan tømmes nesten helt i løpet av få dager (Figur 3.7.1). Det rapporteres om tap på mellom 150 og 600 tonn blåskjell som følge av havdykkandpredasjon på Sørlandet, i Skottland og Baha Mexico.

Ærfugl (*Somateria mollissima*) fins i til dels store antall langs det meste av Norges kyst. Hekkepopulasjonen er estimert til å være rundt 190 000 par, og antallet fugler øker i vintermånedene ved at ærfugl fra Russland, Østersjøen og Svalbard overvintrer langs kysten. Dette medfører at Norge har et spesielt internasjonalt ansvar for vern av ærfugl, noe som påvirker valg av metoder som kan brukes for å redusere beiting i blåskjellanlegg. Bedre kunnskap om metoder som kan begrense ærfuglskadene i blåskjellanlegg er sterkt etterspurt av både næringa selv og forvaltningen. Norsk institutt for naturforskning (NINA) har gjennom flere år forsket på problemer relatert til blåskjellanlegg og havdykken-

der, med spesielt fokus på ærfugl. På grunn av det relativt lave næringsinnholdet spiser en ærfugl opptil 2 kg blåskjell i døgnet. Flere metoder har vært prøvd for å holde ærfuglene borte fra anleggene, men uten særlig hell. Det gis begrenset fellingstillatelse på fugl ved enkelte anlegg i forsøk på å redusere skadene. Noen oppdrettere rapporterer at slike tiltak virker, men erfaringene er at slike ”skremmemetoder” er effektive bare en kort periode. NINA har fra 1990 gjennomført årlige tellinger av overvintrende ærfugl i Balsfjord i Troms. Fra 2004 ble de årlige registreringene økt til månedlige tellinger i vinterhalvåret. Fram til 2007 har det vært syv konsesjoner for blåskjellanlegg i Balsfjord, fra Malangseidet og innover mot Storsteinnes, i bunnen av fjorden. På grunn av dårlig lønnsomhet ble disse blåskjellanleggene avvirket i løpet av 2007.

Spørreundersøkelse

NINA gjennomførte i 2004–2005 en spørreundersøkelse blant blåskjelloppdrettere



Figur 3.7.1.1

Blåskjell klar for høsting (venstre bilde) og hvordan anlegget ser ut etter at ærfugl har beitet intensivt (høyre bilde).
Picture from a blue mussel farm in Northern Norway showing blue mussels ready for harvesting (left picture) and the right picture is taken after predation by common eider ducks



Foto: Trond Johnsen

Figur 3.7.1.2

Voksen ærfugl-hann og ung havørn.

Adult common eider male and young white-tailed sea eagle.

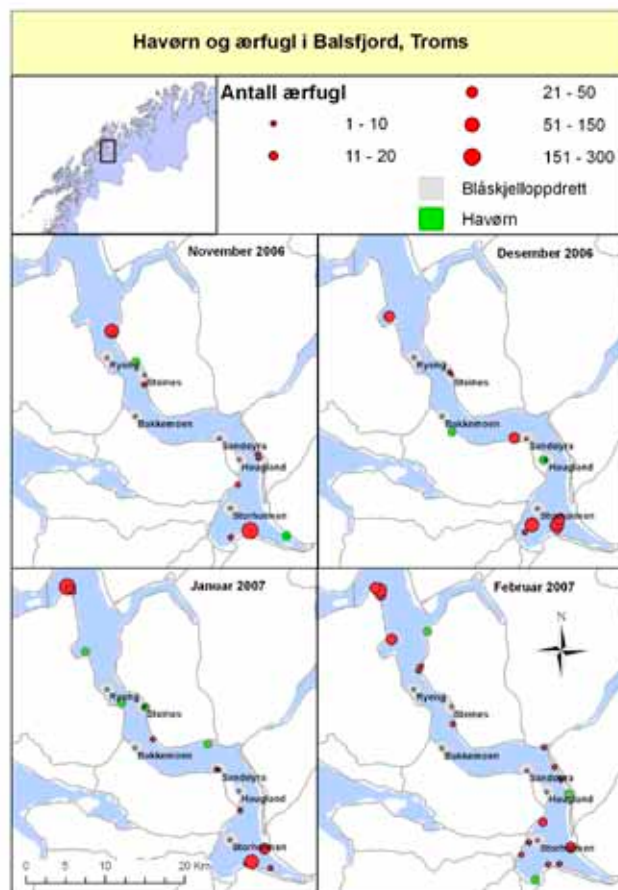
i Norge for å kartlegge hvilke anlegg som hadde problemer med ærfuglbeiting og hvilket omfang dette hadde. Resultatene viste at ærfugl i mange tilfeller var en stor belastning for skjellnæringa, og den reduserte lønnsomheten kraftig. Enkelte oppdrettere opplyste at hele produksjonen gikk tapt i løpet av kort tid. Noen oppga at plagene startet umiddelbart etter at anleggene var plassert ut, mens hos andre oppstod skadene først etter 1–2 år. Når anleggene først er oppdaget av ærfugl, vil fuglene lære seg å utnytte denne ressursen. Ærfugl kan bli 20–30 år gamle, og vil også kunne overføre denne kunnskapen til yngre og uerfarne fugler i flokken.

Fordeling av ærfugl i Balsfjorden

Ærfuglbestanden i Balsfjorden i Troms har gått tilbake siden tellingene startet i 1990. Det ser imidlertid ut som om denne trenden har stabilisert seg de siste årene. Antallet varierer mye fra måned til måned. I perioden 2004–2006 var minste antall ærfugl i fjorden på ca. 130 individer, mens høyeste antall var ca. 900 individer. Ved over halvparten av blåskjellanleggene ble det relativt sjelden eller aldri observert ærfugl ved tellingene, mens det ved de tre anleggene i de indre delene av Balsfjord, ofte ble observert ærfugl (Figur 3.7.1.1). Det ser ut som de indre og ytre delene av Balsfjord ofte har relativt store ærfuglkonsentrasjoner. Vi var likevel ikke i stand til å påvise at ærfugltettheten var større i områder med blåskjellanlegg sammenlignet med områder uten anlegg. Analyse av en tidsserie over fordeling av ærfugl i Balsfjord over en periode på 16 år (1990–2005) viser hel-

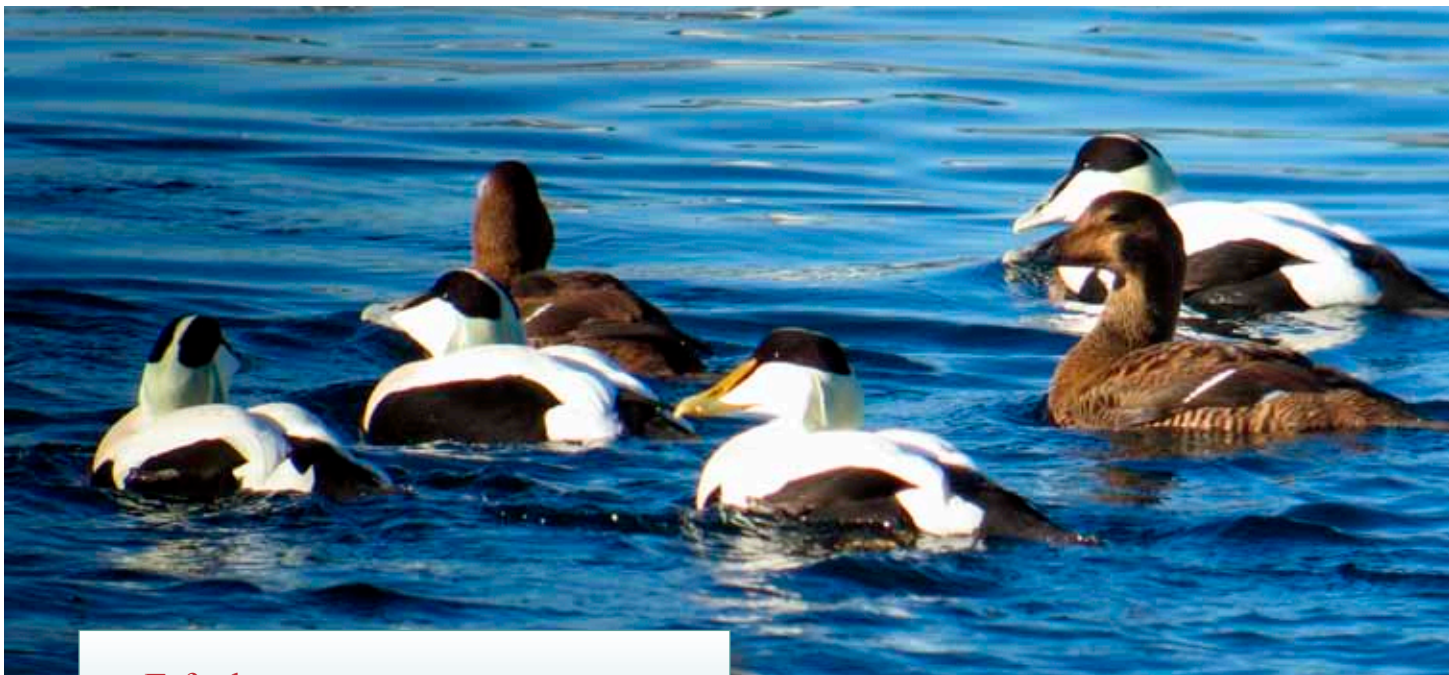
ler ingen storskala forflytning av fugl etter at det ble plassert ut fem blåskjellanlegg i 2001. Dette kan tyde på at mesteparten av ærfuglene innenfor et fjordsystem ikke trekker til anleggene, men at de fortsetter å beite i naturlige habitater. Fuglene som beiter i anleggene er mest sannsynlig

de som tradisjonelt holder til i omkringliggende områder. Dette stemmer også med opplysninger fra oppdrettere om at det sjelden er mer enn ca. 50–100 fugler i nærområdet rundt anleggene. Skjellanlegg er naturlige habitater, og det vil derfor ta en viss tid før fuglene oppdager denne matressursen.

**Figur 3.7.1.3**

Fordeling av ærfugl i Balsfjorden i Troms i månedlige tellinger fra oktober 2006 til februar 2007 i forhold til plassering av blåskjellanlegg og lokaliteter med voksen havørn.

Distribution of common eiders in Balsfjorden, Northern Norway during monthly surveys, in relation to blue mussel farms and white-tailed sea eagles.



Ærfugl

Somateria mollissima

er en stor marin dykkand. Den fins langs kysten av Nord-Amerika, Nord-Europa og Sibir. Hekkeområdene i Europa omfatter Norge, Sverige, Finland, Danmark, Svalbard, Jan Mayen og Island. De sørligste ærfuglene hekker i Nederland. Hunnene må spise mye før eggleggingen slik at de kan ruge i 25 dager uten matinntak. Ærfuglhunnen går 40 % ned i vekt i løpet av rugeperioden. En fugl som normalt veier 2,5 kg, kan være 1,5 kg når eggene klekker.

Havørn; en naturlig "skremmer"

Både ærfugl og havørn (*Haliaeetus albicilla*) er mobile og forflytter seg over relativt lange avstander på kort tid. Vi ønsket å analysere "øyeblikksbilder" fra de månedlige tellingene av ærfugl der vi også registrerte havørn som satt godt synlig ved havkanten (Figur 3.7.1.2). Når det var havørn til stede ble det nesten aldri observert ærfugl innenfor en avstand på 2 km fra en synlig havørn. Når det ikke var havørn å se, ble det observert i gjennomsnitt 2,6 ærfugl innenfor de samme områdene (Figur 3.7.1.3). Det så ut som at havørn hadde en avskrekkende effekt på ærfugl. Egne observasjoner av havørn i nærheten av ærfugl viser tydelig at fuglene blir svært skremt, og en overflygende havørn skaper ofte panikk i flokken.

Havørn er en naturlig predator på ærfugl, og flere oppdrettere nevner at ørn i nær-områdene har en positiv innvirkning på ærfuglplagene. En svensk undersøkelse viser at mengden ærfugl som besøkte anlegget minsket straks en havørn ble observert i nærheten. Voksne havørn er stort sett territorielle hele året og observeres ofte sittende på faste plasser i fjæra

(egne observasjoner). Det at ærfugl reagerer såpass sterkt på havørn er interessant for å utvikle "skremmetiltak" der en bruker havørnsilhuetter eller avspiller varsellyd fra havørn. Et alternativ kan være å tiltrekke havørn til anleggene ved å legge ut åte. I enkelte større blåskjellanlegg i utlandet har fysiske avsperringer i form av nett som hindrer svømmende og dykkende fuglers tilkomst til blåskjellene vært utprøvd. Problemene knyttet til disse nettene har hittil vært at effektive nett er svært kostbare, de påvirker vanngjennomstrømming, og kan føre til drukning av fugl og fangst av fisk. Våren 2009 startet NINA, i samarbeid med blant annet Universitetet i Quebec, Canada, norske redskapsprodusenter samt kanadisk og norsk oppdrettsnæring et prosjekt som skal utvikle og teste nett for å hindre havdykkand-predasjon i blåskjellanlegg. Prosjektet er finansiert av Norges forskningsråds HAVBRUK-program. Kanskje kan fremtidens blåskjellnæring tilpasse seg ærfugl ved en kombinasjon av nytviklede sperrenett som er rimeligere og ikke fører til fastsittende fugl og fisk, i kombinasjon med utnyttelse av naturlige havørnbestander som kanskje kan tiltrekkes anleggene med føring?

Eider Ducks and Blue-mussel Farming

Blue-mussel farming has been an increasing industry in Norway, however, knowledge of the ecological consequences of this activity is limited. In connection with this, the predation of blue-mussels by seaducks such as common eider ducks (*Somateria mollissima*) has surfaced as a considerable problem. This has clear negative effects on the economy in this industry. In addition, the farms represent artificial habitats that may have consequences for the birds. Knowledge about methods to reduce the negative effects of eider predation on blue mussels in farms is in great demand from both the industry and the nature management authorities. Norwegian institute for nature research in Tromsø has been working with the distribution of common eider ducks in relation to mussel farms in Balsfjorden, Northern Norway. We found that eiders did not show long-term-preferences for blue mussel farms. Large aggregations of eiders may predate heavily on farms within only a few days. On the other hand, eagles had a strong negative effect on the distribution of eiders. We found only one eider duck closer than 2000 meters from any of 11 eagle sightings. This means that measures to reduce eider numbers near mussel farms may include attraction of natural duck predators such as eagles, perhaps in combination with excluding nets.

3.7.2 MILJØEFFEKTER OG OVERVÅKING AV BLÅSKJELLANLEGG



Et blåskjellanlegg med bæreliner som er strekt med oppdriftsblåser på overflaten.
A mussel farm with long-lines and buoys.

Det foreligger ikke krav om miljøovervåking i forbindelse med skjell dyrking i Norge. Men med en videre vekst av næringen hvor større arealer tas i bruk, ønsker myndighetene å sikre forsvarlig drift med hensyn til virkninger på miljøet. Med bakgrunn i våre undersøkelser og kunnskap om miljøvirkninger av skjell dyrking i andre land, foreslås det å fokusere på riktig dyrkingsmetode (strøpning), god lokalisering og vanngjennomstrømning i anlegg, da dette vil bidra til lav risiko for effekter på bunnmiljøet.

Pia Kupka Hansen
pia.kupka.hansen@imr.no

Tore Strohmeier
tore.strohmeier@imr.no

Henrice Jansen
henrice.jansen@imr.no

Øivind Strand
oivind.strand@imr.no

Blåskjell dyrkes på tau eller i strømper som henger fra bæreliner som strekkes mellom oppdriftsblåser i sjøen. Skjellene spiser ved å filtrere partikler fra vannet, og det meste av føden er planteplankton, små dyreplankton og andre organiske partikler. Fra skjellene kommer det ekskrementer og løste avfallsstoffer. Ekskrementene synker mot bunnen, mens de oppløste avfallsstoffene (ammonium) omsettes i vannmassen og kan øke produksjonen av planteplankton og dermed fødetilgangen til skjellene. Lokale dyp og strømforhold er avgjørende for både hvor ekskremen-

tene spres og hvordan nedbrytning av disse påvirker miljøet. Havforskningsinstituttet samarbeider med nederlandske forskere for å øke kunnskapen om når og hvordan dette påvirker miljøet.

I Norge foreligger det ikke krav om miljøovervåking i forbindelse med skjell dyrking. Men med en videre vekst i næringen hvor større arealer tas i bruk, ønsker myndighetene å sikre forsvarlig drift med hensyn til miljøpåvirkninger. Havforskningsinstituttet er derfor bedt om å redegjøre for kunnskapsgrunnlag og behov for etablering av miljøovervåking av blåskjellanlegg.

Miljøeffekter av blåskjell dyrking

Havforskningsinstituttet har siden 2002 gjennomført undersøkelser av bunnmiljøet under flere blåskjellanlegg. Den mest omfattende undersøkelsen er gjennomført under et anlegg vurdert som særdeles utsatt for miljøpåvirkning. Anlegget er karakterisert av høy biomasse fordelt

over et lite areal, kort avstand til bunnen, lav strømhastighet og skjellene var gamle og sterkt begrodd. Under slike anlegg finnes store mengder av nedfallsskjell som kan danne et mer heterogent bunnsediment med flere skjulesteder, og mange små kråkeboller ble funnet mellom tomme skall. Nedfallsskjellene er føde for sjøstjerner som samler seg under anlegget. Sjøstjerner har frittsvevende larver, og bunnslette sjøstjerner finnes ofte i skjellanlegg. Da sjøstjerner spiser skjell, kan dette være til skade for dyrkeren. Ekskrementer fra anlegget som falt ned på bunnen, økte det organiske innholdet sammenlignet med referanseområdet, og under anlegget var det mange arter av børstemark tilpasset et sediment med forhøyet organisk innhold. Disse artene ble ikke funnet utenfor ekskrementenes sedimenteringsområde. Bakteriene i sedimentet nedbryter organisk stoff, og dette kan man måle som redokspotensial. Under anlegget var redokspotensialet betydelig lavere sammenlignet med utenfor, men etter anlegget



Figur 3.7.2.1

En vertikal profil av sediment under et blåskjellanlegg hvor der har vært nedfall av skjell og ekskrementer fra anlegget.

A sediment core sample from under a mussel farm where both faeces and mussels have sedimented.



Figur 3.7.2.2

Nedfallsskjell under et blåskjellanlegg.

Accumulation of mussels under a mussel farm.

ble fjernet fra lokaliteten økte redokspensialet opp mot de verdiene som ble målt utenfor anlegget. Antall individer og arter var betydelig høyere under skjellanlegget sammenlignet med referansestasjonen. Vi knytter denne forskjellen til økt organisk anrikning, et mer heterogent sediment med flere habitater og mange skjulesteder, og at nedfallsskjellene tiltrakk rovdyr under skjellanlegget.

Lokaliteter som har vært i drift over lang tid, er også blitt undersøkt. I utgangspunktet ville en forventet at anleggets alder har betydning for virkning på miljøet. Det synes imidlertid klart at måten anlegget blir drevet på er helt avgjørende. Anleggene brukte såkalt strøpeteknikk, og dette medfører vesentlig mindre tap av skjell (nedfallsskjell) under røkting og høsting. Videre var anleggene lokalisert i områder med god strøm, tilstrekkelig dybde og hadde bra avstand mellom bærelinene for å sikre god fødetilgang. Alle disse faktorene bidrar til å redusere mengden av nedfallsskjell og ekskrementer på bunnen, og sedimentet var lite påvirket.

Fremtidig strategi

Med bakgrunn i undersøkelsene foreslås det at det ikke innføres systematisk overvåking av blåskjellanlegg, men at det fokuseres på riktig dyrkingsmetode (strøping), god lokalisering og vanggjenomstrømning i anlegg, da dette vil bidra til lav risiko for effekter på bunnmiljøet. Imidlertid foreslås det å overvåke utvalgte anlegg for ytterligere å dokumentere sammenheng mellom driftsform, lokalisering og miljøeffekter.

Monitoring Environmental

Impact from Mussel Farming

Mussels convert food particles (phytoplankton and detritus) to mussel biomass, with the excretion of dissolved nutrients and faeces. Both mussels falling off the cultures and sedimentation of faecal particles may affect the benthic environment underneath the farms. Based on our investigations at several mussel farm sites, it is recommended to focus on appropriate site selection and optimization of production methods to reduce the risk of impact on the benthic environment.

3.7.3 DAGENS FORSKNING PÅ YNGELPRODUKSJON AV KAMSKJELL



Foto: Havforskningsinstituttet

I mange år har forskningen innen yngelproduksjon av kamskjell fokusert på å løse problemene med lavt utbytte for larvegrupper. I dag ser vi at denne innsatsen har gitt positive resultater, og fokuset flyttes nå til neste trinn i produksjonslinjen – til den fasen hvor larvene fester seg til et underlag (bunnslår) og forvandles (metamorfoserer) til yngel.

Sissel Andersen

sissel.andersen@imr.no

Gyda Christophersen, Universitetet i Bergen

gyda.christophersen@bio.uib.no

Thorolf Magnesen, Universitetet i Bergen

thorolf.magnesen@bio.uib.no

Målet for forskning på yngelproduksjon er at kommersielle klekkerier skal kunne levere yngel av stabil og høy kvalitet, og i ønsket antall til skjelldyrkere langs kysten. Utfordringene er mange for de som ønsker å etablere en sterk kamskjellnæring. Hav-

forskningsinstituttet samarbeider med forskningsinstitusjoner og næringsaktører både nasjonalt og internasjonalt for å løse problemer langs hele produksjonslinjen. På Forskningsstasjonen Austevoll arbeides det med de tidlige livsstadiene.

Fra svømmende larver til fastsittende postlarve

Larvefasen hos stort kamskjell er pelagisk (dvs. fritt svømmende) og varer i omtrent tre uker. Når larvene er litt mer enn 20 dager gamle i klekkeriet, har 10–30 % blitt store og energirike nok til å metamor-

fosere til en liten yngel som kalles postlarve (Figur 3.7.3.1). Larvene er omtrent 200 mikrometer (0,2 mm) i størrelse før de bunnslår og metamorfosen kan gjennomgås. De største larvene samles på en duk med maskevidde 150 µm og fordeles i runde siler med tilsvarende duk som bunn. Larver som passerer gjennom duken vokser for seint og blir normalt kastet. Silene plasseres i kar hvor sjøvann iblandet fôr (alger) renner kontinuerlig gjennom. Larvene fester seg med byssustråd i silene før de forvandles til postlarver som ligner det voksne skjellet.



Figur 3.7.3.1

Svømmende larver som er 19 dager gamle (a) nærmer seg tidspunktet for bunnslåing og metamorfose (b). Larven (a) svømmer og spiser med samme organ, velum, og kalles for veliger larva. En fire uker gammel postlarve (b) regnet fra tidspunktet for overføring til siler, med fot (f) som den i starten bruker til å undersøke underlaget og feste seg med. Gjellene som utvikles etter forvandlingen, brukes til å høste partikler (bl.a. alger) fra sjøvannet.

Swimming larvae being 19 days old (a) are close to the time they will metamorphose and become post-larvae (b). The larva (a) swims and feed using the same organ, velum, and is called a veliger larva. A four week old post-larva (b) estimated from the time of transfer to settlement sieves, showing the foot (f) used in the beginning to investigate the substrate and attach. The gills that develop after metamorphosis are used to harvest particles (i.e. algae) from the seawater.

Forsøk med larver fra Scalpro AS

Det er mange faktorer i oppdrettsmiljøet som må finjusteres for å oppnå et best mulig resultat. I produksjonen ønsker vi at mesteparten av larvene som overføres til silene skal feste seg og bli postlarver på under to uker, og det er ønskelig å finne hvilken størrelsessortering som gir det beste resultatet. Det er også ønskelig å finne ut hvor mange larver som kan legges i hver sil uten at det begrenser andelen som fester seg eller hemmer veksten. Postlarvene sitter fast på duken i silene, og kan ikke svømme rundt i vannmassene og filtrere alger. Dermed er det naturlig at også gjennomstrømmingen av vann og alger i silene har stor betydning for vekst og overlevelse. I 2008 har Havforskningsinstituttet i samarbeid med Universitetet i Bergen og Scalpro AS, undersøkt hvilken betydning ulike størrelsessortereringer av larver, larvetetthet og gjennomstrømming i silene har på andelen som fester seg og på veksten hos postlarvene. For å gjennomføre forsøkene ble over 30 millioner larver hentet fra Scalpro AS tre dager etter gyting, og lagt i larvetanker på flere tusen liter i Austevoll inntil de var klare for overføring til siler.

Forsøksanlegg for settling i Austevoll

Ved Forskningsstasjonen Austevoll har Havforskningsinstituttet bygget opp et vekstanlegg for postlarver/liten yngel i eksperimentell skala etter samme prinsipp som benyttes hos Scalpro AS. I produksjonen brukes siler som er 40 cm i diameter, mens silene i forsøksanlegget er 25 cm i diameter og 13 cm dype. Begge systemene er gjennomstrømmingssystemer med delvis resirkulering av vann blandet med alger. I klekkeriet vokser postlarvene ved 15 °C, og føres med 15 millioner algeceller per liter sjøvann som renner inn i karene. Standard larvetetthet ved overføring til siler er 60 larver per cm² og gjennomstrømmingen er 0,5–1,0 l per minutt per sil.

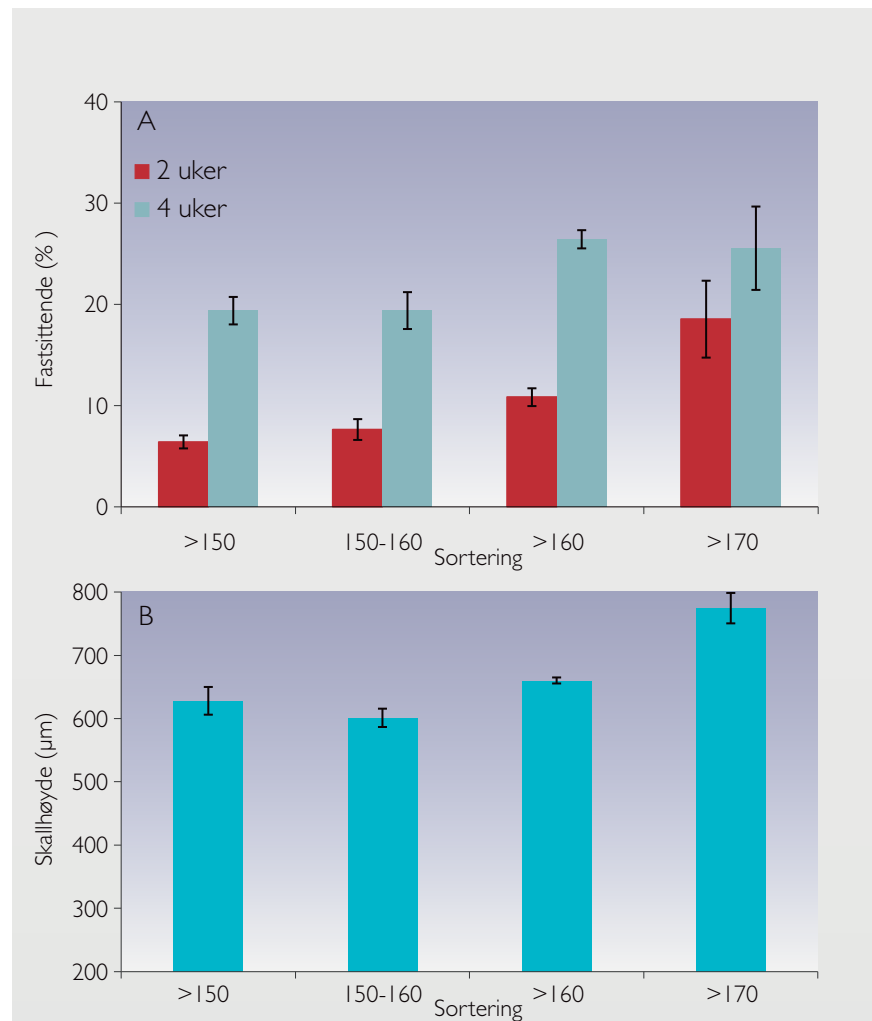
Størrelsesgrupper og gjennomstrømming hadde effekt på settlingen

Forsøkene viste at starttettheten av larver i området 30–90 larver per cm² i silene ikke hadde noen betydning for de ulike størrelsessortereringene inntil fire uker etter overføring. Starttettheten av larver i silene kan dermed økes, men vekst utover fire uker bør først undersøkes, da for høy tetthet av større postlarver vil kunne gi økt konkurranse om maten og påfølgende redusert vekst.

De ulike størrelsessortereringene gav forskjellige resultater (Figur 3.7.3.2). Både andelen som hadde festet seg (A) og veksten (B) var bedre hos grupper fra de største larvesortereringene. Det var tyde-

ligst forskjell i andel fastsittende postlarver etter to uker (A). Etter fire uker var andelen fastsittende post-larver hos de to største sortereringene omtrent 20 % høyere enn for de to minste. I alle gruppene hadde imidlertid mindre enn 30 % av de overførte larvene festet seg (A). Forskjellen i gjennomsnittlig størrelse var tydelig etter fire uker (B), da den største sortereringen var 17–29 % større enn de andre sortereringene. Hvorvidt det er interessant å endre dagens

rutine med å høste larver på en 150 µm duk før overføring, er avhengig av hvor stor andel av larvegruppene som man kan høste på dukene med større maskevidder. Ulik gjennomstrømming i silene ga større utslag på andelen fastsittende postlarver (Figur 3.7.3.3A) enn sortering av larver ved overføring. De to høyeste gjennomstrømmingene ga litt over 30 % fastsittende postlarver, mens de dårligste gruppene resulterte i under 20 %. Det var ingen

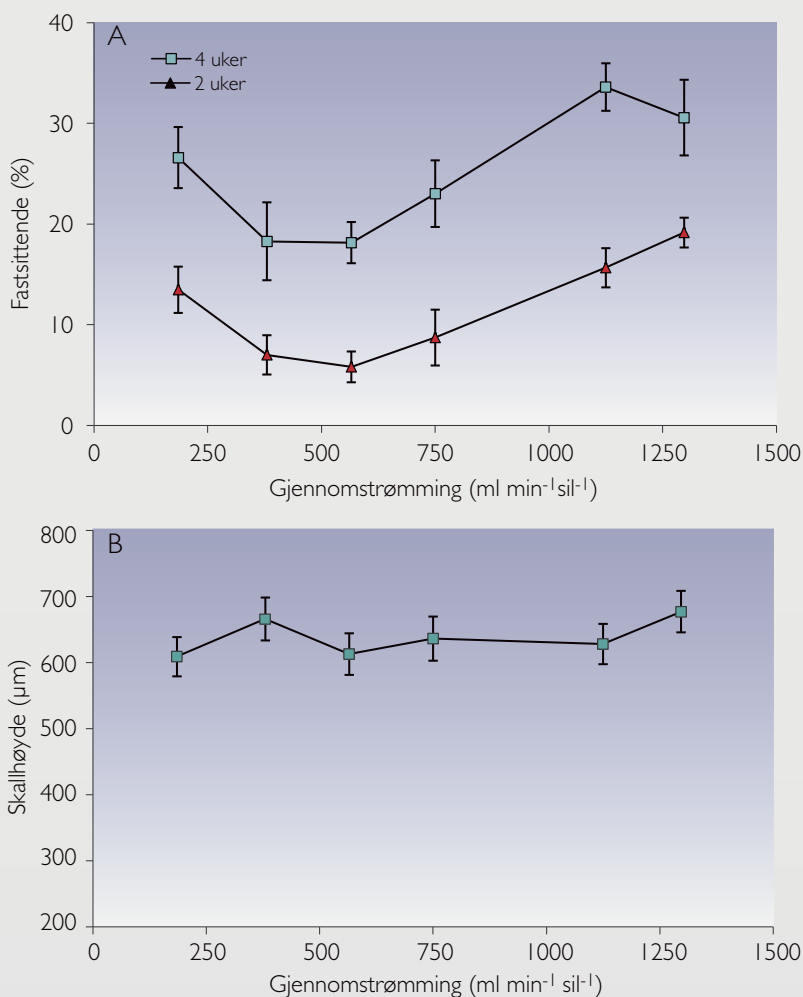


Figur 3.7.3.2

Resultater for larvegrupper som er høstet på duk med ulike maskevidder: 150 µm (standard), 160 µm og 170 µm før overføring til siler. Gruppen 150–160 passerte gjennom 160 µm duk, og ble høstet på 150 µm duk. Streken på toppen av søylene viser sikkerheten til gjennomsnittet (standard feil, se) av fire like kar.

A) Gjennomsnittlig andel (% av overførte larver) som sitter fast to (søyler) og fire uker (søyler) etter overføringen. B) Gjennomsnittlig størrelse (skallhøyde målt som µm fra hengselen til skalkanten) av postlarvene fire uker etter overføring.

Results for larval groups collected on screen with different mesh size: 150 µm (standard), 160 µm and 170 µm prior to transfer to settlement sieves. The group 150–160 passed through a 160 µm mesh, and was collected on 150 µm mesh. A) Average ratio (% of transferred larvae) of attached two (columns) and four weeks (columns) after transfer. B) Average post-larval size (shell height, µm) four weeks after transfer. Error bars are standard error (se).



Figur 3.7.3.3

Resultater for grupper som har fått seks ulike gjennomstrømminger av sjø og alger gjennom silene: 185, 380, 565 (standard), 750, 1125 og 1297 ml per min per sil. Strekene på toppen av søylene viser sikkerheten til gjennomsnittet (standard feil, se) av fire like kar. A) Gjennomsnittlig andel (% av de overførte larvene) som sitter fast to (røde trekanter) og fire uker (grønne firkanter) etter overføringen. B) Gjennomsnittlig størrelse (skallhøyde, μm) av postlarvene fire uker etter overføringen.

The results for groups reared at six different flow rates through the sieves: 185, 380, 565 (standard), 750, 1125 and 1297 ml min⁻¹ sil⁻¹. A) Average ratio (% of transferred larvae) being attached two (red triangles) and four weeks (green squares) after transfer. B) Average post-larval size (shell height, μm) four weeks after transfer. Error bars are standard error (se).

stor forbedring av veksten ved økende gjennomstrømming selv om den høyeste gjennomstrømmingen også ga den største skallstørrelsen (Figur 3.7.3.3B). Effekten på andelen fastsittende postlarver er en god grunn til å anbefale gjennomstrømming i siler som tilsvarer minst 1125 ml per min per sil i 25 cm siler.

Fremtidsplaner

Foreløpig har de undersøkte faktorene bare gitt mindre utslag på resultatene. Det er ønskelig å øke andelen fastsittende larver til 50 % innen to uker etter overføring. Et omfattende arbeid er planlagt de neste to år for å nå dette målet.

The Latest News about Research on Production of Scallop Juveniles

Many years of research on scallop-spat production has resulted in improved results for the larval stage, and we now change focus to the next step in the production line – settlement and metamorphosis.

Investigations about how the rearing environment affects settlement and metamorphosis showed that initial stocking density (30–90 larvae cm⁻²) had no effect settlement. There was, however, a difference between size groups: Larvae collected on 160 and 170 μm were 17–29% larger in shell height four weeks after transfer to the settlement systems compared with the standard 150 μm group. Attachment after four weeks, based on number of transferred larvae was also higher, about 20%. However, the attachment was never more than 30% in any of the groups.

Increasing the flow rate for seawater mixed with algal diet increased the attachment from about 20% to about 30%. We therefore recommend that the flow-through-settlement sieves is kept at a flow corresponding to 1125 ml⁻¹ sive⁻¹ for 25 cm sieves.

Over the next few years, significant effort will be put into research aiming to increase the ratio of attached post-larvae to 50% within two weeks after transfer to the settlement system.

