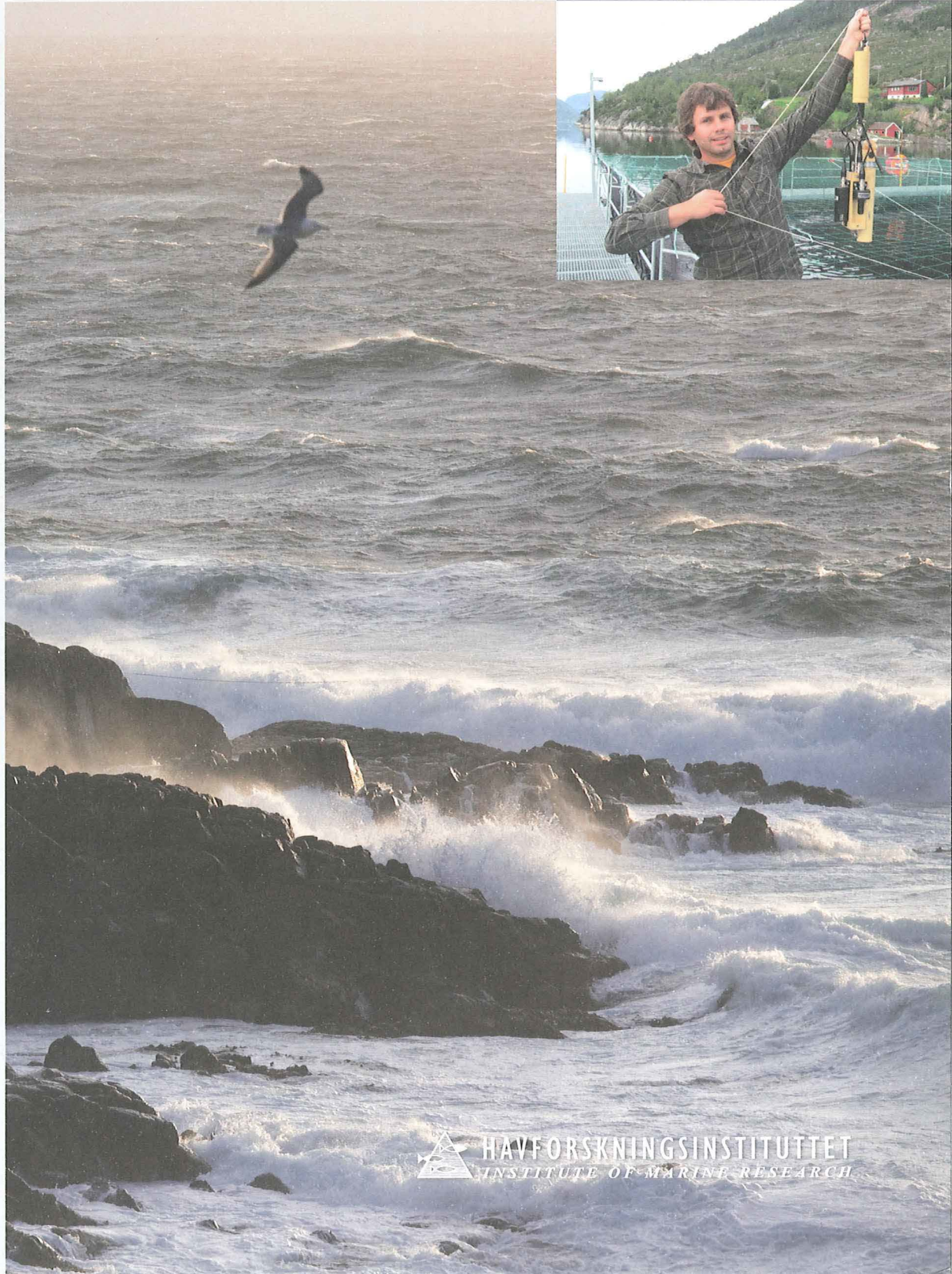
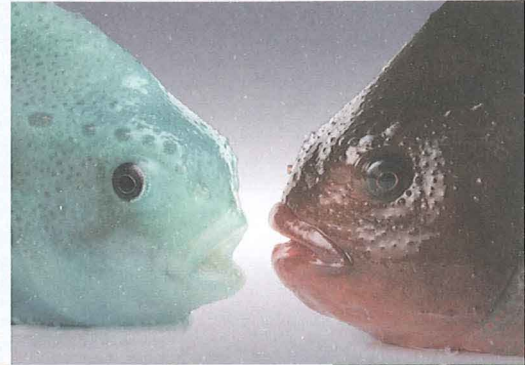



Kyst og havbruk 2008





Fisken og havet, særnummer 2-2008

Kyst og havbruk 2008

Redaktører: Karin Kroon Boxaspen
Einar Dahl
Jakob Gjøsæter
Beate Hoddevik Sunnset

www.imr.no

Illustrasjoner på kapitelforsider
Kapittel 1: *Sjark*. Øystein Paulsen
Kapittel 2: *Hummerfiskere*. Øystein Paulsen
Kapittel 3: *Arbeid på oppdrettsanlegg*. Jan Erik Fosseidengen

ISSN 0802 0620

Redaksjonen avsluttet mars 2008

Grafisk produksjon og ombrekking: John Ringstad
Grafisk form: Harald E. Tørresen, Havforskningsinstituttet
Trykk: Designtrykkeriet as



Klima og klimaendringer



Bevaring av hummer



Kongekrabbens effekt på økosystemet

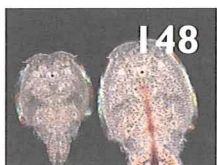
Forord.....	7
Sammendrag/Summaries.....	8
Kapittel I Forvaltning av kysten	
1.1 Kystklima – Climatic Conditions in Coastal Waters.....	18
<i>J. Aure</i>	
1.2 Klima og klimaendringer i fjordene og på kysten – Climate and Climate Change in Coastal Waters and Fjords.....	23
<i>L. Asplin, J. Aure og S. Sundby</i>	
1.3 Mindre tilførsel av næringssalter til Skagerrak – Decreased Supply of Nutrients to the Skagerrak Coast.....	28
<i>J. Aure og J. Magnusson</i>	
1.4 Overvåking av alger langs norskekysten – Monitoring of Algae in Norway.....	31
<i>E. Dahl, E. Gustad og L.-J. Naustvoll</i>	
1.5 Kartlegging av biologisk mangfold – Mapping of Coastal Habitat.....	36
<i>A.B. Storeng</i>	
1.6 Positiv interesse for bevaringsområder for hummer – Lobster Protection Areas on the Skagerrak coast.....	39
<i>J.A. Knutsen, A.R. Pettersen, E. Moland, H. Knutsen, E.M. Olsen, A. Jelmert og T. Langeland</i>	
1.7 Nye forvaltningsregler for hummer – Norwegian Lobster Stock historically low.....	42
<i>J.A. Knutsen, A.-L. Agnalt, K. Jørstad, E.M. Olsen, A.R. Pettersen, E. Moland, H. Knutsen og T. Langeland</i>	
1.8 Introduerte arter – trussel, men også kunnskapskilde? – Introduced Species.....	44
<i>A. Jelmert og H. Steen</i>	
1.9 Kongekrabbens effekter på økosystemet – Impacts of the Red King Crab on the Ecosystem.....	46
<i>J.H. Sundet</i>	
1.10 Viktige patogener i kystsonen – Pathogens in the Coastal Zone: Betanodavirus and <i>Francisella piscicida</i>	48
<i>E. Karlsbakk, T.E. Isaksen, K.F. Ottem, A. Nylund, K. Korsnes, A.H. Nerland, S. Patel og Ø. Bergh</i>	
1.11 Effekter av spillfôr på marine organismer – Release of Nutrients and Excess Feed from Aquaculture.....	52
<i>J. Gjøsæter; H. Otterå, E. Slinde, K. Nedreaas og A. Ervik</i>	
1.12 Hva betyr EUs vannrammedirektiv for kysten? – The Water Framework Directive.....	56
<i>L.T. Kristjánsson</i>	
1.13 Kartlegging av turistfiske – Survey of Catch and Effort in the Tourist Fishery.....	60
<i>J.H. Volstad og M. Nilsen</i>	
1.14 Kystreferanseflåten gjev kunnskap til havforskninga – The Coastal Reference Fleet.....	62
<i>I. Huse, A. Borge, O. Bjelland og K. Nedreaas</i>	
1.15 Kråkeboller – skadedyr eller ressurs? – Sea urchins – Varmints or Resources?.....	64
<i>K. Sivertsen</i>	
1.16 Dyrking og utnyttelse av marine makroalger – Mass Cultivation and Utilization of Marine Macroalgae.....	68
<i>J. Rueness og H. Steen</i>	
1.17 Vill østers – en fangstbar ressurs? – Oysters.....	72
<i>S. Mortensen</i>	



134

Oksygenmangel gir
slapp laks

138

Får kveitas øyne
på plass

148

Overvåker lakselus



162

Rømt regnbueørret –
til skade?

172

Organiske utslipp fra
akvakultur

3.4	Produksjon av skjell – Production of Scallops, Mussels and Oysters.....	128
	<i>Ø. Strand, A. Duinker og S. Mortensen</i>	
3.5	Tilstanden langs kysten og i fjordene – overgjødset? – Aquaculture does not contribute to Eutrophication on the Norwegian West Coast.....	130
	<i>H.R. Skjoldal, J. Aure og A. Ervik</i>	
3.6	Fiskevelferd	
3.6.1	ØKSYGENNIVÅET VIKTIG FOR OPPDRETTSFISKEN SIN HELSE OG VELFERD – HYPOXIA.....	134
	<i>B.O. Kvamme, F. Oppedal, T. Torgersen, F. Fridell, H. Sundh og K.S. Sundell</i>	
3.6.2	ØYEVANDRING HOS KVEITE – INCOMPLETE EYE MIGRATION IN HALIBUT.....	138
	<i>T. Harboe, A. Mangor-Jensen, M. Moren og K. Hamre</i>	
3.6.3	NEDSENKEDE MERDER – EN DEL AV FREMTIDENS LAKSEOPPDRETT? – SUBMERGED SEA-CAGES – PART OF THE FUTURE FOR SALMON AQUACULTURE?.....	140
	<i>Ø.J. Korsoen, T. Dempster, F. Oppedal, O. Folkedal og T.S. Kristiansen</i>	
3.6.4	VELFERDSMETER – THE WELFARE METER.....	143
	<i>L.H. Stien, T. Gytre, T. Torgersen, J.E. Fosseidengen og T. Kristiansen</i>	
3.7	Sykdom og smittespredning	
3.7.1	SYKDOM – EN DÅRLIG START I LIVET – DISEASES IN HATCHERIES – A BAD START.....	146
	<i>Ø. Bergh og N. Sandlund</i>	
3.7.2	LAKSELUSSITUASJONEN PÅ VESTLANDET I 2007 – LEVELS OF SALMON LICE IN WESTERN NORWAY 2007.....	148
	<i>K.K. Boxaspen og L. Asplin</i>	
3.7.3	MILJØEFFEKTER AV LAKSELUSMIDLER – ENVIRONMENTAL EFFECTS OF DELOUSING AGENTS.....	153
	<i>O.B. Samuelsen</i>	
3.8	Effekter av rømt fisk	
3.8.1	REPRODUKTIV ISOLERING AV OPPDRETTSFISK – REPRODUCTIVE ISOLATION OF FARMED FISH.....	157
	<i>T. Hansen, T. Svåsand og G.L. Taranger</i>	
3.8.2	SPORING AV URAPPORTERT RØMT LAKS; KVA NO? – TRACING ESCAPED SALMON.....	159
	<i>Ø. Skaala, K.A. Glover og O.T. Skilbrei</i>	
3.8.3	ØKOLOGISKE INTERAKSJONAR MELLOM RØMT REGNBØGEAURE OG VILL LAKS OG SJØAURE – ECOLOGICAL INTERACTIONS BETWEEN ESCAPED RAINBOW TROUT AND JUVNILES OF SEATROUT AND SALMON.....	162
	<i>R. Borgstrøm og Ø. Skaala</i>	
3.9	Miljøvirkninger av havbruk og havbeite	
3.9.1	LANGTIDSEFFEKTER AV STORSKALA UTSETTING AV HUMMER? – LONG-TERM EFFECTS FROM LARGE-SCALE RELEASE OF LOBSTER.....	166
	<i>K.E. Jørstad, A.-L. Agnalt, E. Farestveit og O.I. Paulsen</i>	
3.9.2	ØKOLOGISKE EFFEKTER I SKJELLDYRKING – ECOLOGICAL INTERACTIONS IN BIVALVE FARMING.....	170
	<i>Ø. Strand, T. Strohmeier og J. Aure</i>	
3.9.3	EFFEKTER AV ORGANISKE UTSLIPP OG MILJØSYSTEMBASERT FORVALTNING AV AKVAKULTUR – EXPERIENCES WITH ORGANIC LOAD FROM AQUACULTURE.....	172
	<i>A. Ervik, T. Kutti, S.A. Olsen, P.K. Hansen og J. Aure</i>	
	Artsoversikt.....	176
	Oversikt over eksterne forfattere og institusjoner.....	177

Tilstand og utviklingstrekk langs kysten

Kysten preges av et klimaskifte. I løpet av de neste hundre årene kan middeltemperaturen i sjøen langs kysten stige ca. 2 °C og nedbøren kan øke med 30 %. Forhold som i dag råder langs Vestlandet, kan i løpet av 100 år være typiske langs kysten av Nordland og Troms. I tillegg kan havnivået stige med opptil 80 cm. Økt temperatur, nedbør og avrenning kan føre til sirkulasjonsmessige forandringer i fjorder, særlig i de som mottar mye elvevann. Endringene i klimaet og følgene av dette kan føre til at mange arter, både innfødte og introduserte, forandrer utbredelsesområdet sitt.

Einar Dahl

einar.dahl@imr.no

Leder forsknings- og rådgivningsprogram økosystem kystsone

Året 2007 var uvanlig varmt. Langs hele kysten var temperaturen 1–2 °C over normalen i de øvre vannlag (0–10 m). Kaldere vær på ettersommeren og høsten førte til mer normale temperaturer utover året, til og med til litt kaldere enn normalt fra Troms og sørover, men i de dypere vannlag (150 m) var det forholdsvis varmt gjennom hele 2007, ca. 1 °C over normalen.

Næringssalter og planteplankton

Mengden av næringssalter som kommer fra sydlige Nordsjøen til Skagerrak og den norske kyststrømmen, har gått ned de siste årene. Langs kysten av Skagerrak har mengden av planteplankton gjennom sommeren og høsten vært mindre enn tidligere, noe som kan tenkes å redusere faren for skadelige algeoppblomstringer og på sikt bedre oksygenforholdene i fjordbassenger langs Skagerrakkysten. Men varmere klima kan også motvirke bedring i oksygenforholdene. Problemet med alggifter i skjell har de senere årene blitt vel så stort i de tre nordligste fylkene, som lenger sør.

Kystressurser

Kunnskapen om tilstand og utviklingstrekk for mange av våre levende ressurser langs kysten er begrenset. Flere arter av fisk er for hardt beskattet, og vi har mangelfull oversikt over uttaket, blant annet fordi fritidsfiskere og turister står for en betydelig del av fisket i kystsonen. Havforskningsinstituttet arbeider med å få bedre kunnskap om betydningen

de ulike typene fiskeri og predasjon har for uttaket av fisk. Arter som er overbeskattet og bør få bygge seg opp igjen, er blant annet kysttorsk, kveite, ål og hummer, og nye forvaltningsregler for hummer og torsk er under arbeid. For andre arter, som brisling og rognkjeks, er tilstanden og utviklingen usikker, mens atter andre, som taskekrabbe og kongekrabbe, er i god forfatning.

Men også ressurser 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, noe som kan bety at mer regionalt tilpassede høstingsregimer kan tenkes å være hensiktsmessig.

Kystsel, ulike skjellarter og stortare er også ressurser som Havforskningsinstituttet har et øye på. De to første er i god forfatning. Stortaren er i god forfatning opp til Trøndelag og høstes i noen grad, men lenger nord har den vært nedbeitet av kråkeboller 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. Økningen i bestanden av kråkeboller kan blant annet skyldes gode rekrutteringsforhold gjennom noen relativt kalde år på 1960-tallet. Andre årsaker, som for eksempel redusert beitetrykk, kan også være medvirkende, ikke minst til at situasjonen har vedvart så lenge.

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 siste studeres nå ganske omfattende og er omtalt i kapittel 1.9. Introduserte arter følges med økende oppmerksomhet. Flere av dem kan, akkurat som mange innfødte arter, tenkes å forandre utbredelsesområdet sitt ved en forandring og forskyvning av klimaet langs kysten.

Forvaltning av kystsonen

Forvaltningen av 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 langs kysten, og innføringen av EUs Vannrammedirektiv som skal bidra til å sikre en ren kyst med god økologisk tilstand. Samtidig må det legges til rette for bærekraftig verdiskaping for næringer som høster av marine kystressurser og havbruk.



Hvert år blir det brukt strandnot til å undersøke flere områder på Sørlandet. Alle dyr som kommer inn i noten blir identifisert, talt og lengdemålt.

Foto: Øystein Paulsen

Every year beach seine sampling is used to study several areas on the southern coast of Norway. All animals caught is identified to species, counted and length measured.

State and Trends in Coastal Waters

The Norwegian coastal waters are experiencing climate change. The year 2007 was unusually warm, and the mean temperature in the sea may rise by as much as 2 °C within the next hundred years. Conditions typical for the Norwegian west coast may become typical for coastal areas in northern Norway by the end of the twenty-first century. Consequently, there will be significant changes in distribution of both native and introduced species along the coast.

Einar Dahl

einar.dahl@imr.no

Head of the Coastal Zone Ecosystem Programme

Temperatures in the upper layer (0–10 m) along the coast were 1–2 °C above normal in winter 2007. The end of summer and autumn was colder, which resulted in average temperatures closer to normal by the end of the year. However, the deeper layers (150 m) were relatively warm all through 2007, about 1 °C above normal.

Nutrients and phytoplankton

The amounts of nutrients, mainly nitrate, brought to the Norwegian Skagerrak coast by currents from the German Bight, have decreased over the last decade. At the same time, autumn blooms of phytoplankton (dinoflagellates) along the Skagerrak have been virtually absent the last six–seven years. A reduction in influx of nitrogen into the Skagerrak may have reduced the risk of blooms of harmful phytoplankton species, and may in time lead to better oxygen conditions in deeper basins along the Skagerrak. This may be counteracted by a shift toward a warmer climate. Accumulations of algae-toxins in mussels are monitored along the entire Norwegian coast. Last year the problems were most severe in northern Norway, as has been the case for the last four years.

Marine resources along the coast

Knowledge about state and trends of many marine, coastal resources is limited. Many resources along the coast are overexploited, and we have insufficient data and knowledge about causes to fish mortality. Coastal fish are caught not only by professional fishermen, but also by tourists, members of the local population and holiday anglers. We aim to increase our understanding of how both various fisheries and predators affect the fish stocks. We also work

to improve the knowledge base for a sustainable management of marine resources along the coast.

Coastal cod, Atlantic halibut, lobster and eel are among the overexploited resources. The situation for sprat 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 species *Laminaria hyperborea* are other marine species monitored by the Institute of Marine Research. The populations of seals and scallops are generally in good conditions. *L. hyperborea* is abundant along the west coast of Norway and is to some extent harvested. But in northern Norway this and other kelp species has been kept down by grazing from 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. A possible reason for this serious situation could be a strong recruitment of sea urchin during a rather cold period in the 1960s, but other processes such as fewer predators for the sea urchins may be among contributing causes.

Introduced species and shift in spread of species

The introduced species red king crab has on hand become a resource of great value, and on the other hand had destructive ecological consequences. Examples of the latter are presented in Chapter 1.9. Introduced species along the coast have received increased attention, and many of them, and of native species, may spread to different parts of the coast if the mean temperature in the sea along the coast rise about 2 °C. A change in climate may also lead to 30% higher precipitation and a rise in the sea level of up to 80 cm, which will change shorelines and to some degree circulations patterns in the fjords.

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) in Norway contributes to clean coastal waters with an ecological status rated as good to high.



Innsamling av prøver som deretter blir undersøkt på laboratoriet.
Foto: Øystein Paulsen
Collection of samples and subsequent examination in the laboratory.



Utfordringer i forvaltning av norsk akvakulturnæring

Visjonen for havlandet Norge bør være å ha rike og rene hav og kystområder. Norsk akvakulturnæring er en næring i vekst og har de to siste årene for første gang stått for større eksportverdi enn de norske fiskeriene. Det er derfor viktig å sørge for en bærekraftig utvikling.

Karin Kroon Boxaspen
 karin.boxaspen@imr.no
 Leder forsknings- og rådgivningsprogram akvakultur

Fiskeri- og kystdepartementet har gitt Havforskningsinstituttet forvaltningsrettede oppgaver innen akvakultur. De omfatter problemstillinger innen miljøvirkninger av havbruk og havbeite, rømt fisk, helse og smittespredning og dyrevelferd.

Økt temperatur

Langs kysten ser vi effekter av økt temperatur som følge av klimaendringer. Lakseproduksjonen fikk en fantastisk tilvekst gjennom vinteren, noe som medvirket til en produksjonsøkning på 129 000 tonn i 2007. Økt temperatur gir imidlertid utfordringer for sykdomsbildet.

Høy temperatur kan også gi problemer av dyrevelferdsmessig art. Dersom laks kan velge mellom ulike temperaturer, for eksempel ved at den er i dype merder, foretrekker den å stå på et dyp hvor temperaturen er ca. 16 °C, og unnviker områder der temperaturen er over 19 °C. En teknisk løsning kan være å bruke nedsenkbare merder. Hvis temperaturen blir for høy i hele merdvolumet, må man vurdere om anlegget bør flyttes.

Bæreevne

Kystarealene våre blir brukt av mange ulike grupper. Både yrkes-, fritids- og turistfiskere og akvakulturnæringen ønsker optimal plassering. I tillegg skal kommunene også koordinere og sette av plass til rekreasjonsområder. Lokalisering av oppdrettsnæringen er derfor viktig. Miljøvirkninger av havbruk blir kartlagt gjennom MOM (Matfiskanlegg – Overvåking – Modellering) og utøvd gjennom en norsk standard. Nå er også optimal lokalisering, MOLO (Matfiskanlegg – Overvåking – Lokalisering), på vei inn i dette overvåkingssystemet.

Menneskeskapt tilførsel av næringssalter kan føre til overgjødsling av enkelte områder. Målinger og modeller viser imidlertid at dette ikke er tilfelle for de fleste regioner, og at den naturlige fordelingen av næringssalter er mye større enn vårt bidrag til mil-

jøet. Også utslipp av ulike stoffer (medisin, impregnering), sykdomsfremkallende virus, bakterier og parasitter som lakselus samt fiskerømming er miljøpåvirkning. For hver påvirkning må man fastsette et nivå for hva som er akseptabelt, og dette vil gi en bæreevne for en gitt lokalitet eller region.

Det er områder i Norge hvor for eksempel sjansen forømming eller nivå av lakselus vil være den regulerende miljøpåvirkningen. Dette er tatt til følge i opprettelsen av nasjonale laksefjorder og nasjonale laksevassdrag som er underlagt spesielle restriksjoner. En viktig oppgave de neste årene blir å overvåke disse områdene for å kunne si om tiltaket har hatt noen effekt på overlevelsen til de ville laksepopulasjonene.

Havforskningsinstituttet har startet en overvåking på lakselussituasjonen, spesielt i Hardanger- og Osterfjorden, og vil utvide området til flere deler av kysten de neste årene. Det er viktig å kombinere observasjoner med utvikling av modeller slik at en kan si noe generelt om spredningspotensialet i flere områder.

Effekter av rømt fisk

Det er dokumentert at rømt oppdrettslaks krysser seg med villaks, og at avkommet ikke er like tilpasningsdyktig som den ville fisken. Effektene av disse rømmingene blir forsøkt kartlagt for flere elver både på historisk og nytt materiale. De økologiske effektene av at rømt fisk som oppdrettslaks og regnbueørret vandrer opp i elvene, kan være store. Utvikling av nye molekylærbiologiske metoder gjør det i noen tilfeller mulig å spore rømt laks tilbake til anlegget de kom fra. Denne metoden har med suksess blitt brukt etter at det har blitt rapportert om mye oppdrettslaks i sjøen.

Torsk kan "rømme" ved å gyte i merden slik at eggene slipper ut i miljøet. Før det blir en effekt på villtorsk, må eggene klekke, larvene vokse opp og den voksne fisken må være i stand til å forplante seg. Vi vet ikke om dette er mulig, men skal finne dette ut ved hjelp av genetisk merket torsk. For å unngå at torsk gyter i merd, kan det på sikt brukes metoder som gjør at torsken ikke blir kjønnsmoden, eller at den er steril.

Et helhetlig syn på optimal lokalisering, miljøvirkning, kartlegging og en tilpasset overvåking er viktig for at vi skal ha rene og rike kystområder i fremtiden. En bærekraftig verdiskaping i akvakulturnæringen er også avhengig av at dette blir gjort på riktig måte.



Oppdrettstorsk gyter i spesielle merder der eggene blir overført til store eggamlere uten å komme ut i omgivelsene.

Foto: Havforskningsinstituttet

Farmed cod spawn in escape controlled cages and the fertilized eggs are transferred to a partly enclosed sea area.

Challenges for the Management of Norwegian Aquaculture

Among Norway's visions as an "ocean nation" is to sustain rich and clean oceans and coastal areas. The growing Norwegian aquaculture industry has for the last two years posted export values surpassing those of the traditional fisheries. A sustainable development of the industry is essential.

Karin Kroon Boxaspen
karin.boxaspen@imr.no
Head of the Aquaculture Programme

On behalf of the Ministry of Fisheries and Coastal Affairs, the Institute of Marine Research gives research-based management advice for aquaculture production. Among the most important scientific areas are environmental effects of aquaculture, escapees, health related issues, disease control and animal welfare.

Rising temperature

Along the Norwegian coast we can notice effects of rising temperature due to climate change. Salmon farmers have experienced enhanced growth through the winter months, contributing to an increase in production by 129,000 metric tonnes in 2007. The increased temperature may, however, result in an increase in diseases. The production of salmon lice will, for example, increase with the rise in temperatures.

Warmer waters can also cause problems for animal welfare. Salmon prefer 16 °C waters and will avoid waters over 19 °C. If placed in deep cages, the salmon will position itself at depths where it finds the optimal temperature range. A cage structure that can be lowered in the water column is a technical solution that has been considered. If the overall temperature is too high, a change of location must be considered.

Sustainability

The coastal areas are traditionally utilized by several groups such as fishermen (commercial, leisure and tourist), fish farms and for recreational purposes. Location and geographical structure of aquaculture activities are therefore important.

Environmental effects of fish farms are monitored through a management system named MOM (a Norwegian acronym for: fish farming – surveillance

– modelling). A national standard has also been developed to regulate this. Supply of human-created nutrients may in certain areas exceed the absorption capacity of the sea. Most of the Norwegian coast, however, has natural levels of nutrients and overall transport much higher than the human contribution.

Release of other compounds (medicine, anti-fouling agents), diseases (viral, bacterial or parasitic) together with escapees, are also considered factors that impact the environment. Each of these factors must be assigned a maximum level in order to determine sustainability any given area, local as well as regional.

For some areas, the limiting factor for aquaculture expansion will be the level of escapees or salmon lice. Such restrictions are implemented within the National Salmon Fjords and National Salmon Rivers where several constraints apply. Monitoring the development over the next few years in these areas will be important in order to determine if they have an impact on wild salmon populations.

Effects of escaped fish


It is documented that wild and farmed salmon interbreed and that the offspring may have lower fitness. The genetic effect of escapees in rivers is being determined. A new method in molecular biology makes it possible to trace escapees genetically back to which farm they originated from. This method has successfully been implemented in the field where unreported escaped salmon were tracked back to one individual cage on a fish farm.

Cod can escape in more ways than one. Spawning in the net pen distributes large quantities of fertilized eggs into the environment. The eggs must hatch, grow into adults and spawn together before the farmed cod will have a genetic effect on the wild cod. We do not know if this is possible, but genetically marked farmed cod are used to ascertain the possibility. Preventing the farmed cod from reaching maturity or keeping the fish sterile, might prevent this problem altogether.

A comprehensive view of optimal location, environmental effects, mapping, management and surveillance will be important in order to maintain bountiful and clean coastal areas for the future, which is crucial for a sustainable development of the aquaculture industry.



Akvakulturforskning i praksis.
Foto: Havforskningsinstituttet
Aquaculture research in the doing.



Forvaltning av kysten





Kystklima

Langs hele norskekysten var det rekordvarmt i øvre vannlag vinteren 2007, med temperaturer 1–2 °C over normalen. Kaldere vær på ettersommeren og høsten førte til sjøtemperaturer under det normale fra Troms og sørover.

Jan Aure
jan.aure@imr.no

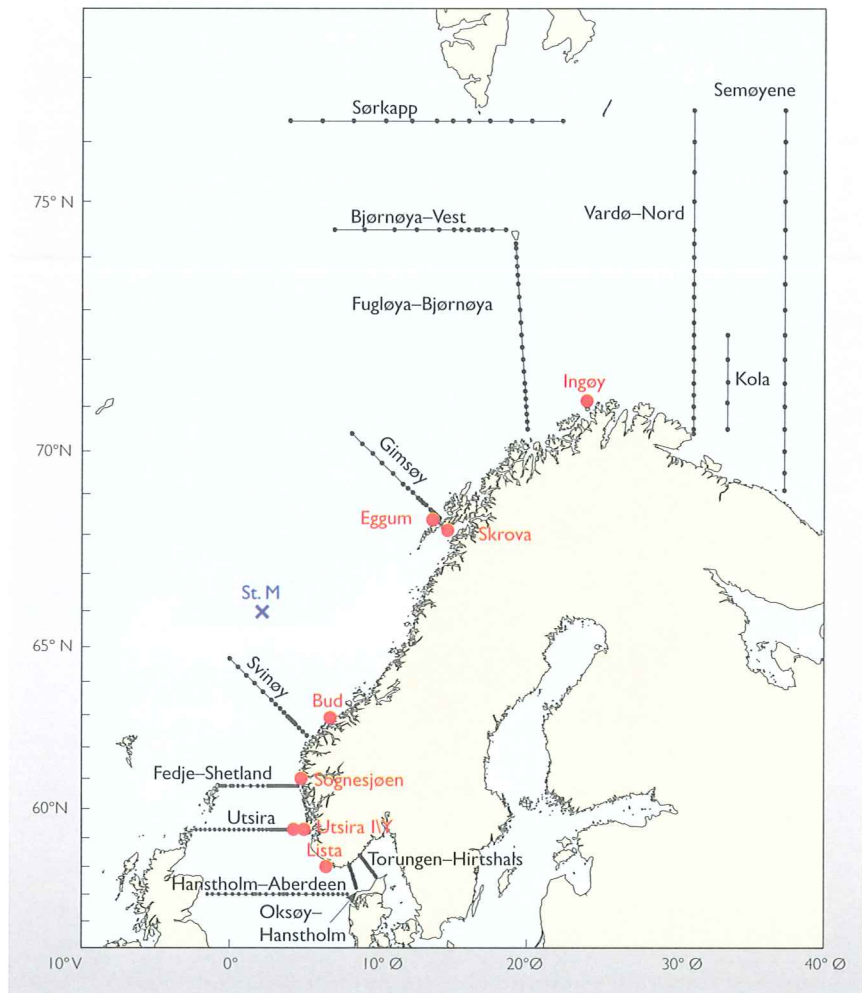
I dypere vannlag langs norskekysten, som i større grad er direkte påvirket av atlantisk vann, var det forholdsvis varmt gjennom hele 2007, temperaturen var ca. 1,0 °C over normalen. Temperaturene på 150 m dyp ved for eksempel Skrova i 2005–2007 var de høyeste som er observert siden målingene startet i 1936. Vinteren 2008 forventes det sjøtemperaturer nær eller noe over det normale for årstiden i øvre lag av kystvannet. For de dypere vannlag regner vi med at temperaturene langs norskekysten fortsatt vil holde seg forholdsvis høye i hele 2008.

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 1.1.1).

Måling i overflatelaget skjer fra Hurtigruten ved en rekke lokaliteter mellom Bergen og Kirkenes (Termograftjenesten). I Flødevigen måles temperaturen daglig i dyp fra 0 til 75 meter.

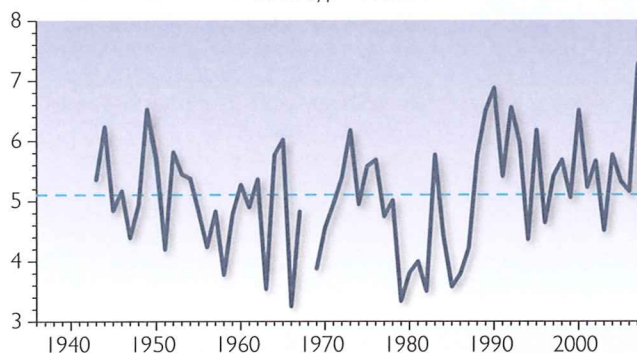
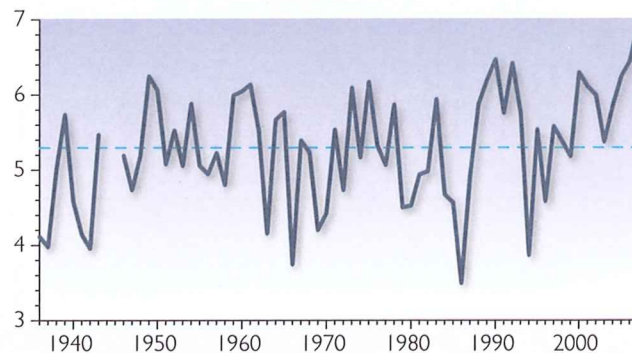
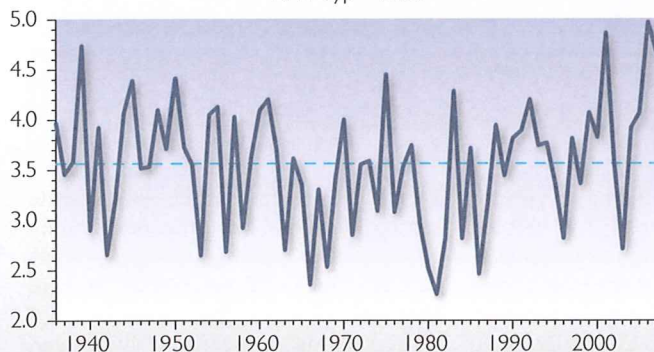
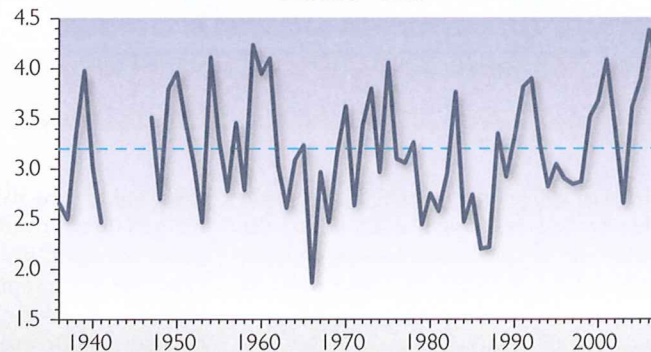
Rekordvarmt i kystvannet

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 1.1.2). 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. Vintertemperaturene i øvre vannlag langs kysten i 2007 lå 1–2 °C over normalen, med de største avvikene i sør.



Figur 1.1.1

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

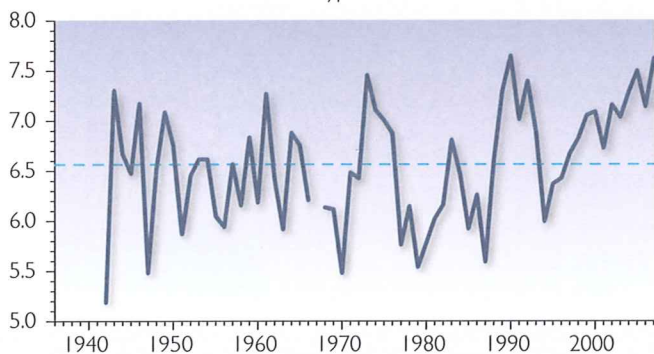
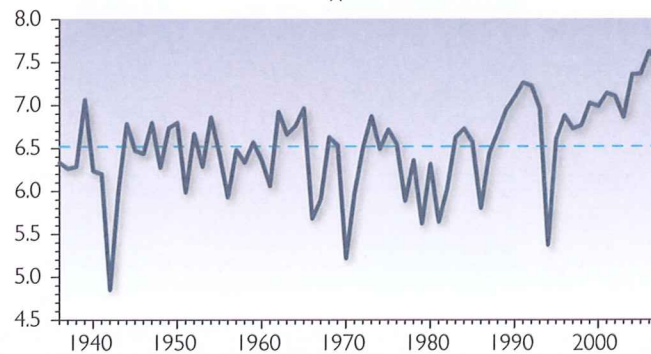
YTRE UTSIRA
10 m dyp – vinterSTAD
Overflate – vinterSKROVA
10 m dyp – vinterVARDØ
Overflate – vinter

Temperaturforholdene i dypere lag av kystvannet er her representert ved observasjoner på 150 m dyp ved Skrova og ytre Utsira om sommeren (Figur 1.1.3). 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 målingene 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 omkring 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 temperaturokning

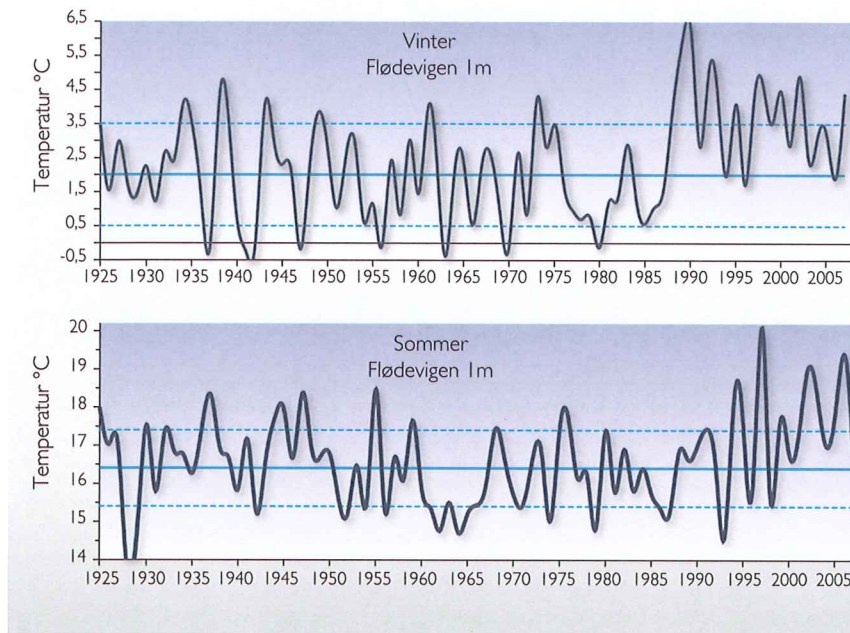
Figur 1.1.2
Overflatetemperaturene i januar–mars ved Vardø, Skrova, Stad og ytre Utsira i årene 1936–2007 (se Figur 1.1.1). Prikket linje angir middelveiden.

Surface temperature in January–March at Vardø, Skrova, Stad and outer Utsira through 1936–2007 (see Figure 1.1.1). The dotted line represents the mean value.

YTRE UTSIRA
150 m dyp – sommerSKROVA
150 m dyp – sommer

Figur 1.1.3

Temperaturen på 150 m dyp på sensommeren (juli–september) ved Skrova og ytre Utsira i årene 1936–2007. Prikket linje angir middelveiden. Temperature at 150 m depth late summer (July–September) at Skrova and outer Utsira through 1936–2007. The dotted line represents the mean value.



Figur 1.1.4

Midlere vintertemperatur (februar–mars) og sommertemperatur (juli–august) på 1 m dyp i Flødevigen, Arendal, 1925–2007 (mørkeblå linje). Heltrukken lyseblå linje angir middelverdien, og prikket linje angir +/- ett standardavvik.

Winter and summer temperature in the surface layer of Flødevigen Bay, Arendal, 1925–2007 (dark blue line). The light blue line represents the mean value, and the dotted lines +/- one standard deviation.

fram til 2007. Temperatuere i de dypere lag av kystvannet ved Utsira i 2007 var nå på det samme høye nivå som omkring 1990. Temperatuere på 150 m dyp ved Skrova i 2007 var om lag som i 2005.

Vintertemperaturene i øvre vannlag langs kysten i 2007 og temperaturene på 150 m dyp ved Skrova i 2007 (og i 2005) er de høyeste som er observert siden målingene startet i 1936.

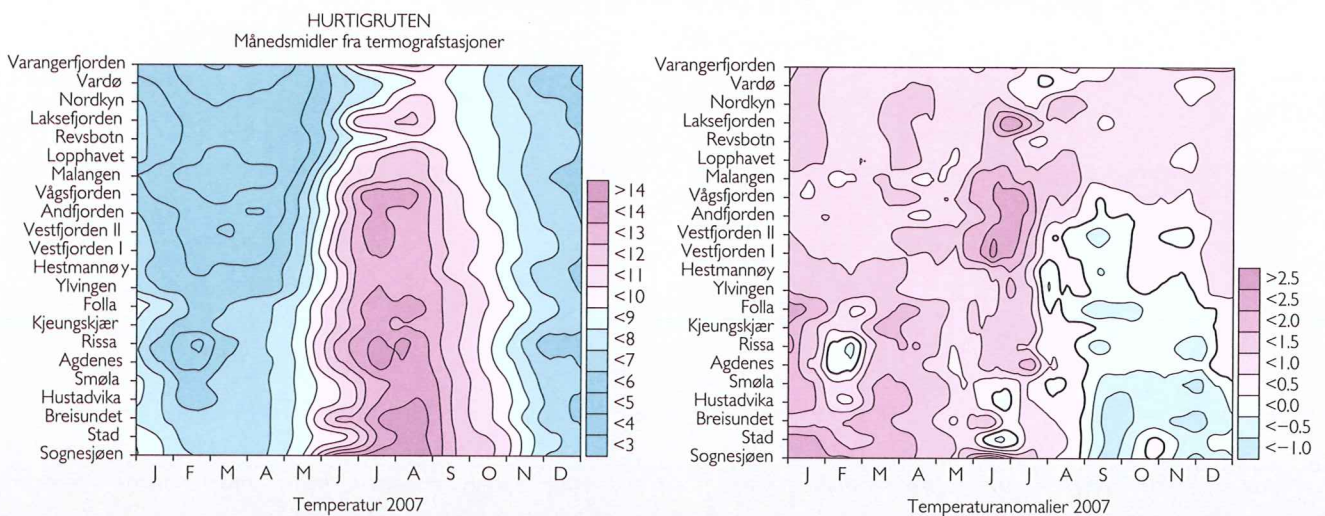
Figur 1.1.4 viser at det etter 1988 har vært en rekke varme vintre langs Skager-

rakkysten, med uvanlig høye vintertemperaturer 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 vintre i 1994 og 1996, var det forholdsvis varmt i perioden fra 1997 til 2005, med temperaturer mellom 0,5 til 2,5 °C over normalen. Forrige kalde vinter i Skagerrak var i 1985. I 2007 var det igjen høye vintertemperaturer i øvre vannlag langs Skagerrakkysten, med temperaturer ca. 2 °C over normalen.

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 temperatur i august disse årene lå 2–3,5 °C over normalen, med størst avvik i sør. Sommeren 2007 var tilnærmet normal, med en middeltemperatur i Flødevigen i juli–august på 16,8 °C (Figur 1.1.4).

Klimaforholdene i 2007

Resultatet av temperaturmålingene fra Hurtigruten i 2007, sammen med avviket fra et middelår, er vist i Figur 1.1.5. Her ser

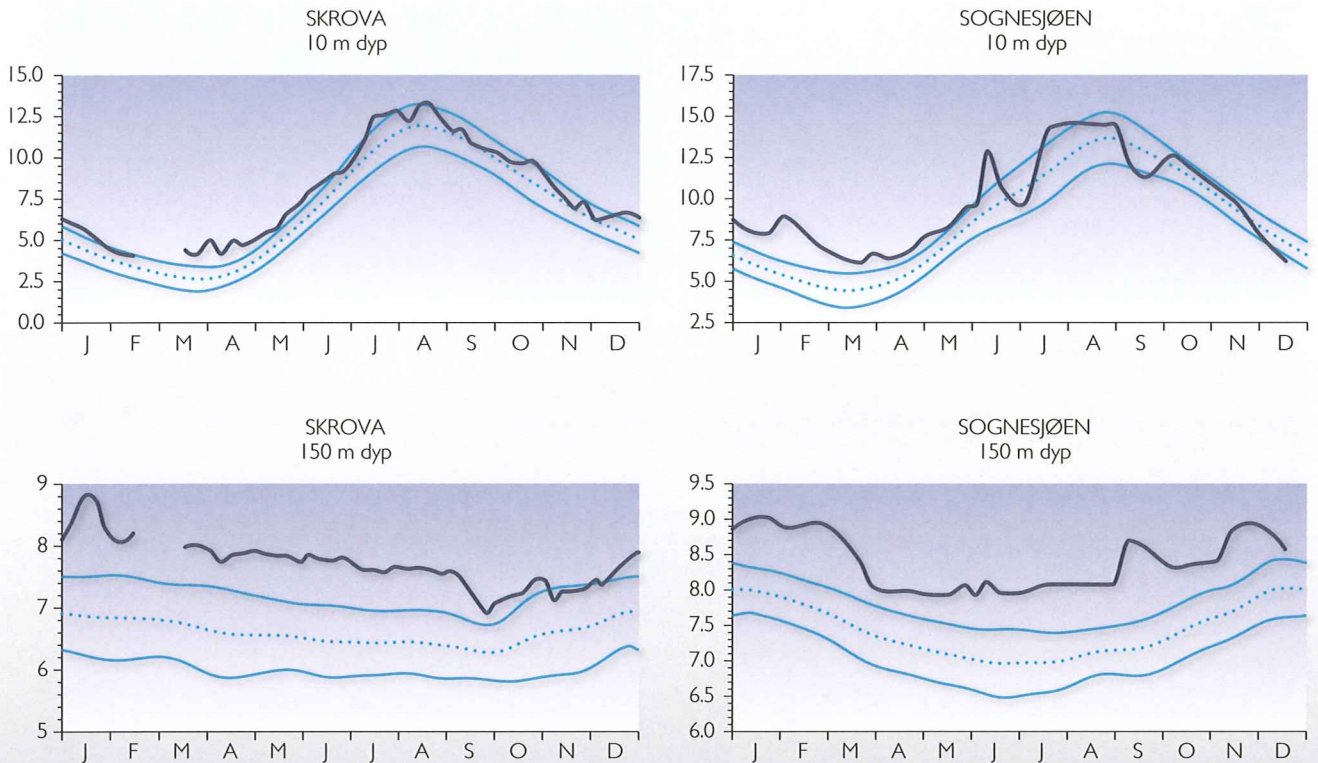


Figur 1.1.5

Venstre: Temperaturen i overflatelaget langs kysten mellom Sognesjøen og Varangerfjorden i 2007, målt fra Hurtigruten.

Høyre: Temperaturanomali (avvik) i 2007 i forhold til langtidsnormalen.

Left: Temperature of the surface layer along the coast between Sognesjøen and Varangerfjorden in 2007 based on observations from the coastal express steamer. Right: Temperature anomalies in 2007.



Figur 1.1.6

Temperatur fra Skrova og Sognesjøen i 2007. Mørkeblå linje er temperatur i 10 og 150 m dyp, målt ca. hver 10. dag.

Prikket linje er midlere årsvariasjon, og lyseblå linje er ett standardavvik.

Temperature at Skrova and Sognesjøen in 2007. Dark blue line is temperature at 10 and 150 m depth, measured about every 10th day. Dotted lines represent mean annual variation. Light blue lines represent one standard deviation.

vi hvordan temperaturforholdene i overflatelaget langs kysten fra Sognesjøen til Varangerfjorden har variert gjennom året. Langs hele norskekysten var det varmere enn normalt fram til august 2007. Kaldere vær på ettersommeren og utover høsten i sør førte til sjøtemperaturer under det normale opp til Troms fylke. Nærmere årsskiftet lå temperaturene under det normale syd for Trøndelag.

Figur 1.1.6 viser temperaturvariasjonene på 10 m og 150 m dyp ved stasjonene Sognesjøen og Skrova i 2007. Ved Skrova var det forholdsvis varmt i øvre vannlag fra januar til september, mens temperaturene resten av året lå nær eller noe over normalen. Ved Sognesjøen lå temperaturene betydelig over det normale vinteren 2007, og det var forholdsvis varmt utover våren og sommeren, mens det fra

september og ut året var nær normale temperaturer.

I dypere lag av kystvannet (150 m) i 2007 var det fortsatt varmt langs hele kysten fra Skagerrak til Finnmark, med temperaturer ca. 1,0 °C over det normale.

Foto: Hurtigrutens bildearkiv

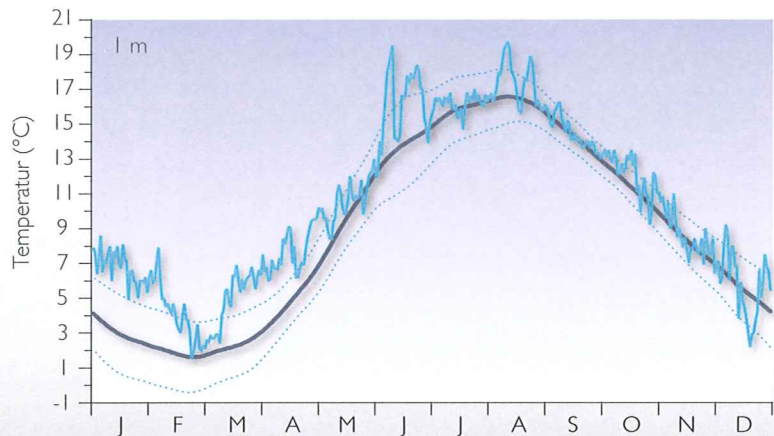


Hurtigruteskipet Richard With.
The coastal express steamer Richard With.

Figur 1.1.7

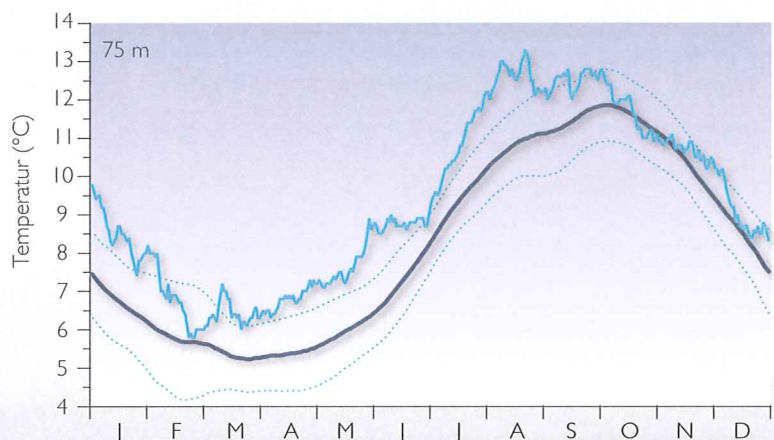
Daglige temperaturer på 1 m dyp i 2007 i Flødevigen, Arendal (lyseblå linje). Den mørkeblå linjen viser glattet middeltemperatur og stiplede linjer standardavviket, begge for 30-årsperioden 1961–90 samme sted.

Daily temperature at 1 m depth in 2007 in Flødevigen Bay, Arendal (light blue line). The dark blue line shows the smoothed mean temperature and the dotted lines show the standard deviation, both for the period 1961–90.

**Figur 1.1.8**

Daglige temperaturer på 75 m dyp i 2007 i Flødevigen, Arendal (lyseblå linje). Den mørkeblå linjen viser glattet middeltemperatur og stiplede linjer standardavviket, begge for 30-årsperioden 1975–90 samme sted.

Daily temperature at 75 m depth in Flødevigen Bay, Arendal (light blue line). The dark blue line shows the smoothed mean temperature and the dotted lines show the standard deviation, both for the period 1975–90.



Daglige målinger i Flødevigen siden 1926

Ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Flødevigen ved Arendal, har det vært utført daglige målinger av temperaturer i overflatelaget siden 1924. Selv om de årlige variasjonene og avvikene i temperatur er større i overflatelaget ved Flødevigen enn i åpne kystområder utenfor, er variasjonene representative også for klimaet i det øvre vannlag i Skagerrak. Siden 1975 ble målinger i 75 m dyp nær Flødevigen inkludert i de daglige observasjonene (Figur 1.1.7 og 1.1.8). Vinteren og våren fram til mai 2007 var det varmt i de øvre lag av Skagerrak. Fra mai og ut året var temperaturene tilnærmet normale, med unntak av enkelte varme

perioder i juni og august. I de dypere vannlag utenfor Flødevigen (75 m) var det varmt, med temperaturer 1–2 °C over normalen fra januar til september 2007. Utover høsten falt temperaturene også i 75 m dyp og var ut året nær eller noe over det normale for årstiden.

Ventet temperaturutvikling i 2008

I øvre lag av kystvannet forventes det sjøtemperaturer nær eller noe 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 i 2008.

Climatic Conditions in Coastal Waters

The climatic conditions in the Norwegian coastal waters are observed on a regular basis at a set of 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 2007 the winter-temperature all along the coast was 1–2 °C above the normal. Colder weather through the summer and autumn reduced the surface layer temperature to below normal south of Troms County. In the deeper layers (150 m), influenced to a larger degree by the Atlantic water, the temperature was still high, about 1 °C above normal throughout the year. In the Lofoten area (Skrova) temperature in 2005–2007 was the highest observed since observations started in 1936. Normal temperatures are expected in the surface layer during the winter 2008 when the deeper layer will still be relatively warm.

Klimaendringene som skjer på jorden nå, fører til økt temperatur og blant annet høyere havnivå. På kysten og i fjordene i Norge kan klimaendringene føre til hyppigere episoder med høye temperaturer, mer nedbør og endringer i ferskvannstilførselen fra elver, endringer i fjordstrømmene og kanskje mer vind.

Lars Asplin

lars.asplin@imr.no

Jan Aure

jan.aure@imr.no

Svein Sundby

svein.sundby@imr.no

Klima er noe mange snakker om, men som en ofte ikke tenker over hva er. En definisjon kan være: *”Miljøforholdene på et sted over en tidsperiode på flere år”*. Miljøforholdene er været i atmosfæren eller tilsvarende i havet, representert ved egenskaper som temperatur, saltholdighet, strøm, vind og nedbør. Klimaet på et gitt sted vil naturlig variere forholdsvis mye og ha mange ulike perioder. Det kan være store svingninger og forandringer i miljøforholdene på bare noen timer. Det henger sammen med drivkreftene til klimaet, fra jordens rotasjon (dag/natt og tidevann) til sesongvariasjoner (sommer/vinter). Det er også betydelige variasjoner fra år til år. Det kan også være store variasjoner i klimaet mellom steder som ligger geografisk nær hverandre, f.eks. var nedbøren ytterst i Sognefjorden (Takle) mer enn fire ganger

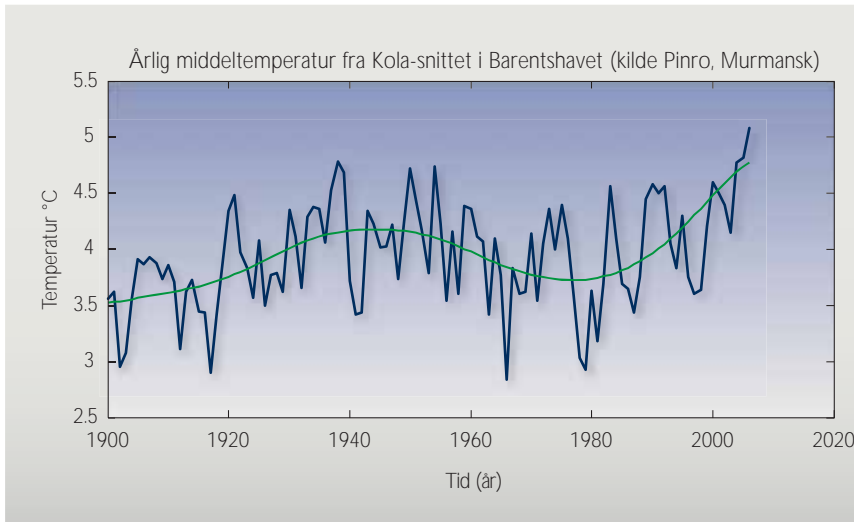
større enn innerst i fjorden (Lærdal) i 2007. Tidsperioden på flere år i definisjonen av klima er for å kunne danne seg et representativt gjennomsnitt (en normal). I meteorologien er normalen beregnet over 30 år. For havet er det ikke vedtatt noen normalperiode.

Klimaendringer

Endringer i klimaet ser en ved at gjennomsnittsverdien for et eller flere miljøforhold endrer seg systematisk, ofte over flere tiår. Årsakene til naturlige klimaendringer er bl.a. endringer i jordas stilling og bane rundt sola, noe som både endrer den energien som når jordkloden og fordelingen av denne. Andre naturlige klimaendringer kan ha årsak i lokale forhold på jorda, som f.eks. vulkanutbrudd med tilhørende utslipp av store mengder sot og vandamp til atmosfæren, eller svingninger som skyldes samspillet eller gjensidig påvirkning mellom hav og atmosfære.

De siste årene er det observert en temperaturøkning på jorda som overgår det som kan forventes av naturlige klimaendringer. I tillegg har mengden drivhusgasser





Figur 1.2.1

Årlig middeltemperatur fra Kola-snippet i Barentshavet (blå linje). Grønn strek er 30 års gjennomsnittsverdi.

Annual mean temperature at the Kola section in the Barents Sea (blue line) with 30 year mean values (green line).

i atmosfæren økt betydelig. Siden 1970 har CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren steget fra 320 ppm (deler per million) til 380 ppm, basert på målinger fra National Oceanic and Atmospheric Administrations stasjon på Hawaii. Det er 35 % høyere enn de høyeste verdiene som er funnet i analyser av iskjernerprøver fra Antarktis og Grønland, som strekker seg ca. en million år tilbake i tid. Vi er altså i en situasjon der klimaet på jorda endrer seg både av naturlige og menneskeskapte grunner ved at vi tilfører atmosfæren klimagasser som bidrar til å øke den såkalte drivhuseffekten, og dermed temperaturen.

Vi trenger langvarige målinger (tidsserier) med tilstrekkelig dekning i rom og i tid for å forstå de naturlige klimavariasjonene. Bare på den måten kan vi avgjøre om vi har en klimaendring. Siden de naturlige variasjonene i klimaet er så store i forhold til en klimaendring, trenger vi målinger som er hyppige nok til å fange opp disse variasjonene, og vi trenger å dekke mange ulike geografiske områder. Serien må være lang nok til å fange opp naturlige klimasvingninger. En av de lengste tidsseriene av miljøforhold i havet er Kola-serien i Barentshavet. Det russiske havforskningsinstituttet PINRO i Murmansk foretar temperaturmålinger i et snitt på 222 km nordover i Barentshavet fra Kolahalvøya (fire stasjoner mellom N70°30'–72°30'), og vedlikeholder dermed en tidsserie som strekker seg over 100 år tilbake i tid. Temperaturverdiene er middelverdier langs snittet målt mellom 0 og 200 meters dyp. Verdiene for årgjennomsnittet viser tydelig store variasjoner mellom ulike år. På kort sikt er det forskjeller på omkring 1,5 °C, men også over lengre tid er det variasjoner mellom 0,5 °C og 1 °C (Figur 1.2.1). Variasjonene over lengre tid (grønn linje) viser langperiodiske klimasvingninger med en periode på 60–70 år. Vi ser at begynnelsen av 1900-tallet og 1970–80-tallet var relativt kalde, og

at det var relativt varmt på 1940–50-tallet samt de siste årene. Ser vi hele 100-årstidsserien under ett, kan vi se en stigende temperaturløp på ca. 0,3 °C. Dette kan tilskrives den menneskeskapte klimaendringen som er påvist ellers på jorda. Disse klimasvingningene og den langperiodiske trenden gjennom det 20. århundret går igjen i andre måleserier vi har i våre havområder og langs Norskekysten.

FNs klimapanel

For å undersøke menneskeskapte klimaendringer har FN nedsatt et panel: Intergovernmental Panel on Climate Change (<http://www.ipcc.ch>). Dette panelet ga ut sin fjerde tilstandsrapport i fjor, og konkluderer der med at det er svært sannsynlig at menneskelig virksomhet påvirker klimaet. Først og fremst er det en økning i drivhuseffekten som forårsaker denne endringen. Resultatene fra rapporten (IPCC, Fourth Assessment Report, 2007) er i grove trekk det følgende:

- Den globale gjennomsnittstemperatur vil øke selv om vi klarer å redusere utslippet av klimagasser til atmosfæren. Avhengig av reduksjonen av slike gasser vil økningen av den globale gjennomsnittstemperaturen være på mellom 2 °C og 4 °C om 100 år.
- Geografisk forventes den største oppvarmingen på høye nordlige breddegrader og over land, og mindre endringer over hav på sørlige halvkule og Nord-Atlanteren.
- Varmebølger vil bli hyppige og av lengre varighet. Antall døgn med frost reduseres på høyere breddegrader, og lengden av vekstsesongen vil øke.
- Det blir mer nedbør i de tropiske nedbørsonene og på høye bredde-

grader, mens det blir mindre nedbør i subtropene. Disse endringene er en konsekvens av en forsterkning av vannets kretsløp. Det vil også bli flere ekstreme nedbørsepisoder.

- Ettersom klimaet blir varmere, vil snødekket og isutbredelsen reduseres. Havisen vil i det 21. århundre bli redusert både i Arktis og Antarktis.
- Havnivået fortsetter å stige i det 21. århundre på grunn av at vannet utvides når vanntemperaturen øker og at is på land smelter. Stigningen blir på ca. 0,5 m. Økning av havnivå har til nå ikke vært jevnt geografisk fordelt, og forventes heller ikke å bli det i fremtiden. Det er usikkert hvor raskt denne økningen vil skje, og hvor raskt en eventuell issmelting på Grønland og Antarktis vil skje.

Klimaendringer i Norge

Selv om konklusjonene i IPCC-rapporten for mange forhold er vitenskaplig svært sikre, er det større usikkerhet knyttet til hvordan de globale endringene i klimaet vil slå ut regionalt. En studie av en såkalt klimanedskalering (dvs. hvordan de globale forholdene vil vises regionalt) for norske land- og havområder er gjort i forskningsprosjektet RegClim (<http://regclim.met.no>). Resultatene her er sammenfallende med IPCC-rapporten, og i hovedtrekk vil våre områder få en temperaturøkning på ca. 2 °C, og det vil komme ca. 30 % mer nedbør. Denne temperaturøkningen gjennom det 21. århundret er altså betydelig større (2 °C) enn den økningen vi har opplevd i det 20. århundret (0,3 °C).

Når det gjelder vindforholdene i et framtidig varmere klima, finnes det ikke entydige resultater. Ut fra noen av resultatene finner vi at antall stormer vil øke og at vinden knyttet til disse vil bli

kraftigere, mens andre resultater ikke viser dette. Usikkerhetene om hvordan klimaendringene vil slå ut regionalt, og med den kompliserte strukturen atmosfæren har, må en bruke et føre-var-prinsipp og legge til grunn en reell mulighet for at det kan komme kraftigere og hyppigere stormer i framtida.

Gjennomsnittsverdier kontra ekstremere

Både de langsiktige klimaendringene med mindre utslag og de ekstreme raske svingningene med store utslag påvirker omgivelsene våre, men på svært ulike måter. De langsiktige klimaendringene med små utslag (slik som den grønne linjen i Figur 1.2.1) har vist seg å ha ganske dramatiske virkninger på de marine økosystemene i våre havområder. Dette er endringer som sammen med overfiske innvirket på kollapsen i bestanden av norsk vårgytende sild på 1960-tallet, og som sørget for at vi fikk bestanden tilbake til gamle høyder fra slutten av 1980-tallet. Slike endringer har påvirket gytevandringen for nordøstarktisk torsk, og det er mye som tyder på at nedgangen i produksjonen av kommersielle fiskebestander i Nordsjøen er knyttet til de samme langperiodiske klimaendringene. I det lange løp må vi også forvente at høyere sjøtemperaturer langs Skagerrak og Sørvestlandet vil endre bunnfauna ettersom forekomstene av tarearter som nå dominerer, vil reduseres. De ekstreme kortperiodiske klimasvingningene har derimot ikke samme virkninger på de marine økosystemene, men kan ha store virkninger på samferdsel, bebyggelse og havbruksanlegg langs kysten. Det kan være kraftig vind, veldig mye nedbør

eller ekstremt varme og tørre perioder. For å illustrere en mulig konsekvens av en moderat økning i de gjennomsnittlige forholdene, kan vi se på observert temperatur på Utsira (Figur 1.2.2). Omtrent ukentlig har Havforskningsinstituttet målt temperatur og saltholdighet her siden midt i forrige århundre (Havforskningsinstituttets kystovervåkingsstasjoner fra Lista til Ingøy: <http://atlas.nodc.no/stasjoner>). På 10 m dyp varierer temperaturen mellom 2–6 °C om vinteren (minimum i mars) til 14–18 °C om sommeren (maksimum i august). Det er en forskjell på over 10 °C innenfor et år. Klimaendringen den samme perioden (rød linje, Figur 1.2.2) er på mellom 0,5 og 1 °C. Likevel kan dette beskjedne utslaget se ut til å ha betydning, da de fleste varme somrer og vintrer har kommet i tidsrom med høy gjennomsnittstemperatur. Det er derfor tilsynelatende en sammenheng mellom gjennomsnittsverdien og ekstrem-situasjoner.

Temperaturen i fjordene

I brakkvannslaget vil det være forskjeller i temperatur fra kysten og innover i fjordene. Om vinteren og sommeren er temperaturen vanligvis høyere innover i fjordene enn ved kysten. Resultater fra Hardangerfjorden indikerer en tilnærmet jevn økning av temperaturen i forhold til avstanden fra kysten, der temperaturen i de øverste 5–10 m stiger med 0,01–0,03 °C/km innover (Figur 1.2.3). Om høsten (oktober) er det motsatte forholdet påvist, dvs. en reduksjon av temperatur i de øvre 5 m innover fra kysten. Under brakkvannslaget, fra 10 m dyp, er det ingen systematikk. Det trengs flere klimatidsserier også fra områder innover i fjordene for å kunne bruke observa-

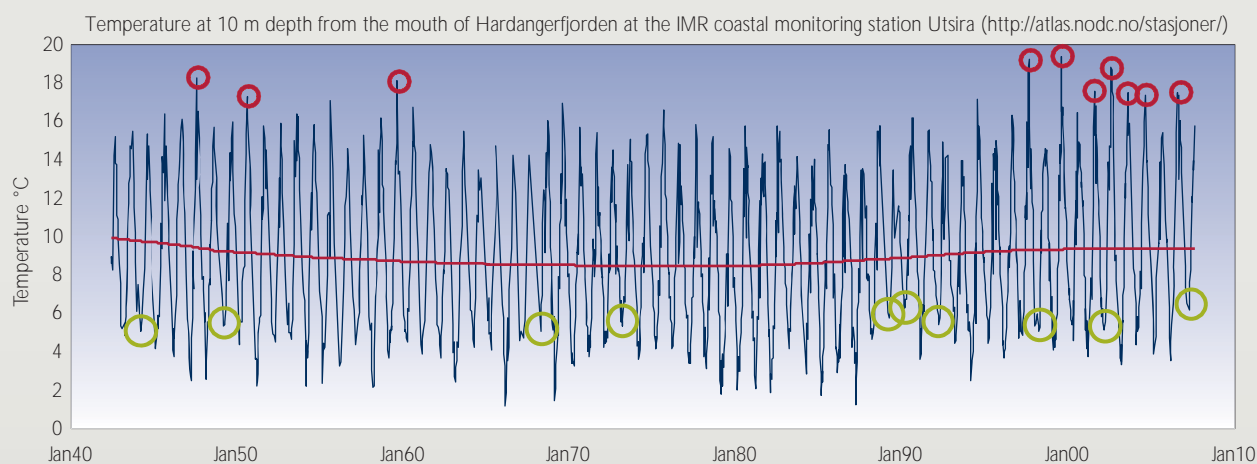
sjonene fra kystovervåkingsstasjonene på en sikker måte, samt for å kunne evaluere naturlige variasjoner i rom og tid for miljøforholdene også inne i fjorden.

Temperaturforholdene langs kysten

Havforskningsinstituttet gjennomfører en miljøovervåking langs kysten fra Arendal til Finnmark. De lengste tidsseriene går tilbake til 1930-tallet. Vi har derfor en god oversikt over hvordan temperaturen varierer langs norskekysten. På 5,5 m dyp er det om vinteren kaldest på kysten av Skagerrak med gjennomsnittstemperatur på ca. 2 °C (sort linje, Figur 1.2.4). Langs Vestlandet og i Nordland er temperaturen påvirket av den norske atlantehavsstrøm (Golfstrømmen), og vintertemperaturen er 4–5 °C. Lenger nord synker temperaturen noe.

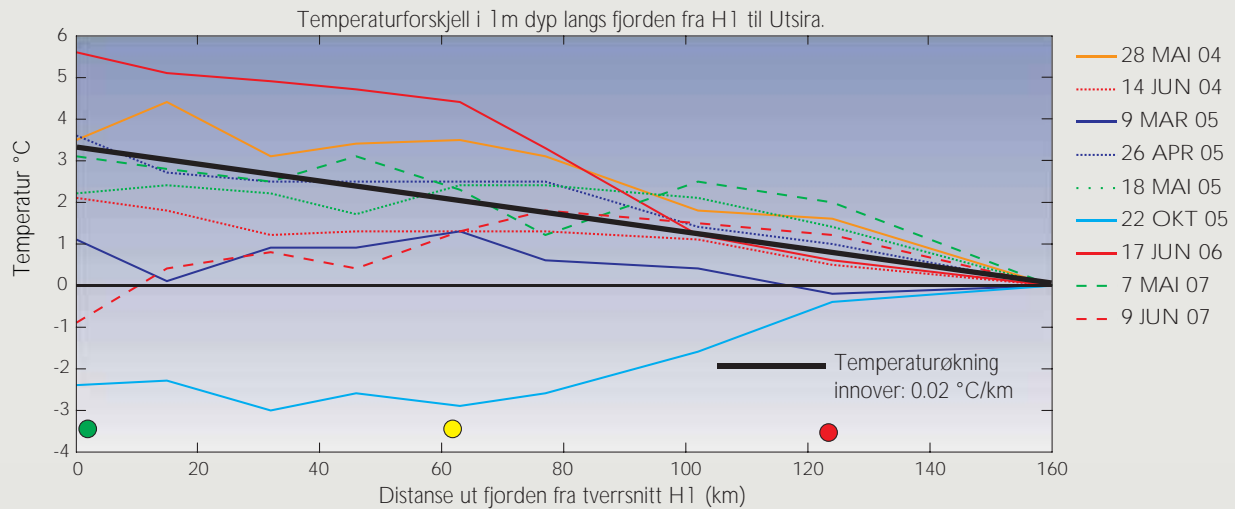
Gjennomsnittstemperaturen om sommeren er høyest i Skagerrak med ca. 17 °C (sort linje, Figur 1.2.5). Deretter synker den nordover og er ca. 10 °C i Finnmark.

En modell for framtidig temperaturøkning langs kysten kan være å anta at to standardavvik høyere temperatur i forhold til de eksisterende måleseriene vil være representativt for gjennomsnittstemperaturen i 5,5 m dyp i 2070 (blå linje, Figur 1.2.4 og 1.2.5). Dette gir en varierende økning langs kysten, men er i overensstemmelse med prognosene fra IPCC og RegClim (~2 °C). Maksimalverdiene vil være høyere, og sannsynligvis over 20 °C langs kysten helt opp til Vestlandet (rød linje).



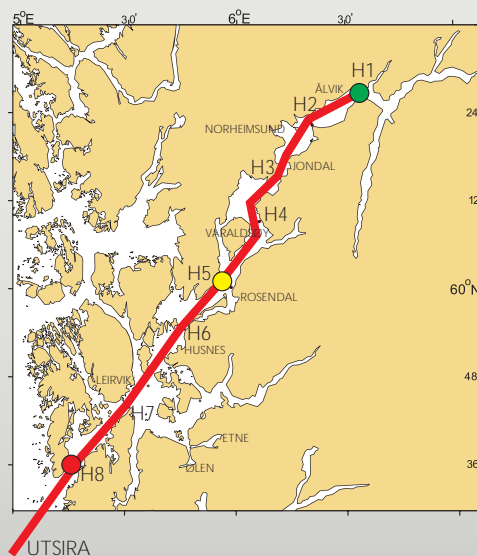
Figur 1.2.2

Observert temperatur i 10 m dyp på Utsira utenfor Hardangerfjorden. Rød linje er gjennomsnittsverdien der variasjon med perioder under 30 år er fjernet. Røde sirkler markerer de ti varmeste somrene, grønne sirkler markerer de ti varmeste vintrene. Observed temperature at 10 m depth from Utsira outside the Hardangerfjord. The red line is the 30 year mean values. Red and green circles mark the ten warmest summers and winters respectively.



Figur 1.2.3

Temperaturforskjell i 1 m dyp innover i Hardangerfjorden i forhold til observasjonene på Utsira. Kartet viser posisjonen til temperatursnittet. Indre del av observasjonene (grønn sirkel) er til venstre i figuren, mens Utsira er til høyre. De fargede sirkelene plasserer figuren i forhold til kartet. *Temperature differences at 1 m depth between Utsira and into the Hardangerfjord. The map shows the section, and the coloured circles indicate along-section positions.*



Nedbør og ferskvannsavrenning

Framtidige klimaprogner tilsier at nedbøren vil øke langs hele norskekysten. Nedbøren havner etter hvert i fjordene og danner et relativt ferskt overflatelag (brakkvannslaget) som transporterer brakkvannet i et 5–10 m tynt lag ut fjorden. I tillegg til å utgjøre et eget strømsystem i fjorden, vil brakkvannet stadig blandes med det tyngre fjordvannet dypere nede (på grunn av vind, tidevann o.l.) og bidra til å gjøre den vertikale lagdelingen av vannmassene i fjordene mer markert enn utenfor. Dette er med på å gjøre forholdene i fjordene forskjellig fra forholdene på kysten.

Langs norskekysten vil mye av nedbøren komme som snø i fjellet om vinteren. Dette skaper en vårflokk i sør og en forsinkelse i nord mot sommerflokk. Dersom vi får et varmere klima med mer nedbør, kan vi få en utjevning av ferskvannsavrenningen til fjordene med større avrenning året rundt og hvor flommene på grunn av snøsmelting reduseres. Høstflommen som forekommer

særlig i Sør-Norge, er et resultat av nedbør og vil kunne forsterkes.

Vannstand

Gjennom det 20. århundret økte den globale vannstanden med 0,17 m. For de mest realistiske utslippsscenarioene for det 21. århundret regnes det med at middelvannstanden på vestlandskysten vil stige med omtrent 0,5 m fram mot 2070 og videre til 0,8 m ved slutten av det 21. århundret. For områdene nær svenskekysten og Nord-Norge vil vannstandsendringen bli noe lavere, fordi her vil den fortsatte landhevingen etter siste istid utligne noe av havnivåøkningen. Dette er derimot usikre prognoser, siden den observerte vannstandsøkningen i det siste er høyere enn forutsatt i prognosen. Dersom innlandsisen på Grønland eller Antarktis begynner å smelte i større tempo enn antatt i dag, vil vannstandsøkningen bli større. Fra Hordaland og nordover vil tidevannsforskjellen være høyere enn forventet vannstandsøkning, men vi må regne med at vi får stadig

hyppigere situasjoner hvor stormflo vil gi oversvømmelser i havneområder og strandnære bebyggelser.

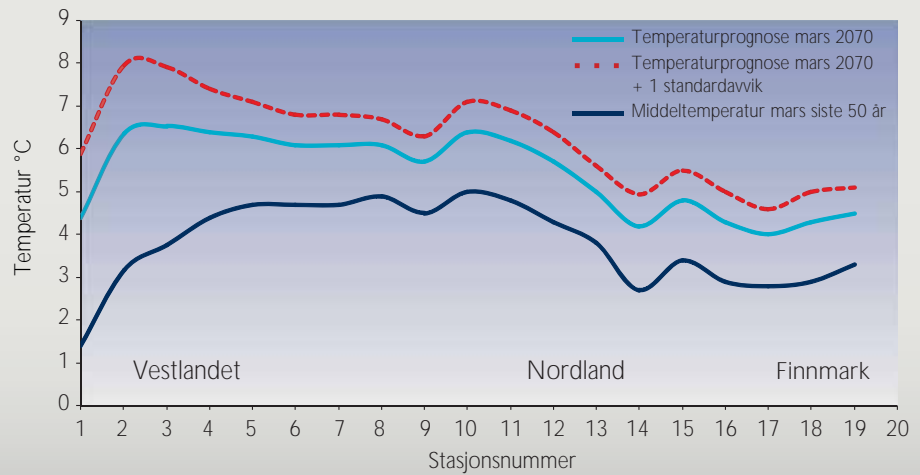
Sterkere og hyppigere vind

Norge ligger midt i vestavindsbeltet som går rundt jordkloden. Det er noen indikasjoner på at et framtidig klima vil ha kraftigere atmosfæriske trykkfelt, noe som vil kunne forsterke dette vestavindsbeltet og gi både sterkere vind og flere stormer. Vind er en viktig drivkraft for mange av miljøforholdene i fjordene, så en endring av vindforholdene vil ha stor betydning. Vind er spesielt viktig for å skape strøm i vannmassene, og kraftigere og hyppigere vind vil kunne spre vannmassene mer. Vinden fører også til blanding av vannmasser og til at brakkvannslaget blir redusert. Flere og sterkere stormer vil være av betydning for dimensjonering av for eksempel bygninger og akvakulturanlegg.

Figur 1.2.4

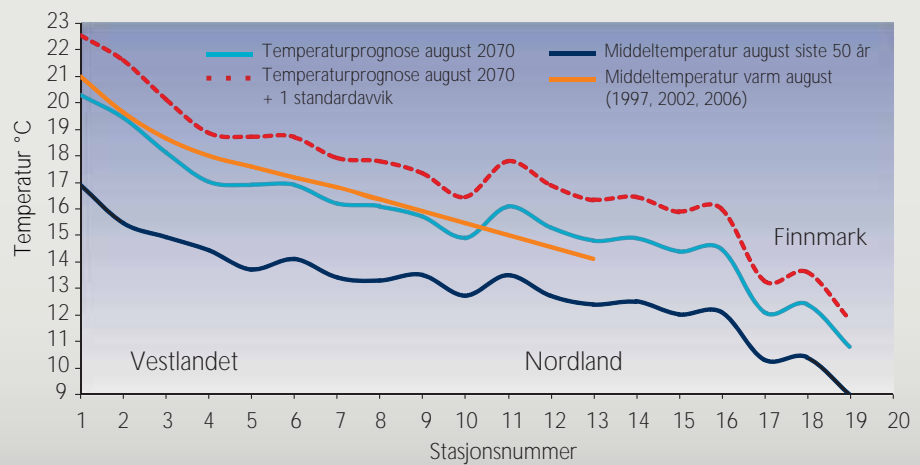
Temperatur i 5,5 m dyp langs kysten om vinteren (mars) fra Arendal til Finnmark. Mørkeblå linje er dagens middeltemperatur, lyseblå linje er prognosen for 2070 og stiplet rød linje er antatt å representere forholdene under en varm vinter rundt 2070.

Temperature today (dark blue line) and temperature prognosis (blue line) for March 2070 at 5.5 m depth along the Norwegian coast from Arendal to Finnmark. Red dashed line is the expected condition during a warm winter around 2070.


Figur 1.2.5

Temperatur i 5,5 m dyp langs kysten om sommeren (august) fra Arendal til Finnmark. Mørkeblå linje er dagens middeltemperatur, blå linje er prognosen for 2070 og stiplet rød linje er antatt å representere forholdene under en varm sommer rundt 2070.

Temperature today (dark blue line) and temperature prognosis (blue line) for August 2070 at 5.5 m depth along the Norwegian coast from Arendal to Finnmark. Red dashed line is the expected condition during a warm summer around 2070.



Climate and Climate Change in Coastal Waters and Fjords

The climate in Norwegian areas is anticipated to become warmer and wetter during the next 100 years. Along the Norwegian coast the mean water temperature will probably increase by 2 °C and the precipitation will increase by 30%. When the mean value increase, the number of extreme events also increase. We find that the conditions towards the end of the century along the coast of Nordland and Troms will be similar to the conditions along the Western Norwegian coast today. More precipitation will lead to more freshwater runoff to the fjords, and eventually a slightly modified current system compared to today might occur. Water level will increase by about 0.8 m, increasing the risk of floods. As to the future wind conditions, the prognoses differ. Some studies find no change compared to today while others indicate stronger winds and more frequent storms.

1.3

Mindre tilførsel av næringsalter til Skagerrak

Økningen av næringsalter i kystvannet langs Skagerrakkysten synes å ha snudd etter at nitratkonsentrasjonene ble doblet i vinter-/vårperioden fra slutten av 70-tallet til begynnelsen av 90-tallet. Fra 1995 til 2005 ble de langtransporterte tilførslene av nitrat til Skagerrakkysten, hovedsakelig fra Tyskebukta, redusert til 1980-nivå. Hvis langtidstrenden med reduserte tilførsler av næringsalter til sørlandskysten fortsetter, kan oksygenforholdene i sørlandsfjordene etter hvert bli bedre. Imidlertid kan den forventede klimautviklingen svekke denne muligheten. Reduksjonen av næringsalter har også redusert risikoen for oppblomstring av skadelige alger i Skagerrak.

Jan Aure

jan.aure@imr.no

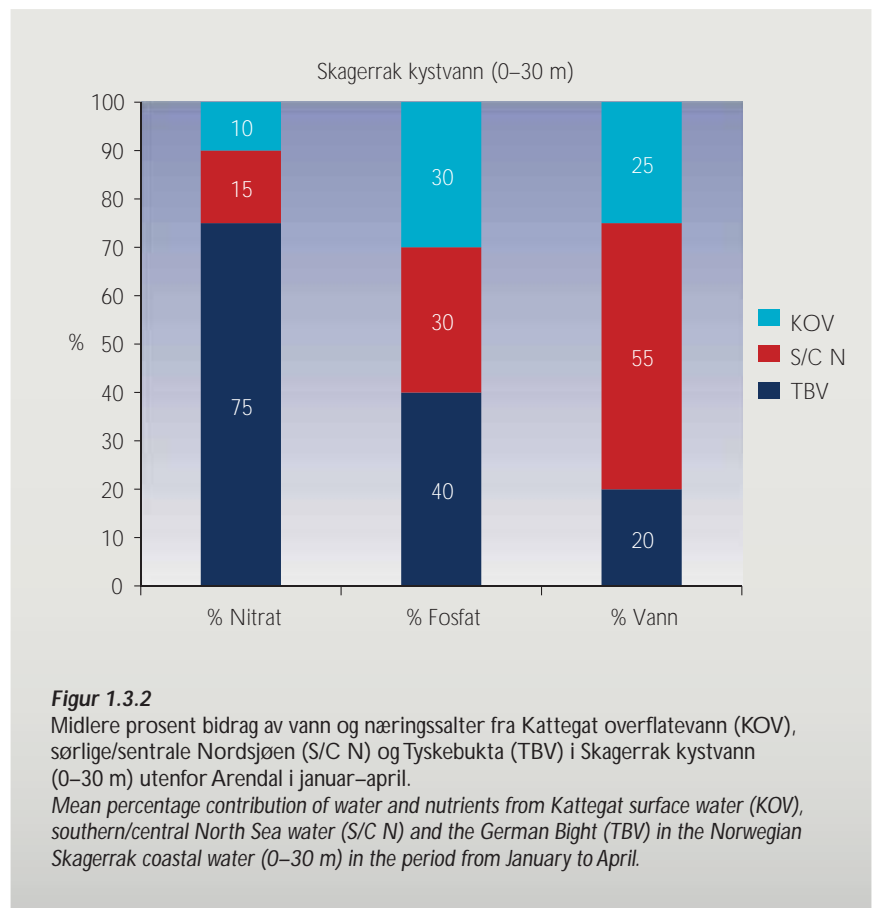
Jan Magnusson

jan.magnusson@niva.no

Den norske kyststrømmen utenfor sørlandskysten tilføres vann fra Kattegat og Nordsjøen (Figur 1.3.1). I Nordsjøen strømmer vann fra Tyskebukta opp langs vestkysten av Danmark (Jyllandstrømmen). Underveis blandes det med vann fra den sørlige og sentrale delen av Nordsjøen, før det strømmer inn i Skagerrak. Fra Nordsjøen strømmer atlantisk vann inn i Skagerrak langs sørsiden av Norskerenna, og finnes vanligvis på dyp større enn 70 m langs sørlandskysten. Transporten av vann fra Tyskebukta og vestkysten av Jylland til Skagerrak er vindavhengig, og størst i år som domineres av sørlige vinder. Kystvannet langs sørlandskysten ved Arendal (0–30 m) er en blanding av vann fra sørlige og sentrale Nordsjøen (ca. 57 %), overflatevann fra Kattegat (ca. 26 %) og vann fra Tyskebukta (ca. 17 %) (Figur 1.3.2).



Figur 1.3.1
Oversikt over strømmene i Skagerrak.
Mean currents in the Skagerrak.



Figur 1.3.2

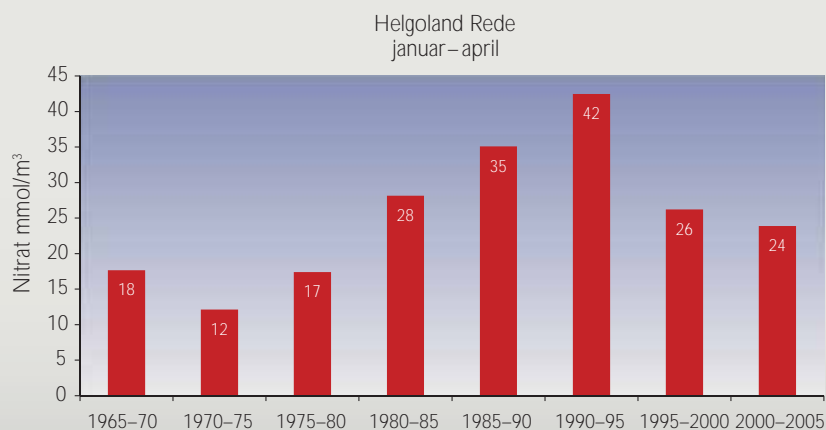
Midlere prosent bidrag av vann og næringsalter fra Kattegat overflatevann (KOV), sørlige/sentrale Nordsjøen (S/C N) og Tyskebukta (TBV) i Skagerrak kystvann (0–30 m) utenfor Arendal i januar–april.

Mean percentage contribution of water and nutrients from Kattegat surface water (KOV), southern/central North Sea water (S/C N) and the German Bight (TBV) in the Norwegian Skagerrak coastal water (0–30 m) in the period from January to April.

Figur 1.3.3

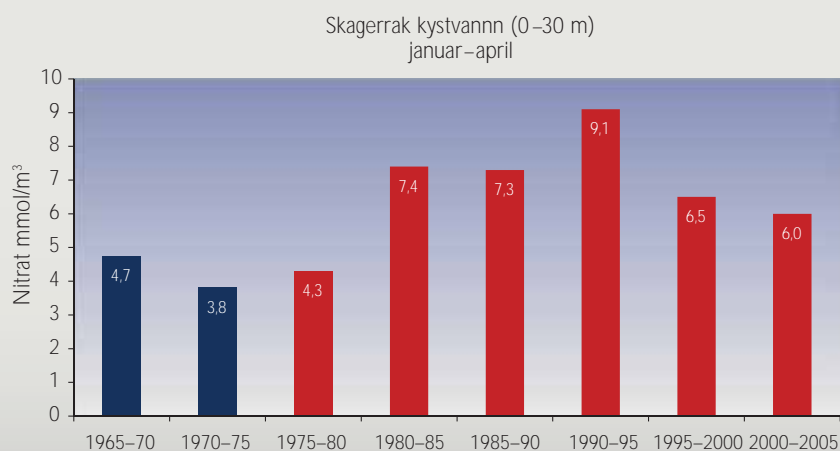
Midlere nitratkonsentrasjoner i januar–april i Tyskebukta (Helgoland) i 5-årsperioder fra 1965–1970 til 2000–2005.

Mean observed nitrate concentration in January–April in the German Bight (Helgoland) from the 1965–1970 to 2000–2005.


Figur 1.3.4

Midlere nitratkonsentrasjoner i januar–april i Skagerrak kystvann ved Arendal (0–30 m) i 5-årsperioder fra 1975–80 til 2000–2005 (rød). Beregnede 5-årsmidler av nitrat i 1965–1970 og 1970–1975 (blå).

Mean observed nitrate in January–April in the Skagerrak coastal water outside Arendal (0–30 m) from the 1975–1980 to 2000–2005 (red). Calculated mean of nitrate concentration from 1965–1970 and 1970–1975 (blue).



De høye næringssaltverdiene i Tyskebukta, forårsaket av menneskeskapte utslipp, fører imidlertid til at ca. 75 % av nitraten i kystvannet ved Arendal i vinter-/vårperioden har sin opprinnelse fra Tyskebukta. Det resterende bidraget på ca. 25 % er fordelt mellom tilførselene fra sørlige og sentrale Nordsjøen og overflatevann fra Kattegat (Figur 1.3.2). Tilførselene av fosfat (PO_4) til kystvannet ved Arendal i vinter-/vårperioden er jevnere fordelt, med bidrag på 30–40 % fra hver av de tre hovedkildene.

Etter denne perioden er næringssaltene i større grad bundet opp i planteplankton og organiske partikler, og ikke i uorganiske forbindelser som nitrat og fosfat.

Redusert nitrattilførsel etter 1995

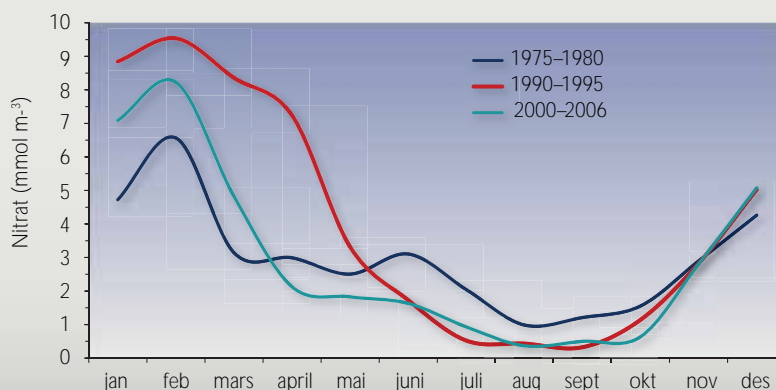
Den betydelige økningen i nitratkonsentrasjonene i kystvannet i Skagerrak fra perioden 1975–1980 til perioden 1990–1995 skyldes i hovedsak at det var en økning av nitrat i Tyskebukta (Helgoland) på ca. 150 % i samme tidsrom (Figur 1.3.3).

Dette førte til at midlere konsentrasjon av nitrat i vinter-/vårperioden i kystvannet i Skagerrak (0–30 m) økte med ca. 100 % (Figur 1.3.4). Etter 1995 har det imidlertid vært en gradvis reduksjon i nitratkonsentrasjonene både i Tyskebukta og Skagerrak, og gjennomsnittlig januar–april-verdi var i 2000–2005 redusert til om lag samme nivå som omkring 1980. Figur 1.3.5 viser at det i løpet av året var størst reduksjon i nitrat fra mars til april i siste periode (2000–2006) sammenlignet med perio-

Figur 1.3.5

Midlere nitratkonsentrasjoner gjennom året i 1975–1980, 1990–1995 og i 2000–2006 i Skagerrak kystvann utenfor Arendal (0–30 m).

Mean nitrate concentration through the year in 1975–1980, 1990–1995 and 2000–2006 in Skagerrak coastal waters at Arendal (0–30 m).



den 1990–1995. Den store nitratøkningen i Tyskebukta etter 1975–1980, førte også til at forholdet mellom nitrat og fosfor (N/P) økte fra ca. 18,0 i 1975–1980 til ca. 60,0 i 1990–1995. Etter 2000 var N/P-forholdet igjen redusert til ca. 30.

Hva skjedde, og hva med fremtiden?

Trenden med nedadgående nitratkonsentrasjoner i vannet i Tyskebukta og Skagerrak etter 1995 er nært knyttet til reduserte konsentrasjoner av nitrat i Elben, som er den største elven som renner ut i Tyskebukta. De reduserte nitratkonsentrasjonene i Elben og Tyskebukta etter 1995 kan ha

sammenheng både med redusert hyppighet av ”ekstremnedbør” i vinter- og vårmånedene og reduserte konsentrasjoner av nitrogen i jordsmonnet i nedslagsfeltet til Elben og andre elver. Nitratkonsentrasjonene i Tyskebukta og langs Skagerrakkysten vil som før være størst i nedbørrike og varme vintre, som kan bli mer vanlige som følge av den forventede klimautviklingen. De lavere N/P-forholdene etter 1995 har også redusert risikoen for oppblomstring av skadelige alger i Skagerrak.

De økte tilførselene av næringssalter etter 1975–80 førte for eksempel til betydelig

forverrete oksygenforhold i fjordbassengene langs sørlandskysten. Hvis tilførselene av langtransporterte næringssalter til sørlandskysten fortsatt blir relativt lave i årene fremover, kan vi håpe at oksygenforholdene i sørlandsfjordene etter hvert vil normaliseres. Imidlertid vil de forventede klimaendringer, med økende sørlige vinder og nedbør, kunne svekke den forventede positive utviklingen av oksygenforholdene i fjordene langs Skagerrakkysten.



Decreased Supply of Nutrients to the Skagerrak Coast

The eutrophication development with regard to increased nutrients along the Norwegian Skagerrak coast has reversed after a doubling of nitrate concentrations in winter/spring between 1975 and 1995. Between 1995 and 2005 the transport of nitrate to the Skagerrak coast, mainly from the German Bight, was reduced to the 1980-level and consequently the mean nitrate concentration in winter/spring in the Skagerrak coastal water was reduced from 9 to 6 mmol m⁻³. If this trend continues we hope that the oxygen conditions in fjords along the Skagerrak coast will improve and the risk of harmful algae blooms be reduced. The expected climatic development, with increasing southerly winds and precipitation, may reduce the possibility of rehabilitating the oxygen conditions in fjords along the Skagerrak coast.

Algesituasjonen i 2007 var i store trekk nokså normal. Men igjen var forekomsten av skadelige alger, særlig *Dinophysis acuta*, gjennomgående større i Nord-Norge enn lenger sør, slik det har vært observert i de fire foregående år. Et annet forhold som kan trekkes frem, er at store høstoppblomstringer av planteplankton langs kysten av Skagerrak i 2007 nærmest uteble for sjette år på rad.

Einar Dahl
einar.dahl@imr.no

Eli Gustad
eli.gustad@imr.no

Lars-Johan Naustvoll
lars.johan.naustvoll@imr.no

Planteplankton varierer mye gjennom året, både i form av varierende biomasse (uttrykt som klorofyll *a*) og i artssammensetning. I kystnære farvann starter året 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 er også den kolonidannende algen *Phaeocystis* tallrik om våren.

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 kommer våroppblomstringen normalt noe senere, i Nord-Norge inntreffer den to–fire uker senere enn i sør.

Etter den første våroppblomstringen er det en periode med lite planteplankton, gjerne i løpet av april–mai, før det igjen kan gro

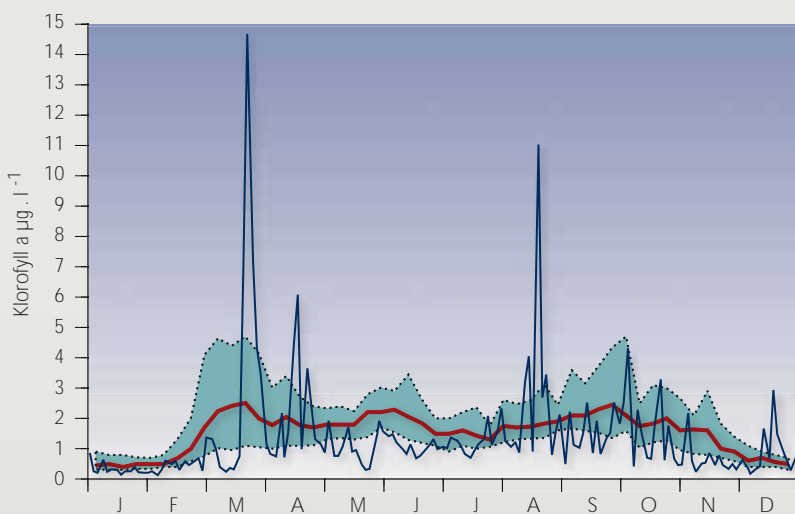
relativt godt med alger langs kysten i mai–juni. Oppblomstringen i mai–juni kalles gjerne ”den andre våroppblomstringen” og skyldes at snøsmelting, og derved økt vannføring i mange elver, gir gode vekstforhold i mange fjorder. Den økte vannføringen, på grunn av smeltevann, gir både en direkte og indirekte økt tilførsel av næringsalter til algene langs kysten for en periode. Denne ”andre våroppblomstringen” er imidlertid ikke så tydelig og årvisst som våroppblomstringen i februar–mars, men når og der den forekommer, er den preget av kiselalger.

Sommersituasjonen kjennetegnes normalt med relativt lave klorofyllkonsentrasjoner 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*, som nesten hvert år gir grønnlig farge på sjøen mange steder. På sensommeren og høsten vil man igjen kunne få oppblomstringer og mer biomasse i form av klorofyll *a*. Ofte vil store fureflagellater være hovedkomponenten i høstoppblomstringen, men det kan også være kiselalger. Mønsteret i planteplanktonets suksesjon 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

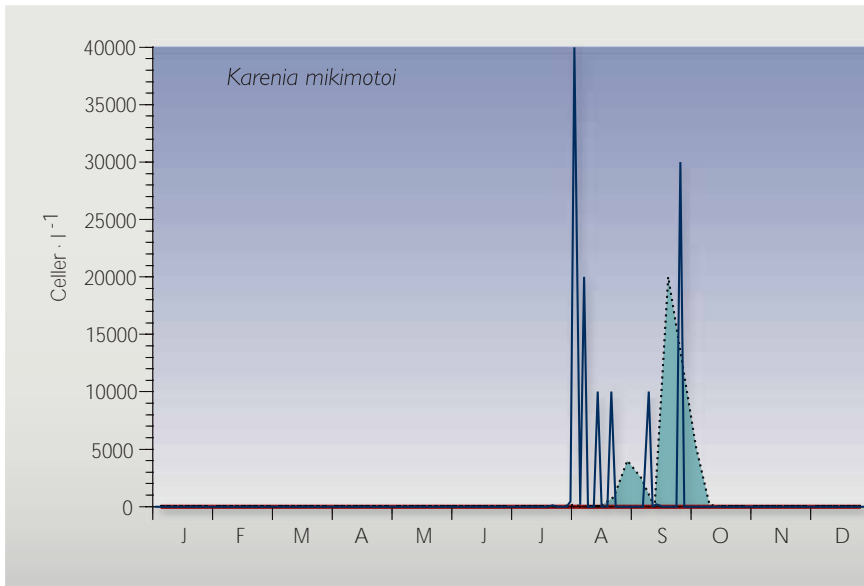
På denne delen av kysten utfører Havforskningsinstituttet en særlig hyppig prøvetaking i Flødevigen. Det blir tatt algeprøver fra de øvre 0–3 meterne tre ganger i uken, og etter vår erfaring gjenspeiler algeforekomstene i Flødevigen i store trekk situasjonen langs hele Sørlandet (Telemark–Vest-Agder).

Algemengden i Flødevigen, målt som klorofyll (Figur 1.4.1), viste en noe sen våroppblomstring, med en høy topp i siste del av mars og noen mindre topper gjennom april. I mai, juni og juli var det forholdsvis lite algebiomasse målt som klorofyll, mens algemengden økte noe i perioder av august. Gjennom resten av året var det relativt lite klorofyll (algebiomasse), noe vi nå har observert de seks



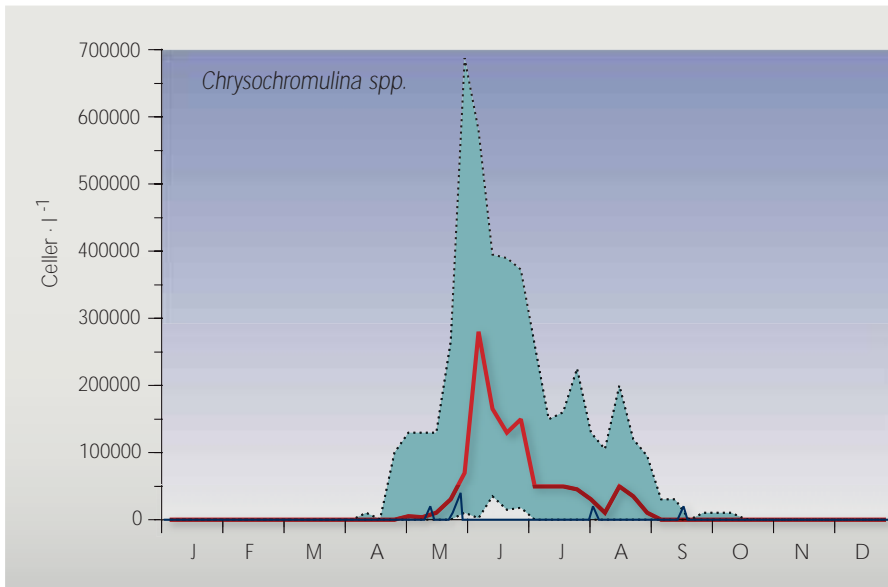
Figur 1.4.1

Klorofyll *a* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn mørkeblå linje er målinger i 2007. Rød 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 dark blue line is data from 2007. The red line is medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.



Figur 1.4.2

Karenia mikimotoi i Flødevigen, 0–3 m dyp. Mørkeblå linje er målinger i 2007. Rød linje er medianer (normaler) for hver uke basert på alle data i perioden 1989–2006. Stiplede linjer er første og tredje kvartiler (naturlig variasjonsbredde). *Karenia mikimotoi* in the Flødevigen Bay, 0–3 m depth. The dark blue line is data from 2007. The red line is medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.



Figur 1.4.3

Chrysochromulina spp. i Flødevigen, 0–3 m dyp. Mørkeblå linje er målinger i 2007. Rød 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 dark blue line is data from 2007. The red line is medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.

siste årene, og som ble omtalt i denne rapporten i fjor (Kyst og havbruk 2007).

Våroppblomstringen av kiselalger i mars og april var preget av *Skeletonema costatum*, men med innslag av andre kiselalger, som *Chaetoceros* spp. og *Thalassiosira* spp. I mai, juni og juli var det en blanding av ulike algegrupper til stede. Utover i juni bidro ulike kiselalger og flagellater til biomassen, særlig de større dinoflagellatene var det mye av. Kalkflagellaten *Emiliania huxleyi*, som ofte farger sjøen turkis om sommeren, var mye mindre tallrik i dette området enn vanlig, noe som kan henge sammen med at sommeren 2007 var våt og regnfull langs store deler av Skagerrakkysten. En periode i august bidro forskjellige dinoflagellater til episoder med noe forhøyet biomasse (klorofyll) langs kysten. Gjennom høsten preget ulike kiselalger algebildet langs Skagerrak.

Av skadelige alger langs sørlandskysten i 2007, var forekomsten av *Alexandrium*

spp. en periode på våren, mest påfallende. De forekom bare i moderate mengder, men førte likevel til flere uker med advarsler om at skjell kunne inneholde lammende giftstoffer (PSP-gifter).

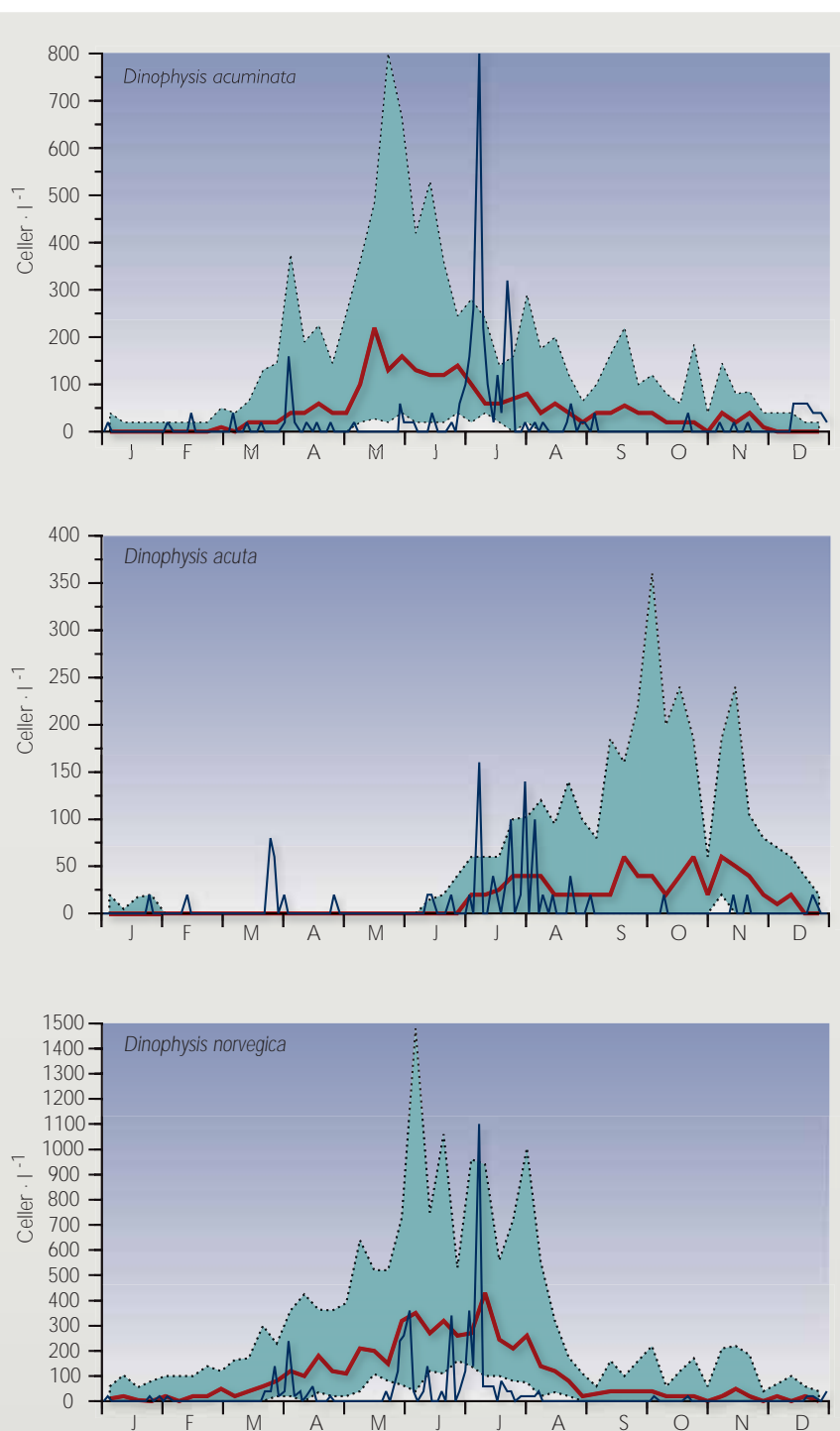
Skadelige alger som kan danne masseforekomster og drepe fisk, forekom bare i små til moderate mengder. *Karenia mikimotoi* (Figur 1.4.2) dukket opp i august. Det er litt tidlig for denne arten. Den var vanlig en periode i august–september, men dannet ikke masseforekomster og brunlig sjø som den har gjort enkelte år tidligere. *Chrysochromulina* spp. ble bare registrert i lite antall noen ganger i perioden mai–august (Figur 1.4.3). *Chattonella* ble knapt registrert i 2007.

Dinophysis spp., som kan inneholde diarégifter, hadde på årsbasis en forekomst mindre enn normalt (Figur 1.4.4), men alle de tre vanligste artene hadde en topp i forekomst i perioden juli–august. Den mest potente med hensyn til å inneholde

diarégifter (DSP-gifter) er *D. acuta*, med *D. acuminata* som nummer to. Dette førte til opphopning av diarégifter i blåskjell langs store deler av Skagerrakkysten noen uker i juli og august 2007, men fra slutten av august var problemet over. Overvåkningsstasjoner langs hele norskekysten og kostholdsråd for disse er vist i Figur 1.4.5 og 1.4.6. En høst uten diarégifter i skjellene langs kysten av Skagerrak er svært uvanlig. Ellers var forekomsten av *Alexandrium* spp. en periode på våren 2007 så høy at det førte til flere uker med advarsler om at skjellene kunne inneholde PSP-gifter (Figur 1.4.5).

Alger på kyststrekningen Rogaland–Sogn og Fjordane

Også på kyststrekningen Rogaland–Sogn og Fjordane var våroppblomstringen dominert av *Skeletonema costatum*, men med innslag av andre kiselalger i noen fjorder. Etter våroppblomstringen ble det stadig registrert mye alger på flere av overvåkningsstasjonene langs Vestlandet, og det



Figur 1.4.4

Dinophysis acuminata, *D. acuta* og *D. norvegica* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Mørkeblå linjer er målinger i 2007. Røde 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 dark blue lines are data from 2007. The red lines are medians for every week based on all data for the period 1989–2006. Dotted lines are first and third quartiles.

var ofte 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. Gjennom perioden mars–oktober var det mye kiselalger på hele eller deler av strekningen Rogaland–Sogn og Fjordane. Fra slutten av april til august var kalkflagellaten *Emiliana huxleyi* vanlig på denne strekningen, mest tallrik var den i ytre deler av Hardangerfjorden i mai–juni. Innslaget av store dinoflagellater var størst i august og september, før kiselalger igjen ble dominerende utover høsten.

Problemer knyttet til opphopning av alggifter i skjell på denne strekningen var i 2007 totalt nokså normale og varierte mye mellom stasjoner (Figur 1.4.5 og 1.4.6). Det var noe mer problemer med PSP-gifter om våren enn vanlig, og noe mindre problemer enn vanlig med DSP-gifter gjennom sommeren og høsten. Problemene om våren, i april–mai, var knyttet til relativt mye *Alexandrium* spp. på flere stasjoner langs denne kyststrekningen, og derved en opphopning av PSP-gifter i skjell. Mens problemene med opphopning av diarégifter i skjell, fra sommeren og utover høsten, var knyttet til forekomst av *Dinophysis* spp., særlig *D. acuta*. Mest rammet av begge typer problemer var Hardangerfjorden, særlig de indre deler. I november og desember ble det påvist relativt mye yessotoksiner (YTX) på stasjon Vemmelsvik i Nordfjord. Kiselalgen *Pseudo-nitzschia* spp., som kan inneholde ASP-gifter (ASP – Amnesic Shellfish Poisoning – skjellgifter som gir hukommelsestap), var tallrik mange steder på kyststrekningen Rogaland–Sogn og Fjordane gjennom sommeren og høsten, uten at det ble påvist slike gifter i skjellene av noen betydning.

Alger på kyststrekningen Møre og Romsdal–Nord-Trøndelag

Våroppblomstringen foregikk i mars–april på denne kyststrekningen, og var preget av kiselalgen *Skeletonema costatum*, men hadde også noe innslag av andre kiselalger. Kalkflagellaten, *Emiliana huxleyi*, ble vanlig sør i området gjennom mai og spredte seg etter hvert nordover, før den stort sett forsvant i løpet av juli. Den forekom bare i moderate mengder på strekningen Møre og Romsdal–Trøndelag i 2007. Utpå sommer og tidlig på høsten (august–september) preget ulike, store dinoflagellater algebildet for en periode, men senere på høsten ble igjen ulike kiselalger dominerende.

Problemer knyttet til opphopning av alggifter i skjell på denne strekningen var relativt små i 2007. I april og mai var det

ved enkelte stasjoner, sør i området, noe akkumulering av PSP-gifter i skjellene på grunn av forekomster av *Alexandrium* spp. Tilsvarende på noen stasjoner nord i området i juli og august. Problemene med diarégifter over faregrensen i skjell var små på denne kyststrekningen i 2007, flere overvåkingsstasjoner hadde ikke problem med algegifter i det hele tatt (Figur 1.4.5 og 1.4.6).

Alger på kyststrekningen Nordland–Finnmark

På strekningen Vikna–Finnmark kommer våroppblomstringen først i sør og sprer seg etter hvert nordover. I 2007 var den godt i gang i slutten av mars og tidlig i april i Nordland og Troms. Kiselalgen *Chaetoceros socialis* og *Skeletonema costatum* dominerte, bortsett fra i Nord-Troms hvor *Fragilariopsis* var vanligst. Utover i april ble også *Phaeocystis* vanlig på denne kyststrekningen. I slutten av april og begynnelsen av mai kom våroppblomstringen til Øst-Finnmark og var preget av *Chaetoceros socialis* og *Phaeocystis*. Fra juni til august preget fortsatt ulike kiselalger man-

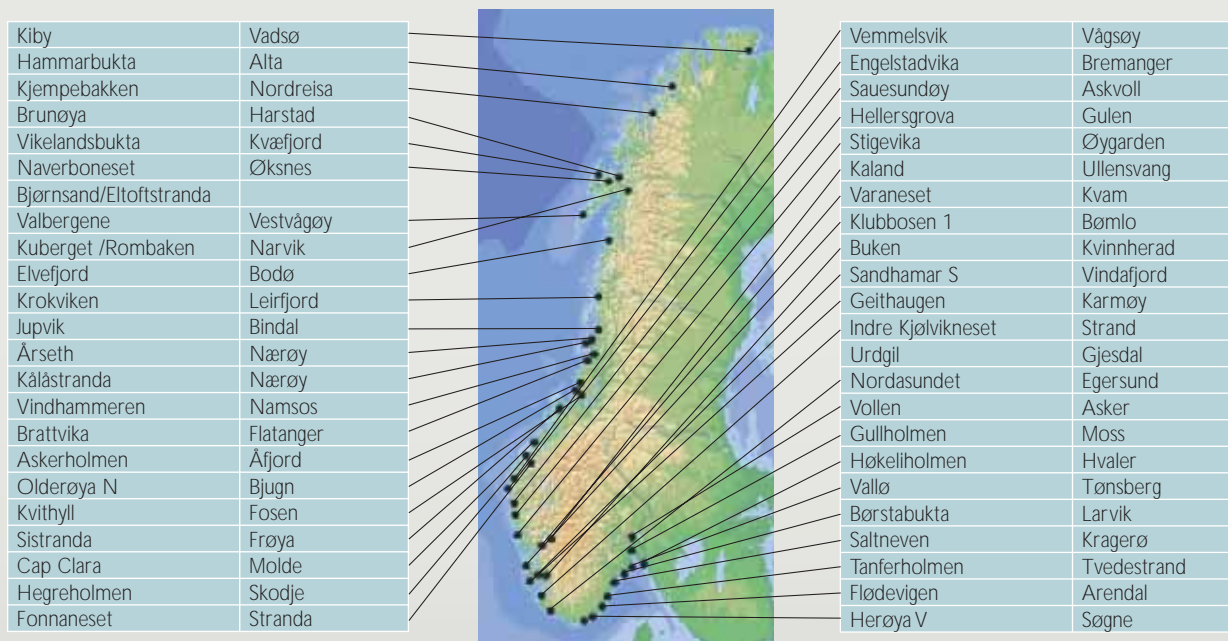
ge av stasjonene langs denne langstrakte kyststrekningen. Fra august og september preget dinoflagellater algebildet, helt frem til begynnelsen av november på enkelte stasjoner. Gjennom juli til ca. midt i august preget kalkflagellaten *Emiliania huxleyi* mye av Nordland og Troms, og fra tidlig i august ble den også et par uker vanlig i Vest-Finnmark.

Fra midt i mars til ut i juli var det stedvis *Alexandrium* spp., og opphopning av PSP-gifter i skjell, på mange stasjoner i nord, særlig i Troms og Finnmark (Figur 1.4.5 og 1.4.6). I mars og april var det også diarégifter i skjell, som trolig satt i fra høsten 2006. I august kom det etter hvert igjen diarégift i skjell på mange stasjoner i Nord-Norge, ikke minst i Troms og Finnmark. Hovedårsaken var økt forekomst av dinoflagellaten *Dinophysis acuta*. Problemet vedvarte ut året på flere stasjoner. 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 fem siste årene.

Monitoring of Algae in Norway

Weekly reports (<http://algeinfo.imr.no/>) on phytoplankton along the Norwegian coast, with emphasis on the toxic ones, are produced in a broad cooperation between the Institute of Marine Research, the Norwegian Veterinary College, SINTEF, NIVA, the Directorate of Fisheries and the Norwegian Food Safety Authority. The phytoplankton data are mainly generated in a national monitoring programme, in 2007 operating from March to December, with about 50 stations covering the entire coast from the Swedish to the Russian border. In 2007 toxicity of shellfish due to toxic phytoplankton, as in the last four–five years, were more common in northern Norway than in the south. Along the southern coast of Norway an evident autumn-bloom again was more or less absent also in 2007, consistent with a picture we have seen the last six years.

Løpende data om planktonalger, med vekt på de skadelige typene, produseres i et bredt samarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Norges veterinærhøgskole, SINTEF, NIVA, Fiskeridirektoratet og Mattilsynet med underliggende enheter. Denne landsdekkende rutineovervåkingen i regi av Mattilsynet foregikk i 2007 ukentlig fra 4. mars og ut året, på ca. 50 stasjoner fra Østfold til Finnmark. Resultatene ble presentert som ukentlige nyhetsbrev på internett (<http://algeinfo.imr.no/>), kalt "algeinfo".



Figur 1.4.5

Mattilsynets overvåkingsstasjoner for algegifter i skjell i 2007.

The monitoring stations of Norwegian Food Safety Authority for algal toxins in shellfish along the Norwegian coast in 2007.

Kostholdsråd 2007

Stedsnavn	Ukenr.																																																								
	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51															
Hokeliholmen	*																																																								
Gullholmen																																																									
Vollen																																																									
Vallo																																																									
Larvik																																																									
Saltneven																																																									
Risor/Tvedestrand																																																									
Flødevigen																																																									
Grimstad																																																									
Torsøya/Kristiansand																																																									
Vollesfjord																																																									
Nordasundet																																																									
Adnøy/Sandnes																																																									
Nessa																																																									
Østhus																																																									
Sandhamar S																																																									
Buken																																																									
Bomlo																																																									
Tømmervika/Kvinnherad																																																									
Kaland/Ullensvang																																																									
Øygarden																																																									
Gulen																																																									
Balestrand																																																									
Flora																																																									
Pervika/Bremanger																																																									
Vemmelsvik																																																									
Djupvika/Volda																																																									
Galtvika/Stranda																																																									
Mørkeset/Skodje																																																									
Cap Clara																																																									
Averøya/Frei																																																									
Hitra/Frøya																																																									
Kvithyll/Rissa																																																									
Olderøy/Bjurg																																																									
Askerholmen																																																									
Bonstranda/Fosen																																																									
Huken/Namsos																																																									
Hattholmen/Nærøy																																																									
Strumpvika/Brønnøy																																																									
Selvågen/Leirfjord																																																									
Kvikstadvika/Bodo																																																									
Storlandskjeret/Evenes																																																									
Valbergene/Vestvågøy																																																									
Øksnes/Lodingen																																																									
Vikelandbukta/Kvæfjord																																																									
Selvågen/Salangen																																																									
Kjempebakken/Nordreisa																																																									
Lille Kuefjord																																																									
Kiby																																																									

- * Gifttest av skjell utført
- Ikke spis, DSP-fare
- Ikke spis, YTX-fare
- Kan spise
- Ikke spis, PSP-fare
- Intet råd

Figur 1.4.6

En forenklet oppsummering av Mattilsynets kostholdsråd for skjell til publikum, for 49 overvåkingsstasjoner for perioden mars–desember 2007.

A simplified version of consume advices for shellfish given to the public by the Norwegian Food Safety Authority for 49 monitoring stations for the period March–December 2007.

I 2007 startet miljø- og fiskeri-forvaltningen i Norge et nasjonalt samarbeidsprosjekt for å kartlegge marine naturtyper som er viktige for det biologiske mangfoldet. Kunnskapen fra prosjektet vil være viktig for den videre planleggingen i kystsonen, og for avveieringer mellom de ulike interessene.

Anne Britt Storeng
anne-britt.storeng@dirnat.no

Norges kystlinje er 83 000 km lang inklusiv holmer og skjær. Innenfor grunnlinjen er det ca. 100 000 km² kystfarvann, noe som tilsvarer et område som er omtrent fem ganger så stort som vårt samlede ferskvannsareal. Kunnskapen om det marine miljøet er mangelfull, samtidig som det i lang tid har vært økende aktivitetspress på kyst- og havområdene. Det er derfor stort behov for å kartlegge viktige naturtyper som har betydning for det biologiske mangfoldet i kystsonen.

Kunnskapsbasert forvaltning i kommunene

Kommunene har myndighet til å ta avgjørelser for sine land- og sjøområder etter plan- og bygningsloven og ulike sektorlover. Ved langsiktig planlegging og aktiv bruk av virkemidler i lovverket, kan kommunene redusere konflikter mellom bruk og vern av arealer samt styre utviklingen i større grad enn det som gjøres i dag. En kartlegging av kommunenes mest verdifulle områder for biologisk mangfold er et viktig grunnlag for en mer bærekraftig og forutsigbar arealplanlegging.

Gjennom kartleggingen får kommunene økt kunnskap om sin undersjøiske natur. Denne kunnskapen er viktig for en god forvaltning. Dataene fra kartleggingsarbeidet gir kommunene et godt grunnlag for å:

Foto: Øystein Paulsen



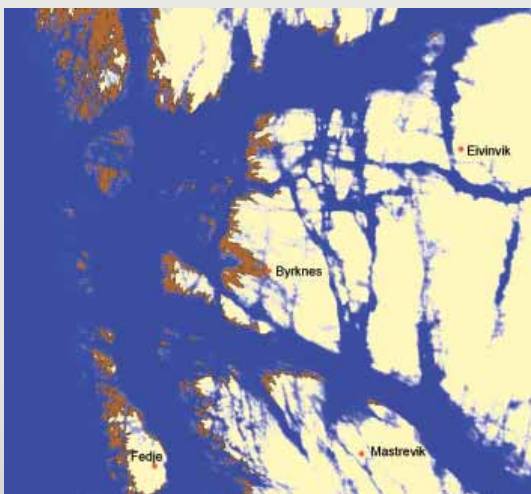
Litoralbasseng.
Littoralbasin.

- ta vare på viktige naturtyper i kommunen ved utbyggingsspørsmål
- finne egnede områder for næringsvirksomhet
- sette fokus på kystsonen som grunnlag for fortsatt vekst og utvikling langs kysten

Den kommunale kartleggingen legger mest vekt på grunne og kystnære områder. Dette henger sammen med at det er i disse områdene kartleggingen er praktisk gjennomførbar for kommunene, og at det er disse områdene som er mest utsatt for påvirkning. Formelt sett omfatter kartleggingen områdene ut til grunnlinja. Dette er sammenfallende med plan- og bygningslovens virkeområde. Svalbard omfattes ikke.

Enkel tilgang til informasjon om biologiske verdier i nærområdet kan også ha stor verdi for skoleverket. I læreplan for naturfagsundervisningen legges det stor vekt på observasjoner og erfaringer i felt, knyttet til lokalt biologisk mangfold.

Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold
Arbeidet med kartlegging av marine naturtyper er forankret i Nasjonalt pro-



Figur 1.5.1
Modellberegning av tare-skog i Hordaland (NIVA).
Modelling of kelp forests in Hordaland, Norway (NIVA).



gram for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold, som ledes av et interdepartementalt utvalg. Den formelle bakgrunnen for opprettelsen av Nasjonalt program finnes i St.meld. nr 42 (2000–2001) om *biologisk mangfold – sektoransvar og samordning*, hvor hovedtiltaket i meldingen var å etablere et nytt kunnskapsbasert forvaltningssystem for å hindre unødig tap av biologisk mangfold.

Bærebjelken i dette forvaltningssystemet skulle være ”Nasjonalt program for kartlegging og overvåking av biologisk mangfold”. Målet med programmet er å gi informasjon om:

- lokalisering og verdiklassifisering av viktige områder for biologisk mangfold
- endringer i biologisk mangfold over tid
- årsakene til endringene og forslag til tiltak
- oppfølging av tiltak

Arbeidet med å kartlegge marine naturtyper ledes av en styringsgruppe bestående av Direktoratet for naturforvaltning (DN – prosjektansvarlig), Fiskeridirektoratet (F.dir.), Forsvarsbygg (FB) og Statens

forurensningstilsyn (SFT). Arbeidet finansieres av Fiskeri- og kystdepartementet (FKD), Forsvarsdepartementet (FD) og Miljøverndepartementet (MD). I tillegg til den marine gruppen er det opprettet en gruppe for kartlegging av naturtyper på land, en gruppe for introduserte arter og en for truede arter.

I tillegg til at kunnskapen vil bidra til bedre kommunal forvaltning, vil den også være nyttig for fiskeriforvaltningen. Det er bakgrunnen for at miljøforvaltningen og fiskeriforvaltningen i fellesskap har utformet prosjektet.

2010-målet

Et sentralt mål for norske myndigheter er å forvalte naturen slik at arter som finnes naturlig hos oss sikres som levedyktige bestander, og at variasjonen av naturtyper og landskap opprettholdes og derved bidrar til å sikre og bevare det biologiske mangfoldet. I tråd med internasjonale forpliktelser har Regjeringen som mål å stanse tapet av biologisk mangfold innen 2010.

Det biologiske mangfoldet betinges av og utsettes for en lang rekke påvirkningsfaktorer. Menneskers aktivitet har gjennom

historien påvirket det på ulike måter. For å ta vare på dette mangfoldet og bruke det fornuftig, er vi helt avhengige av god kunnskap om blant annet:

- hvilke naturtyper og arter vi har i Norge
- hvor artene lever og hvilke faktorer som bestemmer utbredelsen
- hvor de ulike naturtypene finnes, hvilken verdi de har og hvilke faktorer som bestemmer utformingene
- hvordan det ”står til” med artene og naturtypene
- hvordan og hvorfor bestander og utbredelsesområder for både arter og naturtyper endrer seg over tid

Et godt kunnskapsgrunnlag vil bidra til at det kan tas hensyn til det biologiske mangfoldet og gi større forutsigbarhet for næringsliv, utbyggeraktiviteter og innbyggere.

Biologisk mangfold

Biologisk mangfold kan beskrives som jordens variasjon av livsformer, deres arvestoff og miljøet de lever i, og kan knyttes til variasjon i tre biologiske organisasjonsnivåer:

- økosystem (naturtyper)
- arter
- innen arter (gener)

Det er en uoverkommelig oppgave å kartlegge alle elementer i det biologiske mangfoldet i én prosess. For å kunne utføre kartleggingen på en rasjonell og enhetlig måte, gjennomføres den ved å registrere og kartfeste forekomster av naturtyper som er spesielt viktige for biologisk mangfold, og naturtyper som er spesielt utsatt for ødeleggelse ved utbygging. I dette tas det hensyn til naturtyper som:

- er spesielt artsrike
- er levested for spesielt hensynskrevende arter
- er levested for spesielle bestander (populasjoner)
- er spesielt utsatt for menneskelig aktivitet og påvirkning
- har spesielle fysiske eller kjemiske forhold og som er levested for særegne biologiske samfunn

Trusler mot det marine mangfoldet

Trusler mot miljøet har økt i takt med menneskelig aktivitet og økt befolkningsvekst. Det marine biologiske mangfoldet påvirkes på samme måte som mangfoldet på land av faktorer som fysiske endringer av leveområder, klimaendringer, introduksjoner av fremmede arter, forurensning og overbeskatning.

Grunnlag for kartleggingsarbeidet i Norge

Norge har tidligere ratifisert flere internasjonale avtaler som omhandler planter og dyr. De viktigste er:

- Bonn-konvensjonen (1983), om trekkende arter av ville dyr
- Bern-konvensjonen (1982), om vern av ville planter og dyr og deres naturlige leveområder
- Ramsar-konvensjonen (1975),

om vern av våtmarksområder av internasjonal betydning

- Washington-konvensjonen (CITES) (1975), om internasjonal handel med truede dyre- og plantearter
- OSPAR-konvensjonen for beskyttelse av det marine miljøet i Nordøst-Atlanteren (1992)

Norge har ved underskriving av disse internasjonale avtalene påtatt seg klare forpliktelser. Forpliktelsene innebærer implementering av konvensjonenes mål i norsk lovverk. Kartlegging av marint biologisk mangfold bidrar til å oppfylle våre forpliktelser i henhold til flere av de nevnte konvensjonene.

Kartlegging av biologisk mangfold i kommunene startet i 1999, og kartleggingene ble da konsentrert om naturtyper på land. Kartlegging av marint biologisk mangfold i kommunene startet i større skala først i 2007, og er dermed kommet svært kort. I hovedsak skyldes dette at de fleste marine naturtyper er skjult under havoverflaten og lite tilgjengelige. Arbeidet er derfor i utgangspunktet vanskeligere enn på land hvor naturtyper og naturkvaliteter kan observeres direkte.

Hva skal kartlegges?

I alt omfatter kartleggingen 12 naturtyper og tre nøkkelområder for spesielle arter (se faktaboks). I tillegg er det en generell adgang til å kartlegge naturtyper som har spesiell lokal betydning. En beskrivelse av naturtypene og hvordan de kartlegges finnes i DN-håndbok 19-2001 revidert 2007 – kartlegging av marint biologisk mangfold. Denne håndboka, og de andre håndbøkene for kartlegging av biologisk mangfold, kan lastes ned fra nettet på <http://www.dirnat.no/>.

Hvordan kartlegge?

Kartleggingsarbeid er både komplisert og tidkrevende. Det er derfor viktig at

arbeidet organiseres godt. Den marine kartleggingen har en sterk sentral forankring, og arbeidet koordineres av en styringsgruppe. Gjennomføringen av kartleggingen er forankret i regionale grupper bestående av Fylkesmannen, Fiskeridirektoratet, Fylkeskommunen og representanter fra de kommunene som kartlegges. Selve kartleggingen utføres som et samarbeidsprosjekt mellom Havforskningsinstituttet, Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Norges geologiske undersøkelse (NGU) som er institusjoner som utfyller hverandre når det gjelder kunnskap om de marine naturtypene.

Mål frem mot 2010

Frem mot 2010 er det et vedtatt mål at utvalgte marine naturtyper i minst halvparten av Norges kystkommuner skal være ferdig kartlagt. Det skal foreligge god kunnskap både om naturtypene og deres verdi for bruk i beslutningsprosesser som omfatter kystsonen. Dataene skal gjøres tilgjengelige gjennom nasjonale databaser. I første omgang legges de inn i DN sin Naturbase der de kan lastes ned til ulike brukere.

Frem mot 2010 har kartleggingsprosjektet fokus på kommunene rundt Oslofjorden og ned til Vest-Agder, Hordaland, Nord- og Sør-Trøndelag, Troms og Vest-Finnmark. 2007 var det første året med kartlegging i større skala. Det ble da utført kartlegging i Oslofjordområdet og langs sørlandskysten samt i Trøndelagsregionen.

Mapping of Coastal Habitat

The Norwegian coastline is 83,000 km long (inclusive tie rod and rock awash). About 100,000 km² of the coastal water is behind the base line. This is an area 5 times the total area of fresh water in Norway. Our knowledge of the marine environment is still insufficient. At the same time the pressure from activities at the coast and in the ocean is increasing. With the increasing pressure for using the coastline the need for mapping important habitats significant for biological diversity is great. Knowledge is very important for the future planning in the coastal area and is important for the balancing between the different groups of interests. A national program for mapping of coastal habitat started in 2007 as a joint venture project between the Ministry of Environment and the Ministry of Fisheries and Coastal affairs. The aim towards year 2010 is that half of the Norwegian communities along the coast has been mapped regarding important habitats that is significant for biological diversity.

Naturtyper som skal kartlegges etter DN-håndbok 19 er:

Spesielle naturtyper

Større tareskogforekomster
Sterke tidevannsstrømmer
Fjorder med naturlig lavt oksygeninnhold i bunnvannet
Spesielt dype fjordområder
Poller
Litoralbassenger (fjærebasseng)
Israndavsetninger
Bløtbunnsområder i strandsonen
Korallforekomster
Løstliggende kalkalger
Ålegrasenger og andre undervannsenger
Skjellsandforekomster

Nøkkelområder for spesielle arter og bestander

Østersforekomster
Større kamskjellforekomster
Gyteområder for fisk



1.6 Positiv interesse for bevaringsområder for hummer

Den gradvis forverrede bestands-situasjonen for hummer de siste 30 årene har ført til en kontinuerlig diskusjon mellom fiskere, forvaltere og forskere om hvilke tiltak som bør iverksettes for å øke hummerbestanden i Norge. Nye undersøkelser viser overraskende bred og positiv interesse fra både lokalbefolkning og kystfiskere for å etablere flere bevaringsområder for hummer på kysten.

Jan Atle Knutsen

janak@imr.no

Alf Ring Pettersen

alf.ring.pettersen@imr.no

Even Moland

even.moland@imr.no

Halvor Knutsen

halvor.knutsen@imr.no

Esben Moland Olsen

esben.moland.olsen@imr.no

Anders Jelmert

anders.jelmert@imr.no

Thomas Langeland

thomas.langeland@fiskeridir.no

I etterkrigstiden frem til 1960-tallet var Norge det landet i Nord-Europa som hadde størst fangst av hummer. Inntektene fra hummerfisket var gode, og selve bærebjelken for mange yrkesfiskere. Fangstene lå mellom 600 og 1000 tonn per år i hele perioden. Til sammenligning var den registrerte fangsten i 2006 bare 59 tonn. Selv om mye av dagens fangst går utenom offentlig statistikk, er det likevel ingen tvil om at hummerbestanden i dag er på et historisk lavt nivå (Figur 1.6.2). Etter 1970 viser Havforskningsinstituttets fangstovervåking på Skagerrakkysten en jevn nedgang helt til et bunnivå i 2000. For hard beskatning er hovedårsaken til den dramatiske nedgangen i bestanden.

Figur 1.6.1
Europeisk hummer.
European lobster.



Nå er det et stort behov for å iverksette nødvendige tiltak slik at bestanden kan bygges opp igjen.

Et av spørsmålene som både kystfiskere, forskere og fiskeriforvaltning har vært opp-tatt av i en årrekke, er hvor raskt hummerbestanden vil bygge seg opp i et beskyttet område der beskatning ikke er tillatt. Fra 2002 har Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet samarbeidet om et prosjekt der målet er å etablere bevaringsområder for hummer langs kysten. Det overordnede målet er å styrke hummerbestanden ved å skaffe til veie kunnskap om effekter av marine fredningstiltak. Det konkrete målet med prosjektet er å få vitenskapelig basert dokumentasjon på hvor hurtig en hummerbestand vil bygge seg opp i et bevaringsområde.

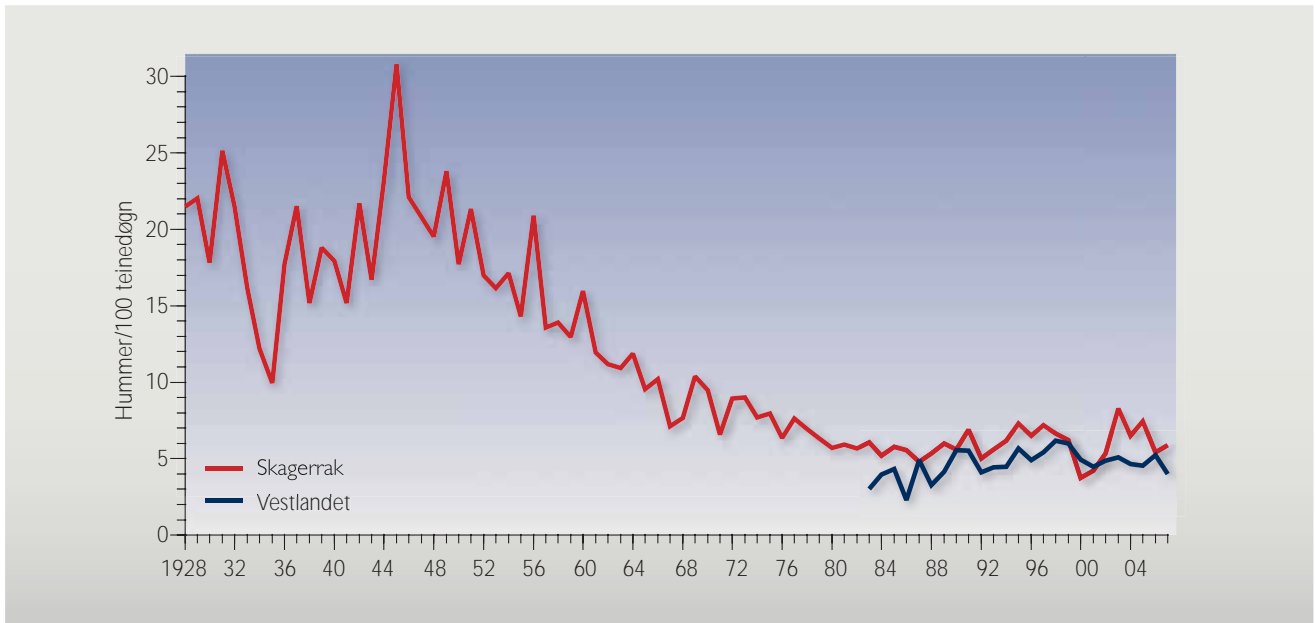
Flere egnede områder

Lokale fiskerlag og lokal forvaltning ble spurt om egnede lokaliteter. I alt ble det foreslått etablering av fire bevaringsområder: ett i Østfold (Kvernskjær), ett i Vestfold (Bolærne) og to i Aust Agder (Risør havn og Flødevigen). Høsten 2004 undersøkte Havforskningsinstituttet om disse områdene var egnet basert på følgende kriterier:

- at området har en rimelig god utgangsbestand av hummer
- at området har godt vannmiljø og varierte bunnforhold
- motivasjon fra fiskere i området til å frede et område og holde dette under oppsikt
- mulighet for godt oppsyn av området og likedan mulighet for å følge dette opp forskningsmessig

Flere av områdene var svært godt egnet, og etter en høringsrunde med utelukkende positive tilbakemeldinger, valgte Fiskeri- og kystdepartementet i september 2006 å etablere de fire ovennevnte bevaringsområdene for hummer (Figur 1.6.3).

Etablering av marine bevaringsområder (MPA-er, Marine Protected Areas), dvs. sjøområder som er stengt for noen eller alle typer fangstaktivitet, er i internasjonale fagmiljøer blitt et svært aktuelt tema. Dagens økosystembaserte forvaltning velger i økende grad å etablere marine reserver for å beskytte gytebestander og oppvekstområder. Ikke overraskende viser



Figur 1.6.2
Bestandsutvikling for hummer på Skagerakkysten og Vestlandet 1928–2007, uttrykt som antall hummer per teinedøgn.
Lobster catches per pot/day 1928–2007. Red Skagerrak, blue Western Norway.

et stort antall vitenskapelige publikasjoner at overfiskede bestander gjenoppbygges når de blir beskyttet og fisket opphører.

Nye undersøkelser

I forbindelse med etableringen av bevaringsområdene for hummer har Havforskningsinstituttet fått innvilget to prosjektsøknader fra Norges forskningsråd. Målet med prosjektene er å belyse både biologiske og samfunnsmessige sider ved etableringen av bevaringsområdene. I det ene prosjektet (*Marine Protected Areas in coastal Skagerrak: a model system for understanding lobster demography and successful introduction of MPAs in temperate waters*) er hummer i området ved Flødevigen merket med hydroakustiske merker og databrikker (DST, data storage tags). Ved hjelp av registreringer fra merkene og brikkene kan både horisontal

forflytning og vertikal bevegelse til hummeren i området måles. Undersøkelsene gir detaljert kunnskap om hvordan hummeren beveger seg i et avgrenset område. Dette vil ha stor forvaltningsmessig betydning ved at vi blant annet får grunnleggende kunnskap om hvor store bevaringsområder for hummer bør være.

I det andre prosjektet (*An integrated study of stakeholders and living resources in relation to the potential effectiveness of MPAs as a management tool*) belyses de samfunnsmessige sidene ved etableringen av hummerreservat. Hvilke holdninger har kystfiskere og lokalbefolkning til etableringen, hvordan har etableringsprosessen fungert: ble alle hørt, og hvor problematisk er det at lokalbefolkningen stenges ute fra enkelte sjøområder?

Verktøy for lokalbefolkningen

Resultatene fra både de biologiske og samfunnsmessige undersøkelsene er viktige og hjelper oss til å velge ut fremtidige MPA-er. Spesielt spennende er det å registrere at hele 80 prosent av lokalbefolkningen i områdene der det er etablert MPA-er både kjenner til etableringen og stiller seg positive til å bruke bevaringsområder som et virkemiddel for å gjenoppbygge hummerbestanden. Bevaringsområdene ser derfor ut til å ha høy legitimitet hos de berørte yrkes- og fritidsfiskerne. Lokal legitimitet er en viktig faktor for at slike områder får et effektivt vern og at biologisk effekt kan registreres.

I et samfunnsperspektiv kjennetegnes bevaringsområder som et lovende verktøy for lokalbefolkningen til å kunne delta mer aktivt i forvaltningen av lokale ressurser. I løpet av 2007 har Havforskningsinstituttet mottatt flere henvendelser fra kystkommuner og privatpersoner som søker kunnskap om hvordan vi gikk frem for å etablere reservatene.

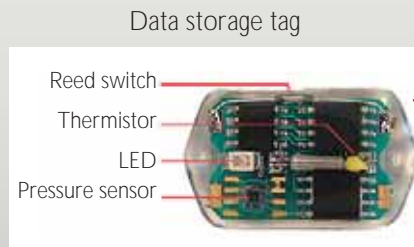
Havforskningsinstituttet utfører årlig prøvefiske i tre av bevaringsområdene, i tillegg til at data er innsamlet før etableringen. Det fiskes samtidig i kontrollområdene for å forstå hvordan hummerbestanden utvikler seg både innenfor bevaringsområdet og i nærliggende områder som er åpne for fangst. Foreløpige resultater indikerer en positiv utvikling, men for å få statistisk troverdige resultater, er det nødvendig å samle mer data de kommende årene.



Figur 1.6.3
Oversikt over bevaringsområder for hummer på Skagerakkysten.
Lobster protection areas on the Skagerrak coast.



Figur 1.6.4
Feltarbeid i bevaringsområdene – her merkes hummer med databrikke (DST).
Field work in the lobster reserves. Tagging lobster with data storage tags (DST).



Lobster Protection Areas on the Skagerrak Coast

Four experimental marine protected areas have recently been established as a means to rebuild lobster populations within the areas. Nationwide, the stocks have proven difficult to maintain through traditional regulatory measures. The project involves providing scientific documentation on how rapidly a lobster population will recover in a protected area of limited size. The project has attracted much attention, and there seems to be broad and positive interest among inhabitants along the Skagerrak Coast to implement marine protected areas as a local management strategy.



Nye forvaltningsregler for hummer

Bestanden av hummer i Norge er på et historisk lavt nivå, og det er ingen tvil om at tiltakene som fiskerimyndighetene har innført i løpet av de siste 40 årene ikke har vært tilstrekkelige for å holde bestanden oppe. Selv etter at minstemålet tidlig på 1990-tallet ble satt opp fra 22 cm til 25 cm (24 cm på Skagerrakkysten), er det fortsatt ingen vekst i hummerbestanden i norske farvann.

Jan Atle Knutsen

janak@imr.no

Ann-Lisbeth Agnalt

ann-lisbeth.agnalt@imr.no

Knut Jørstad

knut.jorstad@imr.no

Esben Moland Olsen

esben.moland.olsen@imr.no

Alf Ring Pettersen

alf.ring.pettersen@imr.no

Even Moland

even.moland@imr.no

Halvor Knutsen

halvor.knutsen@imr.no

Thomas Langeland

thomas.langeland@fiskeridir.no

Norge er blant de landene i Vest-Europa som har forvaltet hummerbestanden aller dårligst, for 50–60 år siden var fangstene i Norge blant de høyeste i Europa. Tiden synes å være inne for en skikkelig ”hesterkur” for å gjøre noe med situasjonen (Figur 1.7.1 og Figur 1.7.2).

I desember 2004 nedsatte Fiskeridirektøren en arbeidsgruppe bestående av medlemmer fra Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet. Gruppen fikk i oppdrag å finne tiltak som kan bidra til å bygge opp bestanden av hummer langs kysten, samt finne virksomme reguleringer for hummerfisket. Det ble utarbeidet en omfattende rapport, blant annet med flere faglige utredninger fra Havforskningsinstituttet. I rapporten er det redegjort for bestandssituasjonen for hummer langs norskekysten, og det er foreslått forvaltningsmål for hummerbestanden. Videre er det gitt et historisk tilbakeblikk på hummerforvaltningen her til lands og sammenliknet med hvordan hummeren forvaltes f.eks. i Storbritannia, USA og Irland. I tillegg beskriver rapporten ulike reguleringsformer og skisserer aktuelle tiltak for å gjenoppbygge hummerbestanden. I september 2007 arrangerte arbeidsgruppen lokale møter og åpnet for skriftlige innspill fra hummerfiskere og andre med interesserte. Rapporten ble lagt frem på Hummerfestivalen i Risør i 2007.

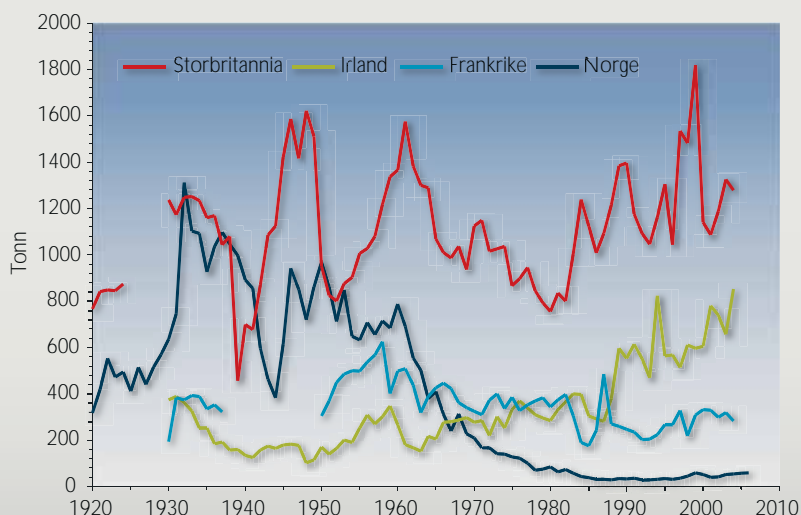
Arbeidsgruppen konkluderer med at en totalfredning av hummer vil være det beste alternativet for å raskest mulig øke bestanden til et bærekraftig nivå. Imidlertid velger arbeidsgruppen på

Foto: Øystein Paulsen



Figur 1.7.1

Registrert fangst av hummer (*Homarus gammarus*) i utvalgte europeiske land (tonn). Kilde: Havforskningsinstituttet – FAO Fisheries Statistics og Fiskeridirektoratet. Official catch data (landings) of lobster in some selected European countries.



grunn av innspillene fra høringsmøtene, å anbefale at hummerfisket får fortsette, men at reglene skjerpes for å redusere uttaket. Det ble understreket at vern av rognhummer og innføring av maksimalmål er særlig viktig for en gjenoppbygging av bestanden. Forskning utført ved Havforskningsinstituttet nylig viser at større hummer generelt har større og mer levedyktige larver. Samtidig viser de uavhengige fangstdataene at store individer er sjeldne i fangstene. For å få frem en bestand med store, gode gyteindivider, vil et maksimalmål være en naturlig del av de nye forvaltningsreglene.

Arbeidsgruppen foreslår flere innskjerping, hvorav de viktigste er:

- felles fredningstid for hele landet fra 1. januar til 1. oktober
- felles minstemål for hele landet, og å endre målemetoden for å fastsette hummerens størrelse fra totallengde til carapaxlengde
- innføring av et maksimalmål
- redskapsbegrensning for manntallsførte fiskere på 80 teiner per fisker/fartøy, mens fritidsfiskere kan fiske med inntil ti teiner per fisker/fartøy
- strengere redskapsbegrensninger, blant annet krav om fluktåpninger i hummer- og krabbeteiner
- totalforbud mot landing og omsetning av rognhummer
- en frivillig ordning med v-merking dvs. haleklipping av rognbærende hummer, og forbud mot landing og omsetning av v-merket hummer

Fiskeridirektørens vurdering

I desember 2007 sendte Fiskeridirektøren ut sine vurderinger vedrørende fremtidige regler for hummerfisket basert på arbeids-

gruppens rapport. Her er noen av Fiskeridirektørens synspunkt:

- Forslaget om felles fredningstid støttes, men det foreslås å redusere fangstperioden til én måned fra 10. oktober til 10. november.
- Forslaget om felles minstemål for hele landet på 25 centimeter støttes, men innføring av maksimalmål anbefales ikke.
- Forslaget om forbud mot fangst av rognhummer støttes.
- En redskapsbegrensning for manntallsførte fiskere på 80 teiner per fisker/fartøy støttes, men Fiskeridirektøren vil sette redskapsbegrensningen for fritidsfiskere på 5 teiner.
- Forslaget om å innføre fluktåpninger i hummer- og krabbeteiner støttes.

Høringsfristen er 24. mars, og det ventes at nye regler innføres i god tid før hummerfisket starter i 2008.

Hummerfisket i Norge har lange tradisjoner, og har hatt stor betydning for kystbefolkningen, spesielt i sør og vest. Historiske kilder viser at det kommersielle hummerfisket med teiner sannsynligvis ble introdusert av hollenderne i forbindelse med tømmerhandelen mellom Norge og Nederland på 1500-tallet. Allerede på 1600-tallet kom hollenderne årlig til Agder-kysten med spesialbygde brønnbåter for å kjøpe opp hummer og frakte dem til markedene på kontinentet. Senere overtok engelskmennene mye av denne handelen. I flere hundre år var hummerfangst og hummerhandel en viktig bærebjelke i verdiskapingen på norskekysten. Nå er hummerbestanden bare en brøkdel av hva den har vært tidligere, og utfordringen er

å gjenreise hummerbestanden slik at den igjen kan høstes på en bærekraftig måte av kystfiskere, fastboende og turister.

Norwegian Lobster Stock historically low

Since the end of the Second World War and until the 1960s, Norway caught more lobsters than any other country in Western Europe. Income from the lobster fishery was enormous, and was the main source of income for a large number of coastal fishermen. Catches lay between 600 and 1 000 tonnes a year throughout this period, compared with only 45 tonnes in 2007, for example. Even though much of the landings is not picked up by official statistics, the norwegian lobster stock are currently at a historically low level. There is little doubt that over-harvesting is the main reason for this dramatic fall in stocks.

New legislations aiming at increasing the lobster stock to a sustainable level have now been presented by the Directorate of Fisheries.

Introduserte, eller fremmede, arter blir regnet som en av de mest alvorlige truslene mot både stedegen flora og fauna og det biologiske mangfoldet. Biologisk mangfold skapes av variasjonene innenfor hver enkelt art, variasjon av arter innen samme samfunn og mellom plante- og dyresamfunn og økosystemer.

Anders Jelmert

anders.jelmert@imr.no

Henning Steen

henning.steen@imr.no

Menneskelige aktiviteter som næringsvirksomhet (for eksempel havbruk med nye arter), handel (transport) og turisme, gir planter og dyr muligheter til å overskride naturgitte barrierer mot spredning. En stor andel av artene som flyttes utenfor sitt naturlige leveområde, vil ikke overleve fordi miljøbetingelsene på det nye stedet ikke gir grunnlag for vekst eller reproduksjon. Noen arter vil imidlertid overleve, og det har vist seg at noen av disse har hatt stor effekt på lokale økosystemer. Det har også vist seg nesten umulig å utrydde arter når de først har etablert seg i et nytt område. Det mest effektive tiltaket vil derfor være å forhindre at arter får mulighet til flytte seg utenfor sitt naturlige utbredelsesområde.

”vandring” inn i Norge. Enkelte arter som har sin nordlige utbredelsesgrense langs norskekysten, vil ekspandere nordover, mens enkelte subpolare arter som har sørlig utbredelse til norskekysten, trekker seg tilbake nordover.

Vi tenker gjerne at stedegne arter har tilpasset seg miljøet over lang tid, og at de dermed representerer en optimal tilpassning til de lokale forhold. Liknende betraktninger gjøres for samfunn og økosystemer, og vi har tradisjonelt regnet at artsrike og uforstyrrede miljøer er mindre utsatte for introduksjoner enn påvirkede og stressede systemer (f.eks. pga. forurensning).

Kraftig forurensning forårsaker muligens bortfall av arter som har okkupert enkelte nisjer (som da blir ledige), men individene i artsrike samfunn skaper også (ledige) nisjer i og på seg selv, og gjennom sin omforming av miljøet rundt seg.

Noen eksempler på introduksjoner

Japansk drivtang, *Sargassum muticum*, ble oppdaget for første gang i Europa tidlig på 1970-tallet (Figur 1.8.1). Den er naturlig hjemmehørende i farvannene rundt Japan, og fulgte med ved import av stillehavsøsters til Europa. Arten har siden hatt en formidabel spredning langs Europas kyster, og er nå utbredt fra Portugal til Norge, der den nå er veletablert på kyststrekningen fra svenskegrensen til Sogn og Fjordane.

Japansk drivtang er en storvokst tangart. I sommerhalvåret kan den bli bortimot 10 meter lang. Algen vokser inntil 4–5 cm per dag, og er derfor en sterk konkurrent for våre stedegne algearter. I motsetning til våre naturlige hjemmehørende tang- og tarearter, som er typiske kaldtvannarter, er japansk drivtang en varmtvannsart som vokser best ved temperaturer på rundt 25 °C. Den vil derfor klart profitere på økende sjøtemperaturer. Den har også en mer utpreget sesongmessig vekst, og i motsetning til for eksempel grisetetang og blæretang, er den tilnærmet fraværende gjennom vinterhalvåret. Et annet, mindre nedslående aspekt ved invasjonen av japansk drivtang, er at den skaper en tredimensjonal vegetasjonsstruktur. Utallige små luftblærer løfter de slanke sidegrenene opp i en vertikal stilling, og gir en vegetasjonstype som kan være meget artsrik. Algen kan således ha en positiv effekt på



Foto: Jan Ruess (Universitetet i Oslo)

Figur 1.8.1

Japansk drivtang (*Sargassum muticum* til høyre på bildet), kan gi våre hjemlige tangarter konkurranse om plassen.

The introduced Japanese brown alga (*Sargassum muticum* on the right side of the picture), may provide competition for native furoid species.

En grunnleggende forutsetning for at arter skal kunne etablere seg nye steder er at de fysiske livsbetingelsene (for eksempel temperatur og saltholdighet, samt variasjonene av disse) ligger innenfor de grensene artene er tilpasset. Klimaendringer har medført at både maksimums- og minimumstemperaturer og de langsiktige temperaturforholdene har endret seg. Vi ser i dag at en rekke arter med høyere varmekrav er på

marin produksjon og mangfold, spesielt når den invaderer tidligere vegetasjonsfattede områder.

Japansk sjølyng, *Heterosiphonia japonica*, er en annen introdusert alge med opphav i japanske farvann (Figur 1.8.2). Algen ble første gang observert i Norge i 1996, og er nå etablert langs store deler av kysten fra svenskegrensen til Kristiansund. Japansk sjølyng er et vanlig, stedvis dominerende, innslag i trådalgesamfunnene som har blomstret opp i områdene som tidligere var dominert av sukkertare. Arten kan, for eksempel gjennom å blokkere nedslag av tarekrutter, være en medvirkende årsak til at sukkertare ikke klarer å reetablere seg. Årsakene til nedgangen i sukkertarebestandene og sviktende reetablering undersøkes nå i et nylig startet forsknings samarbeid mellom NIVA, Havforskningsinstituttet og universitetene i Oslo og Bergen.

Denne arten ble først oppdaget på Vestlandet i forholdsvis upåvirkede algesamfunn, senere har den spredd seg både "motstrøms" (sørøstover) og "medstrøms" (nordover). Det er lite som tyder på at den etablerer seg raskere eller mer omfattende i forurensede eller "stressede" samfunn enn andre steder.

Stillehavsosters, *Crassostrea gigas*, ble innført til Europa på 1960-tallet for å erstatte de utdøende, opprinnelige østersbestandene (Figur 1.8.3). Arten er motstandsdyktig for parasittsykdommen bonamiose. Stillehavsosters er svært tilpassingsdyktig og formerer seg fritt utenfor østersanleggene i mange områder i



Europa. De siste årene har vi sett en tydelig spredning av stillehavsosters nordover, langs tyskekysten, Danmark og spredte forekomster inn i Sverige og Norge. Stillehavsosters er en "ingeniør-art" som kan omforme miljøet til egen fordel. Den er avhengig av å feste seg på fast bunn for å kunne vokse, men kan danne store "rev" på bløtbunn hvor nye individer kan feste seg på skall fra døde artsfrender. Den kan dermed omdanne bløtbunnsamfunn og fortrengte arter som finnes der.

Til tross for at den er en viktig oppdrettsart, ser man med bekymring på stillehavsostersens evne til å spre seg. En regner med at den økende sjøtemperaturen vil gi stillehavsosters bedre muligheter til å formere seg langs norskekysten.

Motstandsdyktighet for introduksjoner

Det er ikke urimelig å tolke funn av introduserte arter i forurensede havneområder som et uttrykk for redusert motstandsdyktighet for introduksjoner i disse områdene. Hvis en ser på de økosystemene hvor introduserte arter har etablert seg, er det likevel lite som tyder på at "upåvirkede" samfunn er mindre utsatt for introduksjoner. Utslipp av ballastvann skjer i stor grad i og nær havner, og organismer på skipsskrog finner mer naturlige forhold for f.eks. gyting når skipet ligger i ro enn når det er i fart. Det er derfor rimelig å anta at (forurensede) havneområder vil motta et høyere antall individer, og ofte gjentatte "forsyninger" med introduserte arter i forhold til upåvirkede miljøer.

Selv om vi klassifiserer et samfunn som mer eller mindre upåvirket, og individene som finnes der får oppfylt grunnleggende livsbetingelser, betyr ikke det at ingen av populasjonene i samfunnet opplever stress. Innen et biogeografisk område finnes det arter som er i nærheten av grensen for sitt utbredelsesområde, og disse vil oftere enn andre oppleve levekår som stresser populasjonen. De fysiske forholdene i sjøen varierer betydelig, særlig temperaturen. Det er derfor rimelig å anta at en rekke

Figur 1.8.2

Japansk sjølyng (*Heterosiphonia japonica*) er nå vanlig på sjøbunn som tidligere var dominert av sukkertare (*Saccharina latissima*). The introduced Japanese red alga (*Heterosiphonia japonica*) have become abundant along the Norwegian coast in recent years, and is now common in areas previously dominated by sugar kelp (*Saccharina latissima*).

arter vil være stresset som følge av en midlertidig endring mot ytterkanten av artens toleranseområde. Slike forhold kan bidra til at en introdusert art har mulighet til å etablere seg også i upåvirkede områder.

Naturlig spredning

Det finnes naturgitte barrierer som hindrer naturlig spredning. Slike barrierer er en av flere mekanismer for artsdannelse, hvor populasjoner som har blitt geografisk og dermed reproduktivt adskilt, over tid kan utvikle seg til egne arter. Gjennom konkurranse og interaksjoner med andre arter vil de utvikle samfunn som er tilpasset variasjonene og de langsiktige livsbetingelsene i området. Denne tilpasningen har imidlertid kun skjedd i interaksjon med et begrenset antall arter gjennom evolusjonshistorien. For å vinne frem i evolusjonen behøver ikke en organisme være perfekt eller optimal. Den trenger kun å være bedre enn konkurrentene. Lokal tilpasning er dermed ingen garanti for at ikke arter som har forholdsvis like livsbetingelser, men er fra helt andre kanter av verden, kan etablere seg og endre forholdet mellom de lokalt tilpassede artene.

Det blir ofte pekt på at selv om artsrikdommen faktisk kan gå opp lokalt som en følge av dette, medfører slike hendelser at flora og fauna homogeniseres i en global skala. En skal imidlertid heller ikke glemme at det på denne måten dannes helt nye samfunn, og dette er også en del av biodiversitetsbegrepet.

Introduced Species

Introduced species is regarded as one of the most serious threats to biodiversity. Once established in areas outside their bonds, these non-indigenous species occasionally grow in high densities and transform their new ecosystems. In addition to a reduction of environmental quality, they can greatly reduce the ecosystem goods and services available to humans. While heavily modified ecosystems have been regarded as more vulnerable for introductions than pristine systems, examples have shown that the latter (or species-rich) systems are not immune to invasions. These observations can contribute to our understanding of the processes in both pristine and modified ecosystems.



Figur 1.8.3

Stillehavsosters (*Crassostrea gigas*) kan vokse i tette kolonier også på bløtbunn. De kan konkurrere med blåskjell om habitat som her på Sylt.

Pacific oyster (*Crassostrea gigas*) can be reef-forming on soft bottom. They may compete with blue mussel in their habitat as demonstrated on the German isle Sylt.

Kongekrabbe oppholder seg på bunnen og spiser det den finner der. Det er derfor sannsynlig at de tydeligste økosystemeffektene vil være på bunnøkosystemene. Disse deles i to hovedtyper: bløt- og hardbunn. I Øst-Finnmark er det som oftest hardbunn på de grunne områdene og bløtbunn på de dype. Kongekrabben vandrer mellom grunne og dype områder avhengig av årstid, og undersøkelser viser at den voksne delen av bestanden oppholder seg mest på dypt vann. Spørsmålet er derfor om påvirkningen er størst på bløtbunnsområder.

Jan H. Sundet
jan.h.sundet@imr.no

Kongekrabben har mange måter å spise på, knusing, plukking og filtrering er de viktigste. I tillegg er det observert at den graver i sedimentet. Denne graveaktiviteten kan være ganske omfattende, og kan bidra til at det øverste laget av sedimentet endres. Dermed kan levevilkårene til andre dyr påvirkes.

Effekter på bunnfauna

Både norske og russiske undersøkelser antyder at på bløtbunnsområder hvor krabben har oppholdt seg i lang tid, blir de største individene av arter som sjøstjerner, slangestjerner (pigghuder) og skjell borte. Imidlertid skjedde det ingen end-

ring i den totale biomassen, men vi observerte en forskyvning av biomassen ved at mengden pigghuder, skjell og pølseormer gikk ned samtidig som biomassen av andre arter økte tilsvarende. På russisk side har man gjort sammenlignende undersøkelser av bunnfaunaen i et bestemt område fra 1930-tallet og frem til i dag, og der er det funnet en betydelig økning i antall arter i områder hvor kongekrabben har oppholdt seg i mange år. I 2003 ble det for eksempel funnet 97 flere arter enn i 1930–31. Det har også skjedd en endring i bløtbunnsystemet ved at antall dominerende arter er redusert fra 20 i 1930 til seks i 2003. De viktigste byttedyrene for krabben er blant de dominerende artene.

Mageundersøkelser viser at krabbens diett også inneholder arter fra hardbunn. I tillegg har studier vist at kongekrabben er i stand til å knuse og spise store mengder



Figur 1.9.1
Kongekrabbe som spiser kråkebolle.
King crab feeding on sea urchin.

Litt historikk

Kongekrabben ble bevisst introdusert av russiske forskere til Barentshavet for å skape en ny fiskeressurs i dette området på 1960-tallet. Det fantes ikke noe internasjonalt regelverk for slike introduksjoner slik det gjør i dag, de foregikk overalt i verden, også i Norge, uten at noen reflekterte over hvilke skadevirkninger slike introduksjoner kunne ha.

Da forskningen på kongekrabbe kom i gang på begynnelsen av 1990-tallet, var fokuset på å bestemme hvor store mengder krabbe som kunne fanges. Etter hvert erkjente vi at for å kunne gi gode råd på fangst, måtte vi ha kunnskap om artens biologi. Derfor gikk det meste

av forskningsressursene de første årene med til å estimere bestandens størrelse og til å studere sentrale spørsmål om kongekrabbens biologiske tilpasning til våre farvann.

Medieoppslag og forskning på kongekrabbe førte etter hvert til at spørsmål om hvilke effekter krabben har på økosystemet fikk større plass. Spesielt bidro høylydte ytringer fra miljøvernorganisasjoner og annen opinion til at forskningen på kongekrabbe ble dreid fra ren "ressursforskning" til at "økosystemeffekter" fikk større plass i forskningen. Norske havforskere hadde lite kunnskap om introduserte arter på denne tiden, men takket være stor publisitet rundt kongekrabben har

dette endret seg. Vi kan derfor si at kongekrabben har vært med å gi begrepet introduserte arter et "ansikt" både blant forskere og legfolk i Norge.

Den økte bevisstheten omkring eventuelle økosystemeffekter sammen med erkjennelsen av at våre kunnskaper på dette området var dårlige, bidro til at utenlandsk kompetanse ble hentet inn i forbindelse med arbeidsmøter om kongekrabbe. Disse møtene resulterte i en forskningsplan som listet opp de viktigste forskningsutfordringene når det gjaldt kongekrabben som en fremmed introdusert art. Planen ble lansert i 2003, og mange av de skisserte forskningsoppgavene er igangsatt og noen er avsluttet. De største utfordringene når det gjelder slike studier, er at de ofte krever stor innsats over lang tid. Dette for å dokumentere hvorvidt endringer skyldes naturlige variasjoner eller påvirkninger av en nykommer i systemet. I studier av effekter av introduserte arter er det også en stor fordel om vi har et bilde av situasjonen før en art ble introdusert. Dessverre er kunnskapen om bunnøkosystemene før kongekrabben kom til kystområdene i Finnmark begrenset, og det kan gjøre det vanskelig å tolke dataene som samles inn nå.

haneskjell, som er både en økologisk og økonomisk viktig hardbunnsart i Finnmark. En middels stor kongekrabbe kan drepe og/eller spise mellom 150 og 330 gram haneskjell i løpet av 48 timer. På russisk side har man beregnet at kongekrabbe kan beite ned 15–20 prosent av den årlige kråkebolleproduksjonen i enkelte deler av de grunne områdene langs Kolakysten. Siden kråkebolle forårsaker en dramatisk nedbeiting av tareskog i våre kystfarvann, kan man tenke seg at kongekrabben kan ha en reduserende effekt på dette fenomenet. Det vil bli satt i gang forskning på dette med det første.

Effekter på fiskeegg

Kongekrabben beiter på egg som legges på bunnen. I våre farvann er det først og fremst lodde, steinbit og rognkjeks blant de kommersielle fiskeartene som legger egg på bunnen. Undersøkelser av krabbens beiting på loddeegg viser at den spiser betydelige mengder, og at den gjerne samler seg i områder hvor det foregår loddegyting. Effekten av denne beitingen er foreløpig usikker, men det er lite som tyder på at den vil påvirke rekrutteringen til loddebestanden, bortsett fra i situasjoner hvor bestanden er svært lav. Når det gjelder rognkjeks er det ikke gjort andre undersøkelser av kongekrabbens effekt på gytingen enn å dokumentere at krabben beiter på rognkjekseggene. Siden rognkjeks legger eggene samlet i en klasse festet til underlaget, og dermed lett tilgjengelig for krabben, kan det være grunn til bekymring for påvirkning på denne bestanden. Sannsynligvis blir alle eggene fra en rognkjeks ødelagt dersom krabben finner dem. Normalt gyter rognkjeksen i tett tareskog hvor hannen vokter eggene frem til klekking. Dermed kan nedbeitingen av tareskogen langs kysten av Nord-Norge bidra til at rognkjekseggene blir ekstra utsatt for kongekrabben.

Parasitter

En rekke parasitter og andre mer ufarlige "samboere" lever i eller på kongekrabben. Det er derfor rimelig å anta at slike dyr kan ha blitt introdusert sammen med kongekrabben til Barentshavet. En kartlegging av slike arter i Varanger på slutten av 1990-tallet, viste ikke arter som var ukjent fra dette området tidligere.

Skallet på kongekrabben og andre krabbearter er et velegnet substrat for iglen *Johanssonia arctica*. Denne er mellomvert for parasitten *Trypanosoma murmanense*, som infiserer forskjellige fisk. Begge artene fantes i våre farvann før kongekrabben ble introdusert, men graden av *Trypanosoma*-infeksjon hos bl.a. torsk er høyere i områder med høye tettheter av kongekrabbe, og små torsk har høyest infek-

sjonsgrad. Effekten av denne parasitten på fisk er uvis, men mye tyder på at fisk som er svekket før den får parasitten, vil dø. Det er ikke trukket noen konklusjoner om hvorvidt kongekrabben bidrar til spredning og økt infeksjonsgrad av denne parasitten.

Spredningspotensial

Ved alle typer introduksjoner av nye arter er potensialet for spredning et viktig spørsmål. Det spørsmålet som oftest dukker opp når det gjelder kongekrabbe er "hvor langt sør vil den spre seg?" Kongekrabben kan spre seg på flere måter, de to viktigste er vandring hos voksne individer og spredning av larvene som lever i de øvre vannlagene i 50–60 dager.

Merkeforsøk med kongekrabbe i Varanger viste at ett år etter utsetting ble kun 10 % av gjenfangstene tatt lenger enn 4 nautiske mil unna utslippsstedet, den lengste avstanden var ca. 20 nautiske mil. Dette indikerer at den voksne krabben vandrer lite. Til tross for det, har spredningen av kongekrabbe langs kysten av Finnmark etter all sannsynlighet skjedd ved vandring av voksne individer. Mye tyder også på at det først og fremst er rognbærende hunnkrabber som kommer til nye områder først. Dette er i så fall en meget effektiv måte å spre bestanden på, siden hunnene bærer med seg flere hundre tusen befruktede egg.

På grunn av den lange perioden larvene oppholder seg i de øvre vannlagene, og dermed er prisgitt havstrømmene, er denne livsfasen hos krabben kritisk i forhold til hvorvidt den vil etablere seg i et nytt område. I tillegg vil havstrømmer kunne spre larver over et stort område i løpet av larvefasen. Siden temperatur er en vesentlig faktor for om larven skal overleve eller ikke, har Havforskningsinstituttet gjennomført studier av krabbelarvenes tålegrenser. Undersøkelsene viser at larvene er i stand til å overleve ved langt høyere temperaturer enn det vi tidligere trodde. Avhengig av hvilke temperaturer larvene er tilvent, overlever de temperaturer opp til 14 grader og ned til minus 1,5 grad. Dette indikerer at kongekrabben kan være i stand til å etablere seg i områder både langt sør langs norskekysten og ved Svalbard. Det er i tillegg gjort modellstudier som viser at ved klekking av larver i ytre deler av Vesterålen, kan de transporteres helt til Svalbard med havstrømmer i løpet av larvefasen.

Fokus på introduserte arter

Introduksjonen av kongekrabbe til våre farvann har bidratt til å sette fokus på introduserte arter generelt i Norge. Dette har på mange måter blitt en "vekker" for

alle når det gjelder hvilke utfordringer vi står overfor når det gjelder å ta vare på miljøet. I dag foregår ferdsløp over store områder i løpet av kort tid rundt i verden, og et resultat av dette vil være at vi stadig oftere får nye arter i den marine fauna. Vi står derfor overfor stadig større utfordringer når det gjelder overvåkingen av disse introduksjonene.

Undersøkelsene omkring økosystemeffekter av kongekrabben i Barentshavet har til nå vist at krabben påvirker spesielt bunnfaunaen. Det er imidlertid ikke mulig å si noe om hvor alvorlige disse effektene er og om krabben bidrar til irreversible endringer i bunnfaunaens artsammensetning. Erfaringer fra introduksjoner verden over gjør imidlertid at vi i mange år fremover må ha et høyt fokus på slike eventuelle effekter. Det innebærer at vi må prioritere denne forskningen enda høyere enn vi har gjort til i dag.

Impacts of the Red King Crab on the Ecosystem

The research focus on the introduced red king crab in the Barents Sea have changed from being almost exclusively studies on the stock status and biology during the 1990s, to more investigations of ecosystem impacts after 2002.

The king crab is preying on all sessile benthic species, with a dominance of soft bottom species. Investigations have shown that large specimens of echinoderms, bivalves and siphunculids disappear in areas with high abundances of crabs. In addition, there is a reduction in the number of dominating species, while the number of species have increased after the crab introduction. Ongoing research focus on effects on fish eggs from crab predation, particularly on egg clutches from lumpsucker. In addition, the role of the king crab as a vector in the spread of the blood parasite in fishes *Trypanosome*, are investigated.

A project on temperature tolerances of the king crab larvae have revealed tolerance limits for survival between -1.5 and 14 °C, which may indicate a much wider geographical area for potential spreading of the crab than earlier anticipated.

The appearance of the red king crab in our waters has been an eye-opener to everyone when it comes to the problems about introduced species in marine habitats, and it has indicated what challenges we are facing in future in this field.

Sykdom er en del av naturen, også hos fisk. Dette kommer ofte tydeligere fram hos fisk i oppdrettsanlegg enn hos vill fisk. Med økende oppdrett av torsk i Norge, har det også kommet sykdomsutbrudd hos oppdrettstorsk. De siste årene har torsk i oppdrettsanlegg blitt rammet av både nodavirus og *Francisella*.

Egil Karlsbakk

egil.karlsbakk@imr.no

Trond E. Isaksen

trond.isaksen@bio.uib.no

Karl F. Ottem

karl.ottem@bio.uib.no

Are Nylund

are.nylund@bio.uib.no

Kjetil Korsnes

kjetil.korsnes@imr.no

Audun H. Nerland

audun.nerland@imr.no

Sonal Patel

sonal.patel@imr.no

Øivind Bergh

oivind.bergh@imr.no

virus samt noen bakterier, sopp og en- eller flercellede parasittiske dyr. Mer enn halvparten av artene på jorden er parasittiske, og dermed avhengige av å snylte på de øvrige. Hos torsk er det påvist over hundre arter parasittiske dyr, i tillegg kommer virus og parasittiske bakterier og sopp. 86 arter av snyltere er vanlige hos torsk i norske farvann, deriblant minst 15 bakterier og 60 arter parasittiske dyr. Noen av disse forårsaker problemer for fiskeri- og oppdrettsnæringene, og kan ha særlig interesse i kystsoneforvaltningen.

Nodavirus

Nodavirus fra slekten *Betanodavirus*, er en vanlig årsak til sykdommen viral nervevevsnekrose (VNN eller VER) hos fisk over hele verden. Viruset angriper særlig nervevev i hjerne og øyne, og forårsaker store tap i fiskeoppdrett, spesielt i yngelfasen (Figur 1.10.1). VNN er et kjent problem innen kveiteoppdrett i Norge, og har også vært påvist innen piggvaroppdrett. Da VNN rammet torskoppdrett i Skottland og Canada, ble det ansett som sannsynlig at betanodavirus også fantes hos norsk torsk. Trussel om båndlegging

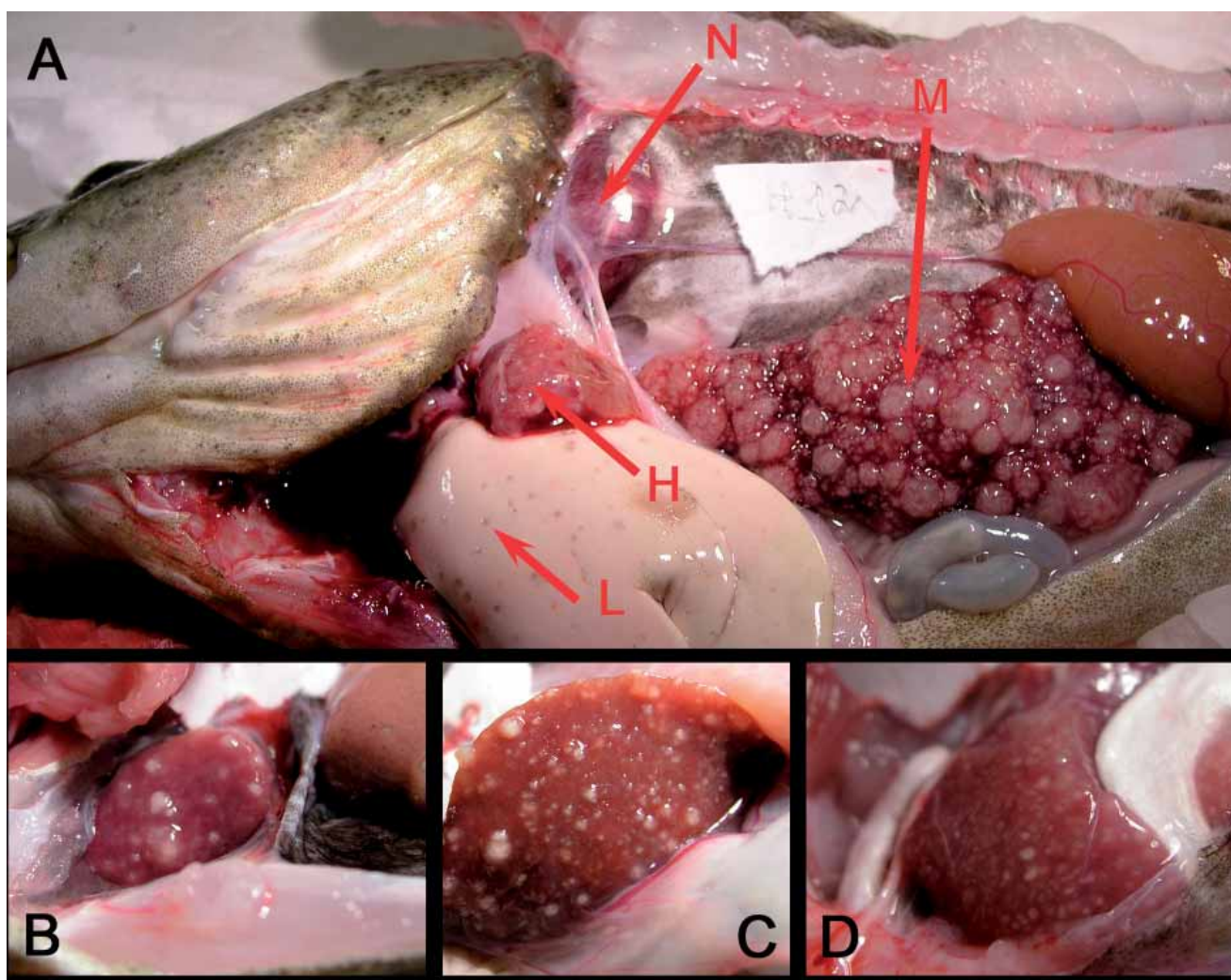
Figur 1.10.1

A. Karakteristisk for småtorsk med VNN er svimete og tumlende svømming og dødelighet. B. Snitt av bakhjerne hvor virus er farget rødt med immunhistokjemi.

Juvenile cod showing clinical signs of VNN; lethargy and increased mortality. B. Sections of the posterior part of the brain, immunolabelled (red) for nodavirus.

Alle kjente organismer kan være verter for virus eller parasitter. Parasitter kan være både bakterier eller encellede dyr som mer eller mindre tilfeldig snylter på en vert, eller mer spesialiserte parasitter som kun overlever ved hjelp av noen få typer verter. I siste kategori kommer





Figur 1.10.2

Torsk med francisellose. Villtorsk fra Rogaland holdt i merd. A. Individ med ekstremt forstørret milt (M) invadert av dels væskefylte granuler; svullen fremnyre (N); granuler i lever (L) og i hjerte (H) (skåret ut av hjertehule). B. Hjerte fra annen torsk med granuler. C. Milt med moderat mengde granuler. D. Svullen nyre med mengder små granulom.

Francisella piscicida infected cod from Rogaland. The fish were wild caught and stocked in a net pen. A. Internal signs of the disease, francisellosis. Extremely enlarged spleen (M) with numerous granulomas, swollen kidney (N); granulomas in liver (L) and heart (H) (removed from the pericardial cavity). B. Another example of infected heart with granulomas. C. Spleen showing moderate amount of granulomas. D. Swollen kidney with small granulomas (white dots).

førte sannsynligvis til underrapportering fra næringen. I 2006 fikk vi de første tilfellene med VNN i torskoppdrett her i landet, samtidig som det ble dokumentert at 10–15 % av voksen villtorsk er smittebærere uten å være syke.

Problem i oppdrett

Betanodavirus smitter lett mellom fiske-larver og yngel (horisontal smitteoverføring), og dermed kan utbrudd av VNN få store omfang. Utbrudd er sjeldnere hos større fisk, til tross for at de kan være smittet. Trolig overføres alle betanodavirus vertikalt, det vil si fra foreldre via kjønnsceller til eggene og dermed til neste generasjon fisk. Det kan godt være at vertikal smitte er den vanligste spredningsmåten i naturen. Det er vanlig å anta at stress og svekking av smittebærende individ kan utløse sykdom. Vi har imidlertid begrenset kunnskap om egenskapene som betanodavirus har til å forårsake opp-

formering av viruset og utvikle sykdom hos fisk.

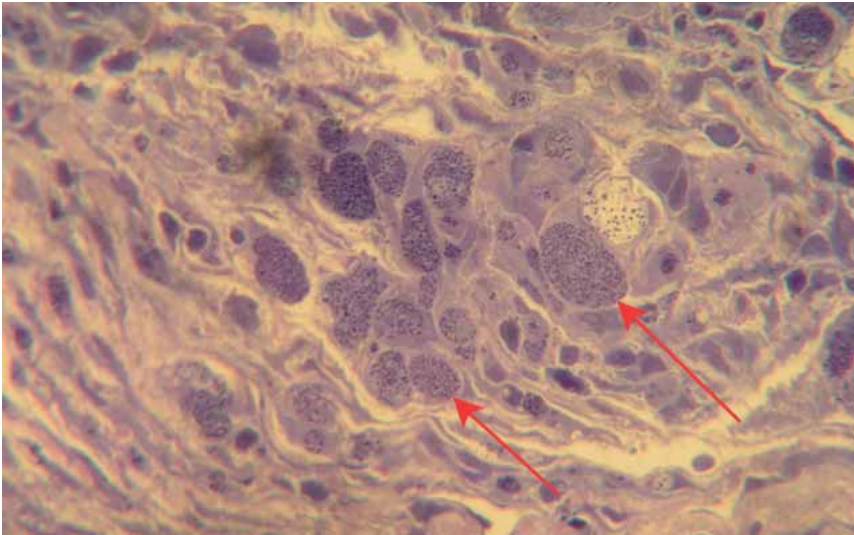
Mye av stamtorsken hos norske torskelyngelprodusenter er villfanget. Det er derfor sannsynlig at mange av disse kan være bærere av viruset, og smittede yngelgrupper kan ha blitt spredt i oppdrett. For å unngå slik spredning, er det viktig å ha virusfri stamfisk for å sikre smittefrie egg- og yngel-leveranser.

Siden den høyeste konsentrasjonen av viruset forekommer i hjernen, er det vanskelig å ta prøver uten å avlive fisken. Imidlertid kan det tas vevsprøver (biopsi) av blod og nyre. Dersom det blir tatt biopsi i ukene før gyting, vil en trolig kunne avsløre smittebærende stamfisk slik at disse kan fjernes. I tillegg er det viktig å utvikle effektive vaksiner som kan medvirke til bekjempelse av sykdommen.

Problem for villfisk?

Betanodavirus har neppe stor betydning for villfisk i rent kystfarvann siden smittepresset oftest er svært lavt. Det kan likevel være enkelte miljøendringer (f.eks. temperatur, forurensning, saltholdighet) som kan resultere i økt stressbelastning, og dermed sannsynlighet for nedsatt immunforsvar. Oppdrettstorsk gyter ofte i merdene, og siden betanodavirus er kjent å kunne spres med egg, kan det tenkes at viruset på denne måten oppnår en svært effektiv horisontal spredning (smitte fra individ til individ) lokalt. Dermed øker smittepresset på villfisk i området. Dette er et sterkt argument for å unngå gyting i merd. Hittil finnes det kun bevis for at horisontal smitte forekommer mellom fisk (villfisk–oppdrett og oppdrett–oppdrett).

Flere virus som gir sykdomsproblemer i norsk lakseoppdrett ser ut til å ha utviklet stadig mer skadelige virusvarianter. Nye



Figur 1.10.3

Francisella piscicida bakterier i huden til francisellose-syk torsk. Infiserte celler (se piler). *Francisella piscicida* bacteria in the skin of cod suffering from francisellosis. *F. piscicida* infected cells (arrows).

virusvarianter oppstår tilfeldig som følge av endringer i arvestoffet (mutasjoner). Disse overlever normalt ikke i naturen, da de raskt dreper verten sin og dermed ikke spres effektivt. I oppdrett derimot, kan de bli spredd ettersom et stort antall mottakelige verter alltid er til stede. Dersom en ikke har skille mellom hver generasjon av fisk, kan slike skadelige virusvarianter overleve i samme anlegg over lang tid. Dette kan igjen medføre at virus kan utvikle nye, og kanskje mer skadelige varianter. Det er derfor viktig å ha generasjonsskille i torskeoppdrett, slik man har i lakseoppdrett.

Francisella

Bakterien *Francisella piscicida* ble oppdaget i 2004 i forbindelse med en ny type sykdom hos oppdrettstorsk, der bakterien forårsaker mengder med betennelsesknuter (granulom) i de indre organene. Sykdommen kalles francisellose. Bakterien lever inni fiskens celler, og er i motsetning til de andre, mer kjente sykdomsbakteriene hos torsk, en spesialisert parasitt. Vertens immunforsvar kapsler inn de infiserte cellene, og starter dermed granulomdannelsen. Likevel frigjøres stadig nye bakterier som kan stimulere dannelsen av ytterligere granulom.

Syk fisk er ofte sløv, og kan ha mørk farge. Fisken blir sykest ved høye sjøtemperaturer. Ved lavere temperaturer går sykdomsutviklingen senere, men uten at fisken blir frisk. Det antas likevel at små mengder av bakterien ikke gir sykdom ved lave temperaturer. Hittil er det fisk mellom 1–5 kg som er mest rammet. Utvendig trenger det ikke være synlige tegn på sykdom, men noen fisker kan ha granulom i huden som utvikler seg til små blodige sår. Innvendig er det ofte store

mengder granulom i de mest blodrike organene, milt, nyre og hjerte, og særlig de to første kan være svært oppsvulmet (Figur 1.10.2). Det er også ofte granulom i leveren og ellers i innvollene, og noen fisker har gule granulom i fileten. Store mengder fisk kan dø av francisellose, særlig om sensommeren og høsten, da det er høye sjøtemperaturer. For oppdretterne økes tapene ytterligere ved at fisk med granulom ikke kan selges til konsum.

Francisellose er svært smittsom. Det er funnet store bakteriemengder i huden hos smittet fisk, så bakterien kan sannsynligvis bli spredt med vannet (Figur 1.10.3). I tillegg er bakterien til stede i rogn hos gyttende fisk, i gytt rogn og i intensivt oppdrettede yngel. Det er derfor mulig at også *Francisella piscicida* bakterien kan overføres vertikalt ("fra mor til barn"), men det må undersøkes nærmere. Vi vet svært lite om hvordan denne bakterien greier seg i miljøet. Den er påvist i blåskjell og krabber tatt i nærheten av torskeoppdrett med francisellose, men hvor lenge *Francisella piscicida*-bakterien overlever i sjøvann eller f.eks. blåskjell, er ukjent. Det er ikke tegn til at skjell og krabber blir syke av bakterien.

Selv om det finnes arter av *Francisella* som kan forårsake sykdom hos mennesker, synes det klart at *F. piscicida* ikke er farlig for oss. I laboratoriet kan den ikke dyrkes ved temperaturer over 30 °C, og mus smittet med store mengder bakterier har ikke blitt syke, og var uten spor etter bakteriene kun kort tid etter smitte.

Francisella i villfisk

Ved hjelp av følsomme metoder som påviser bakterier ved svært lave konsentrasjoner i prøvene, er det vist at villtorsk

kan ha *Francisella piscicida* i seg uten å være syke. Slike individ kalles "bærere", og de kan trolig utvikle francisellose dersom immunforsvaret blir svekket. Bakterien vokser best ved temperaturer rundt 20 °C, mens torsk får svekket immunforsvar ved så høye temperaturer.

Basert på analyser av nyreprøver er det vist at 7–15 % av villtorsk langs Sør- og Vestlandet opp til Sognefjorden kan være bærere av bakterien. Fra Sogn og nordover til Vesterålen ble det ikke funnet fisk som var smittet av *Francisella*. På Sørlandet er det funnet noen få syke villfisk, og i 2004 ble bakterien også funnet i syk villtorsk på den svenske vestkysten. *Francisella piscicida* er hittil ikke funnet andre steder i Europa, med unntak av ett tilfelle i Danmark der det var importert torsk fra Norge. I tillegg til torsk er noen andre fiskearter undersøkt, og smitte er blitt påvist i sei, lyr, makrell, rødspette og glassvar fra Hordaland. Det ser derfor ut til at vandrende fisk som sei og makrell kan være bærere, og dermed bidra til å spre bakterien.

Francisella i oppdrett

De første norske tilfellene med francisellose kom i Rogaland og Hordaland i 2004 og 2005. Noen av disse stedene hadde utbrudd også i 2006. I tillegg ble både bakterien og sykdommen påvist i oppdrettstorsk i Nordfjord, Nordmøre og Nordland i 2005, 2006 og 2007. Den smittede torsken som ble funnet nord for Stad var i alle tilfellene opprinnelig fra Vestlandet. Det er også funnet *Francisella*-smittet syk oppdrettslaks i områdene med mye francisellose på torsk. Horizontal smitte mellom oppdrettsfisk er altså dokumentert, og smitte mellom villfisk og oppdrettsfisk er svært sannsynlig.

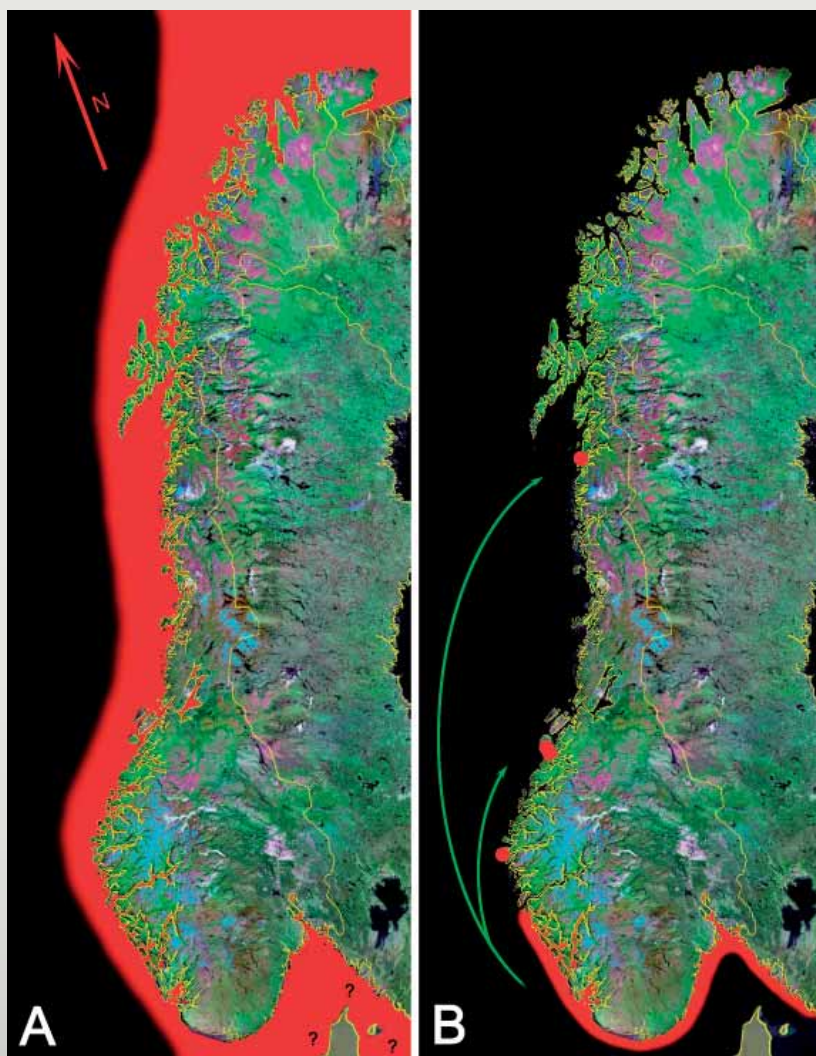
Hva bør vi gjøre?

Vi har begrenset innsikt i forekomsten av disse virusene og bakteriene. Det er mange fiskearter langs kysten, deriblant en rekke torskefisk, og noen av disse kan godt tenkes å spille en rolle i disse patogenenes livssykluser. Siden *Francisella piscicida* ikke ser ut til å forekomme naturlig nord for Stad, er transport av smittebærende oppdrettstorsk til disse områdene svært uheldig. Sjøtemperaturene langs kysten har vært spesielt høye de siste årene, og det kan være en årsak til franciselloseproblemer i samme periode. Et varmere klima med høyere sjøtemperaturer, kan medføre at bakterien kan forflytte seg nordover, med mulige konsekvenser for både kysttorsk og torskoppdrett. Når det gjelder nodavirus er det ikke klarlagt en slik nord-sør grense, men det er funnet flere genvarianter hos torskens nodavirus fra både VNN-syk torsk og villtorsk. Likevel vet vi

Figur 1.10.4

A. Den sannsynlige utbredelsen til torskens betanodavirus i rødt. Isolatgruppen er ikke påvist i danske og svenske farvann. Forekomst i skrei fra Barentshavet er dedusert fra påvisninger i skrei tatt vest av Myre, Vesterålen. B. Den kjente og estimerte minste utbredelsen til *Francisella piscicida* i rødt. Ikke påvist i villtorsk nord for Sogn. Røde flekker: påvisninger i oppdrett. Grønne piler: indikerer transport av fisk og høyst sannsynlig smitte fra Vestlandet.

A. The probable occurrence of cod-Betanodavirus shown in red. This virus isolate group has so far not been detected in coastal areas of Sweden and Denmark. Occurrence in the Barents Sea is deduced from virus detections in migrating Barents Sea cod (skrei) from off Vesterålen). B. The known distribution of *Francisella piscicida* shown in red. Not detected in wild caught cod further north than Sogn og Fjordane county. Red spots: detections of *Francisella piscicida* in farmed cod. Green arrows: Transport of live cod from hatcheries in Western Norway to on-growing sites in Northern Norway, likely responsible for these cases of *Francisella piscicida* infection.



alt for lite om disse virusvariantene, f.eks. om torskbestandene infiseres av egne typer eller om torskens nodavirus lett kan endre seg. Det er ikke nødvendigvis slik at genetiske varianter er så lett å spore til bestemte fisk eller bestemte geografiske områder.

Alt vi vet, tyder på at det stadig vil komme nye sykdomsproblemer. Et føre-var-prinsipp tilsier da klart at smittebærende fisk ikke bør transporteres mellom forskjellige områder langs kysten. Samtidig må det rettes fokus på betydningen av vertikal smitte for nodavirus og *Franci-*

sella piscicida hos torsk med hensyn til produksjon av smittefri yngel i intensivt oppdrett.

Pathogens in the Coastal Zone: Betanodavirus and *Francisella piscicida*

Betanodavirus infections, responsible for the disease Viral Nervous Necrosis (VNN) in fish, often cause severe losses in aquaculture worldwide, especially among juvenile fish. Recently the first cases of VNN were detected in farmed cod from Norway. However screening of wild cod suggests that asymptomatic carriers of Betanodavirus infections are common along the entire Norwegian coastline. Vertical transmission (from parental fish to offspring) is likely the main source of infections in both farmed and wild cod.

The bacterium *Francisella piscicida* is intracellular and may cause a chronic granulomatous disease in cod, francisellosis. Granulomas affect most organs in fish with the disease, but particularly heart, kidney and spleen are invaded. Disease-outbreaks occur when water-temperatures are high, in late summer and early autumn. *Francisella piscicida* have caused disease in cod farms in the counties of Rogaland, Hordaland, Møre og Romsdal and Nordland, but the geographic distribution of naturally infected cod, mostly asymptomatic carriers, is restricted to the Kattegat-Skagerrak-area and northwards to Sogn og Fjordane

county (generally 7–15%). Since carriers of the bacterium has not been detected in wild cod populations further north, detection of the bacterium in farmed cod north of Sogn og Fjordane county seems to represent a hazardous spread of this pathogen since infected groups originate from hatcheries in the south.



Effekter av spillfôr på marine organismer

Fiskerinæringen er en av de mest tradisjonsrike næringene her i landet, og oppdrettsnæringen er også kommet for å bli. Oppdrettsnæringen gir i dag større verdiskaping enn den tradisjonelle fiskerinæringen, og framtidsvyene er store. Disse to næringene lever sammen i kystsonen, og det er viktig at vi kan utnytte positive vekselvirkninger best mulig og tilsvarende redusere gjensidige skadevirkninger.

Jakob Gjøsæter
jakob.gjoesaeter@imr.no

Håkon Otterå
haakon.otteraa@imr.no

Erik Slinde
erik.slinde@imr.no

Kjell Nedreaas
kjell.nedreaas@imr.no

Arne Ervik
arne.ervik@imr.no

Oppdrettsnæringen kan påvirke ville organismer, og derved grunnlaget for fiskeriene på flere måter:

1. Tilgangen på organisk materiale i form av spillfôr og avføring (faeces) vil øke ved anleggene. Det tiltrekker fisk, fugl og andre dyrearter.
2. Installasjonene utgjør egnede habitater for mange arter.
3. Tilstedeværelsen av en art (for eksempel laks) kan virke inn på gyteatferden til andre arter (for eksempel torsk).
4. Oppdrettsanlegg kan virke som reservoarer for parasitter og sykdommer.
5. Marin fisk som rømmer eller som gyter i merdene kan gi genetiske effekter på lokale populasjoner.

Oppdrettsanleggene slipper ut organiske stoff i form av spillfôr og avføring, i tillegg representerer påvekstorganismene på installasjonene en matkilde. Anleggene øker derfor fødetilbudet lokalt, det gjelder både spillfôr som spises direkte, og økt næringstilgang for bytteetere som spiser virvelløse dyr, som lever av fekalier. I tillegg utgjør installasjonene egnede habitater for mange arter. Villfaunaen trekker derfor til anleggene og mengden dyr er ofte langt høyere nær anleggene enn i områdene omkring.

Tilstrømmingen av villfauna til oppdrettsanlegg er en konsekvens av merdteknologien, og kan ikke helt hindres ved bedre fôringsteknologi eller innskjerping av regelverk. Det er viktig å klargjøre omfanget og konsekvensene av tiltrekking og endret kvalitet på villfauna, og å utrede tiltak som kan redusere eventuelle skadevirkninger for kystfiskerne. Et særlig poeng i denne sammenheng er at

konsentrasjonen og størrelsen av villfisk ved matfiskanleggene innebærer en mulighet for effektivt og lønnsomt fiske. En slik integrering mellom de to næringene vil gagne begge parter og gjøre det mulig å utnytte kystarealene bedre.

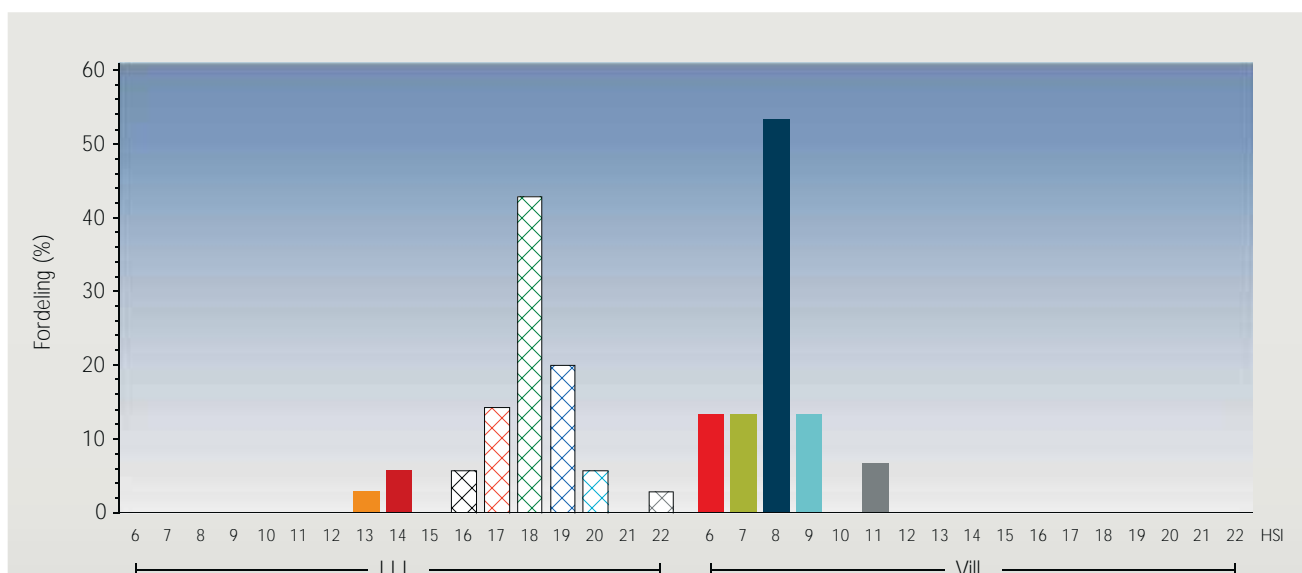
Fôrspill

Fôrspill utgjør den delen av det tilførte fôret som oppdrettsfisken ikke spiser, og som dermed synker gjennom merden og eventuelt blir spist av villfisk eller bunndyr. I moderne norsk oppdrett foregår så å si all utfôring ved hjelp av fôrautomater. Disse blir vanligvis styrt etter mengde fisk i merden, årstid, størrelse på fisken, døgnvariasjoner i appetitt osv.

Fiskens appetitt påvirkes av en rekke faktorer. Dersom reduksjon i appetitt ikke oppdages straks, vil det føre til økt fôrspill. Generelt vil alle faktorer som påvirker fiskens "velbefinnende", føre til redusert fôropptak. De mest vanlige faktorene er håndtering, sykdomsutbrudd og ugunstige miljøforhold. Høye sommertemperaturer har ført til redusert vekst og matinntak hos både laks og torsk. Felles for alle disse faktorene er at mengden fôrspill helt og holdent er bestemt av hvor dyktig og samvittighetsfull oppdretteren er.

Mengden ufordøyd fôr (faeces) er bestemt av fôrets kvalitet. Fôrets innhold bør tilpasses oppdrettsart og miljøforhold (temperatur) m.m. Forbruket av fiskefôr varierer mye gjennom året og fra fylke til fylke. Nordland og Hordaland er de to fylkene som ligger på topp i fôrforbruk. I de fleste regioner har det vært en betydelig økning i fôrforbruket de siste årene, i takt med økningen i produksjonen.

Vi regner i dag at rundt 1 kg tørt fôr blir til 1 kg laks, og vi kan da forvente at noe lignende gjelder for sei og annen fisk som spiser av spillfôret fra et oppdrettsanlegg. Det brukes omkring én million tonn fôr i året i norsk lakseoppdrett i dag. Fôrspillet ved forskjellige anlegg varierer ut fra driften, men omkring 7 % kan regnes som et gjennomsnittstall. Det betyr at 70 000 tonn med fisk er et resultat av dette, dersom alt spillfôret spises av villfisk. Beregner vi et filetutbytte på 50 % og en pris til forbruker på 20,- kroner, utgjør dette en verdi på 700 millioner kroner.



Figur 1.11.1

Figuren viser frekvensfordeling av leverindeks for villsei som er føret med laksefôr (LLL) i ca. 8 måneder, sammenlignet med leverindeks hos villsei. Leverindeks (HSI) er (levervekt/totalvekt) * 100, altså hvor stor del leveren utgjør av fisken.

Frequency distribution of hepatosomatic index for saithe fed on a salmon diet for 8 months, compared to wild saithe.

Arter av villfisk som kan bli påvirket

En rekke studier har vist at oppdrettsanlegg for fisk medfører sterk økning i antall, biomasse og til dels biologisk mangfold av fisk rundt anleggene sammenlignet med nærliggende referanseområder.

I studier gjort i Norge og Skottland er det sei (*Pollachius virens*) som ser ut til å dominere ved oppdrettsanleggene. En undersøkelse viste at det var gjennomsnittlig 12 ganger mer sei ved oppdrettsanlegg enn i tilsvarende referanseområder. Studier har vist at det også er mer torsk og andre arter ved anleggene. Av de artene som ble funnet ved oppdrettsanleggene, var det bare seien som hadde pellets i magen. Andre undersøkelser har vist at også hyse kan spise pellets.

Oppdrettsanlegg kan ha gunstig effekt for bevaringen av kystressurser. De gir en kunstig-rev-effekt slik at fisken får attraktive habitater. Samtidig gir de økt næringstilgang som medfører at i hvert fall noen arter får høyere kondisjonsfaktor, og derved sannsynligvis mer egg og bedre eggkvalitet enn andre villfisk. Sist, men ikke minst, medfører oppdrettsanleggene at nærområdene rundt dem er beskyttet mot fiske, og man får dermed en vernesone-effekt.

Kvalitetsforandringer på villfisk ved oppdrettsanlegg

Det føret som benyttes ved et oppdrettsanlegg er utviklet med tanke på den fisken som oppdrettes, og før til laksefisk har høy fettprosent. Hos torskfisk blir fett fra

fiskefôr lagret i leveren. Torskfisk som spiser spillfôr tiltenkt laks, får derfor svært stor lever. Sild, makrell og laksefisk lagrer denne energien i muskel og buk.

Sett fra et miljømessig ståsted, representerer spillfôr feil bruk av en ressurs siden det var beregnet på produksjon av mat, men blir også en mulig forurensning. I verste fall sies det å ødelegge villfisken. Men dersom villfisken blir tatt vare på, kan spillfôr betraktes som god utnyttelse av en ressurs.

På det sensoriske området er det flere forandringer hos for eksempel sei når den spiser oppdrettsfôr i større mengder. Dette er også det området som er kommet mest i søkelyset. Det er observert (Figur 1.11.1):

- Forandringer i utseende, karakterisert ved at fisken blir svært brei og fyldig i buken, kalt "koffertsei".
- Feit lever. Denne er meget stor og oftest fin og fri for kveis, men kan også være bløt og ubrukkelig. Tatt i betraktning at leveren har sin opprinnelse fra fôr som har et lavt innhold av dioxin og PCB og har et høyt innhold av flerumettet fett har den mulighet i et nisjemarked som spesielt helsebringende produkt.
- Tekstur. Fisken har en løsere tekstur, og representerer derfor en utfordring prosessmessig. Denne fine bløte tekturen er imidlertid ønsket i sushi-produkter. Teksturen kan imidlertid

være så løs og vesentlig forskjellig fra vill sei at den representerer en utfordring prosessmessig.

Utnyttelse og kvalitetsforbedring av villfisk ved oppdrettsanlegg

Avhengig av målart, finnes det flere metoder for å fange fisk rundt oppdrettsanlegg. For torsk, som er svært vanlig rundt oppdrettsanlegg i nord, vil det være sannsynlig at man kan fange den enkelt ved bruk av bunnsatte teiner. Garn, line og juksa vil også gi gode fangster.

Sei er en mer pelagisk art, og lar seg ikke fange så lett i teiner. Garnfangst av sei er vanlig, men all erfaring viser at sei tatt på garn ved oppdrettsanlegg er av dårlig kvalitet. Juksa er en mulighet, men er arbeidskrevende. Juksa kan også føre til sårskader, samt at stressnivået i fisken kan føre til utilsiktet dødelighet. Seifiske med not har imidlertid lange tradisjoner på Vestlandet, og fangsten blir ofte satt levende i lagringsmerder (steng).

Den kanskje mest lovende metoden for fangst av sei, er å fange den ved hjelp av modifiserte merder ved oppdrettsanleggene. Seien er ved anleggene for å spise overskuddsfôr. Ved å føre i en tom merd hvor en eller flere av sidene i notposen er senket ned 5–10 mm under havoverflaten, vil sei kunne gå rett inn for å spise (Figur 1.11.2). Sideveggene i notposen kan forsynes med fløytikuler og lodd, slik at når tilstrekkelig mengde sei er inne, slippes lodd og noten lukkes. Det er mange fordeler med en slik fangstmetode:

- Skånsom fangst, liten eller ingen redskapskontakt. Fisken svømmer inn av fri vilje uten å bli jaget eller stresset på annen måte.
- Trenger ikke fiskefartøy, slipper å flytte på fortøyninger, lav kostnad m.m.
- Kan bruke eksisterende anlegg til å fange og lagre fisken. Om det er ønskelig at seien lagres et annet sted enn på selve oppdrettsanlegget, kan transportable merder/steng benyttes.
- Dersom fisken skal oppnå en fastere tekstur, må den sultes. Dette vil ta tid, og det er i dag usikkert hvor lenge fisk kan stå i steng uten at dette blir velferdsmessig uakseptabelt. Fôring med proteinrikt og fettfattig fôr kan være et bedre alternativ.

Det gjenstår mye arbeid med fôr- og fôringsteknologi, fangstteknologi og kanskje også med lov- og regelverk før vi kan utnytte fôrspill og faeces fra oppdrettsnæringen optimalt som et positivt bidrag til fiskerinæringen, men vi står overfor et felt med mange interessante utfordringer og med store muligheter for gevinster dersom vi lykkes.

Release of Nutrients and Excess Feed from Aquaculture

Fisheries and aquaculture are both important industries for Norway, and it is important that they operate in harmony.

Aquaculture may influence wild organisms, and thereby fisheries, in several ways, one of them is by release of nutrients and excess feed. This often results in aggregation of bottom fauna and fish to the aquaculture sites. This may be a problem for the fisheries, but can also be a valuable resource if one is able to utilise the extra biomass in a good way. This requires appropriate catching methods as well as knowledge about the quality of the “new” resource.



Figur 1.11.2

Ved å føre i en tom merd hvor en eller flere av sidene i notposen er senket ned 5–10 meter under overflaten, kan sei gå rett inn i nota for å spise og dermed bli fanget.

While feeding, one or more of the cage walls are lowered 5–10 meters below the surface, allowing the saithe to swim into the cage and eat, and thereby get caught.

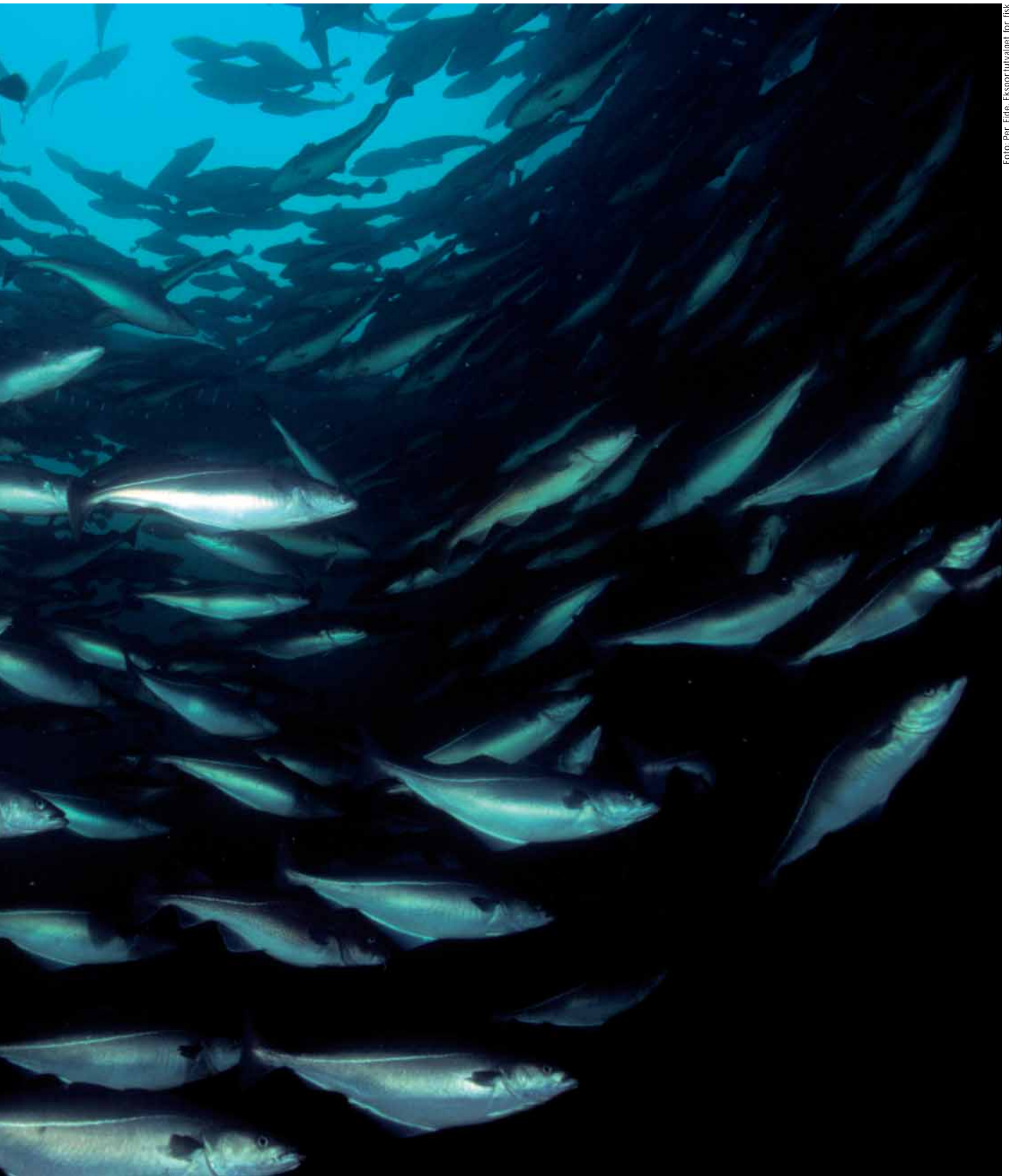


Foto: Per Eide, Esporutvalget for fisk

Hva betyr EUs vannrammedirektiv for kysten?

Både EU og Norge betrakter helhetlig forvaltning av vannressursene som en viktig oppgave. I slutten av 2000 vedtok EU rammedirektivet for vann (direktiv 2000/60/EF). Norge har med utgangspunkt i rammedirektivet arbeidet med omstrukturering av norsk vannressursforvaltning. I desember 2006 vedtok Kongen i statsråd en forskrift for å ta opp vannrammedirektivet i norsk rett. Direktivet vil ikke medføre store endringer for de marine næringene i Norge.

Lárus Thór Kristjánsson
larus-thor.kristjansson@fiskeridir.no

Tidlig i utarbeidelsesfasen var nok vann og god vannkvalitet for EUs befolkning målet med vanddirektivet. Hovedfokuset var på ferskvannsressursene, men etter hvert ble også saltvann (kystvann) trukket inn i arbeidet. Forurenset ferskvann havner til slutt i sjøen, der det har negativ effekt på vannkvaliteten i kystnære områder. Derfor ble helhetlig vannforvaltning etter hvert EUs formål i arbeidet med direktivet.

EU-landene startet arbeidet med å lage et helhetlig vannforvaltningsregime i 1996. Både forskere og forvaltningen i Europa arbeidet med utformingen av direktivteksten og underliggende dokument. EU vedtok direktivteksten i oktober 2000 (www.vannportalen.no).

Direktivet regulerer bruken av både kyst, fersk- og grunnvann. Hovedmålet er å bedre både den kjemiske og fysiske vannkvaliteten, noe som igjen fører til bedre vannmiljø. Målet skal være nådd innen 2015, men det kan gis utsettelse fram til 2027.

Organisering av både implementeringen og arbeidet i Norge

Etter EØS-avtalen skal alle relevante EU-direktiv vurderes implementert i norsk regelverk. Eventuell implementering skjer når EU- og EFTA-landene har blitt enige om det, og eventuelt laget en tilpassningstekst. EU og EFTA ble enige om implementeringen av rammedirektiv for vann i oktober 2007.

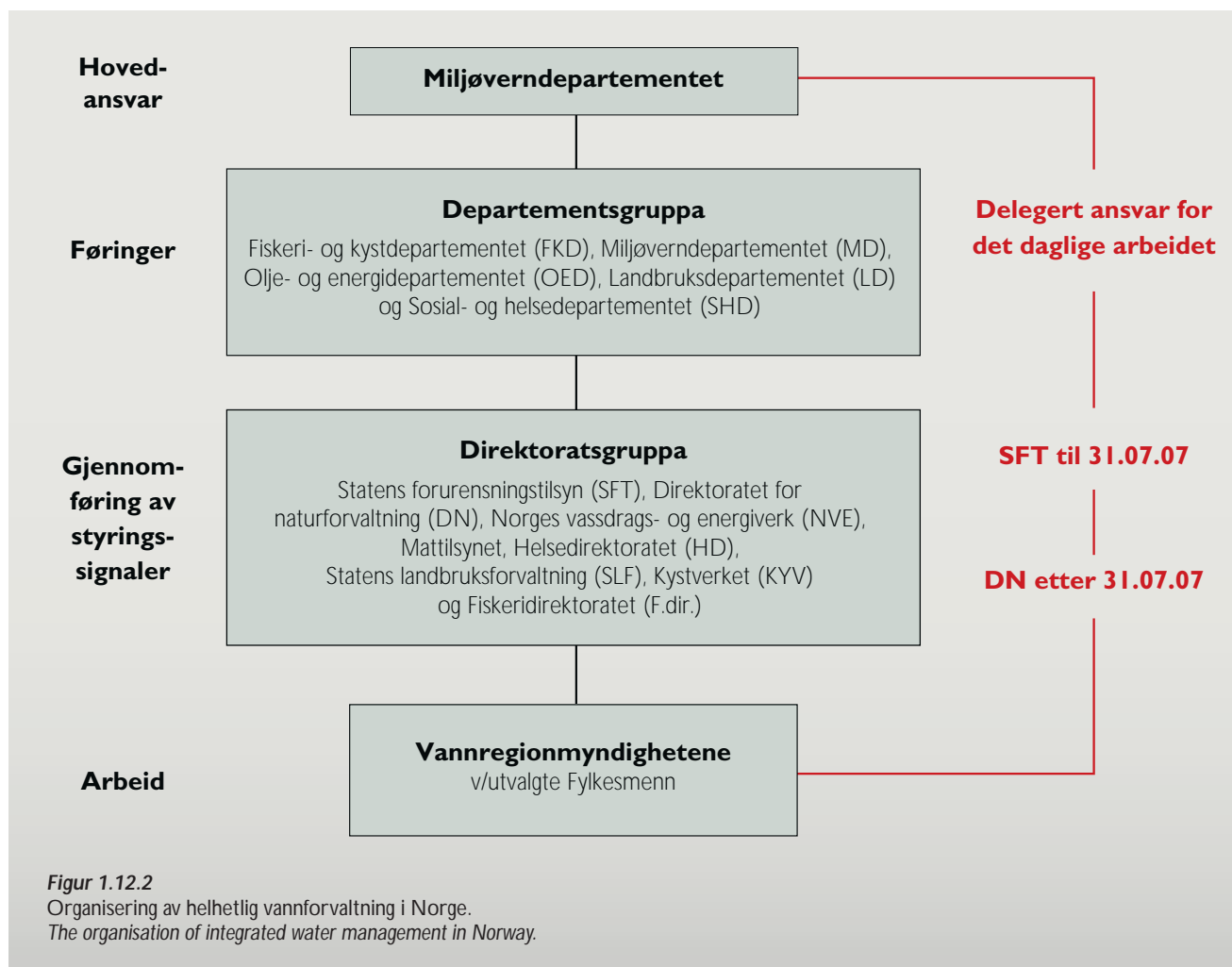
Norske myndigheter var tidlig overbevist om at både EU og EFTA ville anbefale implementering av direktivet, og startet



Figur 1.12.1

Det er mye vakker natur å forvalte i kystnære områder.

There is plenty of beautiful nature to manage in coastal areas.



derfor arbeidet med direktivet relativt tidlig. Fra 2001 og fram til årsskiftet 2006/2007 arbeidet norsk forvaltning med å forberede implementering av direktivet i norsk rett. Det kom tidlig fram at tverretatlig samarbeid var en forutsetning for helhetlig vannforvaltning med utgangspunkt i direktivet. Derfor arbeidet både relevante departementer og relevante direktorater tett sammen om oppgaven (Figur 1.12.2).

Regjeringen Bondevik II bestemte at Fylkesmannsembetene skulle være ansvarlig myndighet regionalt. Senere ble det bestemt at Miljøverndepartementet skulle stå som ansvarlig utøvende myndighet, men det tverretatlige samarbeidet som hadde utviklet seg gjennom seks år skulle fortsette. Derfor ble både "departementsgruppen" og "direktoratsgruppen" videreført som arbeids- og rådgivingsforum (Figur 1.12.2).

I desember 2006 vedtok Kongen i statsråd en forskrift som implementerer direktivet i norsk rett. Forskriften ble gjort gjeldende fra 1. januar 2007 (heretter kalt vannforvaltningsforskriften). Den handler om hvordan norsk vannforvaltning blir innrettet etter kravene i direktivet, og hvordan forvaltningen skal nå målene

om helhetlig vannforvaltning uten at sektorenes ansvar blir rokket ved.

Det geografiske området som direktivet setter føringer for vannforvaltningen av, er fra Norges høyeste fjelltopp til én nautisk mil utenfor grunnlinjene (Figur 1.12.3). Dette er et stort område å forvalte, og pga. Norges lange kyst med øyer og skjærgård blir forvaltningsområdene med kystvann store. Sjøarealene som blir berørt av direktivets krav er på over 100 000 km².

Vannforvaltningsforskriften førte til etablering av ni vannregioner i Norge. Ni fylkesmenn er pekt ut til å være vannregionmyndigheter (Figur 1.12.4). De skal opprette vannregionutvalg hvor alle relevante sektormyndigheter, fylkesmannsembeter, fylkeskommuner og kommuner deltar. I tillegg skal rettighetshavere, private og allmenne brukerinteresser, ha sine representanter og delta som rådgivere i en referansegruppe for vannregionutvalget. Vannregionmyndigheten skal i første omgang samarbeide tett med vannregionutvalget for å utarbeide en forvaltningsplan for regionens vassdrag og kystnære områder, og senere lage tiltaksplaner for de samme områdene.

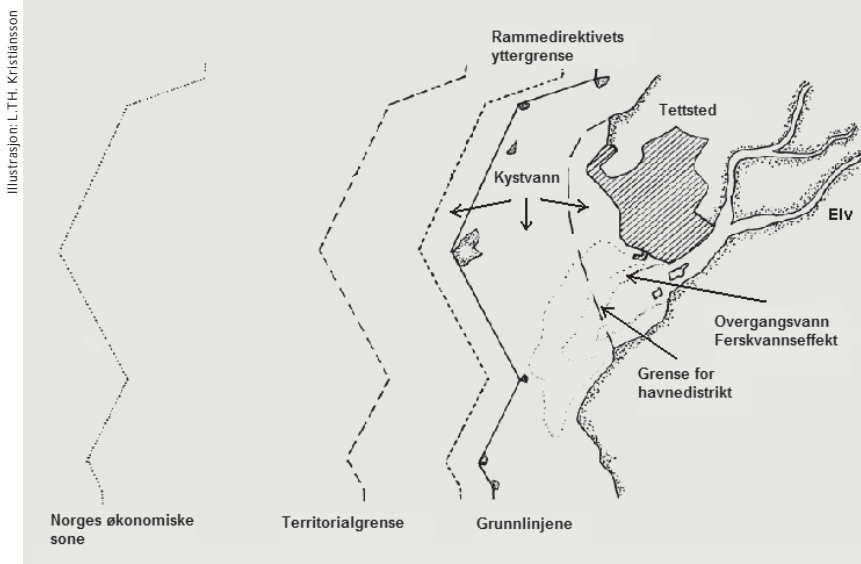
Konsekvenser for kystnæringene

Når det gjelder de eventuelle konsekvenser som vannforvaltningsforskriften kan ha for kystnæringene, er det viktig å referere til sentrale uttalelser i Kongelig resolusjon for vannforvaltningsforskriften for å klargjøre hva Regjeringen vil med vannforvaltningen.

I kapittel 2 som handler om Miljøverndepartementets vurderinger, står dette:

"Gjennomføringen av forskriften vil ha betydelige nyttevirkinger. Samarbeidet på vannregionnivå vil gi bedre grunnlag for å identifisere kostnadseffektive, samfunnsøkonomisk lønnsomme og treffsikre tiltak og sikre, innenfor det eksisterende juridiske og økonomiske handlingsrom, en mer målrettet og samordnet innsats på tvers av sektorene. Denne innsatsen skal resultere i bedret miljøtilstand i vannforekomstene.

Berørte myndigheters ansvar for lovverk og virkemidler i gjennomføringen ligger fast, i tråd med eksisterende ansvarsfordeling. Arbeidet vil derfor kreve omfattende samarbeid mellom en rekke berørte myndigheter på alle nivåer i forvaltningen."



Figur 1.12.3

Forvaltningsområdet i kystnære områder.
The management sector in coastal areas.

Ansvar for sektormyndighetene har hatt fram til 1. januar 2007 er ikke endret. Sektoransvar vil ikke bli flyttet fra en myndighet til en annen, men det kreves omfattende samarbeid for å nå målene.

Direktivet skal ikke være et redskap for å regulere fiskebestandene eller andre fangstbare ressurser i sjøen, det skal heller ikke regulere akvakulturnæringen i sjø. Forhold knyttet til disse næringene skal derfor ikke inngå i karakteriseringer etter direktivet, og de skal også holdes utenfor framtidig overvåkingsarbeid som er begrunnet i direktivet og vannforvaltningsforskriften.

Fram til vedtaket som innførte vannforvaltningsforskriften i norsk rett, var det uenighet mellom ulike sektor- og fagmyndigheter om hvordan biologiske påvirkningsfaktorer i sjø skulle håndteres. Biologisk påvirkningsfaktor er en art, som med sin eksistens kan endre miljøet på en eller annen måte. Diskusjonen handlet mest om oppdrett i sjø, lakselus, taretråling og fremmede arter.

Miljøverndepartementet undersøkte hvordan EU-landene forholdt seg til spørsmålene vedrørende lakselus, fremmede arter og taretråling. Med utgangspunkt i de svar departementet fikk, ble temaet omtalt spesielt i Kongelig resolusjon med vannforvaltningsforskriften.

I Kongelig resolusjon står dette:

”Håndtering av biologisk påvirkning og taretråling ved karakterisering i Norge.

Utkast til forskrift om rammer for vannforvaltning § 15 krever at norske vannforekomster (vassdrag, grunnvann og sjøområdene ut til grunnlinjen) skal identifiseres, karakteriseres og analyseres i henhold til kravene i vedlegg II.

Bestemmelsen er en gjennomføring av direktivets art. 5, jf. vedlegg II. Utgangspunktet for karakteriseringsarbeidet er at en påvirkning skal tas med i den grad den er å anse som ”vesentlig”. Eksempler på påvirkningsfaktorer som omfattes av karakteriseringen vil være avrenning fra landbruket, utslipp av avløpsvann og vannkraftanlegg.

Introduksjon av fremmede arter kan skade flora og fauna og i enkelte områder utgjøre en vesentlig påvirkning. I den grad slik påvirkning er relevant for vanddirektivet må dette vurderes som et ledd i karakteriseringen som gjennomføres i henhold til direktivet og for øvrig behandles i henhold til relevant sektorlov.

Rømt oppdrettsfisk er til stede i både i sjøområdene og i vassdragene. Det vil likevel særlig være miljøtilstanden i vassdragene som blir påvirket som følge av denne faktoren og hvor den vil kunne ha betydning i karakteriseringsarbeidet.

Lakselus vil være til stede i sjøområdene, men vil særlig medføre en svekkelse av villaksstammen i vassdragene.

Rømt oppdrettsfisk og lakselus vil således nå bare bli vurdert ved karakteriseringen av vassdrag, og ikke i øvrige sjøområder, inkludert fjorder.

Når det gjelder effekter av taretråling i forhold til vanddirektivet, er det foreløpig knyttet en viss usikkerhet til disse. Taretråling holdes derfor utenfor karakteriseringsarbeidet.

På bakgrunn av ytterligere erfaring og informasjon om håndteringen av problemstillingene i andre europeiske land, vil disse spørsmålene kunne vurderes på nytt på et senere tidspunkt.”

Når det gjelder ovennevnte, er det viktig å merke seg at påvirkning av en bestemt fremmed art må være både vesentlig og relevant for direktivet for å kunne tas med i karakteriseringsarbeidet og deretter overvåking. Rømt oppdrettsfisk og lakselus skal ikke inngå i karakterisering og deretter overvåkingsprogrammer med utgangspunkt i direktivet og vannforvaltningsforskriften, og taretråling skal, som nevnt, ikke inn i karakteriseringsarbeidet.

Det er derfor klart at slik næringene utøver i dag, så blir de fortsatt styrt av fiskerimyndighetene og regulert i hovedsak gjennom norsk fiskeri- og akvakulturlovverk.

Det er viktig å merke seg at bedre vannkvalitet og dermed bedre miljøtilstand i kystnære strøk kan brukes for å fremme næringenes omdømme på markedene.

Hva skal til for å lykkes med forvaltning av vannressursene i fremtiden?

I så tunge prosesser som implementeringen av rammedirektivet for vann, er det viktig både å videreutvikle kunnskapen som finnes og finne fram til ny. Det er behov for satsing på forskning og utvikling (FoU) for å lykkes. Følgende FoU-prosjekter kan nevnes som eksempel på satsingsområder som forskningsmiljøene har trukket fram:

- Økt forståelse omkring sammenhengen mellom ulike belastningsfaktorer og de foreslåtte økologiske kvalitets-elementene. Se på faktorene i seg selv og graden av belastning.
- Utvikling av gode klassifiseringssystemer basert på de økologiske kvalitets-elementene som allerede er foreslått.



Figur 1.12.4
Norske vannregioner og vannregionmyndigheter.
The Norwegian water regions and water region authorities.

Vannregionene omfatter 247 vannområder som drenerer til norsk hav og 15 vannområder som drenerer til Finland og Sverige.

Vannregioner og vannregionmyndigheter

1. Glomma-regionen, inkludert Oslo
Fylkesmannen i Østfold
2. Buskerud/Vestfold/Telemark
Fylkesmannen i Buskerud
3. Agderfylkene og Rogaland
Fylkesmannen i Vest-Agder
4. Hordaland og Sogn og Fjordane
Fylkesmannen i Hordaland
5. Møre og Romsdal
Fylkesmannen i Møre og Romsdal
6. Trøndelags-fylkene
Fylkesmannen i Sør-Trøndelag
7. Nordlands-regionen
Fylkesmannen i Nordland
8. Troms-regionen
Fylkesmannen i Troms
9. Finnmarks-regionen
Fylkesmannen i Finnmark

- Typespesifikk referansetilstand. For å klassifisere økologisk status skal typespesifikk tilstand beskrives. Det er behov for en grundig testing av foreslått typologi for kysten og å beskrive en god arealdekning av referansetilstanden for denne.
- Kunnskap omkring klimatiske endringer og effekter av disse på de økologiske kvalitetselementene. Det er viktig å kunne skille mellom menneskets påvirkninger og effekter av endringer i klima på økosystemene i kystvann.
- Utvikling av ny teknologi for en effektiv og tilfredsstillende innsamling og håndtering av informasjon om de

økologiske kvalitetselementene som inngår i direktivet.

- Utvikling av ny teknologi, eventuelt andre tiltak, for å redusere tilførsel av uønskede komponenter til marine økosystemer.

Det er også viktig å se vidt. Man skal ikke fokusere så hardt på enkeltsaker at en overser koplinger til andre prosesser. Når det gjelder arbeidet med direktivet, både kan og bør det ses i sammenheng med andre liknende prosesser, for eksempel "Kartlegging og overvåking av biologisk mangfold i kommunene" og arbeid knyttet til innføringen og forvaltningen av "Marine beskyttede områder" (MPA) osv.

The Water Framework Directive

Integrated management of water resources is looked upon as an important task by both EU and Norway. At the end of 2000, EU adopted the Water Framework Directive (directive 2000/60/EF). Norwegian authorities started the coordination work, and in December 2006 a regulation regarding the implementation of the Directive was adopted by the King, during state council, into Norwegian law. It has been considered that the framework directive will not lead to large changes for the marine industries in Norway.

Kartlegging av turistfiske

For å øke kunnskapen om fiskeressursene langs kysten, skal turistfiske 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.

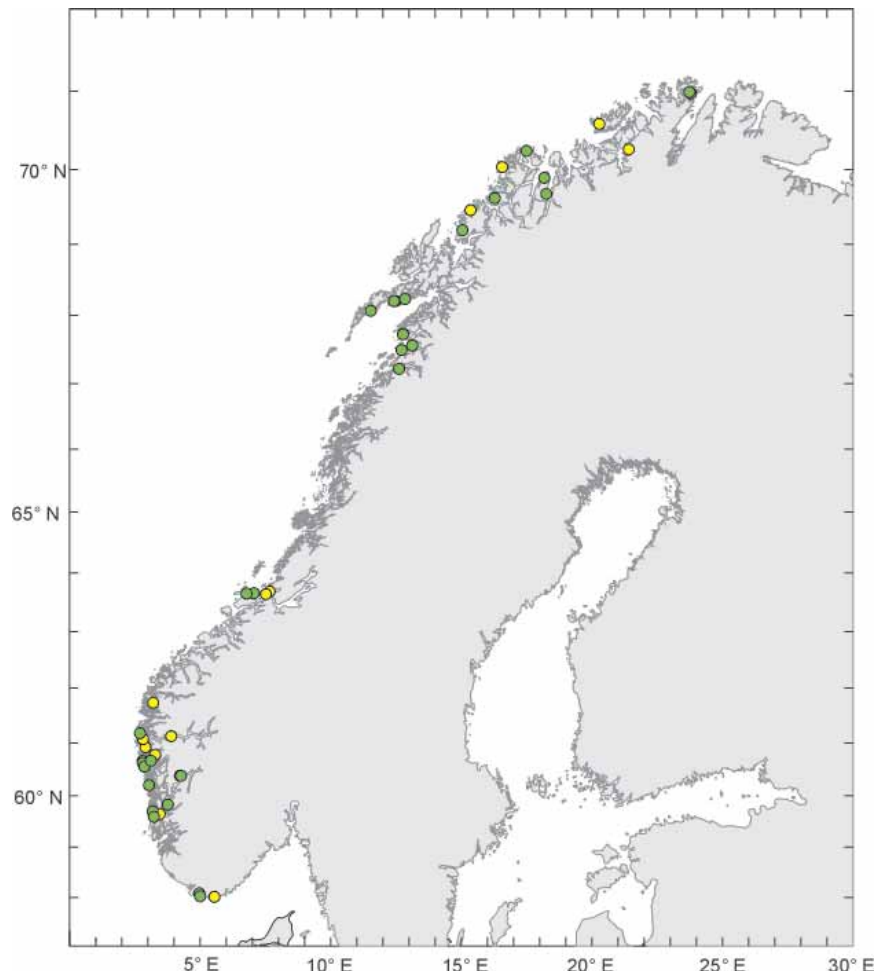
Jon Helge Vølstad
jonhelge@imr.no

Merete Nilsen
mereten@imr.no

Prosjektet startet i januar 2007, og skal utføres gjennom et samarbeid med fisketurismebedrifter langs norskekysten. Dette for å utvikle og implementere kostnads-effektive metoder for å estimere fiskeinnsatsen, hvilke arter som fanges og størrelsen av fangstene (antall og vekt) tatt av fisketurister i ulike regioner. I dette prosjektet samarbeider Havforskningsinstituttet nært med Norut Tromsø, som skal studere økonomiske ringvirkninger av turistfiske. Forprosjektet ble utført med hjelp fra tre rorbuer i Øygarden, Hordaland. Dette ledet til en større pilotundersøkelse der vi samarbeider med ca. 40 bedrifter som driver med fisketurisme (Figur 1.13.1). Disse bedriftene skal teste et system der fisketuristene selv rapporterer

data om sitt fiske via fangstdagbøker, og formidle denne informasjonen videre til Havforskningsinstituttet. I pilotundersøkelsen samler hver bedrift inn data over en periode på 2–3 måneder. Start og stopp for datainnsamlingen varierer med bedriftenes sesongstart.

Havforskningsinstituttet har laget en plan for en representativ utvalgsundersøkelse, der vi samler data fra utvalgte uker fra ulike bedrifter for å studere turistfiske. Vi har laget fangstdagbøker og informasjonsbrosjyrer på norsk, engelsk og tysk. Et rapporteringssystem via webportalen Altinn er utviklet, og prosjektet har også en egen hjemmeside: www.imr.no/turistfiske. Vi har opprettet en bedriftsdatabase for å lette arbeidet med kontaktinformasjon og informasjonsflyt mellom instituttet og turistfiskebedriftene. Av 47 bedrifter som er kontaktet i forbindelse med pilotprosjektet, har 32 sagt ja til deltakelse og 15 har status "kanskje" (Figur 1.13.1).



Figur 1.13.1

Fordeling av bedrifter som samarbeider med Havforskningsinstituttet (merket med grønt). Bedrifter merket med gult planlegger å bli med på pilotprosjektet.
Distribution of businesses that collaborate with IMR (green labels) or plan to join the pilot study (yellow labels).



Foto: Jon Heige Vølstad

Pilotundersøkelsen varer til august 2008 for å få med variasjon i innsats og fangster gjennom de ulike sesongene i bransjen. Data om variasjon i ukentlig fiskeinnsats og fangster fra prøveundersøkelsen skal brukes til å legge opp en landsomfattende undersøkelse for å beregne totale fangster av de viktigste artene for hver sesong og region. Målet er å få med bedrifter nasjonalt på en representativ innsamling av data på fangster og fiskeinnsats. Havforskningsinstituttet vil bruke data fra disse bedriftene til å beregne minimum rapporteringsnivå som kreves for å få pålitelige anslag av totale fangster i hver region.

En av utfordringene i prosjektet er å få oversikt over alle turistfiskebedrifter i Norge. Nå inneholder listen navnene på ca. 700 bedrifter, men det jobbes kontinuerlig med å oppdatere den.

Survey of Catch and Effort in the Tourist Fishery

The Institute of Marine Research (IMR) is developing survey methods to estimate total number and weight of commercially important species caught by tourists in Norwegian coastal waters. This is part of a 3-year research programme supported by the Norwegian Research Council. The goal is to improve the assessment of coastal fishery resources to provide sound management advice that will help ensure sustainable fisheries.

IMR is currently conducting a pilot study that involves up to 45 businesses that help collect data on catch and effort (Figure 1.13.1).

Lofotveggen. Et eksempel på natur som lokker turister til Norge.
The mountains of Lofoten, a tourist attraction.

Figur 1.13.2
Kjerringøy Rorbuser, beliggende i Tårnvik, Nordland.
Kjerringøy Rorbu cabins in Tårnvik, Nordland county.



Foto: Jon Heige Vølstad

Gjennom eit nettverk av kystbåtar har Havforskningsinstituttet tilegna seg stadig ny kunnskap om fiskeria og kystressursane. Kystreferanseflåten vart etablert i september 2005, og er geografisk spreidd langs heile kysten, med to båtar i kvart statistisk område. Ei muleg utviding av talet på båtar frå 2008 er under arbeid.

Irene Huse
irene.huse@imr.no

Asbjørn Borge
asbjorn.borge@imr.no

Otte Bjelland
otte.bjelland@imr.no

Kjell Nedreaas
kjell.nedreaas@imr.no

Vi vil fokusere enno sterkare på kunnskap om fjordsystema, og vil prøve å finne aktuelle båtar i Hardangerfjorden og Porsangerfjorden. I tillegg er Havforskningsinstituttet interessert i meir data frå eit av kjerneområda i fiskeria, nemleg ytre Lofoten. Ved hjelp av Kystreferanseflåten kan forskarane vere sikre på at dei kan vere på rett stad til rett tid, uavhengig av toktverksemda elles ved instituttet.

Lokalkjent mannskap

Kysten vår er lang og med stor variasjon både i miljø og fisketilfang, noko som er avspegla i flåten som utgjer kystdelen av Referanseflåten. Mannskapa har lokalkunnskap om fiskeførekomstar og endringar i artssamansetning, periodisitet og vandringar. Denne kunnskapen er uvurderleg for forskarane både i planlegging av forsøk og når dei skal gje råd om forvaltning.

Dei store økosystema krev store deler av Havforskningsinstituttet sine ressur-

sar, og derfor er det naudsynt å bruke fiskarar med lokalkunnskap til å hjelpe med datainnsamling på kysten. Kystreferanseflåten er særleg viktig for arbeidet vårt med kysttorsken. Vi får mykje betre tal på forholdet mellom kysttorsk og skrei i dei ulike fiskeria og til ulike tider, samstundes som at fiskarane sjølv tek prøver og rapporterer dersom dei får uvanlege fangstar. Nokre av båtane leverer data elektronisk, på same måte som den havgåande Referanseflåten. Delar av flåten har også vore med på å teste ut breibandstilknytning over VHF-radio, og slikt utstyr vert i år installert i halvparten av båtane. Breibandstilknytninga gjer det også muleg for forskarane å få sporingsdata på fartøya, slik at geografisk oppløysing av data kan verte enno betre.

Referanseflåten

Referanseflåten omfattar i alt 16 havgåande fartøy (sjå Havets ressurser og miljø 2007, kapittel 4.7) og førebels 18 kystbåtar på 9–15 m. Dei fleste kystfartøya drifrar med garn, men det blir også brukt snurrevad, not, teiner og ruser. Havforskningsinstituttet får daglege registreringar om fangst og bifangst, og kvar veke vert det teke lengdemålingar av artar som vi treng data på (Figur 1.14.1). For å finne alderen på fisken tek fiskarane i Referanseflåten ut øyresteinane av fisken dei lengdemåler annakvar veke. Dette betrar alders-/lengdenøkklane vi har for å attendeberegne årsklassene. Rapportering av bifangst er ei viktig oppgåve for Referanseflåten. Det gjev oss kunnskap om endring i utbreiing av sjeldne gjestar og nokre heilt nye observasjonar. Ein annan viktig del er registrering av bifangst av sjøpattedyr. Flåten leverer også prøver til å bestemme bakgrunnsverdiar av miljøgifter til ei miljødatabase hos NIFES (Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning).

Fangstdata er til god hjelp for å vurdere om det er naudsynt med endringar for å redusera bifangsten i fiskeria. Dessutan er data frå fiskeria med i modellane som ligg til grunn for bestandsvurderingane, og den auka presisjonen vi får ved å nytte slike data gjer at vi får sikrere estimat og dermed kan tilrå kvoter som er sikrere (større).

Nord møter sør

Frå “Odd-Yngve” fekk me i januar rapport om at dei hadde teke si første kongekrabbe, ei ho full av rogn. Dagen

Figur 1.14.1

Elektronisk målebrett under uttesting på “Odd Yngve”.

Testing the electronically measuring board on board “Odd Yngve”.



etter fekk båten ein St. Petersfisk på same stad (Figur 1.14.2). Båten fiska nokre mil nord for Vannøy som ligg nord for Tromsø. Dette er ikkje den sørlegaste registreringa av kongekrabbe, men det er så langt den nordlegaste observasjonen vi har av St. Petersfisk. Det var litt underleg å sjå dei i same bingen.

Det er ikkje første gongen at fangstane har inneheldt artar som er utanfor sitt kjende utbreiingsområde. Like før jul vart det fanga ein kamtannhai i Vestfjorden, og dette er, etter det vi kjenner til, det nordlegaste funnet av denne haien (Figur 1.14.3). Nokre artar opptre jamleg i lokalaviser langs kysten, der det stadig vert rapportert om eksotiske fiskeslag. Det gjev også ny kunnskap om utbreiinga til ulike artar, men det er først gjennom den faste rapporteringa til referanseflåten at vi kan etablere tidsseriar på førekomsten til desse artane i ulike område. Slik kan vi dokumentere endringar i fiskesamfunna langs kysten over tid, og sjå kva trendar vi finn for dei ulike artane.

Eit godt døme på dette finn vi når det gjeld breiflabb. Det aller meste av den norske fangsten er av arten *Lophius piscatorius*, men stundom dukkar det opp individ som er svarte i bukhol. Dette er ein meir sørleg art, *Lophius budegassa*, som vi veit lite om når det gjeld førekomst i norske farvatn. Mange av deltakarane i kystreferanseflåten driv breiflabbfiske, og dei vil no rapportere fangst av denne arten slik at vi får informasjon om utbreiing, lengdefordeling og mengde i høve til innsats.

Manglar kunnskap

I 2007 vart det utarbeidd ei raudliste for norske marine fiskeartar. Gjennom dette arbeidet skulle ein vurdere kor sårbare dei ulike artane er når det gjeld risiko for utdøying. Det viste seg at kunnskapen for fleire artar var for mangelfull til å gjere ei slik vurdering. Nokre av desse artane vert jamnleg fanga av fartøy i kystreferanseflåten, særleg ulike skateartar, og ved neste gjennomgang av raudlista vil ein ha tilgong til ny, verdfull kunnskap frå dette samarbeidet.

The Coastal Reference Fleet

In order to obtain better and continuous samples from the coastal fishing fleet, knowledge about fleet behaviour and technical developments influencing efficiency and effort, 18 coastal fishing vessels (the Coastal reference fleet) are contracted. The fleet will probably be expanded during 2008. The vessels are from 9–15 m, and the crew members are trained to conduct self-sampling. Bio-



Foto: Irene Huse

Figur 1.14.2

Sør har møtt nord. Ein sørleg art som breier seg nordover, St. Petersfisk (*Zeus faber*), vart fiska på same posisjon som ein kongekrabbe (*Paralithodes camtschaticus*), som er i sørenden av sitt utbreiingsområde. Teke på garn utanfor Torsvåg ved Tromsø.

South has met north. A southerly species that is migrating northwards, St. Peter's fish (*Zeus faber*), was caught at the same position as a red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in its southernmost distribution area. Caught by gillnet outside Torsvåg near Tromsø.



Foto: Otte Bjelland

Figur 1.14.3

Kamtannhai frå Vestfjorden.
Bluntnose sixgill shark from Vestfjorden.

logical samples (length, otoliths, genetic samples, stomachs etc.) and logbook data are delivered according to contract, which secure a proper statistical coverage for a number of species in time and area. The program is mainly financed by a minor extra catch quota. The observations of rare species are also most valuable information from the fleet. The reference fleet provides the scientist with continuous information about species

that are hardly accessible by research vessels and do also provide observations of sea mammals, sea birds, crabs etc. Further, such trust based co-operation between fishermen and scientist seems to reduce controversies and rather build a common understanding and ownership of improved stock assessments and fisheries management.

Siden begynnelsen av 1970-tallet har tareskogene fra Nordmøre og nordover blitt beitet ned av kråkeboller. Noen år før nedbeitingen startet, økte mengden av drøbakkråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) kraftig. Omfanget av nedbeitingen er størst i midtre og indre skjærgård.

Knut Sivertsen
knut.sivertsen@hifm.no

Varmere vann i Trøndelag enn lenger nord, fører til raskere vekst og høyere dødelighet på kråkebollene i sør enn i nord. Det kan ha ført til at kråkebollepopulasjonene har brutt sammen i Trøndelag, men ikke i Nord-Norge. I Nord-Norge kan kråkeboller utnyttes som en ressurs, mens overfiske kan føre til sammenbrudd i populasjonene og gjenvekst av tareskogene.

Undersøkelser i Troms i 1990 og Vest-Finnmark i 2002, viste at henholdsvis 59 % og 42 % av tareskogen, målt som lengde av kystlinjen med hard bunn egnet for tare, var nedbeitet. Da tang- og tareforekomster ble undersøkt på 1950-tallet, ble det ikke observert nedbeitede områder.

Nedbeiting og gjenvekst av tare

Intervjuer med fiskere fra Trøndelag til Troms viser at det alt i 1974 ble observert områder med nedbeitet tareskog. Trolig startet nedbeitingen samtidig langs hele strekningen. Det tyder på at kråkebollelarvenes overlevelse i planktonstadiet var spesielt god. Canadiske forskere hevder at det tar 5–7 år fra en periode med høy rekruttering av kråkeboller til vi observerer nedbeitet tareskog. Trolig har det vært god rekruttering av kråkebollelarver langs norskekysten på slutten av 1960-tallet, da sjøtemperaturen var spesielt lav.

Siden 1990 er det observert gjenvekst av tare langs kysten av Trøndelag og sporadisk i søndre del av Helgeland. Et område utenfor Hitra er undersøkt regelmessig for nedbeiting av tareskog hvert andre eller tredje år siden 1980. Nedbeitede områder ble først observert på beskyttede områder. Omfanget økte gradvis utover mot mer bølgeeksponerte områder fram til slutten på 1980-tallet. Fra ca. 1992 ble gjenvekst observert på bølgeeksponerte områder, og den spredte seg gradvis innover til beskyttede områder. I 2006 var bare noen beskyttede områder fremdeles nedbeitet. Der var kråkebolletettheten fremdeles høy, og størrelsesfordelingen viste at både små og store individer forekom. Det tyder på at rekrutteringen fremdeles er god nok til å opprettholde disse populasjonene.

Spiser hele tareplanten

Kråkebollene spiser hele tareplanten (Figur 1.15.1). På eksponerte områder

hindrer bølgene kråkebollene i å klatre oppover stilken og ut på bladet. Der holder kråkebollene seg på bunnen og på den nedre delen av stilken. Små tareplanter blir spist opp, og dermed hindrer kråkebollene rekruttering av tare. De store individene blir stående igjen (Figur 1.15.2), men etter hvert blir de gamle og dør. Til slutt er all taren vekk. I en slik prosess dominerer store kråkeboller. Når taren forsvinner, blir bølgepåvirkningen hardere, og de små kråkebollene får vansker med å etablere seg. Tettheten vil gradvis avta, og kråkebollene vil til slutt forsvinne. Oppportunistiske algearter dominerer ofte i gjenvekstområder. På Hitra er den ettårige draughtaren (*Saccorhizza polyschides*) mest vanlig.

Årsaker til høye kråkebollepopulasjoner

Det er mange teorier om årsaken til hvorfor det er så mye kråkeboller. Høy rekruttering, lav predasjon, parasittisme og populasjonsdynamikk nevnes ofte. På Stillehavskysten av Canada og Alaska er det dokumentert at sjøoter regulerer kråkebollebestandene og dermed tarebestandene. For kyststrekningen Trøndelag–Helgeland er det gjort beregninger som viser at ærfugl spiser ca. halvparten og taskekrabbe ca. en fjerdedel av de fortærte kråkebollene, mens steinbitens bidrag utgjør 2 %. Den totale predasjon var imidlertid så lav at det trolig var andre årsaker enn predasjon som holdt bestanden av kråkebolle nede før nedbeitingen av tareskogene startet. Likevel kan ikke predasjon på kråkeboller avskrives som viktig for å kontrollere bestandene. Det blir hevdet at kongekrabbe spiser opp kråkebollene i Øst-Finnmark, og at det blir gjenvekst av tare, men dette er foreløpig ikke dokumentert.

Drøbakkråkebollene er ofte infisert av rundormen *Echinomermella matsi*. Den er funnet i kråkeboller i områder fra Helgeland til Vest-Finnmark, og 10–15 % av kråkebollene er infisert. På en nedbeitet lokalitet utenfor Vega, der infeksjonsnivået var undersøkt tidligere, ble det i 1993 observert reduksjon av kråkeboller og gjenvekst av tare. Det viste seg at infeksjonsraten på de gjenværende kråkebollene var like høy som forekomsten forut for reduksjonen. Altså skyldes den lokale dødeligheten av kråkeboller ikke infeksjon av rundormene.



Figur 1.15.1
Kråkeboller beiter ned tareskogen.
Sea urchins overgraze a kelp bed.

Hva påvirker rekrutteringen av kråkeboller

På California-kysten er det funnet høy rekruttering av kråkeboller i år med spesielle forhold i havstrømmene. Rekrutteringen var i motfase i forhold til rekruttering av krabbe. Undersøkelser fra 1969 til 1975 viste høye forekomster av pigghudlarver på mellom 100 og 300 m dyp i områder nord for Stad. Siden pigghudlarvene ikke ble identifisert, er det ikke kjent om det var kråkebollelarver eller andre pigghudlarver. Vi kan derfor ikke konkludere sikkert med at disse larvene har resultert i høy rekruttering av kråkeboller.

Forekomster og populasjonsdynamikk

Undersøkelser tidlig på 1980-tallet viste at tettheten av kråkeboller på 2–5 m dyp i nedbeitede områder var i gjennomsnitt 52,2 individer/m² sør for polarsirkelen og 26,1 individer/m² nord for polarsirkelen. I 1992 var tettheten sør for polarsirkelen ca. 20 individer/m². Nord for polarsirkelen var tettheten omtrent uendret. Ved begge undersøkelsene var kråkebollene størst i sør. Størrelsen avtok gradvis nordover fra Trøndelag til Troms (Figur 1.15.3). I nord dominerte små individer, og det tyder på god rekruttering. Reduksjon av tetthet i sør og samtidig dominans av store individer, tyder på at de gamle individene har dødd,

og at det har blitt for lav rekruttering til å opprettholde antallet. Dermed har beitepresset på tare avtatt så mye at det har blitt gjenvest.

Ulike temperaturer mellom områder kan være den viktigste årsaken til variasjon i kråkebollenes populasjonsdynamikk. Populasjonsdynamikk viser hvordan individene i en populasjon reagerer på f.eks. ulike temperaturer eller ulik tilgang på mat ved å få forskjellig individuell veksthastighet, livslengde, alder ved kjønnsmodning osv. Det er sammenheng mellom individuell vekst og dødelighet i en populasjon. Økt dødelighet fører til kortere



Figur 1.15.2

Bunnen av tareskog der kråkeboller og voksen tare dominerer. Her mangler ung tare og epifytter (påvekst) på tarestilkene.
The bottom of a kelp bed where sea urchins and adult kelp dominate. Here juvenile kelp and epiphytes on the stipes are absent.

livslengde. Generelt fører en dobling i veksthastighet til en halvering av livslengde for kråkeboller. Veksthastigheter for kråkeboller ved ulike temperaturer er ikke undersøkt, men om vi sammenlikner med torsk, så øker veksthastigheten til det dobbelte ved en temperaturøkning på 3,5 °C. Denne temperaturdifferansen tilsvarer differansen i årsmiddel mellom Nordmøre og Nord-Troms. Det trengs høyere rekruttering til populasjoner med høy dødelighet enn ved lav dødelighet. Muligens er rekrutteringen på Nordmøre og i Trøndelag for lav til å holde tettheten ved like, mens den er tilfredsstillende

i nord. På beskyttede områder holder populasjonene seg ved like også i sør. Trolig er dette den lokalitetstypen som kråkebollene er best tilpasset. Kråkeboller har "bet-hedging"-svingninger. Det betyr at de har en kraftig økning i populasjonsstørrelse en kort periode, før tettheten avtar over en lengre periode. I Trøndelag avtok tettheten fra begynnelsen av 1980-tallet og fram til begynnelsen av 1990-tallet, etter at den hadde bygd seg opp på 1970-tallet. Trolig er avtagningen sterkere i varme områder enn i kalde områder på grunn av temperaturavhengig populasjonsdynamikk.

Kråkeboller som ressurs

I Norge blir kråkeboller bare høstet sporadisk. Beregninger viser at det er ca. 56 000 tonn kråkeboller i Nord-Norge med en størrelse på over 40 mm i diameter. De høyeste tetthetene og de største individene finnes vanligvis grunnere enn 5 meter i ytre og midtre skjærgård. I den indre skjærgården er kråkebollene mindre enn 40 mm, og for små til å høstes for å utnyttes.

Det er gonadene (rogn og melke) i kråkebollene som er verdifulle, og kvaliteten på kråkebollene er bl.a. avhengig av mengde

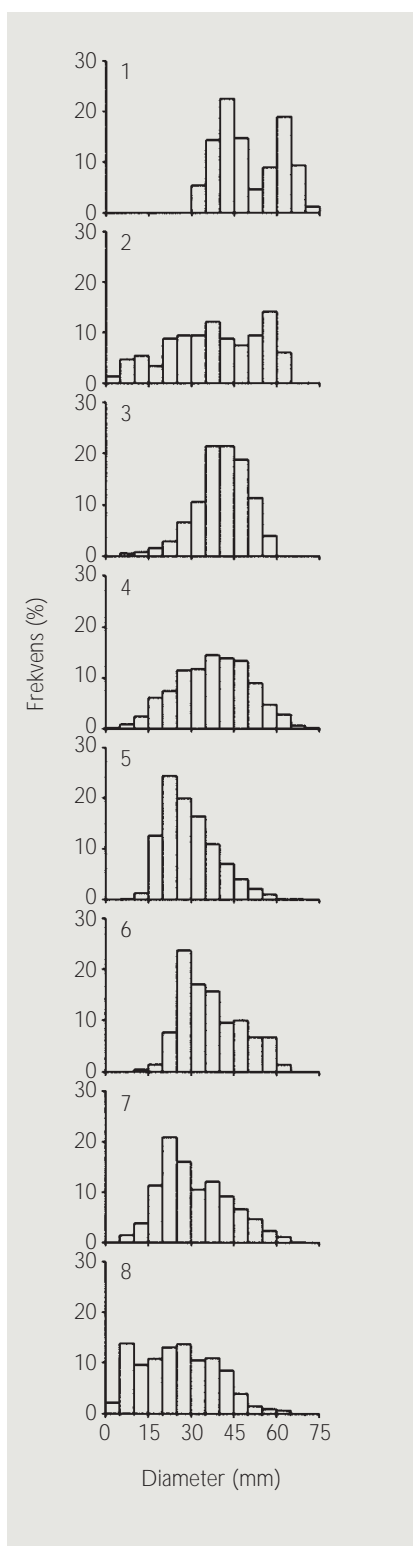
gonade. På lokaliteter hvor det vokser tare, blir gonadeinnholdet høyt. Om vinteren og fram til gyting i mars er ca. 20 % av levende vekt gonade, i sommerhalvåret ca. 10 %. Disse kråkebollene finnes i overgangsområder der taren er under nedbeiting og kan brukes rett etter høsting. Ca. en tredjedel av de høstbare forekomstene er funnet i områder med tare. I nedbeitede områder har kråkebollene lite mat og danner mindre gonader, ofte bare 6–8 % av levende vekt i vinterhalvåret og enda mindre om sommeren. Da må kråkebollene føres opp etter høsting. Det er utviklet et fôr som i løpet av to måneder øker gonadeinnholdet fra 8 til 20 % med tilfredsstillende farge, smak og konsistens.

Fangst av kråkeboller

Fangst av kråkeboller har hovedsakelig blitt utført ved dykking, noe som er både intensivt og kostbart. Det er gjort forsøksfangst etter kråkeboller med feller med agn. Fellene ble satt på to meters dyp under lavvann. De fangstet godt i helt nedbeitede områder, men der det vokste tare var ikke fangstene høyere enn i feller uten agn. Fellene som fungerte best, bestod av jernringer med en diameter på 45 cm. De ble satt ut med tre meters mellomrom. Disse små fellene fisket bedre enn større klappfeller. Steinbitavskjær og torskehoder fungerte bedre som agn enn tareblader og kråkebollefor. Ved høy kråkebolletetthet veide fangstene i snitt 1,43 kg per felle, og på de beste feltene var fangstene etter ett og to døgn omtrent like. Det tyder på at fellene var "mettet" etter ett døgn. På hvert felletrekk ble 0,9 % av forekomstene på lokaliteten fanget. Med samme prosentandel fangst hver gang, kan man fange ca. 77 ganger før bestanden og fangsten blir redusert til det halve.

Gjenskaping av tareskogene

Global fangst av kråkeboller var på det høyeste på slutten av 1990-tallet. Siden da har fangstene avtatt. En av årsakene var at kråkebolleressursene mange steder var maksimalt utnyttet eller overfisket. Noen steder, som f.eks. i Maine i USA, har overfiske ført til at kråkebollebestandene har brutt sammen, med det resultat at tareskogen har vokst opp igjen. Dermed synes høsting av kråkeboller å være en metode for å redusere antall kråkeboller og gjenskape tareskog. For å bedre kunnskapen om sammenhengen mellom høsting av kråkeboller og gjenvekst av tare, trengs det mer forskning, ikke minst om man ser for seg en framtid med en langsiktig og bærekraftig høsting av kråkeboller kombinert med at tareskogene vender tilbake.



Figur 1.15.3 Størrelsesfordeling av drøbakkråkeboller fra åtte soner på norskekysten i begynnelsen av 1980-årene. 1: Nordmøre, 2: Sør-Trøndelag, 3: Nord-Trøndelag, 4: Helgeland, 5: Salten, 6: Lofoten og Vesterålen, 7: Sør-Troms og 8: Nord-Troms.
Size distribution of sea urchins (*S. droebachiensis*) from eight zones along the Norwegian coast at the beginning of the 1980s.

Sea Urchins – Varmints or Resources?

Kelp beds are overgrazed by sea urchins (*S. droebachiensis*) along the Norwegian coast from Nordmøre (63°N) and northwards since the early 1970s. Re-growth of kelp is observed in the southern part of the area since the 1990s.

In sheltered areas the urchins graze on the whole kelp plant, but in wave-exposed areas they are able to graze on small species and on epiphytes on the lower part of the kelp plants. The stock of sea urchins in Norway is large, mainly because of high recruitment, low predation and temperature-dependent population regulations.

Sea urchins are not only a problem, but may also be seen as a resource. The gonads are well paid in the market. Today only a small amount of sea urchins is harvested. However, in northern Norway urchins at harvestable size amounts to 56,000 tonnes. They are usually harvested by divers, but can also be caught in baited traps, which is a less expensive harvesting method.

På global basis er marine makroalger blant de viktigste akvakulturprodukter med en samlet årsproduksjon på 14 millioner tonn, det meste i form av tare dyrking i Kina. I stadig økende grad blir dyrking av makroalger integrert med akvakultur. Den økologiske begrunnelsen for å dyrke makroalger er først og fremst at disse algene effektivt binder næringssalter fra oppdrett av fisk og muslinger, men selve algebiomassen kan også utnyttes til en rekke formål.

Jan Rueness
jan.rueness@bio.uio.no

Henning Steen
henning.steen@imr.no

Fiskeoppdrett bidrar med betydelig tilførsel av næringssalter til kystsonen, og ved å samlokalisere fiskeoppdrett, skjell dyrking og makroalgedyrking, kan disse stoffene utnyttes. Skjellanlegget vil begunstiges av økt innhold av organiske partikler i vannet, og makroalgene vokser ekstra godt på grunn av plantenæringsstoffene. Ideen til denne typen akvakulturanlegg er ikke ny, men utprøving i praksis har latt vente på seg. I Bay of Fundy, Canada, har en forskningsgruppe testet ut kombinasjonen av lakseoppdrett, blåskjell dyrking og tare dyrking (Figur 1.16.1), med det resultat at produksjonen av både tare og blåskjell økte betydelig. Likeledes er det i de senere år også gjort lovende forsøk i Skottland (SMBA). I Norge har SINTEF startet et forskningsprogram om integrert akvakultur, men så langt er det ikke startet dyrking av makroalger. Norge



Figur 1.16.1

Dr.Thierry Chopin (nr. 2 fra høyre) og medarbeidere under høsting av sukkertare (*Saccharina latissima*) dyrket sammen med oppdrett av laks og skjell i Bay of Fundy, Canada. Foto: Manav Sawhney.

Dr.Thierry Chopin (second from right) and crew harvesting kelp (*Saccharina latissima*) cultivated in the proximity of salmon and mussel farms in the Bay of Fundy, Canada.

har lang erfaring og er størst i Europa på kommersiell utnyttelse av makroalger basert på høsting av naturlige bestander (se kapittel 2.11 Stortare).

Hva er makroalger?

Marine makroalger omfatter tre hovedgrupper: rødalger, grønnalger og brunalger. Rødalger og grønnalger hører til de eldste

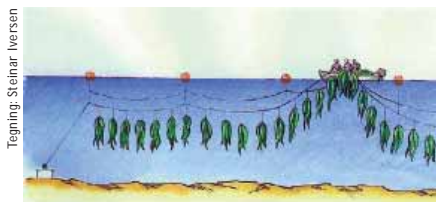
Tabell 1.16.1

Fem på topp-liste over makroalger som ble produsert ved dyrking i ulike land i 2005 (FAO).

Top five cultivated seaweed genera in the world during 2005 (source FAO).

Art	Land	Tonn friskvekt
<i>Saccharina japonica</i> (kombu)	Kina	4 314 145
	S-Korea	108 327
	Japan	44 489
<i>Undaria pinnatifida</i> (wakame)	Kina	2 394 800
	S-Korea	281 871
	Japan Frankrike	63 082 25
<i>Porphyra</i> spp. (nori)	Kina	803 800
	Japan	386 574
	S-Korea	197 610
<i>Eucheuma</i> spp. + <i>Kappaphycus</i> spp.	Filippinene	1 333 158
	Kina	106 540
	Tanzania	6 000
<i>Gracilaria</i> spp.	Kina	985 630
	Chile	15 492
	Filippinene	1 130

fotosyntetiske planter på kloden, mens brunalgene hører til en senere utviklingsgren. Makroalgene har utviklet mange egenskaper som gjør dem tilpasset et liv i havet, for eksempel har de cellevegger av et materiale som både gir mekanisk styrke og fleksibilitet til å stå imot bølgeslag. Hos mange makroalger kan slike strukturer utgjøre 20–40 % av tørrvekten. Med en fellesbetegnelse kalles de fykokollider (av fykos gr. = sjøvekst, kolla gr. = lim). Noen av disse stoffene, for eksempel alginat hos brunalger og agar og karragenan hos rødalgene, har stor økonomisk betydning. Mange alger har et kjemisk forsvar for ikke å bli spist eller angrepet av andre organismer, og forskere håper å finne nye antiviral og antibakterielle forbindelser i dette forsvaret. I Norge har vi ca. 480 arter marine makroalger, av disse er ca. 205 rødalger, 175 brunalger og 100 grønnalger. Globalt er det ca. 4 500 rødalger og 1 500 brunalger, hvorav mer enn 90 % er marine, mens grønnalger har flest arter i ferskvann. Mer enn 100 arter blir utnyttet kommersielt, men hovedmengden utgjøres av 5–10 arter (Tabell 1.16.1).



Figur 1.16.2

Dyrking av japansk tare (*Saccharina japonica*) på horisontale rep, slik det foregår i Øst-Asia. *Long-line cultivation of the Japanese kelp, Saccharina japonica, in the Far East.*

Det biologiske grunnlaget for dyrking av makroalger

Grunnleggende kunnskaper om algenes biologi er en forutsetning for utnyttelse og dyrking. Mange makroalger har en kompleks livssyklus der de veksler mellom to individtyper, en kjønnsplante (gametofytt) og en sporeplante (sporofytt). De to fasene i livssyklusen kan være like av utseende eller helt forskjellige. Vekslingen mellom fasene er tilpasset de naturgitte forholdene og reguleres av bl.a. lysperiode og temperatur.

For å kunne dyrke makroalger er det viktig å vite hvordan de ulike artene vokser. Alger er ikke delt inn i rot, stengel og blad, og hele planten (tallus) kan bidra i næringsopptaket og fotosyntesen. Hos tare er veksten begrenset til et bestemt område ved nederste del av tarebladet i overgangen til tarestilken. Etter hvert som veksten skjer, vil nytt vev skyve det eldre vevet ut mot spissen av bladet før det til slutt kastes av. Hos de fleste rødalgene dannes det nytt cellevev i skuddspissene. Det vil si at om man kutter av en skuddspiss, så kan den fortsette å vokse, noe som er en forutsetning for massedyrking av mange rødalger. Noen av de tynne, bladaktige algene, som f.eks. havsalat (*Ulva lactuca*) og fjærehinne (*Porphyra* spp.), mangler avgrensede vekstsoner, og veksten kan skje i hele algen.

Tare dyrking

Hos brunalger i tarefamilien (*Laminariaceae*) ble det for ca. 90 år siden klarlagt at de store tareplantene som vi kjenner fra naturen, er sporeplantene, mens kjønnsplantene eksisterer som mikroskopiske hann- og hunnplanter. Disse var aldri påvist i felt, og kan vanskelig påvises uten dyrking i laboratoriekultur. Tarepopulasjoner kan ikke opprettholdes uten at hele den kjønnete livssyklusen gjennomføres, da tareplantene ikke kan formere seg ukjønnet. De mikroskopiske hann- og hunnplantene er lette å dyrke i laboratoriekultur, og de kan lett oppformerer ved fragmentering. Få makroalger er bedre studert enn tare, og de økologiske kravene for vekst og reproduksjon er nøye beskrevet. Ved kommer-

siell massedyrking av tare er det vanlig å starte med fertile sporeplanter.

I våre farvann utvikler taren sporer sent på høsten og om vinteren. En sporeløsning prepareres fra de fertile sporeplantene og overføres til kar der det er plassert sporefangere i form av tynne (2–6 mm) rep av kunstfiber som er viklet rundt rektangulære rammer eller sylindriske spoler. Sporene fester seg til repane og spirer umiddelbart til hann- eller hunnplanter. Befruktningen finner sted etter ca. 1–2 uker. Etter befruktningen begynner små tarekimplanter raskt å utvikle seg, og vil under gunstige vekstbetingelser nå en lengde på 1–2 cm innen 8 uker. Da kan kulturene overføres til dyrkingsanlegg i åpen sjø. Flere ulike arrangementer er prøvd ut. I alle tilfeller dreier det seg om grovere rep som holdes oppe av flottører, og tare-repane kan enten henge vertikalt eller strekkes horisontalt i et gitt dyp (Figur 1.16.3). Tare hører til de mest produktive vekster man kjenner, og i løpet av 3–4 måneders vekst i sjøen, kan de nå en lengde på 2–3 m, og man kan høste inntil 20 kg per m repkultur.

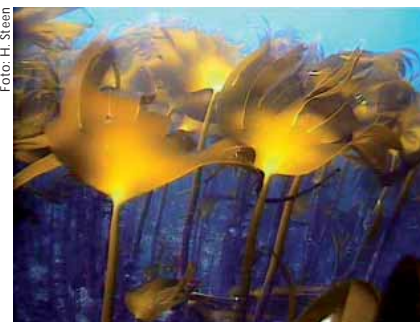


Figur 1.16.3

Butare (*Alaria esculenta*), en tareart som dyrkes i Europa og Canada. *Dabber locks (Alaria esculenta), a kelp species used for mass cultivation in Europe and Canada.*

Ulike tarearter

Sukkertare og butare er de to artene som peker seg ut som lovende kandidater for massedyrking i Norge. De samme artene er med hell dyrket på De britiske øyer og i Canada. Begge vokser raskt fra januar til mai, og kan i løpet av den perioden bli 2–3 m lange. De har et relativt høyt proteininnhold, noe som er fordelaktig med hensyn til nitrogenbinding og ved bruk i fôr. Stortare (*Laminaria hyperborea*)



Figur 1.16.4

Tareskogen langs norskekysten (som her på Hustadvika, Møre og Romsdal) domineres av stortare (*Laminaria hyperborea*), som høstes til produksjon av alginat til en årlig eksportverdi på rundt en halv milliard kroner. *The kelp forests along the Norwegian coast (as pictured here at Hustadvika, Møre and Romsdal) are dominated by Laminaria hyperborea, a species harvested for the production of alginat.*

er vår desidert viktigste tareart (Figur 1.16.4) og råstoff for alginatindustrien, men den er lite egnet for massedyrking på rep. Fingertare (*Laminaria digitata*) kan prøves, mens den sørlige tarearten draughtare (*Saccorhiza polysphides*), som er meget produktiv, ikke vil feste seg til rep. Uansett hvilke arter som velges, er det stort potensial for seleksjon og eventuell genmodifisering for å utvikle egenskaper man er interessert i.

Dyrking av rødalger til mat

Fjærehinne - *Porphyra*

Denne rødalgen består av tynne blader, ett eller to cellelag tykke, og blir 20–30 cm i diameter. I alt er det beskrevet ca. 100 arter fra hele verden, men bare noen få av disse (*P. yezoense*, *P. tenera*) er gjenstand for kommersiell dyrking, særlig i Kina, Japan og Korea. I Japan har *Porphyra* (nori) vært dyrket i århundrer og verdsatt som grønnsak og til bruk sammen med fisk og ris i retter som for eksempel sushi. Ernæringsmessig er *Porphyra* rik på protein, vitaminer og en rekke mineralsalter. I Norge har vi sju *Porphyra*-arter. Dyrking av denne algen er en komplisert og arbeidsintensiv prosess, der grunnleggende kunnskap om algens biologi er en forutsetning. Også *Porphyra* har to faser i livssyklusen. I den ene fasen lever den i tomme muslingskall og gir disse en rosa farge (Figur 1.16.5). Under bestemte miljøbetingelser dannes sporer i

Foto: J. Rueness



stort antall. Sporene spirer og gir opphav til de bladaktige *Porphyra*-plantene. Når bladene er utvokste og 10–20 cm, vanligvis etter 40–50 dager, høstes algene.

Søl – *Palmaria palmata*

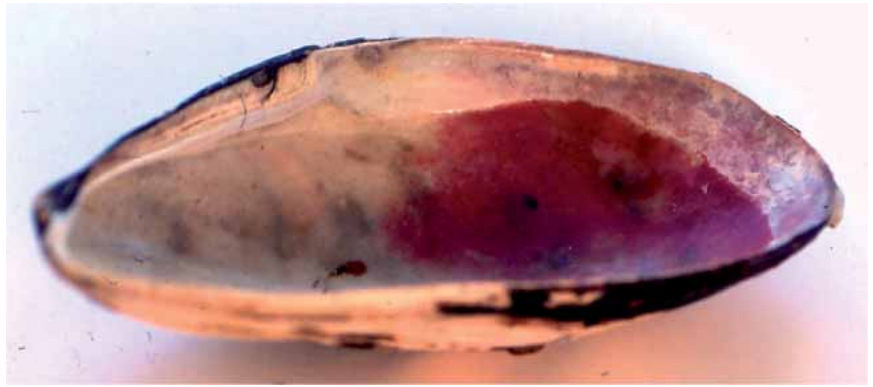
Av de få rødalger som har vært brukt, og fortsatt brukes som matplanter i vestlige land, er søl den viktigste (Figur 1.16.6). Allerede i islandske sagaer og lovtekster er algen omtalt og viser at den har vært høyt verdsatt. Den vokser lett tilgjengelig i fjæra hele året, og kan tørkes og oppbevares i

Foto: J. Rueness



Figur 1.16.6

Rødalgen søl (*Palmaria palmata*), en av de få makroalgene som har vært utnyttet som næring i nordiske land. I dag er kommersiell dyrking av arten blitt aktuelt. Dulse (*Palmaria palmata*), one of the few seaweeds that has a tradition as a sea-vegetable in Nordic countries. Today commercial farming of this species is considered.



Figur 1.16.5

De to stadiene i livssyklusen hos fjærehinne (*Porphyra amplissima*). Bladet til venstre viser den makroskopiske kjønnsplanten (gametofyten), mens bildet til høyre viser mikroskopiske celletråder (sporofytt-stadiet) som her vokser i O-skjellet (*Modiolus modiolus*).

Two phases in the life cycle of laver (*Porphyra amplissima*). The blade to the left represents the gametophyte phase, whereas the sporophyte-phase consists of microscopic filaments growing in the shell of the Horse mussel (*Modiolus modiolus*) to the right.

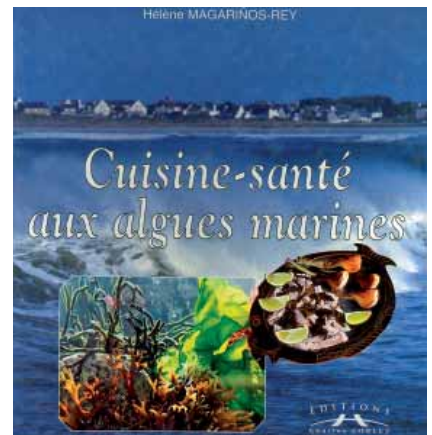
lang tid. Ernæringsmessig er den blant de mest proteinrike algene, og den har høyt innhold av vitaminer, mineraler og spor-elementer. De siste ti årene har det vært flere forskningsprosjekter for å undersøke hvordan denne algen kan dyrkes og utnyttet. I Irland har bruken av søl holdt seg helt fram til i dag, og mye tyder på økende interesse for bruk av algen som grønnsak, men også til nye anvendelser som f.eks. fôr i oppdrett av kråkeboller og i kosmetikkprodukter. Algen kan dyrkes i tankanlegg på land eller på rep i åpen sjø.

Dyrking av rødalger til agar og karragenan

Det er mange rødalger som kan gi råstoff for agar, men mest brukt i dag er arter av slektene *Gracilaria* og *Gelidium*. Begge slektene er artsrike og fins hovedsakelig i varmere farvann. I Norge er det 1–2 arter i hver slekt. Metoden for dyrking er meget enkel, da algene kan oppformeres ved kutting av skuddspisser. Dyrking kan foregå i tanker på land eller festet til rep i sjøen, gjerne i kombinasjon med annen akvakultur. I Norge er sjøtemperaturen ugunstig for vekst av *Gracilaria* og *Gelidium*, men der sjøvann brukes av industri til kjøling, er det god tilgang på spillvarme i form av oppvarmet sjøvann. En kan godt tenke seg store landbaserte anlegg for akvakultur av varmekjære arter der rødalger inngår som en del av et flerkultursystem. Karragenan ble tidligere fremstilt fra krusflik (*Chondrus crispus*) og var bl.a. basert på høsting og dyrking av algen på østkysten av Canada. I dag kommer karragenan vesentlig fra noen få arter i slektene *Eucheuma* og *Kappaphycus*. Dette er tropiske rødalger som er enkle å dyrke og høste, og det er blitt en viktig næring i mange utviklingsland, bl.a. på Filippinene og i Øst-Afrika.

Anvendelser av algebiomasse

Den viktigste anvendelse av makroalger er til mat. I Øst-Asia brukes makroalger i det daglige kostholdet. I vestlige land er det stort sett bare rødalgen søl som brukes, men det er økende interesse for å bruke makroalger til mat også her (Figur 1.16.7). Den ernæringsmessige verdien skyldes først og fremst innholdet av vitaminer og mineraler, men noen rødalger har også et høyt innhold av proteiner og frie aminosyrer. Tare er kjent for å ta opp jod, og inntak av tare i kosten kan derfor forebygge struma i innlandsstrøk med jodmangel. På den annen side må en være oppmerksom på at jodinntaket også kan bli for høyt ved å spise alger. Indirekte bruker vi algeprodukter i maten hver dag ved at både alginat (E-400–E-405), agar (E-406) og karragenan (E-407) brukes som tilsetningsstoff i en rekke vanlige matvarer som i brød, yoghurt, syltetøy,



Figur 1.16.7

En av flere franske bøker om bruk av makroalger som grønnsaker. One of several French books on the use of macroalgae as sea vegetables.

Foto: J. Rueness



Figur 1.16.8

Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) høstes i Norge for produksjon av algeekstrakter og tangmel. *Knotted wrack (Ascophyllum nodosum) is harvested in Norway for the production of plant protective extracts and seaweed meal.*

lettmarginer etc. Mange alger inneholder forbindelser som har antibiotisk effekt eller kan forebygge kreft og karsykdommer. Bruk av tangmel som fôrtilskudd til husdyr og som jordforbedringsmiddel, har lange tradisjoner. Også fiskefôr kan med fordel blandes tang eller taremel. I tillegg til å tilføre verdifulle stoffer, kan alginatet virke som bindemiddel og øke fôrnutnyttelsen.

Ekstraksjon av fykokolloider som alginat, agar og karragenan fra makroalger er milliardindustrier med et umettet behov for råstoff. Det meste av råstoffet til alginat kommer fra høsting av ville populasjoner, mens karragenan og agar i økende grad kommer fra kontrollert dyrking av ulike stammer. Det er mange ulike anvendelser av disse stoffene, de viktigste er som hjelpestoff i næringsmiddelindustri og farmasøytisk industri. Alginat fra stortare brukes bl.a. i trykkpasta til tekstiltrykk. En spesiell anvendelse av alginat er innkapsling av levende celler i alginatkuler. Teknikken brukes bl.a. ved behandling av diabetes ved innkapsling av insulinproduserende celler. Agar er uerstattelig i mikrobiologisk

og biokjemisk forskning, mens karragenan benyttes mye i matvareindustrien.

Bioaktive forbindelser fra makroalger

Mange alger produserer forbindelser som en del av et kjemisk forsvar mot andre organismer. I de siste årene har farmasøytiske firmaer og andre startet leting etter forbindelser som kan lede til nye antibiotika eller stoffer av annen praktisk betydning. Et eksempel er bruk av en bromholdig organisk forbindelse fra rødalgen *Delisea pulchra* mot begroing av båter og marine installasjoner generelt.

Bruk av flytende algeekstrakter og tangmel i hagebruk og landbruk har lange tradisjoner og er en viktig industri i Norge. Den norske industrien er vesentlig basert på høsting av grisetang (Figur 1.16.8). Algeekstrakter har angivelig gunstig effekt ved bl.a. å gi økt beskyttelse mot plantesykdommer.

Bioenergi

Under energikrisa på 1970-tallet ble det lagt ned et stort arbeid for å finne måter

Mass Cultivation and Utilization of Marine Macroalgae

In terms of biomass produced by aquaculture, marine macroalgae are among the most important organisms with a total world production of about 14 million tonnes (fresh weight), mainly as kelp cultivation in China. Integration of seaweed cultivation in aquaculture systems is a new development, in which fish, shellfish and seaweeds form an integrated multi-trophic aquaculture unit (IMTA). The rationale for growing algae is a balanced ecosystem where the macroalgae effectively remove excess inorganic nutrients. Furthermore, the algal biomass can be used for various purposes. A review is given of various algal species, biological features, farming methods, and various applications of compounds from macroalgae.

å omdanne biomasse fra makroalger til å produsere metangass. Makroalger er vel-egnet som kilde for bioenergi, bl.a. fordi algene ikke inneholder lignin og inneholder lite cellulose. Mye av dette arbeidet har fått ny aktualitet. Mange makroalger kan benyttes, men tare og hurtigvoksende, bladaktige former som havsalat (*Ulva*) som effektivt binder næringssalter, karbondioksid og solenergi i biomasseproduksjon, er spesielt egnet (Figur 1.16.9).

Selvrensing

Selvrensing (bioremediation) er en betegnelse for bruk av levende organismer, særlig bakterier, til å rense forurenset natur. I havet kan makroalger brukes til å fjerne overskudd av næringssalter, f.eks. ved samlokalisering med andre oppdrettsarter. Makroalger kan også være integrert med kloakkrensing, og ny forskning har vist at enkelte makroalger kan bryte ned organiske miljøgifter som PCB og PAH. Brunalgenes alginat har stor evne til å binde tungmetaller og kan brukes til å fjerne tungmetaller som bly, kobber og kadmium, samt forgiftninger med radioaktive isotoper.

Figur 1.16.9

Havsalat (*Ulva lactuca*), en hurtigvoksende grønnalge som vil egne seg for masse-dyrking i næringsrike vannmasser. Arten egner seg dessuten til menneskeføde, bl.a. i salater.

Sea lettuce (Ulva lactuca), is a fast growing green alga with an effective nutrient uptake, suitable for mass cultivation. The species is also used as food, most commonly in salads.



Foto: Jiri Novak



Vill østers – en fangstbar ressurs?

Historiske nedtegnelser viser at vill østers i tidligere tider var en viktig ressurs mange steder langs kysten. Retten til å høste var knyttet til landsitternes bruk av fjæresonen. Østersen ble høstet og solgt – enten til borgerskapet eller på betalingsvillige eksportmarkeder. I vår tid øker vanntemperaturen gradvis, og østersen får bra levekår. Kan østersen på ny bli en ressurs?

Stein Mortensen
stein.mortensen@imr.no

Ville bestander av flatøsters (*Ostrea edulis*)

Flatøsters finnes spredt langs kysten vår, nordover til Trøndelag. Det rapporteres ofte om funn av østers på mange lokaliteter langs kysten av Sør-Norge. Fra historiske data vet vi at det i perioder har vært rike bestander av flatøsters langs kysten av Sør- og Vest-Norge – også i områder hvor bestandene nå er helt eller nesten borte. De historiske dataene sammenfaller med beregninger av klima, og viser at bestandene i hovedsak har svingt i takt med endringene i vanntemperaturene. Selv om det finnes tallrike lokale bestander av østers langs kysten av den sørligste delen av landet, er disse bestandene i dag små, og med lav tetthet av østers.

Det finnes ingen samlet kartlegging av flatøstersbestandene, og kun på noen få lokaliteter har de vært kommersielt utnyttet. På noen østerslokaliteter er det imidlertid

gjort en årvisst overvåking. Resultatene fra observasjoner på disse lokalitetene viser at bestandene har økt i etterkant av varme somre, som i 1997, 2002 og 2006. Effekten er tydeligst i Oslofjorden og langs sørlandskysten, men også på Vestlandet er det påvist økte forekomster flere steder hvor det tidligere bare var et fåtall skjell som kom fra sjeldne år med rekruttering. Hvis bestandene utvikler seg positivt i årene som kommer, er det mulig at noen bestander kan bli høstbare. Villfangstet østers kan imidlertid være utsatt for kontaminering fra urent vann, og representere en helse risiko. Høsteområder må derfor underlegges tett oppfølging med hensyn til vannkvalitet – eventuelt kombinert med rensing av østersen før salg.

Stillehavsosters (*Crassostrea gigas*) – en art på fremmarsj

Stillehavsostersen har sin opprinnelse i Asia, men er transportert til mange skjelldyringsområder over hele verden. Verdens årlige produksjon er på flere



Figur 1.17.1

Flatøsters (*Ostrea edulis*) og stillehavsosters (*Crassostrea gigas*). Flatøstersen er karakteristisk med sine relativt runde, flate skall og lavt bølgede skjellstruktur. Stillehavsostersen er avlang, har dypere skall og en mer bølget skalloverflate.

Flat oyster (Ostrea edulis) and Pacific oyster (Crassostrea gigas). The flat oyster has characteristic round, flat shell halves and relatively smooth shell surface. The Pacific oyster is longer, has a deeper, cup shaped shell and rougher shell surface.

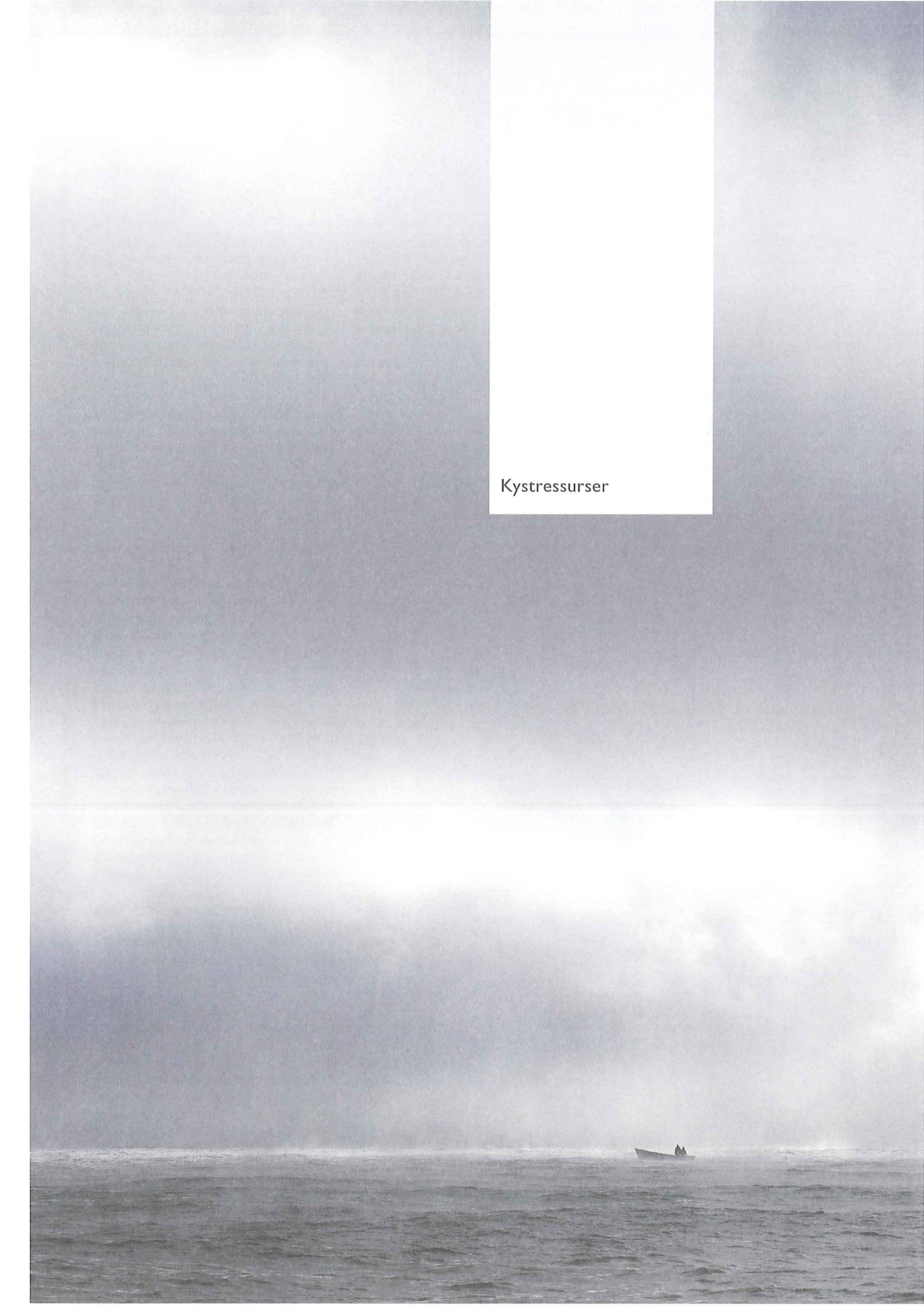
millioner tonn, og stillehavsøstersen er en av verdens største oppdrettsarter. Den franske atlantehavskysten har en produksjon på om lag 120 000 tonn årlig, og denne produksjonen baserer seg i hovedsak på innsamling av yngel fra selvreproduserende bestander. Arten er blitt flyttet nordover, både til Nederland, Tyskland, Danmark og Norge.

I løpet av de siste årene har stillehavsøstersen etablert seg permanent i Vadehavet (helt syd på den danske vestkysten). I motsetning til flatøstersen danner denne arten tette bestander og kan vokse i rev, med flere hundre østers per kvadratmeter. Den regnes som "invaderende" og kan i noen tilfeller dominere vokseområdene i en slik grad at den utkonkurrerer andre arter og endrer de lokale økosystemene. Viltvoksende stillehavsøsters har vanligvis uhåndterlig fasong, skarpe kanter og lavt matinnhold. Dette gjør den oftest verdiløs.

Den økende utbredelsen av denne arten regnes stort sett som et problem, og situasjonen i Vadehavet er regnet som alvorlig. Stillehavsøstersen har etablert tette bestander i stadig større områder og spredt seg nordover langs kysten av Danmark. Danske fiskerimyndigheter arbeider nå blant annet med å finne metoder som kan gjøre stillehavsøstersen høstbar i noen av disse områdene. Rapporter fra vestkysten av Sverige viser at den er etablert i store tettheter også der. Det er gjort funn av stillehavsøsters i Vestfold, Agder og Hordaland, foreløpig i lave tettheter. Undersøkelser har imidlertid vist at arten kan formere seg også i Norge. Stillehavsøstersen er regnet som svært tilpasningsdyktig, og vi antar at hvis arten først får etablert seg, kan høye sommertemperaturer føre til en spredning også i norske kystområder. Vi vil følge utviklingen i områder hvor arten er funnet, i samarbeid med danske og svenske forskningsmiljø.

Oysters

Small, local populations of the European flat oyster, *Ostrea edulis*, can be found along the Norwegian coast, north to Trøndelag. From historical records, we know that these populations were harvested, and represented a valuable resource for the land owners. Today, there is only a minimal exploitation of oysters. With increasing summer temperatures, there is a possibility that the wild oyster populations may gradually grow. Contamination from sewage polluted water is a potential problem for the harvest of wild oysters, and exploitation must therefore be linked to a strict water control regime. The Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, is increasing its geographical range northwards, and has recently been found along the west coast of Denmark, on the Swedish west coast and in Southern Norway. We are currently trying to monitor its spread in collaboration with Swedish and Danish researchers.



Kystressurser



Kystsel

Kjell Tormod Nilssen
kjell.tormod.nilssen@imr.no

Arne Bjørge
arne.bjorge@imr.no

► Status og råd

Havert og steinkobbe er kystsel som finnes langs hele norskekysten. Begge artene beskattes i kvoteregulert jakt. Forvaltningen er basert på at det skal gjennomføres landsdekkende tellinger av bestandene omtrent hvert femte år.

I 2003–2006 ble det gjennomført landsdekkende tellinger av steinkobbe, noe som resulterte i et minimumsantall på ca. 6 700 dyr (Figur 2.1.1). Tellingen viser en reduksjon i bestanden på om lag 1,5 prosent

per år sammenlignet med resultatene fra tellinger 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 utvikling vedvarer.

Etter undersøkelser i 2001–2003 ble bestanden av havert beregnet til å være 4 600–5 500 voksne individ, samt at det ble funnet at det årlig blir født ca. 1 200 unger. Foreløpige resultater fra nye undersøkelser tyder på at havertbestanden øker i Troms og Finnmark.

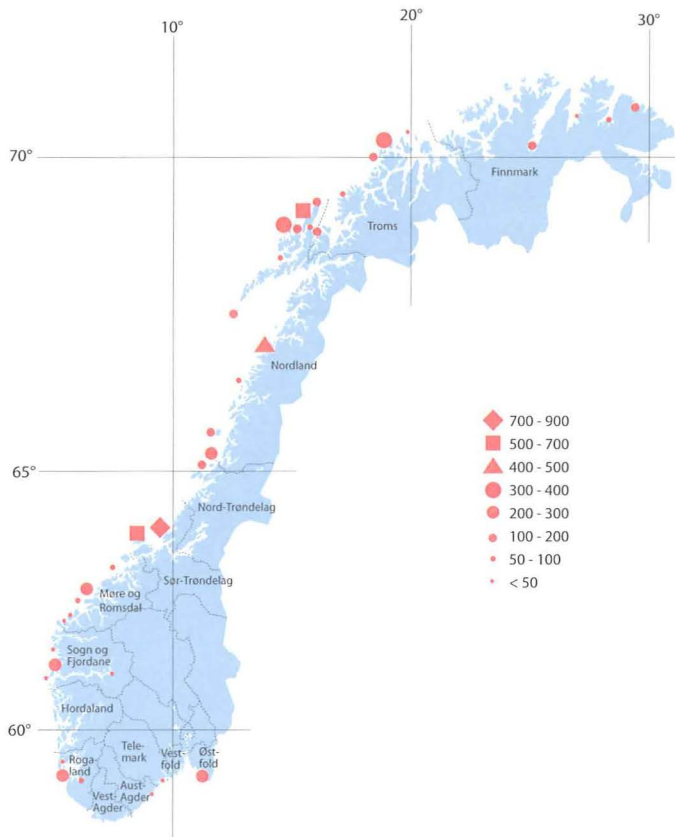
Steinkobbe forvaltes fylkesvis, men det er ikke gjort genetiske undersøkelser som kan avklare om det er en eller flere bestander av steinkobbe langs kysten. I andre land er det funnet bestander som har utbredelsesområder på 300–500 km, og merkeforsøk langs norskekysten viser at også steinkobbene i Norge kan bestå av flere bestander.

Havert blir forvaltet regionalt innenfor områdene Lista–Stad, Stad–Lofoten og Vesterålen–Varanger. DNA-undersøkelser viser klar genetisk forskjell mellom de tre nåværende forvaltningsområdene, i tillegg til at havert i Troms også kan være en egen bestand.

Steinkobbe kartlegges ved flyfotografering og visuelle tellinger i hårfellingsstiden, siden dyrene da ligger mye på land. Alle kjente lokaliteter undersøkes, og flygningene gjennomføres på dagtid ved full fjære, fortrinnsvis under gode værforhold siden det da er flest dyr på land. Det vil alltid være sel som ikke er på land, derfor må dyrenes adferd i hårfellingsperioden undersøkes før vi kan beregne den totale populasjonsstørrelsen basert på tellingene. Etter å ha korrigert for sel som var i sjøen, ble den totale steinkobbebestanden i Norge i 1999 anslått til å være ca. 10 000 individer, basert på 7 500 observerte dyr. Slike korreksjoner er ikke sikre nok til å bli brukt i rådgivning for forvaltning av arten, og inntil videre blir antall observerte dyr benyttet som et minimumsestimert for å vurdere status av steinkobbebestanden.

Havertenes årlige ungeproduksjon finner vi ved å telle, stadiebestemme og merke unger i alle kastekoloniene langs norskekysten (Figur 2.1.2). 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.

Først når det foreligger tidsserier for bestandsstørrelse, oppgaver over fangst og bifangst av steinkobbe og havert, vil det være mulig å utvikle bestandsmodeller som kan gi sikre prognoser for bestandsutviklingen. Slike modeller kan brukes til å beregne fangstkvote, og til vurdering av hvordan forskjellige fangstnivåer (både fangst og bifangst) vil påvirke bestandenes utvikling.



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.

I mangel på gode bestandsmodeller anbefaler Havforskningsinstituttet at jaktkvotene for begge artene begrenses til 5 % av bestandsanslagene. Dette er tilnærmet likevektsbeskatningen og tar hensyn til at bestandsanslagene trolig er noe mindre enn reell bestandsstørrelse og at det er et betydelig uttak fra bestandene som bifangst i fiskerier. For å regulere bestandene ytterligere der dette er nødvendig, har instituttet tilrådd muligheten 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.

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. "Forskrift for forvaltning av sel på norskekysten" som skal sikre livskraftige selbestander langs kysten ble innført i 1996. 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 samsvar mellom anbefalte og gitte kvoter (Tabell 2.1.1), men i 2003 økte Fiskeridepartementet 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, men den rapporterte fangsten er likevel noenlunde innenfor nivåene for Havforskningsinstituttets anbefalte kvoter, med unntak av 2006 og 2007 (Tabell 2.1.1).

Både havert og steinkobbe har næringsøk i og utenfor skjærgården og i fjordene. Begge artene beiter ofte på bunnfisk, og beiteområdene er gjerne gode fiskeplasser. Sylene er derfor utsatt for å sette seg fast og drukne i fiskeredskap. Særlig to fiskerier er viktige med hensyn til bifangst av sjøpattedyr: bunn garn etter torsk fisk og bunn garn etter breiflabb. Fra 2006 har Havforskningsinstituttet registrert antall havert og steinkobbe som har druknet i slike bunn garn med hjelp av data fra instituttets kystreferanseflåte.

Kystreferanseflåten fører oversikt over fiskeinnsats og fangst. Ved hjelp av Fiskeridirektoratets statistikk over landinger

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 Biscaya 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: 4 600–6 600
Total ungeproduksjon: 1 200
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.



Foto: Michael Polermann

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. Enkeltindivider kan lære seg å hente mat i oppdrettsanlegg og svømmer opp i lakseelver.
Annet: Sprer torskveis
Antall: Minimum 6 700
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.

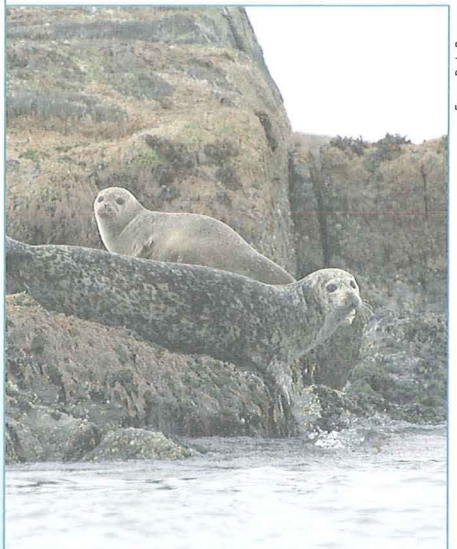


Foto: Rob Barrett

Tabell 2.1.1

Kvoter og fangst av steinkobbe og havert langs norskekysten i 1997–2007. Kvotene anbefales av Havforskningsinstituttet og fastsettes av Fiskeridirektøren.

Quotas and catches of harbour and grey seals along the Norwegian coast in 1997–2007. 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>	Fastsatt kvote <i>Set quota</i>	Fangst <i>Catch</i>	Anbefalt kvote <i>Recommended quota</i>	Fastsatt 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

* Fangst registrert per 28. november 2007. Catches recorded by 28 November 2007.

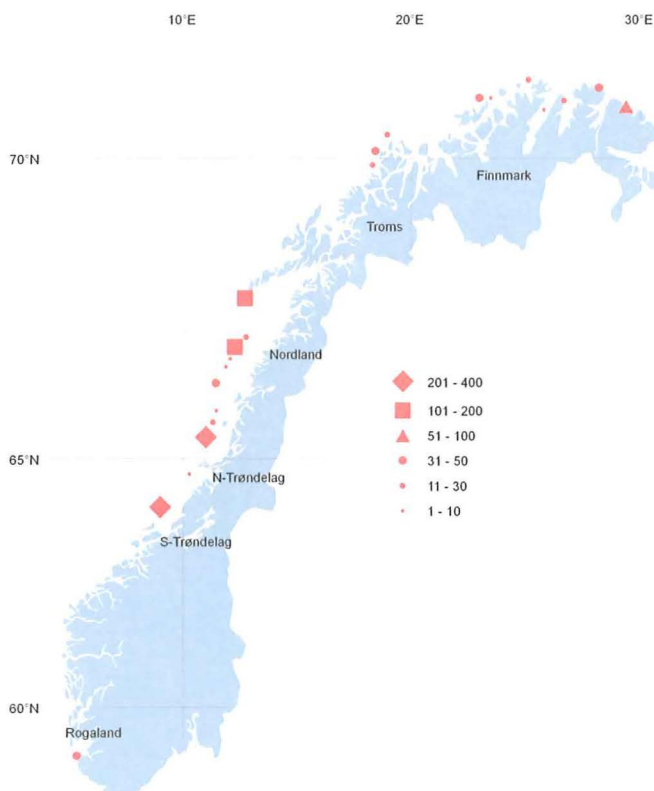
av torsk og breiflabb tatt med samme redskapstyper, er det mulig å beregne hvor mange steinkobber og havert som til sammen blir tatt i disse fiskeriene. Foreløpige analyser tyder på at det årlig drukner 300–500 steinkobber og 100–200

havert i garn langs kysten. Noe av grunnen til at det drukner flest steinkobber, er at den er en liten sel som setter seg lettere fast i fiskegarn enn haverten som er stor og robust og dermed i større grad klarer å rive seg løs.

Coastal Seal 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 7 500 harbour seals and 4 400 grey seals in 1996–1999. Ship based investigations resulted in a total estimate of 4 600–5 500 one year and older (1+) grey seals based on an annual production of about 1 200 pups in 2001–2003. Aerial photographic surveys and visual counting resulted in a minimum stock size of about 6 700 harbour seals in Norwegian waters in 2003–2006.

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. 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. However, the catches were 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 2006 and 2007 (see Table 2.1.1).



Figur 2.1.2

Kasteområder for havert langs norskekysten, med årlig antall fødte unger indikert. Grey seal breeding sites in Norwegian waters. Indicated numbers of pups in each site.

Norsk kysttorsk nord for 62°

Erik Berg

erik.berg@imr.no

► Status og råd

Bestanden av norsk kysttorsk har avtatt kontinuerlig siden 1994. Gytebestanden i 2007 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, Det internasjonale havforskningsrådet, 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 bestandsberegningene gjen-speiler 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 svekket. 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 2008 (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). Det tas sannsynligvis noe kysttorsk av trålere fra andre land, men kvantumet er så lite at det ikke er med i beregningene.

Kysttorsken skilles 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 2006 (26 000 tonn). Tallene for 2007 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

Tabell 2.2.1

Norsk kysttorsk. Anbefalt kvote (ICES), avtalt kvote og fangst i tusen tonn, 1997–2008. Norwegian coastal cod. Recommended TAC (ICES), agreed TAC and actual catches in thousand tonnes, 1997–2008.

År	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	
2008	Ingen fangst	0	21	

Fakta om bestanden

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 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 påven-



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

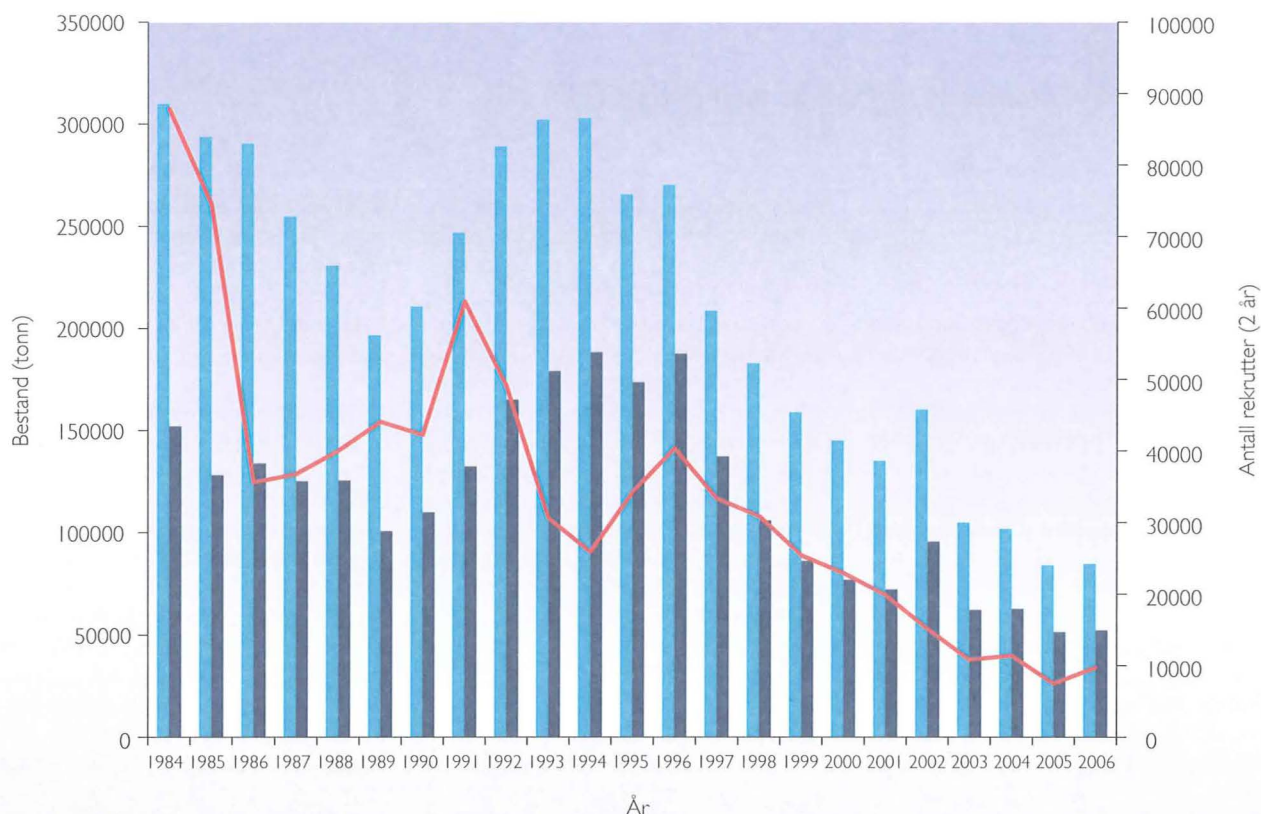
Føde: Alt fra plankton til fisk

Anbefalt kvote: Ingen fangst

Kvote: 21 000 tonn

Fangst: 26 000 tonn (2006)

te 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 vandringar. Det er usikkert om kysttorsk i ytre områder foretar større vandringar.



Figur 2.2.1

Bestand (lyseblå søyler), gytebestand (mørkeblå søyler) og rekruttering (linje) av norsk kysttorsk, 1984-2006.

Stock biomass, (light blue columns), spawning stock biomass (dark blue columns) and recruitment (solid line) of Norwegian coastal cod, 1984-2006.

tonn. Det foreligger ingen tidsserie på urapportert fiske, og det er derfor ikke tatt med i bestandsberegningen. Historisk fangst fra 1984 til 2005 er gjengitt i Figur 2.2.3.

Spesielle forhold

Norsk kysttorsk og nordøstarktisk torsk fanges i blanding i de samme fiskerier, og i reguleringene blir kvotene for de to 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 2006–2008. 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.

Tabell 2.2.2

Landinger (tusen tonn) av norsk kysttorsk fordelt på redskapsgrupper fra 1996–2006.

Landings (thousand tonnes) of Norwegian coastal cod by fishing gear from 1996–2006.

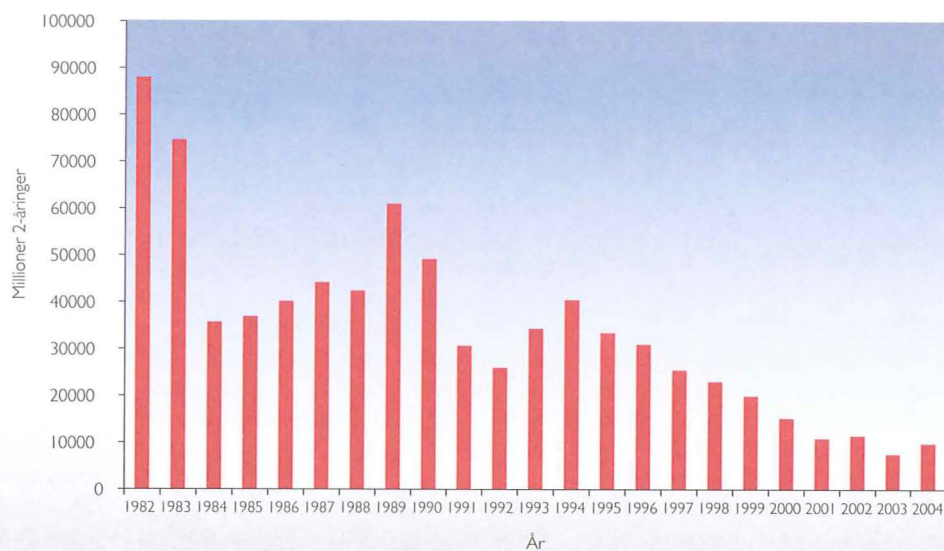
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Garn	29	32	26	19	19	16	17	18	14	12	14
Line / jukse	15	13	11	10	9	7	15	9	6	4	5
Snurrevad	12	12	9	8	7	6	3	6	4	5	6
Trål	6	7	6	3	2	1	6	2	1	1	1
Totalt	62	64	52	41	37	30	41	35	25	22	26

Norwegian Coastal Cod still in Decline

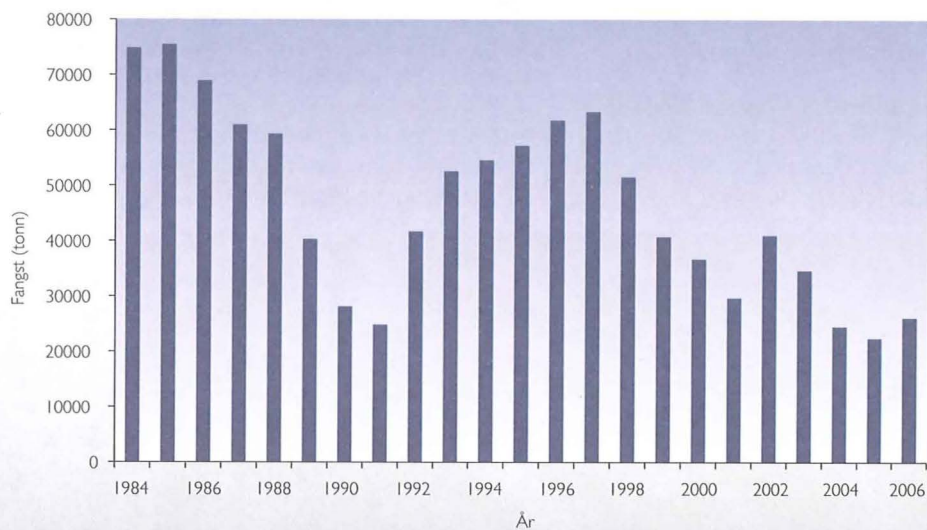
No precautionary reference points have been established for this stock. The spawning stock is among the lowest observed level. The recruitment has been well below average in the period after 1997, and the stock will continue to decline unless the fishing mortality is substantially reduced. ICES has recommended 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 2006–2008 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 2006–2008. 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.

Figur 2.2.2
 Norsk kysttorsk.
 Årsklassenes styrke som
 2-åring; årsklassene
 1982–2004.
 Norwegian coastal cod. Year
 class strength at age 2, year
 classes 1982–2004.



Figur 2.2.3
 Norsk kysttorsk. Fangst i
 perioden 1984–2006.
 Norwegian coastal cod. Land-
 ings, 1984–2006.



Kyst- og fjordbrisling

Else Torstensen

else.torstensen@imr.no

► Status og råd

Status for brislingbestandene i fjordene er ukjent. De siste årene har det vært små fangster og dårlig rekruttering. Det norske kystfisket etter brisling vest for Lindesnes er ikke kvoteregulert, og 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 brisling fredet frem til 31. juli.

Om høsten gjennomfører Havforskningsinstituttet akustiske mengdeberegninger av brisling i fjordene. Akustiske mengdeindekser over årets yngel er grunnlag

for prognoser for neste års fiske. Ved å sammenligne mengdeindeksene ett år med foregående års indeks og fangstutbytte, er prognosene uttrykt som sannsynlig økning eller reduksjon i fangst i forhold til året før. Mengdeindeksene for 0-gruppebrisling høsten 2007 tyder ikke på noen bedring i fangstgrunnlaget for kommende sesong.

Fiskeri

Foreløpige fangstdata for 2007 indikerer at den totale fangsten vil ligge på vel 2 400 tonn. Av dette er om lag 1 600 tonn tatt på Østlandet. Landingen av kystbrisling fra vestlandsfjordene i fjor var på 840 tonn, hvorav ca. 60 % ble tatt i Sognefjorden.

Fisket på kyst- og fjordbrislingen er et sesongfiske som i hovedsak foregår på sensommeren og tidlig høst. Det utøves

i dag av kystnotfartøy (< 28 m). Brisling brukes til produksjon av hermetikk (brislingsardinere og ansjos) og industriens kvalitetskrav (størrelse og fettinnhold) avgjør åpning og gjennomføring av fisket i de enkelte fjordene.

Det har vært en klar nedgang i totalfangstene i perioden 1961–2007 (Figur 2.3.1 og Tabell 2.3.1). Det er ikke klart hva denne nedgangen skyldes, men det antas å ha sammenheng med endringer i miljøforholdene. I området Stad–Lindesnes ble det i 2004 tatt totalt 370 tonn i fjordene, det laveste på mange år, men de to siste årene har landingene økt til 1 200–1 350 tonn. I 2007 var det igjen dårlig brislingfiske vest av Lindesnes, mens det var et meget bra fiske på stor brisling (ansjosbrisling) i Oslofjorden.



Foto: Else Torstensen

Brisling

Sprattus sprattus

Familie: Clupeidae

Maksimumsstørrelse: 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 nærrområder gyter brislingen pelagisk i Nordsjøen, Skagerrak–Kattegat og i fjordene på kysten.

Gytedispunkt: Lang gytesesong. Den viktigste perioden antas å være i mai–juni.

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

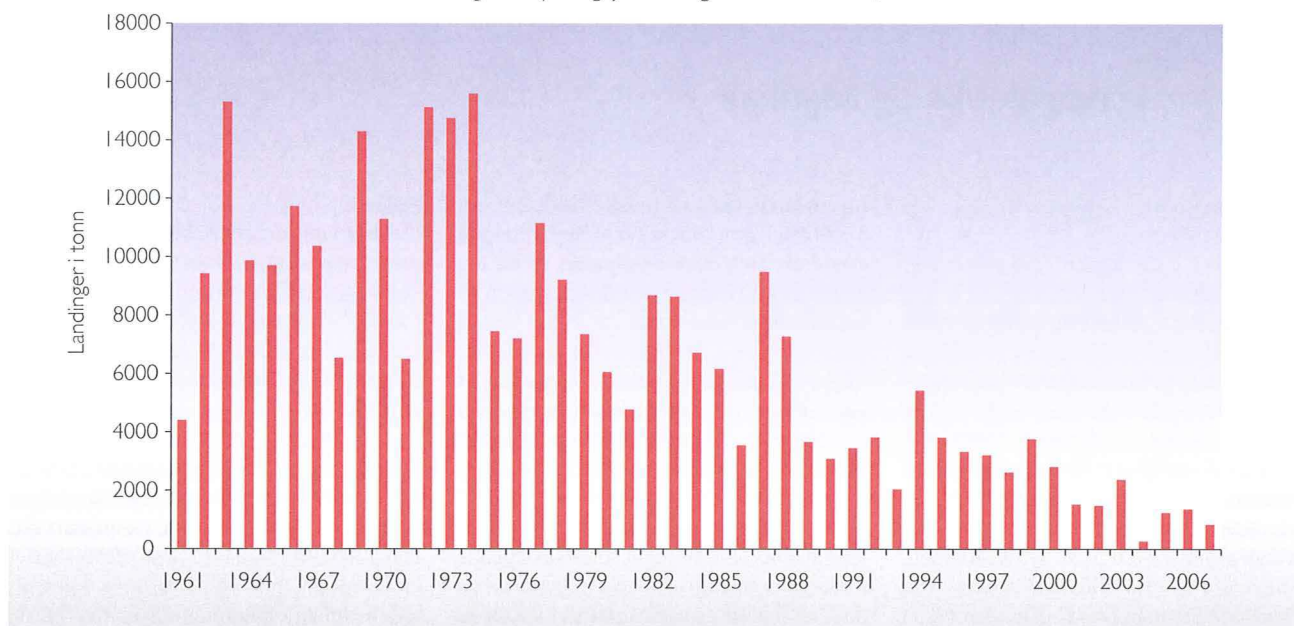
Fakta om bestanden

Brisling er en stimfisk som lever pelagisk og sjelden finnes dypere enn 150 m. Brislingen foretar ofte vertikale vandringar i takt med vekslinger i dagslyset og går mot overflaten når lysstyrken minker. Om sommeren står den høyt i sjøen, ofte nær/i 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 ett–to år gammel, sannsynligvis avhengig av veksten første leveår. Vi vet lite om brislingens bestandstilhørighet, om rekruttering og vandringar. 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.

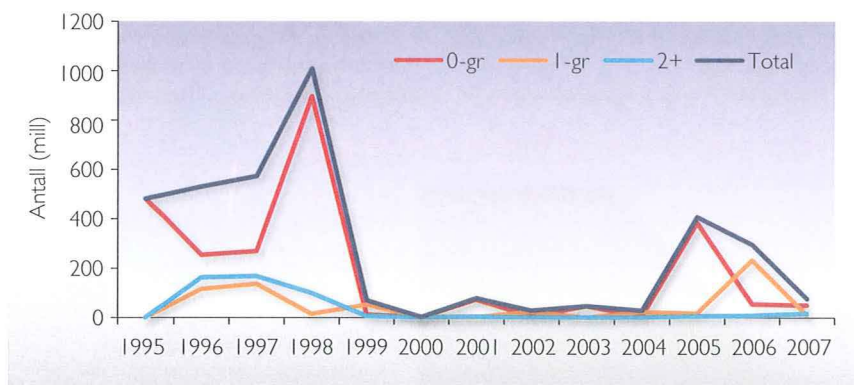
Høsten 2007 ble det bare registrert små forekomster av 0-gruppebrisling, og foreløpige resultater gir grunnlag for bekymring for utviklingen i bestanden. Kyststrekningen Hardanger–Sunnhordland, tradisjonelt et viktig brislingområde, har hatt liten rekruttering av brisling siden slutten av 1990-årene (Figur 2.3.2). Det samme var situasjonen høsten 2007. Dette året synes Sognefjorden å ha hatt den beste rekrutteringen. Her ble det også tatt gode fangster av brisling. I de fleste områdene synes forekomsten av eldre brisling å kunne gi et ekstra grunnlag for neste års fiske.

Landinger av kyst- og fjordbrisling vest for Lindesnes, 1961–2007



Figur 2.3.1

Totalt brislinglandinger (tonn) i kyst- og fjordfisket vest av Lindesnes, 1961–2007.
Sprat landings (tonnes) in the Norwegian coastal and fjord fishery west off Lindesnes, 1961–2007.



Figur 2.3.2

Antall (mill.) brisling i Hardanger–Sunnhordland per aldersgruppe og totalt, fjordtoktet oktober–november 1995–2007.
Abundance of sprat in the Hardanger–Sunnhordland area, by age group and total, from survey in October–November 1995–2007.

Tabell 2.3.1

Brislinglandinger (tusen tonn) i norske kyst- og fjordområder 1992–2007.
Sprat landings (thousand tonnes) from Norwegian coastal and fjord areas 1992–2007.

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 ¹⁾
Trøndelag-Helgeland	0,2	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
More og Romsdal	0,3	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
Stad-Lindesnes	3,4	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
Skagerrakkysten	0,4	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
Totalt	4,3	3,2	5,4	4,1	4,0	4,2	3,6	2,9	3,7	2,9	3,1	3,1	1,5	2,0	1,7	2,4

Kilde: Fiskeridirektoratet
1) Foreløpige tall

Coastal Sprat

Sprat fishery in the fjords is performed by coastal seiners in a fishery for human consumption (canning industry). Total landings in 2007 was about 2,400 tonnes, an increase compared to last years, but still far below the amount required by the industry (about 3,400 tonnes). The sprat catches in the Oslofjord made

about 1,600 tonnes, of which older and larger sprat were the dominant. The preliminary abundance indices of 0-group sprat indicate that the catches in the 2008-fishery will be at the same level as for 2007. Older fish might represent an additional source for the fishery in some areas.



Rognkjeks og rognkall

Knut Sunnanå

knut.sunnanaa@imr.no

► Status og råd

Bestanden av rognkjeks og rognkall synes nå å ha stabilisert seg på ca. 1/3 av nivået på 80-tallet, men i historisk sammenheng er bestanden lav etter en betydelig nedgang i løpet av 90-tallet. Bestandsanslaget er usikkert, først og fremst på grunn av usikker rekruttering (tilfang av nye individer). Rekrutteringen er antatt å være proporsjonal med gytebestanden, men slik at nye individer rekrutterer ved 5-årsalder. Dette betyr at bestanden vil ha en svak rekruttering i flere år fremover.

Beregninger av bestandens størrelse viser at den fiskbare gytebestanden av kjekser, dvs. fisk som er stor nok til å bli fanget

i garn med fastsatt maskevidde, er ca. 8 000 tonn, noe som betyr at beskatningen av denne delen av bestanden er på ca. 28 %. Tegn tyder på at rekrutteringen til bestanden er svak, men det synes ikke å være noen fare for gytebestandens evne til å reproducere. Det er sannsynlig at variasjoner i gytebestandens størrelse kan forsterkes av naturlige faktorer som for eksempel naturlig dødelighet.

Havforskningsinstituttet anbefaler reguleringstiltak som sikrer at antall deltagende fiskefartøy begrenses til ca. 300, basert på dagens fiskemønster, og at det sikres et moderat uttak fra bestanden på inntil 400 tonn rogn. Havforskningsinstituttet finner ikke behov for å endre fartøkvoten fra dagens 2 000 kg.

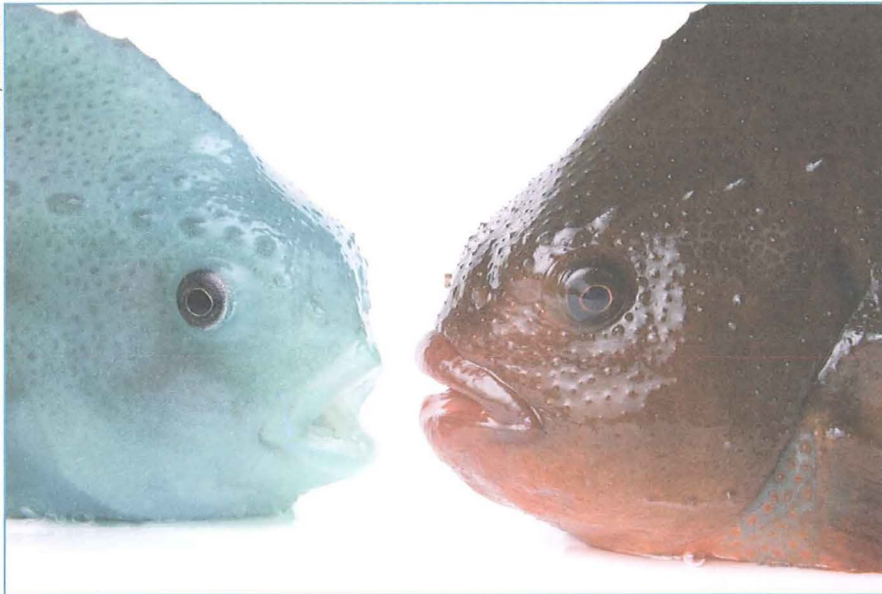
Fiskeri

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

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.

Fisket har de siste årene vært til dels betydelig hindret av utbredelsen av kongekrabbe. Fiske etter rognkjeks øst

Foto: Øystein Paulsen



Rognkjeks (hunn) og rognkall (hann)

Cyclopterus lumpus

Andre norske navn: Rognkjølse

Familie: Cyclopteridae (rognkjekser og ringbuker)

Maksimal størrelse: Opptil 63 cm og 5,5 kg

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

Leveområde: Tarebeltet første leveår, deretter fritt svømmende 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 2006: 2 000 kg rå rogn per fartøy
Siste års fangst: 330 tonn rå rogn (1 810 tonn kjekser)

Norsk fangstverdi: 8,4 mill. kroner

Antall deltagende båter (2007): 232

Fakta om bestanden

Rognkjeksen 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 kjekser fra februar til mai. De inviteres til en passende gyteplass av hannen som vokter den. Når eggene befruktes blir de klebrige og festes til fjell eller steiner på bunnen. Eggene fra de forskjellige kjeksene festes 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 til kysten for å gyte. Hver kjekse gyter 1/7 av kroppsvekten sin.

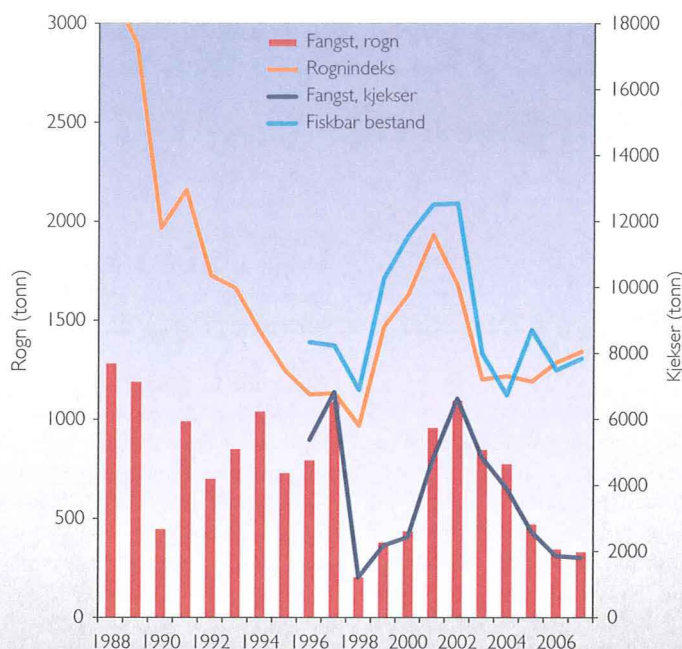
Arten finnes i hele det østlige Atlanterhavet, Nordsjøen, Østersjøen og Barentshavet.

Den kan vandre store avstander ut i havet, og det er uvisst om det finnes flere adskilte 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.

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 lump sucker 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.



for Nordkapp ble ett av kriteriene for å få kvote på kongekrabbe, dette har hatt betydning for økningen i deltagelsen de siste årene.

Figur 2.4.1 viser fangstmengde av rå rogn i rognkjeksfisket. Før det ble innført kvote-regulering for kystflåten i forbindelse med torskefisket, er det vanskelig å angi hvor mange fartøy som deltok. Etter 1990 har deltagelsen variert mellom 200 og 800 fartøy. I 1997 og 2003 var deltagelsen særlig stor, mens den i 1998–2000 og i 2006 var svært lav. De siste årene har en økende andel av de deltagende fartøyene levert mer enn 1 500 kg rogn, denne andelen utgjør nå ca. 60 %.

Figuren viser også fangst av kjekser i tonn fra 1996 og frem til i dag. Disse tallene er basert på utregning fra data om rogn per kjekse, samt data om forholdet mellom lengde og vekt.

Markedet for rogn fra rognkjeks tar unna ca. 4 000 tonn rå rogn hvert år. Det meste saltes i tønner av mottak eller fisker. Markedet er følsomt for svingninger i landet kvantum, og det er ikke grunnlag for vesentlige endringer i kvantum verken i Norge eller andre land som fisker etter rognkjeks.

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.

En viktig faktor for bestandsberegning er et korrekt anslag for nivået av beskatningspresset, dvs. fiskedødeligheten. Siden dette ikke kan måles direkte, er det antatt at nivået fra 1987 til 1996 var høyt, med et gjennomsnittlig uttak på 50 % av tilgjengelig bestand hvert år. Ut fra disse antagelsene og den enkle modellen er beskatningspresset i 2007 anslått til ca. 30 %, noe som anses moderat.

Metoden som benyttes har de siste årene gitt et relativt stabilt bilde av bestands-situasjonen, 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.

I modellen antas det at rekruttering av en ny årsklasse er tilnærmet proporsjonal med størrelsen på gytebestanden. Rognkjeks har utstrakt yngelpleie, gyter relativt få egg og hevder revir, slik at mengden yngel som produseres er antatt å være avhengig av antall fisk som gyter. Man kjenner imidlertid svært lite til prosessene som påvirker individene fra yngelstadiet og fram til de er voksne. Antagelsen om proporsjonalitet mellom gytebestand og

påfølgende rekruttering er derfor meget usikker, selv om modellen gir en rimelig god sammenheng.

Lumpsucker

The Norwegian catch of lump sucker in 2007 amounted to 330 tonnes of roe at a value of 8.4 million Norwegian kroner. This corresponds with a catch of 1 810 tonnes of female lump suckers. The stock of female lump sucker 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

Caroline Durif

caroline.durif@imr.no

Anne Berit Skiftesvik

anne.berit.skiftesvik@imr.no

► Status og råd

Ålen ble nylig ført opp på Artsdatabankens rødliste for truede arter etter en nedgang i bestanden over flere tiår. Det er ingenting som tyder på at bestanden er i bedring. Norge utgjør det nordligste utbredelsesområdet for den europeiske ålen, og tettheten av ål er større i de sørlige deler av landet enn i de nordlige. Vi har ingen bestandsestimat for ål i Norge.

Fiskeri

Ål blir fisket med åleruser og teiner, spesielt på Sørlandet. Figur 2.5.1 viser fangst av ål i Norge de siste årene.

Pågående forskning

Forskjeller i hvordan ål finner veien i ferskvann og saltvann blir undersøkt ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll. Det er kjent at jordens magnetfelt påvirker orienteringen til et mangfold av organismer. Selv om det aldri er vist for ål, er det sannsynlig at de bruker magnetfeltet for å finne veien tilbake til gyteområdene sine. Visuell oriering er ikke mulig i åpent hav, og spesielt

ikke siden ålen trolig svømmer i den mesopelagiske sonen (fra 200 m til 1000 m dyp). Andre faktorer som for eksempel temperaturforandringer og strøm, kan ikke brukes til å orientere seg etter fordi de trolig er for svake, og de har ikke alltid samme retning. Forløpige resultater fra testfasiliteten på Austevoll er lovende, og viser at ål kan orientere seg i forhold til det magnetiske feltet som blir satt opp.

Fakta om bestanden

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), og 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.

Analysen av otolitter (øresteinen; 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 semi-katadrom atferd (de vandrer mellom ferskvann og brakkevann). Det er bemerkelsesverdige sider, 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.



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

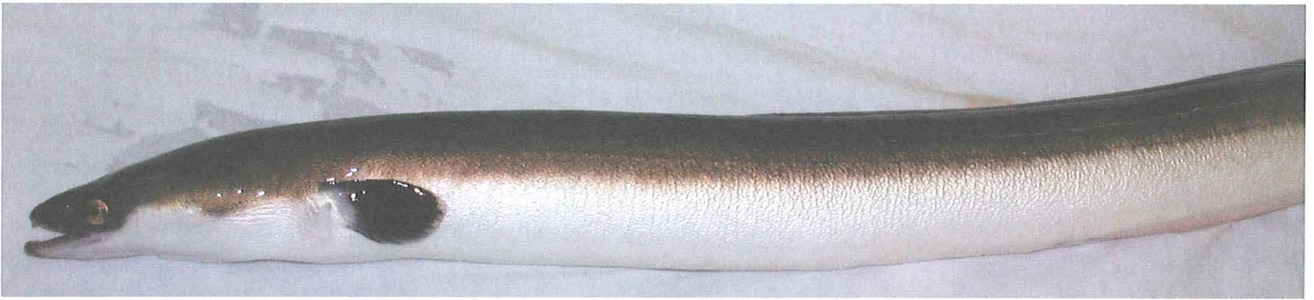
Hovedgyteområde: Sargassohavet

Gytetidspunkt: Ukjent, men trolig mellom mars og juni. Ålen er engangsgyter.

Føde: Animalsk føde, mer eller mindre altetende.

Særtrekk: Ål er sterkt fotofobisk (lyssky).

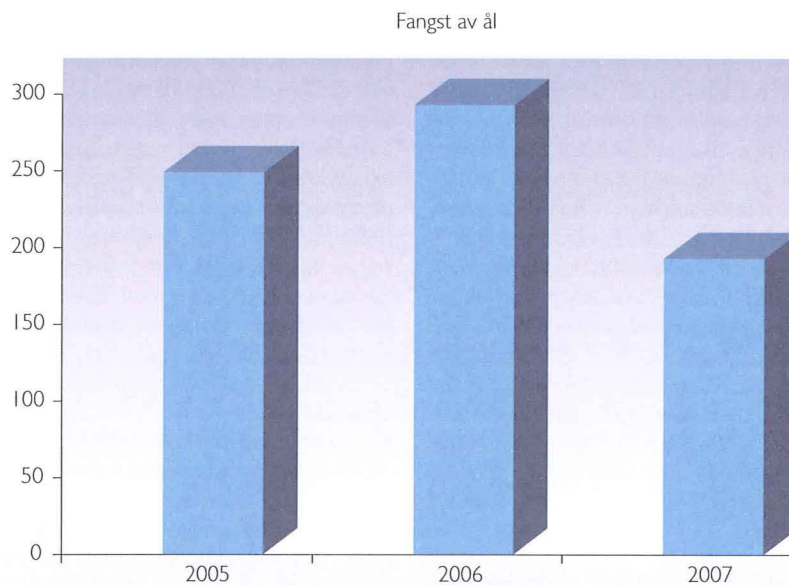
Den kan bli værende ute av vannet i mer enn 24 timer, og kan også vandre over land i forbindelse med vandingen fra ferskvann til sjø når de starter gytevandringen. Ål kan svømme bakover.



Figur 2.5.2

Blankål: en kan se kontrastfargen som er typisk for ål som er klar til å vandre.

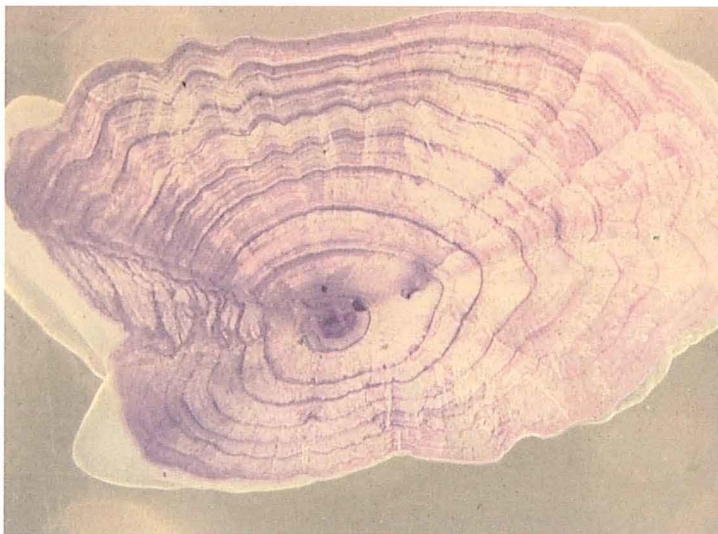
Silver eel: one can see the countershading typical of eels when they are about to migrate.



Figur 2.5.1

Fangst av ål i Norge 2005–2007.

Catch of eel in Norway 2005–2007.



Figur 2.5.3

Åleotolitt markert med toluidinblå og brukt til aldersbestemmelse.

Eel otolith marked by toluidine blue and used for aging.

European Eel

The European eel, *Anguilla anguilla*, lives most of its life in coastal or inland waters but spawns in the Sargasso sea. It has one of the longest migrations since approximately 6 000 km away from the growth area. Leptocephalus larvae are transported by the Gulf Stream towards Europe. Once they are close to the continent, they metamorphose into small transparent eels, called glass eels. At this stage, they colonize coastal and inland waters, often ending up deep into the freshwater systems. Eels have been found at more than 1 000 km inland. The growth period, called the yellow eel stage lasts for a variable amount of time (5 to 20 years). After this period and once they have accumulated sufficient energy stores, they begin their sexual maturation and become silver eels. These migrate back to the sea towards their spawning grounds generally during the autumn season.

The European eel is distributed in almost all of Europe, and along the Mediterranean coasts of Africa and Asia. The distribution area has no sharp northern limit, but gradually declines towards the north, though eels are still found as far as North Cape. Eels adapt very quickly to either fresh- or saltwater environment. Recent analyses have shown that eels may exhibit different life patterns and that some individuals never actually enter freshwater. It is not known why certain individuals choose to migrate up the rivers and others don't. Food availability and predation are probably involved, but more research is needed. Since the 1980s, a steady decline has been observed in the recruitment of glass eels. The situation is alarming as the stock is outside safe biological limits. In 2006, *Anguilla anguilla* was listed on the Norwegian Red List as critically endangered, which is the last category before extinct.



Hummer

Jan Atle Knutsen

jan.atle.knutsen@imr.no

Ann-Lisbeth Agnalt

ann.lisbeth.agnalt@imr.no

► Status og råd

Hummerbestanden langs norskekysten er på et historisk lavt nivå. Havforskningsinstituttets overvåking av fangst per enhet innsats (antall hummer per teinedøgn) viser stadig svært dårlige fangster, men det rapporteres om bra med småhummer og en økt andel kjønnsmoden hummer i noen områder.

Fra 1960 har hummerfangstene avtatt gradvis, og i dag viser både offisielle tall over mengde registrert eller omsatt hummer (Figur 2.6.1) og Havforskningsinstituttets ressursovervåking (Figur 2.6.2) at hummerfisket ikke lenger har samme betydning som det hadde tidligere. I perioden 1945–1960 lå de registrerte fangstene i Norge mellom 600–900 tonn årlig. Fram til 1960 utgjorde det norske hummerfisket mellom 20 og 50 prosent av den totale fangsten i Europa. Nå utgjør de registrerte norske fangstene under 2 prosent av de totale europeiske fangstene (45 tonn i Norge 2007). Det er

ingen andre land i Europa som har erfart en slik dramatisk nedgang i hummerfisket som Norge. I Norge har hummerfisket i økende grad blitt overtatt av fritidsfiskere, og deres fangster er vanligvis ikke med i statistikken over registrerte fangster, så dermed er statistikken blitt mer usikker med årene.

Minstemålet for hummer som det er lov å ta i land, er 25 cm fra Rogaland og nordover og 24 cm fra Sørlandet til svenskegrensen. Fisketiden er begrenset til deler av året, og det er innført tiltak for å redusere bifangsten av hummer i andre fiskerier. Verken heving av minstemålet eller andre beskyttelsestiltak som har blitt innført, synes å ha hatt noe effekt på hummerbestanden, den viser fremdeles få tegn til økning. Det er derfor utarbeidet et forslag til nye forvaltningsregler for hummer som vil bli gjort gjeldende fra 1. oktober 2008. Her vil regelverket bli mer i tråd med hva som er vanlig ellers i Europa (se kapittel 1.7 Nye forvaltningsregler for hummer).

Havforskningsinstituttet samler årlig inn fangstskjema fra 60–80 hummerfiskere fra Hvaler i øst til Møre i nordvest. Basert på

svarene blir fangst av hummer per enhet innsats (dvs. antall hummer per teinedøgn) regnet ut. Denne metoden har vært brukt helt siden 1928. I tillegg er det gjort avtaler med utvalgte fiskere om å måle fangsten for å få gode tall på rekrutteringen og lengdefordelingen.

Fiskeri

Fangst av hummer foregår med teiner på dyp mellom ca. 10 og 30 meter. Det brukes vanligvis enten saltet eller råttent agn til hummerfiske, ferskt agn tiltrekker for mange krabber. Hummeren lever på bunnen og trives best på stein- og fjellbunn. Den finner skjulesteder i steinurer, og holder seg gjemt hele dagen. Først når det blir natt går den ut på jakt etter føde. Føden består mye av skjell, muslinger og kråkeboller, som lett knuses med de kraftige klørne.

Utbredelse

Hummeren har sin hovedutbredelse ved Nordsjøens og Skagerraks kyster. Mot øst går den inn mot Kattegat, vestover til Shetland og nordover til Tromsø. Det finnes en egen hummerbestand i Tysfjord, og det er også hummer i Middelhavet.

Foto: Eva Farestveit



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.

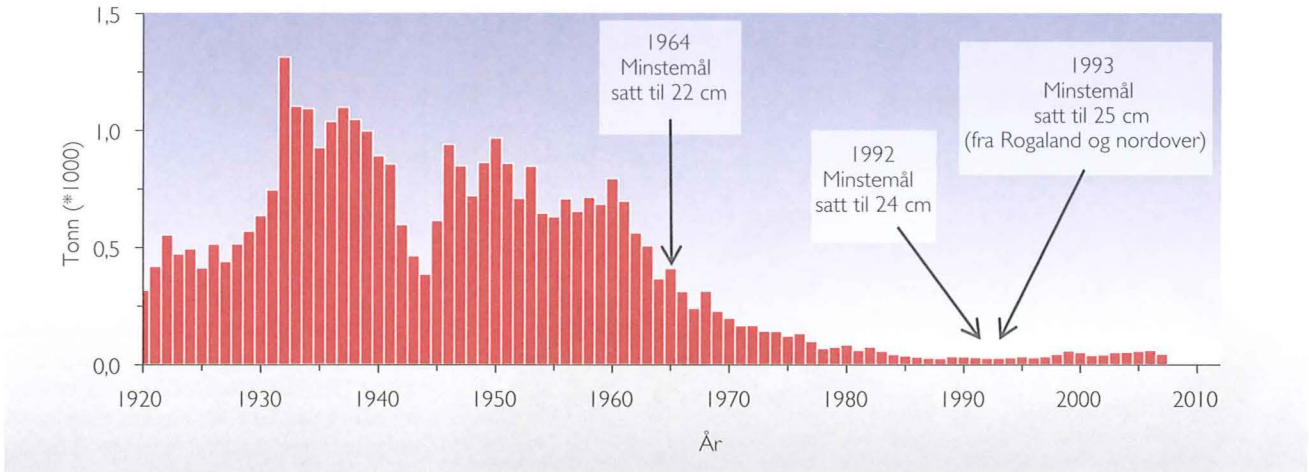
Alder ved kjønnsmodning: 5–7 år.

Størrelse ved kjønnsmodning: 76–85 mm ryggskjold (22 til 25 cm total-lengde). Minst ved Hvaler, gradvis større mot vest og nord.

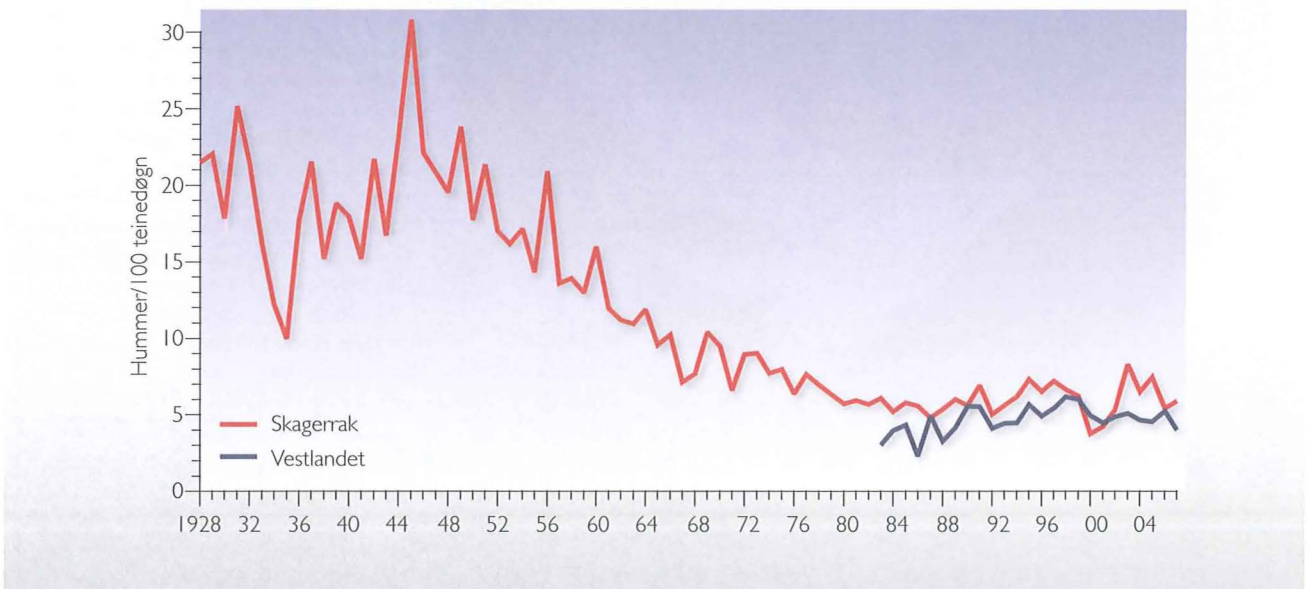
Maksimal alder: 60 år (engelsk eksemplar).

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.



Figur 2.6.1
Hummerfangster i Norge 1920–2007.
Norwegian lobster catches 1920–2007.



Hvor er de minste?

I langt over 100 år har forskningsmiljøene her til lands og ellers i Europa saumfart havet på leting etter det til nå uoppdagede fjerde stadium av hummer. Det har vært mulig å finne første til tredje stadium av hummeren, det vil si de nyklekkete larvene, som om sommeren svømmer rundt på 5–10 meters dyp inne ved kysten. Men hvor småhummeren (mindre enn 5 cm) oppholder seg, er et stort mysterium. Noen fiskere forteller at de har sett småhummere svømme inn til kysten nærmest i stim. Andre forteller at de har fått rognhummer nede på 100 meters dyp. Kanskje ligger hemmeligheten begravet på dypt vann?

European Lobster

The lobster fishery in Norway is still an important event for the coastal population. However, a monitoring lobster program performed by Institute of Marine Research show that the lobster catch rate (CPUE) are on a historical low level. The landings are also at a historical low level (45 tonnes in 2007), compared to 600–900 tonnes in 1945–1960. A new management plan for how to increase the lobster stock efficiently has now been made, and will be implemented before October 2008.

Figur 2.6.2

Fangst av hummer per enhet innsats (teinedøgn) på kysten av Skagerrak (rød) og Vestlandet (blå), 1928–2007. Lobster catches per pot/day 1928–2007. Red Skagerrak, blue Western Norway.



Taskekrabbe



Foto: Øystein Paulsen

Knut Sunnanå

knut.sunnanaa@imr.no

► Status og råd

Fisket etter taskekrabbe er i rivende utvikling, i Norge fanges det nå nær 8 500 tonn per år. Det er ikke kvoter for krabbefisket, og det er usikkert om dagens fangstnivå er bærekraftig. Likevel synes utviklingen av fangst per teine å peke mot en stabil bestand.

Bestanden av taskekrabbe følges gjennom innsamling av data fra fisket. Arbeidet utføres av fiskerne på bestilling fra Havforskningsinstituttet, og denne innsamlingen har pågått i sju år. Det gis ikke kvote for taskekrabbe, og bestandens utvikling følges gjennom indekser for fangst i forhold til innsatsen i fisket. Havforskningsinstituttet rapporterer hvert år om bestandens utvikling til krabbefangst, og det vurderes om det også skal gis råd om kvote i dette fisket. Vi gjør løpende vurderinger av reproduksjonspotensialet ved å se på andel hunner i fangsten og samtidig vurdere antall krabber under minstemål som en indeks for rekruttering.

Fakta om bestanden

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 bunslår 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

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

Kvot: Ingen

Minstemål: 13 cm skallbredde (11 cm fra Rogaland og sørover)

Fangst: Norsk fangst 8500 tonn, total fangst ca. 45 000 tonn.

kysten, spesielt om natten, og beiter på tilvekst av rur og andre organismer som er kommet til i løpet av sommeren.

Fiskeri

Det ble fisket mer krabbe rett etter siste verdenskrig enn i dag. Det fiskes likevel mer krabbe i dag enn på 50-tallet og begynnelsen av 60-tallet. Krabbefisket økte i 30-årene etter hvert som hermetikkindustrien tok unna et betydelig kvantum, og nivået stabiliserte seg frem til midten av 60-tallet på nær 4 000 tonn. På den tid foregikk fisket i hovedsak på Vestlandet og i Møre og Romsdal. Fordi fisket i våre dager har flyttet seg nordover, og 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.

Fisket etter krabbe foregår med teiner fra tidlig sommer 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.

Det norske fisket på 8 500 tonn utgjør litt over 10 % av verdens fiske etter taskekrabbe. Andre land som fisker større kvanta, er Storbritannia med ca. 20 000 tonn, Irland med ca. 13 000 tonn og Frankrike med ca. 8 500 tonn. Det totale fisket har økt fra under 30 000 tonn på begynnelsen av 90-tallet til vel 45 000 tonn i dag.

Utviklingen i det norske fisket de siste ti årene er vist i Figur 2.7.1, og fangstene er fordelt på statistiske områder. Utviklingen viser tydelig at fangstene tidligere var størst i Sør-Trøndelag og Møre og Romsdal, mens de nå er størst i Nord-Trøndelag og Helgeland. 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 svenskegrensen, og det rapporteres ikke til salgslag i dette området.

I Figur 2.7.2 vises utviklingen av fangstratene i de fire områdene der det meste av fisket foregår i dag. Gjennom disse årene har fisket økt mer i område 6 og avtatt noe i område 7, spesielt etter 2002. Fangstratene synes likevel å være stabile i begge områdene, både for krabber som leveres og mengden krabbe til utkast. Det synes derfor ikke å være noe tegn til overbeskatning av bestanden i noen av områdene. Fangstratene i område 8 er noe lavere for stor, levert krabbe i 2007 enn i de tre undersøkte årene tidligere, men

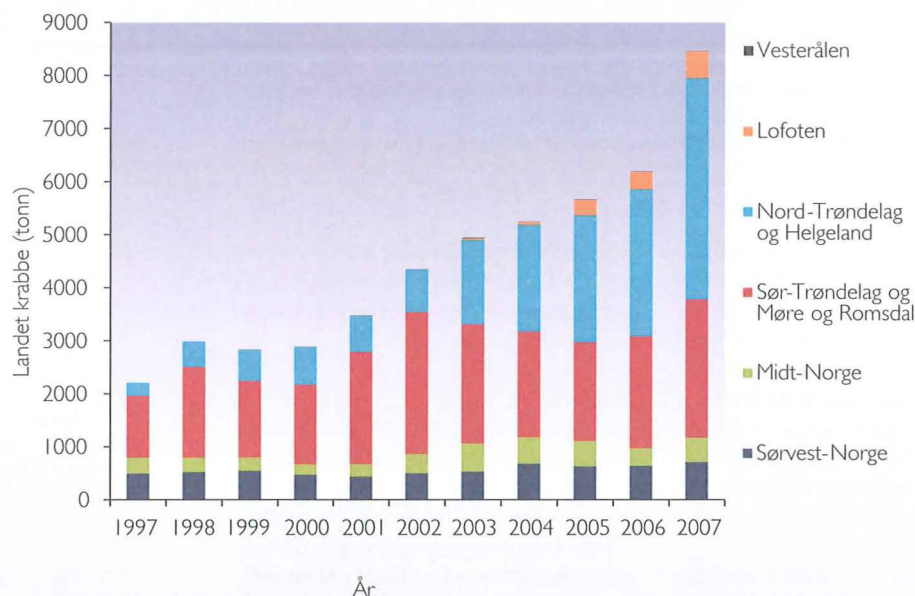
innsamlingen av data er utført i litt andre områder. Vi må derfor se utviklingen over flere år. Det skal merkes at minstemål i dette området er 11 cm, mens figuren viser krabbe over og under 13 cm som levert og utkast hhv.

Vekst og skallskifte

Krabbens størrelse varierer fra sør til nord, de største finnes lengst nord. Fra Rogaland og sørover er minstemålet 11 cm som en følge av at krabben er mindre på Sørvestlandet og Sørlandet. 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. Etter skallskifte går det en viss tid der krabben har bløtt skall og inneholder lite mat – den kalles da ofte for blautkrabbe eller vasskrabbe. Den har da liten verdi og kastes tilbake på havet.

Men også harde krabber kan ha lite mat og blir da kalt vasskrabbe. Ofte kan man kjenne at det "skulper" når krabben ristes på, og leveranse av slik krabbe gir lavere pris. På enkelte områder av kysten er slik vasskrabbe mer utbredt enn andre steder, og det har vært spekulert i om dette skyldes matmangel og altfor store bestander.

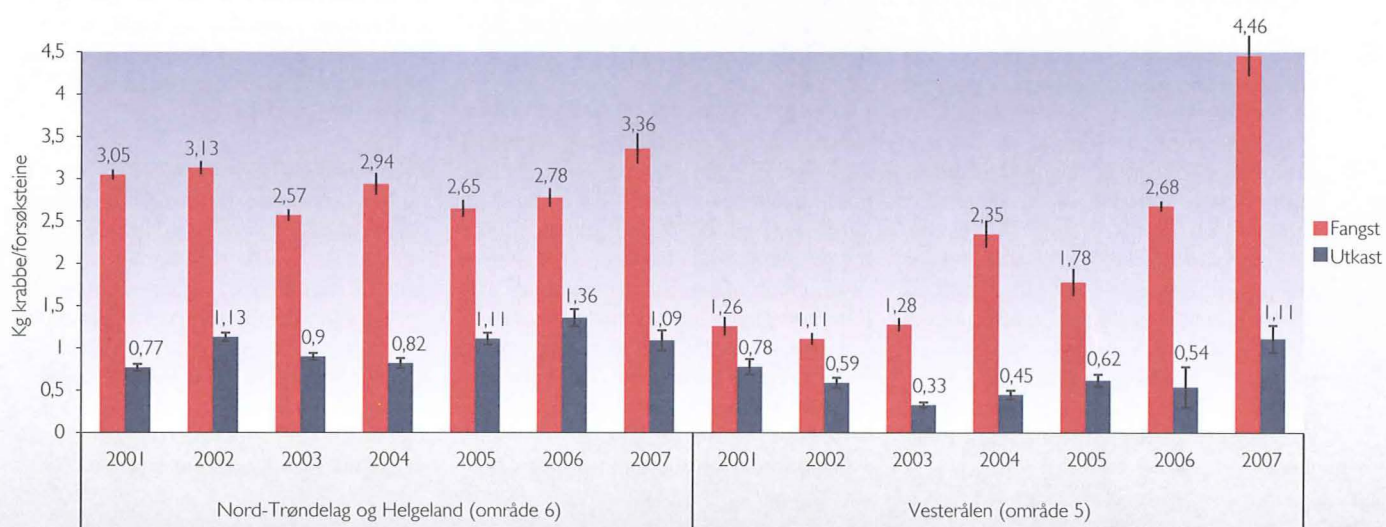
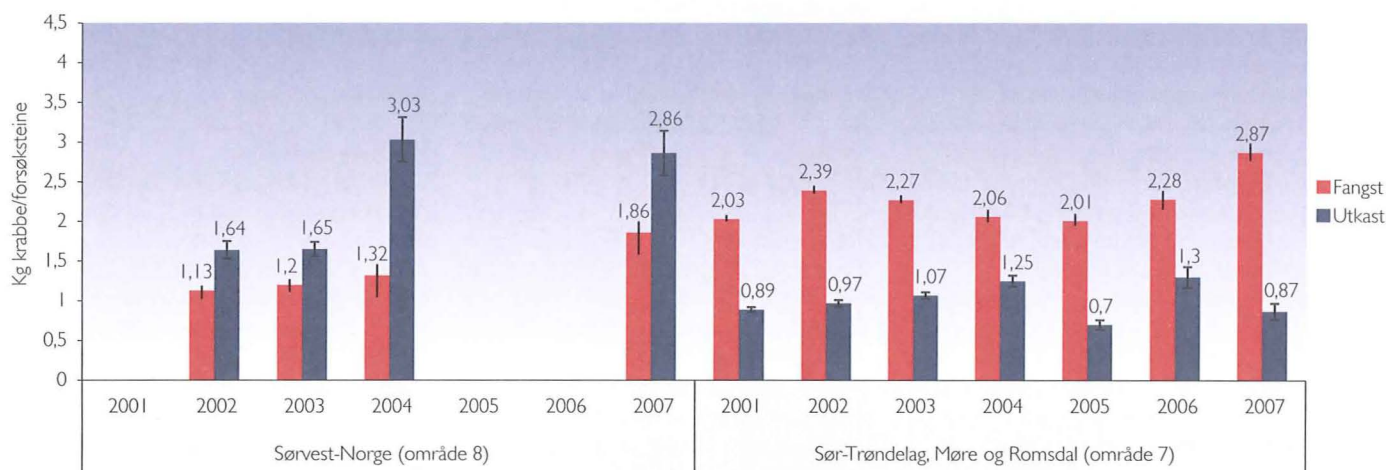
Det er likevel mest nærliggende å tro at graden av vasskrabbe – "tomkrabbe"



Figur 2.7.1

Fangst av taskekrabbe i Norge de siste ti år. Fangsten (tonn landet krabbe) er fordelt på statistiske områder.

Landings of Edible crab (Cancer pagurus) in Norway, distributed on statistical areas.



Figur 2.7.2

Fangstrater i forsøksteiner (kg krabbe per teine) samlet inn av fiskere. Fangstrater er vist for landet fangst og for utkast (fordelt på krabbe over og under 13 cm).

Catch rates (kg crab per trap haul) collected by fishers, shown for landings and discards (divided by 13 cm shell width).

– kan ha sammenheng med om skallskifte foregår hvert andre år, hvert tredje år eller sjeldnere. Dersom skallskifte skjer hvert tredje år, vil disse krabbene komme direkte til fangstområdene etter klekking det første året – siden de ikke skal skifte skall, og dermed bidra til et høyere antall ”tomme” krabber på feltet. Det er usikkert hvordan en slik skallskiftesyklus hos hunnen vil påvirke skallskifte hos hannene.

Det er først og fremst i områder nord på Vestlandet at dette problemet er utbredt, og en biologisk forklaring kan altså være at krabbene i dette området bare skifter skall hvert tredje år. Lenger sør velger krabben å skifte skall annet hvert år, og lengre nord blir krabben kjønnsmoden først ett år seinere, men skifter da også skall annet

hvert år. Dessverre blir det ikke samlet inn data fra fiskerne nord på Vestlandet, og kunnskapen om dette problemet er svært mangelfull.

Edible Crab

The fishery for edible crab is developing very rapidly in Norway, and the landings have now increased to about 8,500 tonnes. 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 seven years now and the development of catch per pot seems to indicate a stable stock.



Kongekrabbe

Jan H. Sundet

jan.h.sundet@imr.no

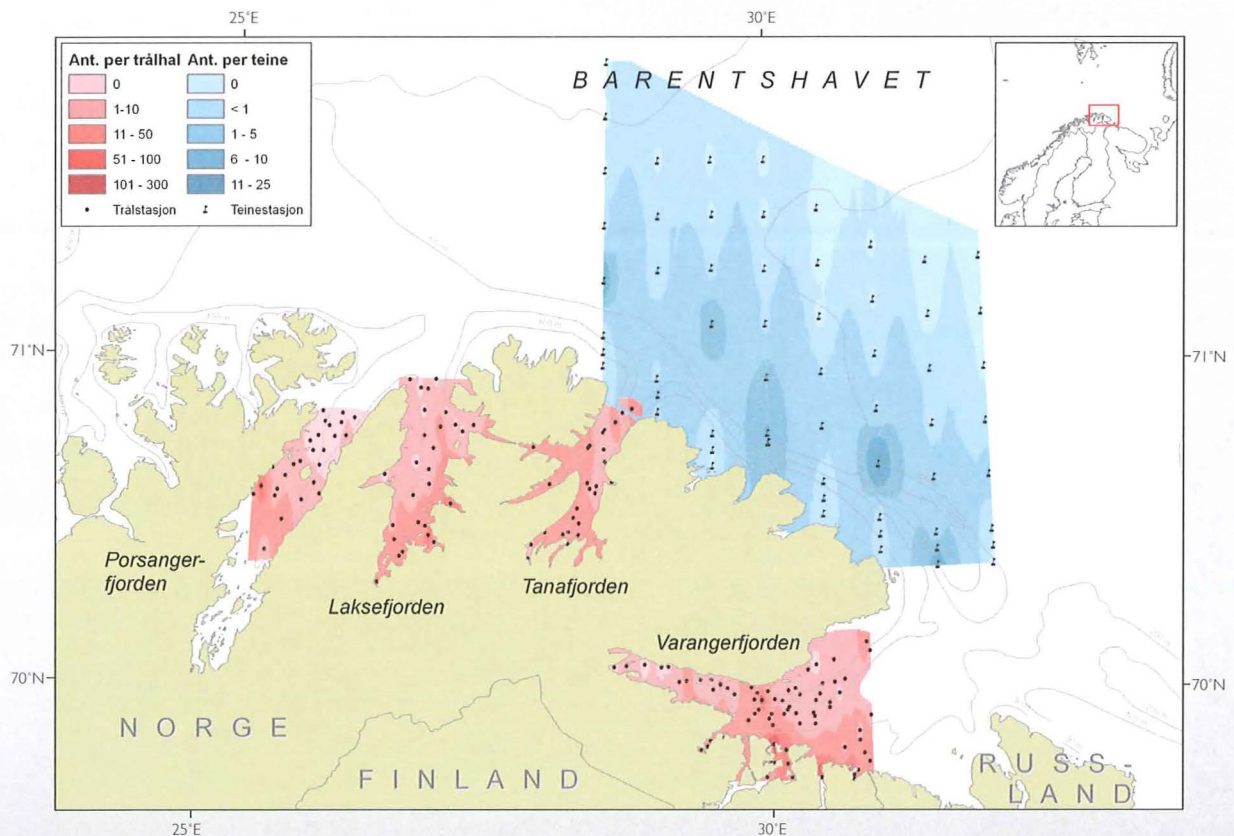
► Status og råd

Høsten 2007 ble den fangstbare bestanden av kongekrabbe i norsk sone av Barentshavet estimert til ca. 1 million individer. Rekrutteringen til fangstbar bestand var dårlig i 2007, men forventes å øke i 2008. Forvaltningen av kongekrabbe er nå et rent norsk anliggende i vår sone. Det kommersielle fisket etter kongekrabbe er betydelig, men samtidig er bifangst av kongekrabbe et problem i garn- og linefisket i krabbens utbredelsesområde.

Havforskningsinstituttet gjennomførte en kartlegging av kongekrabbe i fjordene Varanger, Tana, Laksefjorden og delvis Porsanger i løpet av et tre ukers tokt høsten 2007. Kartleggingen ble utført ved hjelp av krabbetrål og firkantteiner. Tettheten av kongekrabbe i disse områdene er fremstilt i Figur 2.8.1.



Foto: Anette Karlsen



Figur 2.8.1

Tetthetsfordeling av kongekrabbe i de undersøkte områdene av norsk sone i 2007. Merk at det er benyttet forskjellige redskaper (se figuren). Figure shows the distribution of red king crab abundance in the Norwegian Economic Zone (NEZ) in 2007. Note that different sampling gears are used (see figure).

Estimatet av krabber større enn 70 mm skallengde var på ca. 4,3 millioner individer, omtrent det samme som i 2006. Mengden krabber mindre enn denne størrelsen er ikke tilgjengelig for våre redskaper og lar seg derfor ikke måle. Beregningen er svært usikker, og i stor grad avhengig av hvor store områder som omfattes av undersøkelsene. På grunn av biologien og atferden til små kongekrabber kan ikke rekrutteringen til bestanden beregnes ved å måle krabbeyngel. I norsk sone var beregningene av fangstbar krabbe, dvs. hannkrabber større enn 137 mm skjoldlengde, ca. 1 million individer og på samme nivå som i 2006 (Tabell 2.8.1). Rekrutteringen til den fangstbare krabbebestanden forventes å øke både i 2008 og 2009.

Størrelsessammensetningen i krabbebestanden i Varanger viser at en ny tallrik årsklasse med gjennomsnittlig skjoldlengde på ca. 110 mm dominerer (Figur 2.8.2.a). Siden hovedtyngden av den norske kongekrabbebestanden fortsatt er i Varanger,



Kongekrabbe

Paralitodes camtschaticus

Utbredelse: Langs kystområdene og til havs i det sørlige Barentshavet, på dyp fra ca. 5–400 m, avhengig av årstid.

Størrelse: Blir sjelden 8 kg, skjoldlengde på 2–23 cm i norske farvann.

Føde: Bunndyr og planter

Kvoteråd: Ingen kvoteråd for 2008

Kvota 2007: 300 000

Fangst 2007 norsk og norsk/russisk: Norsk fangst i 2007: 300 000. Russisk fangst ukjent.

Norsk fangstverdi 2007: Ca. 55 millioner kroner

Kongekrabbe ble introdusert til Barentshavet fra Okhotskhavet i Det fjerne østen på 1960-tallet, og har deretter spredd seg til områder i hele det sørlige Barentshavet. Det naturlige utbredelsesområdet er i Beringhavet og nord i Stillehavet. Utbredelsen i Barentshavet går i øst til øya Kolguev, i nord til Gåsbanken og i vest til områder ved Hammerfest. I russisk sone har krabben en betydelig utbredelse til havs,

Tabell 2.8.1

Tabell over estimert antall fangstbare (skjoldlengde større enn 132 og 137 mm) hannkrabber i norsk (NØS) og russisk økonomisk sone (RØS) sone i tidsrommet 1995–2007.

Table showing the estimated number of legal male king crabs in Norwegian (NEZ) and Russian (REZ) part of the Barents Sea in the period 1995–2007.

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**	

* Beregningen er basert på russiske bifangstdata

** Beregning av hanner større enn 137 mm skjoldlengde

na: ikke tilgjengelig

RØS: Russisk økonomisk sone

NØS: Norsk økonomisk sone

Tabell 2.8.2

Tabell over norsk totalkvote, antall deltagende fartøy, fartøyskvote og gjennomsnittsvikt av landet kongekrabbe i tidsrommet 1994–2007. 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 1994–2007. Gr I and Gr II represents two different vessel categories.

År	Totalkvote (antall krabber)	Antall fartøy	Fartøyskvote (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 (pr. des. 2006)
2007	300 000	264	1260 (Gr. I)(+) 630 (Gr. II)	3,5 (pr. des. 2007)

(+) refordeling av kvote ga noen båter tilleggskvota mot slutten av fisket.

Fakta om bestanden

mens den på norsk side ser ut til å holde seg kystnært.

Kongekrabbens diett består av bunndyr og planter. Børstemark og små muslinger står øverst på menyen. Krabben er en kaldtvannssart og finnes helst ved temperaturer mellom 0–5 °C. Den blir kjønnsmoden når skjoldlengden er ca. 11 cm, og går med utrogn i ett år. Eggene klekkes om våren. Larvene lever pelagisk (dvs. i frie vann-

masser) i ca. 1,5 måned før de bunnsår på grunt vann der yngelen oppholder seg de første 2–3 årene.

Kongekrabbe er en fremmed art i Norge, derfor fokuserer vi på hvilke effekter den eventuelt kan ha på økosystemet. Siden krabben lever på bunnen og spiser bunndyr og planter, er det sannsynlig at denne delen av økosystemet blir mest påvirket.

vil endringer i bestanden i dette området gi store utslag i den norske totalbestanden.

I Tana ser det ut som en ny sterk årsklasse er under utvikling, men rekrutteringen blir svak i 2008 (Figur 2.8.2. b). I Laksefjorden domineres bestanden av én sterk årsklasse med en gjennomsnittlig skallhøyde på ca. 100 mm (Figur 2.8.2.c).

Vi gjennomførte også en bestandskartlegging i deler av Porsangerfjorden, men på grunn av lite data ble det ikke laget noen figurer over størrelsesfordelingen her.

Den norske kvoten for 2008 er enda ikke fastsatt. En stortingsmelding om kongekrabben ble lagt frem for Stortinget høsten 2007, og forventes å bli behandlet først på nyåret. Det forventes at kvoten for 2008 fastsettes etter denne behandlingen.

Fiskeri

Kongekrabbe fiskes med teiner, hovedsakelig i fjordene og i kystnært farvann langs Øst-Finnmark.

Fiske etter kongekrabbe i norsk sone startet i 1994. Da var det organisert som et forskningsfiske, men fra 2002 har det også vært drevet kommersielt fiske. Tildelingen av kvoter i kongekrabbefisket skjer til to grupper. Gruppe I har full kvote og omfatter fiskere på fiskermanntallets Blad B, mens gruppe II i hovedsak er fiskere på Blad A. Disse har forskjellig krav til kvalifisering til fisket. I 2006 deltok 264 fartøyer med en fartøyskvote på 1260 krabber i gruppe I og 630 i gruppe II (Tabell 2.8.2). Av den norske kvoten på 300 000 var 18 000 krabber satt av til forskningsformål og 2000 til reiselivsformål.

Bifangst av krabbe i garn- og linefisket har ført til store problemer i det kystnære fisket i Øst-Finnmark. Havforskningsinstituttet har registrert denne bifangsten hvert år siden 1997. Datagrunnlaget for 2007 er noe svakere enn tidligere, men det ser ut som om problemene har vært noe mindre i 2007 enn de foregående årene.

Effekter på økosystemet

Merkeforsøk har vist at kongekrabbe vandrer over små avstander. Det meste av vandringen er årstidsvandringer mellom grunt og dypt vann, men enkelte individer kan likevel vandre langt på kort tid. Dette synes i første rekke å være store hunnkrabber med rogn, som dermed er med på å spre arten. I spredningen av kongekrabbe er overlevelse av krabbelarvene avgjørende. 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 den temperaturen hunnkrabbene er akklimatisert til like før klekkingen (akklimatiseringstemperatur). Dette indikerer at kongekrabbe kan etablere seg i områder både lenger sør og lenger nord enn det vi tidligere har antatt.

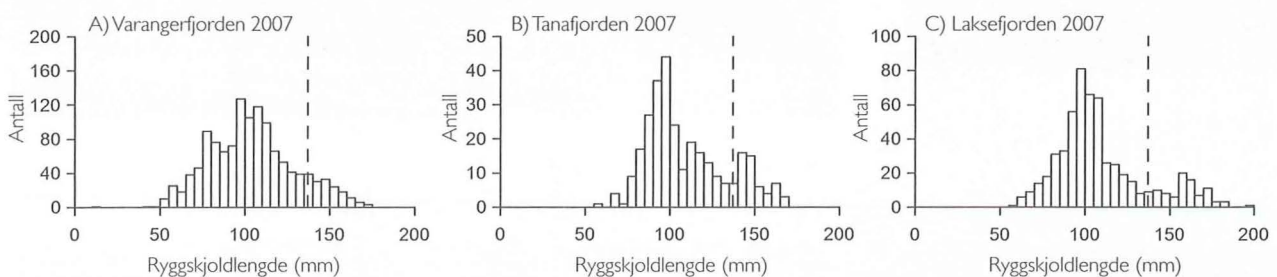
Forskning på effekter på bunnfaunaen har så langt vist at kongekrabbe tar ut de største individene av enkelte bunndyrarter som muslinger og sjøstjerner. Samtidig ser det ut som om antall arter øker i områder der krabben har oppholdt seg lenge. Det gjenstår imidlertid mye forskning når det gjelder å klarlegge omfanget av kongekrabbens effekter på økosystemet i våre farvann.

Red King Crab

The legal stock was estimated to about 1.0 million specimens in 2007, at the same level as in 2006. The recruitment to the legal male stock was low in 2006, but is expected to increase in 2008 and 2009. The TAC for 2008 is not yet set.

The commercial fishery for the red king crab has now become a substantial fishery including a total of 264 vessels, and the value of the landings reach almost NOK 55 mill. in 2007. By-catches of king crabs in gillnet and longline fishery for cod and lumpsucker seem to decrease in 2007, but is still hampering this fishery significantly.

The king crab is an exotic species in our waters, and the research on impact of the crab on the ecosystem has revealed moderate 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.



Figur 2.8.2

Størrelsesfordeling (skjoldlengde) hos hann-kongekrabbe fra Varanger (a), Tanafjorden (b) og Laksefjorden (c) i 2007. Stiplet vertikal linje angir minstemål for fiske (137 mm).

Carapace length distribution of male king crabs from Varanger (a), Tanafjorden (b) and Laksefjorden (c) in 2007. Broken vertical line marks minimum legal size.



Haneskjell

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 undersøkt i 2007, og forekomstene var på samme nivå som ved forrige undersøkelse i 2005. Fisket etter haneskjell har vært beskjedent de siste årene, og den årlige totalkvoten har ikke vært fanget.

På slutten av 1980-tallet foregikk det et omfattende haneskjellfiske på de store skjellfeltene i Svalbardsonen. Dette fisket ble avsluttet i 1992, og etter undersøkelser av de viktigste feltene i 1994 og 1996, ble det vedtatt å overvåke feltene med ti års

mellomrom. En undersøkelse av feltene ved Bjørnøya og Moffen i august 2006 viste god rekruttering. I tillegg hadde også skjelltettheten målt i fangstrate (CPUE) økt i forhold til situasjonen like etter at fisket ble avsluttet i 1992. Den 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 2007/08.

Fiske

De siste ti årene har fisket innenfor grunnlinjen vært beskjedent, og enkelte år blir ikke totalkvoten tatt. I 2006 ble det ifølge statistikk fra Norges råfisklag landet ca. 120 tonn rund haneskjell i norsk sone. Dette tilsvarer en fangst på ca. 5–6 tonn rensset skjell, altså langt under totalkvoten.

Iceland Scallops

The Norwegian fishery for Iceland scallops is exclusively a near coast activity. In 2007, scallop beds in coastal areas of Troms county were surveyed 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 2006 was 250 tonnes of whole scallops.



Haneskjell

Chlamys islandica

Leveområde: Jan Mayen, i Barentshavet og ved Svalbard. På kysten av Troms og Vesterålen, og i små lokale bestander på Vestlandet.

Alder ved kjønnsmodning: 4–6 år

Størrelse: Kan bli opptil 13 cm

Levetid: Opptil 30 år

Kvote 2007/08: 250 tonn innenfor grunnlinjen

Total fangst 2006: 120 tonn

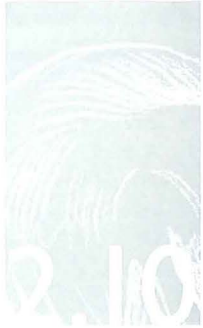


Fakta om bestanden

Haneskjell er et forholdsvis langsomtvoksende, sub-arktisk kamskjell som kan bli opptil 12–13 cm. På feltene i Nord-Norge når skjellet fangstbar størrelse (65 mm skallhøyde) i løpet av 6–8 år. I motsetning til mange andre kamskjellarter er haneskjellet særkjønnet og gyter tidlig på sommeren. Skjellet blir kjønnsmodent ved 4–6 år, og gyter millioner av egg ut i de frie vannmassene der de befruktes. Larvene har en pelagisk fase på 1–2 måneder, avhengig av temperatur, og bunnslår gjerne på trådfor-

mede alger. Skjellet finnes vanligvis i store konsentrasjoner på dyp mellom 20–100 m i strømrrike områder.

Skjellet lever festet til substratet (bunnen), og trives best i strømrrike områder på hardbunn hvor substratet består av stein, grus eller tomskall. Næringen består av partikulært materiale som filtreres fra vannmassene, noe som gjør skjellet svært avhengig av årssyklusen i primærproduksjonen når det gjelder kvaliteten på næringen.



Stort kamskjell

Øivind Strand

oivind.strand@imr.no

Tore Strohmeier

tore.strohmeier@imr.no

► Status og råd

I Norge fangstes stort kamskjell kun ved dykking. Fiskerne opererer i dykkerlag fra båter. Kjerneområdet for fisket er i Sør-Trøndelag, og totalfangsten på 867 tonn i 2007 var den største siden fangstingen startet. Havforskningsinstituttet har utar-

beidet et forslag til en forvaltningsmodell som skal sikre en bærekraftig og forsvarlig utnyttelse av kamskjell (Kyst og havbruksrapporten 2007, kapittel 2.10). Basert på dette har Fiskeridirektoratet i 2007 hatt høring på forslag til reguleringstiltak i fisket.

For å få frem informasjon om reproduksjonsevne og rekruttering utfører Havforskningsinstituttet undersøkelser av alderssammensetning i bestanden. I 2007

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 2007: 867 tonn

Norsk fangstverdi: 18 millioner kroner



Figur 2.10.1

Stort kamskjell (*Pecten maximus*) med den store hvite lukkemuskelen som sammen med den røde og hvite gonaden utgjør de vanligste spiselige delene i skjellet. Great scallop (*Pecten maximus*) with the large adductor muscle that in addition to the gonad constitutes the edible parts of this bivalve.

Fakta om bestanden

Stort kamskjell (*Pecten maximus*) (Figur 2.10.1) er utbredt langs kysten av det nordøstlige Atlanterhavet, fra Den iberiske halvøy i syd 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 dyp mellom 5 og 30 m 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 strømssterke 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. Frittsvevende planteplankton og mikroskopiske alger knyttet til bunnsubstratet er den viktigste føden. Vann transporterer næring til skjellene, og mange steder vil faktorer som dyp, tidevann og vannbevegelse påvirke variasjonen i skjellenes fødetilgang. Dette, sammen med sesongvariasjoner i planteplanktonproduksjon, gjør 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. Endring i klima med milde vintre vil derfor trolig føre til at bestanden kan øke utbredelsen nordover. Kamskjell er lite tolerant for lav saltholdighet, og endringer i tilførsel av ferskvann til kystvannet kan også endre utbredelsen i kystsonen.

ble kamskjell samlet inn av dykkere fra tre lokaliteter i Froan, Sør-Trøndelag. For dykkerne er små kamskjell betydelig vanskeligere å oppdage enn større skjell, og det er derfor en sterk underrapportering av antall skjell i aldersgruppene som er yngre enn 4–5 år. Resultatene tyder derfor på relativt god representasjon av skjell i aldersgruppene fra 2 år til 8 år (Figur 2.10.2), og dette bekrefter tidligere resultater som vi har fra området. Alderssammensetning i bestanden tyder på at reproduksjonsevne og rekruttering i bestanden som fiskes er god og varierer lite mellom år.

Etter at fisket tok seg opp rundt århundreskiftet, kom det signaler fra næringen om sterk reduksjon av de eldste og største skjellene i fangstene, og at fisket ville flytte seg fra kjerneområdet i Sør-Trøndelag til Nord-Trøndelag og Helgeland. Økningen i fisket de siste fem årene har skjedd i Sør-Trøndelag, og det er så langt ikke rapportert om vesentlig endring i tilgang på store skjell i fangstene. Dette indikerer at bestanden er stabil og at uttaket er bærekraftig.

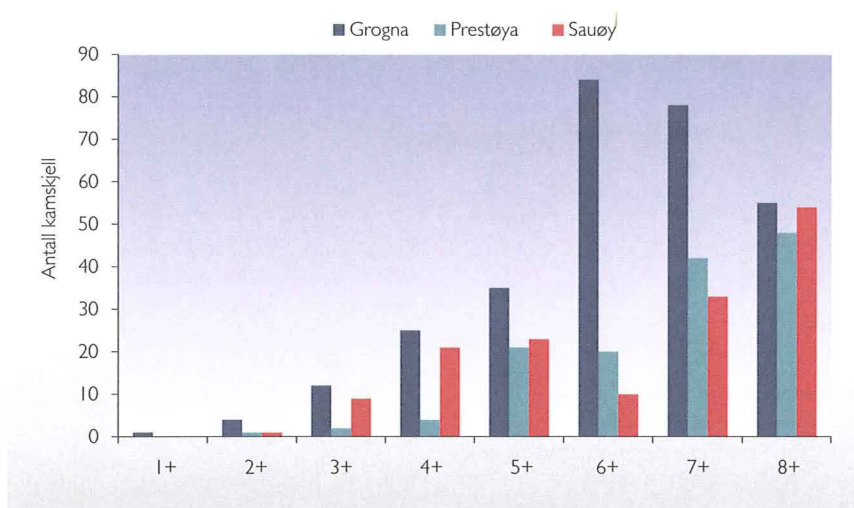
Fangstdata som er fremskaffet fra fartøy i det kommersielle fisket viser at dykkere typisk øker fangsraten (gjennomsnittlig antall kg kamskjell per dag) de første årene de deltar i fisket, sannsynligvis som følge av økt kompetanse og effektivitet i fangstingen. Dykkere som har deltatt over lengre tid viser relativt stabil høy fangstrate. Dette støtter opp under inntrykket om at fisket er bærekraftig.

Overvåking av biologiske data fra bestandene og økt kunnskap om bestandsstrukturen vil være 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. Dette, sammen med forskning som skal gi økt kunnskap om rekruttering, skal legge grunnlaget for økt, langsiktig og bærekraftig utnyttelse av stort kamskjell.

Fiskeri

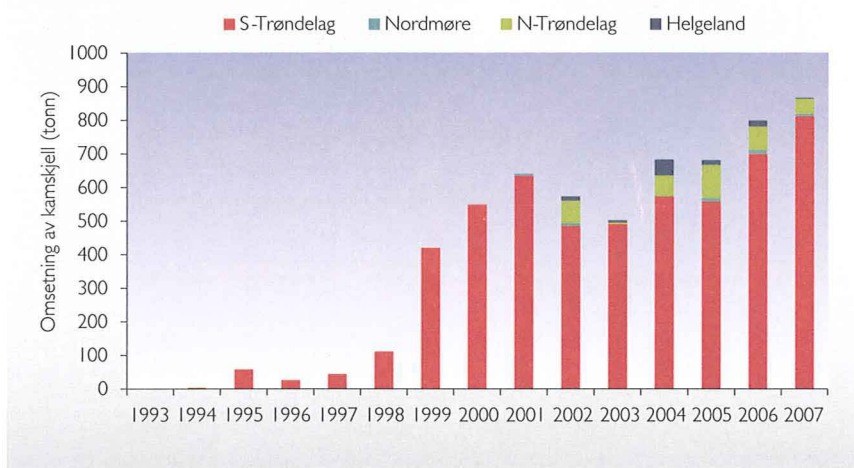
Den registrerte omsetningen har siden 2000 vært på 500–900 tonn kamskjell, med en stabil økning de siste fem årene (Figur 2.10.3). Totalfangsten på 867 tonn i 2007 var den største siden fisket startet. Over 90 % av landingene skjer i Hitra, Frøya og Froan, og her var økningen fra fangstene i 2006 på 16 %.

Det er ventet en økt innsats i fisket i 2008.



Figur 2.10.2

Alderssammensetning hos stort kamskjell fra tre lokaliteter i Froan, Sør-Trøndelag. Age distribution from Great scallop sampled at three sites in Froan, county of South-Trøndelag.



Figur 2.10.3

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 unfavorable bottom conditions, and harvest is done by scuba diving. The catch in 2007 was 867 tonnes, the largest ever since the diver based fishery started in the 1990s. The harvested stock is considered to be stable and fishery is sustainable. In 2007, the Directorate of Fisheries launched the final preparations for regulations to ensure a future sustainable scallop diver fishery.



Stortare

Henning Steen

henning.steen@imr.no

► Status

Stortare (*Laminaria hyperborea*) er den viktigste makroalgeressursen langs norskekysten. På kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag høstes det årlig rundt 150 000 tonn stortare som brukes til produksjon av alginat. Tilstanden i tareskogen og effekter av tarehøstingen undersøkes årlig gjennom Havforskningsinstituttets overvåkingsprogram.

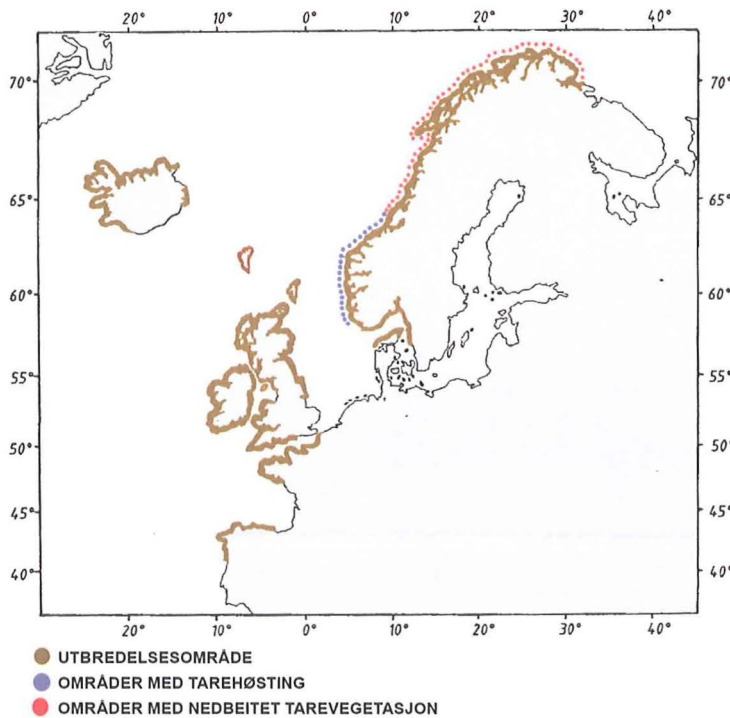
Norge har Europas største bestander av tang og tare. Man regner med at et areal på mellom 5 000–10 000 kvadratkilometer av norskekysten er bevest med tareskog. Det er hovedsakelig stortare som danner tareskogene langs norskekysten, mens andre arter, som fingertare (*Laminaria digitata*), draughtare (*Saccorhiza polyschides*), butare (*Alaria esculenta*) og sukkertare (*Saccharina latissima*), forekommer mer spredt (Figur 2.11.1). Tareskogene er høyproduktive samfunn, der tareplantene skaper et tredimen-



Figur 2.11.1

Innslag av sukkertare (*Saccharina latissima*) og butare (*Alaria esculenta*) i stortareskogen på sørsiden av Stad.

Sugar kelp (*Saccharina latissima*) and dabber locks (*Alaria esculenta*) in the kelp forest off the southcoast of Stad, Sogn og Fjordane.



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

Siste års fangst: Ca. 150 000 tonn

Eksportverdi for stortare og grise-tang: Ca. en halv milliard kroner per år

Fakta om bestanden

Stortare (*Laminaria hyperborea*) utgjør over 80 % av makroalge-biomassen 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 kråkeballer. Stortare høstes gjennom tråling på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Årlig høstes i underkant av 150 000 tonn stortare, dvs. mindre enn én prosent av den stående biomassen som er beregnet til 50 millioner tonn.



sjonalt miljø som er tilholdssted for en rekke andre marine organismer. Mer enn 300 arter av alger og dyr er observert i tareskogen, og til en enkelt stortareplante kan det være knyttet mer enn 80 000 dyr. Tilbakegang av tarevegetasjon kan derfor få store konsekvenser både økologisk og økonomisk.

Høsting

Stortare og grisetang (*Ascophyllum nodosum*) brukes til produksjon av henholdsvis alginat og tangmel, og er de eneste algartene som utnyttes industrielt langs norskekysten. Stortare høstes ved hjelp av taretrålere på 2–15 meters dyp i den ytre skjærgården på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Grisetang høstes fra fjæresonen ned til et par meters dyp, i mer bølgebeskyttede områder på kyststrekningen Sør-Trøndelag–Nordland. Grisetangen skjæres på flo sjø ved hjelp av spesialkonstruerte tanghøstingsfartøyer (Figur 2.11.2).

Tarehøstingen reguleres gjennom forvaltningsplan for tang og tare. Hvert fylke er delt inn i høstefelt som rulleres, og det

enkelte felt er åpent for taretråling hvert femte år, bortsett fra i Rogaland der feltene er åpne for tarehøsting hvert fjerde år. Høsteperioden er normalt 12 måneder med start av ny syklus om høsten. I avgrensede områder innenfor hvert felt kan det forekomme særskilte reguleringer.

Gjennomsnittlig høstekvantum de siste 20 årene har vært ca. 150 000 tonn, men de siste fem årene har det vært noe lavere (Tabell 2.11.1). Årets kvantum er det laveste på over 20 år, og skyldes hovedsakelig et generasjonsskifte i trållåten samt mye dårlig vær.

I forhold til den totale mengden stortare som vokser langs norskekysten, utgjør den høstede mengden en svært liten del (<1 %). På grunn av bunnforholdene, med kuperte arealer og vanskelige høsteforhold, vil det være store områder med uberørt tareskog innenfor et høstefelt. Taretråling representerer derfor et svært avgrenset inngrep i tareskoghabitatet, men kan lokalt redusere tareskogens funksjon som habitat i en periode inntil taresamfunnet er reetablert.

Overvåking

Havforskningsinstituttet overvåker tilstanden i tareskog og effekter knyttet til tarehøsting på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Årlig undersøkes faste stasjoner langs kyststrekningen Vest-Agder–Nord-Trøndelag. Disse inkluderer høstefelt i alle faser av gjenvvekstperioden i to–tre områder i hvert av fylkene med høsteaktivitet, samt referansestasjoner i områder som er stengt for taretråling (Figur 2.11.3). I Sør-Trøndelag, som regnes som mer truet av nedbeiting fra kråkeboller 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. Både i 2006 og 2007 ble det gjort tilleggsundersøkelser på sørsiden av Stadlandet, for å undersøke gjenvæksten på trållfeltene i dette området der lokalbefolkningen i lengre tid har uttrykt bekymring for effektene av taretråling.

Undersøkelsene på de enkelte stasjonene gjøres langs linjeavsnitt (transekter) vha. undervannskamera. Før analyse splittes

Tabell 2.11.1

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

TARELANDINGER (i tusen tonn)						
År	Rogaland	Hordaland	Sogn og Fjordane	Møre og Romsdal	Sør-Trøndelag	Totalt
1988	24	3	35	84		146
1989	21	1	43	84		149
1990	25	0	40	100		165
1991	26	2	42	96		166
1992	30	4	44	85		163
1993	29	2	42	70		143
1994	27	3	46	85		161
1995	28	1	47	90		166
1996	25	4	46	82		157
1997	27	2	50	97		176
1998	26	1	44	88		159
1999	21	3	44	94		162
2000	19	2	34	98	22	175
2001	28	2	34	96		160
2002	19	2	38	89	20	168
2003	10	1	36	71	24	142
2004	9	1	33	72	19	134
2005	13	2	27	66	28	135
2006	11	1	31	78	10	130
2007	11	1	28	72	11	122
Gj.sn. (totalt)	21	2	39	85	19	154

Figur 2.11.2
Taretråler (til venstre) og tanghøster (til høyre).
Kelp trawler (left picture) and wrack harvester (right picture).



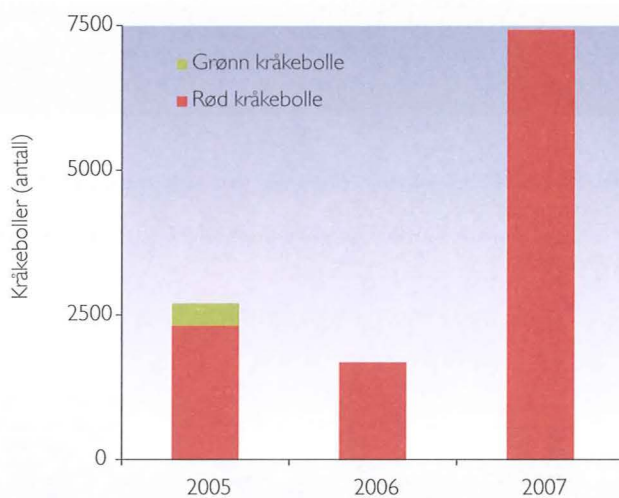
Figur 2.11.3
Stortareskogen utenfor Revtingen i Rogaland er et referanseområde med høsteforbud.
The kelp forest at Revtingen, Rogaland, is a reference area protected from kelp harvesting.

transektene opp i mindre deler. For hver del registreres tarevegetasjonens dekningsgrad, tetthet, plantehøyde, rekruttering, artssammensetning, påvekst samt antall kråkeboller og fisk. Hvis trålspor observeres, foretas en vurdering av

uttaksgrad og gjenvækst i forhold til tarevegetasjonen utenfor trålflatene. I 2007 ble det gjort filmopptak på 145 stasjoner, langs transekter som tilsvarer en kystlinje på totalt 35 kilometer.

Resultater

Resultatene fra overvåkingen i 2007 tyder på at tilstanden i stortaresamfunnene på kyststrekningen Vest-Agder-Møre og Romsdal generelt er meget god. I deler av Sør-Trøndelag, spesielt i området sør på Fosen-øst av Frøya, er tarevegetasjonen redusert i forhold til tidligere. Dette skyldes sannsynligvis den kraftige økningen i antall røde kråkeboller (*Echinus esculentus*) (Figur 2.11.4). Snaubeitet tarevegetasjon ble observert i enkelte av områdene med høyest tetthet av kråkebolle (Figur 2.11.5).



Figur 2.11.4
Totalt antall kråkeboller registrert årlig i Sør-Trøndelag. Observasjonene er gjort langs videotransekt med en total lengde på 6,5 km per år.
Yearly observations of sea urchins (*Echinus esculentus* in red and *Strongylocentrotus droebachiensis* in green) in the county of Sør-Trøndelag. Observations are made along video transects with a total length of 6.5 km per year.



Figur 2.11.5
Lokalitet der kråkeboller har beitet ned tarevegetasjon nordøst av Frøya i Sør-Trøndelag.
Sea urchin grazing northeast of Frøya, Sør-Trøndelag.

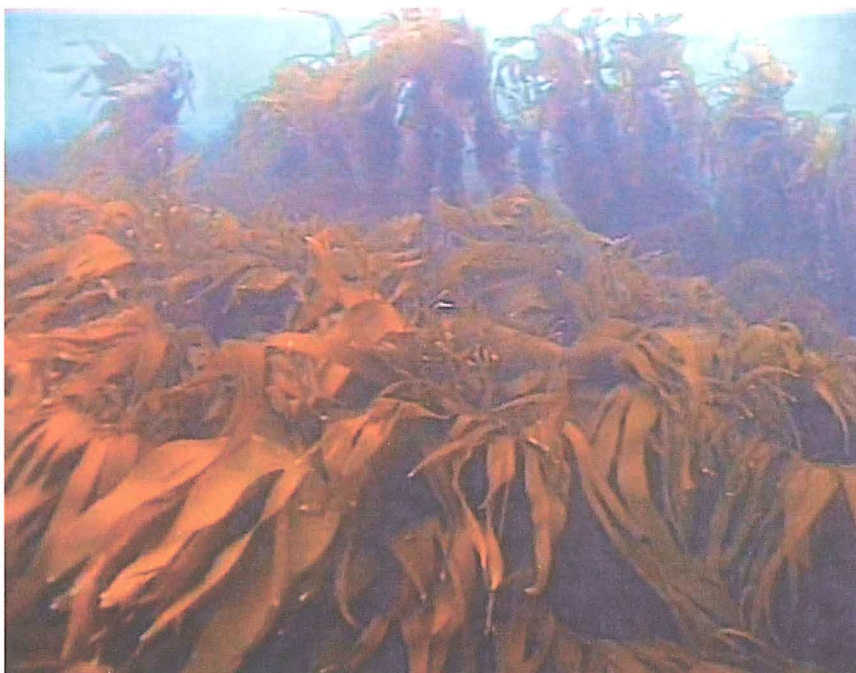
Spor etter taretråling ble registrert på flere av høstefeltene som overvåkes. Forekomsten av trålspor avtar imidlertid med tidsrom etter siste trålperiode, og gjenveksten av tare virket generelt god. Undersøkelsene av feltene som etter forvaltningsplanen skal tråles i 2007/2008 i Møre og Romsdal, viste ubetydelige spor etter tidligere taretråling, med høyvokst tarevegetasjon på samtlige felt og gjennomsnittlig dekningsgrad av stortare på 90 %.

Kystlinjen på sørsiden av Stadlandet er delt inn i to trålfelt, hvorav det vestre utenfor Fure ble høstet i 2003/2004, og det østre utenfor Drage i 2005/2006. Undersøkelser både i 2006 og 2007 viste spor etter taretråling på begge feltene, men trålsprene var mindre tydelige i 2007 (Figur 2.11.6). Lengdegjenveksten av tareplantene på trålflatene i forhold til tarevegetasjonen utenfor trålflatene, ble i 2007 beregnet til 69 % på Furefeltet (55 % i 2006) og 24 % på Dragefeltet (15 % i 2006).

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 disturbances include 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, and approximately 150,000 tonnes are harvested each year.

Each year the Institute of Marine Research monitors the state of kelp forests and effects of kelp trawling on the west coast of Norway. Conditions and regrowth of kelp forests after trawling were mainly observed to be good during the 2007 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*).



Figur 2.11.6

Gjenvekst fra 2006 (øverst) til 2007 (nederst) på trålfelt (siste gang høstet i 2003/2004) ved Fure på sørsiden av Stadlandet. Regrowth between 2006 (top) and 2007 (down) at a kelp trawlfeld (harvested in 2003/2004) at Fure, Stad, 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). 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 nedgangen i fangstene i sør skyldes nedgang i bestanden, økt menneskelig aktivitet inne i fjordene eller redusert innsats i fiskeriene. Havforskningsinstituttet har dessverre ikke gode mål for innsatsen (antall fartøy, antall 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 gjennom hele tidsserien (Figur



Atlantisk kveite

Hippoglossus hippoglossus

Andre norske navn: Hellefisk, helleflyndre, 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: Gytingen foregår på 300–700 m dyp, i dype groper på fiskebankene langs kysten eller i fjordene. Kveite har langsom vekst og sein kjønnsmodning. Hannene blir tidligst kjønnsmodne når de er 7 år og ca. 70 cm lange. Hunnfisken er kjønnsmodne når de er 8–10 år gamle og ca. 125 cm lange. De fleste kveitene er 12–13 år før de gyter første gang.

Gytedid: Gytingen foregår fra desember til mai.

Føde: Kveite er en utpreget rovfisk og spiser bunnfisk som brosme, ulker og hyse, samt mer pelagiske arter som torsk, sild, lodde og blekksprut.

Fakta om bestanden

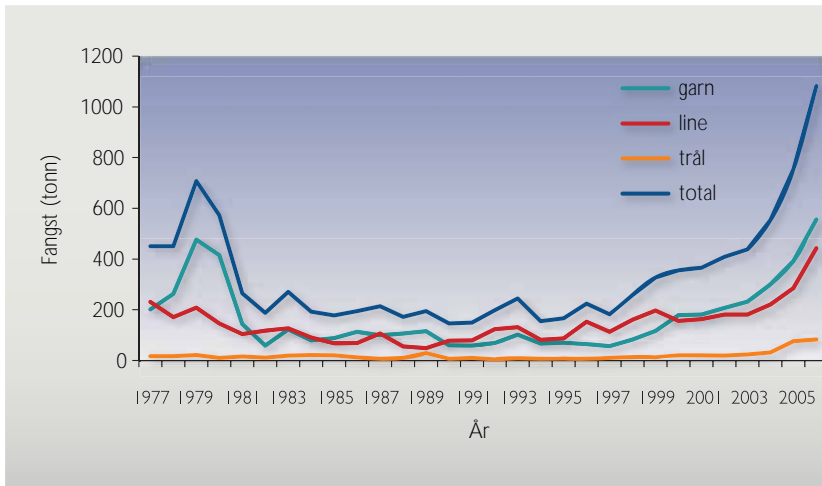
Kveite er den største beinfisken i våre farvann. Den har grå øyeseide og hvit blindside, og det er usikkert hvor stor den kan bli. Det har blitt fanget eksemplarer på 350 kilo og 3,60 m. Tidligere ble de store individene sett på med stor mystikk, de ble ikke brukt til menneskeføde og ble aldri omtalt 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.

Kveite er stedbunden og gyter ofte innenfor et svært begrenset område. Hunnen kan

legge opptil 3,5 millioner egg som er 3,5–4,2 mm store. Eggene gytes på eller nær bunnen, og stiger oppover i vannsøylen. Klekkingen skjer etter 9–16 døgn, og larvene er 6,5–7 mm lange. Når kveita samler seg i gytegroper 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.

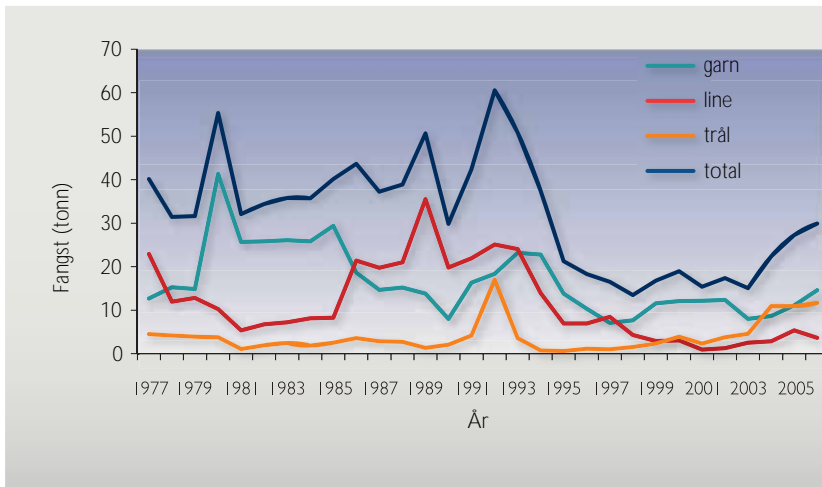
Kveite er svært følsom for beskatning på grunn av sen vekst, høy alder ved kjønnsmodning og ansamling i gytegroper. Foruten minstemål og maskeviddebegrensninger, er fiske av kveite med garn, trål og snurrevad forbudt i tidsrommet 20. desember til 31. mars. Effektive tiltak for å sikre at bestanden kommer opp på et bærekraftig nivå igjen, krever detaljert kunnskap om artens/populasjonenes utbredelse, vandringsmønster,

gyteadfærd og lignende. I dag vet vi dessverre svært lite om kveita sin biologi og utbredelse. Særlig har gyteadfærd og larvedrift vært et mysterium. Til tross for utallige planktontrekk, har egg og larver av kveite bare blitt observert én eneste gang, i Skagerrak i februar 1992.



Figur 2.12.1

Utvikling av rapportert fangst av atlantisk kveite nord for 62°N basert på sluttседdelstatistikk.
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 sluttседdelstatistikk.
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.

2.12.3). Fra 2004 har det vært vanlig å få kveite i stort sett hele området som toktet dekker. Fangstene består hovedsakelig av ungfisk i størrelsesgruppene 45–60 cm. Dette indikerer at vi nå har mulighet til å øke bestanden hvis ungfisken blir beskyttet og minstemålsbestemmelsen på 60 cm blir overholdt.

Fiskeri

Bestandsstørrelsen av kveite er lav i hele Nord-Atlanteren. Fiskeriene er ikke kvoteregulert, og fangst av kveite forekommer stort sett som bifangst i fiske etter andre arter. Mens man tidligere brukte kveitegarn 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 observante på at kveitebestanden i Sør-Norge kan være på vei til å bli faretruende lav.

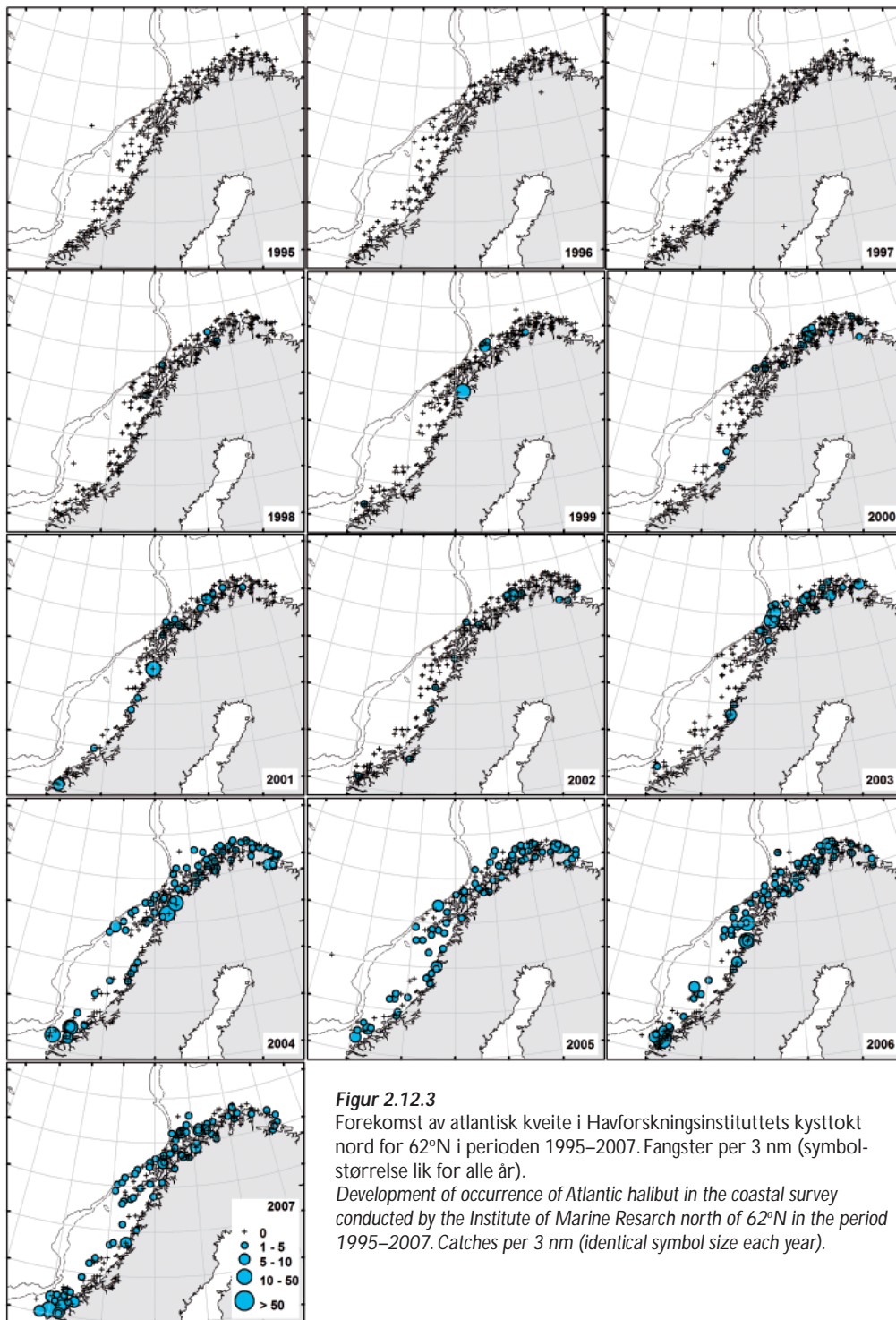
Selv om bestanden av kveite nord for 62°N er økende, kan det ikke forventes at bestanden i sør øker tilsvarende. Dette skyldes at det trolig finnes mange stedegne populasjoner av kveite som vender tilbake til sine gamle gytefelt år etter år.

Forskning

Spørsmålene om kveitas liv er mange: Når kommer den inn i fjordene? Hvor lenge oppholder den seg der før den vandrer ut igjen? Vandrer den ut av fjorden i det hele tatt, eller er den bare utilgjengelig for fiskeredskaper? Vandrer fisken til samme fjord for å gyte hvert år? Tilhører alle kveite i en fjord samme populasjon? Hvor store vertikale og horisontale vandringer kan kveita gjennomføre? Hvor ofte spiser den, og når på døgnet? Oppfører hunn- og hannfisk seg ulikt? Forhåpentligvis kan merking av enkeltindivider hjelpe oss med å få svar på noen av spørsmålene-

Havforskningsinstituttet har satt i gang et pilotprosjekt der all kveite som vi får på rutinetokt langs kysten blir merket. I tillegg har noen fiskere sagt seg villige til å merke og sette ut igjen all undermåls kveite (<60 cm). Det samles inn genetisk materiale av all fisk som blir merket 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.

Merking av kveite med satellittmerker 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 i Havforskningsinstituttets kysttokt nord for 62°N i perioden 1995–2007. 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 1995–2007. Catches per 3 nm (identical symbol size each year).

Atlantic Halibut

(Hippoglossus hippoglossus) Extensive Atlantic halibut 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 mar-

keting 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.

Erik Berg

erik.berg@imr.no

► Status og råd

Bestanden av norsk kysttorsk har avtatt kontinuerlig siden 1994. Gytebestanden i 2007 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, Det internasjonale havforskningsrådet, 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 bestandsberegningene gjen-speiler 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 svekket. 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 2008 (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). Det tas sannsynligvis noe kysttorsk av trålere fra andre land, men kvantumet er så lite at det ikke er med i beregningene.

Kysttorsk skilles 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 2006 (26 000 tonn). Tallene for 2007 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

Tabell 2.2.1

Norsk kysttorsk. Anbefalt kvote (ICES), avtalt kvote og fangst i tusen tonn, 1997–2008. Norwegian coastal cod. Recommended TAC (ICES), agreed TAC and actual catches in thousand tonnes, 1997–2008.

År	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	
2008	Ingen fangst	0	21	



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

Kvote: 21 000 tonn

Fangst: 26 000 tonn (2006)

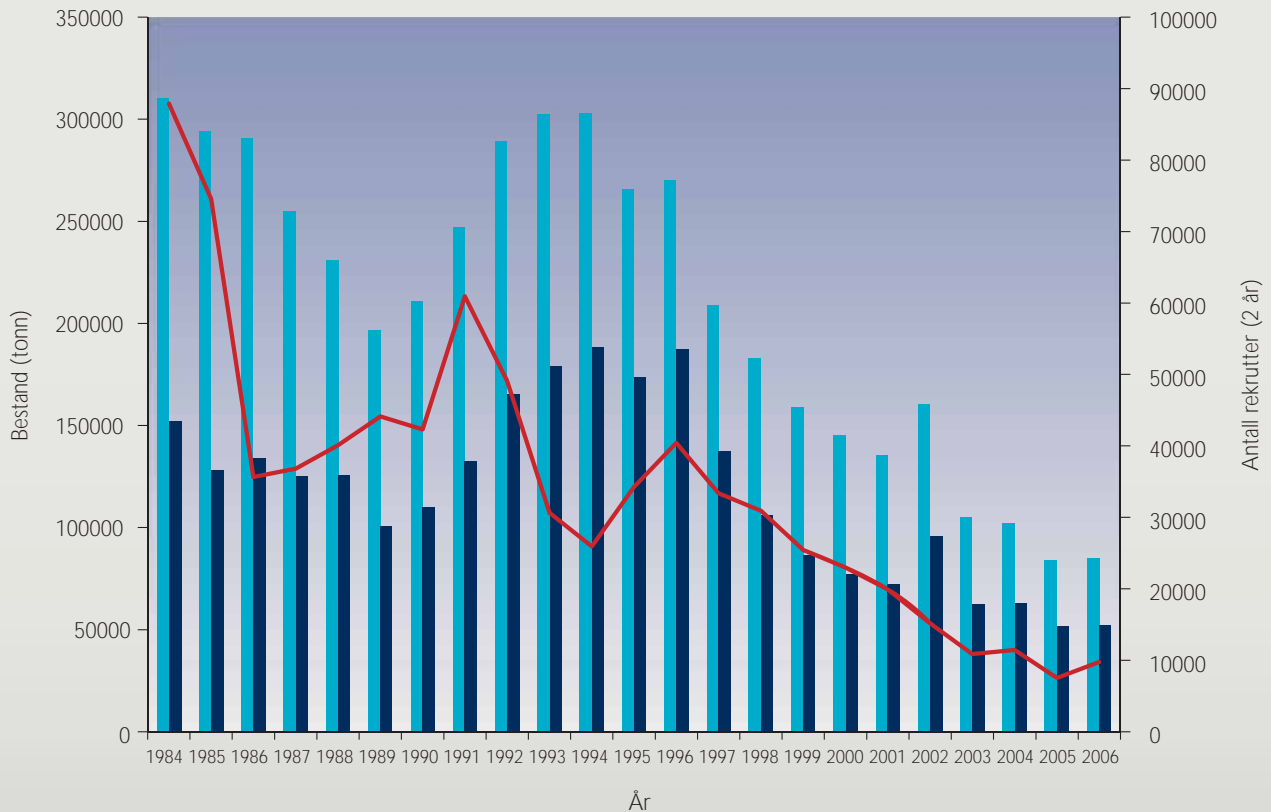
Fakta om bestanden

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 sidearmen i større fjordsystemer, men også i samme områder som nordøstarktisk torsk. Kysttorsk bunnskrur 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 påven-

te av at bestandsstrukturen kan tregges. Kysttorsk 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 stedbundet og i liten grad foretar store vandringer. Det er usikkert om kysttorsk i ytre områder foretar større vandringer.



Figur 2.2.1

Bestand (lyseblå søyler), gytebestand (mørkeblå søyler) og rekruttering (linje) av norsk kysttorsk, 1984-2006.
Stock biomass, (light blue columns), spawning stock biomass (dark blue columns) and recruitment (solid line) of Norwegian coastal cod, 1984-2006.

tonn. Det foreligger ingen tidsserie på urapportert fiske, og det er derfor ikke tatt med i bestandsberegningen. Historisk fangst fra 1984 til 2005 er gjengitt i Figur 2.2.3.

Spesielle forhold

Norsk kysttorsk og nordøstarktisk torsk fanges i blanding i de samme fiskerier, og i reguleringene blir kvotene for de to 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 2006–2008. 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.

Tabell 2.2.2

Landinger (tusen tonn) av norsk kysttorsk fordelt på redskapsgrupper fra 1996–2006.
Landings (thousand tonnes) of Norwegian coastal cod by fishing gear from 1996–2006.

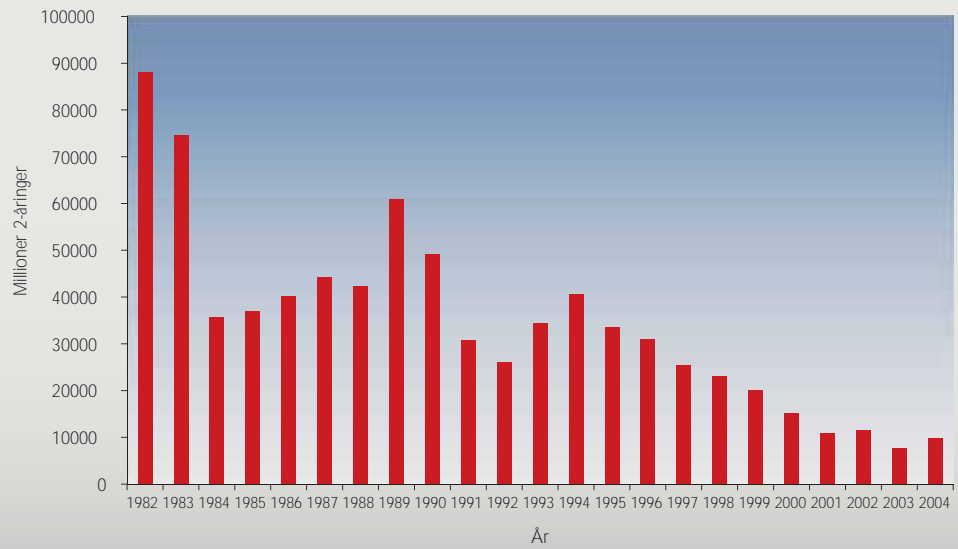
	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Garn	29	32	26	19	19	16	17	18	14	12	14
Line / jukse	15	13	11	10	9	7	15	9	6	4	5
Snurrevad	12	12	9	8	7	6	3	6	4	5	6
Trål	6	7	6	3	2	1	6	2	1	1	1
Totalt	62	64	52	41	37	30	41	35	25	22	26

Norwegian Coastal Cod still in Decline

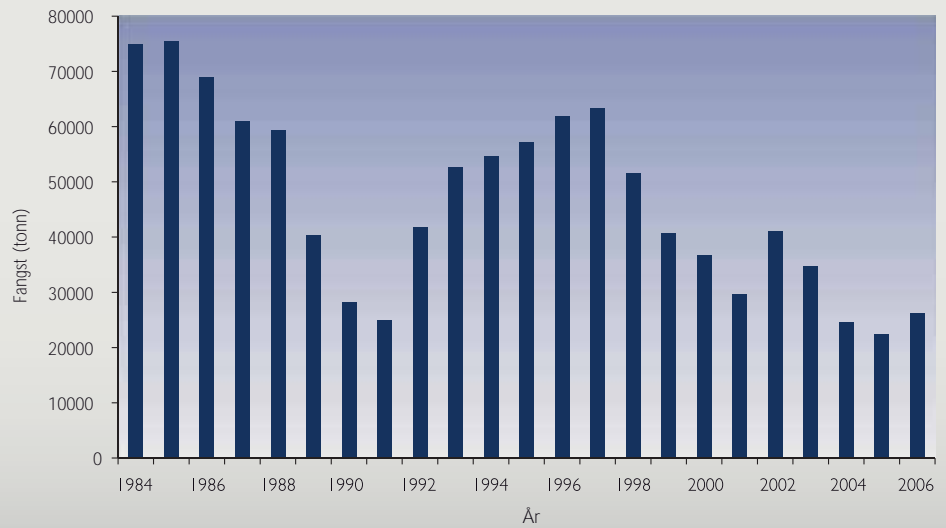
No precautionary reference points have been established for this stock. The spawning stock is among the lowest observed level. The recruitment has been well below average in the period after 1997, and the stock will continue to decline unless the fishing mortality is substantially reduced. ICES has recommended 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 2006–2008 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 2006–2008. 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.

Figur 2.2.2
Norsk kysttorsk.
Årsklassenes styrke som
2-åring, årsklassene
1982–2004.
*Norwegian coastal cod. Year
class strength at age 2, year
classes 1982–2004.*



Figur 2.2.3
Norsk kysttorsk. Fangst i
perioden 1984–2006.
*Norwegian coastal cod. Land-
ings, 1984–2006.*



2.3

Kyst- og fjordbrisling

Else Torstensen

else.torstensen@imr.no

► Status og råd

Status for brislingbestandene i fjordene er ukjent. De siste årene har det vært små fangster og dårlig rekruttering. Det norske kystfisket etter brisling vest for Lindesnes er ikke kvoteregulert, og den årlige fangstmengden avtales i forhandlinger mellom Norges Sildesalgslag og hermetikkindustrien. Brisling øst for Lindesnes forvaltes gjennom en kvoteavtale med EU (Skagerrakavtalen). Fra og med 2007-sesongen er brisling fredet frem til 31. juli.

Om høsten gjennomfører Havforskningsinstituttet akustiske mengdeberegninger av brisling i fjordene. Akustiske mengdeindekser over årets yngel er grunnlag

for prognoser for neste års fiske. Ved å sammenligne mengdeindeksene ett år med foregående års indeks og fangstutbytte, er prognosene uttrykt som sannsynlig økning eller reduksjon i fangst i forhold til året før. Mengdeindeksene for 0-gruppebrisling høsten 2007 tyder ikke på noen bedring i fangstgrunnlaget for kommende sesong.

Fiskeri

Foreløpige fangstdata for 2007 indikerer at den totale fangsten vil ligge på vel 2 400 tonn. Av dette er om lag 1 600 tonn tatt på Østlandet. Landingene av kystbrisling fra vestlandsfjordene i fjor var på 840 tonn, hvorav ca. 60 % ble tatt i Sognefjorden.

Fisket på kyst- og fjordbrislingen er et sesongfiske som i hovedsak foregår på sensommeren og tidlig høst. Det utøves

i dag av kystnotfartøy (< 28 m). Brisling brukes til produksjon av hermetikk (brislingsardiner og ansjos) og industriens kvalitetskrav (størrelse og fettinnhold) avgjør åpning og gjennomføring av fisket i de enkelte fjordene.

Det har vært en klar nedgang i totalfangstene i perioden 1961–2007 (Figur 2.3.1 og Tabell 2.3.1). Det er ikke klart hva denne nedgangen skyldes, men det antas å ha sammenheng med endringer i miljøforholdene. I området Stad–Lindesnes ble det i 2004 tatt totalt 370 tonn i fjordene, det laveste på mange år, men de to siste årene har landingene økt til 1 200–1 350 tonn. I 2007 var det igjen dårlig brislingfiske vest av Lindesnes, mens det var et meget bra fiske på stor brisling (ansjosbrisling) i Oslofjorden.

Foto: Else Torstensen



Brisling

Sprattus sprattus

Familie: Clupeidae

Maksimumsstørrelse: 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 på kysten.

Gytetidspunkt: Lang gytesesong. Den viktigste perioden antas å være i mai–juni.

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

Fakta om bestanden

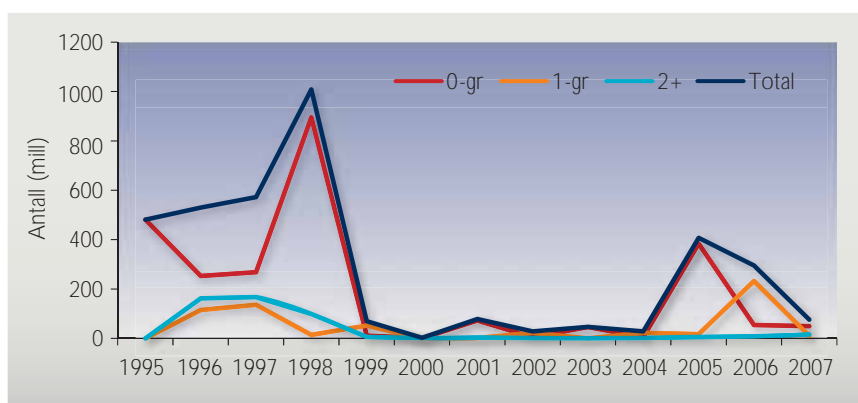
Brisling er en stimfisk som lever pelagisk og sjelden finnes dypere enn 150 m. Brislingen foretar ofte vertikalvandring i takt med vekslinger i dagslyset og går mot overflaten når lysstyrken minker. Om sommeren står den høyt i sjøen, ofte nær/i overflaten. Brisling i våre farvann blir sjelden eldre enn 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 ett–to år gammel, sannsynligvis avhengig av veksten første leveår. Vi vet lite om brislingens bestandstilhørighet, om rekruttering og vandring. 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.

Høsten 2007 ble det bare registrert små forekomster av 0-gruppebrisling, og foreløpige resultater gir grunnlag for bekymring for utviklingen i bestanden. Kyststrekningen Hardanger–Sunnhordland, tradisjonelt et viktig brislingområde, har hatt liten rekruttering av brisling siden slutten av 1990-årene (Figur 2.3.2). Det samme var situasjonen høsten 2007. Dette året synes Sognefjorden å ha hatt den beste rekrutteringen. Her ble det også tatt gode fangster av brisling. I de fleste områdene synes forekomsten av eldre brisling å kunne gi et ekstra grunnlag for neste års fiske.


Figur 2.3.1

Totalt brislinglandinger (tonn) i kyst- og fjordfisket vest av Lindesnes, 1961–2007.
Sprat landings (tonnes) in the Norwegian coastal and fjord fishery west off Lindesnes, 1961–2007.


Figur 2.3.2

Antall (mill.) brisling i Hardanger–Sunnhordland per aldersgruppe og totalt, fjordtoktet oktober–november 1995–2007.
Abundance of sprat in the Hardanger–Sunnhordland area, by age group and total, from survey in October–November 1995–2007.

Tabell 2.3.1

Brislinglandinger (tusen tonn) i norske kyst- og fjordområder 1992–2007.
Sprat landings (thousand tonnes) from Norwegian coastal and fjord areas 1992–2007.

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007 ¹⁾
Trøndelag-Helgeland	0,2	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	0,3	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
Stad-Lindesnes	3,4	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
Skagerrakkysten	0,4	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
Totalt	4,3	3,2	5,4	4,1	4,0	4,2	3,6	2,9	3,7	2,9	3,1	3,1	1,5	2,0	1,7	2,4

Kilde: Fiskeridirektoratet
1) Foreløpige tall

Coastal Sprat

Sprat fishery in the fjords is performed by coastal seiners in a fishery for human consumption (canning industry). Total landings in 2007 was about 2,400 tonnes, an increase compared to last years, but still far below the amount required by the industry (about 3,400 tonnes). The sprat catches in the Oslofjord made

about 1,600 tonnes, of which older and larger sprat were the dominant. The preliminary abundance indices of 0-group sprat indicate that the catches in the 2008-fishery will be at the same level as for 2007. Older fish might represent an additional source for the fishery in some areas.

2.4

Rognkjeks og rognkall

Knut Sunnanå

knut.sunnanaa@imr.no

► Status og råd

Bestanden av rognkjeks og rognkall synes nå å ha stabilisert seg på ca. 1/3 av nivået på 80-tallet, men i historisk sammenheng er bestanden lav etter en betydelig nedgang i løpet av 90-tallet. Bestandsanslaget er usikkert, først og fremst på grunn av usikker rekruttering (tilfang av nye individer). Rekrutteringen er antatt å være proporsjonal med gytebestanden, men slik at nye individer rekrutterer ved 5-årsalder. Dette betyr at bestanden vil ha en svak rekruttering i flere år fremover.

Beregninger av bestandens størrelse viser at den fiskbare gytebestanden av kjekser, dvs. fisk som er stor nok til å bli fanget

i garn med fastsatt maskevidde, er ca. 8 000 tonn, noe som betyr at beskatningen av denne delen av bestanden er på ca. 28 %. Tegn tyder på at rekrutteringen til bestanden er svak, men det synes ikke å være noen fare for gytebestandens evne til å reprodusere. Det er sannsynlig at variasjoner i gytebestandens størrelse kan forsterkes av naturlige faktorer som for eksempel naturlig dødelighet.

Havforskningsinstituttet anbefaler reguleringstiltak som sikrer at antall deltagende fiskefartøy begrenses til ca. 300, basert på dagens fiskemønster, og at det sikres et moderat uttak fra bestanden på inntil 400 tonn rogn. Havforskningsinstituttet finner ikke behov for å endre fartøykvoten fra dagens 2 000 kg.

Fiskeri

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

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.

Fisket har de siste årene vært til dels betydelig hindret av utbredelsen av kongekrabbe. Fiske etter rognkjeks øst

Foto: Øystein Paulsen



Rognkjeks (hunn) og rognkall (hann)

Cyclopterus lumpus

Andre norske navn: Rognkjølse

Familie: Cyclopteridae (rognkjekser og ringbuker)

Maksimal størrelse: Opptil 63 cm og 5,5 kg

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

Leveområde: Tarebeltet første leveår, deretter fritt svømmende 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 2006: 2 000 kg rå rogn per fartøy
Siste års fangst: 330 tonn rå rogn (1 810 tonn kjekser)

Norsk fangstverdi: 8,4 mill. kroner

Antall deltagende båter (2007): 232

Fakta om bestanden

Rognkjeks og rognkalls liv er dårlig kartlagt. De fødes om sommeren fra en eggklump som kallen har voktet i to måneder. Eggklumpen er gytt av flere kjekser fra februar til mai. De inviteres til en passende gyteplass av hannen som vokter den. Når eggene befruktes blir de klebrige og festes til fjell eller steiner på bunnen. Eggene fra de forskjellige kjeksene festes 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 til kysten for å gyte. Hver kjekse gyter 1/7 av kroppsvekten sin.

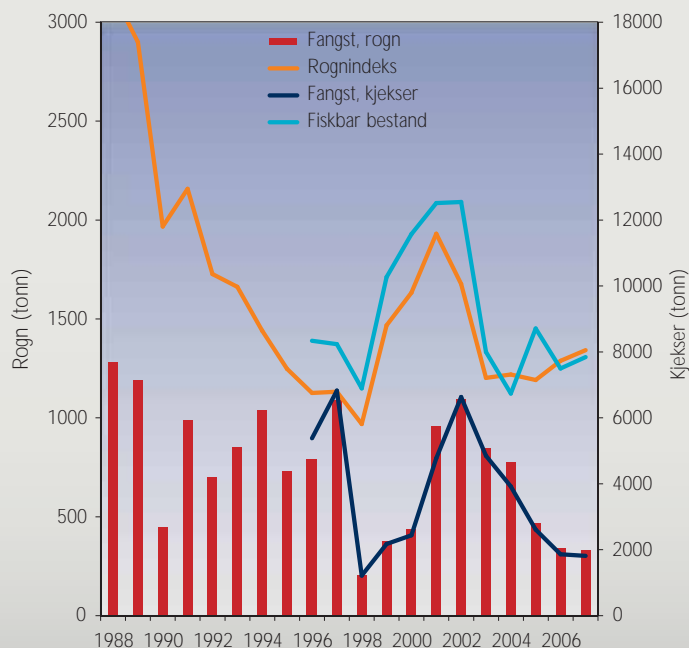
Arten finnes i hele det østlige Atlanterhavet, Nordsjøen, Østersjøen og Barentshavet.

Den kan vandre store avstander ut i havet, og det er uvisst om det finnes flere adskilte 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.

Figur 2.4.1

Norske landinger av rognkjeksrogn (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.



for Nordkapp ble ett av kriteriene for å få kvote på kongekrabbe, dette har hatt betydning for økningen i deltagelsen de siste årene.

Figur 2.4.1 viser fangstmengde av rå rogn i rognkjeksfisket. Før det ble innført kvote-regulering for kystflåten i forbindelse med torskefisket, er det vanskelig å angi hvor mange fartøy som deltok. Etter 1990 har deltagelsen variert mellom 200 og 800 fartøy. I 1997 og 2003 var deltagelsen særlig stor, mens den i 1998–2000 og i 2006 var svært lav. De siste årene har en økende andel av de deltagende fartøyene levert mer enn 1 500 kg rogn, denne andelen utgjør nå ca. 60 %.

Figuren viser også fangst av kjekser i tonn fra 1996 og frem til i dag. Disse tallene er basert på utregning fra data om rogn per kjekse, samt data om forholdet mellom lengde og vekt.

Markedet for rogn fra rognkjeks tar unna ca. 4 000 tonn rå rogn hvert år. Det meste saltes i tønner av mottak eller fisker. Markedet er følsomt for svingninger i landet kvantum, og det er ikke grunnlag for vesentlige endringer i kvantum verken i Norge eller andre land som fisker etter rognkjeks.

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 relativ høy

minste maskevidde i garna som brukes, og det sikrer at det alltid vil være fisk fra alle årsklasser som får gyte.

En viktig faktor for bestandsberegning er et korrekt anslag for nivået av beskatningspresset, dvs. fiskedødeligheten. Siden dette ikke kan måles direkte, er det antatt at nivået fra 1987 til 1996 var høyt, med et gjennomsnittlig uttak på 50 % av tilgjengelig bestand hvert år. Ut fra disse antagelsene og den enkle modellen er beskatningspresset i 2007 anslått til ca. 30 %, noe som anses moderat.

Metoden som benyttes har de siste årene gitt et relativt stabilt bilde av bestands-situasjonen, selv om det er betydelige variasjoner i anslagene fra år til år. Indeksen 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.

I modellen antas det at rekruttering av en ny årsklasse er tilnærmet proporsjonal med størrelsen på gytebestanden. Rognkjeks har utstrakt yngelpleie, gyter relativt få egg og hevder revir, slik at mengden yngel som produseres er antatt å være avhengig av antall fisk som gyter. Man kjenner imidlertid svært lite til prosessene som påvirker individene fra yngelstadiet og fram til de er voksne. Antagelsen om proporsjonalitet mellom gytebestand og

påfølgende rekruttering er derfor meget usikker, selv om modellen gir en rimelig god sammenheng.

Lumpsucker

The Norwegian catch of lumpsucker in 2007 amounted to 330 tonnes of roe at a value of 8.4 million Norwegian kroner. This corresponds with a catch of 1 810 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.

Fangsten av haneskjell i Norge er begrenset og foregår utelukkende i kystområdene i Troms og Finnmark. Disse feltene ble sist undersøkt i 2005. Som et ledd i en tiårig overvåking ble skjellfelt ved Bjørnøya og ved Moffen i Svalbardsonen undersøkt i 2006. Gjenveksten av feltene er godt i gang, men tetthetene er på langt nær så høye som ved oppstarten av fisket i 1986.

Jan H. Sundet

jan.h.sundet@imr.no

På slutten av 1980-tallet foregikk det et omfattende haneskjellfiskeri på de store skjellfeltene i Svalbardsonen. Dette fisket ble avsluttet i 1992, og etter tokt til de viktigste feltene i 1994 og 1996, vedtok en å overvåke feltene med ti års mellomrom. Derfor ble skjellfeltene ved Bjørnøya og Moffen undersøkt i august 2006 (Figur 2.9.1).



Haneskjell

Chlamys islandica

Leveområde: Jan Mayen, i Barentshalet og ved Svalbard. Fins også på kysten av Troms og Vesterålen, og i små lokale bestander på Vestlandet.

Alder ved kjønnsmodning: 3–6 år. Haneskjellet kan bli opptil 13 cm og det er funnet individer som er mer enn 30 år.

Biologi: Haneskjell er et forholdsviss langsomt voksende sub-arktisk kamskjell som kan bli opptil 12–13 cm. Skjellet blir kjønnsmodent ved ca. 4–6 år og gyter millioner av egg ut i de frie vann-massene hvor befruktningen skjer. Larvene har en pelagisk fase på 1–2 måneder, avhengig av temperatur, og bunnslår gjerne på trådformede alger. Skjellet finnes vanligvis i store konsentrasjoner på dyp mellom 20–100 m i strømrrike områder.

Rekrutteringen til de to skjellfeltene ser ut til å være god, og på feltet ved Bjørnøya er den betydelig bedre enn ved de første undersøkelsene i 1986 (Figur 2.9.2). Skjelltettheten målt i fangstrate (CPUE) har også økt i forhold til situasjonen like etter at fisket ble avsluttet i 1992, men er fortsatt langt lavere enn den var ved undersøkelsene i 1986/87. Det gis ikke kvoteråd for haneskjellbestandene i Svalbardsonen, mens kvoten innenfor grunnlinjen på norsk kysten ble anbefalt til å være 250 tonn rundskjell i 2006.

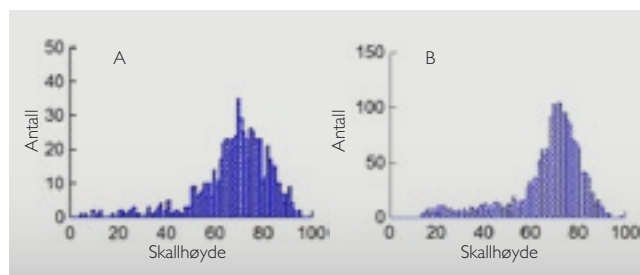
Fisket

I dag er det bare et norsk fiske etter haneskjell innenfor grunnlinjen i Troms og Finnmark. Det foregår derfor heller ikke undersøkelser av bestanden i andre områder. De siste ti årene har fisket innenfor grunnlinjen vært beskjedent, og enkelte

år er totalkvoten ikke blitt tatt. I 2005 ble det ifølge statistikk fra Norges Råfisklag landet ca. 900 kg haneskjell i norsk sone som sannsynligvis er fangst innenfor grunnlinjen. Dette tilsvarer en fangst på ca. 4–5 tonn rundskjell, altså langt under totalkvoten.

Modest interest for harvesting Iceland scallop in Norwegian waters

The Norwegian fishery for Iceland scallops is exclusively a near coast activity. In 2006 scallop beds in the Spitsbergen area were surveyed, and found to be partly restored since the heavy fisheries in the late 1980s. Only a minor part of the coastal scallops seems to have been caught in recent years and the recommended quota for this area for 2006 was 250 tonnes of whole scallops.



Figur 2.9.2 Skallhøydefordeling hos haneskjell fra feltet Bjørnøya (a) og ved Moffen (b) i 2006. Shell height in scallops from the sub areas Bjørnøya (a) and Moffen (b) in 2006.

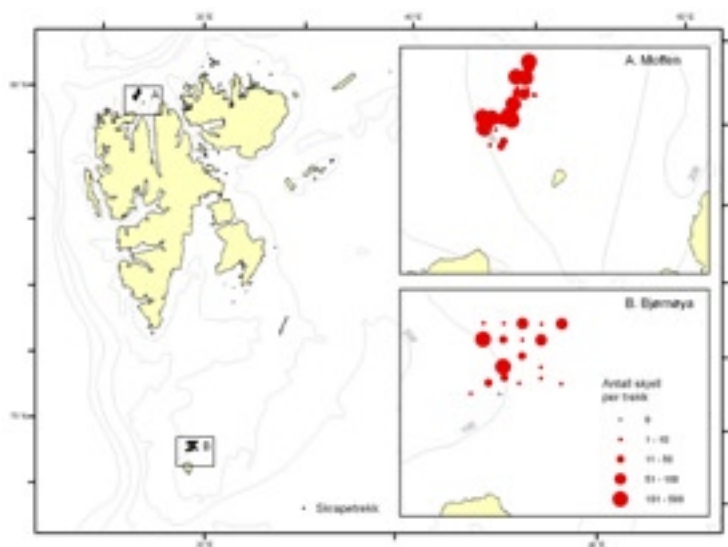
Fakta om bestanden

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 tomskall. Næringen til skjellet er forskjellige organiske matpartikler 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 om 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 seks–åtte år.

Figur 2.9.1

Kart over Svalbardsonen med områdene ved Moffen og Bjørnøya som ble undersøkt i 2006. Skrapestasjoner er angitt med røde sirkler. The Svalbard area with investigated (2006) sub areas Moffen and Bjørnøya inserted. Sampling stations are indicated with red circles.





Kapittel 3

Havbruk

3.1

Produksjon av oppdrettsfisk 2007

3.1.1 PRODUKSJON AV LAKS OG REGNBUEØRRET

Høye sjøtemperaturer ga fantastisk tilvekst på oppdrettsfisk vinteren 2007. Det førte til større fisk og høyere slaktevekt enn tidligere år. I løpet av året ble det slaktet ca. 723 200 tonn atlantisk laks og ca. 71 600 tonn ørret. Økningen i slaktekvantum av atlantisk laks var på hele 125 000 tonn. Til tross for stor økning i utbudet, endte gjennomsnittsprisen på 24,70 kroner. Det var en nedgang på ca. 6,60 kroner per kg sammenlignet med 2006.

Arnt Fredrik Kjønhau
arnt.fredrik.kjonhaug@kontali.no

I rognsesongen 2006/07 ble det lagt inn ca. 310 millioner rognkorn av laks i Norge. Det var en økning på ca. 50 millioner sammenlignet med innlegget i 2005/06. I løpet av våren 2007 ble det satt ut 115 millioner ett år gamle individer, en økning på ca. 9 millioner sammenlignet med utsett av ettåringer året før. Vårutsett 2007 stammer fra rogninnlegget 2005/06, som er estimert til 260 millioner rognkorn. Høstutsett av dette innlegget var på ca. 76 millioner individer, noe som gir et utbytte av utsatt smolt per rognkorn på ca. 73 %. Høstutsett som kommer fra 2006/07-innlegget, var på 92 millioner individer. Dette gir et totalt smoltutsett i kalenderåret 2007 på 207 millioner individer, noe som er en økning på 25 millioner smolt fra kalenderåret 2006.

En mild vinter 2006/07 førte til høye sjøtemperaturer langs hele norskekysten. Det ga en fantastisk tilvekst på fisken, spesielt på den eldste generasjonen i sjø. Førsalget i 1. tertial eksploderte, og oppdretterne kunne ta ut fisken med en langt høyere gjennomsnittlig slaktevekt enn tilfellet har vært tidligere (Figur 3.1.1.1). Gjennomsnittlig slaktevekt på 2005-generasjonen endte på knappe 5,2 kg, en økning på 350 gram sammenlignet med 2004-generasjonen. I løpet av mai/juni var sjøtemperaturene tilbake til et mer

normalt nivå. Det ga god tilvekst, spesielt på vårutsett 2006, noe som igjen ga slaktepress på denne generasjonen fra tidlig høst. Resultatet var at det ble tatt ut flere individer av denne generasjonen før jul enn tilfellet har vært tidligere. Ved utgangen av året ble biomasse i sjø estimert til 466 000 tonn, en økning på ca. 10 % sammenlignet med inngående beholdning per 01.01.07. Biomasseøkningen per 31.12. skyldes i all hovedsak et høyere antall utsatt høstfisk i 2006 og 2007.

Slaktekvantumet for laks ble på ca. 723 000 tonn (Figur 3.1.1.2). Det er en økning på ca. 125 000 tonn, eller ca. 21 %, sammenlignet med året før. Økningen i slaktekvantumet skyldes et noe større uttak av fisk, samt at gjennomsnittlig slaktevekt økte med ca. 360 gram sammenlignet med 2006.

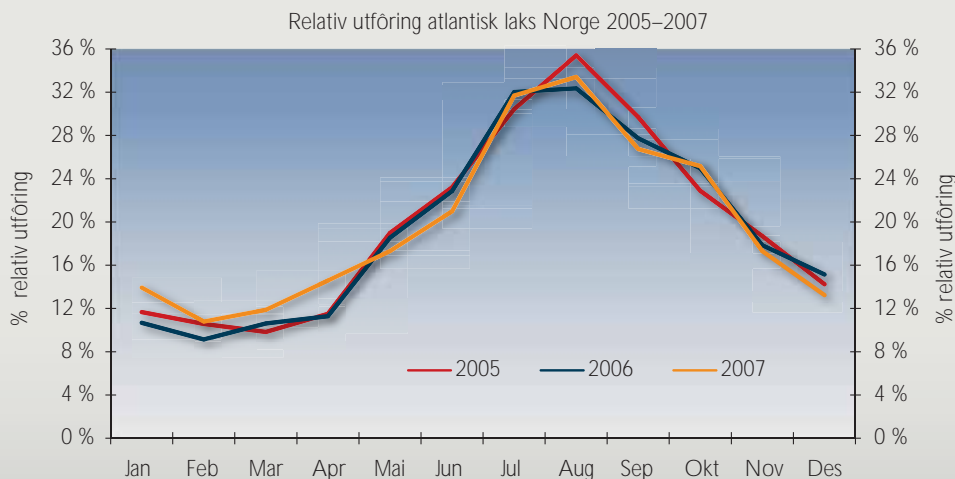
Etter flere år med tilbakegang i slaktekvantum på ørret, ble det i løpet av 2007 slaktet ca. 14 000 tonn mer enn i 2006 (Figur 3.1.1.3). Økningen skyldes hovedsakelig et høyt antall utsatt smolt i 2006, det var disse som ble slaktet i løpet av 2. halvår 2007. Utsett av smolt i 2007 var på knappe 22 millioner, omtrent 2,5 millioner individer mindre enn i 2006.

I løpet av 2007 ble det slaktet knappe 795 000 tonn laks og ørret i Norge. Det er en økning på ca. 139 000 tonn sammenlignet med 2006, eller ca. 21 %.

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.

Figur 3.1.1.1

Relativ utføring til atlantisk laks i perioden 2005–2007 (tonn utføret per måned/stående biomasse).
Relative feed rate of Atlantic salmon per month 2005–2007 (tonnes of feed per month/standing biomass).



De høye sjøtemperaturene om vinteren, kombinert med et stadig økende smoltutsett, ga rekordhøyt salg av fôr i Norge (Figur 3.1.1.4). I løpet av året ble det solgt om lag 1 136 000 tonn fôr, en økning på ca. 15 % sammenlignet med 2006. Dette salget inkluderer importert fôr brukt til atlantisk laks, ørret, smoltproduksjon i

ferskvann samt til marine arter. Av dette ble ca. 980 000 tonn konsumert av atlantisk laks i sjøfasen og ca. 100 000 tonn ble utført til ørret i sjø. Det er en økning på henholdsvis 17 % og 11 % sammenlignet med 2006.

I løpet av 2007 ble det eksportert atlantisk laks for ca. 17,5 milliarder kroner (+ 2 % sammenlignet med 2006) og ørret for ca. 1,3 mrd. kroner (- 7 % sammenlignet med 2006). Til sammen ble det eksportert laks og ørret for ca. 18,8 mrd. kroner, en økning på ca. 300 mill. kroner sammenlignet med 2006.

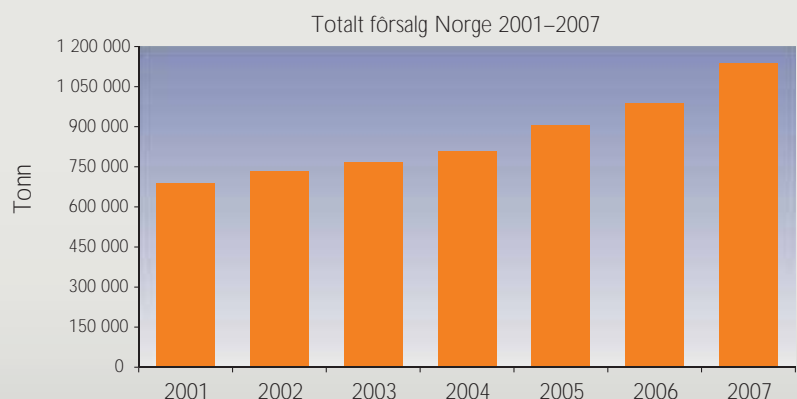
Figur 3.1.1.2
Slaktet kvantum (tonn wfe) av atlantisk laks i Norge 2003–2007.
Harvest quantity (tonnes wfe) of Atlantic salmon in Norway 2003–2007.



Figur 3.1.1.3
Slaktekvantum ørret 2003–2007.
Harvest quantity rainbow trout 2003–2007.



Figur 3.1.1.4
Totalt førsalg i Norge 2001–2007.
Kilde FPF.
Total feed sale in Norway 2001–2007.
Source FPF.



Konkurrerende nasjoner

De siste 2–3 årene har den chilenske industrien hatt økende problemer knyttet til produksjonen av laks, og slaktekvantumet endte på ca. 350 000 tonn (Figur 3.1.1.5). Det er en tilbakegang på ca. 15 000–20 000 tonn sammenlignet med 2006. Sykdommen SRS (piskiriettsiose) og lakselus har vært hovedproblemene, men i løpet av 2007 ble det oppdaget flere tilfeller av ILA (infeksiøs lakseanemi) på oppdrettsanlegg i Chile. Det har ført til at chilensk laks har tapt markedsandeler i alle hovedmarkedene i 2007.

Selv om det har vært store problemer med produksjonen av atlantisk laks, har situasjonen på ørret vært noe bedre. I løpet

av 2007 ble det slaktet ca. 168 000 tonn ørret i Chile, det er en økning på ca. 31 000 tonn sammenlignet med 2006.

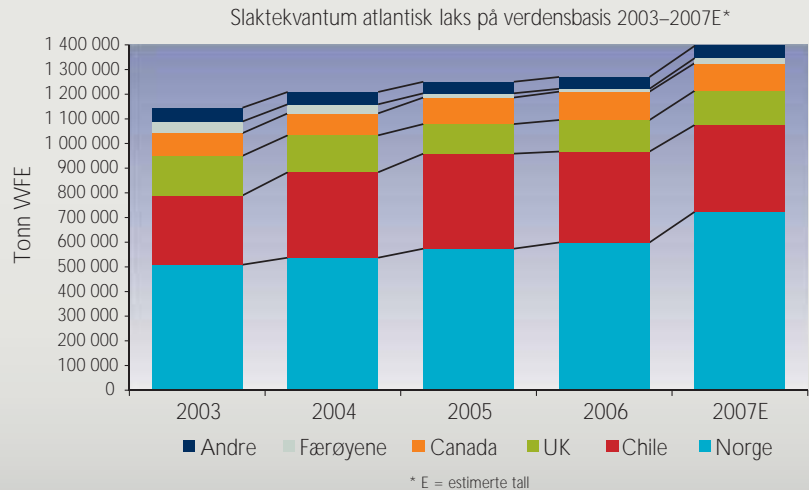
I Storbritannia ble det slaktet ca. 138 000 tonn atlantisk laks i 2007, en økning på ca. 11 000 tonn sammenlignet med 2006. Også på Færøyene har produksjonen økt etter tidligere år, der mange utbrudd av ILA har gitt en nedgang i slaktekvantumet. I løpet av 2007 ble det slaktet ca. 20 300 tonn, en økning på ca. 8 400 tonn sammenlignet med ”bunnåret” 2006. Slaktekvantumet i Nord-Amerika (Canada og USA) endte på ca. 120 000 tonn. Det var en svak tilbakegang sammenlignet med 2006 på ca. 5 000 tonn.

The Harvest Quantity of Atlantic Salmon

During the winter 2007 high sea temperatures gave an increased growth rate for farmed fish, which resulted in larger fish and higher weight at harvest than in previous years. The total harvest quantity of Atlantic salmon in Norway was approximately 723,000 tonnes (wfe) in 2007. This was an increase of approx. 125,000 tonnes (wfe) compared to 2006. It was also harvested approx. 72,000 tonnes (wfe) of trout in Norway during 2007, which was an increase of approx. 14,000 tonnes (wfe) compared to 2006.

Figur 3.1.1.5

Slaktet kvantum (tonn wfe) atlantisk laks på verdenbasis 2003–2007E.
Harvest quantity (tonnes wfe) of Atlantic salmon world wide 2003–2007.



3.1.2 PRODUKSJON AV TORSK OG KVEITE

I 2007 ble det satt ut 13 millioner settefisk til produksjon av torsk i Norge. Det er en økning på nærmere 5 millioner fra året før. Det ble slaktet ca. 11 500 tonn oppdrettstorsk, en økning på 400 tonn fra 2006. Biomassen for oppdrettstorsk per 31.12.07 er estimert til 15 800 tonn, en økning på nesten 6 000 tonn fra 2006. Det ble eksportert 725 tonn oppdrettskveite fra Norge i 2007, det er en liten nedgang på 25 tonn fra 2006. Norsk oppdrettet kveite ble valgt ut til å være en av to hovedråvarer til verdens mest prestisjetunge kokkekonkurranse, Bocuse d'Or, i 2007.

Eigunn Stav Sætre
eigunn.stav.setre@kontali.no

Torsk

Av mer enn 120 registrerte aktører innenfor matproduksjon av torsk, er det estimert at mer enn 40 av disse hadde drift ved utgangen av 2007. Samlet disponerte disse selskapene 230 av de mer enn 400 konsesjonene tildelt matfiskproducentene. Av de 29 største selskapene (4 konsesjoner eller mer), vurderes 23 selskaper i drift.

Per i dag driver i overkant av 20 anlegg med produksjon av torskeyngel og settefisk til matfiskproduksjon. I 2007 ble rundt 13 millioner settefisk satt i sjøen, en økning på rundt 5 millioner fra året før. De fleste anleggene driver intensiv produksjon av yngel, kun et fåtall driver med pollproduksjon. Torskeyngel settes vanligvis ut til påvekst, før den i neste omgang settes ut som settefisk til matfiskproduksjon. Det planlagte utsettet ble noe mindre enn

først estimert pga. problemer knyttet til yngelproduksjon.

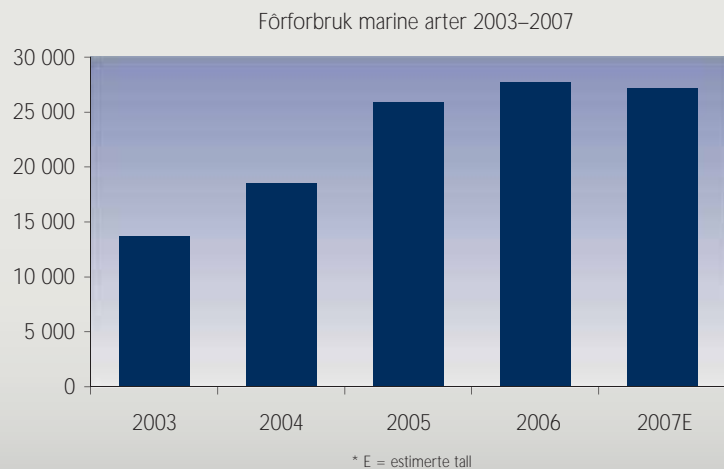
Næring, forskning og myndigheter satser mye på å løse utfordringer knyttet til kjønnsmodning og rømming. Det siste året har det vært spesielt høyt fokus på å motvirke rømming, noe som gir seg synlige utslag i Fiskeridirektoratets rømmingsstatistikk. Kun 69 000 individer fra marine oppdrettsarter er registrert rømt i 2007. I kontrast står 2006 med rekordhøy rømming på hele 246 000 individer, og 2005 med 213 000.

I tillegg til Norge driver Storbritannia, Island, Færøyene og Canada med torskeoppdrett i mindre skala.

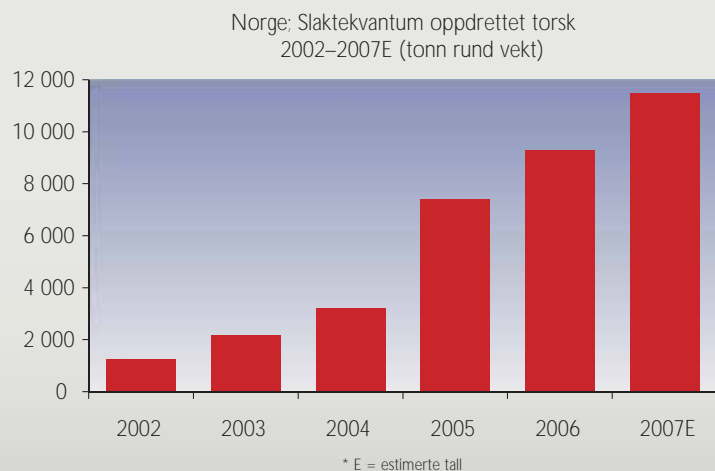
I løpet av 2007 ble det totalt solgt 27 200 tonn fôr til marine arter (Figur 3.1.2.1). Det er en svak nedgang fra 2006 på ca. 500 tonn. Tallene inkluderer fôr solgt i Norge i løpet av 2007, sammen med en estimert

Figur 3.1.2.1

Totalt fôr salg til marine arter i Norge 2003–2007E*. Kilde: FPF, Kontali Analyse AS.
Total feed sales to marine species in Norway 2003–2007E. Source: FPF, Kontali Analyse AS.

**Figur 3.1.2.2**

Slaktekvantum oppdrettet torsk i Norge 2002–2007E* (rund vekt). Kilde: Fiskeridirektoratet, Kontali Analyse AS.
Harvest quantity farmed Cod in Norway 2002–2007E (live weight). Source: Directorate of Fisheries, Kontali Analyse AS.



Figur 3.1.2.3

Slaktekvantum oppdrettet kveite i Norge 2002–2007E* (rund vekt).

Kilde: Fiskeridirektoratet, Kontali Analyse AS. *Harvest quantity farmed halibut in Norway 2002–2007E (live weight). Source: Directorate of Fisheries, Kontali Analyse AS.*



andel av importert fôr. Dette er fôr som blir konsumert av oppdrettet torsk, kveite, sei, steinbit og piggvar. Om lag 23 000 tonn ble konsumert av torsk.

Den estimerte biomassen på oppdrettstorsk var ved utgangen av 2007 på 15 800 tonn rund vekt. Det er en økning på 60 % fra 2006. Sammenlignet med året før har den eldste generasjonen økt sin biomasse med 500 tonn, mellomgenerasjonen har økt med 3 700 tonn, mens fjorårsgenerasjonen har 10,6 mill individer i sjø, med en total biomasse på 4 700 tonn rund vekt. Det viser en økning på 3,3 millioner individer fra ett år tilbake.

Rundt 11 500 tonn rund vekt er estimert slaktet i 2007, inkludert oppfôret torsk (Figur 3.1. 2.2). Slaktekvantumet for 2007 har dermed økt med 400 tonn fra 2006.

Eksport av oppdrettet torsk representerte i 2007 ca. 30 % av den totale verdien på eksport av fersk hel torsk. Det er en kraftig økning fra 2006, da oppdrettet torsk representerte 20 % av totalverdien.

Kveite

Ved utgangen av 2007 var det registrert ca. 70 matfiskkonsesjoner for produksjon av kveite, hvorav 23 av disse er knyttet til tre hovedaktører. En av de større aktørene avvirket produksjon av matfisk i fjor sommer. Totalt er det registrert 126 konsesjoner for kveite (inkludert yngelproduksjon), det er en økning på 10 konsesjoner fra 2006. Det er flest lokaliteter i Nordland, Møre og Romsdal og Hordaland. Kveiteprodusentene er i stor grad integrert i hele produksjonskjeden, fra stamfisk til matfisk.

Det beregnes et slaktekvantum i underkant av 2 000 tonn rund vekt i 2007, hvilket er samme nivå som året før (Figur 3.1.2.3).

Norsk oppdrettet kveite regnes som et førsteklases produkt og skårer høyt innen de godt betalte HoReCa*-segmentene. Ferskhets, jevn størrelse og et stabilt tilbud hele året gjør at oppdrettskveita hevder seg. Norsk oppdrettskveite ble i 2007 valgt ut til å være én av to hovedråvarer til Bocuse d'Or, verdens mest prestisjetunge kokkekonkurranse.

*) HoReCa = Hotell, restaurant og catering

The Norwegian Production of Cod and Halibut

By the end of 2007 more than 40 companies were in commercial operation in Norway, covering 230 of more than 400 on-growing licences for cod farming. During 2007 more than 13 million juveniles were released for on-growing, which is an increase of approximately 5 million from 2006. Approximately 11,500 tonnes round weight were harvested in 2007, which is a slight increase from the year before. The biomasses of farmed cod is estimated to approximately 15,800 tonnes round weight, an increase of close to 60% from 2006.

In 2007 approximately 725 tonnes farmed halibut were exported from Norway, which shows a slight decrease since 2006. Average fob export price has increased by 8% since 2006, and 20% since 2005, and ended at NOK 85,03 per kg at the end of 2007. Norwegian farmed halibut was chosen as one of two main raw materials in the prestigious Bocuse d'Or 2007.

3.2.1 MARKEDSSITUASJONEN FOR LAKS OG ØRRET

Eksporten av norsk laks var på rekordhøye 17,5 milliarder kroner i 2007, det er en økning på 2,4 % fra 2006. Volumet økte med 22 % til 706 000 tonn. Gjennomsnittlig eksportpris for fersk hel laks ble redusert fra 31,84 kr/kg til 26,46 kr/kg. Til tross for prisnedgangen var dette en historisk god pris som ble oppnådd i et år hvor eksporten av norsk laks økte med rekordhøye 129 000 tonn. Dette er et godt bevis på sterk etterspørsel etter norsk laks på verdensbasis. For norsk ørret ble eksporten redusert med 45 millioner til 1,3 milliarder kroner.

Paul T. Aandahl
pta@seafood.no

Børge Grønbech
borge.gronbech@seafood.no

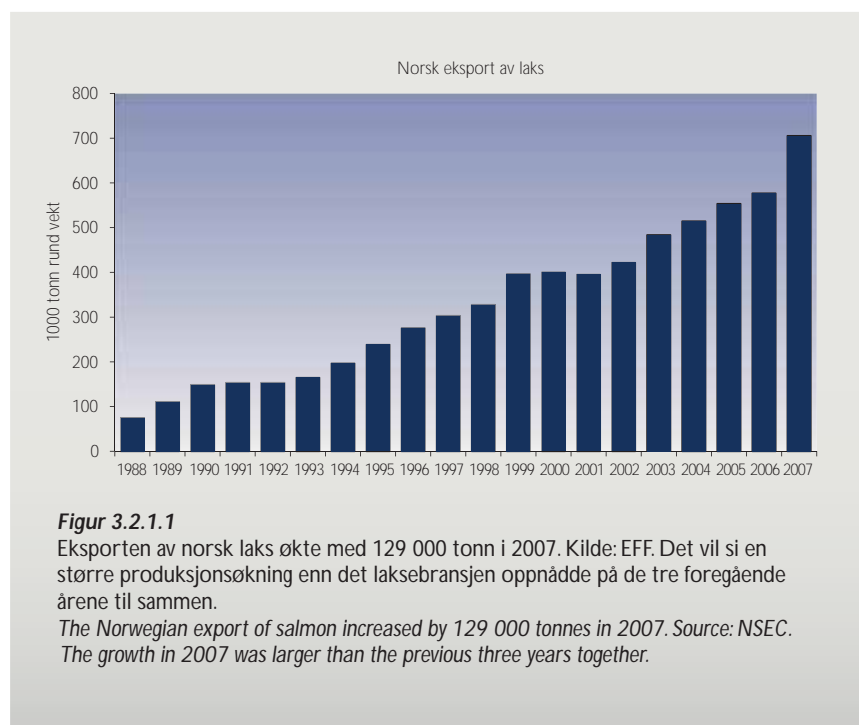
Etter en utflatning rundt årtusenskiftet, har lakseeksporten fra Norge vært i kontinuerlig vekst, og 2007 var året med den sterkeste veksten. Da ble det servert godt over 3 milliarder måltider med norsk laks verden over. Den sterke etterspørselen kan forklares ut fra en rekke markedsforhold og markedstrender som verdsetter kvalitetene og egenskapene til merkevaren norsk laks (Figur 3.2.1.1).

For det første har laks, med sine helsemessige fordeler, skaffet seg en sterk posisjon i stadig mer dominerende helse-

og livsstiltrender. For det andre bidrar laksens vide bruksområde og en svært effektiv produksjon til at fersk norsk laks er å finne i stadig nye og konsumvennlige produkter i stadig flere markeder. Det øker tilgjengeligheten og gir kvalitetsbevisste konsumenter et bredere produktspekter å velge fra. I tillegg er det sterk vekst i kjøpekraft i enkeltmarkeder og regioner, noe som har ledet til økt investeringstakt i moderne detaljhandel i flere markeder i blant annet Øst-Europa.

Redusert andel til EU

Til tross for en økning i konsumet av norsk laks i EU med rundt 70 000 tonn i fjor, gikk andelen av eksporten til EU ned fra 76 % til 72 %, og viser med all tydelighet hvor sterk etterspørselen har vært i andre markeder (Figur 3.2.1.2).

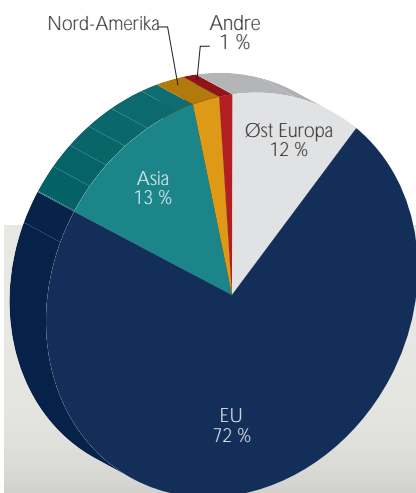


Figur 3.2.1.1

Eksporten av norsk laks økte med 129 000 tonn i 2007. Kilde: EFF. Det vil si en større produksjonsøkning enn det laksebransjen oppnådde på de tre foregående årene til sammen.

The Norwegian export of salmon increased by 129 000 tonnes in 2007. Source: NSEC. The growth in 2007 was larger than the previous three years together.

Norsk eksport av laks fordelt på region, 2007



Figur 3.2.1.2

Norsk eksport av laks fordelt på region. Kilde: EFF. Norwegian export of salmon by region. Source: NSEC.

Frankrike fortsatt viktigste enkeltmarked

Av de over hundre markedene norsk laks eksporteres til, er Frankrike det største med 17 prosent, eller rundt 120 000 tonn av eksporten. Med en sterk preferanse for norsk laks og ferske sjømatprodukter, økt sjømatkonsum, en sterk sushi-trend samt svært helse- og kvalitetsbevisste franskmenn, har Frankrike fortsatt et stort utnyttet potensial. Et eksempel på hvilken posisjon og potensial laks har i Frankrike, er at av ca. 220 nye sjømatprodukter som kom på markedet i 2007, var rundt 70 av dem basert på laks (Figur 3.2.1.3).

Økning til Russland

I 2007 tok eksporten av norsk laks til Russland seg opp igjen til nivået vi hadde før russiske myndigheter innførte omfattende importrestriksjoner for norsk laks i 2006. I løpet av 2007 fikk flere norske produsenter eksporttillatelse til dette markedet, men på langt nær alle. En fortsatt begrensning i markedsadgangen bidro med stor sannsynlighet til at potensialet ikke ble fullt utnyttet. Russland har sterk økonomisk vekst, effektivisering/modernisering av ferskdistribusjon og detaljhandel, og økende preferanse for ferske sjømatprodukter. Det forventes derfor at Russland vil øke sin andel av norsk sjømateksport i 2008 (Figur 3.2.1.4).

Andre markeder

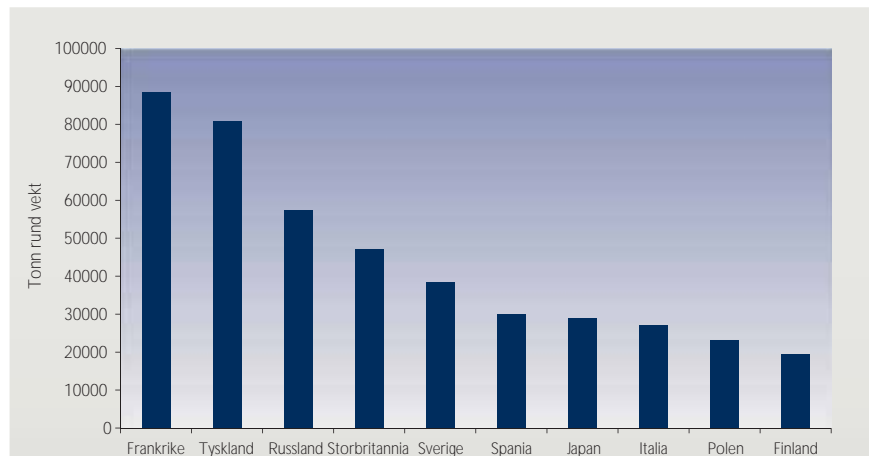
Storbritannia, hjemmemarkedet for skotsk laks, mottok 47 000 tonn norsk laks i 2007. Det er ca. 38 % av totalkonsumet. Det viser hvilket konkurransedyktig produkt norsk laks er, og ikke minst fleksibiliteten og dyktigheten til den norske laksebransjen.

Av andre større markeder er det verdt å nevne en sterk volumvekst i Sverige (+20 %) og Finland (+48 %), noe som gir et laksekonsum per innbygger på i underkant av 5 kg. Dersom den veksten fortsetter, er det bare et spørsmål om tid før disse to markedene kan matche Norge med sine 7 kg laks per innbygger (Figur 3.2.1.5).

Øst-Europa får større betydning

Med sine 220 millioner innbyggere representerer Øst-Europa store muligheter for norsk laks. I 1999 gikk under to prosent av norsk lakseeksport til denne regionen, mens andelen hadde økt til 12 % i 2007. Det ble eksportert i overkant av 80 000 tonn norsk laks til Øst-Europa i fjor, det vil si en dobling i løpet av tre år. Av dette gikk 75 % til Russland og 18 % til Ukraina.

En viktig etterspørselsdriver for norsk laks i regionen har vært den sterke økonomiske veksten, ledet an av Russland. Bare i perioden 2003–07 nærmest tredoblet forbruket



Figur 3.2.1.3

Konsum av norsk laks i de største markedene (Kilde: EFF). Frankrike er størst, og Russland er i ferd med å bli vårt nest største marked for norsk laks.
Consumption of Norwegian Salmon, the largest markets (Source: NSEC).

i Øst-Europa seg. I samme periode har veksten i Vest-Europa vært på rundt 50 %. Estimer viser at forbruksveksten i Øst-Europa vil falle noe, men vil allikevel i løpet av 2008–12 øke med rundt 80 %, mens veksten i Vest-Europa til sammenligning vil bevege seg opp mot 20 prosent i samme periode.

Den sterke økonomiske utviklingen bidrar til økte investeringer i blant annet moderne detaljhandel som stiller helt andre og strengere krav til kvalitet, leveringsdyktighet og distribusjon, og som norsk laks absolutt vil dra mange fordeler av. I 2007 var det rundt 200 hypermarkedsutsalg i Øst-Europa, et tall som er forventet å tredoble seg i løpet av de neste fire årene. Veksttakten i andre moderne butikiformater av mindre størrelse, som eksempelvis supermarkeder, er forventet å være like sterk. Utviklingen gir spesielt ferske produkter av norsk laks en mye bedre distribusjon både i Moskva og St. Petersburg, men også til andre byer i Russland. De samme utviklingstrekkene registreres også i Ukraina. På spørsmål om fremtidsutsiktene i det ukrainske markedet svarer representanter fra den ukrainske sjømatnæringen at en grei regel å forholde seg til er at Ukraina ligger 4–5 år etter Russland i utvikling. Dette gir gode utsikter for norsk laks i et marked med nærmere 50 millioner konsumenter (Figur 3.2.1.6).

Norsk ørret

I 2007 ble det eksportert 59 000 tonn ørret fra Norge. Det er en økning på 26 prosent, eller 12 000 tonn fra 2006. Nesten halvparten av ørreten gikk til det russiske markedet, og vi fikk en sterk dreining mot fersk ørret blant annet som følge av bedret markedsadgang gjennom utstedelse av eksportlisenser til flere

norske produsenter i fjor. Japan, som har vært et av våre viktigste ørretmarkeder, har i løpet av de siste tre årene redusert kraftig etterspørselen etter norsk ørret. Den negative trenden skyldes blant annet sterkere konkurranse fra chilensk ørret og coho (Figur 3.2.1.7).

Export of Norwegian Salmon

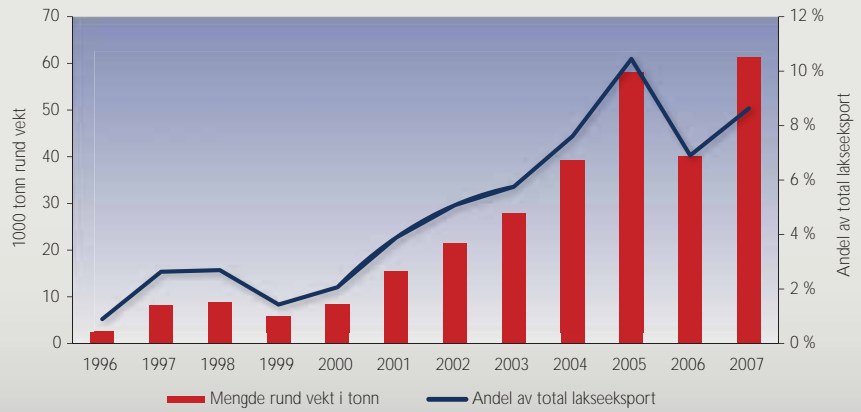
The export of Norwegian salmon reached a record at NOK 17,5 billion in 2007, an increase by 2,4 percent on the previous year. The export volume grew by 22 percent to 706,000 tonnes. The average export price per kilo for fresh whole salmon fell from NOK 31,84 to NOK 26,46. In spite of the price drop, last years average price was, in a historical perspective, very good in a year where the export growth in Norwegian salmon was record-high. This demonstrates a very strong demand for Norwegian salmon worldwide.

France was by far the largest market with 17 percent of the total salmon export, or about 120,000 tonnes. The importance of Eastern Europe is steadily increasing, and constituted 12 percent of Norwegian export of salmon last year. The Norwegian export value of trout fell by NOK 45 million, reaching NOK 1,3 billion last year.

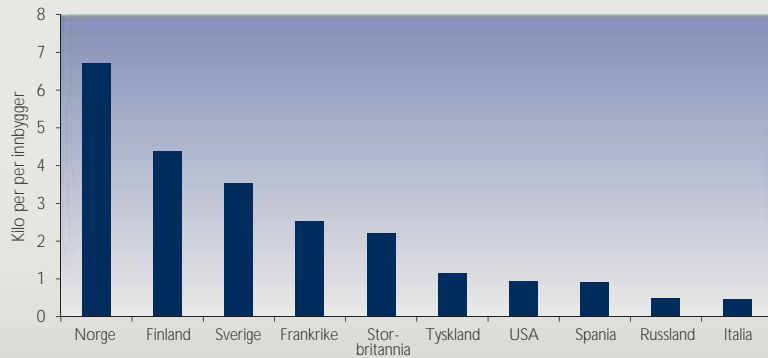
Figur 3.2.1.4

Eksport av norsk laks til Russland, kvantum og andel av totaleksporten. 9 % av norsk lakseeksport gikk til Russland i 2007.

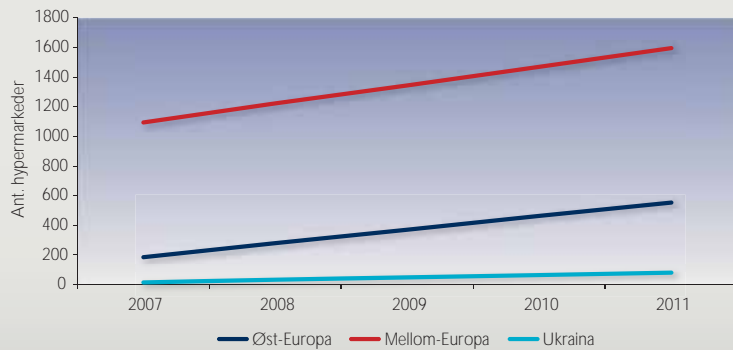
Export of Norwegian salmon to Russia.

**Figur 3.2.1.5**

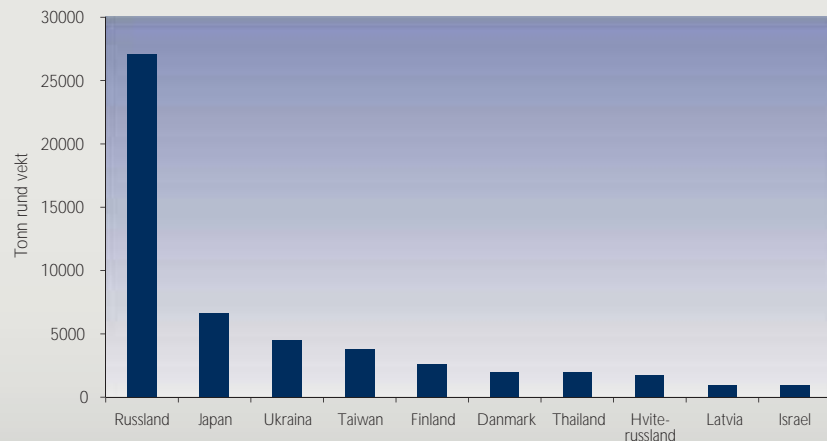
Konsum atlantisk laks per innbygger. Consumption of salmon per Capita.

**Figur 3.2.1.6**

Estimert vekst i antall hypermarkeder. Kilde: Planet Retail. Estimated growth in the number of hypermarkets. Source: Planet Retail.

**Figur 3.2.1.7**

Norsk eksport av ørret. Kilde: EFF. Norwegian export of trout. Source: NSEC.



3.2.2 MARKEDSSITUASJONEN FOR OPPDRETTSTORSK OG -KVEITE

Selv om laks og ørret er bjelken i norsk akvakulturproduksjon, kommer de marine artene etter. Den største per i dag er torsk, med en eksportverdi på ca. 170 millioner kroner, en økning på 11 % fra 2006. Også omsetningen av kveite øker. Totalt ble det eksportert oppdrettskveite for 62,2 millioner kroner i 2007. Det er omtrent samme volumet som i 2006, men prisen har økt med 9 %. For omsetning av kveite er imidlertid Norge et av de viktigste landene, her ble det omsatt for ca. 77 millioner kroner i 2006.

Foto: Tom Haga. Eksportutvalget for fisk



Stekt kveite. Totalt ble det eksportert oppdrettskveite for 62,2 millioner kroner i 2007. *Fried Norwegian White Halibut. In total, NOK 62.2 million worth of halibut was exported in 2007.*

Figur 3.2.2.1

Norsk eksport av hel, fersk torsk fra havbruk. *Norwegian export of whole, fresh cod from aquaculture. Source: NSEC/SSB.*

Marit Sogn-Grundvåg
msg@seafood.no

Torsk fra havbruk øker

Aldri før har norsk torsk oppnådd så gode priser i markedet som i 2007. Totalt eksporterte Norge fersk torsk for i underkant av 1 milliard kroner i 2007. 16,7 % av dette var torsk fra havbruk. I 2006 var det tilsvarende tallet 14,9 %. Det ble eksportert 4 100 tonn oppdrettsorsk i 2007, det er en økning på 11 % i forhold til året før. Eksportverdien økte med 21 % til 166 millioner kroner.

Rund torsk utgjorde 3 687 tonn av total-eksporten av oppdrettsorsk i 2007, og hadde en verdi på 141 millioner kroner, noe som gir en gjennomsnittspris på 38,34 per kg (Figur 3.2.2.1).

Eksporten av fersk torskefilet fra oppdrettsfisk økte fra 329 tonn i 2006 til 409 tonn i 2007. Eksportverdien endte på ca. 25 millioner kroner. Pris per kg har gått ned fra 69,19 kr/kg i 2006 til 60,85 kr/kg i 2007.

De største importmarkedene for rund oppdrettsorsk er Frankrike, Danmark (hovedsakelig transitland), Spania, Belgia, Storbritannia og Nederland (Figur 3.2.2.2). Tyskland har hatt en svært positiv utvikling det siste året med nesten en dobling av volum fra 76 tonn i 2006 til 133 tonn i 2007. Tyskland er et marked med potensial, og Eksportutvalget for fisk (EFF) tror økt tilgang på oppdrettsorsk i Tyskland kan være med på å bygge preferanse for fersk fisk i et land som tradisjonelt har kjøpt mye frossen fisk fra Norge.

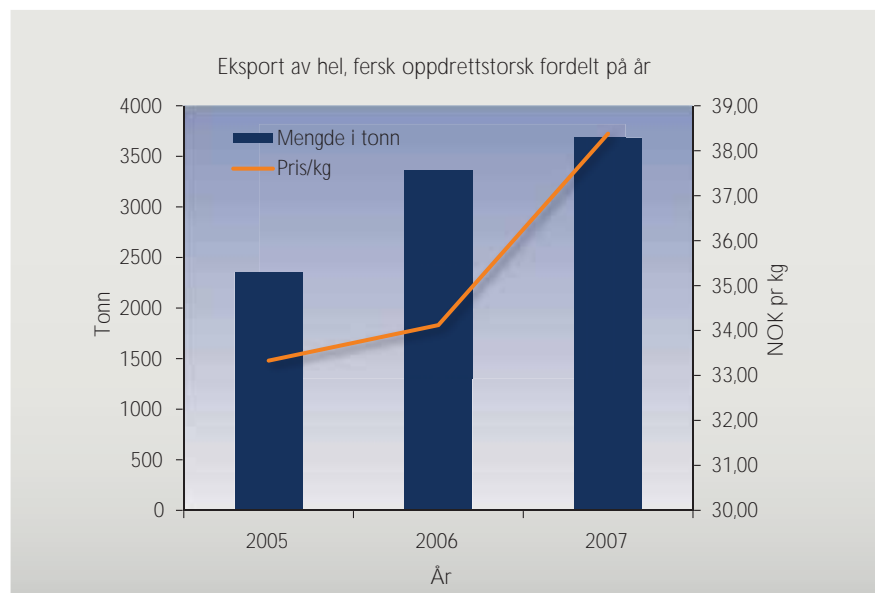
Etter Norge er Frankrike det største enkeltmarkedet for norsk oppdrettsorsk, og det er også et av de best betalende markedene (41,23 kr/kg i 2007). Med sine lange tradisjoner for fersk fisk av høy kvalitet, er Frankrike vårt viktigste ferskfiskmarked. Frankrike har høy betalingsvillighet for fersk fisk, og oppdrettsorsk gjør at butikkene kan ha torsk tilgjengelig hele året. Det betyr svært mye for butikkene at de kan tilby forbrukerne fersk torsk også når det ikke er sesong for villtorsk.

Spania er et spennende marked for norsk oppdrettsorsk. Spanjolene kjøpte nesten ikke oppdrettsorsk for 3–4 år siden, men er nå det nest største markedet for rund torsk fra havbruk. Eksporten til Spania ble redusert fra 594 tonn i 2006 til 427 tonn i 2007. Det kan ha sammenheng med økte priser, men også begrenset tilgjengelighet. Fersk fisk, både torsk og laks, blir stadig mer populær i Spania.

Storbritannia er det fjerde største markedet for rund torsk fra havbruk, og det største markedet for fersk torskefilet fra oppdrettsfisk (231 tonn i 2007). De britiske kjedene er opptatt av å tilby et stort utvalg fra ulike land, og oppdrettsorsk er en av mange varianter sjømat som tilbys. Supermarkedskjedene er opptatt av at forbrukerne skal ha et valg både i form av ulike varianter sjømat, ulike produksjonsformer og hva slags fangstredskaper som er brukt. I tillegg er Storbritannia et marked med lange tradisjoner for å spise torsk.

Populær kveite

Kveite fra havbruk har hatt en svært positiv utvikling de siste årene. Eksportvolumet i



2007 var på omtrent samme nivå som i 2006, men gjennomsnittspris per kg økte fra 77,93 kr/kg til 85,07 kr/kg, noe som er en økning på drøye 9 % (Figur 3.2.2.3). Totalt ble det eksportert oppdrettskveite for 62,2 millioner NOK.

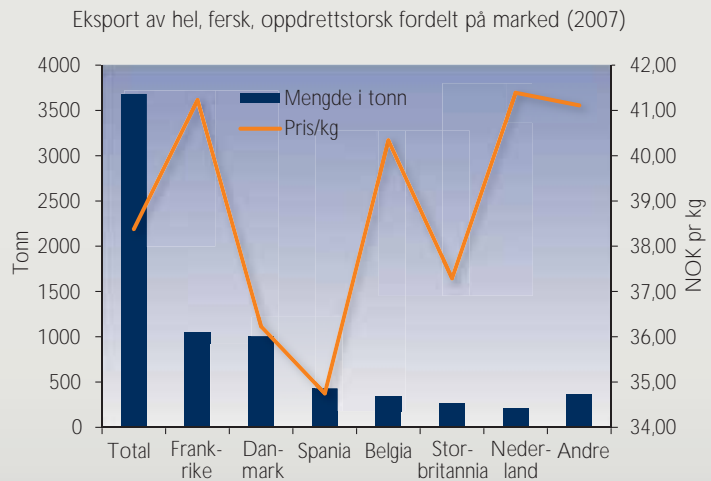
De største markedene for oppdrettskveite er Norge, Storbritannia, USA, Nederland, Tyskland og Sverige (Figur 3.2.2.4).

Norge er et svært viktig marked for oppdrettskveite. Tallene for 2007 er i skrivende stund ikke klare, men i 2006 ble det solgt 744 tonn fersk kveite i Norge til en verdi av 77 millioner kroner. Det var en økning på 10 % både i verdi og volum fra 2005 (Kilde: Flesland Markedsinformasjon AS). Signaler fra grossister indikerer at både volum og verdi har økt betydelig mer i 2007.

Det største importmarkedet for norsk kveite fra havbruk er fremdeles Storbritannia som importerte 329 tonn norsk oppdrettskveite til en verdi av 25,7 millioner kroner i 2007. Storbritannia er den nasjonen som konsumerer mest kveite i Europa. De har liten egenfangst og importerer årlig i overkant av 1 000 tonn kveite. Når det er sesong for vill atlantisk- og stillehavskveite fra Canada og USA, møter norsk oppdrettskveite konkurranse, spesielt med hensyn til pris. Norsk kveite begynner likevel å posisjonere seg som et unikt produkt i markedet, og tall for 2007 viser at pris per kg har økt fra 72,48 kr i 2006 til 78,34 kr i 2007. Majoriteten av fersk kveite som omsettes i Storbritannia går gjennom hotell, restaurant og cateringsektoren (HoReCa-sektoren), og potensialet for ytterligere vekst anses som stort, spesielt i London hvor man finner de beste restaurantene.

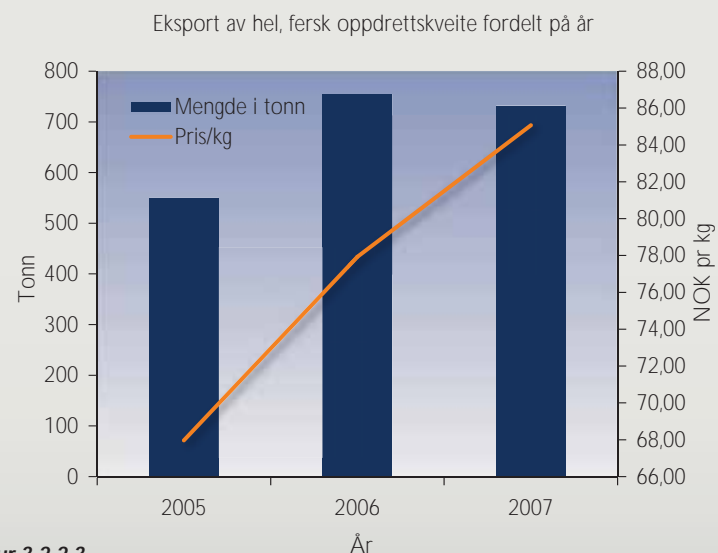
Export of Farmed Cod and Halibut

Salmon and trout are the major species in Norwegian aquaculture, but marine species are on the increase. Today, the most important is cod with an export value of about NOK 170 million, an increase of 11% since 2006. The turnover of farmed halibut is also rising. In total, NOK 62.2 million worth of farmed halibut was exported in 2007. Quantities are about the same as in 2006, but the price has increased by 9%. Norway is one of the top selling countries of farmed halibut, with a turnover of about NOK 77 million in 2006.



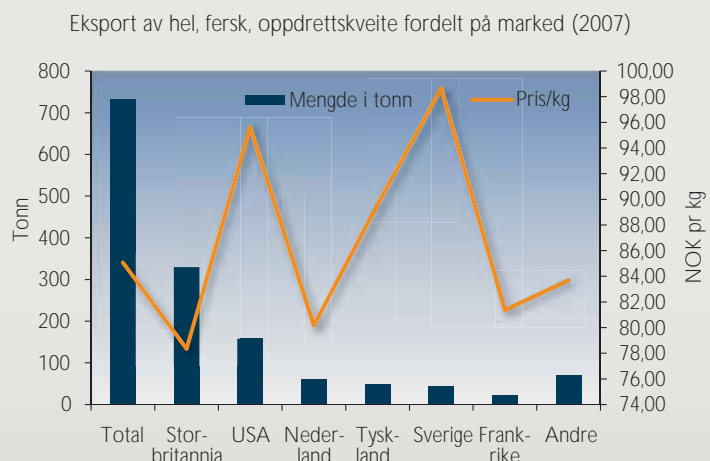
Figur 3.2.2.2

Eksport av hel, fersk oppdrettskveite fordelt på marked (2007). Kilde: EFF/SSB. Norwegian export of whole, fresh cod from aquaculture per market. Source: NSEC/SSB.



Figur 3.2.2.3

Eksport av hel, fersk kveite. Pris per kg har økt med 25 % fra 2005 til 2007. Kilde: EFF/SSB. Norwegian export of whole, fresh halibut from aquaculture. Price per kilo has increased with 25 per cent from 2005 to 2007. Source: NSEC/SSB.



Figur 3.2.2.4

Norsk eksport av hel, fersk kveite fra oppdrett fordelt på marked. Kilde: EFF/SSB. Norwegian export of whole, fresh halibut from aquaculture per market. Great Britain is the largest import market of Norwegian White Halibut. Source: NSEC/SSB.

3.3.1 HELSESITUASJONEN HOS LAKSEFISK

I oppdrett av fisk er en god helsesituasjon av avgjørende betydning for forsvarlig og økonomisk drift. Ved mistanke om sykdom er det nødvendig med bred utredning og diagnostikk så tidlig som mulig i forløpet. Økt dødelighet i et anlegg kan ha komplekse årsaksforhold, og flere sykdommer kan opptre samtidig eller etterfølge hverandre.

Hanne Ringkjøb Skjelstad
hanne.r.skjelstad@vetinst.no

Geir Bornø
geir.borno@vetinst.no

Kjell Flesjå
kjell.flesja@vetinst.no

Haakon Hansen
haakon.hansen@vetinst.no

Hanne Nilsen
hanne.nilsen@vetinst.no

Marit Alstad Wasmuth
marit.wasmuth@vetinst.no

Brit Hjeltnes
brit.hjeltnes@vetinst.no

Sykdommene pancreas disease (PD), infeksjøs pankreasnekrose (IPN) og vintersår gir de største problemene for laksenæringen. Den store økningen i antall påvisninger av hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) gir også grunn til bekymring (Tabell 3.3.1.1).

Virussykdommer Pankreassykdom – PD

Pankreassykdom (pancreas disease - PD) har i 2007 blitt påvist på 98 lokaliteter. Dette er en fordobling av antall lokaliteter siden 2005. Økningen i antall diagnostiserte PD-utbrudd har forekommet langs hele Vestlandskysten.

Tyngdepunktet for sykdommen var fortsatt Hordaland med størst antall påvisninger. Det var særlig mange diagnoser i juni måned. Tapene meldes å ha variert fra 3 til 52 % på merdnivå (Figur 3.3.1.1 og Figur 3.3.1.2). Innsendelser til Veterinærinstituttet fra Møre og Romsdal med mistanke om PD, økte dramatisk i 2007, og det var en kraftig økning i antall lokaliteter som fikk påvist PD i dette fylket. Dødeligheten ble oppgitt å ha vært høyest i mai (20–30 %). Ved utgangen av 2007 var det ingen påvisninger av PD i området nord for Hustadvika i Møre og Romsdal eller i Trøndelag.

I Nord-Norge er PD ennå et begrenset problem, knyttet til to utbrudd i et spesielt område i Finnmark, men det er bekymring for at sykdommen skal etablere seg, og eventuelt spre seg i landsdelen.

I slutten av november 2007 ble PD en meldepliktig gruppe B-sykdom, og det er utarbeidet en ny forskrift for sykdommen. Det nye regelverket er basert på en tiltaksplan mot PD som er utarbeidet av Mattilsynet, gjennom et tett samarbeid med næringen. Planen har som mål å få pankreassykdom under kontroll på Vestlandet, og stanse spredning til nye områder. Det pågår også flere større bekjempelsesprogram i regi av næringen.

Tabell 3.3.1.1

Oversikt over antall lokaliteter med påvist infeksjøs lakseanemi (ILA), infeksjøs pankreasnekrose (IPN), pankreassykdom (PD), hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB), piscirickettsiose, furunkulose og bakteriell nyresyke (BKD) hos laksefisk i perioden 1998–2007. Tallene er basert på innsendte saker til Veterinærinstituttet, med unntak av tallene for PD som i tillegg baserer seg på tall innrapportert til Mattilsynet. Tallene for 2007 er sammenlignbare med tallene fra tidligere år.

An overview of the number of locations/farming sights in which the following diseases were verified from 1998 to 2007: Infectious salmon anemia (ISA), Infectious pancreatic necrosis (IPN), Pancreas disease (PD), Heart and skeletal muscle inflammation (HSMI), Bacterial kidney disease (BKD). All numbers are based on cases reported to the National Veterinary Institute with the exception of the numbers concerning PD. These numbers are in addition based on cases reported to The Norwegian Food Safety Authority. The 2007 numbers can be compared with the numbers from previous years.

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
ILA (ISA)	13	14	23	21	12	8	16	11	4	7
IPN*					174	178	172	208	207	165
PD**	7	10	11	15	14	22	43	45	58	98
HSMB (HSMI)							54	83	94	162
Piscirickettsiose	0	6	0	1	17	5	0	0	1	1
Furunkulose	1	2	6	3	0	2	3	1	3***	5****
BKD	0	3	3	3	1	1	1	2	0	0

*tall for årene 1998-2001 er utelatt pga usikker innrapportering.
No certain registrations for the years 1997-2001.

**tallene for 2002-2005 er justert i forhold til rapport 2005

***settefiskanlegg, 2 elver

****4 lokaliteter i sjø, 1 villfiskely

Foto: Hege Høilberg

**Figur 3.3.1.1**

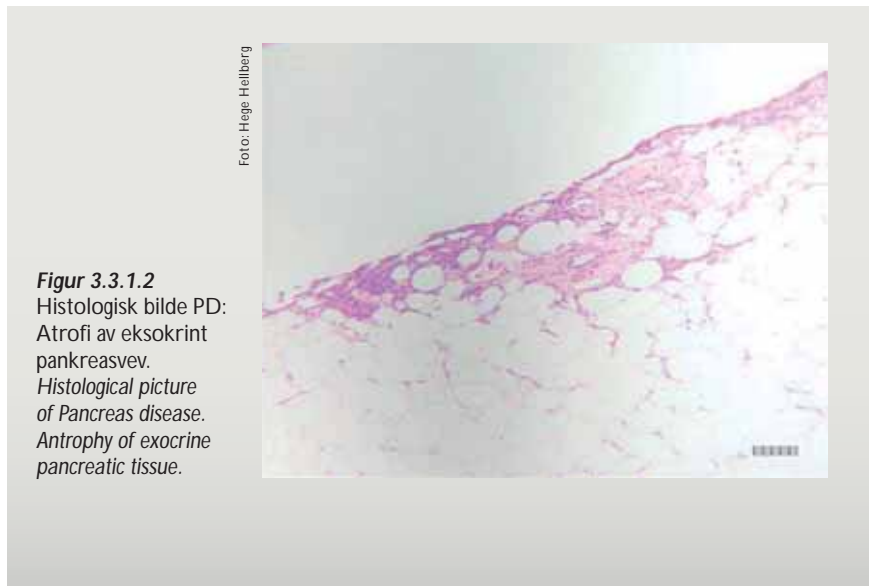
Obduksjonsbilde PD:
Fisk med tegn på alvorlig sirkulasjonssvikt med uttalt, blodig ascites, ødem i svømmeblæreveggen og fibrinløser over lever.
Autopsy of Pancreas disease: fish showing serious circulatory failure.

Mekanismene for sykdomsspredning diskuteres kontinuerlig, men til nå har horisontal spredning vært den forklaringsmodellen som de fleste har tillagt størst vekt. Det arbeides stadig med å utvikle mer effektive vaksiner mot PD. En forbedret vaksine er nå i bruk, og det forventes at de første resultatene vil foreligge i løpet av 2008.

Infeksiøs pankreasnekrose – IPN

De fleste fiskehelsetjenestene har meldt at IPN totalt sett var et noe mindre problem både i ferskvannsfasen og i sjøfasen i 2007, sammenlignet med 2006. Det totale antall registrerte lokaliteter med påvist IPN var også betydelig lavere i 2007 enn i de to foregående årene. Likevel har enkelte anlegg hatt betydelige problemer med svært høy dødelighet, både hos startfôringsyngel, parr og matfisk. Enkeltanlegg har rapportert om 65–90 % dødelighet på startfôringsyngel. Noen utbrudd var akutte og kortvarige, mens andre lokaliteter hadde langvarige utbrudd med total dødelighet på opptil 30 %. Tilbakemeldinger fra bl.a. de store rognprodusentene, tyder på at IPN har vært et problem for regnbueørret i ferskvannsfasen både i 2006 og i 2007. Det har blitt satt i gang et større forskningsprosjekt for å få mer dybdekunnskap om dette problemet.

IPN er en gruppe B-sykdom, og utbrudd skal bekreftes ved Veterinærinstituttet og meldes til Mattilsynet. Sykdommen kan være noe underdiagnostisert og under-rapportert. IPN opptrer både før, sammen med og etter utbrudd av andre sykdommer, som f.eks. PD og proliferativ gjellebetennelse.



Figur 3.3.1.2
Histologisk bilde PD:
Atrofi av eksokrint
pankreasvev.
*Histological picture
of Pancreas disease.
Atrophy of exocrine
pancreatic tissue.*

Vertikal overføring (fra foreldre til avkom) av IPN-virus er dokumentert for regnbueørret, hvor det er vist at IPN-virus kan adherere (feste seg til) til spermier. Selv om det ikke er entydig dokumentert hos laks, er det antatt at vertikal overføring forekommer.

Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse – HSMB

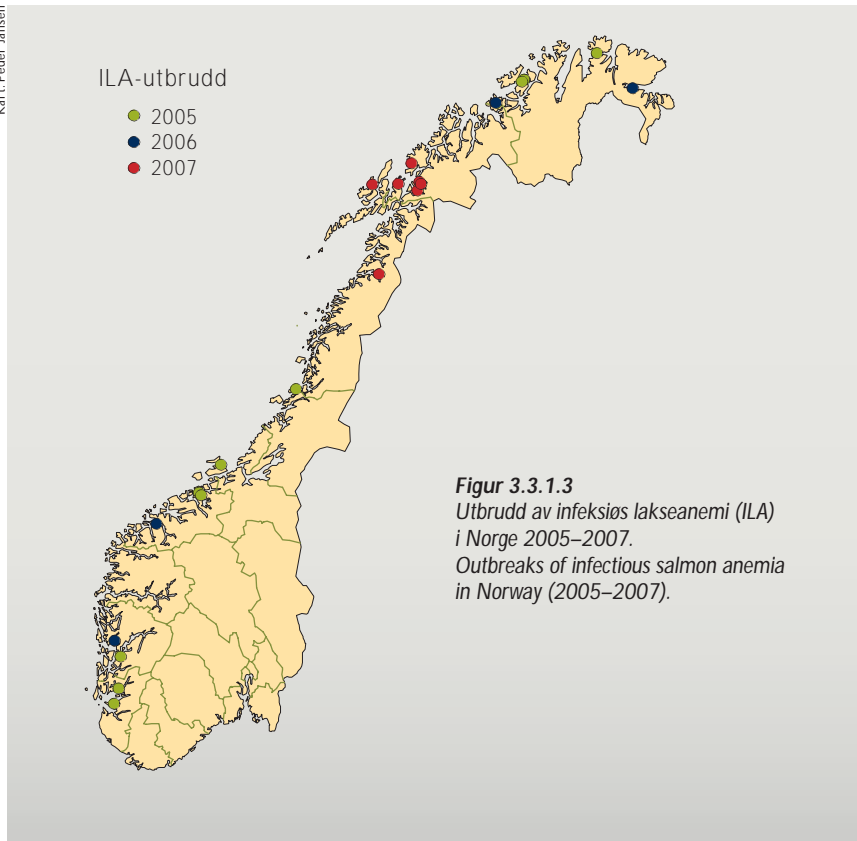
Antall lokaliteter med påvist HSMB økte dramatisk fra 2006 til 2007. Fra 2004 til 2007 har det vært en tredobling av antall lokaliteter med påvisning. HSMB ble påvist første gang i 1999 i Trøndelag og er bare sett hos laks. Midt-Norge er fortsatt tyngdepunktet for påvisninger, men økningen har skjedd langs hele kysten.

Sykdommen diagnostiseres hele året. HSMB gir vanligvis utbrudd i sjøvannsfasen, og i de fleste tilfellene starter symptomene noen måneder etter sjøsetning, men påvises på fisk av alle størrelser. Utbruddene kan være langvarige, men i

mange tilfeller er dødeligheten moderat; 1–4 %. I andre tilfeller er tapene høye, og flere lokaliteter hadde opptil 15 % tap, enten i enkeltmerder eller på hele lokaliteten. Erfaringer fra noen fiskehelsetjenester i Trøndelag kan tyde på at HSMB nå kommer tidligere, og at dødeligheten øker. Sykdommen opptrer ofte i forkant av, samtidig med, eller i etterkant av andre sykdommer som IPN, PD, CMS, PGI eller parvicapsulose.

HSMB-syk fisk har betennelse i hjertehinne- og hjertemuskel. I tillegg kan fisken ha betennelse i rød skjelettmuskulatur og vevsdød i lever. Noen ganger kan mange individer ha typiske sykdomsendringer i organer, men på grunn av få kliniske funn og lav dødelighet, kan sykdommen bli oversett.

HSMB er ikke meldepliktig, men Veterinærinstituttet har anbefalt at det settes i verk tiltak for å begrense smittespredning og antall årlige sykdomsutbrudd.



Figur 3.3.1.3
Utbrudd av infeksjøs lakseanemi (ILA)
i Norge 2005–2007.
Outbreaks of infectious salmon anemia
in Norway (2005–2007).

Infeksjøs lakseanemi – ILA

I 2007 ble det påvist utbrudd av ILA på sju lokaliteter med laks (Figur 3.3.1.3). Alle utbruddene var i Troms og Nordland. I alle tilfellene var det økt dødelighet og etter hvert klassisk ILA-sykdom. Fiskegruppene ble slaktet ut etter pålegg fra Mattilsynet. Utbruddene har kommet i et relativt begrenset område. Det arbeides med å utrede sannsynlige smitteveier, slik at det kan settes i verk tiltak for å forhindre videre utvikling av sykdommen i området. Forekomsten av offentlige diagnostiserte ILA-utbrudd har vært forholdsvis stabil de

siste årene, med mellom 4 og 16 utbrudd årlig de siste fem årene.

ILA er en meldepliktig gruppe B-sykdom. Diagnostikken baserer seg på flere kriterier, der kliniske funn av typiske sykdomsforandringer blir sammenholdt med påvisning av ILA-virus. Påvisning av ILA-virusarvestoff alene, som ved PCR, er ikke nok til å utløse mistanke om ILA med forvaltningsmessige konsekvenser. Mistanke om ILA ut fra klinikk og symptomer kan være nok til å iverksette restriksjoner.

Tiltak mot ILA iverksettes etter en bekjempelsesplan tilpasset EUs regelverk og anbefalinger fra OIE (Verdens dyrehelseorganisasjon). I begynnelsen av 2006 ble den kontroversielle bestemmelsen om utslakting av all fisk på lokaliteten i løpet av 80 virkedager endret. Kravet ble erstattet med pålegg om individuelle driftsplaner for sanering, ut fra lokale forhold. Hovedmålsetting i bekjempelsesplanen om å fjerne all fisk fra infiserte anlegg raskest mulig, gjelder fortsatt.

Viral hemoragisk septikemi – VHS ("Egtvedsyke")

I november 2007 ble sykdommen VHS påvist på regnbueørret i et anlegg i et fjordsystem i Møre og Romsdal. Anlegget hadde dødelighet, og det ble påvist fisk med kliniske og patologiske forandringer. Viruset ble påvist fra syk fisk ved immunhistokjemi, PCR og dyrkning. Viruset ble vist å være av en marin variant (genotype III). I fjordsystemet drives det også oppdrett av torsk og sei, men viruset er foreløpig ikke påvist i andre arter enn regnbueørret i sonen. Smitteforsøk utført ved EUs referanselaboratorium bekrefter at dette isolatet kan gi sykdom på regnbueørret.

VHS er en alvorlig, smittsom sykdom som først og fremst rammer regnbueørret, men som også er sett hos andre fiskearter, både ville og i oppdrett (Figur 3.3.1.4). Utbrudd kan forårsake store tap, og sykdommen er meldepliktig i gruppe A. Akutt sykdom kan gi høy dødelighet, blødninger i hud, muskulatur og indre organer, anemi, utstående øyne og utspilt buk (Figur 3.3.1.5). Et unormalt svømmemønster med spiralsvømming og blinking, ses ofte. Sykdommen kan opptre både i en hemoragisk (blødning) og en nervøs form, samt en subklinisk form hos overlevende fisk. Diagnosen VHS stilles ved å sammenholde kliniske funn, patologi og viruspåvisning.

VHS forårsakes av et novirhabdovirus, og dette er funnet i ulike varianter/genotyper og fra ulike typer fisk. Viruset er vist å kunne være til stede i et stort spekter av fiskearter.

Sykdommen VHS ble sist påvist i Norge i 1974, og er siden ikke påvist i norsk oppdrettsfisk, verken hos laksefisk eller marine arter, før i 2007.

Figur 3.3.1.4
Dansk regnbueørret med VHS,
med blødning i blant annet nyreregionen.
Danish rainbow trout infected with VHS.
Bleedings can be seen around the kidneys.



Figur 3.3.1.5

I fiskens nyre ses det bloddannende vevet normalt som regelmessige blå celler (venstre), mens her sees ødelagte celler i nyren fra en fisk med VHS (høyre).
In a fish kidney hematopoietic tissue is usually seen as blue regular cells (left). The picture to the right shows damaged kidney cells in fish suffering from VHS.

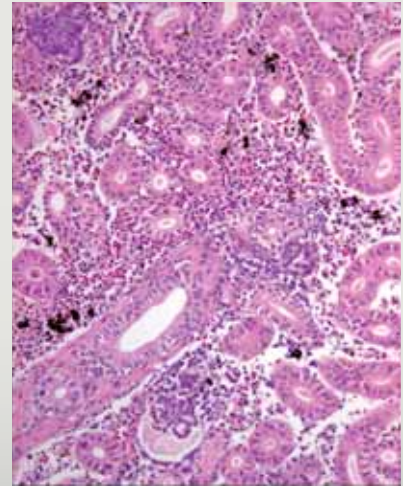
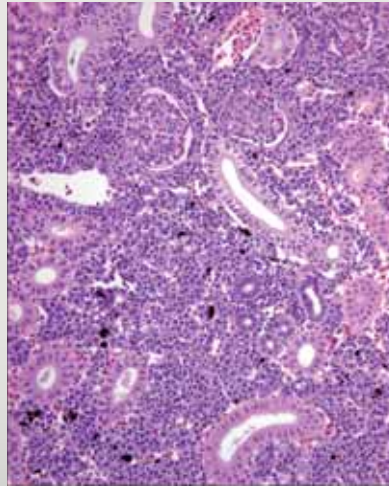


Foto: Ole Bendik Dale

Bakteriesykdommer

Vintersår og sepsis med bakterien *Moritella viscosa*

Vintersår er fortsatt et problem i noen områder. I enkelte områder oppfattes vintersår som et større problem på regnbueørret enn hos laks, og sykdommen har ført til store tap i enkelte anlegg med regnbueørret de senere år. I tillegg til direkte tap som følge av dødelighet, fører også vintersår til en ikke ubetydelig nedklassifisering ved slakting.

Vintersår er en av de sykdommene som ses på som et betydelig fiskevelferdsproblem. Mye av laksen er i dag vaksinert mot vintersår. For tiden studeres eventuelle stammeforskjeller av *Moritella viscosa* fra forskjellige geografiske områder og fra ulike typer fisk.

Furunkulose

Furunkulose ble påvist på flere grupper av laks sjøsatt fra ett båndlagt settefiskanlegg i Nord-Trøndelag (Figur 3.3.1.6). Vårutsettet fra anlegget ble satt ut på tre lokaliteter, og alle tre fikk furunkulose-utbrudd og ble behandlet i juni. Dødeligheten var varierende. Høstutsettet fra dette settefiskanlegget ble satt på en lokalitet, og også her ble det påvist furunkulose på noe fisk, men utbruddet roet seg og fisken ble ikke behandlet.

Proliferativ gjellebetennelse – PGI

Flere fiskehelsetjenester har meldt at proliferativ gjellebetennelse (proliferative gill inflammation – PGI) var et relativt stort problem i 2007. Dette gjelder spesielt

på enkelte lokaliteter i Hordaland, Sogn og Fjordane, Nordland og Troms. Også i Rogaland oppfattes PGI som et større problem i 2007 enn i 2006.

Ett anlegg i Hordaland hadde 50 % utgang på grunn av PGI dette året. En av de største aktørene oppgir PGI til å være den sykdommen som har gitt størst tap både i antall døde og i biomasse. Det synes også som om PGI sprer seg i enkelte områder.

Årsaksforholdene er uklare. I tillegg til å forsøke å avdekke betydningen av bakteriene, pågår forskning på et virus, *Atlantic salmon paramyxovirus*, som også er assosiert med denne tilstanden.

Piscirickettsiose

Ved årsskiftet 2006–2007 ble det påvist enkeltfisk med piscirickettsiose i et sjøanlegg med laks i Rogaland. Lokaliteten

hadde samtidig betydelige sykdomsproblemer med HSMB og gjellebetennelse, og dødeligheten på lokaliteten ble knyttet til dette.

I 2006 var det også ett tilfelle, mens sykdommen ikke ble diagnostisert i 2005 eller 2004. I 2003 ble piscirickettsiose påvist i 5 tilfeller og i 2002 i 17. Sykdommen forårsakes av bakterien *Piscirickettsia salmonis*, og er klassifisert som en gruppe B-sykdom. Den opptrer ofte som en kronisk infeksjon med utvikling av betennelsesknuter i forskjellige organer. I Norge gir infeksjonen vanligvis liten til moderat dødelighet, men i enkelte tilfeller kan problemene med sykdommen bli betydelige.

Diagnostikken er nå blitt enklere enn tidligere, fordi man har oppdaget at bakterien også kan vokse utenfor celler, på spesialmedier.

Foto: Geir Børne

**Figur 3.3.1.6**

Aeromonas salmonicida subsp. *salmonicida*.

Bakteriell nyresyke – BKD

BKD ble ikke påvist i 2007. Bakteriell nyresyke er forårsaket av bakterien *Renibacterium salmoninarum* og er karakterisert ved et kronisk forløp med utvikling av granulomer/knuter i indre organer. BKD er en gruppe B-sykdom og var særlig i årene 1987–93 et stort problem hos laksefisk i Norge. Siden 1999 har det vært fra ett til tre tilfeller per år. I 2006 startet Mattilsynet en kartlegging av BKD-forekomst i Norge. Veterinærinstituttet står for laboratorietesting.

Yersiniose

Yersiniose, forårsaket av infeksjon med bakterien *Yersinia ruckeri*, ble påvist hos laks i settefiskfasen i sju ulike anlegg i 2007, noe som er en liten økning fra 2006. I noen av tilfellene ble det igangsatt behandling. Enkelte anlegg har benyttet seg av autoimmun vaksine.

Andre bakterielle infeksjoner

På Vestlandet har det vært ett tilfelle av infeksjon med *Flavobacterium psychrophilum* hos 50–100 grams regnbueørret (Figur 3.3.1.7). Infeksjon med denne bakterien hos liten regnbueørret kalles rainbow trout fry syndrome (RTFS), og er et stort problem innen regnbueørretproduksjon i flere land.

En mykobakterie nært beslektet med *Mycobacterium salmoniphilum* er påvist som medvirkende årsak til kronisk dødelighet hos vårutsatt laks.



Foto: Jan Arne Holm.

Figur 3.3.1.7

Regnbueørret med *Flavobacterium psychrophilum*-infeksjon.
Rainbow trout infected with *Flavobacterium psychrophilum*.

Parasittsykdommer**Lakselus – Lepeophtheirus salmonis**

Ifølge oppdretternes innrapporteringer, var 2007 et udramatisk år mht. lakselus-infeksjon. Infeksjonsmønsteret tilsvarte 2006. Bare noen ganger på høsten hadde anleggene over 0,2 voksne hunnlus per fisk. Grensen for behandling er 0,5 voksne hunnlus per fisk. Imidlertid økte antallet oppdrettsfisk i sjøanlegg også i 2007, slik at det totale smittepresset må antas å ha økt.

I 2006 ble det oppdaget ”behandlingssvikt” ved avlusning med bad ved bruk av deltamethrin, flere steder i landet. Senere ble det konstatert resistens mot dette virkestoffet. I 2007 greide man imidlertid å forbedre rutinene for bruk, slik at man ved økt dosering oppnådde tilfredsstillende effekt. Det vanligste preparat mot lakselus i dag inneholder virkestoffet emamectin benzoat, og distribueres via føret. I Midt-Norge ble det observert flere tilfeller av redusert effekt av emamectin benzoat i 2007. Det er uklart om dette skyldes resistensutvikling, eller om det er andre grunner til manglende effekt av medisineringen. Norges forskningsråd har nylig gitt støtte til et prosjekt der emamectin-resistens blir studert.

Bendelorm – Eubothrium sp.

Bendelorm påvises jevnlig i tarmen hos oppdrettslaks i sjøfasen. I 2006 ble det registrert problemer med behandling i forhold til mulig resistensutvikling. Dette synes ikke å ha forverret seg i 2007, og det rapporteres igjen god effekt av behandling.

Parvicapsulose – Parvicapsula pseudobranchiola

Enkeltanlegg har meldt om en del problemer med parvicapsulose. Som regel forekommer dette samtidig med andre sykdomsproblemer. Ved parvicapsulose påvises parasitten *Parvicapsula pseudobranchiola* lettest i histologiske snitt fra pseudobranchien. Er det en lettere infeksjon kan en se små, lyse flekker på pseudobranchiene. Ved alvorlige infeksjoner finnes stadier av parasitten i flere organer i fisken. Vanlige funn er da blek eller gul lever, av og til med leverblødninger, blødninger på innsiden av gjellelokket og i øyekamrene samt hvitt ”belegg” på pseudobranchiene.

Costia – Ichthyobodo sp.

Det er påvist enkelttilfeller både i settefiskanlegg og sjøanlegg der costia har vært et problem. Costia ble blant annet påvist på startfjøringsyngel. Gjelleskade med funn av store mengder costia er også sett på stamlaks.

Spironukleose – Spironucleus salmonicida
Den encellede parasittiske flagellaten *Spironucleus salmonicida* (tidligere *Spironucleus barkhanus*), har tidligere forårsaket systemisk spironukleose hos laksefisk i oppdrett. Parasitten ble i 2007 kun påvist hos oppdrettslaks i Finnmark, og fisk infisert med *S. salmonicida* ser ut til å være begrenset til fisk fra én smoltleverandør (Figur 3.3.1.8). Smittekilden til *S. salmonicida* er ukjent.

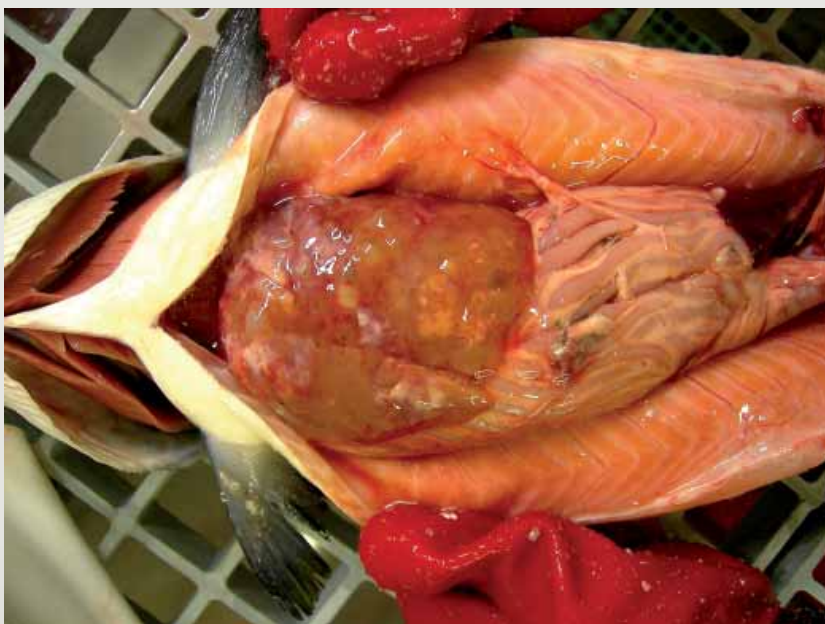


Foto: Trygve Poppe

Figur 3.3.1.8

Laks med store hvite lesjoner i leveren, forårsaket av infeksjon med *Spironucleus salmonicida*.
Salmon liver with white lesions caused by a *Spironucleus salmonicida* infection.

Amøber på gjeller

I 2006 ble det registrert amøbeinfeksjon på gjeller hos laks på lokaliteter med dødelighet på smolt på Vestlandet. Tilsvarende problemer ble ikke sett i 2007, men det er registrert enkelte mulige tilfeller av amøber på gjeller hos laks i Nord-Norge.

Sopp sykdommer

Det ble ikke meldt om spesielle problemer med sopp i 2007, men rogn er spesielt utsatt. Soppinfeksjoner er ikke uvanlig på stamfisk. Nyresopp og svømmeblære-mykose påvises sporadisk på enkeltfisk.

Andre helseproblemer

Ulike problemer på yngelstadiet

Det ble meldt om noen sopp problemer på rogn, og en noe høyere andel småøyd rogn, spesielt fra de tidlige klekkepuljene. Ulike deformiteter og problemer knyttet til koagulering av plommesekk observeres. Enkeltanlegg har hatt problemer med startfôring. Problemet syntes størst på de tidligste innleggene. IPN ga høy dødelighet på startfôringsyngel i noen anlegg, også på regnbueørret.

Andre diagnoser som stilles på ulike stadier på små yngel er soppinfeksjoner, sirkulasjonsforstyrrelser/ascites, svømmeblæremykose, bakteriell overvekst i tarm, bakteriell plommesekkbetennelse og costia. Et nytt bilde som dukket opp etter startfôring i år, var at det i flere anlegg ble påvist dødelighet på yngel med svært utspilt og velfyllt mage og tarm.

Nyreforkalkning – nefrokalsinose

Hvert år registreres det en del nyreforkalkning hos regnbueørret og laks i settefiskanlegg.

Det påvises da forkalkninger i nyretubuli, samt større eller mindre forandringer i nyrevet rundt. Tilstanden settes i sammenheng med høyt CO₂-nivå i vannet.

Hemoragisk smolt syndrom – HSS (Hemoragisk diatese)

HSS er kjennetegnet ved anemi og ofte omfattende blødninger i flere organer. Også i 2007 ble dette påvist hos laks i settefiskfasen. Syndromet opptrer særlig i tiden januar–april, og da oftest på fisk under smoltifisering. HSS rammer som regel enkeltindivider, og regnes i de fleste tilfeller ikke som noe problem i anleggene. Obduksjonsfunnene har likhetstrekk med alvorlige virusseptikemier som for eksempel VHS, og innsending av materiale for histologisk eller virologisk undersøkelse fra slik fisk bør derfor vurderes.

Dårlig smoltifisert sjøsatt fisk

Også i år har man på noen lokaliteter slitt med problemer på smolten etter sjøssetting.

Hovedårsaken er antatt å være ufullstendig smoltifisering. Dette har ført til økt dødelighet og utvikling av avmagring/tapere.

Kardiomyopatisyndrom - CMS (hjertesprekk)

CMS opptrer først og fremst på stor laks, inkludert stamfisk. Sykdommen ble diagnostisert langs hele kysten, hele året gjennom. Det finnes ingen offisiell statistikk, men antall påviste tilfeller/lokaliteter ved innsending til Veterinærinstituttet synes å ha økt litt også det siste året, og lå på 85 lokaliteter i 2007. Enkelte fiskehelsetjenester melder at CMS var på samme nivå som tidligere, mens andre melder at CMS generelt var et større problem i 2007 enn tidligere år. Noen mener å se at problemet kan være knyttet opp til lokalitet. Det er rapportert om enkelttilfeller med dødelighet på opptil 90 tonn hos slaktefisk. Dødeligheten har likevel i de fleste tilfellene vært lav eller moderat på den enkelte lokalitet.

Obduksjonsbildet ved CMS kan ligne på både HSMB og PD. Diagnosen må derfor stilles ved histopatologi. Årsaken til CMS er ikke avklart, men virus kan være involvert.

Misdannelser/deformiteter

Fiskehelsetjenestene melder at det har vært relativt lite misdannelser/deformiteter å se på den store fisken i 2007, men synlige ryggradsdeformiteter er observert i flere grupper.

På nyklekt yngel ses årlig ulike misdannelser, men disse fiskene går stor sett ut i en tidlig fase.

Vaksineskader

Fra fiskehelsetjenestene meldes jevnt over at vaksineskadene ikke var verre

i 2007 enn tidligere år. Tendensen er heller noe mindre uttalte forandringer. Ekstreme forandringer er sjeldne å se, men forekommer fortsatt sporadisk. Ett av de større slakteriene melder om en betydelig reduksjon i pigmentflekker (melanin) i filét sammenlignet med for 2-4 år siden. Det blir meldt at 1,5-åringer sjøsatt høsten 2006, har hatt en del granulomdannelse, noe som oppfattes som risiko for denne gruppen fisk, men forandringene gikk tilbake i løpet av sommeren.

Svulster

Også i 2007 ble det påvist svulster i tarm, lever og andre organer i kommersielle stamfiskanlegg, men i mindre omfang enn i 2005 og 2006. Årsaken er ikke klarlagt, men synes å være assosiert med fôret til stamfisken. Dette fôret blir ikke lenger brukt i produksjonen. Ellers påvises det sporadisk svulster i forskjellige organer fra både oppdrettsfisk og vill fisk.

Alger

I Sandsfjordsystemet i Rogaland har det hver sensommer siden 1989, opptrådt oppvekst av algen *Prymnesium parvum*. Den har vist seg å være meget toksisk, og man har derfor ikke hatt fisk der før i 2007. Da algepåvisningen kom, senket man fisken under brakkvannslaget, og alt gikk bra. Et anlegg som lå utenfor fjordmunningen, og som ikke kunne senke fisken, hadde store tap.

I ett sjøanlegg i Vest-Agder var det en enkeltepisode med høy dødelighet hvor man mistenkte lokal algeoppblomstring.

Dette bidraget er en kortversjon av Veterinærinstituttets rapport "Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2007", www.vetinst.no.

Diseases in Farmed Salmonids

A good health status is very important for responsible and economic production in aquaculture as in all live stock populations. Enhanced mortality can often be contributed to a complex combination of causes and diseases can occur together or in sequence. Thus suspicion of a disease situation necessitates a wide investigation and diagnostics as early as possible.

The most prevalent diseases in 2007 have been Pancreas disease (PD), Infectious pancreas necrosis (IPN) and winter ulcers. However, the overall numbers have gone down compared to 2006. There has been a worrying rise in detected heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) cases. Cardiomy-

opathy (CMS) is still a cause for loss in adult fish. Proliferative gill inflammation (PGI) can still cause massive mortality in individual localities in the spring smolts. Infectious salmon anemia (ISA) has stayed at a stable and low level. Specific bacterial disease is still no problem within the salmon farming industry.

Salmon lice infections are un-dramatic for the salmon farmers and the level is kept low. However, the total numbers of fish in the sea are rising and so the infection pressure might rise. This has probably increased the problem for the wild salmonids.

This article is based on the diagnostic samples sent to the Veterinarian Institute.

3.3.2 HELSESITUASJONEN HOS MARIN FISK

I 2007 mottok Veterinærinstituttet rundt 300 prøver av marin fisk. Over 80 % av disse stammer fra torsk, resten kom fra kveite, sei og andre arter. De viktigste sykdomsproblemene i 2007 har vært knyttet til bakterieinfeksjoner hos torsk. Det var utbrudd av viral hemoragisk septikemi (VHS) på regnbueørret i Norge i 2007. Det kan få følger for oppdrett av marin fisk, siden sykdomsutbruddet er forårsaket av en genotype av viruset som forekommer hos marin fisk.

Hege Hellberg
hege.hellberg@vetinst.no

Duncan Colquhoun
duncan.colquhoun@vetinst.no

Haakon Hansen
haakon.hansen@vetinst.no

Hanne Nilsen
hanne.nilsen@vetinst.no

Torsk

I 2007 mottok Veterinærinstituttet nærmere 250 prøver fra ca. 80 ulike torskelokaliteter langs hele kysten (Tabell 3.3.2.1). Ifølge tall fra Torskenettverket var 213 torskekonsesjoner i drift i 2006. Dette betyr at Veterinærinstituttets resultater gir en god pekepinn om helsetilstanden i torskenæringen. Det er imidlertid mye som gjenstår før dekningen er like god som for laksefisk.

Virussykdommer

VNN

Viral nervevevsnekrose (VNN) eller viral encefalopati og retinopati (VER), som forårsakes av et nodavirus, ble offisielt påvist på torsk i Norge for første gang i 2006.

VNN ble i 2007 påvist på seks lokaliteter mot tre i 2006. Sykdommen ble påvist på fire nye lokaliteter: to i Møre og Romsdal, én i Nordland og én i Troms. I tillegg kommer to lokaliteter med fisk som ble diagnostisert i 2006. Utbruddene på torsk har artet seg som kronisk, moderat forhøyet dødelighet. Fisken har nedsatt matlyst og avvikende adferd, med spiralsvømming og tilsynelatende umotiverte panikkreaksjoner. Man ser ofte fisk som har problemer med likevekten og flyter på siden i vannoverflaten. Mørkfarging kan også observeres. VNN diagnostiseres ved påvisning av forandringer i hjerne, øye og ryggmarg samt påvisning av virus (Figur 3.3.2.1).

VNN er en meldepliktig sykdom som medfører restriksjoner. Den har tradisjonelt vært regnet som en yngelsykdom. Det uvanlige med utbruddene på torsk i Norge, er at sykdom og dødelighet er registrert hos fisk i flere aldersgrupper og størrelseskategorier. Det er ikke avklart hvor smitten kommer fra i de enkelte tilfellene. Det foregår en utstrakt flytting og sammenblanding av oppdrettsorsk fra ulike

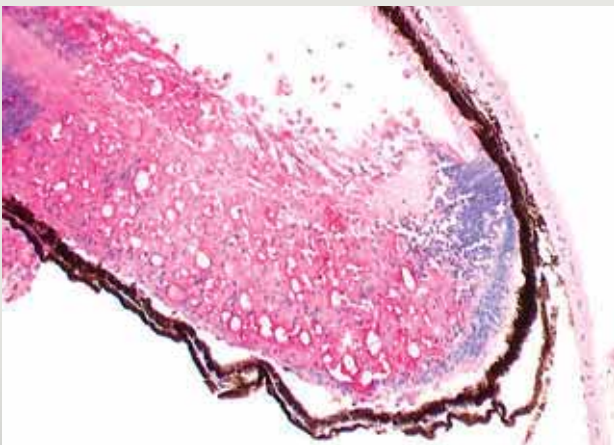
Tabell 3.3.2.1

Oversikt over antall torskelokaliteter med påviste virus- og bakteriesykdommer. Number of cod farms with diagnosed viral and bacterial diseases.

	2005	2006	2007
IPN	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist
VNN (nodavirus)	Ikke påvist	3	6
Atypisk furunkulose	3	13	9
Francisellose	4	7	8
Vibriose (<i>V. ang.</i>)	18	19	19
Kaldtvannsvibriose (<i>V. salm.</i>)	2	Ikke påvist	1
Infeksjon med <i>Vibrio ordalii</i>	1	Ikke påvist	3*
Infeksjon med <i>Vibrio logei</i> / <i>Vibrio logei</i> liknende	2	1	2
Infeksjon med <i>Photobacterium sp.</i>	3	3	6

* Påvist i renkultur i et tilfelle og som blandingsinfeksjon med *V. anguillarum* O2 biotype II i to tilfeller.

Foto: Hege Hellberg



Figur 3.3.2.1

VNN. Vevsforandringer og immunohistokjemisk påvisning av nodavirus i øye. Virus farges rødt.

Tissue damages and immunohistochemical verification of nodavirus in the eye. Positive staining is seen as a red colour.

produsenter og regioner, slik at fisk på én matfisklokalitet kan ha vært i kontakt med mange andre fiskegrupper fra klekking til slakting.

VNN kan smitte på flere ulike måter. Hos noen arter er det vist vertikal smitte, som vil si at virus overføres fra smittet stamfisk til yngelen. Horizontal smitte mellom fisk er også vanlig for denne sykdommen. For mange arter ser man en aldersmessig resistens, dvs. at yngel er mest utsatt for å bli smittet. I de norske tilfellene er det ikke avklart når fisken ble smittet. Torsken kan ha vært smittet på et tidlig stadium og utviklet sykdom pga. ugunstige miljøforhold og andre stressfaktorer, eller den kan ha blitt smittet på lokaliteten. I forbindelse med et større forskningsprosjekt er nodavirus påvist hos vill torsk langs kysten. Det er likevel grunn til å advare mot den utstrakte flyttingen av oppdrettsorsk som næringen har basert seg på. Flytting av smittet fisk er den absolutt største risikofaktoren for smittespredning.

Ved flere av VNN-utbruddene har det vært påvist andre sykdommer eller sykdomsfremkallende agens på lokaliteten. Bakteriesykdommer som vibriose og francisellose er påvist, ofte hos de samme individene som har VNN. Det er ikke avklart om fisken utvikler VNN fordi den allerede er svekket på grunn av annen sykdom, eller om fisk med subklinisk VNN-infeksjon er mer utsatt for å få andre sykdommer.

IPN

Sykdommen infeksjøs pankreasnekrose (IPN) ble ikke påvist på torsk i 2007.

VHS

Viral hemoragisk septikemi (VHS), også kjent som Egtvedsyke, er en smittsom sykdom som forårsakes av et novirhabdovirus, i familien Rhabdoviridae. Sykdommen angriper i hovedsak regnbueørret i oppdrett, men utbrudd er også observert hos piggvar og japansk flyndre i oppdrett samt vill marin fisk. Mottagelige arter i Norge inkluderer piggvar og torsk i tillegg til laksefisk.

I 2007 ble det påvist VHS på regnbueørret i Norge. Bruk av villfanget fisk som stamfisk medfører risiko for å få VHS-viruset inn i anlegget. I tillegg kan føring av stamfisk med fersk eller frossen fisk være en mulig smittevei. VHS-viruset kan muligens overføres ved direkte kontakt mellom villfisk og oppdrettsfisk.

Gjeldende regelverk skiller ikke mellom ulike VHS-virusvarianter. Dette innebærer at en påvisning av VHS-virus også hos klinisk frisk marin fisk i oppdrett vil kunne medføre nedslakting og opprettelse av bekjempelsessoner. Flere lokaliteter for marin fisk er undersøkt for VHS-virus, bl.a. i forbindelse med utbrudd i en regnbueørretlokalitet på Sunnmøre. VHS-virus er til nå ikke påvist i disse prøvene.

Bakteriesykdommer

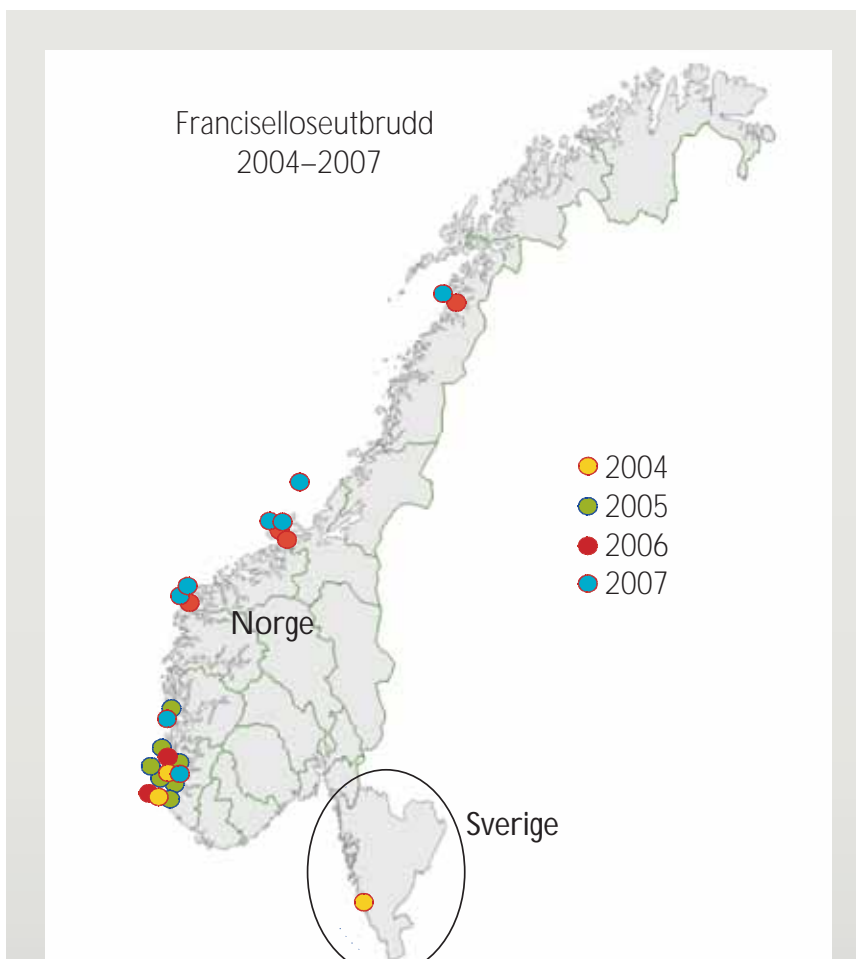
Francisellose

Francisellose forårsakes av bakterien *Francisella philomiragia* subsp. *noatunensis*. Veterinærinstituttet påviste francisellose på åtte lokaliteter i 2007 (Figur 3.3.2.2). I tillegg ble det gjort funn forenlige med francisellose på flere andre lokaliteter, men uten sikker påvisning av bakterien. Sykdommen er utbredt og påvist i oppdrettsorsk fra Rogaland til Nordland. Francisellose er også påvist i villfanget torsk.

I typiske tilfeller opptrer francisellose med et snikende, kronisk forløp. Når fisken dør, har den vært infisert lenge. Dødeligheten kan være høy over kort tid, eller mer moderat, men vare lenge. Redusert tilvekst, dødelighet og nedklassing ved slakting kan gi store tap.

Ved obduksjon av infisert fisk finner man en moderat til massiv forekomst av lyse knuter i indre organer, særlig synlige i milt, lever og på hjerte. Noen fisk har øyeskader og blodige knuter i huden. Ved lysmikroskopiske undersøkelser påviser en ofte utbredte, kroniske, granulomatøse betennelsesreaksjoner med til dels massiv forekomst av betennelsesknuter. Forandringene blir vanligvis funnet i gjeller, hjerte, lever, milt, nyre, tarmslimhinne, øye og skjelettmuskulatur.

Lysmikroskopisk påvisning av intracellulære bakterier gir en indikasjon om francisellose, men en sikker diagnose er avhengig av påvisning av bakterien. *Francisella philomiragia* subsp. *noatunensis* identifiseres ved dyrkning og bruk av molekylærbiologiske metoder. Siden francisellose ikke er meldepliktig, er sykdommen underreportert. Sykdommen ser ut til å være svært smittsom, og flytting av smittet fisk utgjør en stor smitterisiko.

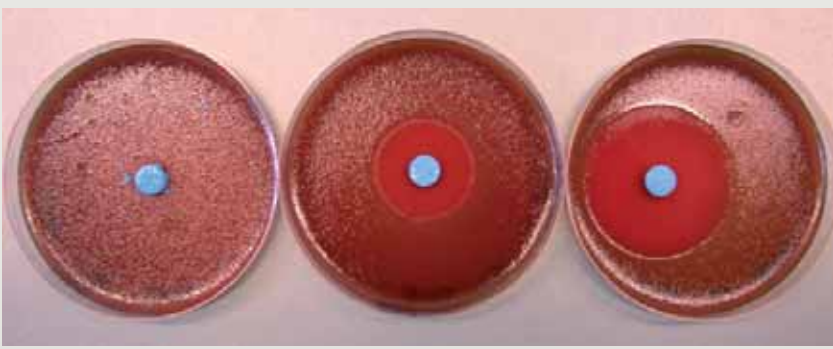


Figur 3.3.2.2

Oversikt over antall påvisninger av francisellose 2004–2007. Sykdommen ble påvist på vill torsk i Sverige i 2004.

Number of confirmed cases of francisellosis (infection with Francisella philomiragia subsp. noatunensis). In 2004, francisellosis was diagnosed in wild cod caught on the western coast of Sweden.

Foto: Duncan Colquhoun



Figur 3.3.2.3

Isolater av *Vibrio anguillarum* O2 β med ulik resistens for oksolinsyre (blå tablett). Resistent isolat til venstre, følsomt isolat til høyre.
 Isolates of *Vibrio anguillarum* O2 β with varying sensitivity to oxolinic acid (blue tablet). Resistant isolate to the left, sensitive isolate to the right.

Tabell 3.3.2.2

Oversikt over antall torskelokaliteter med påvist *Vibrio* (*Listonella*) *anguillarum* i perioden 2003–2007. Antall lokaliteter (antall innsendelser).
 Number of cod farms with *Vibrio* (*Listonella*) *anguillarum* within the period 2003–2007.

Type	2003	2004	2005	2006	2007
Totalt*	19 (26)	27 (37)	18 (18)	19 (30)	19 (54)
O1	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist	Ikke påvist
O2 α	6	9	1	5	5
O2 α biotype II	-	-	-	3	6
O2 β	11	18	17	15	15

*Noen isolater er ikke nærmere bestemt enn *Vibrio anguillarum*. På flere lokaliteter er det isolert mer enn en sero/biotype av *V. anguillarum*.

Vibriose

Vibriose hos torsk er fremdeles et stort problem på alle aldersgrupper. Sykdomsutbrudd settes ofte i sammenheng med høye vanntemperaturer. Ulike serotyper av *Vibrio* (*Listonella*) *anguillarum* ble påvist i over 50 innsendelser fra til sammen 19 lokaliteter med torsk (Tabell 3.3.2.2). Flere lokaliteter opplever gjentatte utbrudd også på fisk som er vaksinert mot vibriose.

Isolater av *V. anguillarum* fra sykdomsutbrudd testes rutinemessig for antibiotikafølsomhet (Figur 3.3.2.3). Overvåking av antibiotikaresistens er både en viktig del av diagnostikken ved sykdomsoppklaring og et prioritert forskningsområde for Veterinærinstituttet. Det er påvist isolater av *V. anguillarum* med nedsatt følsomhet for oksolinsyre (en type antibiotika), fra til sammen ni lokaliteter. På en av de ni lokalitetene skiftet innsendende fiskehelsetjeneste til et annet antibiotikum på grunn av sen effekt av behandling. I de øvrige tilfellene er det ikke meldt om nedsatt effekt av antibiotikabehandling.

Andre bakterieinfeksjoner

Infeksjon med *Vibrio ordalii* er påvist på tre ulike torskelokaliteter i 2007 (Figur 3.3.2.4). I to tilfeller så man en blandingsinfeksjon med *Vibrio anguillarum*, mens i ett tilfelle var bakteriene påvist i renkultur. *V. ordalii* er kjent som en fiskepatogen bakterie som kun er isolert fra syk fisk, og ikke

fra miljøet. Den er tidligere hovedsakelig kjent fra USA, Japan og Australia, og ble påvist i Norge for første gang i 2005. Den er nært beslektet med *Vibrio anguillarum* og var tidligere kjent som en variant av denne arten. De synlige funnene på fisken kan ligne på en mild vibriose med rødme bl.a. i huden på hodet.

Vibrio logei er isolert i renkultur fra et tilfelle med forøket dødelighet. Det er usikkert om denne bakterien spiller noen rolle som sykdomsfremkallende agens, men situasjonen overvåkes.

Foto: Duncan Colquhoun



Figur 3.3.2.4

Vibrio ordalii dyrket på blodagar. Bakterien er sentvoksende med små kolonier.
Vibrio ordalii grown on blood agar. The bacterium grows slowly, and produces small colonies.

Photobacterium spp. ble isolert fra flere sykdomstilfeller hos torsk i løpet av 2007. Disse er nært beslektet med *Photobacterium phosphoreum*, men er ikke helt like. Viktigheten av disse bakteriene som fiskepatogener er forløpig ukjent.

For atypisk furunkulose (infeksjon med atypisk *Aeromonas salmonicida*) vurderes situasjonen som stabil med hensyn til antall påviste tilfeller. Bakterien identifiseres regelmessig hos torsk, men dødeligheten er vanligvis lav. Kartlegging av *A. salmonicida*-isolater fra sykdomsutbrudd er et prioritert forskningsområde, bl.a. med tanke på vaksineutvikling.

Parasitter

Ektoparasitter på hud og gjeller er et velkjent problem. *Trichodina*, *Ichthyobodo* ("Costia"), *Cryptocotyle* ("svartprikk-syke") og haptormark som *Gyrodactylus marinus* registreres ofte.

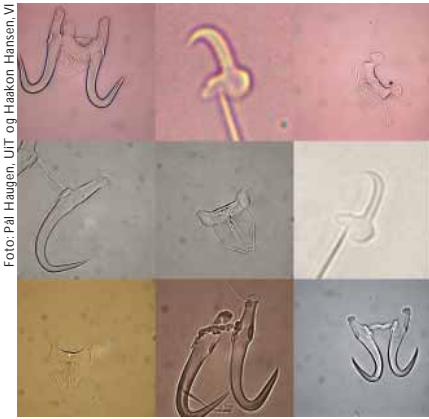
Da vill torsk er naturlig vert for over 120 parasittarter, er det naturlig å anta at noen av disse vil infisere torsk i en oppdrettsituasjon.

Mengden av parasitter i de ville bestandene vil i utgangspunktet bestemme infeksjonspresset til torsk som settes ut i oppdrettsmerder. Til sammen er ca. 50 arter parasitter påvist hos torsk i et forskningsprosjekt. Flere av disse er nye for vitenskapen og noen er nye påvisninger hos torsk. Blant annet er den encellede parasitten *Ichthyobodo necator* påvist hos torsk, denne arten forårsaker sykdom hos både hos marin fisk og ferskvannsfisk. Torsk er også vert for flere arter haptormark i slekten *Gyrodactylus*, og arbeidet med å identifisere og beskrive disse artene er startet. Minst tre arter *Gyrodactylus* er påvist, og foreløpige resultater tyder på at de forskjellige artene finnes i forskjellige habitater på torsken. Spesielt den arten som finnes på gjellene ser ut til å være vanlig i oppdrett, men *Gyrodactylus* er også påvist på finner/hud og i svelget (Figur 3.3.2.5).

Ikke overraskende er villfisk infisert av flere arter parasitter enn oppdrettsfisk. Førbårne parasitter blir sjelden påvist i oppdrettsfisk, men det at de finnes, viser at selv om fisken kun føres med pellet, så spiser den nok plankton (mellomverter) til å bli infisert. Lus er hittil ikke påvist på oppdrettsfisk, men finnes på vill fisk.

Annet

Sidelinjekrose er registrert i flere anlegg. Tilstanden gir ødeleggelse av hud i sidelinjen. Årsak er ukjent. Flere forskningsmiljøer mener at sidelinjekrose kan være en virussykdom, og enkelte oppdrettere rap-



Figur 3.3.2.5

Bildet viser strukturer på festeorganet (opisthaptor) til forskjellige arter av *Gyrodactylus* som infiserer torsk.

Opisthaptor structures belonging to different species of Gyrodactylus spp. infecting cod.

porterer om et smittsomt bilde i affiserte populasjoner.

Deformiteter som nakkeknakk og ryggradsmisdannelser registreres fremdeles, men omfanget er ikke så stort som for noen år siden. Fiskehelsetjenestene rapporterer at tarmslyng og andre tarmlidelser er et problem på torsk, men at det i de fleste tilfellene ikke forårsaker stor dødelighet. Tarmslyng er observert hos fisk fra 200 gram og oppover. Såkalt "verpenød" hos gytmoden hunntorsk forårsaker også tap.

Kveite

Veterinærinstituttet mottok over 40 innmeldelser fra mer enn ti kveitelokaliteter i 2007. Det er ingen store endringer i sykdomsbildet for 2007 i forhold til tidligere år (Tabell 3.3.2.3).

Det ble påvist infeksjons pankreasnekrose (IPN) på en kveitelokalitet i 2007 (Figur 3.3.2.6). Det ble også påvist gjelleproblemer med forekomst av bakterier og parasitter.

Viral nervevevsnekrose (VNN) ble diagnostisert på en lokalitet i 2007. Det ble sendt inn flere prøver fra samme lokalitet fra januar til november, og VNN ble påvist gjennom hele året. Fisken var av 2006-generasjon, og viste avvikende adferd, med sturing, sløv fisk som gikk høyt i karet

Tabell 3.3.2.3

Oversikt over antall kveitelokaliteter med påvist infeksjons pankreasnekrose (IPN), viral nervevevsnekrose (VNN) og atypisk furunkulose.
Number of halibut farms with IPN, VNN and atypical furunculosis.

	2005	2006	2007
IPN	1	1	1
VNN (nodavirus)	Ikke påvist	2	1
Atypisk furunkulose (<i>A. salm.</i>)	3	2	3

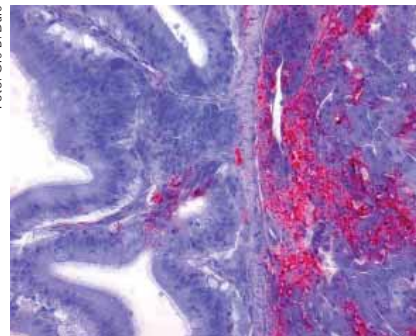
og unormalt bevegelsesmønster med rykninger og dreiebevegelser. Yngel under startfôring viste kraftig redusert appetitt og økt dødelighet.

Bakteriesykdommen atypisk furunkulose (infeksjon med atypisk *Aeromonas salmonicida*) forekommer stadig hos kveite, og ulike *Vibrio*-arter isoleres også i forbindelse med sykdom og dødelighet.

Ulike typer av gjelleproblemer er en gjenganger i oppdrett av kveite. Dette henger ofte nært sammen med dårlig eller varierende vannkvalitet. De encellede ektoparasittene *Ichthyobodo* ("Costia") og *Trichodina* blir ofte påvist, og i mange tilfeller ser man også bakteriell gjellebetennelse og finneslitasje. Ved dyrking fra hud og nyre finner man som regel ulike *Vibrio* sp., som vil si *Vibrio*-bakterier som ikke lar seg identifisere nærmere, og andre vannbakterier som f.eks. *Pseudomonas*-arter. Slike bakterier er som regel oppportunister som etablerer seg hos svekkede individer.

Det gjøres ofte funn av fokal epikarditt/myokarditt (flekvis betennelse i hjertemuskulaturen) hos kveite. Disse forandringene blir ofte observert hos klinisk frisk fisk, og er av usikker betydning. Hos en del individer ser man imidlertid myokarditt (betennelse i hjertemuskulaturen). Årsaken er ukjent, men forandringene er kroniske. Det kan være store variasjoner i alvorlighetsgrad mellom individer i sam-

Foto: Ole B. Dale



Figur 3.3.2.6

IPN hos kveite. Lysmikroskopiske forandringer og immunhistokjemisk påvisning av IPN-virus i pankreas og tarm. Virus farges rødt.
IPN infection in halibut. Tissue changes and immunohistochemical verification of IPNV in pancreas and the intestine. Positive staining is seen as red colour.

me anlegg. Systematiske undersøkelser er nødvendige for å avdekke om forandringene er uten betydning eller virker inn på tilvekst og generell helsetilstand.

Sei

I 2007 mottok Veterinærinstituttet prøver fra fire lokaliteter med villfanget sei som føres opp. De fleste innsendelsene dreier seg om vibriose.

Andre arter

Oppdrett av steinbit er svært begrenset, og det sendes inn få prøver. Atypisk furunkulose (infeksjon med atypisk *Aeromonas salmonicida*) er stadig et problem i oppdrett av denne arten. Det er også registrert gassovermetning og dødelighet på grunn av utstyrssvikt.

Oppdrettet av piggvar er også begrenset, men her er det registrert forekomst av gjellebetennelse.

Dette bidraget er en kortversjon av Veterinærinstituttets rapport "Helsesituasjonen hos oppdrettsfisk 2007". Rapporten kan fås hos Veterinærinstituttet, www.vetinst.no.

Diseases in Farmed Marine Fish

Samples from cod constituted the majority of the material submitted from farmed marine fish for disease investigation at the National Veterinary Institute in 2007. Halibut, saithe, turbot and wolffish were also represented. Bacterial infections in cod caused by *Francisella philomiragia* subsp. *noatunensis* and *Vibrio* (*Listonella*) *anguillarum* represented the most important problems in farmed marine fish in 2007. Francisellosis was diagnosed at 8 sites in 2007. The disease was registered in farmed cod from Rogaland in the south and Nordland in the north. No major changes were observed in the occurrence of *V. anguillarum* serotypes O2b and O2a. The new variant O2a II is increasingly identified from outbreaks of vibriosis. Decreased sensitivity to oxolonic acid was observed in several *V. anguillarum* isolates. The notifiable diseases infectious pancreatic necrosis (IPN) and viral nervous necrosis (VNN) were detected in halibut and cod respectively in 2007. VNN was registered at 6 cod sites in 2007, compared to 3 in 2006. IPN was registered at 1 halibut site.

3.4

Produksjon av skjell

Skjellnæringen i Norge var i positiv utvikling i 2007, men har fortsatt store utfordringer for at et stort potensial skal kunne realiseres. Det ble satt ut over 2 millioner kamskjell i storskala havbeite. Høyere kvalitet på blåskjell førte til bedre priser, men samtidig ble det høstet mindre mengder enn tidligere. Det ble dyrket mindre kvanta flatøsters av svært høy kvalitet.

Øivind Strand
oivinds@imr.no

Arne Duinker
duinker@nifes.no

Stein Mortensen
stein.mortensen@imr.no

Stort kamskjell (*Pecten maximus*)

Stort kamskjell produseres i flere faser. Yngelen produseres i klekkeri, deretter i land- eller sjøbasert vekstanlegg frem til utsettingsklar størrelse, og til slutt i havbeite. I havbeitefasen settes skjellene ut på bunnområder med gjerder som beskyttelse, for å hindre at taskekrabber skal få tak i dem. Fiskeridirektoratet utlyste i 2007 ny søknadsrunde for inntil fem nye tillatelser til havbeite med kamskjell. Det ble høstet små kvanta kamskjell fra havbeite i 2007.

Det eneste klekkeriet for yngelproduksjon i Norge er Scalpro AS, i Øygarden utenfor Bergen. I 2007 var klekkeriproduksjonen av yngel på 300 000 kamskjell – en kraftig nedgang sammenlignet med produksjonen på 4,5 millioner skjell i 2007. Den lave produksjonen skyldes forhold knyttet til dårlig 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 torske-yngel. Det er for de kommende år etablert styrket forskningssamarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen og Scalpro AS for å oppnå et

bedre grunnlag for kostnadseffektiv, stabil produksjon av skjellyngel.

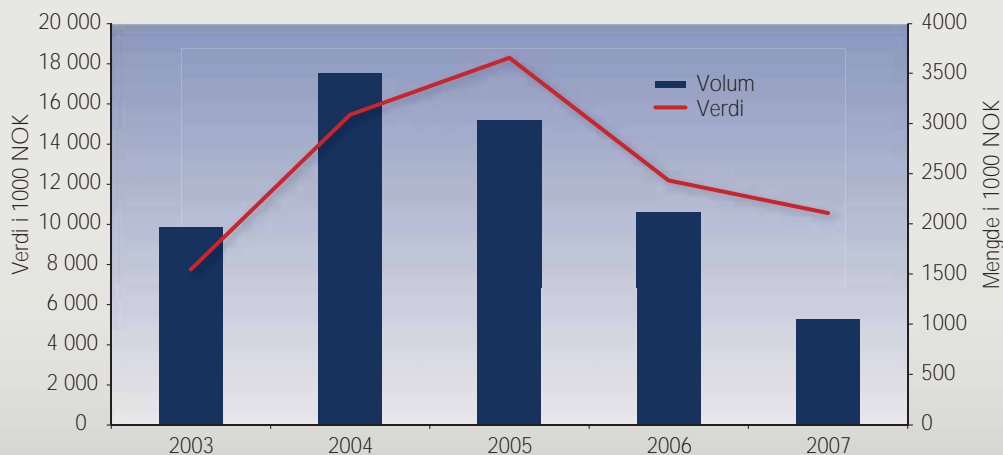
En viktig milepæl i kamskjellproduksjonen i 2007 var to større utsett i havbeite. Det ble satt ut over to millioner kamskjell, fordelt på bedriftene Norskjell AS (Huglo) og Kvitsøy Edelskjell AS. I samarbeid med Havforskningsinstituttet har bedriftene utført innsamling av bunndyr i utsettingsområdet for å skaffe dokumentasjon om mulige økologiske effekter av kamskjell i havbeite. Disse utsettene er betydelig større enn utsett som tidligere er undersøkt med hensyn til økologiske effekter. Undersøkelsene i havbeitelokaliteten Toskasundet i Nordhordland (Kyst og havbruk 2007, kapittel 3.11.2) var utført på et utsett med 20 000 kamskjell, men med vesentlig høyere tetthet enn det som forventes brukt i havbeite. Her ble det konkludert med at inngjerdet havbeite med kamskjell ikke har effekt på makrofauna og bunnmiljø, med hensyn til økt organisk belastning og fortregning av arter.

Blåskjell (*Mytilus edulis*)

Blåskjellnæringen i Norge er stadig i utvikling. Eksportvolumet ble halvert fra vel 2 000 tonn i 2006 til vel 1 000 tonn i 2007. Samtidig ble kiloprisen doblet, slik at verdien av eksporten de to siste årene er stabil (Figur 3.4.1). Strategisk sett er økningen i pris viktigere enn økning i volum for fremtidig utvikling av næringen, og den viser at næringen er på riktig vei. I 2007 fortsatte en storstilt reorganisering av blåskjellnæringen, der

Figur 3.4.1

Eksporten av blåskjell fra 2003 til 2007 (kilde: EFF). Export volumes (bars, metric tonnes) and value (line, 1000 NOK) of mussels between 2003 and 2007 (source: Norwegian Seafood Export Council).



selskaper og konsesjoner kjøpes opp eller går sammen i større selskaper. Reduksjon i høstede volumer skyldes delvis at tallet på konsesjoner er redusert, samtidig som mange eldre konsesjoner fortsatt ikke er kommet i full drift igjen etter at nye selskap har tatt over.

I tillegg til økte priser på produktene, kan flere selskaper vise til en god og stabil produksjon. Dersom denne utviklingen fortsetter, er potensialet for produksjon langt høyere enn det som blir realisert i dag. Mange selskaper har oppgradert båter og utstyr, og med bedre erfaring med bruk av utstyret, vil vi få en økning av kvalitet og effektivitet (Figur 3.4.2). I deler av landet støtter det offentlige opp under denne utviklingen med et opplæringsprosjekt på kvalitetsarbeid. I 2007 ble det også satt i gang et større prosjekt på problemene med ærfugl som spiser skjellene. Det kan få stor betydning i de delene av landet der dette er et stort problem.

Kommunikasjon er et viktig stikkord for den fasen blåskjellnæringen befinner seg i nå. Det siste året har det vært arbeidet med utarbeidelse av en nasjonal organisasjon for blåskjellnæringen, og planen er at denne skal stiftes under Skalldyrkonferansen i februar 2008. Håpet er at denne organiseringen skal føre til bedre kommunikasjon både innad i næringen og mot det offentlige, slik Canada opplevde for ti år siden. Dette bør på sikt resultere i flere og bedre tilpassede virkemidler for næringsutvikling. Det siste året har det kommet flere nye regler og pålegg for drift av blåskjellanlegg. Disse har skapt store diskusjoner, noe som ytterligere demonstrerer behovet for bedre kommunikasjon.

Situasjonen med algegifter har vært noenlunde lik de siste årene. De største problemene har vært i Nord-Norge. Sør-Norge har hatt moderate problemer, noe som riktignok gjør planleggingen vanskeligere, men som ikke er verre enn at næringen bør lære seg å leve med dem. Det som var spesielt for 2007 var en uvanlig høy forekomst av dinoflagellater fra tidlig vår og mot sommeren, deriblant *Alexandrium*, som ga en del paralytisk skjellgift (PSP) i de indre delene av vestlandskysten. Se kapittel 1.4 Overvåkning av alger langs norskekysten for en detaljert beskrivelse av algeforekomstene.

Flatøsters (*Ostrea edulis*)

Det meste av norsk østersnæring er organisert gjennom nettverket NET Østers. Om lag 40 dyrkere er med i dette produksjons- og kompetansenettverket. I tillegg har nettverket god dialog med andre ressurspersoner, både innen forsk-



Foto: John Bonardelli

Figur 3.4.2

Resultater fra vellykket strømping i Åfjorden, Sør-Trøndelag. Riktig utstyr og kompetanse til strømping av skjellene i riktige tettheter er nå ansett som en av de viktigste faktorene for vellykket blåskjellproduksjon.

Results from successful socking in Åfjorden, Trøndelag. Proper equipment and expertise for socking is now regarded as one of the most important factors for successful mussel production.

ning og forvaltning. I 2007 har nettverket hatt hovedfokus på effektiv dyrkingsteknologi som samtidig gir østers av god kvalitet. Markedsposisjonering og merkevarebygging for en fremtidig oppskalert omsetning av norsk kvalitetsøsters, er også et sentralt tema. NIFES og Havforskningsinstituttet samarbeider med å utvikle et kvalitetsgraderingssystem og en kvalitetsstandard som kan brukes i dette arbeidet. Prosjektet har gitt verdifull informasjon, både om variasjon på ulike lokaliteter og høsteperioder. En del av østersen som er undersøkt holder svært høy kvalitet.

Det ble satt ut ca. 600 000 stk yngel (2–5 gram) i 2007. Mesteparten av dette kommer fra klekkeriet og vekstanlegget i Agapollen på Bømlo. De tre siste sesongene er all tilgjengelig konsumøsters solgt til gode priser. Dyrker får nå kr 6 per solgte konsumøsters over 55 gram – noe som gir grunnlag for kommersiell produksjon ved effektiv dyrkingsteknologi. Bømlo Skjell omsetter all konsumøstersen på vegne av

nettverket. I 2007 ble det omsatt ca. 50 000 stk dyrkede østers. Østersen er i hovedsak fokusert inn i restaurantmarkedet, og har fått god respons.

Production of Scallops, Mussels and Oysters

This chapter gives a short summary of the production of scallops, mussels and oysters in Norway during 2007. The industry is in continuous development, but there are still major challenges to be met before its potential can be realized. 2 million scallop spat were seeded for sea ranching bottom culture. The volumes of harvested mussels have decreased compared to 2006, but higher prices have been achieved due to improved quality. Minor quantities of oysters have been produced, but the quality has been exceptional.

Utslipp fra oppdrett beskyldes for å føre til overgjødning av fjordstrøk. Målinger og modeller viser imidlertid at den naturlige mengden næringssalter i fjorder som Hardangerfjorden langt overstiger det mennesketilførte. I en prosedyre under OSPAR-konvensjonen, en internasjonal miljøavtale for Nordøst-Atlanteren, brukes en økning på 50 % i algekonsentrasjonen om sommeren eller i næringssalter om vinteren som kriterium for overgjødning. Det menneskeskapt bidraget til Hardangerfjorden er på 5–10 % eller lavere, altså godt under OSPAR-kriteriet.

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

Jan Aure
jan.aure@imr.no

Arne Ervik
arne.ervik@imr.no

Gjødning og overgjødning

Gjødning er når en tilfører næring til planter. Næringssalter som inneholder nitrogen (N) og fosfor (P) trengs av alle planter. I sjøen finnes slike stoffer naturlig, og de omsettes og fornyes til overflatelaget ved omrøring om vinteren. Overgjødning (eller eutrofiering) får vi når gjødningen blir så stor at det oppstår negative virkninger. Det kan være at algemengden blir så stor at mengde surstoff (oksygen) reduseres, eller i verste fall brukes opp når algene dør og råtner i dypere vannlag eller på bunnen. Giftige alger kan opptre mer hyppig og massivt. Også estetiske og bruksmessige hensyn kan komme inn som negative aspekter, for eksempel lukt eller redusert kvalitet for bading og annet friluftsliv.

Graden av gjødning avgjør om det er overgjødning eller ikke. Gjødningsgraden bestemmes av to størrelser: mengde næringssalter som tilføres og areal eller volum som mottar denne mengden. En viss gjødningssmengde spredd på en liten hageflekk eller på en stor åker, blir to ulike situasjoner. Det samme er tilfelle om en viss mengde næringssalter tilføres til en liten og innelukket poll eller en stor og åpen fjord. Gjødningsgraden bestemmer hvor store effektene vil være. Dette omtales som en sammenheng mellom dose og respons i miljøet. En liten dose gir liten respons eller effekt, og en stor dose gir større effekt i miljøet.

Gjødning i Hardangerfjorden

Det har vært oppslag i media om at Hardangerfjorden gror igjen. Bakgrunnen for disse oppslagene er at det har vært en økning i utslipp av næringssalter fra havbruk de senere årene, og at det er observert unormalt mye groe og skrantning av sukertare i området.

Havforskningsinstituttet har gjort beregninger av tilførslene av næringssalter til Hardangerfjorden. De totale årlige tilførslene av nitrogen er nå rundt 4 500 tonn, hvorav havbruk fra oppdrett av laks og

ørret bidrar med knappe 2 000 tonn. Dette kan høres ut som store tall, men hvor mye er det i forhold til størrelsen av Hardangerfjorden? Hvor stor er dosen, og hva kan vi forvente av effekter?

Hardangerfjorden er rundt 800 km² innenfor terskelen ved munningen mot Langevann. Nitrogenkonsentrasjonen i sjøvann er rundt 150 mg per liter. Det gir et totalt innhold på ca. 2 000 tonn nitrogen i de øvre 20 m, som tilsvarende omtrent det produktive vannlaget i Hardangerfjorden. Dette er av samme størrelse som de årlige tilførslene fra havbruk. Primærproduksjonen (produksjonen av planter) i norske fjorder er typisk 100–150 g karbon per kvadratmeter og år (tilsvarende rundt 1–1,5 kg plantemateriale per kvadratmeter). Omregnet til nitrogen utgjør dette ca. 15 000 tonn nitrogen per år for hele Hardangerfjorden. Produksjonen i fjorden er større enn mengden av nitrogen på grunn av omsetning og gjenbruk av næringssaltene. Sammenlignet med årsproduksjonen av alger, utgjør tilførslene fra havbruk rundt 12 %. Det regnes ofte at bare rundt 60 % av nitrogen fra havbruk er tilgjengelig for plantevekst i det øvre vannlaget; resten er bundet i partikler og synker mot dypet. Med denne korreksjonen utgjør tilførslene rundt 8 % sammenlignet med årlig produksjon av alger i Hardangerfjorden.

Dette regnestykket tar ikke hensyn til vannutskiftning. Beregninger med modeller hvor vannutskiftning inngår, indikerer at utslippene fra havbruk i Hardangerfjorden stimulerer algeveksten med i størrelse 2–5 %. Oppholdstiden for vann i overflatelaget i Hardangerfjorden er ca. én måned. Utskiftningen drives av flo og fjære, vind og endringer i tettheten av vannet i kyststrømmen utenfor fjordmunningen. Graden av gjødning i Hardangerfjorden er derfor lav.

Havforskningsinstituttet har gjort en tilsvarende beregning av gjødningssgraden i Trondheimsfjorden. Her er de årlige tilførslene av nitrogen rundt 10 000 tonn til en fjord som er omtrent like stor som Hardangerfjorden. Tilførslene til Trondheimsfjorden kommer fra naturlig avrenning, landbruk og befolkning, og representerer en gjødning på rundt 5 % sammenlignet med naturlig produksjon og omsetning av nitrogen i sjøen.



Foto: Bjørn Olav Kvamme

OSPAR-kriteriet er 50 %

OSPAR er en konvensjon for bevaring av miljøet i Nordøst-Atlanteren. Den er en sammenslåing av de to tidligere Oslo- og Paris-konvensjonene. OSPAR har som mål at det ikke skal være overgjødning i OSPAR-området, og det er laget en felles prosedyre for å vurdere hvorvidt et område er overgjødning ("Common procedure for the identification of the eutrophication status of the OSPAR maritime area"). Ved bruk av denne prosedyren vil det konkluderes at et område enten er overgjødning eller ikke overgjødning. Konkluderes det med overgjødning kalles området et problemområde. Dersom konklusjonen ikke er entydig, men krever videre undersøkelser og vurderinger, kalles området potensielt problemområde.

OSPAR sin felles prosedyre har tre lag eller trinn. Det nederste laget er en sjekkliste med informasjon som skal brukes ved vurderinger av graden av overgjødning og effekter av denne. Listen er omfattende og spenner fra tilførsler av næringssalter og egenskaper til resipienten, som vannutskifting og oppholdstid av vannet, gjennom direkte virkninger på algevekst, til indirekte virkninger på bunndyr, oksygenforhold og annet. Det neste laget er et utvalg av sentrale parametre fra sjekklisten.

Til noen av disse er det satt kvantitative kriterier for hva som skal vurderes som et utslag som indikerer overgjødning. Det er også laget regler for hvordan utslag (score) på de enkelte parametre skal brukes i kombinasjon. Det er ikke nødvendig å ha utslag på alle kriteriene, og de ulike kriteriene vektlegges forskjellig. Ved å bruke disse reglene får man en konklusjon at området som vurderes enten er et problemområde, et ikke-problemområde, eller potensielt problemområde. Det tredje laget eller trinnet i prosedyren er en helhetlig vurdering av all relevant informasjon fra sjekklisten, som til sammen gir en klar begrunnelse av konklusjonen angående status for området etter anvendelse av prosedyren.

OSPAR sin felles prosedyre kan gjennomføres på to nivåer. Det første er en enklere "screening"-prosedyre som brukes primært for å identifisere områder som åpenbart ikke er overgjødning. Det andre er en mer omfattende prosedyre ("comprehensive procedure") hvor alle elementer i fellesprosedyren brukes.

Prosedyren er et rammeverk, og kriteriene som settes skal tilpasses de lokale eller regionale forholdene i de ulike deler av OSPAR-området. Det er laget retningslinjer for å harmonisere bruken av prose-

dyren, slik at konklusjonene om status for overgjødning eller ikke blir noenlunde sammenlignbare. Kriteriet for økt konsentrasjon av næringssalter i sjøen om vinteren (da det er liten algevekst) er satt til 50 % i forhold til en naturlig basis uten ekstra tilførsler fra menneskelig aktivitet. Tilsvarende er kriteriet for mengde alger i sjøen om våren og sommeren (målt som klorofyll eller bladgrønt) satt til 50 % økning i forhold til et naturlig basisnivå.

Sørlandet har fasiten

Gjødningssgraden i Hardangerfjorden ligger langt under det som er OSPAR-kriteriet for overgjødning, med omtrent en størrelsesorden i forskjell (5 % mot 50 %). Hvor mye er en gjødningssgrad på 50 % i forhold til det som er den naturlige situasjonen i norske kystområder? En delvis fasit finnes i situasjonen på Skagerrakkysten.

En nasjonal ekspertgruppe vurderte for rundt ti år siden gjødningssituasjonen i Ytre Oslofjord og langs kysten av Skagerrak og Vest-Norge nord til Stad. Ekspertgruppen beregnet graden av gjødning og sammenstilte data om næringssalter, alger og andre forhold. Gruppen konkluderte at det var tydelig overgjødning i Ytre Oslofjord og langs Skagerrakkysten, med en gjødningssgrad på 50–100 %. Dette

gjorde seg gjeldende som en tilsvarende stor økning i nitrogenkonsentrasjonene i vannmassene i kyststrømmen og organisk belastning og forbruk av oksygen i fjordene på Sørlandet. Denne situasjonen hadde utviklet seg siden 1970-årene og skyldtes langtransport av næringssalter med strømmene fra kystområdene i den sørlige delen av Nordsjøen. De norske utslippene til Ytre Oslofjord (rundt 20 000 tonn nitrogen per år) var beskjedne og bidro lite til gjødslingsgraden i kystområdene.

Gjødslingen av kystvannmassene på Sørlandet ble vurdert å være overgjødning siden det var klare negative virkninger i fjordbassengene på denne kyststrekningen. Siden det er stor utveksling av vann over tersklene mellom kysten utenfor og fjordene, vil anriking føre til at mer organisk materiale synker ned og bruker surstoff i fjordbassengene når det forråtner. På denne måten blir vannkvaliteten i fjordene forringet og levelig miljø for fisk og bunndyr snevret inn. Dette er en analogi til sur-nedbør-problematikken, hvor utslipp andre steder transporteres til våre områder og har en miljøvirkning her.

Det er interessant å merke seg at det ikke ble funnet indikasjoner på effekter på sammensetningen av algevegetasjonen i strandsonen i Ytre Oslofjord og langs Skagerrakkysten. Nedre voksegrense for flere algearter i Ytre Oslofjord var grunnere sammenlignet med situasjonen på 1950-tallet. Dette kan gjenspeile at vannet er blitt mer grumset og mindre klart, slik at mindre lys trenger ned i dypet. Det ble

imidtild ikke funnet noen klare forskjeller mellom algesamfunnene i Skagerrak og de på Vestlandet. Dette tyder på at en gjødslingsgrad på 50 % ikke har noen sterk virkning på algeveksten i strandsonen.

Det har de seneste årene vært endringer i algesamfunnene på Sørlandet, og sukkertare har gått sterkt tilbake. Den mest nærliggende forklaringen på dette er de høye temperaturene vi har hatt om sommeren noen av årene. Endringene i alger i Hardangerfjorden og andre steder på Vestlandet kan også være betinget av klimatiske faktorer; bl.a. var sommeren 2006 varm med høye sjøtemperaturer.

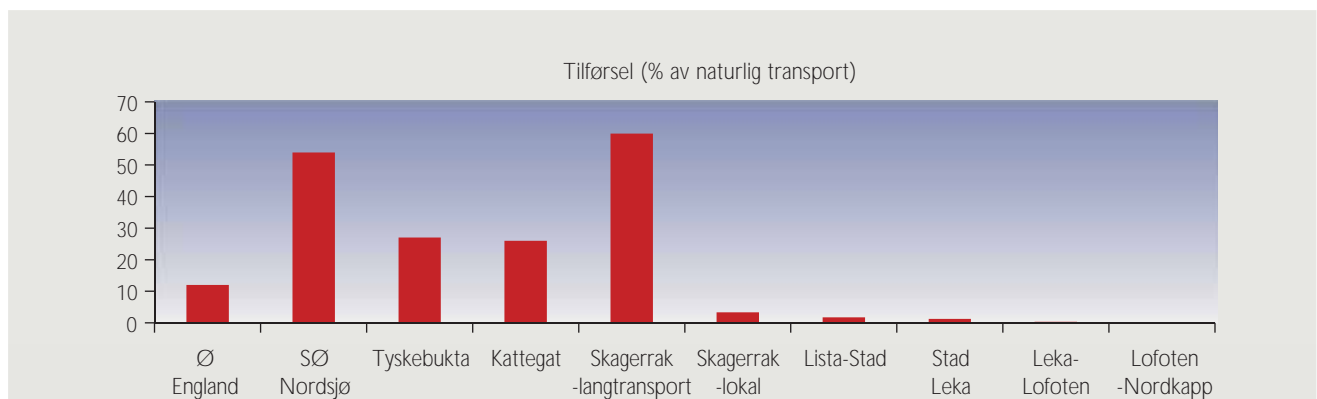
Gjødslingsgraden i Nordsjøen

Nordsjøen ble rundt 1990 tilført omtrent en million tonn nitrogen per år, hovedsakelig til den sørlige del av Nordsjøen der elvene Rhinen og Elben har utløp. Mesteparten var nitrogen på avveie fra gjødsling i det intensive landbruket i Europa. I kystvannmassene utenfor Nederland og Tyskland var gjødslingsgraden 25–50 % når tilførselene ses i forhold til vanntransporten gjennom områdene. Disse gjødslede vannmassene ble ført med Jyllandsstrømmen opp langs vestkysten av Danmark og inn i Skagerrak. Langtransporterte næringssalter er beregnet å utgjøre en gjødslingsgrad på ca. 60 % i kyststrømmen langs den norske Skagerrakkysten. Til sammenligning utgjør de norske utslippene (i hovedsak til Ytre Oslofjord) et bidrag på knappe 4 % (Figur 3.5.1). Gjødslingsgraden er beregnet å avta ved fortykning til rundt 25 % vest for Arendal. Kyststrømmen blir ytter-

ligere fortynnet vest for Lindesnes, slik at gjødslingen fra langtransporterte næringssalter etter hvert viskes bort (se også kapittel 1.3). De samlede norske utslippene fra alle kilder inklusiv havbruk representerer et bidrag på knappe 2 % for strekningen fra Lindesnes til Stad.

Denne situasjonen er fortsatt gjeldende selv om det har vært noe reduksjon i tilførselen av nitrogen til Nordsjøen de siste ti årene. Kyststrømmen som renner nordover langs Vestlandet, som en bred flod, inneholder et lite, men diffust bidrag av næringssalter fra de store tilførselene til den sørlige delen av Nordsjøen. Følgende kan være et nyttig perspektiv: tilførselene fra land til sørlige Nordsjøen er på rundt ¾ million tonn nitrogen, tilførselene fra norske kilder til Ytre Oslofjord er ca. 20 000 tonn nitrogen, og de samlede tilførsler fra norsk havbruk er ca. 35 000 tonn nitrogen.

Virkningene av gjødsling avhenger ikke bare av gjødslingsgrad, men også av egen-skaper i resipienten. Kystvannmassene i den sørlige Nordsjøen er gjennomblandet pga. grunt vanddyp og stort tidevann. Gjødslingen her har negative virkninger i form av store algeoppblomstringer og oksygenvinn i enkelte områder og perioder med lagdeling i vannmassene under rolige værforhold på ettersommeren. Det er imidlertid et tankekor at det er i disse overgjødslede vannmassene at en stor del av blåskjellene i Europa dyrkes. I Skagerrak er miljøsituasjonen helt annerledes. Utstrømningen av brakkvann fra Øster-



Figur 3.5.1

Gjødslingsgrad for tilførsel av nitrogen til ulike kystavsnitt av den sørlige del av Nordsjøen og ulike deler av norskekysten. Gjødslingsgraden er beregnet som samlede tilførsler av nitrogen fra menneskelige kilder (jordbruk, befolkning, havbruk, med mer) i forhold til den naturlige transporten av nitrogen i kystvannmassene som mottar tilførselene. (Kilder: North Sea Quality Status Report 1993. OSPAR, London; Aure, J., Skjoldal, H.R. 2004. OSPAR Common procedure for the identification of eutrophication status: application of the screening procedure for the Norwegian coast north of 62°N (Stad–Russian border). SFT-rapport).

Degree of nutrient enrichment from anthropogenic sources for different parts of the southern North Sea and the coast of Norway. Enrichment is calculated for the total input of nitrogen from all anthropogenic sources (agriculture, human population, aquaculture, etc.) scaled according to the natural flux of nitrogen in the receiving coastal water mass.



sjøen fører til en sterk lagdeling i vannmassene. Dette reduserer omrøringen i vannet og kan forsterke virkningen av stimulert produksjon, bl.a. på oksygenforhold i dypere vannlag i fjordene. De lagdelte vannmassene i Skagerrak og fjordbassengene her er mer følsomme miljøer for overgjødning enn de omrørte kystvannmassene i den sørlige Nordsjøen.

Fjorder med "råttent vann"

Langs hele Norskekysten finnes det innelukke fjordbasseng og poller med grunn terskel og smalt innløp. Dette begrenser vannskiftningen, og slike fjorder og poller er derfor svært følsomme for organisk belastning. Noen av disse bassengene har naturlig stagnerende forhold med "råttent" vann uten oksygen, men med et innhold av hydrogensulfid. Dette er spesielle og ekstreme miljøer med særegen mikroflora (bakterier og annet) og dyreliv, som er viktige elementer av vårt biologiske mangfold. Man har lenge vært oppmerksom på sårbarheten til slike basseng og har unngått å legge oppdrett på slike lokaliteter.

De fleste fjorder har relativt dyp terskel (ofte 100 m eller mer) og står i åpen kontakt med vannet i kyststrømmen utenfor. Vannutvekslingen er generelt god med oppholdstid fra noen dager til uker for de

fleste fjordene. Tidevannet øker fra sør til nord, noe som medfører at vannskiftningen generelt er større i fjordene i Nord-Norge enn i Sør-Norge.

Bæreevne for havbruk

Havforskningsinstituttet har gjort foreløpige vurderinger av bæreevne for havbruk i forhold til gjødning av vannmassene i fjorder og langs kysten. Dette er gjort ved å sammenholde utslippene fra havbruk med årlig produksjon av alger på det samlede arealet innenfor grunnlinjen.

Den største tettheten av anlegg ligger i dag i Hordaland, hvor utslippene fra havbruk tilsvarer ca. 5 % sammenlignet med naturlig algevekst. Dersom den samlede norske lakseproduksjonen stiger til 4 millioner tonn (ca. fem ganger mer enn i dag) med samme fylkesmessige fordeling som nå, vil utslippene til Hordaland tilsvare rundt 30 % av naturlig algeproduksjon. Den største kapasiteten for økning i produksjonen, vurdert ut fra utslipp av næringsalter, ligger i de nordlige fylkene (se kapittel 3.9.3).

Gjennomsnittsbetraktninger er nyttige for å skalere omfang slik som vi har gjort her. Det kan imidlertid være viktige lokale forskjeller. Oppdrettsanleggene ligger ofte

nær land, og det vil i noen tilfeller kunne være mulig med stimulert algevekst på lokaliteter i nærheten av anlegg, selv om utslippene samlet sett er små.

Næringsalter er et lite problem

Dyrking og høsting av mat, enten på land eller i sjø, kan ikke gjøres uten påvirkning på miljøet. Havbruk har mange viktige miljøproblemer som må finne sin løsning. Påvirkning på ville laksestammer gjennom rømming, økt forekomst av parasitten lakselus, og risiko for spredning av sykdom er de viktigste miljøproblemene. Påvirkning på bunnen under og i nærheten av anlegg ved utsynking av fôrrester og skit fra fisken kan også være en betydelig lokal påvirkning.

Utslipp av næringsalter og stimulert algevekst er så langt et lite problem langs norskekysten. Havbruksnæringen er imidlertid i vekst. Det er derfor viktig at overvåking og forskning styrkes slik at det kan gis god dokumentasjon på at vi dyrker mat med en akseptabel grad av miljøpåvirkning. Hva som er akseptabelt, er det til syvende og sist politikere og befolkning gjennom stemmegivning som må bestemme. Forskning må gi et godt grunnlag for kloke valg for fremtiden.

Aquaculture does not contribute to Eutrophication on the Norwegian West Coast

Input of nutrients from aquaculture in the Hardangerfjord has increased over recent years, reflecting an increase in the production of salmon and trout. Last summer there were reports of unusual growth of perennial brown algae, and kelp has disappeared from parts of the fjord. Nutrients from aquaculture have been implied as the reason for these changes in algal communities, suggest-

ing eutrophication of the Hardangerfjord. The degree of nutrient enrichment is low, however, when compared to the natural flux of nitrogen in the fjord, contributing about 5 % to the nitrogen budget. It is therefore unlikely that aquaculture is the cause of the changes in algal communities. It is more likely that this reflects climate variability and change, in particular the unusually warm summers in some of

the recent years. It is concluded that there is no eutrophication of the Hardangerfjord. The degree of nutrient enrichment is high for the southern North Sea and in the coastal current in Skagerrak (25–60 %), whereas the total input of nutrients to the Norwegian west coast represents an enrichment of about 2 %.

3.6

Fiskevelferd

3.6.1 OKSYGENNIVÅET VIKTIG FOR OPPDRETTSFISKEN SIN HELSE OG VELFERD

Mangel på oksygen, hypoksi, har negativ effekt på oppdrettslaks. Sjølv små reduksjonar i oksygennivået påverkar vekst og appetitt, og energikrevjande prosessar vert reduserte. I tillegg svekkar hypoksi tarmen si evne til å stoppe bakteriar og virus. Dette betyr at ein både ut frå eit dyrevelferdsperspektiv og frå produksjonshensyn bør unngå å utsetje fisk for oksygenmangel.

Bjørn Olav Kvamme
bjorn.olav.kvamme@imr.no

Frode Oppedal
frode.oppedal@imr.no

Thomas Torgersen
thomas.torgersen@imr.no

Frode Fridell
frode.fridell@pharmaq.no

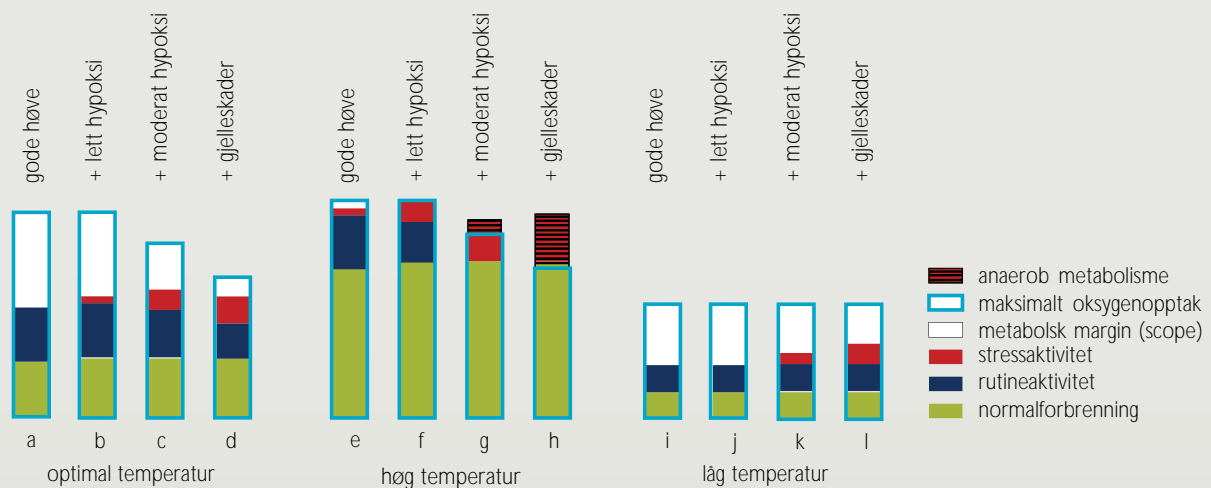
Henrik Sundh
henrik.sundh@zool.gu.se

Kristina Snuttan Sundell
k.sundell@zool.gu.se

Oksygenet i vatnet kjem anten frå lufta eller frå fotosyntese hos algar. Passiv innblanding (diffusjon) av oksygen i vatn er ein svært langsam prosess, og er difor berre viktig rett under vassoverflata. I dei fleste fjordane våre er det i tillegg store salt- og temperaturforskjellar som skapar vassjikt som det er liten eller ingen vassutskifting mellom. God innblanding av oksygen er difor heilt avhengig av at vind

og straum skapar turbulens i vatnet. Fotosyntese er avhengig av lys og næringsstoff. Både lys og næring er sesongbestemt, og oksygenbidraget frå denne prosessen er difor høgast om våren og sommaren. Vasstemperatur og saltinnhald påverkar òg oksygennivået, og kaldt ferskvatn kan innehalde mykje meir oksygen enn varmt saltvatn.

Vassutskifting er den viktigaste faktoren for kor mykje oksygen som er tilgjengeleg inne i ein merd. Oppdrettsfisk kan ikkje oppsøke ”friskt” vatn slik som villfisk kan, og dersom vassutskiftinga gjennom merden er avgrensa, t.d. av groe eller svak straum, kan fisken bruke opp alt tilgjengeleg oksygen. Dermed kan forholda inne i merden vere dårlege sjølv om det er rikeleg med oksygen utanfor. Generelt seier vi at laks krev mellom 2 og 4 mg oksygen per kg fisk per minutt, men oksygenbehovet varierer med mengd fisk (storleik, antal kg), appetitt, aktivitet og temperatur.

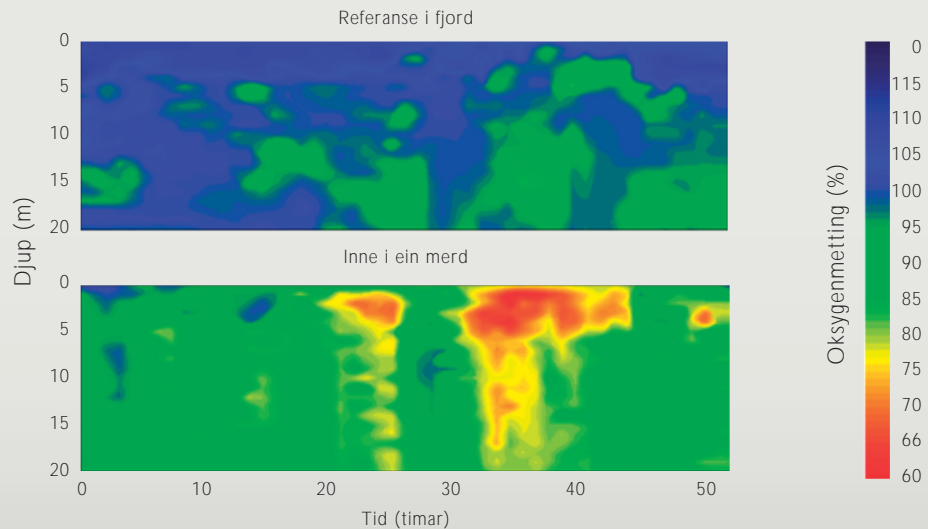


Figur 3.6.1.1

Konsekvensar for fisken sitt oksygenoverskot (metabolske margin) ved optimale, høge og låge temperaturar dersom høva elles er optimale (a/e/i), lett hypoksi (b/f/j), moderat hypoksi (c/g/k) eller hypoksi i kombinasjon med gjelleskade (d/h/l).
Consequences for surplus of oxygen (metabolic scope) of the fish at optimal, high and low temperature combined with optimal (a/e/i), hypoxia (b/f/j), moderate hypoxia (c/g/k) and hypoxia combined with gill damage (d/h/l).

Figur 3.6.1.2

Oksygenkonsentrasjonen i vassøyla målt både ved eit referansepunkt i fjorden og inne i ein merd over 50 timar. Oxygen concentrations in the water column at a reference point and within a sea cage over 50 hours.



Kva brukar laks oksygen til?

Oksygen er naudsynt for å omdanne mat til energi, og tap av appetitt er blant dei første målbare effektar av hypoksi. Større grad av hypoksi kan føre til sjukdom og død. Kvar grensa for dårleg vasskvalitet med tanke på oksygennivå bør gå, er framleis usikkert, men Mattilsynet har angitt nokre grenseverdier. For laks er 100 % oksygenmetting gitt som optimalt, mettingsgrader ned til 60 % kan tolererast, medan 50 % krev at alle andre forhold er optimale. Under 40 % er rekna som uakseptabelt. Om dette er korrekte grenser er usikkert, sidan vi manglar metodar for å måle god og dårleg velferd i fiskeoppdrett.

Lite oksygen fører til at fisken vert stressa, og hypoksisk stress er eit av dei største velferdsproblema innan lakseoppdrett i dag. I naturen sym fisk vekk frå vatn med lite oksygen, medan han i oppdrett er avhengig av vatnet som strøymer gjennom merden. Ved hypoksisk stress vil oksygenbehovet paradoksalnok auke fordi det kostar energi å kompensere for oksygenmangelen. Kompensasjonen skjer på fleire måtar, blant anna ved høgare gjellefrekvens, endringar i aktivitet med t.d. raskare symjing, auka bruk av overflatepusting, eller endra plassering i vassøyla.

Mengda oksygen som trengs er ikkje konstant, men vert påverka av ei lang rekkje indre og ytre faktorar. Dei viktigaste er temperatur, der auka temperatur vil gje auke i forbrenninga, men også storleik og fysisk aktivitet er viktig. Det er òg forskjell på om fisk vert utsett for akutte hypoksiske hendingar, eller om tilstanden er kronisk. Akutte enkeltepisodar med hypoksi er noko fisken ofte handterer utan store og langvarige fysiologiske

effektar, medan kroniske tilstandar fører til større tilpassingar som i enkelte tilfelle er irreversible.

Er tilhøva optimale, kan laks tåle betydeleg grad av hypoksi, medan han ved svært dårlege tilhøve kan ha problem med å greie seg sjølv ved full oksygenmetting i vatnet. Som andre organismar, er fisk nøydd til å bruke ein del av det oksygenet han tek opp til normalforbrenning, for til dømes å slå med hjarta og gjellene. I tillegg vil fisken bruke ein del oksygen til andre rutineaktivitetar, som å symje. Resten av det tilgjengelege oksygenet kan brukast til fordøying av fôr, vekst eller andre energikrevjande aktivitetar som aggressiv åtferd. Denne disponible delen av oksygenet utgjer eit overskot som kan kallast "metabolsk margin".

Ved ulike tilhøve, som til dømes høg eller låg temperatur, lite oksygen i vatnet (hypoksi) eller ved sjukdom som påverkar gjellene, vil fisken ha heilt forskjellig overskot av oksygen (Figur 3.6.1.1). Når temperatur og andre høve er optimale, er oksygenoverskotet stort (a). Dersom fisken vert utsett for hypoksi (b, c), blir han tvinga til å jobbe hardare for å ta opp oksygen. Saman med auka forbrenning som fylgje av at fisken vert stressa, vil dette redusere overskotet. Skulle han på toppen av det heile ha skadde gjeller (d), til dømes grunna ein infeksjon, vil han få i seg enno mindre oksygen sjølv om han jobbar hardt for det. I ein slik situasjon vil oksygenoverskotet vere lite, og sjølv med svært redusert aktivitetsnivå, vil fisken vekse dårleg. Når temperaturen i vatnet er høgare, vil fisken kanskje kunne ta opp litt meir oksygen, men rutineforbrenninga vil auke mykje meir. Overskotet av oksygen

vil bli svært lite, og fisken vil difor ikkje ha nok oksygen til å vekse, knapt nok ete, sjølv ved full oksygenmetting (e). Dersom fisken i tillegg skulle oppleve hypoksi (f, g) eller gjelleskader (h), vil han raskt få for lite oksygen til å kunne ete i det heile, og han kan komme i underskot på oksygen sjølv til den heilt naudsynte rutineforbrenninga. Dersom slike forhold ikkje endrar seg raskt, vil fisken døy.

I kaldt vatn er situasjonen ein heilt annan (i-l): då har fisk låg rutineforbrenning og brukar lite oksygen. Hypoksi er difor langt mindre skadeleg ved låge temperaturar enn ved høge.

Overvaking i laksemerd

Ved Havforskningsinstituttet sitt merdmiljølaboratorium i Matre har vi studert oksygenivået i merdane i detalj (Figur 3.6.1.2). Metodane som er utvikla her er nytta på fleire kommersielle anlegg. Det er målt store forskjellar i oksygen mellom merdar på same anlegg, og mellom anlegg på same tidspunkt. Generelt ser vi at det er meir oksygen i overflatelaga enn djupt i merdane. Høg fisketettleik gir lågare oksygenivå i merdane enn låg fisketettleik, men fordi laksen ofte vil føretreke ein avgrensa del av merden, er den faktiske fisketettleiken viktigare enn totalmengda fisk. Symjedjupne og den observerte fisketettleiken er påverka av mellom anna temperaturtilhøva, og fisken blir normalt tiltrekt av temperaturar rundt 16–17 °C. Eit ekstremt døme er at gjennom ei natt i september 2004 sumde laksen i tre merdar ved ein tettleik på over 200 kg/m³ ved ca. 17 °C, medan vatnet i resten av merdane var bortimot 20 °C. Faktorar som til tider kan overstyre denne temperatureffekten, er lystilhøve



Figur 3.6.1.3

Raskt uttak av prøver for å sikre god kvalitet på forsøket krever ei linje med erfarne og dyktige folk med bestemte oppgaver.

Rapid sampling of materials demands a line-up of experienced and skilled people with specific tasks.

(dag, natt, kunstig), svoltnivå, føring og føringssintensitet. Basert på studiar av andre artar, burde oksygenivå vere styrande for symjedyupne og tettleik hos laks og, men dette er berre delvis observert så langt. På alle anlegg vart det målt store variasjonar i oksygenivå frå time til time. Desse variasjonane kan skuldast ein kombinasjon av mange faktorar, som til dømes varierende fotosyntese, vind- og tidevatndrivne straumar og varierende oksygenforbruk. Fjordlokalitetar hadde større variasjon i oksygen enn typiske kystlokalitetar på grunn av vertikale forskjellar i salt og temperatur. Det vart òg vist at straumen på referansepunkt utanfor merdane var lite representativt for straumforholda rundt og inne i merdane. Dette viser at det er eit stort potensial i merdane si utforming og plassering i forhold til straum.

Forsøk med laks i kar

I ein merd er det alltid mange ulike faktorar som kan påverke fisken i tillegg til oksygenivået. For å studere langtidseffektar av hypoksi utan påverknad frå andre faktorar, har vi gjennomført karforsøk basert på funna i merdlaboratoriet. For å lettare kunne overføre resultatata til merdsituasjonen, nytta vi store kar (ca. 7 m³ vatn) og realistisk høg biomasse (14–20 kg/m³). I forsøket var det fire grupper med ulik grad av hypoksi. Som ein følgje av vekst og døgnrytme, fekk vi ein langsam aukande grad av hypoksi, samt høg dagleg variasjon. I tillegg til kontinuerlege målingar av vasskvalitet og appetitt, tok vi prøver ved start, midtvegs og slutten av forsøket for å sjå korleis kronisk hypoksi påverka fisken (Figur 3.6.1.3). Vi fann klare negative effektar av hypoksi på vekst, kondisjonsfaktor og førutnytting. Derimot

fann vi ikkje nokon effekt på finneslitasje eller kortisol (stresshormon) i blod eller vatn. Vi fann heller ikkje klare effektar på gjellene etter 58 dagar med hypoksi, sjølv om elektronmikroskopi viste indikasjonar på celleendingar. Det er òg vist ein klar samanheng mellom grad av hypoksi og appetitt (Figur 3.6.1.4), og sjølv små endringar i oksygenmetting får negative konsekvensar for laksen.

Korleis verkar hypoksi på genane?

Ved hjelp av ein metode som gjer at vi kan analysere tusenvis av gen samstundes (mikromatriser), undersøkte vi korleis laks reagerer på korte (11 dagar) og lange (58 dagar) periodar med hypoksi. Resultatet viser at fisk som blir eksponert for låge oksygenverdiar over tid, reduserer aktiviteten i gen relatert til immunsystem, vekst og andre energikrevjande prosessar. Dette stemmer godt med at vi fann redusert vekst, og med resultat frå tidlegare studium. Reguleringa av andre gen styrkjer resultatata ytterlegare, og tyder på at laks regulerer og kompenserer for hypoksi på same måte som andre fiskeartar. Vi har òg gjennomført immunstimuleringsforsøk der vi har sett på gener som er viktige i immunsystemet. Resultata frå desse forsøka indikerer ein tendens til at immunresponsen hos fisk utsett for hypoksi er litt svakare enn hos fisk som har gått ved normale oksygenbetingingar.

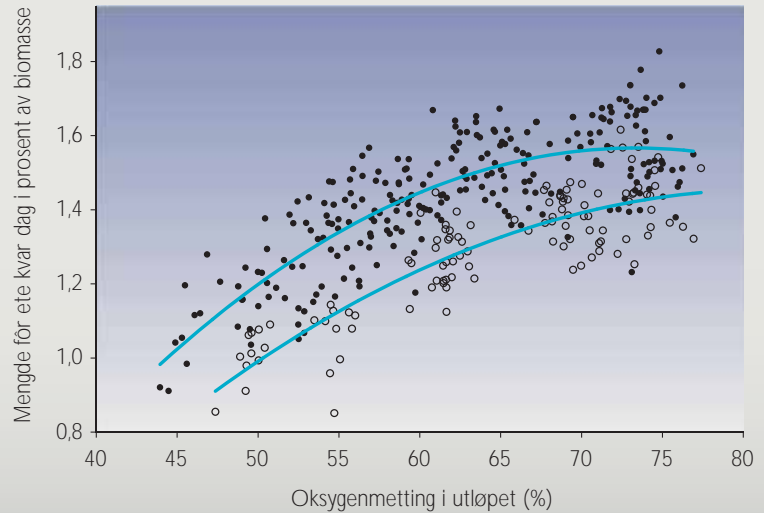
Svekka tarmbarriere opnar for sjukdom

Auka mottakelegheit for sjukdom når ein er stressa skuldast delvis at stress påverkar immunforsvaret negativt, men det er òg andre årsaker. Primærbarrierane beskyttar fisk frå å bli invadert av sjukdomsframkallande (patogene) organismar som sopp, bakteriar og virus. Hos fisk er primærbarrierane hovudsakeleg skinn, gjeller og mage-/tarmkanal. Av desse har mage-/tarmkanalen ein veldig spesiell funksjon, ettersom den har ei viktig rolle i å bearbeide mat og drikke og deretter sørge for at næringsstoffa kjem inn i kroppen. Samstundes må den hindre at uønska potensielt skadelege ting som gifter og patogene organismar kjem seg inn i fisken. Det er difor veldig viktig å oppretthalde tette og effektive primærbarrierar som beskyttelse mot infeksjonar, kanskje spesielt for oppdrettsfisk, ettersom fisketettleiken i merdane er stor og smitterisikoen dermed høgare enn hos villfisk. I ei rekkje forsøk har vi vist at den fysiske delen av primærbarrieren i tarmen, epitelcellelaget, er svekka, og at den ukontrollerbare gjennomtrenginga har auka. Dette gjer fisken betydeleg meir utsett for sjukdom sidan patogene organismar lettare kjem inn.

Figur 3.6.1.4

Forholdet mellom oksygenmetting og mengde spist fôr per dag i første (kvit) og andre (svart) del av forsøket med kronisk hypoksi på laks.

The relationship between oxygen saturation and drymatter eaten per day in first (white) and second (black) half of the chronic hypoxia experiment.



Hypoxia

Hypoxia—or lack of oxygen—is at present one of the largest welfare problems in salmon aquaculture. Good oxygen saturation is dependent on wind and water currents creating turbulence in the water. Within the sea cage the most important factor determining the amount of oxygen available for the fish is the current driven water exchange. The metabolic scope of the fish is the excess energy available after all routine activities are cared for (Figure 3.6.1.1). If this scope is small, e.g. due to increased energy demands at high temperatures or gill diseases, poten-

tial damaging conditions will easily arise. Our results show that there are frequent episodes of hypoxia within a sea cage (Figure 3.6.1.2), with fjord sites more variable than coastal sites. Furthermore, the salmon position and actual density is highly variable and modulated by factors such as water temperature, light and feeding. Performance indicators clearly show that even small reductions in oxygen saturation causes negative effects (Figure 3.6.1.4). However, it is still not possible to state a specific lower limit for the oxygen saturation which will ensure good welfare of the salmon, but oxygen

saturation below 60–70% appears unfavourable. Molecular analysis of head kidney tissues using microarrays indicated that salmon do react to hypoxia by down regulating genes related to energy demanding processes such as growth and the immune system. Immune stimulation weakly indicated a trend of less immune competence. Furthermore, the barriers of the intestine has been shown to be disturbed by hypoxia, increasing the risk of pathogenic entry. Together these results strongly suggest that salmon farmers should prevent hypoxic episodes as far as possible.

3.6.2 ØYEVANDRING HOS KVEITE

Ufullstendig øyevandring hos kveiteyngel har lenge vært et stort problem for yngelprodusentene. Nå er det funnet en metode som i kontrollerte forsøk har gitt 85 % fullstendig øyevandring, mot ca. 25 % i kontrollgruppen. Kriteriene er satt svært strengt, slik at fisken i dette forsøket normalt ville oppnådd en høyere score. Resultatene er entydige, og metoden kan brukes i kommersielle kveiteyngelanlegg.

Torstein Harboe
torstein.harboe@imr.no

Anders Mangor-Jensen
anders.mangor.jensen@imr.no

Mari Moren
mari.moren@nifes.no

Kristin Hamre
kristin.hamre@nifes.no

Ufullstendig øyevandring kan ikke påvises før yngelen er over 3 md. gammel, og nær salgbar størrelse (Figur 3.6.2.1). Kvalitetsforbedringen som fullstendig øyevandring medfører, vil derfor på kort sikt kunne fordoble mengden god yngel som tilbys matfiskmarkedet.

Manglende eller ufullstendig øyevandring hos kveiteyngel fører til at det venstre øyet blir liggende på undersiden av fisken etter at den har fått kroppsformen til en voksen flatfisk. Denne fisken har også i de fleste tilfeller pigmentert underside for ytterligere å understreke at noe har gått galt under utviklingen. Ved Havforskningsinstituttet og NIFES har man lenge arbeidet ut fra hypoteser om at metamorfose og øyevandring påvirkes av spesifikke komponenter i føret, og at feil i øyevandring kan forbedres ved riktigere føre. Gjennom en rekke ernæringsforsøk har det imidlertid vist seg at forbedret kosthold bare i mindre grad bidrar til øyevandring, mens det langt på vei løser problemet med pigmentering.

Måltidsføring best for larvene

De nye resultatene vi nå har oppnådd er et resultat av bedre forståelse av larve-

kulturer, spesielt i den perioden de spiser levende føre. Metodene som blir brukt ved startfôring av marine fiskelarver, har vært under konstant utvikling. Det har ført til forbedring av både fysiske og biologiske faktorer, som igjen gir seg utslag i høyere overlevelse, bedre vekst og ikke minst større regularitet med tanke på utbytte. Men vi har også sett indikasjoner på at larvene faktisk spiser for mye! Tegnene på dette er at levendeføret, og da spesielt Artemia, går for hurtig gjennom tarmen til larvene og dermed blir lite fordøyd. Det er sågar rapportert at levende Artemia kommer ut gattet. Andre tegn er lange klebrige strenger av avføring som henger fra gattet. For å gi larvene tid til å fordøye maten, er det gjennom forsøk ved Havforskningsinstituttet vist at måltidsføring gir bedre resultat enn kontinuerlig fôring. Å føre i måltider ved bruk av levendeføre er imidlertid vanskelig. I motsetning til et formulert føre (tørrføre) som synker etter få minutter, blir levendeføret værende i startfôringstanken til det blir spist eller går ut som følge av vanngjennomstrømmingen i karene. Dette medfører at føret er tilgjengelig i flere timer. Larvene har heller ikke metthetsfølelse, og spiser derfor så lenge det er mat tilgjengelig.

Lys og mørke viktig

For å forlenge førets oppholdstid i larvenes tarm, ble spiseaktiviteten styrt med bruk av lys- og mørkeperioder. Larvene må ha lys for å fange byttedyrene, og fôr-opptaket stoppes effektivt ved å slå av lyset. Etter utfôring med Artemia om morgenen, ble larvene gitt anledning til å spise i tre timer. Deretter ble lyset slått av, og gjenværende Artemia ble

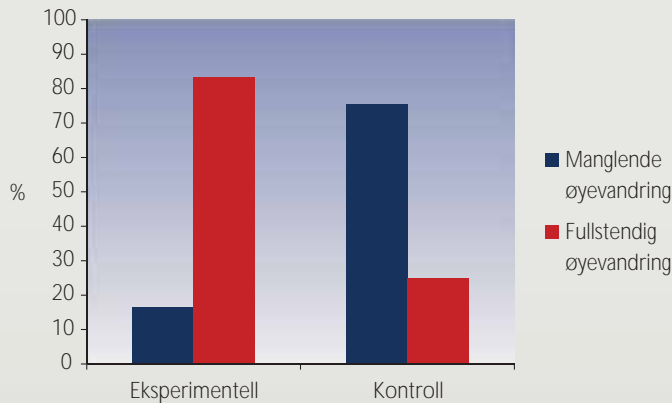
Artemia

Artemia tilhører klassen krepsdyr (Crustacea) og underklassen Branchiopoda. Den omtales ofte som saltkreps, og finnes i saltsjøer hvor saliniteten er over 70 promille. Den finnes over hele verden. Ved ugunstige miljøforhold vil Artemia-hunnene gå over fra å føde levende nauplier til å danne hvilecyster. Cystene kan ligge i en uttørket dvaletilstand i flere år før de klekkes. Disse eggene er kommersielt tilgjengelige og benyttes som føre, hovedsakelig innen oppdrett av reker og marin fisk.



Figur 3.6.2.1

Bildene viser en normal kveiteyngel og en med ufullstendig øyevandring.
Halibut juvenile fry with complete and incomplete eye migration.



Figur 3.6.2.2

Figuren viser andel larver med fullstendig og ufullstendig øyevandring ved henholdsvis eksperimentell og kontrollgruppe. Over 5 000 yngel inngår i hver gruppe.

Percentage of larvae with complete and incomplete eye migration in the experimental and control group, respectively.

gradvis skylt ut med overløpsvannet. I mørkeperioden som varte i sju timer, fikk larvene anledning til å fordøye føret, før lyset igjen ble slått på kl. 2000 om kvelden for en ny runde med Artemia. Føropptaket i lysperiodene ble nøye overvåket ved å måle nedgang i byttedyr. Som det fremgår av Figur 3.6.2.2, oppnådde vi en dramatisk forbedring av øyevandringen hos kveite ved denne behandlingen. Resultatene er senere blitt bekreftet av en oppdretter som allerede etter første gangs forsøk kunne rapportere om svært gode resultater. Det trengs imidlertid en rekke nye forsøk for å avdekke om det vi ser er en effekt av lys-/mørkeperioder eller om det skyldes førets fordøyelighet.

Det finnes flere eksempler på store forekomster av ulike deformiteter og feilutviklinger under intensiv yngelproduksjon hos andre arter enn kveite. Manglende øyevandring blir sett på som en deformitet, og det kan ikke utelukkes at måltidskontroll også her vil ha en gunstig effekt.

Utfordrende produksjon

Produksjon av kveite har vært en teknologisk og biologisk utfordring siden begynnelsen av 1980-tallet, alle faser fra stamfisk til yngel har krevd spesielle løsninger i forhold til andre arter. Fremdeles er produksjonsmetoden for kveite omstendelig. Man har i liten grad lyktes med å få fisken til å gyte naturlig i fangenskap, noe som sannsynligvis henger sammen med artens krav til plass under gyteleken. Den modne hunnfisken må derfor strykes, og eggene befruktes med sperm fra en eller flere hannfisk. Om denne prosessen har vært vellykket, ser man etter ca. ett døgn, når celledelingen har kommet i gang.

Kveiteeggene er store og gjennomsiktede og egner seg derfor til embryologiske undersøkelser. Befruktningsandelen ligger vanligvis på over 70 %. Etter ti dager i spesielle eggtanker, overføres eggene til store siloer der de klekker og siden oppholder seg i ca. én måned som plommeseckklarver, før de begynner å ta til seg næring.

Plommeseckklarvene trenger svært stabile forhold. Temperaturen må holdes konstant på ca. 6 grader for å oppnå god overlevelse. Larvene må dessuten skjermes for lys for å unngå at de trekker opp til overflaten. Når tiden er moden, overføres larvene til startfôringstanker der vannet er tilsatt enten mikroalger eller andre partikler for å gjøre vannet mindre gjennomiktig. Disse tilsetningene er kjent som ”grøntvannsteknikk” og benyttes for å øke larvenes trivselsatferd og føropptak. Larvene føres med levendefôr i ca. 30 dager før de kan settes over på ferdiglaget mat. Selv om larvenes naturlige føde består av hoppekreps (copepoder), benytter man i dagens produksjon kun Artemia som fôr til larvene i den første perioden. Grunnen til dette er både tilgjengelighet og hensyn til hygienekontroll. Naturlige arter av zooplankton har i utgangspunktet bedre innhold av næringsemner, men kvaliteten på Artemia kan forbedres gjennom anriking med de næringsstoffene som mangler – i første rekke flerumettet fett.

Tidligere forsøk har vist at det er i levendefôrfasen grunnlaget for kvaliteten på larvene legges. Sammenhengen mellom fôr kvalitet (Artemia vs. hoppekreps) ble stadfestet for mer enn ti år siden, da det ble påvist at man ved å tilby hoppekreps i et begrenset tidsrom oppnådde tilfredsstillende pigmentering. Nå har vi funnet

sammenhengen mellom måten det føres på og øyevandring.

Noen lykkes med yngelproduksjon

I dag finnes det en liten, men voksende kommersiell produksjon av kveite som i hovedsak benytter metoder som er utviklet ved Havforskningsinstituttet. Tidligere, og til dels fortsatt, har lave produksjonstall både vært årsaken til svært høye yngelpriser og til svak vekst i matfiskproduksjonen. De siste årene har kveiteyngelproduksjonen på landsbasis økt betraktelig. Årsaken til dette ligger i forbedringer hos enkelte oppdrettere og ikke generelle trender, og er derfor ikke en styrking av denne delen av næringen. Fortsatt er flaskehalsene for matfiskoppdrett tilgang på yngel av god kvalitet, og da i første rekke yngel som er riktig pigmentert og har fått begge øynene på rett side. I dagens yngelproduksjon er det ikke uvanlig at 40–60 % av yngelen må sorteres ut på grunn av feil øyevandring og manglende pigmentering. I tillegg til å være et stort økonomisk problem for yngelproducentene, er det også i stor grad et dyrevelferdsproblem. Dette gjelder i første rekke feil i øyevandring, siden feilpigmentering mer er et kosmetisk problem som langt på vei kan løses ved riktig fôr.

Incomplete Eye Migration in Halibut

Incomplete eye migration in halibut juvenile fry production is a serious problem for the industry. It is commonly found that as much as 40 to 60% of the fry lack or have incomplete eye migration, and have to be sorted out. Since this malformation deformity only can be detected after the metamorphosis, it represents a great economic loss for the producer. The intensive rearing methods for halibut and other marine fry have constantly been improved. This has in turn led to improved survival and growth in the first feeding stages. However, there are indications that gut transit time for the feed particles (live prey) has become too short with the result of poor digestion and thereby little digested. Halibut larvae are visual feeders, and feeding can be controlled by light and dark periods and thereby increasing gut transit time. In this experiment this treatment resulted in highly improved eye migration. It still remains to see if the results are due to photo periods and hormone regulation, or a function of a different feeding regime.

3.6.3 NEDSENKEDE MERDER – EN DEL AV FREMTIDENS LAKSEOPPDRETT?

Nye resultater fra forsøk med oppdrett av laks i nedsenkede merder, viser at laksen greier seg overraskende godt uten tilgang til overflaten. Det åpner for bruk av nedsenkbare merder for å unngå perioder med ugunstige forhold i vannmassene nær overflaten.

Øyvind J. Korsøen

oyvindk@imr.no

Tim Dempster

tim.dempster@sintef.no

Frode Oppedal

frode.oppedal@imr.no

Ole Folkedal

ole.folkedal@imr.no

Tore S. Kristiansen

tore.kristiansen@imr.no

I Norge foregår så godt som alt oppdrett av laks i sjøfasen i 15–30 m dype not-poser (merder) som holdes utspent av et flytende rammeverk. Det er en enkel og billig løsning som gjør fisken lett tilgjengelig for oppdretteren, men den har også klare ulemper. Vannmassene nær overflaten er ustabile, og det forekommer periodevis ugunstige miljøforhold. Eksempler på det kan være ekstremt høye eller lave temperaturer, høy tetthet av lakseluslarver, invasjoner av skadelige alger eller maneter, og ustabil vannkjemi og aluminiumsavleiringer på gjellene på grunn av stor avrenning av ferskvann. I tillegg er strøm- og bølgekraftene betydelig større i overflaten enn lenger nede i dypet. Om vinteren er også ising et stort problem ved mange anlegg, og har i enkelte tilfeller ført til havari og betydelige mengder rømt fisk. Skadelige organismer og algeoppblomstringer finnes hovedsakelig i øvre vannlag ned til 25–30 meter. I Nord-Irland ble over 100 000 laks drept høsten 2007 av store mengder med maneten *Pelagia noctiluca* som forekom på 0–15 m dyp. Mange husker også algeinvasjonen på Sørlandet av *Chrysochromulina polylepis* i 1988 som drepte mye laks og ørret, og sendte store deler

av oppdrettsnæringen på Sørvestlandet på rømmen inn i fjordene. I noen land og områder er oppdrett i overflaten også sett på som visuell forurensing. Ved å senke oppdrettsanleggene ned på dypere vann i kortere eller lengre perioder, kan mange av disse problemene løses. Dermed øker oppdrettsfiskens velferd, oppdretter kan på sikt få lavere produksjonskostnader, og risikoen for dødelighet og havarier reduseres. I tillegg kan konfliktene med andre brukerinteresser reduseres, og nye mer eksponerte områder kan bli tilgjengelige for oppdrett.

Trenger tilgang på luft

Men hvorfor bruker ikke oppdretterne nedsenkbare merder i dag? Den viktigste grunnen er kanskje at den tradisjonelle overflatemerden er enklest å bruke og mest utprøvd. Nedsenkede merder har også vært vurdert som vanskeligere å operere og til å gi mindre kontroll med fisken, samtidig som forskningsgrunnlaget mangler. Det er også klart at det i store deler av året er en fordel å holde fisken i det varme, oksygenrike overflatevannet for å oppnå best vekst. Nedsenkede merder bør derfor være så fleksible at de kan plasseres i det dypet som til en hver tid er mest gunstig for fisken. Laks og andre arter med åpen svømmeblære må også opp til overflaten for å fylle svømmeblæren ved å svelge luft. Uten denne muligheten vil fisken få negativ oppdrift og må svømme for å holde seg flytende. For torsk og andre arter som har lukket svømmeblære, og som fyller svømmeblæren vha. en gassproduserende kjertel, er utfordringene mer knyttet til hastigheten ved senking og heving, siden det tar flere timer å fylle eller tømme blæren. Dersom fisken senkes raskt, vil den få negativ oppdrift og synke til bunns hvis den ikke svømmer. Dersom fisken heves for raskt, vil svømmeblæren utvide seg

Foto: Frode Oppedal



Figur 3.6.3.2

Merdanlegget på Solheim med lys på 10 m dyp.

Night time view of the sea-cages at the Solheim experimental site with underwater lights at 10 m deep.

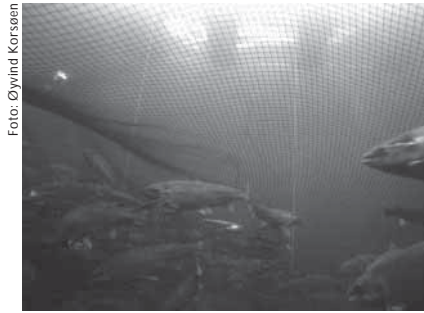
og i verste fall sprekke. Disse problemene er størst nær overflaten der den relative trykkendringen er størst, og gjelder også ved heving av dype overflatemerder hvor fisken står dypt i merdene.

Prøver ut nedsenkbare merder

Flere typer nedsenkede merder er under utprøving eller konstruksjon i flere land. I Norge pågår det to prosjekter i regi av CREATE (Centre for Research Based Innovation in Aquaculture Technology). Disse har som mål å teste ut biologiske konsekvenser av nedsenking av laks og torsk (SUBFISH) og utvikle ny merdteknologi hvor heving og senking av merdene kan gjøres stegvis og kontrollert (SUBCAGE).

I prosjektet SUBFISH, som gjennomføres ved Havforskningsinstituttets merdmiljølaboratorium, er det gjort to eksperimenter for å se på konsekvensene av å nekte laksen tilgang til overflaten i perioder av ulik varighet. I et tredje eksperiment, som er i avslutningsfasen, undersøkes langtidseffekter av å senke stor laks ned på mer enn 10 m dyp om vinteren i merder uten tilleggslys (Figur 3.6.3.1).

Tidligere forsøk med nedsenking av laks har dokumentert negative effekter på atferd og/eller vekst. Blant annet er det observert ”stresset” svømmeatferd der hodet er tiltet oppover og halen nedover, med



følger som nedsatt tilvekst, utmattelse og i noen tilfeller økt dødelighet. Imidlertid er mange av disse forsøkene utført i små bur/merder. I tidligere fullskala forsøk er det rapportert om lavere vekst hos fisk som var nedsenket, men potensielle forskjeller i miljøet mellom de nedsenkede fiskene og kontrollfiskene ble ikke målt, så konklusjonene er usikre.

Redusert vekstrate

I et av forsøkene ble 500 laks med snittvekt 1,7 kg plassert i henholdsvis to kontrollmerder i overflaten og to merder nedsenket til 5 m. En merd ble holdt senket i 17 dager, den andre ble senket i perioder på 2, 3 og 4 dager med henholdsvis 5, 4 og 2 dager i overflaten mellom senkingene. Resultatene viste at selv korte perioder med nedsenking påvirker svømme hastighet, stimatferd og vekstrate. Nedsenket laks ser ut til å kompensere den negative oppdriften både ved å svømme raskere i forhold til laks i overflatemerder

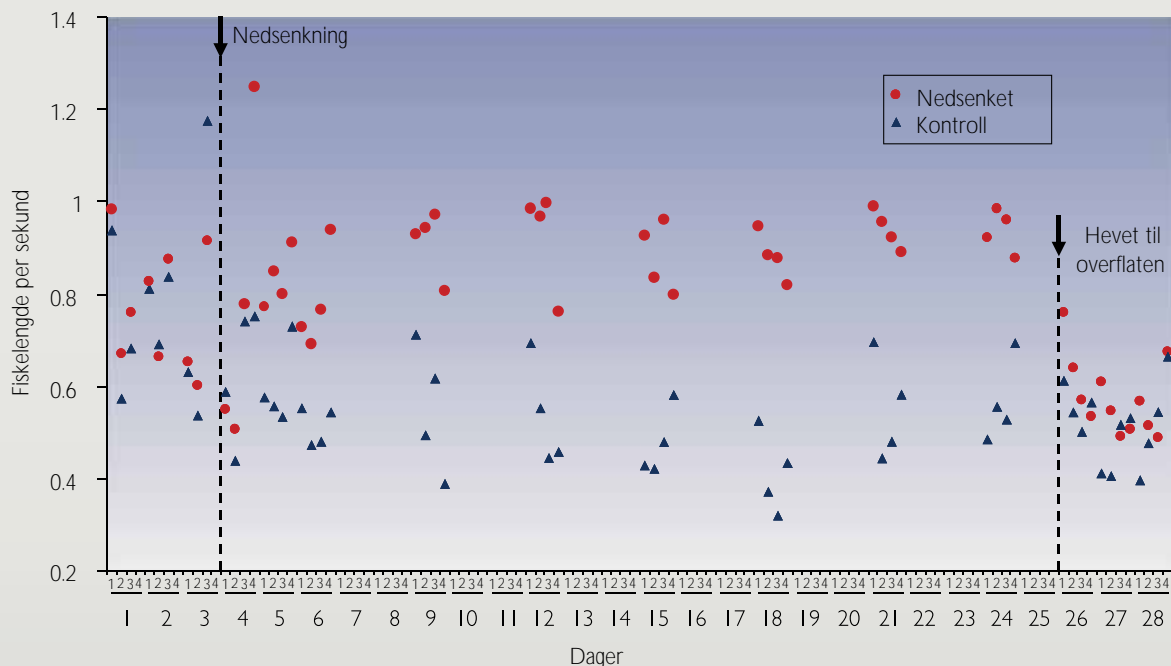
Figur 3.6.3.1

Laks i nedsenket merd uten lys.
Salmon beneath the roof of a submerged cage without lighting.

og stime tettere. Nedsenking ga ikke problem med oppdriftskontroll (”tiltet” fisk) og påvirket heller ikke förinntaket, men daglig tilvekst var noe lavere for laksen i de nedsenkede merdene. Imidlertid var forskjellen i vekstrate utjevnet tre måneder etter at fisken ble hevet til overflaten, noe som indikerer at korttids nedsenking ikke påvirker vekstraten i en lang produksjonsperiode.

Tilpasser atferden

I det andre forsøket ble 3 500–4 000 laks (gjennomsnittsvikt 0,5 kg) per merd holdt i fire merder (12 x 12 m, dyp 15 m) med undervannsllys (Figur 3.6.3.2). I to av merdene ble fisken hindret i å svømme opp til overflaten, mens laksen i de to kontrollmerdene kunne svelge luft i overflaten som normalt. Fisken i alle merdene svømte omtrent på samme dyp, med en hovedvekt av fisk i det varmeste vannet fra 3 til 5 m om dagen og under lyset på 7–9 m dyp om natten. Alle gruppene opplevde dermed tilnærmeelsesvis de samme miljøforholdene (temperatur, saltholdighet, oksygen og lys) bortsett fra tilgang på overflate gjennom hele forsøksperioden. Den nedsenkete laksen svømte fortere enn kontrollfisken (Figur 3.6.3.3), samtidig



Figur 3.6.3.3

Eksperiment 2, gjennomsnittlig svømme hastighet (fiskelengder/sekund) for atlantisk laks i to tradisjonelle merder i overflaten (kontroll) og to merder nedsenket i 22 dager (30 individer målt per merd). Det ble gjort fire registreringer per døgn.

Experiment 2, average swimming speed (body length/second) for Atlantic salmon in two traditional sea-cages held at the surface (control) and two sea-cages submerged for 22 days. Each point gives the mean speed of 30 fish in two cages.

som de svømte i tettere stimer. Dette viser en atferdsmessig tilpasning til nedsenking hvor den tilpasser seg negativ oppdrift. Ved å holde ut brystfinnene og svømme fortere får den økt løft som hindrer den i å synke. Det ble ikke observert akutte problemer med oppdrift, og det var ingen forskjeller i finneslitasje mellom de to behandlingene. Veksthastigheten var den samme, ca. 1,2 % av biomassen per dag, men den nedsenkede laksen spiste noe mer og hadde omtrent 10 % lavere fôrutnyttelse. Dette kan skyldes økt energikostnad som følge av den økte svømmehastigheten. Umiddelbart etter heving av de nedsenkede merdene og dermed tilgang til vannoverflaten, ble det observert høy overflateaktivitet (ca. 6 hopp/rull per individ de første 20 min.). Dette indikerer at nedsenket laks har et stort behov for å fylle svømmeblæren.

Vurderer velferden ved senking

I det tredje og fortsatt pågående forsøket er hensikten å vurdere stor laks sin velferd under en lang og mørk neddykkingsperiode på relativt stort dyp, basert på atferd, vekst, finneslitasje og fôrfaktor. Laks (ca. 4,3 kg, 2 200 per merd) blir holdt i tre 25 m dype merder (12 x 12 m) med nottak på 10 m dyp. Tilsvarende kontrollgrupper går i tre 15 m vanlige overflatemerder. Nedsenkingen skjedde uten tilleggslys, midtvinters, og varte i 42 dager. Resultatene så langt viser at svømmehastigheten har vært nokså samsvarende med de to foregående forsøkene. Det er ikke problemer med dødelighet, fisken stimer fint om natten, og har ikke problemer med å unnvike merdveggen selv når det er bekmørkt. Utover i forsøket har fisken fått en tiltet

svømmevinkel om natten, noe som kan tyde på at den har blitt tyngre som følge av lufttap fra svømmeblæren, og velger å kompensere det med økt tiltvinkel (halen lavere enn hodet) i stedet for økt svømmehastighet. I dagslys svømmer de med normal tiltvinkel, men de spiser mindre enn kontrollfisken. Vekst- og andre resultater er ikke klare i skrivende stund.

Kompenserer negative effekter

Resultatene i de tre forsøkene viser et klart potensial for nedsenking av laks i flere uker uten større negative effekter. Negative effekter av langvarig nedsenking kan trolig kompenseres ved å heve fisken til overflaten med jevne mellomrom, bruke undervannslys for at fisken kan stime med full hastighet om natta, eller lage en kunstig luftlomme i merdtaket hvor fisken kan svelge luft. Disse tiltakene gjenstår det ennå å teste ut.

Ved å integrere kunnskap omkring de biologiske effektene av nedsenking med teknologisk utvikling av nedsenkbare merder, fôrings- og kontrollsystemer, kan vi sikre at nedsenkbare anlegg gir et bedre miljø for fisken, og blir lønnsomme for oppdretter.

CREATE

Centre for Research Based Innovation in Aquaculture Technology

Vertsinstitusjon: SINTEF Fiskeri og havbruk.

Forskningspartnere: NTNU Centre for Ships and Ocean Structures (CeSOS) og Institutt for teknisk kybernetikk, Havforskningsinstituttet, Akvaforsk og SINTEF IKT.

Bedriftspartnere: AKVA group, Helgeland Plast, Egersund Net og Erling Haug.

Internasjonale partnere: Open Ocean Aquaculture Group at University of New Hampshire (USA).

Budsjett: 160 millioner kroner over åtte år.

Ansatte: 15–20 (heltid/deltid).

www.sintef.no/create

Submerged Sea-cages – Part of the Future for Salmon Aquaculture?

New results from several sea-cage trials undertaken at the Institute of Marine Research indicate that salmon cope remarkably well during short periods of submergence without access to the surface. This opens the potential for the use of submersible cages to periodically avoid unfavourable conditions in surface waters. Two projects within the Centre for Research-based Innovation in Aquaculture Technology (CREATE; led by SINTEF Fisheries and Aquaculture) are investigating these possibilities closely.

Submersible cages for Atlantic salmon culture could improve production conditions in periods when surface waters are unsuitable (e.g. high temperatures, low oxygen, jellyfish and algae blooms) and

reduce certain environmental effects (e.g. escapes due to storms, sea lice infestations). We expected submergence may cause behavioural differences as salmon have physostomous swim bladders, which need to be filled by gulping air. Submergence, therefore, may cause fish to be negatively buoyant. Through three successive experiments at the Cage Environment Laboratory at Matre, we investigated the effects of submergence on swimming speeds, schooling, feeding and surface-oriented behaviours, body and fin condition and growth rates of salmon in full-scale sea-cages with simultaneous monitoring of environmental conditions.

Results of the three experiments indicate a clear potential for submerging salmon for periods of several weeks without

strong negative effects on behaviour or growth. Negative effects that may occur over longer periods of submergence may be compensated for by lifting cages to the surface periodically, the use of underwater lights to stimulate swimming at full speed at night or the use of an underwater airpocket in the cage so salmon can swallow air. These three options remain to be tested. Integrating knowledge on the biological effects of submergence into technological development of submersible cages, feeding systems and control systems, will help ensure that submersible cages will provide a better culture environment for the fish and be more productive for the farmer.

3.6.4 VELFERDSMETER

De siste årene har gjennomsnittstørrelsen på oppdrettsmerdene økt kraftig både i areal og dybde. Det har blitt vanskeligere for oppdrettere å danne seg et helhetlig bilde av hvordan fisken har det i merdene og hvilke miljøforhold fisken lever under. Viktige driftsmessige og strategiske avgjørelser kan dermed bli tatt på mangelfullt grunnlag og føre til betydelige økonomiske tap. Det vil i fremtiden også stilles økende krav til dokumentasjon av fiskens velferd. Det er følgelig avgjørende å utvikle et system for kontinuerlig overvåking av oppdrettsmiljø og fiskevelferd i oppdrettsmerder.

Lars H. Stien

lars.stien@imr.no

Trygve Gytre

trygve.gytre@imr.no

Thomas Torgersen

thomas.torgersen@imr.no

Jan Erik Fosseidengen

jan.erik.fosseidengen@imr.no

Tore Kristiansen

tore.kristiansen@imr.no

Sammenhengen mellom god dyrevelferd og økonomi er klart dokumentert i oppdrettsnæringen. Til tross for at en merd inneholder millionverdier, er overvåkingsnivået under daglig drift lavt. Med lite kontroll på miljøparametre og fiskeatferd, er det vanskelig å vite noe om årsakssammenhenger mellom miljø og produksjonsresultat, og en kan ikke dokumentere om fiskevelferden har vært akseptabel. Årsaken til for lavt overvåkingsnivå skyldes både mangel på egnet overvåkingsutstyr til akseptabel pris og mangel på systemer for å håndtere og fortolke de store datamengdene.

Havforskningsinstituttet har derfor i samarbeid Tendo Tech AS, SAIV AS og Morten Hammersland programvare utviklet en prototyp på et system som gir en profil av miljøforholdene i en merd, fortolker dataene på en vitenskapelig måte, og presenterer dem lett forståelig for brukerne på en internettside. Prototypen har fått navnet Velferdsmeter og er nå på uttesting på et oppdrettsanlegg tilknyttet Havforskningsinstituttet. Velferdsmeteret består av en profilerende målesonde (Figur 3.6.4.1), en kontrollenhet, en database, et ekspertprogram og en internettside.

Målesonde, kontrollenhet og database

Den profilerende målesonden er en standard STD (engelsk CTD). En STD er et instrument som måler saltholdighet, temperatur og dyp. I tillegg til dette er det også festet sensorer for å måle oksygen, turbiditet og fluorescens på målesonden. Målesonden dras opp og ned i merden av en vinsj på kontrollenheten, og sender data til kontrollenheten via radio. Dagens prototype måler saltinnhold, temperatur, oksygen, turbiditet og fluorescens for hver halvmeter nedover i merden.



Figur 3.6.4.1

Velferdsmeteret ble første gang utprøvd på Havforskningsinstituttets merdmiljølaboratorium på Solheim utenfor Matre. Velferdsmeterets målesonde består hovedsakelig av en radiosender (øvre del) og en STD (nedre del).

The Welfaremeter was first time tested at Institute of Marine Research's sea cage environmental lab at Solheim near Matre. The profiling probe of the Welfaremeter consists mainly of a radio transmitter (upper part) and a CTD (lower part).

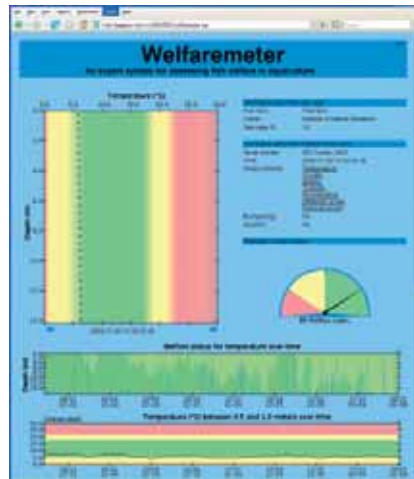
Kontrollenheten består hovedsakelig av en vinsj og en mobiltelefonterminal, og har to hovedoppgaver:

- 1) å heve og senke målesonden, og
- 2) å sende målingene til sonden videre til en database på Norsk marint datasenter (NMD) ved Havforskningsinstituttet.

Dataene blir sendt som en GPRS-melding (GPRS = General Packet Radio Service) via GSM-mobiltelefonnettet. Systemet er med andre ord ikke avhengig av internettforbindelse på oppdrettsanlegget, bare mobildekning. For å sikre trygg lagring av dataene er databasen lokalisert på NMD, som har solid IT-infrastruktur med brannmur, avbruddsfri strømforsyning (UPS), backup-systemer og SMS-varsling til driftspersonell ved problemer. Databasen har historisk hatt høy oppetid.

Ekspertprogram

Når nye data ankommer databasen, blir de analysert av ekspertprogrammet som gir en evaluering av miljøforholdene som enten gode, mindre gode eller potensielt skadelige for fisken. Ekspertprogrammet beregner også en velferdsindeks fra 0 (katastrofalt) til 100 (perfekt). I tillegg til en konkret vurdering av miljøet, modellerer ekspertprogrammet fiskens potensial til vekst (metabolsk margin) og robusthet overfor stress (relativ metabolsk margin) under de rådende miljøforhold. Disse to målene skal hjelpe oppdretteren å avgjøre hvor mye fisken bør føres og hvorvidt det kan iverksettes operasjoner på anlegget som kan virke stressende på fisken (f.eks. trenging i forbindelse med avlusing). Målingsdataene og resultatene fra ekspertprogrammet legges direkte ut på internettsiden.



Internettside

Første versjon av internettsiden er tilgjengelig på www.imr.no/welfaremeter og viser "live" data fra et oppdrettsanlegg tilknyttet Havforskningsinstituttet (Figur 3.6.4.2). Siden består hovedsakelig av tre grafer og et speedometer. Speedometeret angir velferdsindeksen. Den øverste grafen på siden gir et øyeblikksbilde av forholdene i merden fra topp til bunn. Målingene til sonden er indikert med punkter, x-aksen gir skalaen for miljøparameteren og y-aksen gir dybden. Bakgrunnen til grafen er delt opp i røde, gule og grønne soner. Hvis en måling er i den røde sonen betyr det at forholdene på dette dypet er potensielt skadelige for fisken. Den gule sonen angir mindre gode forhold, og grønn sone angir gode forhold. Brukeren kan lett velge mellom de ulike miljøparametrene ved å trykke på en meny ved siden av grafen. De to andre grafene er basert på lignende prinsipp, men angir utvikling over tid.

Velferdsmeteret vil i tiden fremover bli brukt til å øke kunnskapen vi har om

Figur 3.6.4.2

Internettsiden til velferdsmeteret (www.imr.no/welfaremeter). I dette tilfellet har brukeren valgt å se på temperaturen. Hovedgrafene viser et øyeblikksbilde for den aktuelle merden fra topp til bunn. De to mindre grafene viser utvikling i velferd og temperatur over tid.

The Welfaremeter internet page (www.imr.no/welfaremeter). The user has selected to view temperature. The main graph shows the current temperature from top to bottom of the sea cage. The two other graphs show welfare and temperature over time.

hvordan ulike miljøforhold, og ikke minst hvordan endringer i miljøforhold, påvirker fiskevelferd. Det endelige målet er å utvikle velferdsmeteret til et standardprodukt i fiskeoppdrett. Alle bør vite velferdsstatusen til fisken de har ansvar for. Fremtidige versjoner av ekspertprogrammet vil også gi mulige grunner til sub-optimale miljøforhold og råd for hvordan oppdretteren, hvis mulig, kan rette opp i situasjonen, eller i det minste gjøre de skadelige konsekvensene for fisken minst mulig.

Velferdsberegninger

Metabolisme er summen av alle kjemiske reaksjoner i en organisme som fører til fortsatt liv, vekst og reproduksjon. Velferdsmeteret benytter matematiske modeller av metabolismen til fisken til å klassifisere velferden til fisken under de rådende miljøforhold.

Metabolsk margin

Metabolsk margin er differansen mellom maksimalt tilgjengelig oksygenopptak under de rådende forhold og metabolsk nødvendig oksygenopptak. Vedvarende negativ metabolsk margin betyr at fisken ikke får nok oksygen til å dekke sin basalmetabolisme. Fisken vil i så fall konsentrere opp melkesyre i muskulaturen og på sikt dø.

Relativ metabolsk margin

Relativ metabolsk margin er forholdet mellom maksimalt tilgjengelig oksygenopptak og metabolsk nødvendig oksygenopptak. Relativ metabolsk margin mindre enn 1 betyr at fiskens oksygenopptak er for lavt til å dekke oksygenbehovet. Relativ metabolsk margin kan i praksis benyttes som et mål for hvor mye vannkvaliteten kan forringes eller hvor mye stress fisken kan tolerere før den tar skade.

Foto: Ingunn Bakkefjell



Figur 3.6.4.3

Velferdsmeteret blir demonstrert til fiskeriminister Helga Pedersen under Aqua Nor 2007. Minister of fisheries Helga Pedersen watches a demonstration of the Welfaremeter at Aqua Nor 2007.

Hvordan vannmiljøet påvirker fisken

Saltholdighet

I sjøvannsfasen er laksen tilpasset høy saltholdighet. Spesielt ved lave temperaturer er toleransen for ferskvann lav. På den andre side er laks mindre utsatt for enkelte sykdommer og parasitter når vannet har lav saltholdighet, for eksempel mindre påslag av lakselus.

Temperatur (°C)

Ved lav vanntemperatur (0–4 °C) går de kjemiske prosessene i cellene saktere. Høyere temperatur gir økt aktivitetsnivå og økt metabolisme (energiomsetning). Ved altfor høy temperatur bryter metabolismen sammen. Tilfredsstillende temperatur for laks ligger i intervallet mellom ca. 7 og ca. 17 °C.

Oksygen

Mengden av oppløst oksygen i vannet er avgjørende for metabolisme og vekst, og er ansett som den viktigste miljøparameteren for laksens velferd. Ved høy temperatur, høy aktivitet eller høy appetitt, forbruker fisken mer oksygen. Hvis vanngjennomstrømmingen i merden er lav og fisketettheten høy, kan fiskens eget oksygenforbruk overskride tilgjenge-

ligheten av nytt oksygen slik at oksygenkonsentrasjonen blir for lav. Siden for lite oksygen fører til nedsatt metabolisme og i ekstreme tilfeller til død, er det særdeles viktig å måle oksygeninnholdet i merder ofte.

Turbiditet

For mye partikler i vannet (høy turbiditet) kan skade fisken. Partikler kan avleires på gjellene og føre til økt fare for gjelleinflammasjon (PGI). Patogener som bakterier, virus, parasitter og sopp kan også være festet til partiklene. Det er rapportert at høye konsentrasjoner av partikler fører til redusert appetitt og vekst.

Fluorescens

Fluorescens gir et mål for hvor mye planteplankton det er i vannet. En typisk effekt av høy konsentrasjon av planteplankton er sterk variasjon i oksygennivå mellom dag og natt. Planktonet produserer oksygen om dagen (fotosyntese) og forbruker oksygen om natten (respirasjon). Enkelte planteplanktonarter kan være direkte skadelige for fisken, enten ved at de produserer toksiner eller ved at de setter seg fast mellom gjellelammene og forårsaker nedsatt vanngjennomstrømming.

For de måleteknisk interesserte

Saltholdighet

Saltholdighet er et mål for den totale mengde oppløste salter per kg sjøvann og oppgis i promille. Målesystemet i Velferdsmeteret beregner saltholdigheten ved samtidig å måle vannets elektriske ledningsevne og temperatur. Den sentrale komponenten i ledningsevnesensoren er et åpent kvartsrør, ca. 1 cm i indre diameter og ca. 3 cm langt. Målekretsene som omgir røret, genererer en spenningsforskjell mellom rørendene og måler hvor sterk ionestrøm denne spenningsdifferansen driver gjennom røret. Jo sterkere strøm, dess høyere er ledningsevnen. Saltholdigheten beregnes med en nøyaktighet på $\pm 0,01$ promille.

Temperatur (°C)

Sensoren for temperatur er et ohmsk motstandselement der motstanden R varierer med temperaturen T etter en logaritmisk kurve. Ved kalibrering finnes en formel for sammenhengen mellom R og T . Denne formelen er lagt inn i måle-

systemets mikroprosessor, som umiddelbart beregner og logger sann temperatur hver gang det måles. Nøyaktigheten er ca. 0,01 °C.

Oksygen

Sonden måler oksygen ved hjelp av en galvanisk type oksygensensor. Sensoren har en membran som slipper oksygenmolekyler selektivt inn til en galvanisk målecelle der katoden er av sølv og anoden av sink. Jo høyere konsentrasjon av oksygenmolekyler som befinner seg på utsiden av membranen, dess større blir transporten av oksygenmolekyler gjennom membranen. Målecellen omformer strømmen av oksygen til en tilsvarende elektrisk strøm mellom anode og katode. Via et formelverk som ligger i systemets mikroprosessor uttrykkes, oksygenmengden enten som prosent metning eller som konsentrasjon i mg/liter.

Turbiditet

Turbiditet (gjennomsiktighet) er et mål på partikkelkonsentrasjonen i vannet. Partiklene kan bestå av både alger, dødt organisk materiale og mineraler. Jo høyere turbiditetstall, dess mer grumset er vannet.

The Welfaremeter

The depth of aquaculture sea cages is increasing. Cages can now be more than 30 meters deep. It has therefore become next to impossible for fish farmers to form a complete picture of the welfare situation of the fish. Important decisions can therefore be taken on deficient grounds leading to great economical losses. It is consequently all-important to develop an automatic system for continuous assessment of fish welfare in sea cages.

One such system under development is the Welfaremeter. The Welfaremeter consists of a profiling probe (CTD), a control unit, a database, an expert software program and an internet webpage. The probe measures temperature, oxygen, salinity, fluorescence and turbidity for each half meter downwards in the cage. The control unit directs how often the probe performs a profiling and sends the measurement data via the mobile phone network (GPRS) to a database at the Norwegian Marine Data Centre, Institute of Marine Research. These data are then analysed by the expert software which gives an evaluation of the environmental conditions in the cage as either very good, good or potentially harmful for the fish.

The goal is to develop the Welfaremeter into a standard product in aquaculture. All fish farmers should know and be able to document the welfare situation of the fish they are responsible for. Future versions of the expert software will also give possible reasons for poor environmental conditions and advice for how the farmers, if possible, can remedy the situation or at least diminish harm to the fish.

Den mest brukte måleenheten for turbiditet er FTU (Formazin Turbidity Unit.)

Fluorescens

Fluorescens benyttes som mål for konsentrasjonen av planteplankton. Fluorescensnivået måles med et fluorometer. Fluorometeret er et optisk instrument som sender blå lyspulser ut i vannet. Dersom vannet inneholder levende alger med klorofyll, vil klorofyllmolekyler nær sensoren som treffes av det blå lyset, fluorisere og sende tilbake røde lyspulser med bølgelengde rundt 685 nanometer. Det røde lyset detekteres av en fotodiode, og instrumentet generer et utgangssignal som er proporsjonalt med klorofyllkonsentrasjonen og derved også med algekonsentrasjonen.

3.7

Sykdom og smittespredning

3.7.1 SYKDOM – EN DÅRLIG START I LIVET

Sykdom i de tidligste livsstadiene kan ha fatale følger for resten av livet – også hos fisk. Erfaring fra lakseoppdrett viser at det er særlig viktig å hindre at sykdomsframkallende organismer blir overført fra stamfisk til avkom. Vi må også hindre at sykdomsframkallende organismer får anledning til å oppformere seg i oppdrettsanlegg. Vi har gjennomført flere undersøkelser av bakterielle sykdommer hos torskelarver. Alt tyder på at klekkeriene bør være i fokus i helsearbeidet i akvakultur.

Øivind Bergh
oivind.bergh@imr.no

Nina Sandlund
nina.sandlund@imr.no

Vertikal smitte vil si at sykdomsframkallende organismer overføres mellom generasjonene. Det er god dokumentasjon på at viktige virus sykdommer og såkalte intracellulære bakteriesykdommer (der bakterien lever inni vertens celler) overføres på denne måten. Selv om det er vanskelig å bevise, er det mulig at vi kunne ha begrenset den geografiske spredningen av viktige laksesykdommer som pankreassykdom (PD) og infeksjons lakseanemi (ILA) hvis vi hadde tatt mer hensyn til at sykdommer kan overføres på denne måten. For torsk er det særlig grunn til å være på vakt mot vertikal overføring av nodavirus og *Francisella*-bakterier. Her bør vi også ta hensyn til mulig smittespredning til villfisk. Selv om både nodavirus og *Francisella*-bakteriene har sine naturlige “reservoarer” hos villfisken, kan oppformering i oppdrettsmerdene medføre vesentlig økning av smittepresset overfor både oppdrettsfisk og villfisk. I tillegg kan vi, i hvert fall for *Francisella*, risikere å flytte sykdommer til nye områder gjennom transport av oppdrettsfisk.

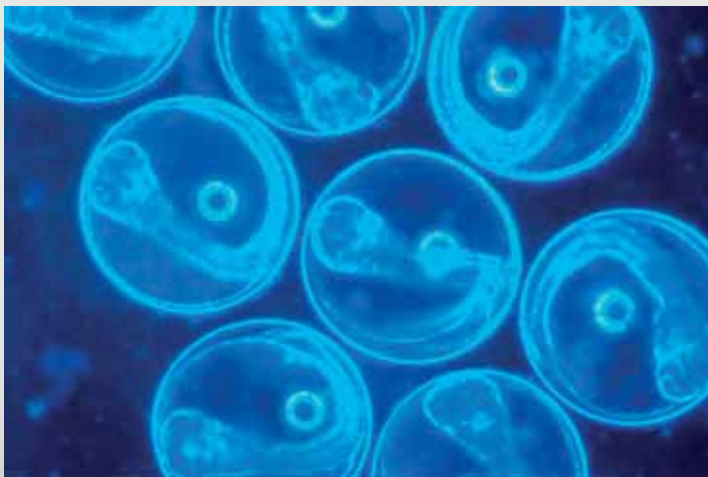
Sterk fokus på stamfiskens sykdomsstatus, og utsortering av smittebærende stamfisk, vil minimalisere risikoen for at slik overføring kan skje. Dette vil imidlertid kreve

metoder for påvisning av de aktuelle sykdomsframkallende organismene i stamfisken som kan brukes uten at fisken skades eller må avlives. Uten slike metoder tilgjengelig er man henvist til å undersøke egg og melke. Alle slike metoder er imidlertid beheftet med en viss grad av usikkerhet, så gjentatte undersøkelser vil som oftest være nødvendig.

Oppformering av sykdomsframkallende bakterier i klekkerier

En rekke rapporter om sykdomsframkallende bakterier i klekkerier for ulike fiskearter har blitt publisert det siste tiåret. Dette dreier seg gjerne om såkalte *opportunistisk sykdomsframkallende* bakterier. Disse er gjerne til stede i miljøet hele tiden. Hvis fisken av en eller annen grunn svekkes, kan disse bakteriene oppformere seg og forårsake sykdom. Det er viktig ikke å forveksle tilstedeværelse av slike miljøbakterier med faktisk tilstedeværelse av sykdom. Den utløsende årsaken til sykdommen kan gjerne være noe annet – for eksempel ernæringsmessige eller tekniske forhold.

Vi har gjennomført en omfattende undersøkelse av bakterier som er funnet ved dødelighet i klekkerier. Bakteriene er undersøkt for sin sykdomsframkallende evne på plommesekklarver, først og fremst torsk, men også kveite, piggvar og kamskjell. Til dette har vi brukt egenutviklede eksperimentelle systemer der fiskeegg og -larver blir utsatt for kontrollerte doser av de



Figur 3.7.2.1

Fiskeegg (her: piggvaregg) har bakterier og virus på utsiden, men skal normalt være fri for sykdomsframkallende organismer på innsiden. I noen tilfeller overføres imidlertid bakterier eller virus fra moren på innsiden av egget. Dette kalles vertikal overføring av sykdom – mellom generasjoner.

Fish eggs (in this case turbot) have bacteria and viruses on the outside of the eggshell. Normally they do not carry pathogenic microorganisms within the eggshell. However, in some cases, pathogenic bacteria or viruses are transferred from the mother inside the eggshell. This is called vertical transfer of diseases – across generations.

Figur 3.7.2.2

Tarmen hos fiskelarver (her kveite) fylles med føreorganismer (her *Artemia*). Dette er organismer som fra naturens side spiser og oppkonsentrerer store mengder bakterier. Tarmen kan derved bli en slagmark for ulike typer bakterier, og noen av disse er sykdomsframkallende.

The intestine of fish larvae (in this case halibut) is filled with live-feed organisms (in this case Artemia). These are organisms that naturally eat and concentrate large amount of bacteria. The intestine thus may be a battle-field for different bacteria, some of which are pathogenic.



bakteriene vi vil undersøke. De aller fleste bakteriene ga ikke høyere dødelighet enn det vi kunne observere i ikke-smittede kontrollgrupper.

Resultatene tyder på at de aller fleste av disse bakteriene ikke er primær årsak til sykdom og dødelighet. Landbaserte oppdrettsanlegg som klekkeri for fisk eller skjell, kan på mange måter betraktes som et økosystem i miniatyr, med svært spesielle miljøforhold. Ugunstige forhold i miljøet, for eksempel gassovermetning, for mye fekalier, eller ugunstige strømforhold eller temperaturer, kan meget vel være den utløsende årsak til sykdom. Da vil opportunistiske bakterier spille en viktig sekundær rolle, gjennom å angripe allerede svekkede individer. Resultatet blir gjerne en ond sirkel, der bakteriene blir oppformert gjennom å angripe svekkede individer, smittepresset øker, og nye individer blir angrepet. Selv om bakteriene ikke kan være den primære årsaken, blir resultatet likevel omfattende bakterielle problemer. Sterkt fokus på det totale miljøet, der både mikrobiologiske, kjemiske og fysiske parametre inngår, vil minimalisere sjansen for denne typen sykdomsproblemer.

Generasjonsskille også i torskoppdrett

I lakseoppdrett er generasjonsskille, det vil si at all fisk i et oppdrettsanlegg må være fra samme generasjon, et krav. Det minimaliserer sjansen for at sykdomsframkallende organismer som er oppformert i én generasjon, blir overført til neste generasjon, for så å bli ytterligere oppformert. I stedet "nullstilles" oppdrettsanlegget for ny fisk kommer inn. Slik må det også bli i torskoppdrett. Torskoppdretterne bør også tilstrebe minst mulig flytting av fisk, og sterkere skille mellom ulike grupper. Lavere grad av oppformering av sykdomsframkallende

organismer i oppdrettsanleggene reduserer også smittepresset overfor villfisken. Torskoppdrettet må nødvendigvis ta hensyn til at de ville bestandene av torsk er av langt større økonomisk og økologisk betydning enn for eksempel villaksen.

Yngelanlegg – "utvekslingsentraler" for sykdommer

Det er ikke bare klekkeriene som bør være gjenstand for økt oppmerksomhet. Også yngelstadiene er mottakelige for mange sykdommer, og det er ikke likegyldig hvordan yngelen oppdrettes og transporteres. I norsk torskoppdrett finnes det flere yngeloppdrettsanlegg der fisk fra ulike klekkerier samles og oppdrettes videre før de blir fordelt til ulike matfiskanlegg. Slike oppdrettsanlegg er forbundet med svært høy risiko for sykdomsspredning. De forskjellige klekkeriene har enten egen stamfisk eller de kjøper befruktete egg fra andre anlegg. Det er sterkt varierende grad av sykdomskontroll ved ulike stamfiskbestander, og ved ulike klekkerier. Fisken som samles på slike yngeloppdrettsanlegg vil dermed ha ulik sykdomsstatus, og ulik grad av dokumentasjon på denne. Ved å samle fisken på yngeloppdrettsanleggene, er det betydelig risiko for at sykdomsframkallende organismer overføres mellom ulike individer og grupper av fisk som er til stede på anlegget. Denne typen smitteoverføring mellom ulike individer og grupper av fisk kalles *horisontal smitte*. Det går an å betrakte denne typen anlegg som "utvekslingsentraler", der de ulike gruppene av fisk utveksler ulike sykdommer med hverandre horisontalt, slik at alle i verste fall får alle sykdommene. På denne måten vil effekten av innsatsen ved de mest avanserte klekkeriene, der sykdomskontrollen er god, kunne bli ødelagt av enkeltgrupper av fisk med dårligere helsetilstand. Det er ikke usannsynlig at for eksempel den

sannsynlige spredningen av francisellose fra Sør-Norge til Nordland fylke har sammenheng med at francisellosebakterien er overført mellom ulike fiskegrupper, og oppformert i yngelanlegg på denne måten. Havforskningsinstituttet frarår denne typen av oppdrettsvirksomhet på generell basis.

Diseases in Hatcheries – a bad Start

Diseases during the earliest life stages may have serious consequences for the rest of the life. This is also the case for fish. Experiences from salmon farming have demonstrated that it is of particular importance to prevent transfer of pathogenic organisms from parent to offspring. In addition, we must prevent proliferation of pathogens in aquaculture systems. We have carried out a series of investigations of bacterial diseases of cod larvae. In summary, existing knowledge indicate that the hatcheries should be in focus in health management in aquaculture.

3.7.2 LAKSELUSSITUASJONEN PÅ VESTLANDET I 2007

Vinteren og våren 2007 var karakterisert av særlig varmt vann på Vestlandet, noe som økte produksjonen av lakselus. Resultatene fra Havforskningsinstituttets overvåking av lakselusmengde og -fordeling i Hardangerfjorden og Osterfjord-systemet viser at det er mer lakselus i de ytre delene av fjordene enn i de indre. Det er også mer lakselus i Hardangerfjorden enn i Osterfjord-systemet. I Hardangerfjorden finner vi en litt annerledes geografisk fordeling av lakselus om våren enn foregående år, noe som kan skyldes endringer i miljøforhold, i produksjonsforhold eller en kombinasjon av disse.

Karin K. Boxaspen
karinb@imr.no

Lars Asplin
larsas@imr.no

Lakselus er en parasitt som lever på utsiden av laksefisk (Figur 3.7.2.1). Den spiser slim, skinn og blod, og hvis de er mange nok, kan de skade og drepe laksen. Lakselus finnes naturlig i norske farvann, men med lakseoppdrettsnæringen har antall verter økt betraktelig, og lusa har fått bedre forhold. Det kan derfor produseres mer lus enn før, og dette har gitt villaksen økte problemer.

Antallet lakselus på oppdrettslaks blir regulert gjennom ”handlingsplan mot lakselus” som Mattilsynet har ansvar for. De siste årene har det tillatte antallet lakselus per fisk i oppdrett blitt redusert flere ganger og ligger nå på 0,5 voksne hunnlus per fisk. I enkelte områder har oppdretterne en selvpålagt grense på 0,3 voksne hunnlus per fisk. Denne grensen tar derimot ikke hensyn til den totale mengden fisk i oppdrett, slik at mengden lakselus i en fjord vil kunne øke når totalmengden fisk øker.

For å verne villaks mot bl.a. lakselus, er det innført 37 nasjonale laksefjorder (NLF) og 50 nasjonale laksevassdrag (NLV) i Norge. I disse områdene gjelder det spesielle vilkår for oppdrettsnæringen, og effekten av dette skal undersøkes gjennom de neste ti år. Siden det er store naturlige variasjoner av miljøforhold og dermed fordeling av lakselus fra år til år, er det nødvendig å samle mye informasjon om lakselusforholdene over flere år for å kunne avgjøre om disse endrer seg på grunn av tiltaket med NLF og NLV.

Bruk av lakselusvakter

Det er vanskelig å finne ut hvor mye lakselus som finnes i sjøen til en hver tid ved å måle dette direkte. Kun de to–tre første ukene av livet befinner lakselusa seg drivende fritt i sjøen etter at moren, som sitter på en laksefisk, har sluppet løs larvene sine. Forsøk med å tråle etter lakseluslarver slik man tråler etter fisk har vært gjort med suksess i Skottland, men vi har så langt ikke funnet fritlevende lakselus med denne metoden i Norge (Figur 3.7.2.2). Arbeidet med å få dette til fortsetter i samarbeid med forskere fra Skottland.

Foto: Lars Hamre



Figur 3.7.2.1
Laks med lakselus.
Salmon with lice.

Foto: Karin K. Boxaspen



Figur 3.7.2.2
Tråling etter lakselus.
Trawling salmon lice.

En enklere metode for å måle forholdene for lakselus, er å plassere ut laks uten lus i små bur i ca. tre uker, slik at de fungerer som "lusevakter", dvs. en indirekte måling av lakselusmengde. Ved utplassering av disse vaktene må en prøve å dekke fjorden geografisk og særlig de mulige utvandningsrutene til den ville laksen. Hardangerfjorden og Osterfjorden er to fjordsystemer på Vestlandet som blir overvåket med slike lakselusvakter. Denne overvåkingen har til nå skjedd om våren når vill laksesmolt vandrer ut fra elvene mot havet. Vi teller hvor mye lus smolten i burene får på seg i løpet av de ca. tre

ukene de står ute. I Hardangerfjorden er det 16 bur og i Osterfjord-systemet er det 11 bur.

I Osterfjord-systemet har laksen flere forskjellige utvandningsruter som den kan ta på vei til havet. Det blir derfor satt vaktbur langs disse rutene (Figur 3.7.2.3).

Hardangerfjorden er lengre, og her har vi valgt å sette vaktbur på hver side av fjorden med jevne mellomrom til Bømlo (Figur 3.7.2.4).

Miljøforhold som preget vinteren og våren 2007

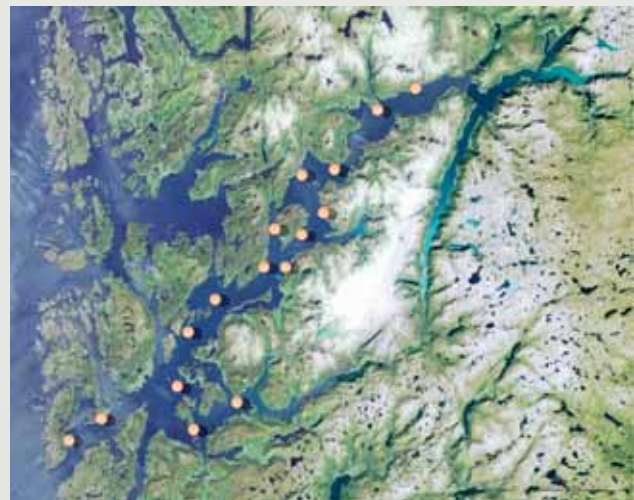
Temperatur

Temperaturen i de øvre vannmassene i Hardangerfjorden vinteren og våren 2007 var ekstremt høy (Figur 3.7.2.5). Verdiene om vinteren fram til mai var omtrent standardavvik høyere i forhold til gjennomsnittsverdien for måleserien, som går helt tilbake til 1942. Temperaturen i de øvre 10 m innover i fjorden i forhold til verdien på indre Utsira er vanligvis høyere, og økningen er rundt 0,02 grader for hver kilometer.



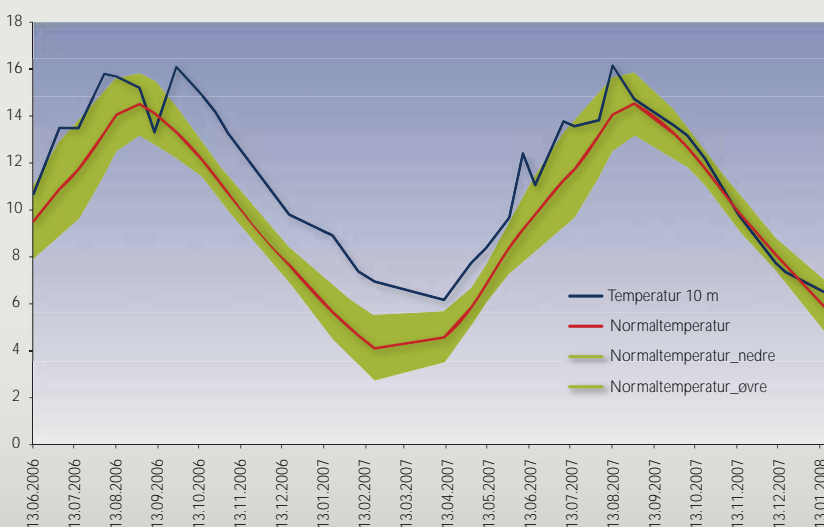
Figur 3.7.2.3

Posisjoner for bur med lakselusvakter i Osterfjord-systemet (kart fra <http://kart.kystverket.no>).
Locations for the sentinel cages in the Osterfjord system.



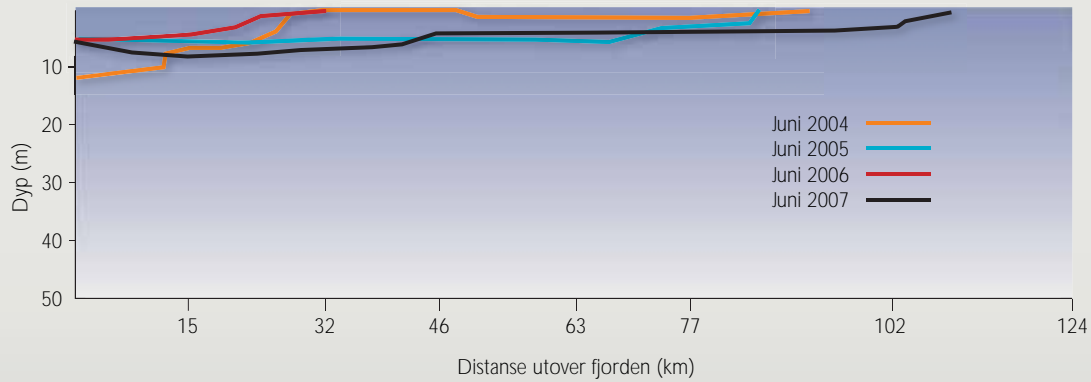
Figur 3.7.2.4

Posisjoner for bur med lakselusvakter i Hardangerfjorden (kart fra <http://kart.kystverket.no>).
Locations for the sentinel cages in Hardangerfjorden.



Figur 3.7.2.5

Temperatur i 10 m dyp (blå linje) fra Havforskningsinstituttets faste stasjon indre Utsira i munningen av Hardangerfjorden viser at vannet var ekstraordinært varmt om vinteren og våren 2007. Det grønne feltet indikerer normale temperaturverdier basert på hele måletidsserien tilbake til 1942. Temperaturen i 10 m dyp (blå linje) fra the IMR Coastal Monitoring station Indre Utsira at the mouth of the Hardangerfjord. The green shading indicates normal levels.



Figur 3.7.2.6

Utbredelse av brakkvannslaget (linjer for saltholdighet lik 24) i Hardangerfjorden i juni for årene 2004 til 2007. Horizontal extension of the brackish water (the 24 isohaline) in the Hardangerfjord for June in the years 2004–2007.

Saltholdighet

Vinteren og våren 2007 var det relativt mye nedbør og ferskvannsavrenning til Hardangerfjorden. Dette ga seg utslag i et relativt tykt brakkvannslag med relativt stor utbredelse (Figur 3.7.2.6).

Vind og strøm

Vinden og strømmen i de øvre 10 m i fjorden henger ofte tett sammen. Siden vinden kan variere mye i løpet av bare noen timer, vil strømmen også variere mye. I tillegg til vinden, er ferskvannsavrenning og tidevann viktige drivkrefter for

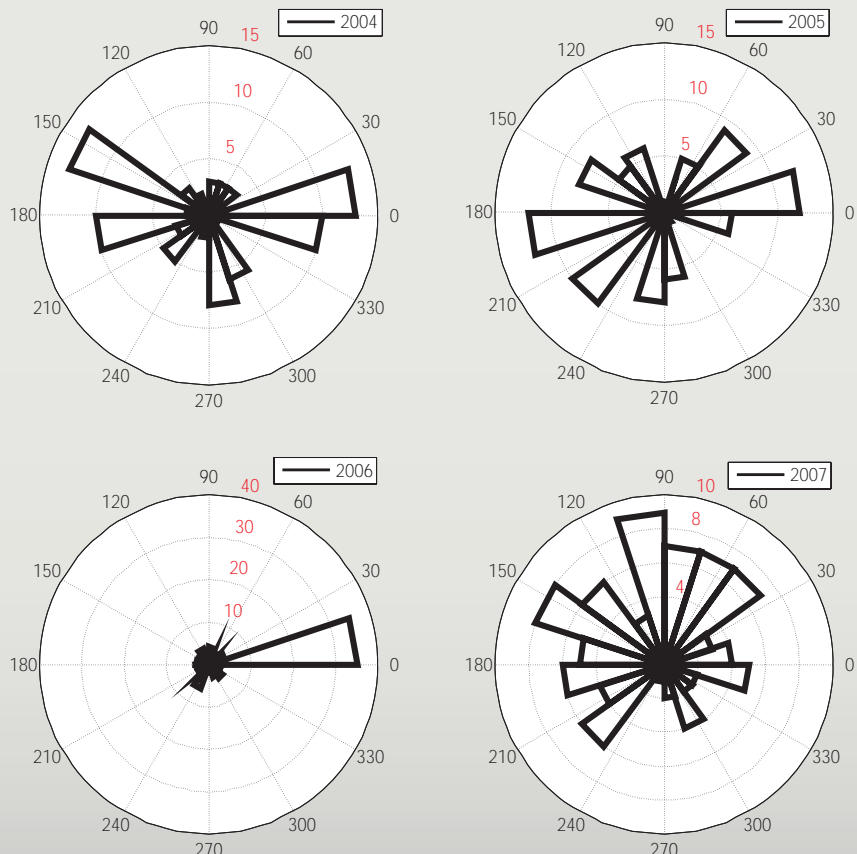
strømmen, så det totale strømmønsteret er svært komplisert. Havforskningsinstituttet er i ferd med å gjennomføre en grundigere analyse av strømforsørene, bl.a. med utstrakt bruk av numeriske modeller og strømobservasjoner. I påvente av dette, nøyer vi oss med å vise årlige variasjoner av vinden målt på Kvamsøy et stykke inne i Hardangerfjorden (data fra Meteorologisk institutt, met.no). Her var det i perioden 1. april til 30. juni for årene 2004 til 2007 store årlige forskjeller i vindretning (Figur 3.7.2.7). Våren 2006 skiller seg ut med overvekt av vind fra nord. I 2004 og 2005

var det en jevn fordeling av hovedsakelig nordlige og sørlige vinder, mens det i 2007 var en overvekt av vestlig vind. Gjennomsnittlig vindhastighet er 4–5 m/s, bortsett fra i 2006 hvor gjennomsnittlig vindhastighet var like under 3 m/s.

Å tolke dette er ikke enkelt siden vinden varierer mye også andre steder i fjorden, men budskapet er at det vil være systematiske forskjeller også fra år til år som har betydning for spredning av vannet i fjorden.

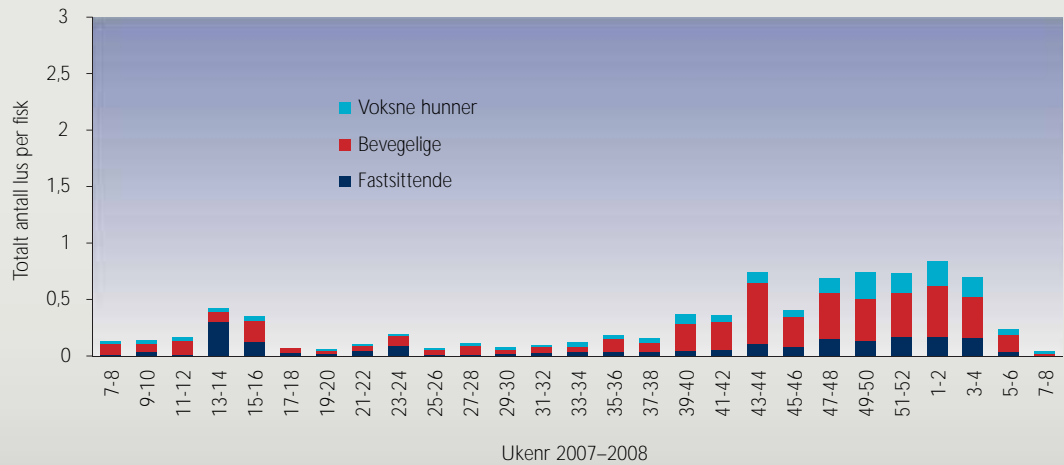
Figur 3.7.2.7

Observert vindretning på Kvamsøy inne i Hardangerfjorden for perioden 1. april til 30. juni for årene 2004 til 2007. Vindretning er angitt som grader rundt sirkelen (nord er 0 grader, vest 90, sør 180 og øst 270 grader) og avstanden fra sentrum angir antall observasjoner fra denne retningen. Observed wind directions at Kvamsøy in the inner part of the Hardangerfjord for the period 1 April to 30 June 2004–2007. The numbers around the outer circle indicates wind direction in degrees and the length of the curve indicate number of observations.

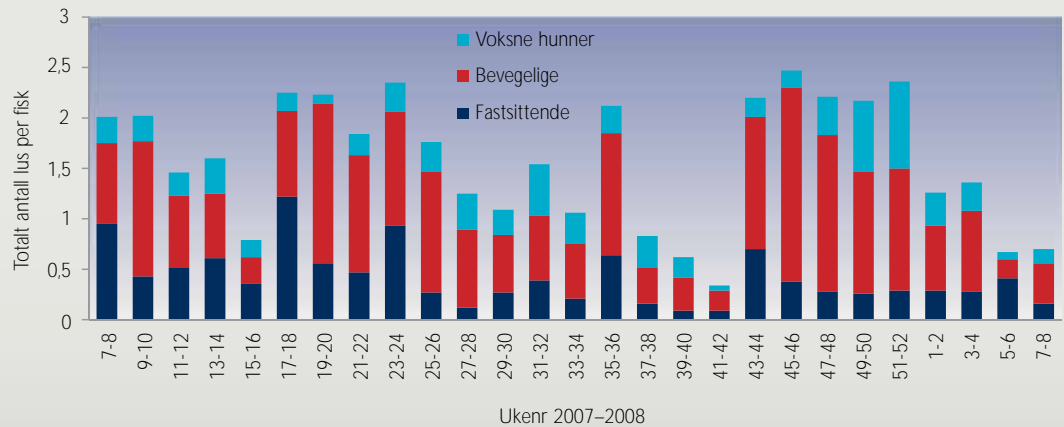


Figur 3.7.2.8

Registrerte nivåer av lakselus for 2007 og begynnelsen av 2008 i region Nordhordland inkludert Osterfjorden (data fra www.lusedata.no og Nordhordland fiskehelsenettverk). Levels of salmon lice on farmed fish in the region Nordhordland.

**Figur 3.7.2.9**

Registrerte nivåer av lakselus for 2007 og begynnelsen av 2008 i region Hardangerfjorden (data fra www.lusedata.no og Hardangerfjorden fiskehelsenettverk). Levels of salmon lice on farmed fish in the region Hardangerfjord.



Forskjeller mellom Osterfjorden og Hardangerfjorden

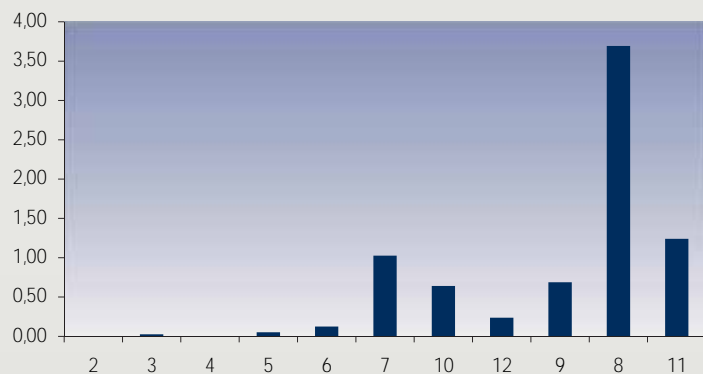
Forholdene som er beskrevet vil først og fremst være representative for Hardangerfjorden, men det er sannsynlig at de generelle trekkene også er gjeldende for Osterfjord-systemet, særlig det forholdet at vannet var ekstremt varmt vinteren og våren 2007. For øvrig er det smale fjord-systemet rundt Osterøy preget av et 3–5 m tykt lag med svært lav saltholdighet, ofte med verdier under ti.

Lakselusnivået for 2007

Lakselusnivå i oppdrettsanlegg

Lakseoppdrettere er gjennom nasjonal handlingsplan mot lakselus pålagt å registrere lakselusnivået i anleggene sine og å rapportere disse dataene til Mattilsynet. I 2007 rapporterte oppdrettsanleggene i Nordhordland om relativt lite lus, stort sett under 0,5 lus per fisk (Figur 3.7.2.8).

I Hardangerfjorden var lakselusnivået omtrent fire ganger høyere enn i Nordhordland (Figur 3.7.2.9).

**Figur 3.7.2.10**

Nivå av lakselus som gjennomsnittlig lus per smolt (y-aksen) i vaktburene i Osterfjord-systemet i 2007 (data i samarbeid med Universitetet i Bergen ved Bjørn Barlaup). Posisjonene (nr. 2–12) er avmerket på kartet i Figur 3.7.2.1. Level of average salmon lice on the smolt (y-axis) for the sentinel cages in the Osterfjord system (positions 2–12 given in Figure 3.7.2.1).

Lakselusnivå i vaktburene

Bruk av vaktbur gir et "øyeblikksbilde" av hvor mye lakselus som er i sjøen de ukene de har stått ute, i dette tilfellet mai måned. Hardangerfjorden har blitt overvåket på denne måten siden 2004. Overvåking av Osterfjord-systemet startet i 2007. Også i vaktburene er lakselusnivået lavere i Osterfjord-systemet (Figur 3.7.2.10) enn i Hardangerfjorden (Figur 3.7.2.11).

Hva sier den tilgjengelige informasjonen oss om lakselusnivået?

Resultatene av fjorårets overvåking viser at det er mer lakselus i Hardangerfjorden enn i Osterfjord-systemet. Det er sikkert flere grunner til det, men den viktigste er at det er adskillig flere oppdrettsfisk i Hardangerfjorden og dermed større produksjon av lakselus. I tillegg har vannet i fjordene rundt Osterøy lav saltholdighet, noe som holder lakselus borte. I begge fjordene er det mest lakselus i de ytre delene, årsaken til det kan være en kombinasjon av saltere vann (særlig for Osterfjord-systemet) og miljøforhold hvor strømmene fører drivende lakseluslarver til de ytre delene. Vi kjenner ikke kildene til lakseluslarvene, så en årsak til høye verdier i ytre strøk kan også være at det er her det produseres mest luselarver. Likevel vet vi at lakseluslarvene kan drive mange titalls kilometer, så det er ikke nødvendig at kildene er der de høyeste konsentrasjonene finnes. En grundigere analyse av de rådende strømforholdene må til for å finne ut mer om dette. Uansett viser resultatene at det er store variasjoner i lakselusmengde også geografisk i fjordene. Tidligere undersøkelser med vaktbur i Hardangerfjorden har hatt de høyeste verdier andre steder enn i 2007.

Den høye sjøtemperaturen vinteren og våren 2007 førte til stor produksjon av lakselus, særlig i Hardangerfjorden om vinteren. De høye temperaturene betyr også at tiden lakseluslarvene driver i fjorden forkortes, siden lusens utvikling er temperaturavhengig. Det reduserer den potensielle spredningen i fjorden.

Utvikling av overvåkingsregime i årene fremover

Vi kommer til å fortsette med vaktbur som metode for å studere bakgrunnsnivået av lakselus. Metoden må imidlertid videreutvikles, bl.a. med en standardisering av hvor lange perioder vaktburene skal stå ute av gangen og hvor mange repetisjoner vi trenger. Det vil være viktig å samle informasjon gjennom flere perioder og i flere år for å kunne evaluere i hvilken grad lakselusnivået varierer naturlig og om det skjer reelle endringer.

Når det gjelder informasjon om miljøforhold som saltholdighet, temperatur og strøm, vil vi øke innsamlingen av slike data. Disse forholdene kan variere fra time til time, og det er viktig at vi skaffer tilstrekkelig informasjon til å beskrive variasjonene. Et nettverk med automatiske observasjonsbøyer kan løse dette behovet. En regelmessig kartlegging av variasjonen i rom gjennom tokt med hurtige båter vil komplettere den nødvendige informasjonsinnsamlingen.

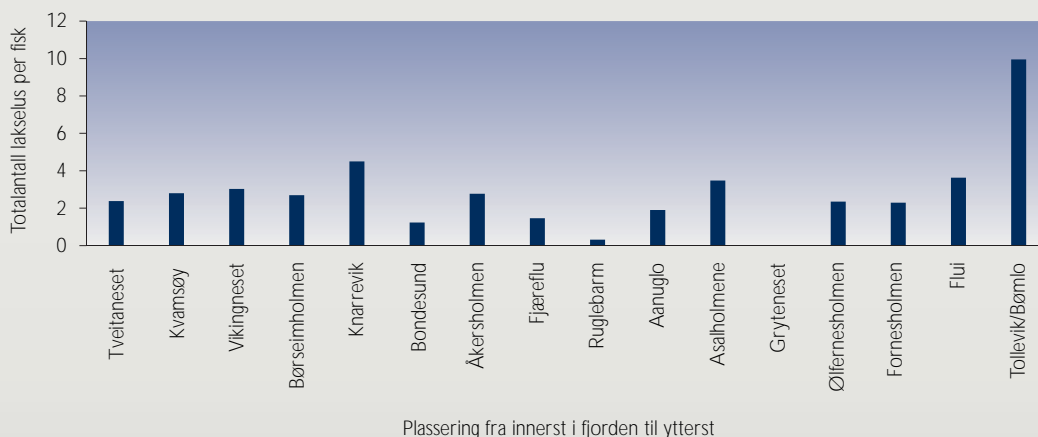
I tillegg til å observere forholdene i naturen, vil vi etablere modeller både for å skaffe en historisk oversikt over hva som har vært tilbake i tid og dessuten for å gi oss muligheten til å eksperimentere

med bl.a. spredning av lakselus fra ulike kilder. Vi ønsker å etablere indikatorer basert på modellresultater som kan være et supplement til den informasjonen vi får fra observasjonene med vaktbur, og av miljøforholdene.

Levels of Salmon Lice in Western Norway 2007

The water temperatures at the Western Norwegian coast and in the fjords were extremely high during the winter and spring 2007. This resulted in increased production of salmon lice in the fish farms. The results from the IMR surveillance of salmon lice levels in the Hardangerfjord and the Osterfjord system show increased levels in the outer parts of the fjords. Also the levels in the Hardangerfjord were higher than in the Osterfjord system. This is most likely due to the higher number of hosts in the Hardangerfjord. The geographical distribution of salmon lice found from the sentinel cages differ even between years. Together with the highly variable environmental conditions and the (in principle) unknown production of salmon lice larvae, the abundance and distribution of salmon lice in the fjords are complicated to assess.

As part of a national regulation for protection of the wild salmon, the IMR will establish a regular monitoring of environmental conditions with observational buoys and surveys and salmon lice levels from sentinel cages for the next 10 years. Starting with the Hardangerfjord and the Osterfjord system, we will expand this monitoring in cooperation with national partners to cover most of Norway.



Figur 3.7.2.11

Nivå av lakselus som gjennomsnittlig lus per smolt i vaktburene i Hardangerfjorden i 2007. Posisjonene er fra innerst i fjorden til venstre i figuren og utover til den ytterste stasjonen til høyre.

Level of average salmon lice on the smolt (y-axis) for the sentinel cages in the Hardangerfjord. The locations are from left to right on the x-axis the inner part of the fjord to the outer part.

3.7.3 MILJØEFFEKTER AV LAKSELUSMIDLER

Flere kjemiske stoff kan brukes til avlusning av laksefisk. Disse stoffene kjennetegnes ved at de er mer giftige for lakselus enn for laksen som skal behandles, men dessverre kan de også være giftige for andre marine dyr. Derfor er det påbudt å finne ut hvordan avlusningskjemikaliene påvirker dyr som lever i sjøen nær oppdrettsanlegg.

Ole B. Samuelsen
oles@imr.no

Utvendige parasitter som lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) og skottelus (*Caligus elongatus*) er et av de mest alvorlige helseproblemene i norsk fiskeoppdrett (Figur 3.7.3.1). Lus rammer fisken både direkte og indirekte. Direkte ved at de skader fisken ved å spise hud og vev slik at fisken kan miste blod og få problemer med saltbalansen, og indirekte ved at skader på vertens hud åpner for infeksjoner med bakterier og virus. I tillegg vurderes høye forekomster av lakselus i et område som en alvorlig trussel overfor ville bestander av laksefisk.

Biologisk eller kjemisk bekjempelse

Til bekjempelse av lakselus kan oppdretterne bruke enten biologiske metoder (leppefisk) eller metoder der det brukes kjemikalier (legemidler). Bruk av legemidler til bekjempelse av lakselus i oppdrettsanlegg har reist spørsmål blant annet om kjemikaliene påvirker miljøet rundt oppdrettsanleggene. Ved valg av legemiddel bør preparatet med minst miljøskadelig effekt foretrekkes under ellers like forhold.

Forutsetningen for at veterinæren skal kunne ta dette valget, er at det foreligger miljødokumentasjon og faglig vurdering av de ulike preparatenes miljøeffekter.

Legemidler til bruk mot lakselus gis enten som bad (organiske fosforinsekticider og pyretroider) eller oralt innblandet i fôret (kitinsyntesehemmere, emamektin benzoat). Data over ett stoffs giftighet (toksisitet) lages vanligvis ved å eksponere forsøksorganismen for det aktuelle stoffet i 12 til 96 timer. I en reell situasjon vil organismen eksponeres for stoffet i en mye kortere periode, men muligens ved en høyere konsentrasjon. Det vil som regel også være flere utslipp i løpet av noen dager dersom alle merdene i et anlegg skal behandles (se faktaboks for mer informasjon om dose og responsmålinger).

Organiske fosforinsekticider

Historisk var organofosfater den første stoffgruppen som ble tatt i bruk på 70-tallet, først med trichlorfon (Neguvon) og siden diclorvos (Nuvan). Dette avsnittet omhandler azametifos (Salmosan), det eneste av denne stoffgruppen som er i bruk i dag.

Foto: Lars Håmre

A



Figur 3.7.3.1

Hunn- og hannlakselus (A). Lakselus med eggstrenger (B).
Female and male salmon lice (A). Salmon lice with eggs (B).

B



Foto: Lars Håmre

Det finnes ingen data om nedbrytnings-hastigheten til azametifos i sjøvann, men laboratoriestudier har vist at hummer og reker er de mest følsomme organismene for dette stoffet. Kamskjell og muslinger blir ikke påvirket. Amerikansk hummer (*Homarus americanus*) døde når den ble holdt inne i en merd under behandling. Eksponering for ikke-dødelige konsentrasjoner gjentatte ganger gjorde hummeren aggressiv, og de mistet etter hvert kontroll over klørenes bevegelse. I en annen feltundersøkelse der amerikansk hummer ble satt ut både i og i nærheten av oppdrettsanlegg som ble behandlet med azametifos, ble det ikke registrert dødelighet annet enn hos hummerne som var plassert i selve behandlingsmerden. Det ble heller ikke registrert dødelighet hos reke eller skjell. Azametifos gitt i en konsentrasjon på 100 µg/L (mikrogram per liter) var kun dødelig for krepsdyr, mens skjell, pigghuder, tanglopper og snegler var lite følsomme (Tabell 3.7.3.1). Andre effekter kan være som for amerikansk hummer. Den forlater skjulestedet som en reaksjon på høye konsentrasjoner (100–1000 µg/L) av azametifos, men den konsentrasjonen og den eksponeringstiden som brukes i dag, har sannsynligvis ikke noen negativ effekt. Det er også vist at en behandlingsløsning med azametifos raskt fortynnes og mister giftigheten når den frigjøres etter at behandlingen er avsluttet. Vannprøver tatt 20 minutter etter var ikke giftig overfor testorganismen, amfipoden *Eohaustorius estuaris*.

Pyretroidene

Pyretroider er en fellesbetegnelse på syntetiske varianter av pyrethrin, og omfatter cypermethrin og deltamethrin.

Det er regnet ut at konsentrasjonen i et utslipp av cypermetrin med en utgangskonsentrasjon på 5 µg/L ville være redusert til ca. 0,05 µg/L i løpet av litt over tre timer. I en feltundersøkelse fra New Brunswick, Canada, ble det observert at cypermetrin ble fortynnet fra en opprinnelig behandlingsløsning på 10 µg/L til 0,04 µg/L i løpet av de fire første timene etter at medikamentet ble sluppet ut. I en liknende studie fra Skottland ble det vist at kun reker (*Crangon crangon*) som var plassert i behandlingsmerden, døde, mens reker plassert i ulike distanser fra anlegget ikke ble påvirket. Den forholdsvis raske fortyngningen som skjer kan derfor forklare den heller begrensede effekten av pyretroidene på ulike marine organismer som er beskrevet i flere studier.

I en annen feltundersøkelse i Canada ble det vist at cypermetrin var dødelig for 90 % av amerikansk hummer som var plassert inne i merden under behandling. Hummer

Hvordan tester man hvor farlig et medikament er og i hvilke doser?

I testing av giftighet finnes det mange forkortelser som sier noe om hvordan testen har blitt gjennomført. Disse kan for eksempel være EC₅₀, LC₅₀ og LD₅₀.

- L – er det engelske Lethal = dødelig
- E – er det engelske Effective = effektiv eller virksom
- C – står for "concentration" = konsentrasjon og brukes hvis stoffet har vært blandet ut i væske
- D – står for dose og brukes hvis stoffet har vært gitt som fôr

Tallet i liten skrift (her 50) angir hvor mange prosent av hele gruppen som ble påvirket (E) eller døde (L).

Det er også vanlig å angi et tidsintervall for hvor lenge organismen har vært eksponert for et stoff som kanskje er giftig. Dette angis i timer eller dager. Se Tabell 3.7.3.1.

Andre forkortelser kan være:

- NOEC = No Observable Effect Concentration (den konsentrasjonen som ikke gir observerbare effekter).
- PEC = Predicted Environmental Concentration (beregnet konsentrasjon i miljøet). µg = mikrogram er det samme som 0,001 milligram.

som var plassert 100–150 m borte, ble ikke påvirket. Det var ingen toksisk effekt av behandlingen på muslinger, verken inni eller utenfor merden. Andre undersøkelser bekrefter disse resultatene, der hummer og visse andre krepsdyr er sensitive, mens arter som muslinger, sjøpølser og noen copepoder påvirkes i liten grad.

Toksistetester utført på ulike livsstadier av frittstående copepoder, antydte at utslipp fra et oppdrettsanlegg ikke ville representere noen akutt fare for toksiske effekter av pyretroider.

Kitinsyntesehemmere

Diflubenzuron og teflubenzuron har vært i bruk i Norge, men forholdsvis lite de siste årene.

Di-/teflubenzuron i det marine miljøet er stort sett bundet til organisk materiale. Tilførselen til miljøet skjer i hovedsak ved at di-/teflubenzuron er bundet til partikler i form av fôrspill eller faeces (avføring). Hoveddelen av partiklene sedimenteres forholdsvis raskt under eller i nærheten av anlegget, slik at områdene med høy konsentrasjon er begrenset. Dette bekreftes i to feltundersøkelser, som også viser at spredningen er begrenset til noen hundre meter. I laboratorieforsøk ble diflubenzuron funnet å være stabil i et oksygenfritt organisk marint sediment i minst 204 dager ved 4° og 14 °C. I en feltundersøkelse der diflubenzuron ble brukt i 14 påfølgende dager, ble bare ca. 15 % av total mengde funnet igjen i sedimentet under anlegget, mens organisk materiale som ble fanget i sedimentfeller under medisineringsen, inneholdt høye konsentrasjoner. Oppvirvling og videre spredning av organisk materiale fra bunnen ble sett på som en mulig årsak til de lave konsentrasjonene i bunnsedi-

mentet. I en rapport fra 1998 blir diflubenzuron karakterisert som tungt nedbrytbart i marint sediment med en halveringstid på 3–4 uker ved 15 °C og inntil tre måneder ved 5 °C. Ved hyppig bruk vil derfor diflubenzuron til en viss grad kunne akkumulere i sedimentet. Krepsdyr som krabber og hummer, som oppholder seg i nærheten av medisinerede anlegg, kan påvirkes dersom inntaket skjer like før eller under skallskiftet. Det er vist at krabber fanget rundt anlegget én dag etter medisinerings inneholdt diflubenzuron (snittverdi på 0,22 mg/kg). Etter 14 dager var dette redusert til det halve (snittverdi 0,14 mg/kg). Det var også større dødelighet av hummerlarver plassert 25 m fra anlegget enn de som befant seg 100 m fra anlegget.

På grunn av den lave vannløseligheten til dette stoffet, er organismer som lever i vannmassene, inkludert planktoniske krepsdyr, lite utsatt for eksponering direkte fra vannet. Da er det et større problem at organiske partikler som inneholder medikament kan bli spredd over et større område der de kan konsumeres av en sensitiv organisme.

Den toksiske effekten av di- og teflubenzuron er begrenset til organismer som har skall som inneholder kitin, og som har en livssyklus som involverer skallskifte (se Tabell 3.7.3.1).

Emamektin benzoat

Avlusingsmiddelet emamektin benzoat har lav vannløselighet (5,5 mg/l). Det betyr at i det marine miljøet vil dette stoffet ha stort potensial for å binde seg til organisk materiale. Tilførselen til miljøet skjer i hovedsak ved at emamektin bundet til partikler i form av fôrspill og faeces spres til området rundt anlegget. Hoveddelen

Tabell 3.7.3.1

Oversikt over hvor giftig avlusningsmidler er i forhold til dyr som lever rundt oppdrettsanlegg. (Referanser kan fås hos forfatter)
 Overview of toxic effects of delousing treatments on non-target organisms.

Gruppe av stoff	Middel	Norsk navn	Latinsk navn	Stadie	Dose (se faktaboks)	Metode for testing (se faktaboks)		
Organofosfat	Azamethiphos	Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	larver	1-3,5 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
				voksne	1,39 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
				rognhummer	10 µg/L	1 time x 2 per uke		
			Copepode	<i>Temora longicornis</i>	voksne	10 µg/L	LC ₅₀ 24 timer	
			Europeisk hummer	<i>Homarus gammarus</i>	larver	0,5 µg/L	LC ₅₀ 24 timer	
			Myside	<i>Mysidopsis bahia</i>	voksne	0,52 µg/L	LC ₅₀ 24 timer	
Pyretroider	Cypermethrin	Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	voksne	0,14 µg/L	LC ₅₀ 24 timer		
				voksne	0,04 µg/L	LC ₅₀ 96 timer		
				larvestadie I-IV	0,06 til 0,18 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
			Gressreke	<i>Palaemonetes sp.</i>		0,016 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Sandreke	<i>C. septemspinosa</i>		0,04 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
			Felekrabbe	<i>Uca sp.</i>		0,20 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
		Pyrethrin	Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	larvestadie I-IV	4,42 til 1,02 µg/L	LC ₅₀ 48 timer	
					Østers	2,3 µg/L	LC ₅₀ 48 timer	
					Rotatorier	10 mg/L	LC ₅₀ 12 timer	
					Laks	<i>Salmo salar</i>	2 µg/L	LC ₅₀ 96 timer
					Myside		0,005 µg/L	LC ₅₀ 96 timer
					Copepode	<i>Acartia tonsa</i>	nauplie larve	0,005 µg/L
					voksne	0,142 µg/L	LC ₅₀ 96 timer	
	Skalldannelsehemmere (kitinsyntesehemmere)	Diflubenzuron	Hoppekreps	<i>Daphnia magna</i>		7,1 µg/L	EC ₅₀ 48 timer	
			Rur	<i>Balanus sp.</i>		200 µg/L		
Myside			<i>Mysidopsis bahia</i>		1,2 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
Reke			<i>Palaemonetes pugio</i>		0,6 µg/L	LC ₅₀ 48 timer		
Emamectin Benzoat				<i>Corophium voluator</i>		0,193 mg/kg	LD ₅₀ 10 dager	
						0,115 mg/kg	NOEC	
					(vannløst)	6,32 µg/L	LC ₅₀ 10 dager	
					(vannløst)		NOEC	
			Fjæremark	<i>Arenicola marina</i>		0,111 mg/kg	LD ₅₀ 10 dager	
						0,056 mg/kg	NOEC	
		Kreps	<i>Nephrops norvegicus</i>		68 mg/kg	LD ₅₀ 192 timer		
		Amerikansk hummer	<i>Homarus americanus</i>	larver	589 mg/kg	LD ₅₀ 7 dager		
				voksne	644 mg/kg	LD ₅₀ 7 dager		
		Amerikansk østers	<i>Crassostrea virginica</i>		530 µg/L	EC ₅₀ 96 timer		
					260 µg/L	NOEC		
		Hoppekreps	<i>Daphnia magna</i>	(vannløst)	0,16 µg/L	EC ₅₀ 21 dager		
				(vannløst)	0,088 µg/L	NOEC		
		Copepode	<i>Temora longicornis</i>	nauplii	0,12 µg/L	EC ₅₀ 48 timer		
		Copepode	<i>O. similis</i>	voksne	232 µg/L	EC ₅₀ 48 timer		

av partiklene bunnfaller forholdsvis raskt slik at områdene som tilføres emamektin i målbare konsentrasjoner, er forholdsvis begrenset. Undersøkelser som er gjort etter bruk av emamektin viser at mengdene i sedimentet under oppdrettsanlegget etter medisinerer er svært små. Bare fire av 59 sedimentprøver tatt rundt et anlegg inneholdt emamektin, mens alle vannprøvene var negative. Ni av 18 skjellprøver inneholdt små mengder emamektin én uke etter endt medisinerer, etter fire måneder var alle prøvene negative.

Emamektin karakteriseres som relativt tungt nedbrytbart i miljøet. Halveringstiden i marint sediment er anslått til å være mellom 164–175 dager. Dette betyr at de organismene som blir mest påvirket, er børstemark og krepsdyr, som er i kontakt med sedimentet. Registrerbare konsentrasjoner av emamektin er målt i typiske åtseletere som krabber (*Pagurus* spp., *B. undatum*) opp til fire måneder etter bruk. Det er ikke funnet noen sammenheng mellom bruk av emamektin og endringer i artssammensetningen eller antall individer av samme art i området rundt oppdrettsanlegg.

I et laboratorieforsøk ble *Pandalus platyceros* (reke) og *Cancer magister* (krabbe) tilbudt fôr som inneholdt emamektin i

konsentrasjoner opp til 500 mg/kg. Det ble ikke registrert noen dødelighet, men krabbene unngikk å spise pellets med de høyeste konsentrasjonene.

Toksisitetstester utført på ulike livsstadier av frittlevende kopepoder viser at de konsentrasjonene i testen som forårsaket toksisk virkning, var betydelig høyere enn den konsentrasjonen en kan forvente å finne i miljøet rundt oppdrettsanlegget under og etter en medisinerer, den såkalte PEC-verdien (Predicted Environmental Concentration). I sediment er denne verdien stipulert til 0,763 µg/kg våtvekt.

Ikke-dødelige effekter påvirker en organisme på ulike måter uten å ta livet av den. Slike effekter av emamektin er beskrevet på flere organismer.

Ved en dose på 1 mg/kg kroppsvekt forårsaker emamektin skallskifte, for tidlig gyting og abort hos amerikansk hummer. I en sju dagers test ble det påvist reduksjon i eggproduksjonen hos den marine copepoden *A. Clausii*, men konsentrasjonen som utløste responsen var høyere enn PEC-verdien.

Emamektin brytes ikke ned i vann som har pH på mellom 5,2 og 8,0, men det brytes ned av naturlig lys (fotolyse) med en halveringstid på sju dager i ferskvann.

Environmental Effects of Delousing Agents

Ectoparasites like the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) and (*Caligus elongatus*) cause each year major problems in the aquaculture industry. When present in large numbers the lice causes serious damage to the fish skin and if left untreated may influence the salt-balance of the fish and causes secondary bacterial infections in the wounds. Insecticides are commonly used for delousing of fish in aquaculture. The insecticide may be administered by bath when dissolved in the water or orally via the feed. In addition to the effect on the lice these compounds are toxic also to various other marine organisms.

Insecticides used for bath treatment are the organophosphates and pyrethroids whereas orally administered insecticides are the diflubenzuron, teflubenzuron and emamectine.

The drugs used for bath treatment has a generally low impact on the wild organisms found around the aquaculture site

Emamektin er giftig for vannlevende organismer (se Tabell 3.7.3). Feltundersøkelser har vist at spredningen av emamektin til vann under og etter medisinerer er neglisjerbar, mest sannsynlig på grunn av den lave vannløseligheten til stoffet.

Resistens

Lakselus kan bli resistente mot antiparasittmidler. Faren for resistensutvikling må tas alvorlig, siden en slik utvikling kan ødelegge hele klasser av verdifulle bekjempingsmidler. Generelt øker faren for resistensutvikling mot midlene med økende seleksjonspress. For å unngå det, er det viktig at midlene benyttes optimalt. Ensidig og omfattende bruk av midler med samme virkningsmekanisme kan også være med på å skape en resistenssituasjon. Nye medikament med en annen virkningsmekanisme enn de medikamentene vi allerede bruker, kan bidra til å redusere faren for utviklingen av resistens mot dagens medikament. Leppefisk bør alltid brukes der det er mulig, men bør følges opp av medikamentell behandling dersom forekomsten av lus overstiger øvre anbefalte grense, og helst før lusene blir kjønnsmodne. Videre er regionalt synkroniserte avlusninger og vinteravlusning en viktig strategi.

due to the dilution of the active compound after treatment. Sensitive organisms placed within the cage under treatment died while organisms placed a distance from the farms were unaffected.

The orally administered drugs will in mainly reach the environment bound to organic particles like faeces and excess food pellets that sediment under the cage. The spreading of the particles will depend on the size and sinking velocity and is limited to a few hundred meters from the farm. These insecticides are all persistent in the sediment and the half-life in sediments are stipulated to approximately 165 days for emamectine and 30 days for diflubenzuron at 15 °C and 90 days at 5 °C. Due to low water solubility the major groups that these drugs might affect are sediment feeders.

By intensive use of a single drug over a period of time, lice can develop resistant towards that particular insecticide. It is therefore of major importance that the farmers shift between insecticides with different biological effects.



3.8.1 REPRODUKTIV ISOLERING AV OPPDRETTSFISK

Reproduktiv isolering av oppdrettsfisk er en samlebetegnelse for alle tiltak som kan settes inn for å hindre at oppdrettsfisk sprer genene sine i naturen og har negativ effekt på ville bestander. Hvilke tiltak som er mulig å sette inn, varierer fra art til art. I denne artikkelen ser vi på mulighetene for å redusere negative genetiske effekter på villfisk fra oppdrett av laks og torsk.

Tom Hansen
tom.hansen@imr.no

Terje Svåsand
terje.svaasand@imr.no

Geir Lasse Taranger
geir.lasse.taranger@imr.no

Laks

Laksen er en anadrom fisk. Det betyr at den lever sitt voksne liv i sjøvann og vandrer tilbake til ferskvann for å gyte. Hvis laksen kjønnsmodner og slipper egg og melke i sjøvann, vil det ikke kunne skje noen befruktning, fordi eggene og melken må ha ferskvann for å overleve. Oppdrettslaks må derfor rømme for å kunne formere seg.

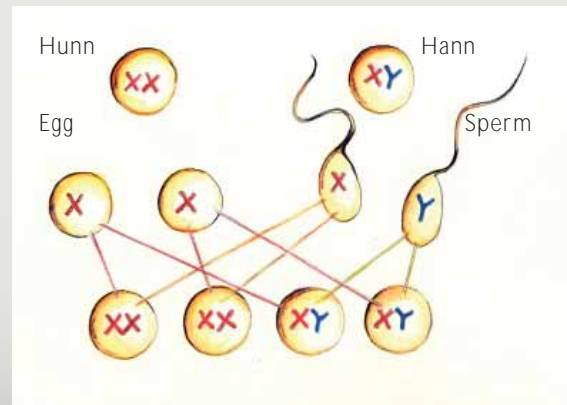
Den mest åpenbare metoden for å hindre at oppdrettslaks krysser seg inn med villfisk, er derfor å hindre at den rømmer. I prinsippet kunne vi unngått all rømming ved å flytte oppdrettsfisken opp i helt

rømmingssikre anlegg på land. Dette har vært gjort i mindre skala, men har vist seg ikke å være lønnsomt. Av den grunn legges det i dag ned mye innsats både fra myndigheter og fra oppdretterne for å gjøre merdanleggene mer sikre mot rømming. Det er imidlertid en kjensgjerning at det ikke vil være mulig å hindre rømming fullstendig.

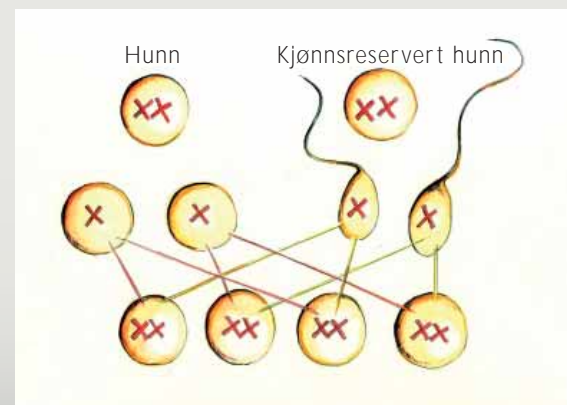
Den eneste metoden som helt sikkert kan hindre at oppdrettslaksen sprer genene sine i naturen, er å gjøre den steril slik at den ikke kan formere seg, selv om den rømmer. Ideen om å produsere steril fisk er gammel og har sitt opphav i ønsket om å unngå tap av vekst og slaktekvalitet i forbindelse med kjønnsmodning. Triploidisering er bredt akseptert som den mest effektive metoden for å sterilisere fisk for akvakultur. Triploid fisk har ett kromosomsett mer enn det som er normalt (diploid) for arten, og er i vanlig bruk flere steder i verden. I dag er det mest vanlig å indusere triploidi

Figur 3.8.1.1

Kjønnsbestemmelsen hos laks. Hunnen har bare x-kromosomer og eggene får følgelig bare x-kromosomer. Hannen har både x og y-kromosomer, og halvparten av spermen får x-kromosomer og halvparten får y-kromosomer. Ved befruktningen vil derfor halvparten av eggene bli befruktet med x-sperm og halvparten med y-sperm. Resultatet er at avkommet blir ca. halvparten hunner (xx) og halvparten hanner (xy). *Sex determination in salmon. Females have only X chromosomes – so eggs have only X chromosomes, while males have both X and Y, resulting in approximately 50:50 % X and Y chromosomes in the sperm (after fertilisation XX become female and XY become male).*

**Figur 3.8.1.2**

Kjønnsreversert hunnfisk (som utvikler seg som en hannfisk) gir kun sperm med x-kromosom. Når en bruker denne spermen vil en kun få hunner som avkom hos fisk som har xy-kromosom kjønnsbestemmelse. *Use of sex reversed broodstock; genotypic females that become phenotypic males (after steroid treatment around time of first feeding) produce sperm with only X chromosomes. Using this sperm results in 100% female offspring.*





Figur 3.8.1.3
Befrukning av lakseegg.
Fertilisation of salmon eggs.

hos laksefisk ved hjelp av høyt trykk på nybefruktede egg. Metoden er blitt brukt både på regnbueørret og atlantehavslaks. Metodene som blir brukt er enkle å lære og krever kun relativt rimelige og enkle investeringer. Det er også relativt enkelt å teste resultatet av prosessen. For å sjekke om et dyr er triploid, trengs bare en liten blodprøve der vi kan sjekke enten størrelsen på kjernene i blodcellene eller måle mengden arvestoff per celle.

Triploidisering kan imidlertid ha negative effekter på fiskevelferd og produksjonsresultat. Erfaringer både fra kontrollerte forsøk og kommersiell utprøving gjør det problematisk å entydig anbefale bruk av triploid laks i oppdrett, bl.a. grunnet antatt økt risiko for feilutvikling og andre produksjonsrelaterte lidelser.

Det er også foreslått at fisk kan steriliseres ved hjelp av vaksiner og ulike gen- teknologiske metoder. Disse metodene er imidlertid fortsatt på idéstadiet, og det er nødvendig med mange års forskning før disse eventuelt kan brukes i praktisk oppdrett. I dag er det derfor kun produksjon av triploider som har noen praktisk anvendelse i oppdrett.

Torsk

Torsken er en marin fisk. Dette betyr at den lever hele sitt liv i sjøvann. Den kjønnsmodne torsken kan derfor gyte i merden, og de befruktede eggene kan drive ut gjennom notveggen og ut i sjøen utenfor. Torsken trenger altså ikke å rømme for å kunne spre genene sine.

Også torsken kan steriliseres ved å gjøre den triploid, og teknikken er den samme som blir brukt på laks. Foreløpig finnes det ingen erfaring med triploid torsk i opp-

drett, så vi vet ikke om de velferdsmessige problemene som kan være knyttet til det å være triploid også gjelder torsk.

Oppdrett av rene hunntorskopulasjoner kan muligens redusere problemet med genspredning, da vi ikke vil få befruktede egg produsert i merdene. Imidlertid vil slik torsk kunne krysse seg med villtorsk etter ev. rømming. Kunnskapsgrunnlaget for å produsere rene hunntorskopulasjoner er imidlertid ikke på plass enda.

Teknikkene for å produsere populasjoner som kun består av hunner er imidlertid kjent. Laks har samme kjønnsbestemmelsessystem som mennesker, og mye tyder på at også torsken har det. Hunnene har to x-kromosomer (xx) og hannene har ett x-kromosom og ett y-kromosom (xy). Ved kjønnsmodningen danner derfor hunnene egg med bare x-kromosomer og hannene danner sperm hvor halvparten har x-kromosomer og halvparten har y-kromosomer (Figur 3.8.1.1). Resultatet av en torskegyting vil derfor gi ca. halvparten hanner og halvparten hunner.

Når vi skal lage populasjoner med bare hunner, behandler vi yngelen med ett mannlige kjønns-hormon (f.eks. metyltestosteron) rett etter første fôrøptak. Dette fører til at hunnfisken vil danne hannlige kjønnsorganer, men fordi de er genetiske hunner, vil de bare danne celler med x-kromosomer. Når denne fisken blir kjønnsmoden etter to til tre år, vil den danne melke, men denne melken har spermier som kun har x-kromosomer. Hvis vi bruker denne melken til å befrukte egg fra normale hunner, vil alle eggene bli befruktet med x-sperm, og alt avkommet vil være hunner (xx). Nye forsøk ved Havforskningsinstituttet tyder på at tilsetning av metyltestosteron i føret like etter tørrförtilvenning kan gi kjønnsreversering i torsk på samme måte som i laksefisk, dvs. at genetiske hunntorsk begynner å produsere sperm etter hormonbehandling i tidlige stadier. Disse kjønnsreverserte torskene vil så kunne brukes til å lage rene hunnfiskopulasjoner i neste generasjon.

Videre forskning er nødvendig

Det nylig avsluttede EU-prosjektet "Evaluation of genetic impact of aquaculture activities on native populations - a European network" (Genimpact), har hatt som mål å utrede og diskutere kunnskapsstatus på genetiske interaksjoner mellom akvakulturvirksomhet og ville bestander i samarbeid mellom forskning, næring, forvaltning og miljøverninteresser for de viktigste akvakulturartene i Europa. Genimpact konkluderer med at én av fire prioriterte forskningsområder er å utvikle

praktiske teknologier og protokoller for kommersiell produksjon av steril oppdrettsfisk, inkludert både biologisk og økonomisk evaluering, og studier av triploider under oppdrettsbetingelser og ved rømming (<http://genimpact.imr.no>).

Reproductive Isolation of Farmed Fish

Farmed fish can have potentially negative genetic effects on wild fish populations, either by interbreeding after escape or by release of fertilized eggs into the environment. These potential problems can be mitigated by various techniques to block sexual maturation and spawning, e.g. by use of sterile triploid fish or mono-sex stocks. Farming of mono-sex stocks will prevent the release of fertilized eggs, but will not solve problems with potential interbreeding after escape. Techniques exist to induce triploidy in salmon and recently also in cod, but the impact of triploidy on health, welfare and production performance is only partly known in salmon, and in cod such studies have just started. Mono-sex production techniques have been available for salmon for a long time, and are currently tested for cod. Further studies are needed to fully evaluate impact of use of triploids and mono-sex stock to both in terms of their environmental impact and in terms of productivity, health and welfare before this can be implemented in full-scale commercial farming (for additional information see: <http://genimpact.imr.no>).

3.8.2 SPORING AV URAPPORTERT RØMT LAKS; KVA NO?

Av ulike årsaker havnar ein del oppdrettslaks på utsida av merdane. Nokre av desse vandrar opp i gyteområda til villaksen og deltek i gytinga. Når ein oppdrettar oppdagar at han har mista fisk, pliktar han å melda frå om dette til fiskeriforvaltinga, som så undersøker nærare kva som er årsaka røminga. Finn ein årsaka, kan ein dra lærdom av episoden. I dei tilfella der oppdrettaren ikkje rapporterer røming, vil ein ikkje umiddelbart finna årsaker til røminga. I 2007 identifiserte vi opphavet til rømt laks i Romsdalsfjorden ved hjelp av DNA-markørar.

Figur 3.8.2.1

Kart over Romsdalsfjorden med plasseringa av matfiskanlegg og gjenfanga rømlingar avmerka.

Map of the Romsdalsfjord with the locations of the salmon farms and the locations where the escapees were captured, indicated.

Øystein Skaala

oystein.skaala@imr.no

Kevin A. Glover

kevin.glover@imr.no

Ove T. Skilbrei

ove.skilbrei@imr.no

Talet på rapportert laks som rømer har dei seinare åra variert mellom ca. 300 000 og 900 000 individ. Sett i høve til all oppdrettslaksen på innsida av merdane er dette lite, men sett i høve til talet på villaks, er det mykje.

Stundom oppdagar ikkje oppdrettaren at han har mista fisk, og han kan då sjølvstilt ikkje rapportera. Difor er dei rapporterte tala minimumstal for røming. Sidan det er uklart kor stor del av rømingane som blir rapportert, ynskjer forvaltinga å ha tilgang på metodar som gjer at ein kan identifisera opphavet til urapportert røming.

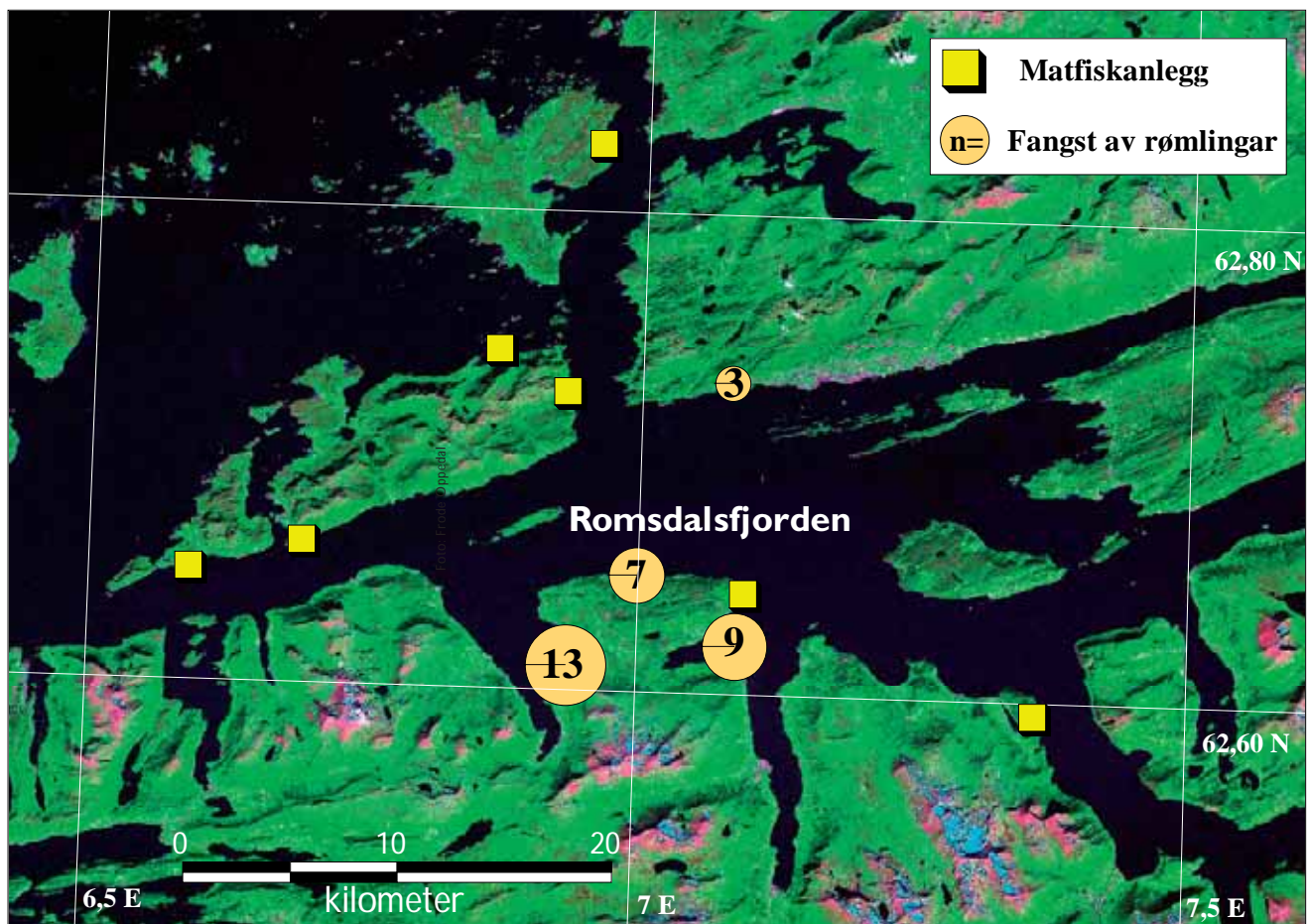
Beredskapsmetoden

Fiskeri- og kystdepartementet tok i 2003 initiativ til å oppretta eit nasjonalt utval for å greia ut spørsmål knytt til merking av oppdrettsfisk, "Merkeutvalet". Initiativet hadde bakgrunn i St.meld.nr. 12 (2001-2002) Reint og rikt hav, og Innst. S. nr.134

(2002-2003) Om oppretting av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Utvalet konkluderte med at det er to metodar som kan vera eigna for identifisering av rømt laks: "Snutemerking" og "Beredskapsmetoden". Beredskapsmetoden baserer seg på laksen sine naturlege eigenskapar som DNA-profilar, fettisyreprofilar, sporstoff etc., og det er difor ikkje nødvendig å tilføra fisken noko form for merke. Metoden handterer kvar rømingsepisode for seg ved at profilen til kvar rømling vert samanlikna med referanseprøvar frå oppdrettsanlegga i området. Dermed er det heller ikkje nødvendig å utvikla databasar med informasjon om kva fisk som finst i avlsbestandane, stamfiskstasjonar eller på det einiskilde anlegget.

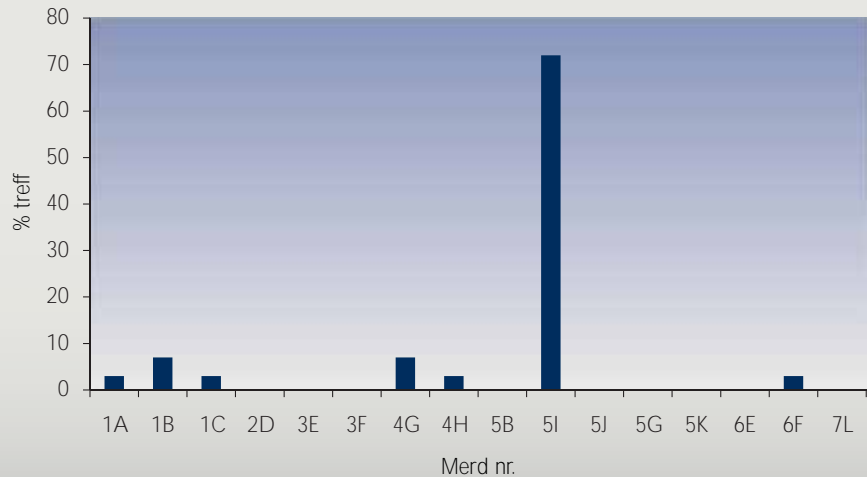
DNA-jakt

Hausten 2006 rapporterte fiskarar i Romsdalsfjorden plutselege førekomstar av rømt laks i garna (Figur 3.8.2.1). Fiskeridirektoratets regionskontor i Møre og Romsdalen kontakta rutinemessig dei ulike oppdrettsselskapa i området, men mottok ingen rapport om røming. Etter dialog med Havforskningsinstituttet samla regionkontoret inn prøvar frå alle oppdrettsanlegga i området. Det blei kun teke prøvar frå merdar som inneheldt laks som var av

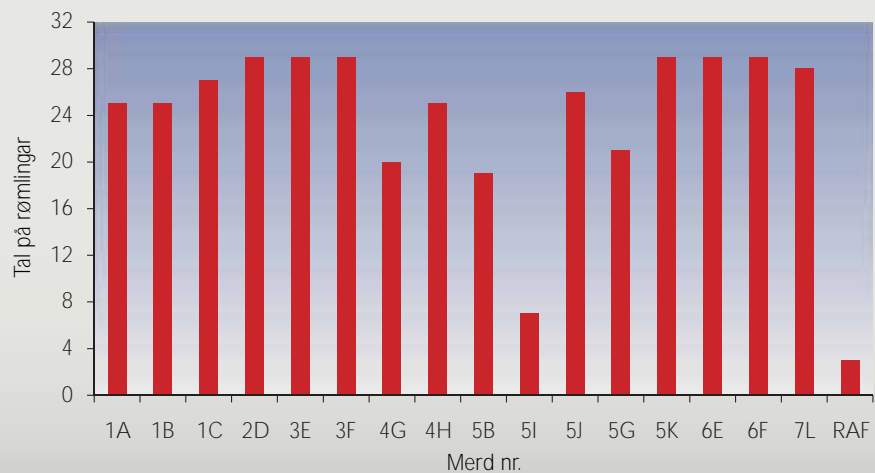


Figur 3.8.2.2

Prosent av rømlingane med DNA-profilar som passa i dei 16 ulike merdane.
Percentage of escapees with a DNA profile that matched the salmon in various sea cages.

**Figur 3.8.2.3**

Absolutt tal på rømlingar med DNA-profilar som utelukka dei frå merdane. "RAF": rejected all farms, viser antal individ som ikkje kunne koma frå nokon av dei 16 merdane. Totalt tal på genotypa rømlingar er 29.
Absolute number of escapees with DNA profiles that exclude them from the various sea cages. "RAF" refers to the number of escapees rejected from all farms and are possibly coming from sources outside the Romsdalsfjord.



same storleik som den som blei fanga av fiskarane. På nokre anlegg blei det teke prøvar av fleire merdar fordi anlegga hadde smolt frå ulike smoltprodusentar. Alle oppdrettsanlegga gav samtykke til innsamlinga, og det blei samla inn 50 feittfinnar frå kvar av dei 16 merdane på dei sju oppdrettsanlegga. Nokre anlegg har smolt frå same smoltprodusent (Tabell 3.8.2.1), og i slike tilfelle er det muleg at andre karakterar som t.d. lipidprofilar kan auka presisjonen i sporinga.

Fem av fiskarane som hadde fanga rømt oppdrettslaks i Romsdalsfjorden på det aktuelle tidspunktet (Figur 3.8.2.1), blei kontakta av Fiskeridirektoratet, og det lukkast å framskaffa vevsprøver av 32 rømlingar frå fiskarane sine fryseboksar.

Etter at sjølve DNA-profilen er laga for kvart individ, går testen vidare gjennom to trinn. Fyrst blindtestar vi kvart individ frå referanseprøvene i oppdrettsanlegga for å finna ut om den genetiske skilnaden mellom anlegga er tilstrekkeleg stor til å gje presis identifisering. Dersom det er tilfelle, går vi vidare og testar kvar av rømlingane mot referanseprøvene frå oppdrettsanlegga. I

materialet frå Romsdalsfjorden viste blindtestinga stor nok skilnad mellom referanseprøvene til at vi kunne gå vidare til neste steg. Kvar av rømlingane vart testa på to måtar, "direkte samanlikning" (Figur 3.8.2.2) og "utelukking" (Figur 3.8.2.3). Ved direkte samanlikning ser vi bort frå at ikkje alle mogelege kjelder til rømlingane er representert, dvs. vi tek ikkje omsyn til at nokre av rømlingane kan ha kome frå andre kjelder enn dei vi har prøvar av. Ved metoden "Utelukking" ser vi på skilnad mellom kvar rømling og referanseprøvene,

Tabell 3.8.2.1

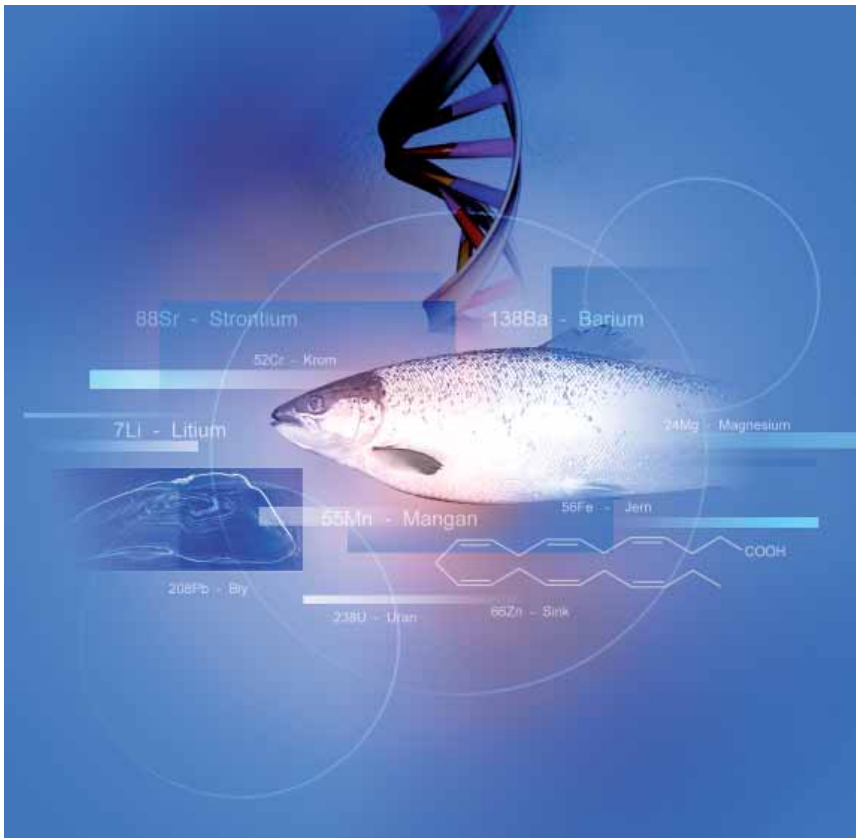
Smoltleverandør til dei ulike oppdrettsanlegga.

Overview of the different smolt types in the seven salmon farms.

SMOLTPRODUSENT												
Farm	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	x	x	x									
2				x								
3					x	x						
4							x	x				
5		x					x		x	x	x	
6					x	x						
7												x

og brukar profilen til kvar rømling til å utelukka individet frå dei ulike anlegga. Her blir profilen brukt til å "frikjenna" anlegg som har fisk som ikkje samsvarar med rømlingane.

Av dei totalt 32 innsamla rømlingane i Romsdalsfjorden, lukkast det å få nok DNA med god kvalitet frå 29 individ. Resultata viste at om lag 72 % av desse rømlingane gav treff på ein spesifikk merd (5-I), medan nokre få individ gav signal på seks andre merdar i området (Figur 3.8.2.2). Metoden



som ”frikjenner” ved å utelukke rømlingar frå anlegg, viste at mellom 25 og 29 av dei 29 rømlingane ikkje kunne ha opphav i 12 av merdane, og i tre andre merdar vart mellom 18 og 21 individ avviste. Også her var det ein merd som peika seg ut, og det var same merd som gav kraftig signal ved den fyrste testen. Berre sju av rømlingane hadde DNA-profil som utelukka dei frå denne merden, innafor gitt signifikansnivå (0.01).

Implementering og vidareutvikling

Utviklinga av metodar for identifisering av individ og grupper basert på DNA-teknologi, har gått veldig fort dei siste ti åra, og utviklinga held fram i høgt tempo. Presisjonen vert stadig betre, analysesetida vert kortare og kostnadane lågare. Kravet til kompetanse vert derimot stadig høgare, og heng vi ikkje med i utviklinga, er ein fort utdatert. Gjennom ein serie prosjekt, mellom anna TRACES, med støtte frå Noregs forskingsråd, har Havforskningsinstituttet saman med andre forskingsmiljø og forvaltningsetatar, etablert kompetanse og metodikk for identifisering av individ og grupper av laks. Dette utviklingsarbeidet er grunnlaget for sporing av rømlingar ved hjelp av DNA-profilar. Sporinga av rømt laks i Romsdalsfjorden har vist at det i mange tilfelle er muleg å identifisera opphavet til urapportert rømt laks og andre fiskeslag. Det blir no utforma prosedyrar som skal kvalitetssikra dei ulike trinna i gjennomføringa av sporing, dvs. innsamling av prøvar, genotyping,

statistisk arbeid og rapportering. Røminga i Romsdalsfjorden omfatta eit nokså lite tal anlegg. Imidlertid viser resultatane frå TRACES at også i langt større system, som Hardangerfjorden, er det tilstrekkeleg kraft i DNA-markørane til at urapportert røming kan sporast.

”Beredskapsmetoden” representerer ein svært kostnadseffektiv metode for å spora opphavet til urapportert rømt laks, samanlikna med t.d. ”snutemerkemetoden”. Snutemerkemetoden har likevel nokre fordelar som beredskapsmetoden manglar, t.d. identifisering av laks som har vore lenge på rømmen og er spreidd over store geografiske avstandar, og identifisering av ”drypplekkasjar”.

Utviklingsarbeidet på sporing av urapportert rømt laks vart lagt ned ved avslutninga av TRACES. Dersom fiskeriforvaltninga skal ha nytte av beredskapsmetoden også i framtida, er det heilt nødvendig å vidareutvikla metoden for å auka presisjonen, redusera analysestida og kvalitetssikra heile prosessen frå innsamling til leveranse. Samstundes må det etablerast ein reell beredskap både i forvaltninga og forskingsmiljøa. Denne må omfatta personell som på svært kort varsel kan reisa ut i felt for å samla inn rømlingar og referanseprøvar, og laboratoriekapasitet med personell som har høg kompetanse på akkurat dette analysearbeidet og er klar til å ta fat på arbeidet straks prøvane er mottekne.

Tracing Escaped Salmon

In 2003 the Ministry of Fisheries and Coastal Affairs initiated a process with the aim to find methods that could be used to tag farmed salmon and identify the origin of unreported escaped salmon. A national committee recommended that the “Stand-by” method and the “Coded Wire Tag” method were further developed to meet the requirements of a tagging system to identify unreported, escaped salmon. In autumn 2006, fishermen reported high numbers of escaped farmed salmon in the Romsdalsfjord, although none of the fish farms in the area had reported losses. The Directorate of Fisheries collected DNA samples of 29 escapees and from all sea cages with salmon of size that corresponded to the escapes in the area. Fifty reference samples from each of 16 cages in 7 farms were sampled and genotyped by DNA microsatellite markers. Statistical testing showed that between 25 and 29 of the 29 collected escapees could with high probability not have come from 12 of the 16 cages. A small number of escapees could not be excluded with high probability from three cages. Most interestingly however, was the fact that 72% of the escapees matched with the genotypes in one specific cage, and that only 7 of the escapees could with some certainty be excluded from this specific cage. This is the first time ever that the origin of unreported escaped salmon has been successfully traced by DNA markers.

3.8.3 ØKOLOGISKE INTERAKSJONAR MELLOM RØMT REGNBØGEAURE OG VILL LAKS OG SJØAURE

Produksjonen av regnbøgeaure (*Onchorhynchus mykiss*) i oppdrett har auka sterkt frå byrjinga av nittitalet. Dei siste åra har produksjonen lege mellom om lag 60 000 og 80 000 tonn. Eit stort tal regnbøgeaure rømer frå oppdrettsanlegga, og seinast i januar 2007 skal det ha rømt om lag 300 000 regnbøgeaure etter anleggshavari i Hordaland. Det finst lite skriftleg informasjon om dei økologiske interaksjonane mellom rømt regnbøgeaure og ville bestandar av laks og sjøaure. Vi berekna talet på rømt regnbøgeaure i Øyreselva, Hardangerfjorden, etter ei røming frå eit smoltanlegg i nærleiken, hausten 2005. Det var tydeleg overlapp i diettvalet hos regnbøgeauren og dei ville bestandane av laks og sjøaure. Større mengder oppvandra regnbøgeaure i vassdrag langs kysten kan få store økologiske fylgjer, og redusert produksjon av aure- og laksesmolt.

Figur 3.8.3.1

Nedste delen av elvelaupet i Øyreselva, oktober 2005.
Lowermost part of the studied stream, Øyreselv, October 2005.



Foto: Reidar Borgstrøm

Reidar Borgstrøm
reidar.borgstrom@umb.no

Øystein Skaala
oystein.skaala@imr.no

Regnbøgeaure høyrer til slekta stillehavs-laks, og har naturleg utbreiing i elvar i det nordlege Stillehavet. Arten er introdusert til Noreg i samband med fiskeoppdrett, og kan no påtreffast både i vassdrag og langs kysten mange stader i Noreg. Sjølv om regnbøgeauren gyt i fleire norske vassdrag, er det få døme på at han reproduserer. Det er òg døme på at regnbøgeaure har etablert bestandar etter utsetjing i norske vassdrag. Regnbøgeaure, aure og laksungar er alle territoriehevdande i rennande vatn, og dei beitar på botnlevande dyr og dyr frå land som driv med straumen. Sjølv om berre ein mindre del av det samla talet av rømlingane vandrar opp i elvane, kan det føra til negative konsekvensar for mellom anna lakse- og aureungar i elvane fordi den rømte fisken eller avkommet kan verta konkurrentar til ungar av andre laksefiskar. Sluttresultatet kan då verta redusert produksjon av lakse- og sjøauresmolt.

Rømt regnbøgeaure i saltvatn er ei viktig smittekjelde for lakselus, men elles er dei økologiske effektane av rømt regnbøgeaure i fjord- og kystområda lite kjende. Det er òg sparsamt med opplysningar om kva økologiske konsekvensar større mengder rømt regnbøgeaure kan få i vassdraga våre. Funn av sommargamle ungar av regnbøgeaure i Oselva, peikar på næringskonkurranse med lakse- og aureungar i elvar, og regnbøgeaure som gyt i elvane om våren kan øydeleggja gytegrøpene til laks og aure som inneheld egg og larver.

Regnbøgeaure i Øyreselva

I samband med årlege undersøkingar av ungfishbestandane av laks og sjøaure i Øyreselva mellom 1988 og 2007, har vi elektrofiska heile det om lag 375 m lange, sørlege elvelaupet (Figur 3.8.3.1). Regnbøgeaure dukka fyrste gong opp i 1999, og har seinare vorte registrert fleire gonger. I oktober 2005 var det eit særleg stort innslag av regnbøgeaure, med 51 fanga fisk (Figur 3.8.3.2). Næraste anlegg som produserer smolt av regnbøgeaure, ligg om lag 5 km unna, i same fjordsystemet. I september 2005 var det storflaum i elvar i Hardanger, og det førte til at det vart overlaup i oppdrettskara med regnbøgeaure.

Dei registrerte regnbøgeaurane i oktober 2005 var alle små (9–19 cm), hovudmengda var under 15 cm (Figur 3.8.3.3). Dette tyder på at dei neppe kan ha vore lenge i sjøen før dei har vandra opp i Øyreselva.

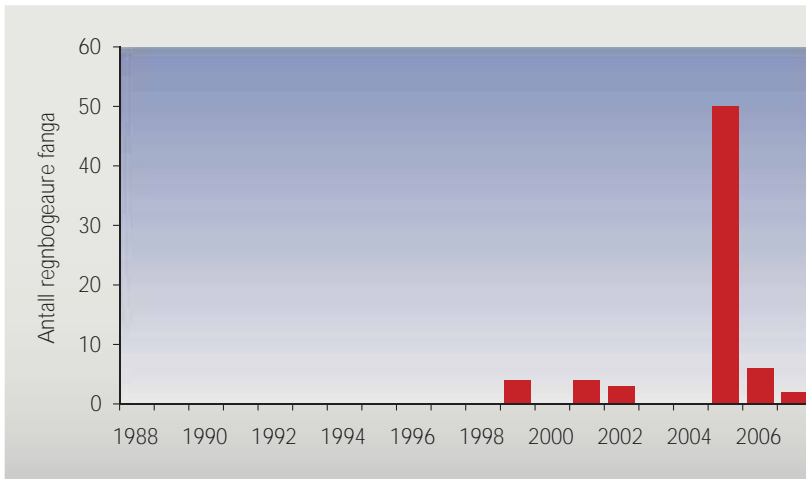
Kor mange regnbøgeaurar var det i elva?

Ut frå den generelle modellen for fangbarheit av aure ved elektrofiske i Øyreselva og samla fangst etter gjennomfisking i denne elva, kan vi berekna talet i kvar lengdegruppe hos aureungar og regnbøgeungar. Tilsvarande berekningar er òg gjort for lakseungane i Øyreselva. Samla tal av regnbøgeaure, eittåringar og eldre aure, og eittåringar og eldre lakseungar i Øyreselva i oktober 2005, vart etter desse modellane 162 regnbøgeaure, 769 aureungar og 196 lakseungar. Ut frå desse berekningane utgjer regnbøgeaure ein relativt stor del av alle eitt år og eldre aure- og lakseungar. Dette kjem òg tydeleg fram i Figur 3.8.3.3, som viser talet på fanga ungar av regnbøgeaure, aure og laks i lengdeintervallet 9–19 cm. Særleg innan lengdeintervallet 13,0–15,9 cm utgjer regnbøgeauren ein stor del av fiskeungane.

Diettval og næringskonkurranse

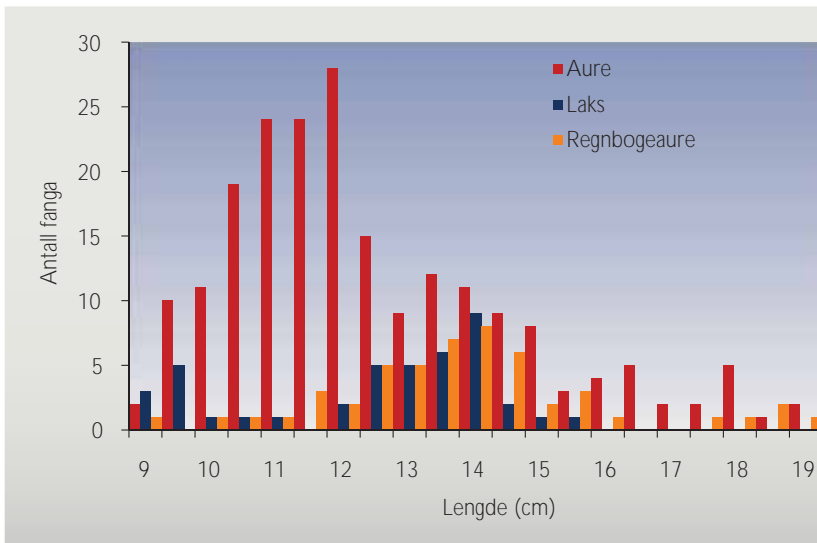
Vi tok mageprøver av individ frå alle tre artane frå innsamlingane i oktober 2005 og februar 2006. Det var liten skilnad mellom artane i gjennomsnittleg lengde (Tabell 3.8.3.1 og Figur 3.8.3.4).

Det var generelt lite mageinnhald i fiskane, men likevel stor skilnad mellom artane, og mellom dei ulike individa innan same art. Innan kvar art var det stor likskap i magefylling mellom oktober og februar. Magefyllinga var lågast hos lakseungane (Tabell 3.8.3.2).

**Figur 3.8.3.2**

Talet på regnbogeaurar registrert ved elektrofiske i Øyreselva om hausten i perioden 1988–2007. Oppdrettsanlegget i nærleiken starta med regnbogeure i 1999, og gjekk i 2000 heilt over til produksjon av regnbogeure.

Number of rainbow trout captured by electrofishing in the stream Øyreselv, in autumn 1988–2007. The nearest fish farm, started a rainbow trout production in 1999, and from 2000, rainbow trout was the only production.

**Figur 3.8.3.3**

Lengdefordelinga av ungar av regnbogeure, aure og laks i lengdeintervallet 9–19 cm, tekne ved elektrofisket i Øyreselva 25. oktober 2005.

Length distribution of rainbow trout, sea trout and Atlantic salmon in length-class 9–19 cm, captured by electrofishing in the stream Øyreselv, October 2005.



Foto: Reidar Borgstrøm

Figur 3.8.3.4

Lakseunge (øvt), regnbogeureunge (i midten) og sjøareunge (nedst), alle frå Øyreselva 25. oktober 2005.

Atlantic salmon (top), rainbow trout (in the middle), and sea trout parr (bottom), all captured by electrofishing in the stream Øyreselv, October 2005.

I oktober var mageinnhaldet hos aure og laks heilt dominert av fjørmygglarver, steinflugenymfer og vårflugelarver (Figur 3.8.3.5). Mindre enn 10 prosent av mageinnhaldet hos auren var landinsekt, og hos lakseungane utgjorde landinsekt endå mindre. Landinsekta var i hovudsak stripa orebladbill (Galerucella lineola). Også tidlegare er det funne at aure- og lakseungar i Øyreselva i hovudsak lever av vasslevande insekt, i fyrste rekkje fjørmygg, steinfluger, døgnfluger og vårfluger. Dietten til regnbogearen var heilt annleis enn hos dei to andre artane. Over 50 % av mageinnhaldet var plantemateriale (frø, mose etc.). Stripa orebladbill var nest viktigaste gruppe, og denne arten utgjorde over 25 % av mageinnhaldet. I tillegg var andre landinsekt representert i dietten til regnbogearen. Det kan nemnast at Kvinnherad er ein av dei kommunane der det er innmeldt skadar på gråorskog dei siste åra etter angrep av orebladilla.

Mageprøvane frå februar 2006 (Figur 3.8.3.6) viser at regnbogearen framleis tok langt meir plantedelar enn aure- og lakseungane, men no var det samstundes eit stort innslag av steinflugenymfer og vårflugelarver i dietten, det vil sei byttedyr som også aure- og lakseungane lever av.

Kva tyder næringskonkurranse?

Utsett aure (*Salmo trutta*) kan ta mykje plantedelar den fyrste tida etter utsetjing, men etter kvart lærer han å skilja mellom plantedelar og næringsdyr. Det store innslaget av plantedelar i mageinnhaldet hos regnbogearen i oktober 2005 kan difor tyda på at han nyleg er komen frå anlegg, og igjen tyder det på at noko av den rømde fisken frå anlegget i nærleiken har gått opp i Øyreselva. Sidan mageinnhaldet hos dei tre artane er langt meir samanfallede i februar enn i oktober, er det ein sterk indikasjon på at rømt regnbogeare etter kvart får ein diett som liknar mykje på dietten til aure- og lakseungar. Større mengder rømt regnbogeare som vandrar opp i elvar vil difor kunna verta konkurrentar til aure- og lakseungar, og såleis også kunna føra til redusert vekst og produksjon hos desse to artane.

Økologisk samhandling

Forsøk har vist at ein ikkje-stadeigen fiskeart (regnbogeare) kan endra næringsopptaket til den lokale laksefiskarten (Dolly Varden-røye, *Salvelinus malma*), og dessutan medføra ein kaskadeeffekt i heile økosystemet. I eit av forsøka tok regnbogearen heilt over tilgangen på landinsekt, noko som førte til at landbyttedyr i dietten til Dolly Varden-røya gjekk ned med over 75 %, både på eksperimentelle strekningar og i fleire andre lokalitetar. Veksten hos røya gjekk ned med over 30 %, og sjølv

Tabell 3.8.3.1

Tal og gjennomsnittleg lengde i cm (SD) av aureungar, regnbogeare og lakseungar. Number and mean length (\pm SD) of sea trout, rainbow trout and Atlantic salmon parr, captured in the stream Øyreselv for diet analyses, October 2005 and February 2006.

	Aure	Regnbogeare	Laks
Antal fisk oktober 2005	16	15	7
Lengde (\pm SD) oktober 2005	12.9 (\pm 2.4)	14.3 (\pm 2.3)	12.9 (\pm 2.0)
Antal fisk februar 2006	11	6	6
Lengde februar 2006	14.1 (\pm 1.7)	13.0 (\pm 1.6)	14.0 (\pm 0.5)

Tabell 3.8.3.2

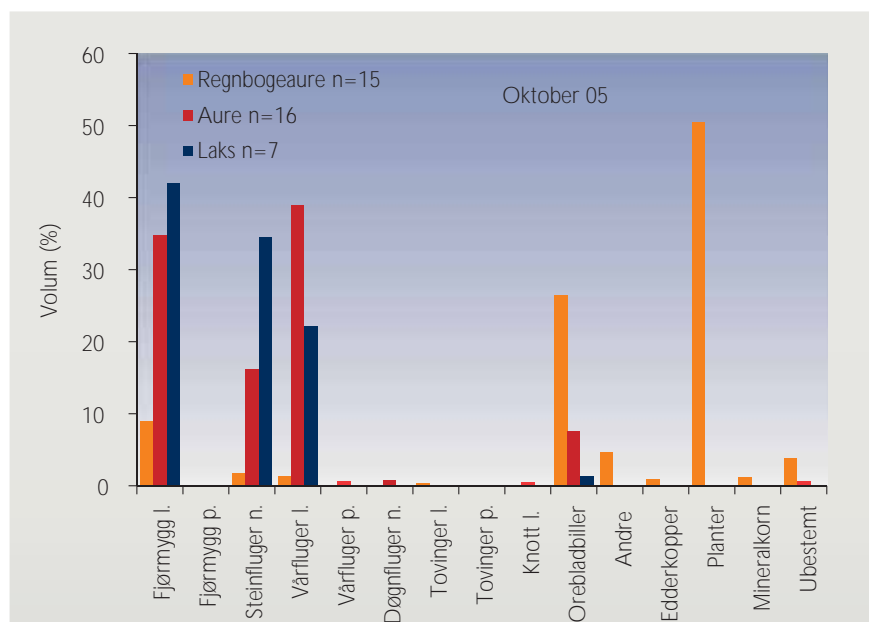
Gjennomsnittleg magefylling (volumprosent) (\pm SD) hos aure-, regnboge- og lakseungar tekne i Øyreselva i oktober 2005 og februar 2006.

Mean stomach filling (volume %) (\pm SD) of sea trout, rainbow trout and Atlantic salmon parr, captured in the stream Øyreselv, October 2005 and February 2006.

	Aure	Regnbogeare	Laks
Magefylling (\pm SD) 25. okt. 2005	26.7 (\pm 14.0)	21.6 (\pm 11.0)	10.9 (\pm 8.5)
Magefylling (\pm SD) 1. febr. 2005	26.6 (\pm 28.0)	21.0 (\pm 10.3)	10.5 (\pm 11.2)

på strekningar der det var låg tettleik av regnbogeare gjekk biomassen av røye ned med over 75 %. Sidan landinsekta vart etne av regnbogearen, førte dette til at Dolly Varden-røya, som i stor grad hadde beita på desse, no måtte gå over til å ta meir elvelevande insekt. Dermed vart det færre klekkande insekt i elva. Dette fekk fylgjer for økosystemet på land, mellom anna for edderkoppdyr i skogbotnen som levde av insekt frå elva. Dei økologiske interaksjonane mellom regnbogeare og Dolly Varden-røye kan ikkje utan vidare overførast til interaksjonar mellom regnbogeare, laks og aure, særleg fordi røyer kan vera konkurransesvake artar i høve

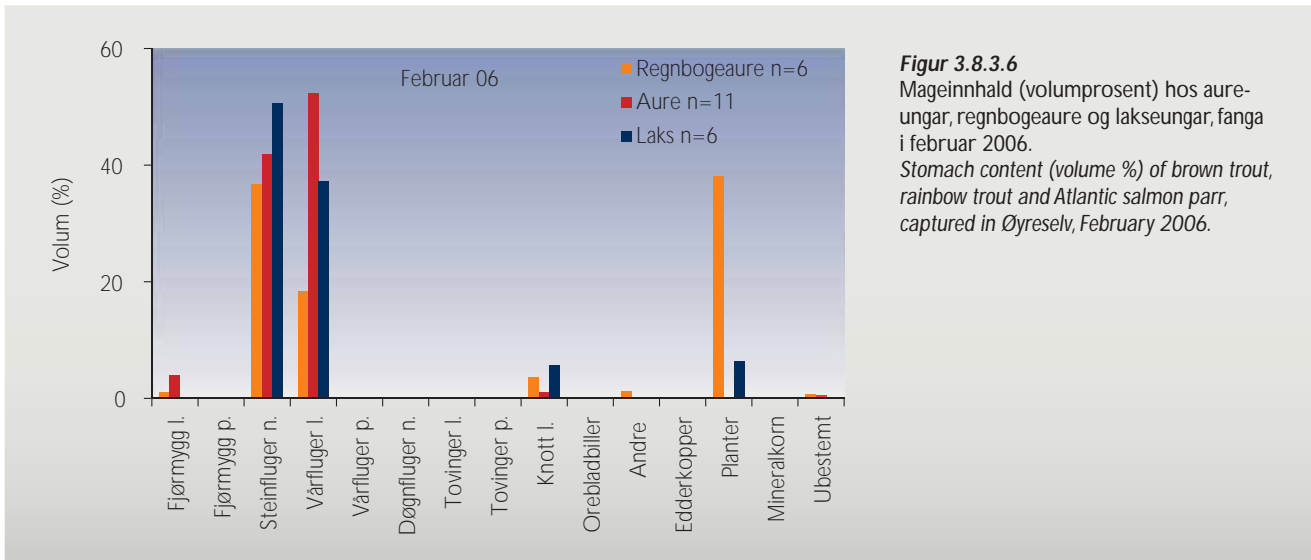
til aure på rennande vatn. Dette vart t.d. påvist i studiar av bekkerøye og aure som vart gjennomførte i vassdrag i Øyfjell i Telemark. Her vart bekkerøya utkonkurrert på strekningar der auren kunne leva, mens bekkerøya klarte seg i dei kalde kjeldebekkane. Med det store næringsoverlappet mellom regnbogeare-, aure- og lakseungar i Øyreselva, er det likevel ut frå andre undersøkingar god grunn til å konkludera med at større mengder oppvandra regnbogeare i vassdrag langs kysten får store økologiske fylgjer, og at dette mellom anna også kan føra til redusert produksjon av aure- og laksesmolt.



Figur 3.8.3.5

Mageinnhald (volumprosent) hos aure-, regnbogeare- og lakseungar, oktober 2005.

Stomach content (volume %) of brown trout, rainbow trout and Atlantic salmon parr, captured in Øyreselv, October 2005.



Figur 3.8.3.6

Mageinnhald (volumprosent) hos aure-ungar, regnbogeaure og lakseungar, fanga i februar 2006.

Stomach content (volume %) of brown trout, rainbow trout and Atlantic salmon parr, captured in Øyreselv, February 2006.

Ecological Interactions between escaped Rainbow Trout and Juveniles of Seatrout and Salmon

Since 1998, juvenile rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*, have been captured annually in Øyreselv, a small regulated stream entering the Hardangerfjord in Mauranger. The stream is inhabited by seatrout, *Salmo trutta*, and Atlantic salmon, *Salmo salar*. In October 2005, the estimated number of rainbow trout in the stream was 162. The

captured fish were in length-class 9–19 cm, and were probably escapees from the nearest freshwater farm producing rainbow trout for the fish farming industry. The rainbow trout made up a substantial part of the total number of one year and older fish in the stream. As distinct from the diet of seatrout and Atlantic salmon parr, the diet of the rainbow trout in October 2005 mainly consisted of plant material and terrestrial insects, indicating a recent escape.

In February 2006, however, the diet of rainbow trout was very much similar for all three species, mainly consisting of benthic insects. Since the total number of escaped rainbow trout from Norwegian fish farms annually may count several hundred thousand individuals, of which a part will ascend rivers, the escaped rainbow trout may reduce the production of seatrout and Atlantic salmon smolt due to competition and ecological interactions.

3.9

Miljøvirkninger av havbruk og havbeite

3.9.1 LANGTIDSEFFEKTER AV STORSKALA UTSETTING AV HUMMER?

I forbindelse med et storskala utsetningsprosjekt med hummer på Kvitsøy på 1990-tallet, ble det ikke funnet genetiske endringer verken på utsatte hummerunger eller på den ville bestanden i området. Forsøk gjort i etterkant viser imidlertid at avkom fra vill rognhummer har betydelig høyere overleving enn avkom fra utsatt rognhummer. Det er derfor viktig å avklare eventuelle langtidseffekter av havbeite med hummer. Både den genetiske strukturen i den lokale hummerbestanden på Kvitsøy og sammensetningen av områdets fauna blir nå sammenlignet over en 20-årsperiode.

Knut E. Jørstad
knut.joerstad@imr.no

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

Eva Farestveit
eva.farestveit@imr.no

Ole Ingar Paulsen
ole.ingar.paulsen@imr.no

Rømt oppdrettslaks og negative virkninger på de ville stammene har vært diskutert i flere ti-år. I noen tilfeller blir rømmingene betraktet som utilsiktet utsetting, men i flere tilfeller er det også blitt sammenlignet med havbeite og kultiveringsarbeid. Ved rømming fra oppdrettsanlegg eller havbeite er det en risiko for negative genetiske effekter på de ville stammene. I forbindelse med de storskala hummerforsøkene på Kvitsøy ble det derfor gjennomført genetisk karakterisering og overvåking.

Tidligere genetiske undersøkelser

En forutsetning for å vurdere eventuelle genetiske påvirkninger på vill hummer i forbindelse med hummerutsettingene på Kvitsøy, var å kartlegge den ville hummeren i området genetisk (Figur 3.9.1.1). Dette arbeidet ble gjort på 1990-tallet, og var basert på proteiner med begrenset genetisk variasjon. Undersøkelsene ble gjort på ulike stadier i produksjonen av hummerunger (Figur 3.9.1.2). De årene det ble tatt ut vill rognhummer til produksjon av hummerunger, tok vi også prøver av vill hummer. Rognhummerne ble sendt til hummerklekkeriet på Kyrksæterøra og brukt til produksjon av hummerunger. Etter klekkingen ble det tatt prøver av hver rognhummer før de ble sendt tilbake til Kvitsøy og satt ut igjen i sitt opprinnelige miljø. Vi tok også prøver av hummerungene før utsetting på Kvitsøy. Alle prøvene ble genetisk analysert og sammenlignet for å se om det hadde skjedd genetiske endringer i løpet av

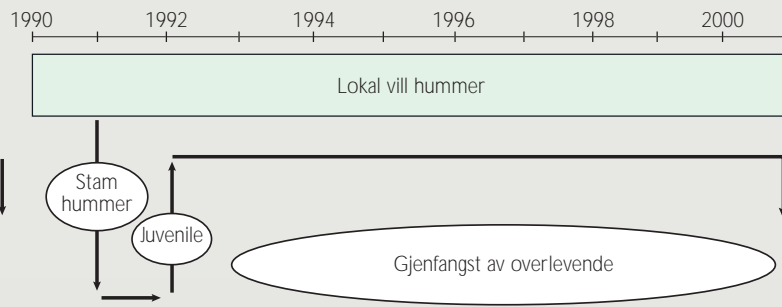
Foto: Eva Farestveit



Figur 3.9.1.1

Små utsetningsklare hummere. I perioden 1990 og fram til våren 1994 ble det satt ut 128 000 klekkeri produserte hummerunger på Kvitsøy i Rogaland.

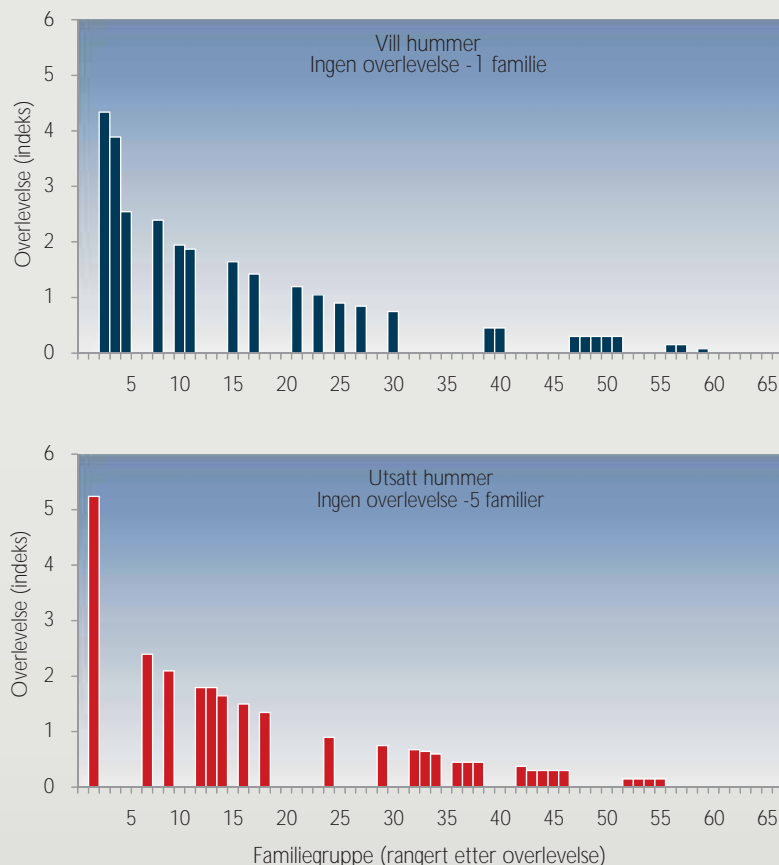
Small lobsters ready for release. In the period from 1990 to spring 1994, 128 000 hatchery produced lobster juveniles were released at the Kvitsøy island in Rogaland.



Figur 3.9.1.2

En skjematisk oversikt over det genetiske overvåkingsprogrammet som ble iverksatt i tilknytning til utsettingsprosjektet med hummer på Kvitsøy. Genetiske prøver er tatt av lokal vill hummer, stamhummer brukt i klekkeriet, hummerunger (juveniler) produsert og satt ut, og gjenfangst av disse i det kommersielle fisket. Stamhummer ble gjenutsatt på Kvitsøy etter klekking. Stikkprøver av hummer er også gjort etter 2001.

*An overview of the genetic monitoring program established in the large-scale release project with European lobster (*Homarus gammarus*) at Kvitsøy. Genetic samples were collected from the wild local stock, the brood stock used, produced and released juveniles, and recaptures of the survivors in the commercial fishery. Females used as broodstock were released back at Kvitsøy after hatching. Samples of lobster in the commercial landings have continued also after 2001.*



Figur 3.9.1.3

Overlevelse (indeks) av larver fram til IV-stadiet (stadiet de begynner å bunnslå) fra ulike mødre med ulikt opphav; Kvitsøy vill hummer og Kvitsøy utsatt hummer. *Survival (index) of larvae until stage IV (before settling) from wild and previously-released female lobsters sampled at Kvitsøy.*

produksjonen. Vi fant ingen indikasjoner på genetiske endringer gjennom produksjonsprosessen, dette ble også bekreftet for to andre produksjonsår. Vi gjorde også sammenligninger med et prøvemateriale av vill hummer fra 1991 (før utsetting) og fram til 2000. Heller ikke i dette materialet fant vi statistisk sikre endringer i den genetiske sammensetningen i perioden etter utsettingene av kunstig produserte hummerunger.

I tilknytning til hummerutsettingene på Kvitsøy gjennomførte vi kontrollerte forsøk i perioden 1998–2000. Etablering av et lokalt hummerklekkeri aktualiserte flere andre studier der vill rognhummer ble sammenlignet med rognhummer fra utsettingene. Et sentralt spørsmål var om avkom fra opprinnelig klekkeriproduert rognhummer var like levedyktig som avkom fra vill hummer i området. Forsøkene ble gjennomført som en del av et større EU-prosjekt – ”Genetics of European Lobster”. I dette prosjektet ble det utviklet nye DNA-metoder. Vi kunne dermed sammenligne avkom i felles kar-eksperimenter hvor nyklekkede larver fra forskjellige typer rognhummer ble blandet i samme kar. Disse ble senere identifisert til familiegruppe ved hjelp av mikrosatellitt DNA-analyser. Resultatene viste at i larvefasen hadde avkom fra vill hummer klart høyest overleving (Figur 3.9.1.3). Et lignende oppsett ble brukt for å sammenligne overleving i perioden fra larver til hummerunger, og også her viste avkommet fra vill, naturlig rognhummer høyest overleving.

Pågående genetiske undersøkelser

De tidligere genetiske undersøkelsene i hummerutsettingene var basert på genetiske variasjoner i proteiner. Det ble ikke påvist genetiske endringer i den ville bestanden i området over en tiårsperiode. Samtidig påviste vi at avkom fra klekkeriproduerte rognhummer hadde lavere overlevelse enn avkom fra ville rognhummer. Det er derfor viktig å undersøke om utsettingene har ført til genetiske endringer i bestanden på Kvitsøy på et senere tidspunkt.

De nye mikrosatellitt DNA-metodene representerer et mer presist redskap til å studere dette i detalj. Det foreligger et stort prøvemateriale på Kvitsøy-hummer, både fra PUSH-perioden (1990–1997) og senere. De siste årene har vi supplert materialet gjennom prøvetaking i høstfisket, og inkluderer også prøver av både vill og klekkeriproduert rognhummer. Mikrosatellittanalysemetodene er etablert i samarbeid med Queens University i Belfast, og brukes nå i studier av DNA-profiler i prøver samlet inn fra 1991 og fram til

i dag. I første omgang vil vi undersøke mulige genetiske langtidsendringer etter utsettingene. Det er også aktuelt å se om det er mulig å påvise bidraget i rekrutteringen i bestanden som skyldes det store antallet klekkeriprodusert rognhummer. Slike data vil være svært nyttige for å vurdere genetiske effekter av utsettinger på en lokal bestand. Dette vil også kunne gi grunnleggende kunnskap om mulighetene til å gjenoppbygge en redusert bestand ved hjelp av kultiveringstiltak. Her representerer hummerforsøkene på Kvitsøy en unik mulighet til å undersøke langtidsvirkningene av utsettingen.

Effekter på faunasammensetning

Utsettinger av klekkeriproduserte dyr kan gi andre effekter på økosystemet enn endringer i genetikk. Noen av disse effektene er vurdert og undersøkt i utsettingsprosjektet med hummer på Kvitsøy. Det er blant annet viktig å avklare eventuelle langtidseffekter utsettinger av produserte hummerunger kan ha på områdets fauna. Havforskningsinstituttet har gjennomført undersøkelser med åleruser og hummer-teiner over flere år på Kvitsøy, men også i utvalgte områder langs norskekysten.

Disse andre områdene gir viktige referansedata i sammenligning med utsettingsområdet på Kvitsøy.

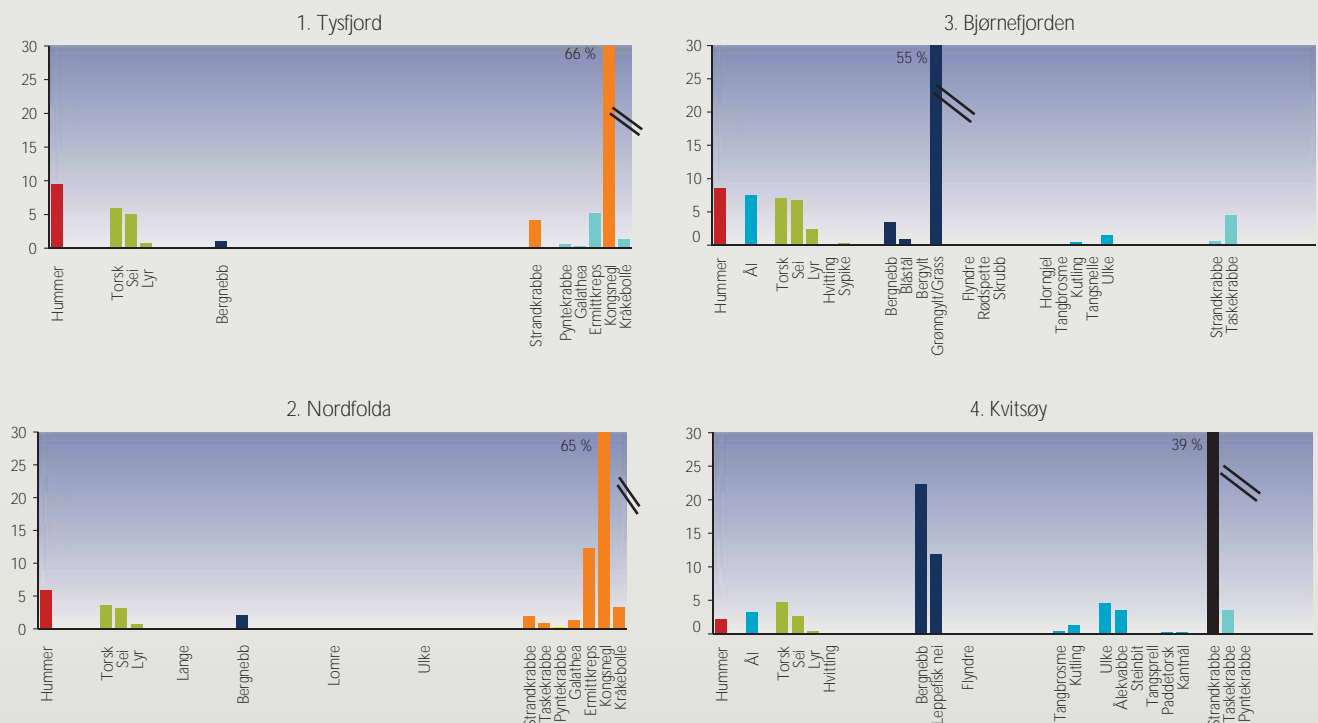
Artsammensetningen i et utvalg av områder er vist for september/oktober 2000 (Figur 3.9.1.4). I Tysfjord og Nordfolda er det kongsnegl som dominerer, mens i referanseområdet Bjørnefjorden (relativt nær Kvitsøy) dominerer bergnebb i fang-

stene. På Kvitsøy ble det satt ut nærmere 128 000 produserte hummerunger, og her er det tre arter som fanges mest; bergnebb, berggylte og strandkrabbe. All informasjon som vi har samlet inn over flere år og sesonger, skal nå sammenstilles for å sette fokus på mulige endringer i artsdiversitet. Dette er også viktig informasjon for å øke kunnskapen om økosystemet i fjordsystemer generelt.

Long-term Effects from Large-scale Release of Lobster

The large-scale release experiment with lobster in the Kvitsøy islands, represent an unique opportunity to study potential long-term effects in a local stock. The first genetic investigations, based on protein variations, revealed no genetic changes through the hatchery production of lobster juveniles, and no changes were detected in the wild stock. Later studies, however, showed that offspring

from wild berried females have significant better performance (survival) compared to offspring from cultured females. Therefore, it is important to investigate the long-term effects of the lobster release at Kvitsøy. The ongoing work is based on modern DNA microsatellite analyses, and the genetic structure in the local lobster stock and the fauna composition in the area, are now compared over a 20 year period.



Figur 3.9.1.4

Artsammensetning i prosent av ulike arter fanget i løpet av 3–4 dager i september/oktober 2000 i Tysfjord, Nordfolda, Bjørnefjorden og Kvitsøy. Det er kun på Kvitsøy det er satt ut produserte hummerunger.

Species composition in percent captured during 3 to 4 days in September/October 2000 in Tysfjord, Nordfolda, Bjørnefjorden and Kvitsøy. Hatchery-produced lobster juveniles have only been released at Kvitsøy.

Kvitsøyutsettingene

I perioden 1990 og fram til våren 1994 ble det satt ut 128 000 klekkeriproduserte hummerunger på Kvitsøy i Rogaland. Dette området ble valgt ut som prioritert område for storskalautsetting av hummerunger. Rogaland har tidligere vært et av de viktigste hummerområdene, og øygruppen Kvitsøy ytterst mot havet i Boknafjorden er kjent for lange tradisjoner med hummerfiske. Formålet for utsettingene var å vurdere om kultiveringstiltak – utsetting av klekkeriprodusert hummeryngel – kunne brukes til å styrke svake lokale bestander. Videre ville en bruke gjenfangstdataene som grunnlag for å vurdere potensialet for et kommersielt havbeite på hummer. Hum-

merungene var merket slik at de senere kunne identifiseres i det kommersielle fisket. De lokale fiskerne var med på en del av utsettingene. De første utsatte hummerne ble gjenfanget 3–4 år etter utsetting. I tiden etterpå økte andelen utsatt hummer i fangstene betydelig. Ved årsskiftet 1997/1998 utgjorde den 43 % av all lovlig fangst på Kvitsøy, og i 2004 og 2005 utgjorde den henholdsvis 20 og 10 % av prøver av den lovlige fangsten. I alt ble 7 950 havbeitehummere (derav mer enn 1 500 rognhummere) gjenfanget. Disse utgjør et enestående grunnlagsmateriale for sammenligning mellom vill og utsatt hummer. Det er også undersøkt hummer fra ulike områder rundt Kvitsøy, som Karmøy, Bokn, Rennesøy og Rott. Det er ikke funnet merket hummer som har vandret

ut fra Kvitsøy-området. Merkeforsøkene på Kvitsøy tyder foreløpig på svært liten lokal vandring.

I oppstarten av prosjektet ble det etablert en egen styringsgruppe med Fiskerisjefen i Rogaland som leder, og med representanter fra både forvaltningen (Fiskeridirektoratet), forskning (Havforskningsinstituttet, PUSH-sekretariatet), Kvitsøy kommune og næringen (Kvitsøy fiskarlag, Rogaland fiskarlag). Det ble tidlig etablert et godt og nært samarbeid mellom forskningen og de lokale interessene på Kvitsøy. Et aktivt og interessert fiskarlag og en deltidsansatt konsulent på hummer i Kvitsøy kommune, la grunnlaget for den lokale organisering og praktisk gjennomføring av prosjektet.

Havbeite som en næring; regulert under akvakulturloven

Havbeite har vært et forskningsområde ved Havforskningsinstituttet de siste 15 årene, både når det gjelder arter som inngikk i det tidligere havbeiteprogrammet PUSH og utviklingsarbeid på stort kamskjell. Forskningsarbeidet har vært et viktig grunnlag for både etablering av havbeiteoven og forskriftene til loven.

Havbeite omfatter "utsetting og gjenfangst av krepsdyr, blautdyr og pigghuder", og formålet er å bidra til å utvikle ny kystnæring innenfor rammen

av en balansert og bærekraftig utvikling. Havbeiteoven ble vedtatt desember 2000, og de første konsesjoner ble gitt i slutten av 2004. Fra januar 2006 har kommersielt havbeite vært regulert av den nye akvakulturloven. Stort kamskjell (*Pecten maximus*) og europeisk hummer (*Homarus gammarus*) er de artene som i første omgang er aktuelle for havbeite. Artene er veldig forskjellige når det gjelder habitatvalg (miljøet de lever i) og biologi, noe som gjenspeiles i ulik driftsform.

I akvakulturloven er det krav om økt kunnskap relatert til virkninger av havbeiteaktiviteter på miljø og bæreevne, genetisk interaksjon med ville bestander, sykdomsrisiko og økologiske effekter. På disse fagområdene må kunnskapen styrkes for å kunne møte spørsmål og krav om råd som vil komme fra forvaltningen. Det vil også være en forutsetning for å kunne oppfylle lovens formål om "... å bidra til at havbeite kan få ei balansert og bærekraftig utvikling og bli ei lønsom kystnæring."

3.9.2 ØKOLOGISKE EFFEKTER I SKJELLDYR KING

Vi forventer økt produksjon i norsk skjellnæring, og for å utvikle en bærekraftig næring trenger vi bedre kunnskap om sammenhengene mellom miljø og skjellproduksjon. For å finne ut mer om denne sammenhengen og for å utvikle modeller som kan brukes til å studere bæreevne ved skjelldyrking, har Havforskningsinstituttet startet et prosjekt kalt CANO (Carrying capacity in Norwegian Aquaculture).

Øivind Strand

oivinds@imr.no

Tore Strohmeier

tores@imr.no

Jan Aure

jana@imr.no

I CANO samarbeider Havforskningsinstituttet med flere internasjonale partnere innen områder som fødeopptak og vekst hos skjell, planteplankton i skjellanlegg, fjordøkologi og utvikling av modeller for å bedre forståelsen for sammenhenger mellom miljø og produksjon i skjelldyrking. Denne kunnskapen blir viktig i rådgivning til både forvaltning og næring innen spørsmål om lokalisering, produksjonsstrategier og økologiske effekter ved skjelldyrking.

Hvor mye mat er nok for skjell?

Planteplankton er den viktigste føden for skjell og mengden varierer mye gjennom året. Dersom vi sammenligner konsentrasjonen av planteplankton med andre farvann der det dyrkes mye skjell, er konsentrasjonene i kyst- og fjordområder på Vestlandet relativt lave. Det skyldes begrenset tilgang på næringsalter i sommerhalvåret og lite lys om vinteren. Vi har likevel mange gode, naturlige forutsetninger og et enormt potensial for dyrking av skjell hvis vi skaffer oss kunn-

skap slik at vi kan tilpasse produksjonen til bæreevnen.

Kunnskap om spiseatferd hos skjell som har tilpasset seg lave fødekonsentrasjoner har manglet fordi det tidligere er brukt skjell fra områder med relativt høye fødekonsentrasjoner til å undersøke spiseatferd ved lave konsentrasjoner. Disse arbeidene har konkludert med at blåskjell slutter å spise når konsentrasjon av føde kommer ned på det nivået som vi ofte opplever i våre fjorder og kystfarvann. I tillegg til at fødekonsentrasjonen som tilføres dyrkingsanlegg kan være lave, vil skjell som er plassert nedstrøms i et anlegg, motta vann som allerede er ”spist av”, og dermed få enda lavere konsentrasjon av føde. Behovet for økt kunnskap om skjellenes spisevaner når fødekonsentrasjonen er lav og behovet for å kunne forstå når skjell har nok mat, har vært bakgrunn for de viktigste forsøkene vi har gjort i prosjektet så langt.

God appetitt

Skjellene spiser ved å filtrere ut partikler fra sjøvann som de pumper over gjellene. Partikler som fester seg til gjellene, føres til munnen ved hjelp av små bevegelige hår (cilier). Vi har undersøkt spiseatferden gjennom nesten et helt år og undersøkt fødeopptak i tilfeller med mye og lite mat, god og dårlig matkvalitet og ved lave og

Figur 3.9.2.1

Forsøkskammer som brukes til å måle blåskjellenes opptak av fødepartikler. *Experimental chambers used to measure feeding in mussels.*

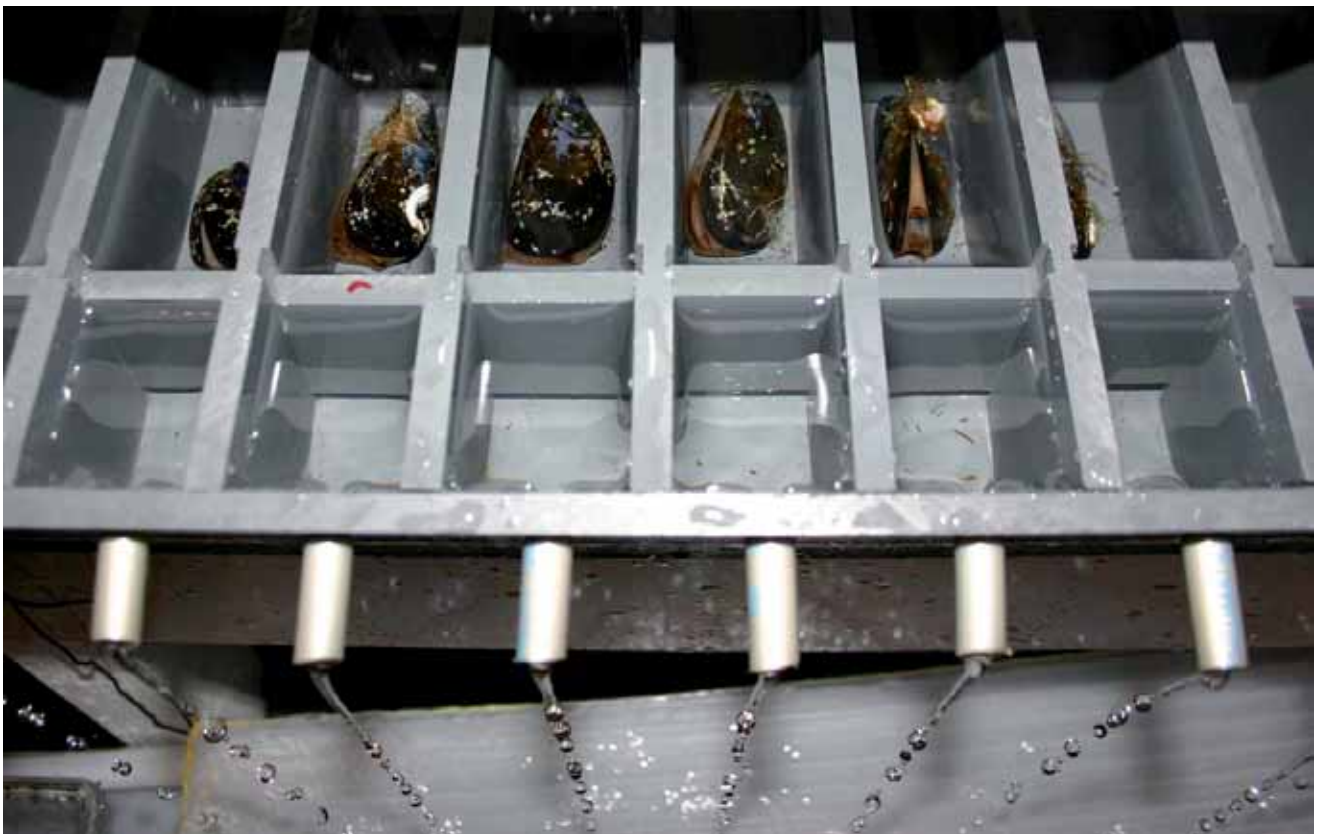
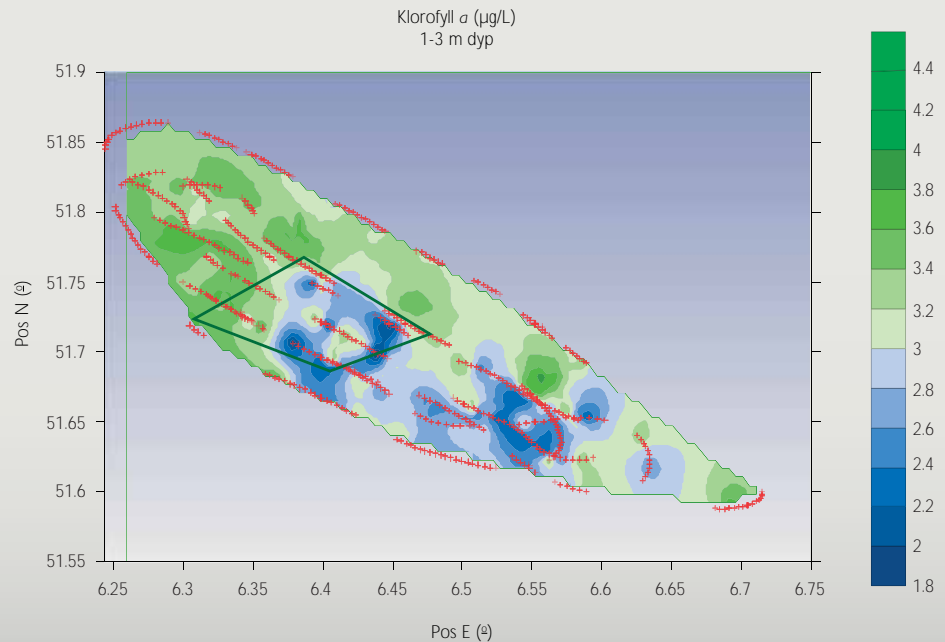


Figure 3.9.2.2

Konsentrasjon av klorofyll a (plantep plankton biomasse) i 1–3 meters dyp i et område med et blåskjellanlegg (avgrenset innenfor mørkegrønn linje). Chlorophyll a concentration at depths of 1–3 meter in an area with a mussel farm (inside dark green line).



høye temperaturer. Dette er utført både i kontrollerte forsøk med naturlig føde og i feltforsøk. I laboratoriet måler vi hvor mye skjellene spiser (Figur 3.9.2.1), hvor mye mat de tar opp og hvor mye de forbrenner (metabolisme). Denne kunnskapen om skjellenes energiutbytte bruker vi til å regne ut hvor mye mat skjell trenger til ulike tider av året for å ”trives” og vokse. Vi har funnet at kamskjell og blåskjell som er tilpasset vårt miljø, spiser ved betydelig lavere konsentrasjoner enn det man tidligere har trodd. ”Våre” kamskjell og blåskjell pumper vann jevnt og trutt og er alltid klar til å spise, selv ved de svært lave fødekonsentrasjonene om vinteren. Kamskjellene er vanligvis både mer ”glupske” og spiser hurtigere enn blåskjell, bortsett fra når det blir mye føde, som for eksempel under oppblomstring av planteplankton om våren. Da reduserer kamskjellene vannpumpen. Det kan skyldes at det ikke er plass til mer mat i mage og tarm. Verken kamskjell eller blåskjell lar seg nevneverdig forstyrre av endringer i matkvalitet eller store temperaturforskjeller. De har kort og godt samme gode appetitt året rundt. Bedre kunnskap om sammenhenger mellom miljø, fødetilbud og fødeopptak hjelper oss med å finne gode steder å dyrke skjellene samt gi oss kunnskap om hvor mye skjell vi kan ha på en lokalitet.

Fødetilgang i blåskjellanlegg

Skjell har en formidabel evne til å filtrere partikler fra vannmassene. I skjellanlegg med et stort antall skjell kan for sterk fjerning av partikler føre til lavere vekst og kvalitet. Det er ikke uvanlig med lavere vekst hos skjell i midtre deler av anlegg hvor skjellene hyppigst mottar vann som allerede er ”spist av”. Vi har derfor sett på hvordan utforming, skjellbiomasse

og fordeling av skjell i anlegg påvirker fødetilgang, vekst og kvalitet. For å kunne etablere drift som gir best mulig vekst og kvalitet, samtidig som dyrkingen er tilpasset bæreevnen i området, er det viktig med bedre forståelse for hvordan planteplankton fjernes fra vannet som passerer gjennom skjellanlegg. Videre vil kunnskap om fysisk blanding og/eller biologisk omsetning av planteplankton i vannmasser som forlater skjellanlegg være nødvendig for å vurdere avstand mellom anlegg for at de ikke skal påvirke hverandre i negativ retning.

Vannmasser som passerer gjennom et blåskjellanlegg og blir ”spist av”, kan få endret konsentrasjonen av føde i løpet av timer. Det er fordi tidevann og vind kan endre mengden av planteplankton. For å kunne fange opp disse endringene i fødekonsentrasjonen, bruker vi en slepesonde med instrumenter som måler planteplanktonkonsentrasjon, partikler, temperatur, salt holdighet, dyp og posisjon (1–2 målinger hvert sekund). Sonden slepes etter en båt og pendler opp og ned i de dyp hvor skjellanlegget er plassert, mellom bærelinene og i omkringliggende områder med størst utstrekning i hovedstrømretningene. Slik samler vi data med høy frekvens i en romlig fordeling som er tilstrekkelig til å fremskaffe ny kunnskap om hvordan skjellanlegg med ulik utforming og biomasse påvirker fødekonsentrasjonene i og omkring et skjellanlegg.

I 2007 undersøkte vi to bøyestrekkanlegg i Åfjord (Sør-Trøndelag) og ett rørsystemanlegg i Høgsfjorden (Rogaland). Figur 3.9.2.2 viser hvordan konsentrasjon av klorofyll a ble redusert i vannet som passerer et skjellanlegg. I dette tilfellet

er det også målt lavere konsentrasjoner i områder nedstrøms fra anlegget. I det videre arbeidet vil vi prøve å klargjøre betydningen av slik påvirkning for produksjonen i skjellanlegg og hvilke prosesser som er viktig for omsetningen av planteplankton nedstrøms fra skjellanlegg.

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. Mussels have a remarkable capacity to filter the water column and may become food limited when cultured in large populations. In order to study the magnitude and spatial scale of phytoplankton depletion in regions of intensive mussel farms, we use a towed vehicle that permits high frequency measurements of the biophysical properties of the water column. Phytoplankton depletion was detected in two longline mussel farms in the Åfjord and one in the Høgsfjord. This work will be continued to study depletion in mussel farms under different oceanographic conditions and quantify the regeneration processes of depleted phytoplankton.

3.9.3 EFFEKTER AV ORGANISKE UTSLIPP OG MILJØSYSTEMBASERT FORVALTNING AV AKVAKULTUR

Etter mange år med oppdrett kan vi oppsummere det vi vet om miljøvirkningene av de organiske utslippene fra akvakultur. Det gjelder særlig effekter på bunnen og vekst av alger. Denne kunnskapen er viktig, fordi det i dag stilles krav om at naturen skal forvaltes på egne premisser og at vi setter de menneskelige påvirkningene inn i en større sammenheng. Slik økosystembasert forvaltning forutsetter at vi forstår prosessene i naturen og hvordan vi påvirker dem.

Figur 3.9.3.1

Siktet bunnprøve fra oppdrettsanlegg. De røde "trådene" er børstemakk og de største rundingene er irregulære kråkeboller. Sieved benthic sample from under a fish farm. The red "treads" are polychaets and the largest objects are irregular sea urchins.

Arne Ervik
arne.ervik@imr.no

Tina Kutti
tina.kutti@imr.no

Siri Aaserud Olsen
siri.aaserud.olsen@imr.no

Pia Kupka Hansen
pia.kupka.hansen@imr.no

Jan Aure
jan.aure@imr.no

Et oppdrettsanlegg er et åpent system. Bare notveggen skiller vannet inne i merdene fra vannet utenfor. Med unntak av den fisken vi høster, havner alt som kommer ut i merdene i omgivelsene, og vil i større eller mindre grad påvirke miljøet. Som annen menneskelig aktivitet har også oppdrett en kostnad i forhold til miljøet, og det er viktig at vi kan tallfeste miljøpåvirkningen og holde den innenfor forsvarlige og akseptable rammer. De påvirkningene som myndighetene for tiden anser som de viktigste, er genetisk påvirkning av ville bestander, smittespredning, effekter av legemidler og kjemikalier samt miljøvirkninger av organisk stoff. Viktige spørsmål er om

påvirkningene er varige eller ikke, hvilke systemer som blir berørt og hvor stor utstrekning påvirkningene har.

Effekter av organisk utslipp

De siste 35 årene har mye endret seg i norsk oppdrettsnæring, også miljøpåvirkningene. De første anleggene var små og lå på grunt vann med dårlig vannutskiftning. Den lave produksjonen – mellom 50 og 250 tonn per år – begrenset mengden organisk utslipp (spillfôr og fekalier) fra hvert anlegg, men förfaktoren (antall kg fôr som trengs for å produsere en kg fisk) var høy og lokalitetene plassert slik at det organiske materialet ofte akkumulerte i hauger under merdene. Under slike forhold blir en stor del av det organiske materialet omsatt av bakterier. Dersom det tilføres store mengder organisk materiale, forbrukes alt oksygenet. Deretter produseres det giftig hydrogensulfid, og dermed forsvinner bunndyrene. Andre bakterier produserer metan og karbondioksid som kan boble opp fra sedimentet. Boblene inneholder hydrogensulfid, og bakterier og andre partikler kan klebe til utsiden. Slike dårlige bunnforhold får konsekvenser for fisken i merdene, og derfor ble merdene flyttet ut på dypere og mer eksponerte lokaliteter,

Foto: Arne Ervik



**Figur 3.9.3.2**

Måling av redokspotensial i bunnen under oppdrettsanlegg som en del av miljøovervåking.

Measurement of redox potential in sediment as part of monitoring.

tang og tare fra grunnere områder. Organisk materiale danner grunnlaget for dyrelivet på bunnen, men de naturlige tilførslene er små, og dyrene er vanligvis begrenset av næringsmangel. Rundt matfiskanlegg er tilførselen både mer konsentrert og relativt stabil, og lokalt kan det gi en sterk økning i mengde og biomasse av bunndyr.

I en forvaltningsmessig sammenheng er det ønskelig å identifisere de ulike tilførslene av organisk stoff for å spore hvordan de fordeler seg og påvirker det marine systemet. Det gjelder særlig tilførslene fra oppdrett, fordi vi her langt på vei kan regulere miljøvirkningene ved å bestemme hvor anleggene skal ligge og hvor mye de skal slippe ut. Fiskefôr inneholder flere forbindelser som kan brukes til å spore hvor utslippene fra oppdrettsanlegg tar veien. Sink og fosfor vil for eksempel akkumulere i sedimentet, og mengden eller forholdet mellom dem vil kunne indikere om et område er påvirket av fiskeoppdrett. Videre skiller sammensetningen av fettsyrer i fiskefôr seg fra de som finnes i marine systemer, og det kan brukes til å spore avfall fra anlegg både i sedimenter og i bunndyr (Figur 3.9.3.3.). En annen mulighet er å bruke forholdet mellom stabile karbon- og nitrogenisotoper. Fordelen med denne metoden er at det organiske stoffet kan følges gjennom flere trinn i næringskjeden. Resultatene viser at ulike bunndyr og fisk nyttiggjør seg avfall fra oppdrettsfisk, og at det er flere og større dyr nær anleggene sammenlignet med prøver tatt lenger borte. Disse dyrene inngår i et næringsnett der ryggradløse dyr spiser fekalier fra laksen og deretter blir bytte for andre dyr, og der spillfôr har liten betydning.

der de organiske partiklene blir spredt over et større område. Slike spredte utslipp kan føre til en kraftig stimulering av dyrelivet (Figur 3.9.3.1). Det har også vært en betydelig utvikling av fiskefôret, slik at forfaktoren ble redusert fra verdier over 2 til dagens nivå på 1,1 til 1,15, dermed er også de relative utslippene fra anleggene redusert. Produksjonen på den enkelte lokalitet har imidlertid økt sterkt, nå er det vanlig å produsere mellom 1 000 og 5 000 tonn fisk per produksjonssyklus. Det har i mange tilfeller oppveid fordelene en fikk ved å flytte til dypere og mer eksponerte lokaliteter.

Regulering av bunnpåvirkningen

For å hindre uønsket påvirkning, er det nødvendig med et forvaltningssystem som hindrer overbelastning og sikrer at produksjonen på lokalitetene er tilpasset bæreevnen. Havforskningsinstituttet tok initiativet til å utvikle et slikt system, kalt MOM (Matfiskanlegg–Overvåking–Modellering). Ved hjelp av matematiske modeller beregnes bæreevnen, eller hvor mye som kan produseres på en lokalitet

uten at bunnen blir overbelastet. MOM beskriver også hvordan bunnpåvirkningen skal overvåkes, og hvilke grenseverdier (miljøstandarder) som skal brukes for å vurdere om påvirkningen er akseptabel. Overvåkingen er tilpasset etter hvor mye bunnen er påvirket, slik at den øker med økende belastning.

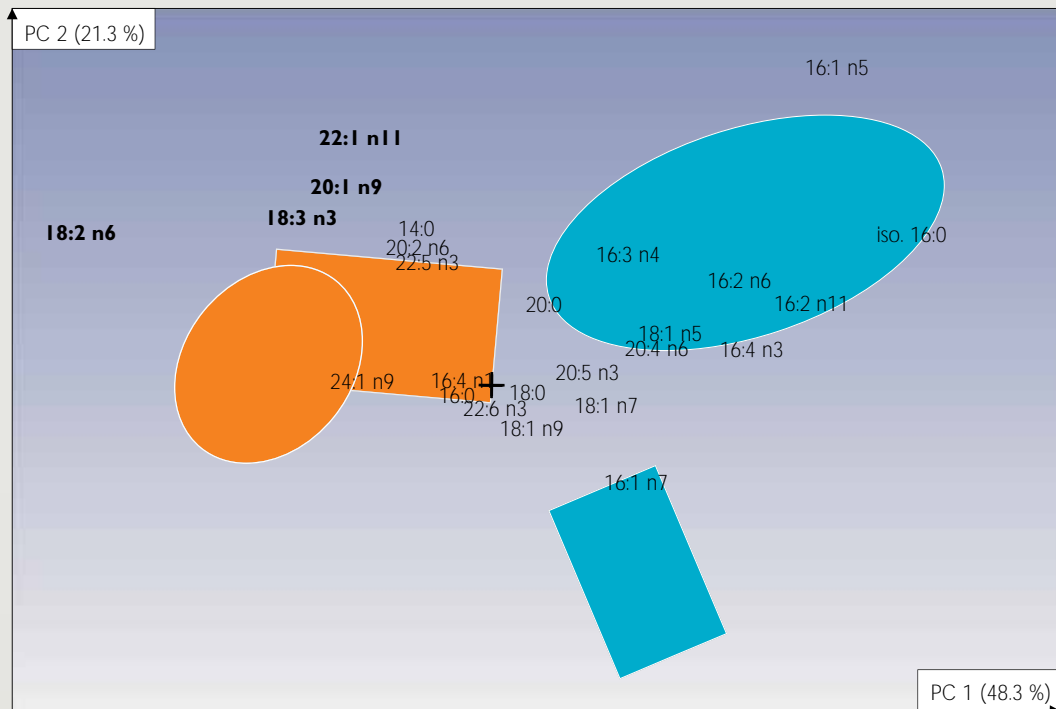
På grunnlag av overvåkingsprogrammet fra MOM er det laget en norsk standard for overvåking av bunnen under matfiskanlegg (NS 9410 "Miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg"). Overvåking etter denne eller tilsvarende standard er obligatorisk for norske matfiskanlegg. Overvåkingen viser at de fleste anleggene har gode bunnforhold, men også at det finnes anlegg som overbelaster lokalitetene.

Sporing av organiske utslipp

Oppdrett er bare en av mange kilder til organisk materiale. De viktigste bidragene til fjordbassengene kommer fra planktonalger, men tilførslene fra land kan være betydelige, og stedvis vaskes det ned mye

Bæreevne for fiskeoppdrett

Når menneskeskapte utslipp av nærings-salter øker algeveksten på en måte som vi oppfatter som negativ, kalles det eutrofiering. I mange områder er fiskeoppdrett den største menneskeskapte kilden til utslipp av nærings-salter. Basert på en årlig produksjon på 600 000 tonn fisk, er de totale tilførslene av nitrogen til fjord- og kystområdene fra fiskeoppdrett om lag 24 000 tonn. For å vurdere effekten av disse utslippene, har Havforskningsinstituttet beregnet gjennomsnittlig primærproduksjon som følge av utslipp av nærings-salter fra fiskeoppdrett fra Rogaland til Finnmark.



Figur 3.9.3.3

Sammensetningen av fettsyrer er forskjellig i reker (*Pandalus borealis*) som er fanget ved oppdrettsanlegg og reker fra områder uten oppdrett. Det gjelder også reker føret på laksepellet sammenlignet med reker føret på fisk. De uthevede fettsyrene er typiske i laksefôr, og finnes i større mengder i reke som er fanget ved anlegget og i reke som føret med laksepellet. Prinsipalkomponent en og to (PC 1 og PC 2) viser henholdsvis den største og nest største spredningen i materialet. Den største spredningen (48,3 %) vises langs den horisontale akse og den nest største (21,3 %) vises langs den vertikale.

Reker fanget ved oppdrettsanlegg ■ og reker føret på laksefôr ●
 Reker fanget i område uten oppdrettsanlegg ■ og reker føret på fisk ●

*The composition of fatty acids is different in shrimp (*Pandalus borealis*) sampled at a fish farm compared to shrimp sampled in an area without any fish farms, and also in shrimp fed salmon feed compared to shrimp fed marine fish. The highlighting fatty acids is typical in salmon feed and are found in larger amounts in shrimp sampled close to fish farms and in shrimp fed fish feed. Principal component one and two (PC 1 and PC 2) represents the largest and second largest variance in the material. The largest variance (48,3%) is presented along the horizontal axis and the second largest (21,3%) along the vertical axis.*

*Shrimp collected at a fish farm ■ and shrimp fed salmon feed ●
 Shrimp sampled in an area without fish farms ■ and shrimp fed marine fish ●*

Ved å ta utgangspunkt i sjøarealet i hvert fylke, kan vi beregne hvor mye fisk som kan produseres (bæreevnen) dersom vi tillater at primærproduksjonen øker med henholdsvis 4, 8 og 12,5 %. Det understrekes at beregningene gjelder gjennomsnittlig økning i primærproduksjonen, lokalt kan økningene være større. En økning av primærproduksjonen under ca. 10% regnes som relativt liten. Til sammenligning økte konsentrasjonene av næringssalt i Ytre Oslofjord og langs Skagerrakkysten med 50–100 % etter ca. 1980 som følge av økte tilførsler, hovedsakelig fra den sørlige delen av Nordsjøen og Kattegat.

Dersom primærproduksjonen øker med 4, 8 eller 12,5 %, vil den totale produksjonen av oppdrettsfisk fra Rogaland til Finnmark øke fra 0,6 millioner tonn (2006) til henholdsvis ca. 1,5, 3 eller 6 millioner tonn. Figur 3.9.3.4 viser at dagens produksjon på ca. 100 000 tonn i Hordaland, om lag tilsvarer bæreevnen med 4 %

økning av primærproduksjonen. Andre beregninger viser at i Hardangerfjorden, som har en forholdsvis stor tetthet av fiskeoppdrett, gir fiskeoppdrett en økning av primærproduksjonen på ca. 6 %. For Nordland må lakseproduksjonen øke fra om lag 100 000 tonn til 490 000 tonn før primærproduksjonen har økt med 4 %. Med 8 % økning i primærproduksjonen øker bæreevnen for Hordaland og Nordland til henholdsvis ca. 160 000 tonn og 800 000 tonn.

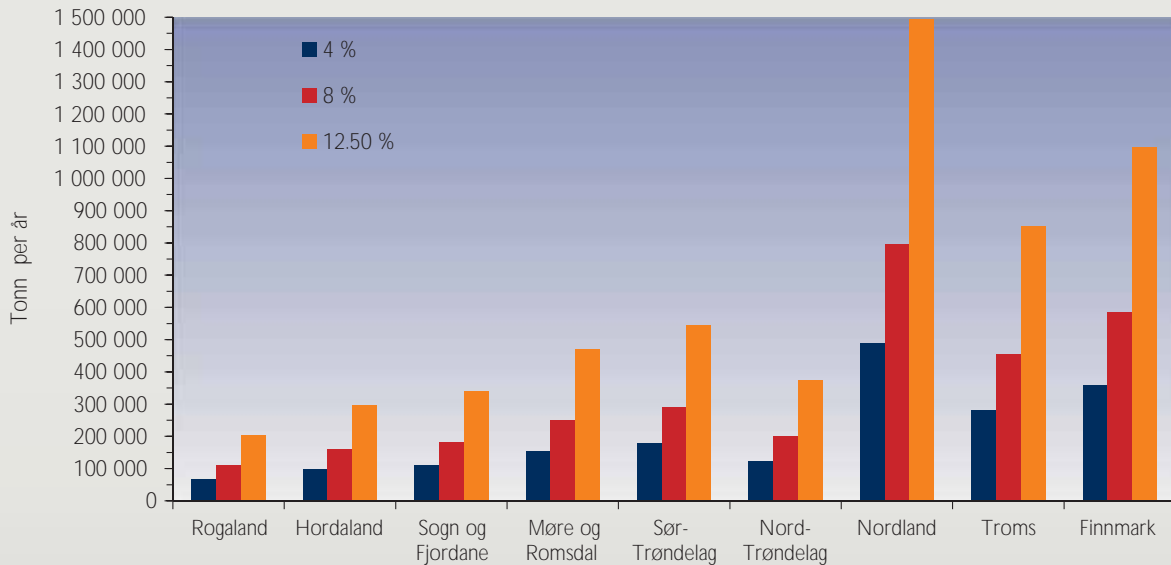
I dag er fiskeproduksjonen nesten like stor nord og sør for Møre og Romsdal. Dersom primærproduksjonen får øke med 8 % slik at totalproduksjonen blir 3 millioner tonn fisk, vil ca. 80 % av produksjonen foregå nord for Møre og Romsdal. Dette viser at det største framtidige potensialet for fiskeoppdrett med hensyn til å tåle utslipp av næringssalter, ligger i Nord-Norge, men det er også rom for en betydelig produksjonsøkning

i Sør-Norge. Resultatene er interessante med tanke på mulige klimaendringer hvor tyngdepunktet av norsk fiskeoppdrett trolig må forskyves nordover pga. økte temperaturer i sommerhalvåret.

Økosystembasert forvaltning

Et økosystem er et system der mikroorganismer, planter og dyr i samspill med det ikke-levende miljøet utgjør en funksjonell enhet. Når det overordnede målet er å forvalte disse systemene slik at struktur, virkemåte og produktivitet bevares, kalles det økosystembasert forvaltning. En slik forvaltning forutsetter at vi forstår samspillet mellom de enkelte delene av systemene, og at vi forstår hvordan vi påvirker dem. Økosystembasert forvaltning er basert på kunnskap, og langt mer krevende enn en forvaltning som bare styrer en enkelt aktivitet isolert.

En overgang til økosystembasert forvaltning vil få stor betydning for opp-



Figur 3.9.3.4

Maksimal fiskeproduksjon i forskjellige fylker hvis man tillater primærproduksjonen å øke med henholdsvis 4, 8 og 12,5 % som følge av utslipp av nitrogen fra fiskeoppdrett.

Maximum fish production in different counties if the primary production is allowed to increase 4, 8 or 12.5 % as a consequence of nitrogen release from fish farms.

drettsnæringen. Dersom næringen bygges videre ut eller velger en lokalisering-modell med klynger av anlegg, kan lokale overlappende påvirkningssoner gå over til å få regionalt omfang. De største utfordringene er imidlertid knyttet til irreversible miljøvirkninger, slik som tap av biodiversitet ved genetisk påvirkning av ville bestander eller at ville bestander utryddes av sykdom eller parasitter.

Vi må altså finne ut hvor mye naturen tåler, eller sagt på en annen måte – hvor stor bæreevne den har. For akvakultur brukes bæreevne i betydningen hvor mye vi kan produsere uten at miljøpåvirkningen overskrider fastsatte grenser for tillatt påvirkning.

En økosystembasert forvaltning av akvakultur krever altså at vi både kan regulere den enkelte miljøvirkning og at vi ser påvirkningene i sammenheng. Det er mange som vil bruke kysten, følgelig må arealene som er tilgjengelig for akvakultur utnyttes effektivt. Fiskeri- og kystdepartementet har derfor bedt Havforskningsinstituttet om å prioritere utviklingen av et helhetlig reguleringsystem for areal- og miljøtilpasning. Systemet kalles MOLO og dekker både plan- og driftsfasen av akvakultur. Det utvikles i samarbeid med Hordaland fylkeskommune og Christian Michelsen Research, og konseptet er beskrevet i "Kyst og havbruk 2007". Til planlegging kombineres stedfestet informasjon om naturgitte forhold og

geografiske informasjonssystemer (GIS) med matematiske modeller som kan beregne eller simulere bæreevne, slik at det er mulig å vurdere hvilken lokalisering av anlegg som gir best utnyttelse av areal og bæreevne. For driftsfasen vil det bli utviklet lokalt tilpassede overvåkingsprogrammer med tilhørende miljøstandarder som kan sikre at miljøpåvirkningen holder seg innenfor fastsatte grenser. I 2007 ble det

utviklet en prototype for lokalisering av blåskjellanlegg, og i 2008 vil MOLO bli utvidet til laksefisk. Hovedvekten vil bli lagt på bunnpåvirkning, fordi vi har modeller som kan simulere bæreevne og et standardisert overvåkingsprogram. Parallelt vil vi arbeide med å inkludere smittespredning, velferd og genetisk påvirkning av villfisk.

Experiences with Organic Load from Aquaculture

Norwegian aquaculture started with small fish farms located in shallow, quiescent waters. The amount of organic waste from the farms was high due to low digestibility of the feed and lack of efficient feeding routines. This resulted in severe changes in sediment chemistry and loss of benthic fauna under the farms. By moving to deeper and more dynamic sites and due to improved feeds, the condition in the sediments improved. However, the farms have increased in size, and at some deep sites severe sediment impact is observed. Regular inspection of the sediment is therefore important, and monitoring is required at all Norwegian fish farm sites. The waste from fish farms may not necessarily lead to overloading of the sediments

but might be directed into the marine food chain. Nutrients from fish farms comprise the largest anthropogenic source of nutrients to the coast but the contributions are still small compared to natural reservoir. Regarding eutrophication the potential for accommodating an expansion of the industry is highest in the northern parts of Norway. Ecosystem based management is demanding and requires much more information and understanding than traditional management. Therefore a management system (MOLO) is under development which will utilize many sources of information to determine the best localization of fish farms taking into consideration both the carrying capacity (the natural limit for production) and other users (the area limit for production).

Liste over arts-, slekts- og familienavn *List of names (species, genus and family)*

Norske navn	Vitenskapelige navn	Engelske navn
BERGGYL	<i>Labrus bergylta</i>	ballan wrasse
BERGNEBB	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	goldsinny wrasse
BLÅSKJELL	<i>Mytilus edulis</i>	blue mussel
BLÅSTÅL (RØDNEBB)	<i>Labrus mixtus</i>	cuckoo wrasse
BRISLING	<i>Sprattus sprattus</i>	sprat
BRUNGYLT	<i>Acantholabrus palloni</i>	scale-rayed wrasse
BUTARE	<i>Alaria esculenta</i>	dabber locks
DRAUGTARE	<i>Saccorhiza polyschides</i>	furbelows
FINGERTARE	<i>Laminaria digitata</i>	oarweed
GRASGYLT	<i>Centrolabrus exoletus</i>	rock cook
GRISÉTANG	<i>Ascophyllum nodosum</i>	knotted wrack (UK), rockweed (US)
GRØNNGYLT	<i>Crenilabrus melops</i>	corkwing
HANESKJELL	<i>Chlamys islandica</i>	iceland scallop
HAVERT	<i>Halichoerus grypus</i>	grey seal
HUMMER	<i>Homarus gammarus</i>	european lobster
KLAPPMYSS	<i>Cystophora cristata</i>	hooded seal
KNURR	<i>Eutrigla gurnardus</i>	grey gurnard
KONGEKRABBE	<i>Paralithodes camtschaticus</i>	red king crab
KRABBER	<i>Brachyura</i>	crabs
KRÅKEBOLLE	<i>Echinus esculentus</i>	edible sea urchin
KVEITE	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	halibut
LAKS	<i>Salmo salar</i>	Atlantic salmon
LEPPEFISKFAMILIEN	<i>Labridae</i>	wrasses
ROGNKJEKS	<i>Cyclopterus lumpus</i>	lumpsucker
REGNBUEØRRET	<i>Onchorhynchus mykiss</i>	rainbow trout
SELER	<i>Pinnipedia</i>	seals and walruses
STEINKOBBE	<i>Phoca vitulina</i>	harbour seal, common seal
STORTARE	<i>Laminaria hyperborea</i>	cuvie, tangle
STORT KAMSKJELL	<i>Pecten maximus</i>	great scallop
SUKKERTARE	<i>Saccharina latissima</i>	sugar kelp
TASKEKRABBE	<i>Cancer pagurus</i>	edible crab, brown crab
TORSK	<i>Gadus morhua</i>	cod
ÅL	<i>Anguilla anguilla</i>	european eel

Oversikt over eksterne forfattere og institusjoner

List of contributing Authors and Institutions

Forfattere	Institusjon	Web-adresse
Jan Magnusson	NIVA	www.niva.no
Anne Britt Storeng	Direktoratet for naturforvaltning	www.dirnat.no
Lárus Thór Kristjánsson	Fiskeridirektoratet	www.fiskeridir.no
Thomas Langeland	Fiskeridirektoratet	www.fiskeridir.no
Trond E. Isaksen	Universitetet i Bergen, Institutt for biologi	www.bio.uib.no
Karl F. Ottem	Universitetet i Bergen, Institutt for biologi	www.bio.uib.no
Are Nylund	Universitetet i Bergen, Institutt for biologi	www.bio.uib.no
Knut Sivertsen	Høgskolen i Finnmark	www.hifm.no
Arne Duinker	NIFES	www.nifes.no
Mari Moren	NIFES	www.nifes.no
Kristin Hamre	NIFES	www.nifes.no
Jan Rueness	Universitetet i Oslo	www.uio.no
Geir Bornø	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Duncan Colquhoun	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Kjell Flesjå	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Haakon Hansen	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Hege Hellberg	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Brit Hjeltnes	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Hanne Nilsen	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Hanne Ringkjøb Skjelstad	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Marit Alstad Wasmuth	Veterinærinstituttet	www.vetinst.no
Børge Grønbech	Eksportutvalget for fisk	www.seafood.no
Marit Sogn-Grundvåg	Eksportutvalget for fisk	www.seafood.no
Paul T. Aandahl	Eksportutvalget for fisk	www.seafood.no
Arnt Fredrik Kjønhau	Kontali Analyse AS	www.kontali.no
Eigunn Stav Sætre	Kontali Analyse AS	www.kontali.no
Frode Fridell	PHARMAQ AS	www.pharmaq.no
Henrik Sundh	Universitetet i Göteborg	www.gu.se
Kristina Snuttan Sundell	Universitetet i Göteborg	www.gu.se
Tim Dempster	SINTEF	www.sintef.no
Reidar Borgstrøm	Universitetet for miljø og biovitenskap	www.umb.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 – P.O. Box 1870 Nordnes
NO–5817 Bergen – Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31
E-post: post@imr.no

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
AVDELING TROMSØ

Sykehusveien 23, Postboks 6404
NO–9294 Tromsø – Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 77 60 97 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

NO–4817 His – Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 37 05 90 01

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL

NO–5392 Storebø – Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
FORSKNINGSSTASJONEN MATRE

NO–5984 Matredal – Norway
Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

REDERIAVDELINGEN

Research Vessels Department

Tel: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 32

AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT OG KOMMUNIKASJON

Public Relations and Communication

Tel: +47 55 23 85 00 – Fax: +47 55 23 85 55
E-post: informasjonen@imr.no

www.imr.no