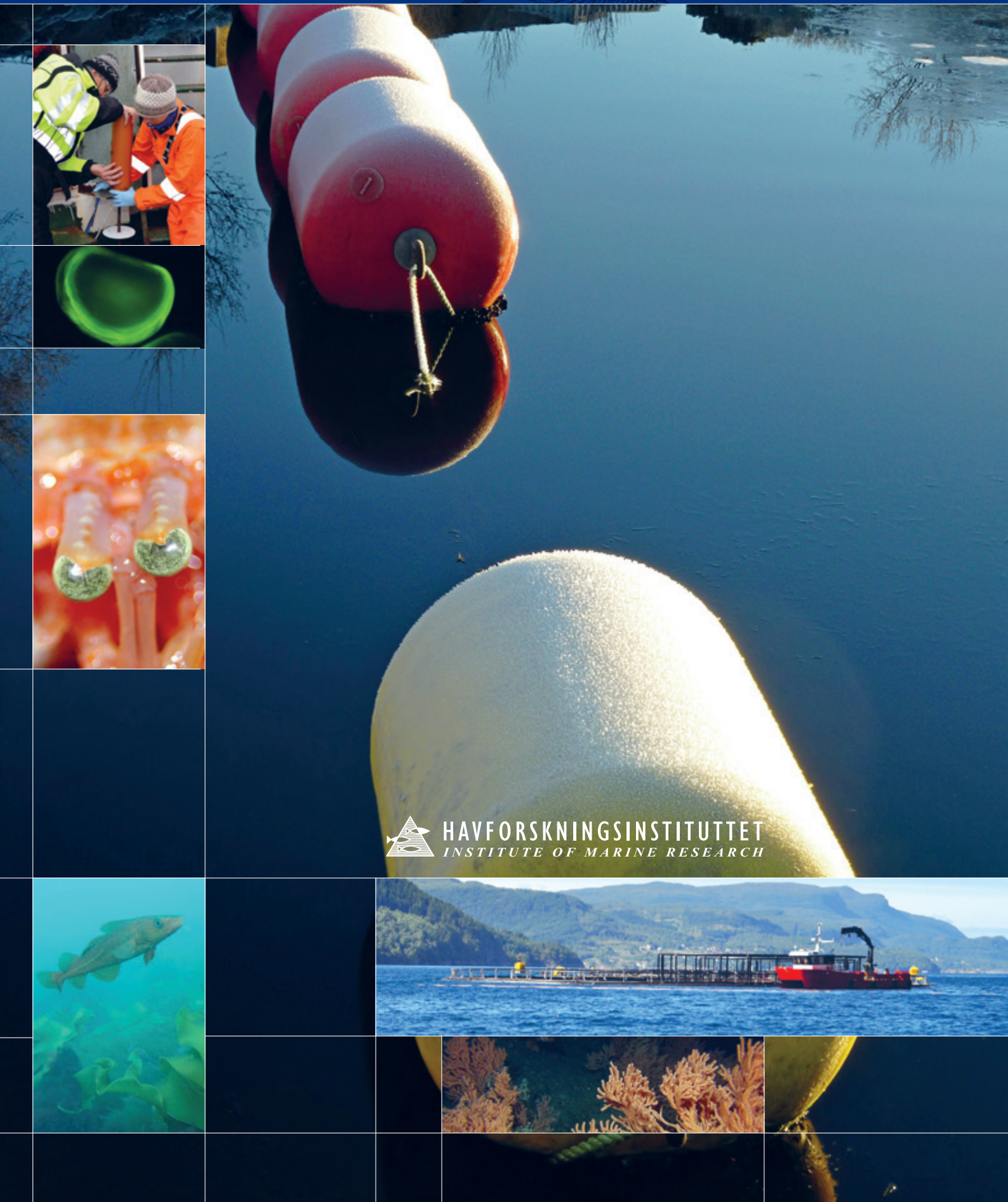


# Havforskningsrapporten 2013

Fisken og havet, særnummer 1-2013



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET  
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH



A map of the Arctic region showing the Barents Sea (Barentshavet) and the Kara Sea (Karahavet). The map includes a grid of latitude and longitude lines. The landmasses are shown in light yellow, and the sea areas are in light blue. The text 'Barentshavet' is positioned in the central-left part of the map, and 'Karahavet' is in the upper-right part.

Karahavet

Barentshavet

*Fisken og havet, særnummer 1–2013*

## **Havforskningsrapporten 2013**

**Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet**

Redaktører: Ingunn E. Bakketeig  
Harald Gjøsæter  
Marie Hauge  
Harald Loeng  
Beate Hoddevik Sunnset  
Kari Østervold Toft



**HAVFORSKNINGSINSTITUTTET**  
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

**www.imr.no**

ISSN 0802 0620

*Redaksjonen avsluttet mars 2013*

Tegninger til enkelte fiskearter er utført av Thorolv Rasmussen

Karen Gjertsen og Eva Marie Skulstad har bidratt til utbredelseskart og Per Arne Horneland til kart over fiskerisonene

Grafisk design: Harald E. Tørresen

Grafisk produksjon: John Ringstad

Trykk: A2G Grafisk

---

# Innhold

Forord.....	7
-------------	---

## AKVAKULTUR

Oversikt akvakultur .....	9
<i>K.K. Boxaspen og T. Svåsand</i>	
Indikatorer for en bærekraftig oppdrettsnæring.....	10
<i>G.L. Taranger, T. Svåsand og K.K. Boxaspen</i>	
Frå rettsmedisin til sporing av urapportert rømt fisk .....	12
<i>Ø. Skaala, A.G. Sørvik og K.A. Glover</i>	
Utvikling av steril fisk ved hjelp av nye vaksinasjonsmetoder .....	15
<i>A.T. Wargelius, R.B. Edvardsen og G.L. Taranger</i>	
Otolittmerking av oppdrettsfisk .....	16
<i>T. Hansen, P.G. Fjelldal, T. Dempster, S. Swearer og F. Warren-Myers</i>	
Kva skjer med oppdrettslaksen sitt avkom i naturen?.....	18
<i>Ø. Skaala, K.A. Glover, T. Svåsand, F. Besnier, M.M. Hansen, B.T. Barlaup og R. Borgstrøm</i>	
Ny metode for overvåking av fiskevelferd i laksemerder.....	20
<i>L.H. Stien, O. Folkedal, J.M. Pettersen og T.S. Kristiansen</i>	
Kan vi sikre nedsenket laks nøytral oppdrift?.....	22
<i>Ø.J. Korsøen, J.E. Fosseidengen, T.S. Kristiansen, F. Oppedal og T. Dempster</i>	
Betydning av lakselus for utvandrende smolt fra Daleelven.....	25
<i>O. Skilbrei, G. Bakke, B. Finstad, R. Strand, K. Urdal og F. Kroglund</i>	
Å beregne bærekraftig havbruk med modeller .....	27
<i>L. Asplin og I.A. Johnsen</i>	
Identifisering av triploid fisk ved bruk av flowcytometri .....	29
<i>H.C. Morton</i>	
Utvikler designervaksine mot lakselus .....	30
<i>H.C. Morton, T. Furmanec og R. Skern-Mauritzen</i>	
Leter etter løsninger på luseproblemet.....	32
<i>S. Dalvin</i>	
Norsk-indisk samarbeid: Utvikler vaksiner til fisk og reker.....	34
<i>S. Patel, H. Mikkelsen, K. Vishwanath, Ø. Evensen og R. Dalmo</i>	
Utfordringer ved fangst og bruk av leppefisk.....	36
<i>S. Mortensen, A.C.U. Palm og A.B. Skiftesvik</i>	
Status for norsk østers.....	38
<i>S. Mortensen og T. Bodvin</i>	
Kulturlandskap under vatn?.....	40
<i>V. Husa, T. Strohmeier og R. Bannister</i>	
Oppdrett og oksygen i Hardangerfjordbassenget.....	42
<i>J. Aure</i>	
Bunndyr spiser av opprettsutslipp.....	44
<i>S.Aa. Olsen</i>	
Sørøst-Asia etterspør norsk oppdrettskompetanse .....	46
<i>R. Engelsen</i>	
Er villfisk til oppdrettsfôr bærekraftig? .....	48
<i>H. Gjøsæter og O. Torrissen</i>	
Produksjon av hunnfiskbestander av kveite.....	50
<i>B. Norberg, T. Harboe, T. Haugen, I. Babiak, J. Babiak og B. Erstad</i>	
Naturlig dyreplankton best for torskelarver .....	52
<i>Ø. Karlsen, T. van der Meeren og R.B. Edvardsen</i>	
Grønne konsesjoner .....	54
<i>K.K. Boxaspen</i>	



## KYST

Tilstanden i økosystem kystzone.....	55
<i>E. Dahl</i>	
Kystklima.....	57
<i>J. Aure</i>	
Det usynlige mangfoldet – havets gress.....	59
<i>L.-J. Naustvoll</i>	
Hardt å være vosso-smolt: Stadig søken etter forklaringer på laksenedgangen i Vosso.....	62
<i>J.C. Holst</i>	
Fiskerieffekter på bunn og bunndyr – slik kan skadene begrenses.....	64
<i>L. Buhl-Mortensen og I. Røttingen</i>	
Ny bestandsmodell gir sikrere estimat for havert.....	67
<i>K.T. Nilssen, T.A. Øigård og A.K. Frie</i>	
Oppdrettsanlegg påvirker seien si vandring.....	70
<i>H. Otterå og O. Skilbrei</i>	
Svamp og utslipp av borekaks.....	72
<i>R. Bannister, J.H. Fosså og T. Kutti</i>	
Larver av skjell i fremtidens hav.....	74
<i>S. Andersen, E.S. Grefsrud og T. Harboe</i>	
Situasjonen for torsk og hummer – med og uten fangst og fiske.....	76
<i>T. Bodvin, S.H. Espeland og A.R. Kleiven</i>	
Store urapporterte fangster i hummerfisket.....	79
<i>A.R. Kleiven, J.H. Vølstad, K. Ferter og E.M. Olsen</i>	
Korallrev langs kysten – en truet naturtype.....	81
<i>P. Buhl-Mortensen og L. Buhl-Mortensen</i>	
Hvordan påvirkes Porsangerfjorden av kongekrabbe og klimaendringer?.....	84
<i>A. Bjørge og L.L. Jørgensen</i>	
EPIGRAPH – Hardangerfjorden: Frå forskning og kartlegging til heilskapleg forvaltingsplan.....	87
<i>Ø. Skaala, L. Asplin, V. Husa, P. Buhl-Mortensen og E. Dahl</i>	
Atlantisk torsk – én art, flere ulike bestander.....	90
<i>M.S. Myksvoll, K. Jung og S. Sundby</i>	

## HAV

Tilstanden i økosystem Nordsjøen og Skagerrak.....	93
<i>E. Torstensen</i>	
Tilstanden i økosystem Norskehavet.....	95
<i>I. Røttingen</i>	
Stoda i økosystem Barentshavet.....	96
<i>K. Sunnanå</i>	
Sirkulasjon, vannmasser og klima i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet.....	98
<i>J. Albretsen, S.S. Hjøllo, M.D. Skogen, K.A. Mork og R. Ingvaldsen</i>	
Dyreplankton i de norske havområdene.....	102
<i>T. Falkenhaug, C. Broms, W. Melle, P. Dalpadado og T. Knutsen</i>	
Klimaendringer og issmelting i Polhavet: Hvem vinner og hvem forsvinner?.....	108
<i>Ø. Skagseth, R. Ingvaldsen, P. Fossum, H. Gjøsæter og H. Loeng</i>	
Norge i Antarktis: Forsker og fisker på krill.....	116
<i>O.R. Godø, S. Iversen, B. Krafft, G. Skaret og K.M. Kovacs</i>	
Økosystemtoktene legger grunnlaget for en helhetlig økosystembasert forvaltning.....	118
<i>K. Sunnanå og I. Røttingen</i>	
På jakt etter radioaktivt avfall i Karahavet.....	120
<i>H.E. Heldal, G. Bakke, B. Lind, J. Gwynn, H.-C. Teien, O.C. Lind og R.S. Sidhu</i>	
Luft må de ha – hva skjer når sildelarvene skal fylle svømmeblæra første gang?.....	123
<i>A. Folkvord</i>	
Utvikler ansvarlig notteknologi i samarbeid med fiskerne.....	124
<i>B. Isaksen, J. Saltskår og A. Vold</i>	
Marin bioprospektering – på jakt etter unike molekyler fra marine dyr og alger.....	127
<i>K.L. Gabrielsen</i>	
Variert dyreliv og landskap i Nordland VI.....	130
<i>P. Buhl-Mortensen</i>	

## RESSURSER

BLÅKVEITE – NORDØSTARKTISK ..... 135 <i>E.H. Hallfredsson</i>	SEI – NORDAUSTARKTISK ..... 163 <i>S. Mehl</i>
BREIFLABB ..... 136 <i>O. Bjelland</i>	SEI – NORDSJØEN/SKAGERRAK ..... 164 <i>I. Huse og T. Jakobsen</i>
BRISLING – KYST- OG FJORD ..... 137 <i>C. Kvamme og E. Torstensen</i>	SEL – GRØNLANDSSEL ..... 165 <i>T. Haug og T.A. Øigård</i>
BRISLING I NORDSJØEN/SKAGERRAK ..... 138 <i>C. Kvamme og E. Torstensen</i>	SEL – KLAPPMYSS ..... 166 <i>T. Haug og T.A. Øigård</i>
HUMMER – EUROPEISK ..... 139 <i>A.R. Kleiven og E.M. Olsen</i>	SEL – HAVERT OG STEINKOBBE ..... 167 <i>K.T. Nilssen</i>
HVITTING I NORDSJØEN ..... 140 <i>T. Jakobsen</i>	SILD – NORDSJØSILD ..... 169 <i>C. Kvamme og E. Torstensen</i>
HYSE I NORDSJØEN/SKAGERRAK ..... 141 <i>T. Jakobsen</i>	SILD – NORSK VÅRGYTENDE ..... 170 <i>E.K. Stenevik</i>
HYSE – NORDØSTARKTISK ..... 142 <i>G. Dingsør</i>	SJØKREPS – KYST/FJORD ..... 171 <i>G. Søvik</i>
KOLMULE ..... 143 <i>Å. Høines</i>	SJØKREPS – NORDSJØEN/SKAGERRAK ..... 172 <i>G. Søvik</i>
KONGEKRABBE ..... 144 <i>J.H. Sundet</i>	SNØKRABBE ..... 173 <i>J. Sundet</i>
KRILL – ANTARKTISK ..... 145 <i>B. Krafft og S.A. Iversen</i>	STEINBIT ..... 174 <i>K. Nedreaas</i>
KVEITE – ATLANTISK ..... 146 <i>E. Berg</i>	STORT KAMSKJELL ..... 176 <i>Ø. Strand</i>
LAKS – ATLANTISK ..... 147 <i>V. Vennevik</i>	STORTARE ..... 177 <i>H. Steen</i>
LANGE, BROSME OG BLÅLANGE ..... 148 <i>K. Helle</i>	TAGGMAKRELL ..... 178 <i>L. Nøttestad</i>
LEPPEFISK ..... 150 <i>K. Nedreaas og A.B. Skiftesvik</i>	TASKEKRABBE ..... 179 <i>G. Søvik</i>
LODDE – BARENTSHAVET ..... 152 <i>S. Tjelmeland</i>	TOBIS ..... 180 <i>E. Johnsen</i>
LODDE VED ISLAND/ ØST-GRØNLAND/JAN MAYEN ..... 153 <i>K. Enberg og S. Tjelmeland</i>	TORSK – KYSTTORSK NORD FOR 62°N ..... 181 <i>E. Berg</i>
MAKRELL – NORDØSTATLANTISK ..... 154 <i>L. Nøttestad</i>	TORSK – KYSTTORSK SØR FOR 62°N ..... 182 <i>T. Johannessen</i>
MAKRELLSTØRJE ..... 155 <i>L. Nøttestad</i>	TORSK – NORDAUSTARKTISK ..... 183 <i>B. Bogstad</i>
PIGGHÅ ..... 156 <i>O.T. Albert</i>	TORSK I NORDSJØEN/SKAGERRAK ..... 184 <i>T. Jakobsen</i>
POLARTORSK ..... 157 <i>S. Tjelmeland</i>	UER – SNABELUER I IRMINGERHAVET ..... 185 <i>K. Nedreaas og B. Planque</i>
REKE I BARENTSHAVET ..... 158 <i>C. Hvingel</i>	UER – SNABELUER I BARENTS-/NORSKEHAVET ..... 186 <i>B. Planque og K. Nedreaas</i>
REKE I NORDSJØEN/SKAGERRAK ..... 159 <i>G. Søvik</i>	UER – VANLEG UER ..... 187 <i>B. Planque og K. Nedreaas</i>
REKE – FJORD OG KYST ..... 160 <i>C. Hvingel</i>	VÅGEHVAL ..... 188 <i>N. Øien</i>
ROGNKJEKS/-KALL ..... 161 <i>C. Durif</i>	ØYEPÅL ..... 189 <i>E. Johnsen</i>
RØDSPETTE I NORDSJØEN ..... 162 <i>T. Jakobsen</i>	ÅL – EUROPEISK ..... 190 <i>C. Durif</i>

## OVERSIKTSTABELLER OG KART

Forkortelser ..... 191	Fiskerisoner ..... 193
Liste over arts- og slektsnavn ..... 192	ICES' fiskeristatistiske områder ..... 194





Norge har en av verdens lengste kystlinjer. Her utspiller det seg et mangfold av aktiviteter; både kommersiell virksomhet og fritidssysler. Havforskningsinstituttet gir råd om hvordan de levende marine verdiene i kystsonen best skal forvaltes. Omfattende kartlegging, feltstudier og spennende tverrfaglige forskningsprosjekter lærer oss stadig mer om kystøkosystemene; de ulike naturtypene, dyrene som lever der og samspillet dem i mellom. Epigraph-prosjektet har undersøkt miljøtilstanden i Hardangerfjorden, og viser blant annet hvordan fiskeoppdrett har påvirket fjordsystemet. Nå kommer også de første resultatene fra de marine bevaringsområdene på Sørlandet. Selv små nullfangst-områder ser ut til å ha god effekt på hummerbestanden, som ellers lider under et fiske med store mørketall. I kystkapitlet presenterer vi også nye resultater fra en havforsuringsstudie med larver fra kamskjell, og viser hvordan svamp reagerer på bunntråling og borekaks fra oljeindustrien.

Klimaendringer og økt etterspørsel etter naturressurser har fått temperaturen opp i Polhavet, som var isfritt store deler av høsten 2012. Mer enn 40 skip gikk gjennom Nordøstpassasjen det året. I temaserien "Polhavet – hvem vinner og hvem forsvinner?" trekker vi linjene mellom oseanografi og biologi, og viser hva som kan skje når Polhavet åpner seg for arter som normalt ikke trives med de ekstreme livsbetingelsene så langt nord.

Omfattende forskning og overvåking innen områder som miljøeffekter, smittespredning og dyrevelferd gjør at Havforskningsinstituttet kan gi kunnskapsbaserte råd innen akvakultur. De siste årene har vi arbeidet med grenseverdier og indikatorer som kan måle om oppdrettsnæringen er bærekraftig. Et av de store problemene er effektene rømt fisk kan ha på villaks. Unike resultater viser hva som skjer med avkommet når oppdrettslaks gyter i en elv sammen med villfisk. I tillegg blir det jobbet med metoder for å gjøre oppdrettsfisk steril, og ulike måter å merke den på. Også lakselus er et stort problem. Forskerne våre undersøker hvor stor betydning lusa har, og om det er mulig å utvikle en vaksine mot denne parasitten. Etter hvert kan kanskje spredningsmodellene våre brukes til å gi et "lusevarsel" på samme måte som værmeldingene. Leppefisk er en miljøvennlig måte å bekjempe lakselus på, samtidig ser vi at det er høyt svinn på leppefisk i merd og at dette er den drivende faktoren i fisket.

Havforskningsinstituttet er en betydningsfull aktør innen akvakulturforskning internasjonalt. De siste årene har vi blant annet samarbeidet med forskere i India for å utvikle vaksiner til fisk og reker, og mange sørasiatiske land ønsker et akvakultur-samarbeid med oss.

Siste del av rapporten inneholder oppdatert kunnskap og nøkkeltall om de kommersielle fiskebestandene og noen av de lite utnyttede ressursene langs kysten og i havet. Årets liste inneholder nykommerne snøkrabbe, laks og makrellstørje. Sistnevnte er på vei tilbake til norske farvann, og ble fanget med line ved Island høsten 2012. På grunn av den kritiske bestandssituasjonen for makrellstørje har Norge foreløpig avsatt sin kvote til bevaringsformål. Ressursene er å finne i alfabetisk rekkefølge fra side 135.

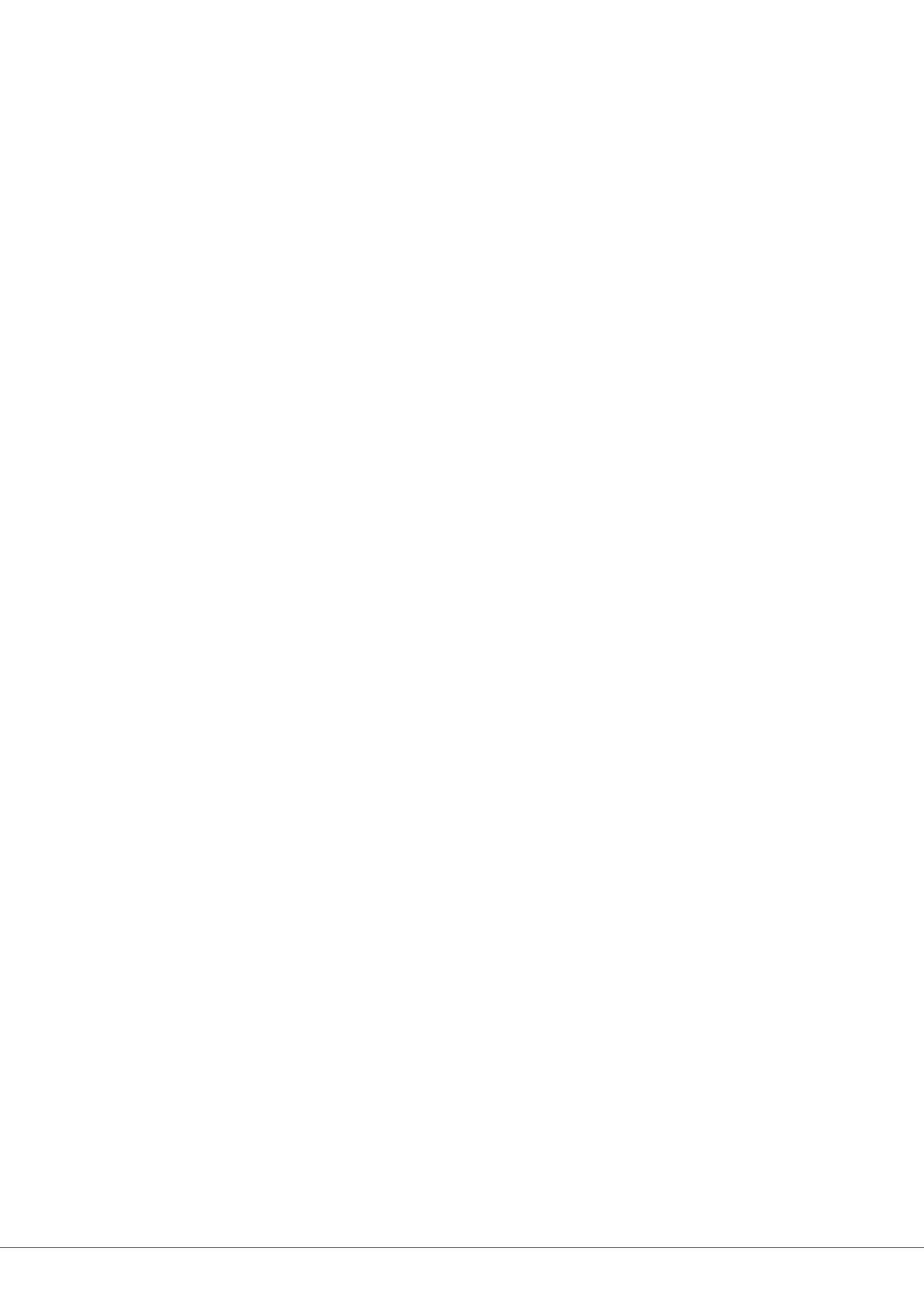
De som ønsker å gå enda dypere inn i forskningsmaterialet inviteres til våre nettsider [www.imr.no](http://www.imr.no). Her ligger mer informasjon lett tilgjengelig for videre fordypning.

Redaksjonen har bestått av: Ingunn E. Bakketeig, Harald Gjøsæter, Marie Hauge, Harald Loeng, Beate Hoddevik Sunnset og Kari Østervold Toft.

Tore Nepstad  
administrerende direktør

Kari Østervold Toft  
kommunikasjonsdirektør

Denne rapporten refereres slik: / This report should be cited:  
Bakketeig I.E., Gjøsæter H., Hauge M., Loeng H., Sunnset B.H. og Toft K.Ø. (red.) 2013.  
Havforskningsrapporten 2013. Fisken og havet, særnr. 1–2013.



# AKVAKULTUR

## Oversikt akvakultur

Havforskningsinstituttet gir forvaltningsstøtte og kunnskapsbaserte råd til statsforvaltningen, i første rekke Fiskeri- og kystdepartementet og underliggende etater som Fiskeridirektoratet og Mattilsynet. Bak rådene ligger et omfattende arbeid med forskning og overvåking innen ulike områder som miljøeffekter, smittespredning og dyrevelferd.

KARIN KROON BOXASPEN | karin.boxaspen@imr.no, forskningsdirektør akvakultur og kystøkologi  
TERJE SVÅSAND | terj.svaasand@imr.no, programleder akvakultur

### Sammendrag

#### Overvåking og modellering

Råd blir blant annet gitt på grunnlag av overvåking og kartlegging. Den langstrakte kysten vår gjør at vi ikke kan dekke alle områder like godt. Dette kan løses på to måter: Vi må finne representative områder hvor resultatene kan brukes og overføres til andre områder, og vi må utvikle modeller der vi kobler sammen kunnskap om hav, kyststrømmene og biologisk og fysisk kunnskap. Ett eksempel er modellen for spredning av lakselus hvor tall fra oppdrettsanlegg med gitt geografisk posisjon kobles med kunnskap om lusens biologi og beskrivelse av vannstrømmen langs kysten (strømkatalogen). Modeller er likevel bare så gode som dataene som brukes, og resultatene må sjekkes. Det gjøres med å predikere hvordan noe kommer til å bli ved hjelp av modellen, for deretter å sjekke fysisk om det stemmer.

#### Risikovurdering

Havforskningsinstituttet skal ha en risikobasert tilnærming i rådgivningen. Det er bakgrunnen for rapporten "Risikovurdering norsk fiskeoppdrett" som sist kom ut i januar 2013. En risiko er sammensatt av sannsynligheten for at noe skal skje koblet med konsekvensen av at det kan skje. Dersom sannsynligheten er veldig liten, men konsekvensen veldig stor, blir også risikoen stor. Den oppdaterte rapporten viser at smittepress av lakselus og genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks fremdeles vurderes som de mest problematiske risikofaktorene.

#### Indikatorer og grenseverdier

Matproduksjon i stor skala vil alltid påvirke miljøet. Når vi skal vurdere effekter av produksjonen, må vi ha en omforent måte å måle dem på. Det betyr at det må beskrives en indikator som er målbar og som gir et representativt svar for hvor stor miljøeffekten er. Ut fra studier av effekten kan

vi også foreslå grenseverdier basert på risikobetraktninger. Indikatorer blir foreslått basert på vitenskapelige studier, mens grenseverdier bestemmes gjennom politiske prosesser og vil være et uttrykk for hvor stor risiko vi som land er villig til å ta. Når indikatorer og grenseverdier er på plass, trengs det overvåking for både å kartlegge nå-tilstanden og undersøke hvilke svingninger som skjer over lengre tid.

#### Rømt fisk

Laks på rømmen bør ikke forekomme. Når det likevel skjer, kan Havforskningsinstituttet på oppdrag fra Fiskeridirektoratet analysere DNA-prøver av mulig rømt fisk og sammenligne med prøver tatt fra oppdrettsanlegg i nærområdet. Resultatene viser ofte med høy sannsynlighet hvilke anlegg fisken har kommet fra – og like viktig hvilke anlegg den ikke kommer fra.

#### Steril fisk

Det har skjedd store framskritt når det gjelder forskning på steril triploid laks, og tiden er nå inne for å teste produksjon i stor skala. Triploid laks lages ved å behandle eggene med trykk og forhindre at rømt fisk kan krysse seg med villaks.

#### Smittespredning

De siste årene har utslipp av lakseluslarver fra oppdrettsanlegg gitt høy risiko for bestandsreducerende effekt på sjørret i mange områder langs kysten. For villaks tyder dataene på at det har vært lav risiko for luserelatert dødelighet de fleste steder i en del år, men i 2011 og 2012 viser resultatene våre at risikoen har økt også for villaks i flere områder. En foreløpig gjennomgang av dataene viser god sammenheng mellom observerte lusepåslag og det som de nyeste modellene for lusespredning fra oppdrettsanleggene viser. Dermed kan vi i framtiden sannsynligvis få enda sikrere resultater ved hjelp av modeller.



## Fiskevelferd

Havforskningsinstituttet er forvaltningsmyndighetenes hovedrådgiver og kompetansesenter innen fiskevelferd, og oppbygging av kompetanse på området har blitt høyt prioritert. For å kunne sammenligne fiskevelferd mellom ulike tidspunkt, merder og oppdrettsanlegg, utvikler vi en standardisert metode for måling av velferd som oppdretterne kan bruke.

## Utslipp og forurensning

Både organisk og uorganisk materiale samt fremmedstoffer som medisin kan slippes ut fra oppdrettsanlegg. Det er viktig å beskrive spredningen av slike utslipp både lokalt og regionalt. Regional effekt av oppdrett kan blant annet studeres ved å se på oksygenforhold i bunnvann og omsetning av karbon. Resultatene viser også her at overvåking med tilhørende indikatorer og terskelverdier er viktig for å beskrive interaksjonene.

### Utvikling av indikatorer

# Indikatorer for en bærekraftig oppdrettsnæring

Spørsmålet om norsk lakseoppdrett er bærekraftig eller ikke, dukker opp med jevne mellomrom. For å vurdere miljømessig bærekraft av den norske oppdrettsnæringen trenger vi indikatorer og tilhørende grenseverdier. Disse bør være knyttet tett opp mot effektene som skal måles, og må beskrive sannsynlige konsekvenser for villfisk og økosystem.

GEIR LASSE TARANGER | geirt@imr.no, TERJE SVÅSAND og KARIN KROON BOXASPEN

Kunnskap om sammenheng mellom påvirkning og økosystemtilstand kan danne grunnlag for politisk vedtatte grense- og terskelverdier for akseptabel påvirkning. Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet (VI) foreslo ett sett med slike indikatorer og grenseverdier i mai 2012 på bestilling fra Fiskeri- og kystdepartementet.

## Varslings- og verifiseringsindikatorer

I forslaget har vi beskrevet to sett med indikatorer – varslingsindikatorer og verifiseringsindikatorer – både for lus på vill laksefisk og for genetisk påvirkning av rømt laks. En varslingsindikator skal gi et tidlig varsel om risiko for negative miljøvirkninger, mens tilstandsindikatoren skal måle den faktiske tilstanden på en mer robust måte.

Som varslingsindikator for risiko for genetisk påvirkning har vi foreslått prosent rømt laks i et utvalg på over 100 lakseelver. Som verifiseringsindikator foreslår vi å bruke genetiske analyser for å vurdere den faktiske innkryssingen av rømt laks.

For lakselus foreslår vi modellerte utslipp av smittsomme luselarver fra oppdrett som varslingsindikator, og for å verifisere tilstand foreslår vi å måle lusepåslag på vill laksefisk fanget med garn eller ruse på en rekke stasjoner langs kysten.

## Varslingsindikator – genetisk påvirkning

Som varslingsindikator for genetisk påvirkning ble det foreslått å bruke andel rømt laks i høstundersøkelser (høstprosent), og å supplere med data fra sportsfiske i elv. Begge disse datasettene kan regnes om til en "årsprosent". De foreslåtte grenseverdiene for høstprosent er: over 20 prosent gir høy risiko for genetisk påvirkning, 5–20 prosent gir moderat risiko, og under 5 prosent gir lav risiko.

Havforskningsinstituttet og Norsk institutt for naturforskning (NINA) har seinere foreslått å bruke årsprosent rømt laks i elva der grenseverdiene blir under 4 prosent for lav

eller ingen påvirkning, 4–10 prosent for moderat påvirkning og over 10 prosent for stor påvirkning. De noe strengere grenseverdiene på "årsprosent" reflekterer at en normalt finner færre rømte laks i sommer- enn i høstprøvene. Vi har påpekt at det trengs bedre kvalitetssikring både på høst- og sportsfiskedata.

## Verifiseringsindikator – genetisk påvirkning

Verifiseringsindikatoren brukes for å måle hvor stor den genetiske påvirkningen har vært i den enkelte elv. Forslaget er å måle dette på ungfisk (parr) med gitte genetiske markører. En kan måle dette ved å sammenligne nåtidige prøver med historiske prøver fra før/tidlig lakseoppdrett. Der en mangler historiske prøver kan det være nødvendig å måle både på gytefisk og ungfisk i elven.

Tabell 1. Forslag til grenseverdier for verifiseringsindikator for rømt oppdrettslaks.

Vurdering av genetisk påvirkning av rømt laks på villaks	Grenseverdi (% som karakteriseres som krysninger mellom oppdrettslaks og villaks på parrstadiet med genetiske markører)
Høy	> 25 % krysninger i elven
Moderat	10–25 % krysninger i elven
Lav	< 10 % krysninger i elven

## Varslingsindikator – lakselus

Som varslingsindikator for lus er det foreslått å modellere smittepress i gitte områder ut fra lusedata fra oppdrettsanlegg. Dersom indikatoren viser høy smitterisiko, kan dette for eksempel utløse krav om økt overvåking på villfisk og bruk av "vaktbur" i risikoområdet. Samtidig kan andre tiltak som forvaltningen finner hensiktsmessig, utløses av



Foto: Hege Iren Svensen

indikatorsystemet. Grenseverdiene for denne indikatoren er imidlertid ikke klar, men vil basere seg på sammenligning av modellert smittepress mot observert lusesmitte på villfisk i samme tid og område.

Det er utviklet to modeller for smittespredning av lus: en kjernetetthetsmodell og en hydrodynamisk modell. Kjernetetthetsmodellen beregner antall smittsomme luse-larver per m<sup>2</sup> ved passiv spredning ut fra anleggene basert på rapportering av lus fra hvert lakseoppdrettsanlegg i sjø kombinert med biomassedata og temperatur. Den hydrodynamiske modellen estimerer spredningen av luse-larver i tid og rom basert på de samme dataene for utslipp fra oppdrettsanleggene, samt modellert strøm, temperatur og saltholdighet.

#### Verifiseringsindikator – lakselus

Som verifiseringsindikator for lakselus har vi foreslått å bruke lusepåslag på villfisk fanget i garn/ruse eller med trål. Denne metoden brukes i dagens overvåkingsprogram langs kysten. Verifiseringsindikatoren dekker to viktige perioder; smoltutvandringen for villaks i mai/juni, og den akkumulerte effekten på vill sjørret og/eller sjørøye i mai–august.

Observasjoner tyder på at laksesmolt har høy sannsynlighet for dødelighet ved mer enn 0,3 lus/g fiskevekt, mens risikoen er lav ved mindre enn 0,1 lus/g. En kan derfor gi grove anslag for sannsynlighet for dødelighet ved ulike smitteintensiteter på ulike deler i populasjonen. Ut fra dette er det foreslått to sett med grenseverdier; ett for laksesmolt og førstegangsutvandrende sjørret og sjørøye (< 150 g), og ett for stor fisk som veteranvandrere og kjønnsmodne individer av sjørret og sjørøye. Dette kan da regnes om til risiko for luserelatert dødelighet på både vill laksesmolt og sjørret/sjørøye i området. Dette gir i sin tur grunnlag for å vurdere om det er liten, moderat eller høy effekt på de ville populasjonene i området. Siden det fremdeles er ganske stor usikkerhet i hvor mye lus de ulike laksefiskene tåler, bør grenseverdiene revideres når en får mer kunnskap.

**Tabell 2. Foreslåtte grenseverdier som klassifiserer tilstanden for ulike grader av estimert økt luserelatert dødelighet på ville populasjoner av laks, sjørret eller sjørøye (verifiseringsindikator lus). For laksefisk under 150 g vurderes sannsynligheten for luserelatert dødelighet å være 100 % hvis ett individ har mer enn 0,3 lus/g fiskevekt.**

Vurdering av bestands-reducerende effekt	Estimert økt dødelighet grunnet lus
Høy	> 30 %
Moderat	10–30 %
Lav	< 10 %

#### Ønsker mer overvåking

Vi har foreslått et overvåkingsprogram langs kysten som bygger på dagens program. I tillegg har vi foreslått å teste ut et modellbasert overvåkings- og varslingsystem i Mattilsynets soneforskriftssoner i Hordaland og Nord-Trøndelag. Fra disse to pilotområdene har vi allerede fått viktig informasjon om den samlede effekten av brakklegging og andre bekjempelsestiltak mot lus, samt detaljert hydrografisk informasjon (for eksempel temperatur, saltholdighet og strøm) som kan brukes i smittespredningsmodellene. I disse områdene kan en sammenligne modellering av lusespredning med observasjoner av lus på villfisk og i smoltbur, og teste hvor godt modellene beskriver risiko for smitte på villfisken. Etter hvert som modellene våre blir bedre, ser en for seg at luseovervåkingen suppleres med og delvis erstattes av et modellbasert overvåkingsystem for lus.

Tilsvarende har Havforskningsinstituttet foreslått økt overvåking når det gjelder andel rømt laks i et stort antall elver og genetiske analyser på både gytefisk og ungfisk fra de samme elvene. Dette vil gjøre det mulig å varsle risikoen for genetisk påvirkning på villaksen ut fra andel rømt laks, samt å måle hvor stor den faktiske innkryssingen er med genetiske metoder.

# Frå rettsmedisin til sporing av urapportert rømt fisk

Ved å analysere DNA-et til rømt oppdrettsfisk kan vi spora dei tilbake til anlegget eller merden som dei kjem frå. Metoden blir brukt for å avsløre urapporterte rømingar. Ved slike hendingar ønskjer forvaltinga å få identifisert utsleppskjelda raskt slik at ein kan dra lærdom av hendinga og eventuelt undersøkje om det har skjedd noko straffbart.

ØYSTEIN SKAALA | oystein.skaala@imr.no, ANNE GRETE SØRVIK og KEVIN A. GLOVER

Resultata frå sporinga skal gjerne nyttast som grunnlag for rettslege prosessar, difor trengs det klare prosedyrar og nøyaktig oppfølging av både innsamling av materiale, identifisering og rapportering. Metoden vi har utvikla for forvaltninga til dette føremålet, "stand-by-metoden", baserer seg på fisken sine eigne, naturlege merke, i fyrste rekkje DNA-et. Mykje av verktøyet vi brukar i populasjonsgenetiske undersøkingar i marin forskning og forvaltning har vore utvikla innan humanmedisinsk forskning. Slik er det også med DNA-testane vi nyttar i sporing av rømlingar.

## Bruk av DNA i rettsmedisinen

Det skjedde ein revolusjon då professor Peter Gill og kollegar ved Forensic Science Service i England på 1980-talet oppdaga korleis DNA kunne nyttast i rettsmedisinen. I Noreg vart DNA nytta i farskapstesting første gong i 1989 ved Rettsmedisinsk institutt, og etter 1992 er det berre DNA som vert brukt. Alle individ har sitt eige unike DNA-fingeravtrykk, og då den molekylargenetiske utviklinga gjorde det mogeleg å framkalla denne variasjonen i DNA-et, hadde ein eit nytt og kraftig verktøy. DNA-et fins

Tabell 1. Samanlikning av fordelar og ulemper med sporing av rømt laks ved fysisk merking som til dømes snutemerke og stand-by-metoden basert på DNA.

METODE	FORDELAR	ULEMPER
Fysisk merking av all fisk	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nøyaktig identifisering kan vera mogeleg</li> <li>Identifiserer også drypplekkasjar</li> <li>Identifiserer lenge etter røming (ev. lenge etter slakting)</li> <li>Gjer det mogeleg å identifisere oppdrettslaks i naturen, og fjerne ev. individ frå ville bestandar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Store investeringar i logistikk og utstyr</li> <li>Krev omfattande dokumentasjon og forvaltning frå styresmakter</li> <li>Merketap</li> <li>Store årlege driftskostnader</li> <li>Omfattande ressursbruk på fisk som ikkje rømer</li> <li>Fiskevelferd: merkesår, handtering, stress</li> <li>Krev fjerning av merke før konsumering</li> <li>Spørsmål vedr. tidspunkt for merking vs røming</li> </ul>
DNA Stand-by-metoden	<ul style="list-style-type: none"> <li>Svært kostnadseffektiv</li> <li>Kostnad kan ev. påleggjast forureinar og ikkje heile næringa</li> <li>Krev ikkje investering i utstyr</li> <li>Krev ikkje handtering av fisk eller tilpassing av logistikk i næringa</li> <li>Krev ikkje oppretting eller drift av databasar på oppdrettsfisk</li> <li>Utløyser berre kostnader i konkrete rømingssituasjonar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Passar ikkje til drypplekkasjar</li> <li>Krev rask respons etter røminga</li> <li>Krev at forvaltninga har eit beredskapsteam</li> <li>Ikkje alle tilfelle vil gje diagnostisk identifisering av enkeltanlegg</li> </ul>



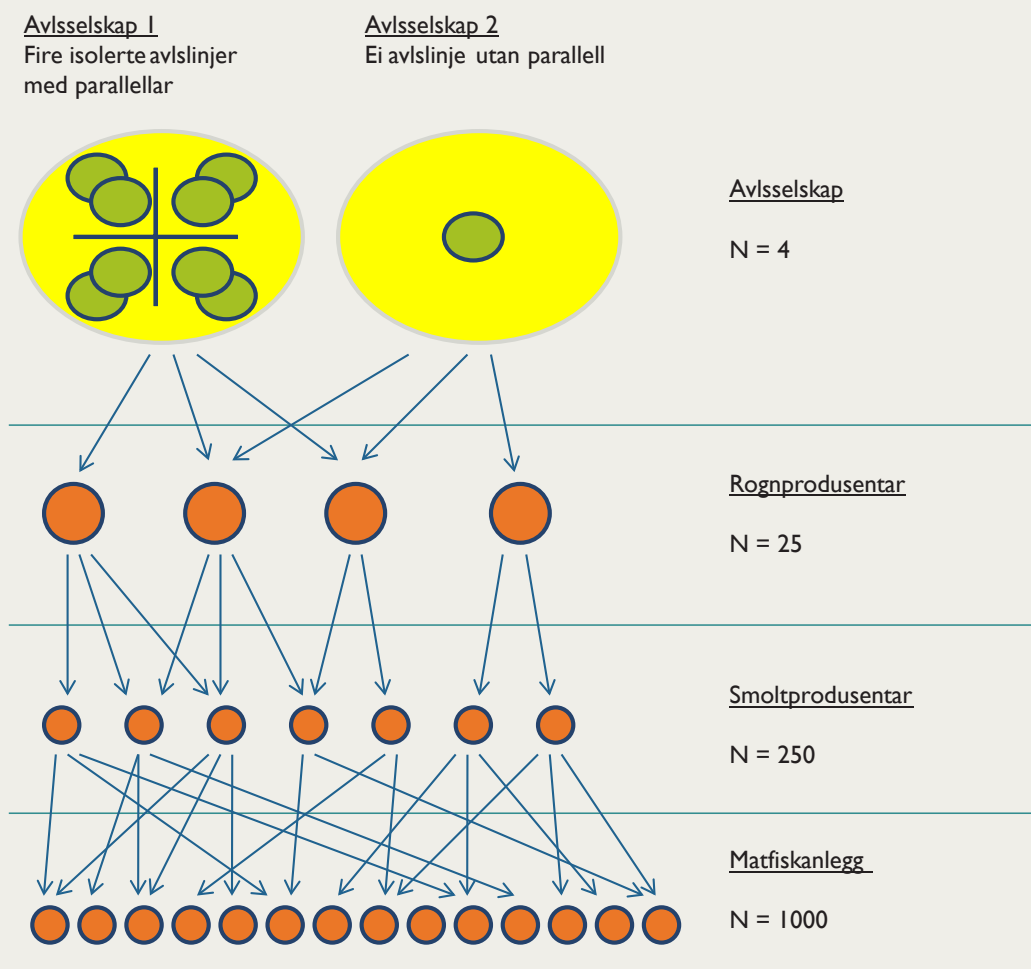
i kvar celle i kroppen, og mengda i ei hårrøtt eller endåtil mengda avsett på ein gaffel eller ein sigarettneip kan vera nok til identifisering av ein person. Til vårt føremål kan det vera nok DNA i ein bit av eit fiskeskjel. DNA fins i nesten alt biologisk materiale, det er svært stabilt, det blir ikkje påverka av kva du et eller drikk eller kva miljø du ferdast i, og det endrar seg ikkje gjennom livsløpet til eit individ. Det DNA-et du har med deg frå mor og far har du med deg heile livet, og lenge etterpå. Bruken av DNA i rettsmedisinen kviler på svært strenge prosedyrar der kravet til kvalitetssikring er høgt, og vi er kjent med at i fyrstninga vart det i saker i USA gjort avvik frå prosedyrane som medførte mistillit til bruk av metoden i rettsmedisinen. I dag er det heilt utenkjeleg at ein ikkje skulle bruka DNA i rettsmedisinen.

### Merkeutvalet og fisken sine naturlege markørar

Då norske politikarar sette fram forslaget om å merkja all oppdrettslaks (St.meld. nr. 12 (2001-2002) Rent og rikt hav, og Innst. S. nr. 134 (2002-2003) Om oppretting av nasjonale laksevassdrag og laksefjordar), var føremålet

å finna fram til ein metode for å identifisera kjeldene til urapporterte rømingar, og dermed redusera talet på slike episodar. Ynskje om å greia ut merketodar vart oversendt frå Fiskeri- og kystdepartementet til Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet i februar 2003. I kjølvatnet av dette vart Merkeutvalet med representantar frå forvaltning, forskning og havbruksnæring oppnemnt.

Utvalet gjekk gjennom alle kjente metodar for merking, blant dei ytre merke med robotar, elektroniske merke, fysiske og kjemiske merke og DNA. Utvalet henta inn informasjon og mottok innspel frå ei rekkje fagmiljø. Dei ulike metodane har sine fordelar og ulemper, oftast knytt til presisjonsnivå, dyrevelferd, logistikk (figur 1), marknad eller økonomi. I næringa var det til dømes bekymring for at metodar som omfatta tilsetjing av kjemiske substansar eller fysiske merke ville ha negative marknadseffektar. I juni 2004 la utvalet fram ein rapport med einstemmig konklusjon, der det vart tilrådd å vidareutvikla snutemerking og stand-by-metoden med bruk av fisken sine naturlege markørar, inkludert DNA (tabell 1). I etterkant av dette inviterte vi ved Havforskningsinstituttet saman ei rekkje fag-



Figur 1. Logistikken i havbruksnæringa er kompleks. I samband med sporning av rømt fisk betyr dette at dersom ein til dømes skal merkja fisk på smoltanlegg, samstundes som ein vaksinerer fisken, kan røming skje både frå smoltanlegg, brønnbåt eller sjøanlegg. I praksis tyder dette at dersom ein vil ha eit system for å spora urapportert røming frå matfiskanlegg, må fisken merkjast på matfiskanlegget, noko som ikkje er problemfritt.

miljø til eit forskingsrådsprosjekt som fekk tittel *TRACES; Tracing escaped farmed salmon by means of naturally occurring DNA markers, fatty acid profiles, trace elements and stable isotopes*.

Like etter oppstarten i 2006 mottok vi førespurnad frå Fiskeridirektoratet om vi kunne identifisera opphavet til rømt laks i Romsdalsfjorden. Prøvar av rømlingar og prøvar frå seks oppdrettsanlegg med til saman 15 merdar vart analyserte. Signala var eintydige, ein merd peika seg klart ut. Økokrim tok saka vidare, og gjennom etterforskinga kom det fram at anlegget hadde mista 3000 fisk utan å melda frå. Dette førte til bøtlegging, som vart akseptert.

### Erfaringar med stand-by-metoden

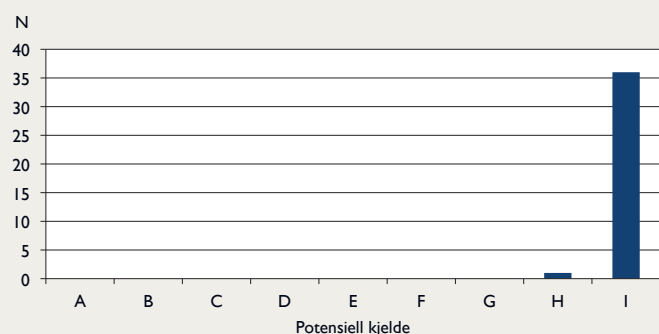
Til saman har vi no analysert 15 saker for fiskeriforvaltinga, og i dei fleste tilfella gir metoden klare signal. Metoden er utvikla for å identifisera opphavet til konsentrerte, urapporterte rømingar og eignar seg ikkje ved drypplekkasjar. Og som for alle metodar, må også prosedyrane for DNA-sporing følgjast nøye. Prosedyrane for stand-by-metoden kviler på ein rask respons frå forvaltinga. Når publikum registrerer uvanlege fangstar av rømlingar og kontaktar forvaltinga, må forvaltinga umiddelbart avklara om det er meldt tap av fisk frå anlegg i området. Dersom ingen har meldt om tap, skal det setjast i verk innsamling av prøvar av rømt fisk og av anlegga i området som har fisk av same storleik. Basert på erfaringane vi har gjort desse åra ser vi to utfordringar: 1) For at metoden skal fungera, må publikum melda frå på fiskeriforvaltinga sin tipstelefon om observasjonar av rømlingar. Det føreset at publikum er kjent med og brukar tipstelefonen.

2) Metoden føreset eit responsteam som kan dra ut på kort varsel og ta vare på, eventuelt samla inn prøvar av rømt fisk og referanseprøvar frå anlegg i nærleiken. Går det for lang tid, vil rømlingar frå eit utslepp ha spreidd seg over større areal og ev. blanda seg med rømlingar frå andre kjelder, noko som gir støy i resultatata.

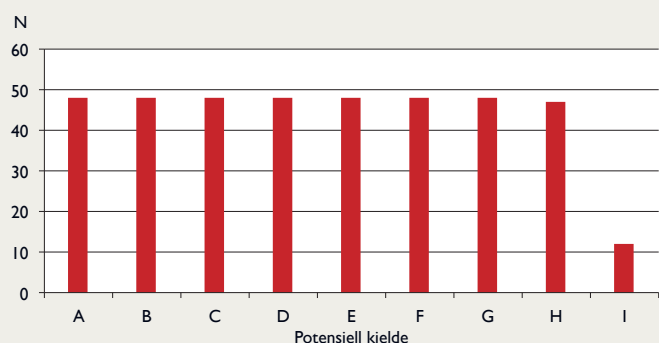
I praksis har det vist seg at når ein kjem raskt i gang med innsamling og sikring av prøvar, og ein ser på biologiske trekk ved rømlingane som til dømes storleik, er det ikkje så mange anlegg som ligg innafor sannsynleg rømingssområde. Eit døme på dette er ei sporing i Troms, der det var ni mogelege kjelder til ei urapportert røming. Testane viste at 37 av dei 48 innfanga rømlingane passa i profilen til eitt av anlegga (figur 2). Samstundes vart dei åtte andre anlegga frikjende sidan DNA-profilen til rømlingane viste at desse ikkje samsvarte med desse anlegga. For anlegg I derimot, vart berre 12 av dei 48 rømlingane avvist.

### Enkelt og kostnadseffektivt

Stand-by-metoden krev verken merking av fisk eller oppbygging, drift og vedlikehald av databasar for oppdrettslaks eller villaks. Metoden utløyser berre kostnader når forvaltinga registrerer ei sak dei ønskjer å følgja opp. For ei typisk sak som den i Troms, med analysar av under 1000 individ, vil kostnadane vera samansette av løn til forskar og laboratorieteknikar, laboratoriekostnad samt kostnader til innsamling av prøvar av rømt fisk og referanseprøvar frå anlegg i nærområdet, totalt under 200 000 kroner. Stand-by-metoden er difor både enkel og svært kostnadseffektiv.



Figur 2. I denne sporingssaka var det ni potensielle kjelder, her kalt A-I, for den urapporterte røminga. Det øvste diagrammet viser kor mange av dei 48 innfanga rømlingane som gav treff på dei potensielle kjeldene, og det nedste viser kor mange av rømlingane som ikkje kunne koma frå merd A-I.



# Utvikling av steril fisk ved hjelp av nye vaksinasjonsmetoder

Rømt oppdrettslaks er et stort miljøproblem for oppdrettsnæringen siden den rømte laksen kan formere seg med ville populasjoner av laks. Dette kan føre til tap av genetisk variasjon og lokal tilpasning. I tillegg kan tidlig kjønnsmodning være et velferdsproblem som leder til dårligere vekst, filet kvalitet, immunforsvar, osmoregulering og forutnyttelse. Løsningen på disse problemene kan være å bruke steril fisk.

ANNA T. WARGELIUS | anna.wargelius@imr.no, ROLF B. EDVARDSEN og GEIR LASSE TARANGER

I de seinere år har man begynt å bruke triploid steril laks. Dette er en bra sterilitetsløsning for akvakultur, men enkelte fisker får problemer med beindeforviteter, katarakt (øyeproblemer) og økt temperatursensitivitet. I tillegg blir den triploide hannfiskens kjønnsmoden. Slike problemstillinger gjør at vi ser etter alternative sterilitetsmodeller som kan løse noen av disse problemene. Sekvenseringen av laksegenomet har åpnet opp for muligheter når det gjelder å utvikle alternative og mer spesifikke metoder for å lage steril fisk. Vi har derfor søkt og fått innvilget et stort prosjekt fra Forskningsrådet der vi skal bruke kunnskapen om laksegenomet til å prøve å lage vaksiner som gjør oppdrettslaks steril. Prosjektet har fått tittelen *“Sterile salmon by targeting factors involved in germ cell survival: novel vaccination strategies for sustainable fish farming”*.

## Vil stoppe kjønnscellene

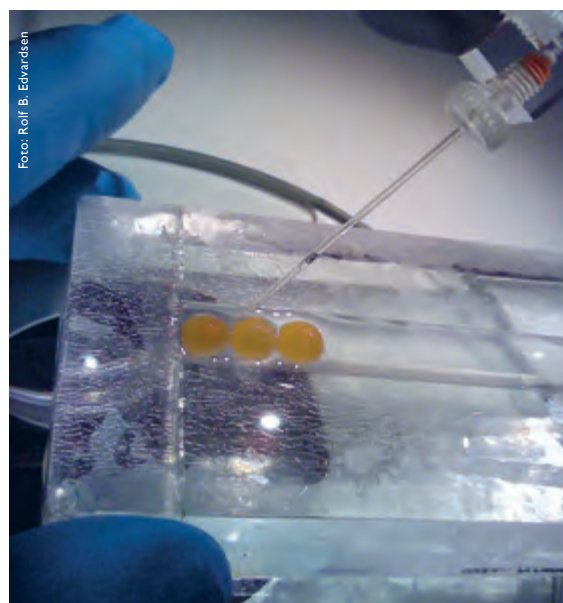
I prosjektet skal vi prøve å lage vaksiner mot proteiner som styrer overlevelse av tidlige kjønnsceller (primordiale kjønnsceller) eller kjønnsceller rett før pubertet. Forsøk med sebrafisk har vist at kjønnsceller trenger overlevelses-signaler. Mutasjoner i en del spesifikke gener assosiert med kjønnsceller leder til programmert celledød (apoptose) og senere sterilitet i sebrafisk og mus. Tanken er at en sterilitetsvaksine hos laks skal inaktivere kjønnscellenes overlevelsesproteiner og dermed tvinge cellene inn i apoptose. Uten kjønnsceller kan ikke fisken produsere egg eller sperm og blir dermed steril. Når en har inaktivert gener som koder for disse proteinene, kan en stoppe kjønnsmodningen hos regnbueørret og en del pattedyr. Den tiltenkte vaksinen skal gis til morfisk eller til ungfisk før kjønnsmodning. Vaksinen som gis til morfisken skal være konstruert på en måte som gjør at antistoff som produseres i moren, tas opp av eggene. Antistoffene

i eggene skal videre inaktivere proteiner som er essensielle for at embryoet skal danne kjønnsceller.

Det ligger et stort potensial i en morfiskvaksine, både fordi dette kan være en kostnadseffektiv måte å lage steril fisk på, og fordi det er interessant fra et kommersielt synspunkt ettersom eggprodusenten kan sikre at ingen bruker deres egg til videre avl. Den andre vaksinetypen går på det prepubertale stadiet hos laks og skal angripe umodne kjønnsceller. Vaksinen vil være konstruert for å angripe et protein som sitter på utsiden av cellene i gonaden, mest sannsynlig en reseptor eller en reseptor-assosiert faktor som er essensiell for overlevelse av kjønnscellene. Her er det tenkt at en mulig sterilitetsvaksine skal kunne gis sammen med den vanlige vaksinen som gis til laksesmolt.

## Undersøker laks og sebrafisk

For begge vaksinemodellene er det en rekke usikkerhetslementer slik som valg av mål-protein for vaksinen, effektiviteten til vaksinen mot ”egenproteiner” og produksjonsegenskapene hos den sterile fisken. I tillegg vil overføring av antistoff fra mor til egg/embryo være et ekstra usikkerhetslement for morfiskvaksinen. For å løse disse utfordringene har prosjektet både en bred grunnforskingsdel og en mer næringsrettet vaksinedel. I grunnforskingsdelen kommer vi til å lete etter nye vaksinekandidater med hjelp av dypsekvenseringsteknikker på utvalgte gonadeprøver fra både laks og sebrafisk. Her vil vi aktivt dra nytte av laksens genomressurser og bioinformatic for å finne aktuelle kandidater for vaksine. For å finne de beste kandidatene til vaksineuttesting vil vi bruke både laks og sebrafisk for å studere funksjonen til disse kandidatproteinene. Det er også usikkert hvilket kjønn steril fisk får. Hos forskningsfiskmodellene sebrafisk og medaka fører mangel av kjønnsceller til at alle fisker blir sterile hanner, mens



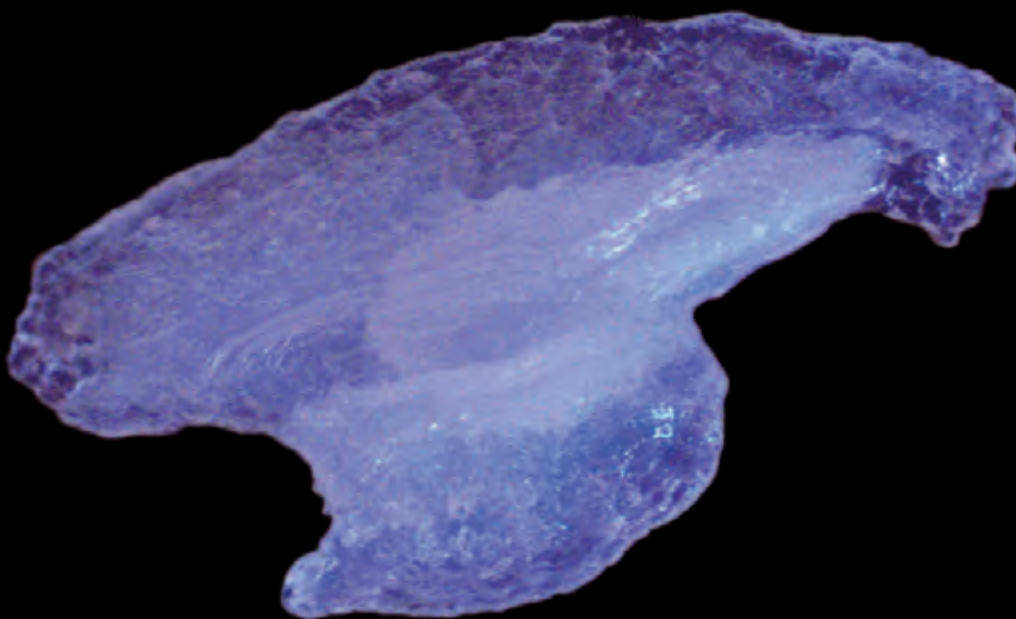
Figur 1. Mikroinjeksjon av antisense nukleotider i lakseegg.

i værål blir de både hanner og hunner. For å studere utseendet (fenotypen) til steril laks kommer vi ved mikroinjeksjon til å slå av gener enten ved hjelp av syntetiske nukleotider eller gjennom å ødelegge spesifikke gener og dermed lage genmodifiserte fisk (figur 1).

De etiske og samfunnsmessige sidene av prosjektet vil bli ivarett og studert gjennom en såkalt ELSA- (ethical, legal and societal considerations) komponent.

Prosjektet er finansiert gjennom Forskningsrådet sitt BIOTEK2021-program og er et samarbeidsprosjekt mellom ulike forskningsmiljøer i Norge inkludert Havforskningsinstituttet (leder), NOFIMA og universitetene i Tromsø og Bergen. Videre har vi samarbeid med universitetet i Utrecht og Max Planck-instituttet samt fire industripartnere; AquaGen, Lerøy Seafood, Vaxxinoa og MSD Animal Health Innovation. Prosjektet startet i januar 2013 og varer i fire år.





Otolitt.

# Otolittmerking av oppdrettsfisk

Merking av all oppdrettsfisk har blitt en høyaktuell sak både fordi en ønsker å kunne identifisere og fjerne oppdrettslaks fra elvene og fordi en ønsker å kunne spore rømt fisk tilbake til eier/anlegg. I 2012 bevilget Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) midler til Havforskningsinstituttet og Universitetet i Melbourne, Australia, for å undersøke om en kan bruke naturlig variasjon i grunnstoffer til å lage unike ”fingeravtrykk” i laksens øresteien (otolitt). Dette kan brukes til å gi en helt sikker identifisering av oppdrettsfisk og muligens også til å spore fisken tilbake til hvilket selskap og anlegg fisken har rømt fra.

TOM HANSEN<sup>1</sup> | tom.hansen@imr.no og PER GUNNAR FJELLDAL<sup>1</sup>,  
TIM DEMPSTER<sup>2</sup>, STEPHEN SWEARER<sup>2</sup> og FLETCHER WARREN-MYERS<sup>2</sup>  
1. Havforskningsinstituttet, 2. Universitetet i Melbourne

Otolittene eller øresteinene er små forbeinete strukturer som er helt sentrale i balansesystemet hos alle virveldyr. I øresteinen dannes det ringer på samme måte som i en trestamme. I tradisjonell fiskebiologi er det derfor vanlig å bruke øresteinene for å lese fiskens alder, hvordan den har vokst og når den har vært kjønnsmoden.

Øresteinen består i hovedsak av krys-tallinsk kalsiumkarbonat bygget inn i en proteinstruktur. Også andre stoffer som finnes i miljøet bygges inn i ørsmå mengder. De mest vanlige stoffene som følger med inn i øresteinen er strontium, barium og magnesium, som alle tilhører samme kjemiske gruppe som kalsium (jordalkalimetallene). De kan lett forveksles med kalsium og passer lett inn i krystallstrukturen. Disse stoffene blir permanent i øresteinen, og hvis en

analyserer lagene vil sammensetningen gjenspeile sammensetningen av vannet fisken oppholdt seg i da laget i øresteinen ble dannet. Andre harde vev i fisken slik som skjelett og skjell, bygges om hele tiden, og hvis en analyserer disse kan en aldri vite om en arbeider med nytt eller gammelt vev.

## Etablering av unike kjemiske merker i øresteinen

Alle grunnstoffer finnes naturlig i ulike varianter kalt isotoper. Disse varierer i antallet nøytroner de har i kjernen. Barium for eksempel, består i naturen av en blanding av syv stabile isotoper. Den vanligst forekommende er <sup>138</sup>Ba som utgjør over 71 % av naturlig forekommende Barium, mens de andre seks forekommer såpass hyppig at vi kan bruke dem til merking (tabell 1).

Tabell 1. De syv vanligste bariumisotopene i naturen.

ISOTOP	% FOREKOMST
<sup>138</sup> Ba	71,7
<sup>137</sup> Ba	11,2
<sup>136</sup> Ba	7,9
<sup>135</sup> Ba	6,6
<sup>134</sup> Ba	2,4
<sup>132</sup> Ba	0,001
<sup>130</sup> Ba	0,001

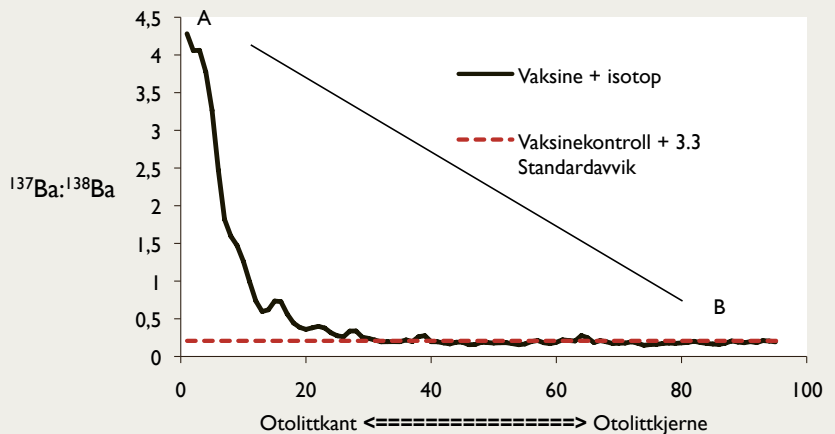
Hvis vi måler sammensetningen i en ørestein vil forholdet mellom  $^{137}\text{Ba}$  og  $^{138}\text{Ba}$  være ca. 1 til 7 eller ca. 0,15. Hvis vi kan tilføre fisken en litt høyere mengde av disse sjeldnere variantene, vil dette forholdet endre seg, og vi kan registrere det som et merke. I figur 1 vises sammensetningen i en ørestein fra en laks som er tilført en ørliten dose  $^{137}\text{Ba}$  i vaksinen. I det området av øresteinene som ble dannet rett etter vaksinerings, er sammensetningen dramatisk endret. En vil aldri finne laks med et slikt forhold i naturen. Vi har altså laget et merke som helt sikkert kan identifisere en oppdrettsfisk.

I det pågående prosjektet prøver vi å utvikle metoder for å tilføre ørsmå mengder av disse naturlige stoffene slik at de bygges inn i øresteinene som et naturlig merke. Figur 1 viser at vi kan gjøre dette ved å tilføre disse stoffene i vaksinen. Vi undersøker også om disse stoffene kan tilføres morfisken rett før gyting, og om eggene kan ta opp isotoper fra vann rett etter befruktning.

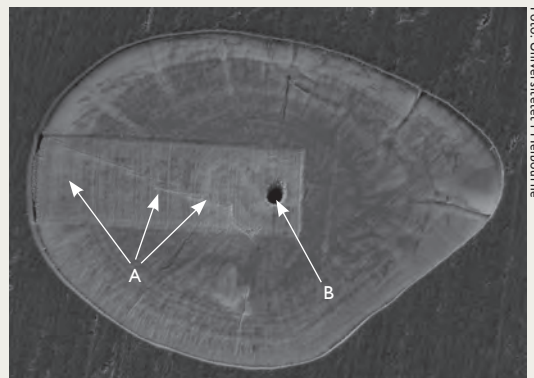
Vi tester foreløpig syv av 13 mulige varianter av disse naturlige stoffene. Dette kan gi oss 127 ulike merker. Tar man i bruk alle 13, gir dette 8191 mulige kombinasjoner, nok til å gi alle oppdrettsanlegg i Norge sitt unike merke.

### Effekter på fiskevelferd, fiskekvalitet og mattrygghet

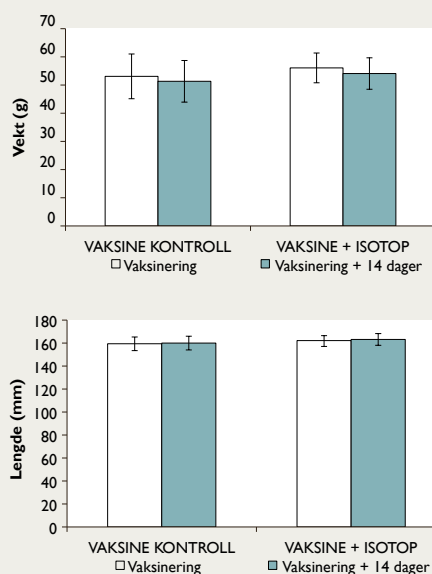
I prosjektet vil den merkede fisken bli fulgt gjennom hele produksjonssyklusen for å se om merketeknikken gir noen velferdsmessige effekter og for å undersøke merkets varighet. Spesifikke undersøkelser gjøres ved vaksinerings, ved overføring til sjøvann og når fisken når slaktestørrelse. De første resultatene fra vaksineringsstudiet er lovende og viser lik overlevelse (100 %) og vekstrate (figur 3) hos fisk som er vaksinert med og uten isotopmerke. Barium og strontium finnes også naturlig i meget lave konsentrasjoner i laksekjøtt, og har ingen kjente negative helseeffekter på mennesker. Mengden barium og strontium som tilsettes for å lage et merke er mindre enn 0,001 % av den mengden som finnes i en voksen 4–5 kg slakteklar laks. Merketeknikken vil derfor sannsynligvis ikke ha effekter på fiskekvalitet eller mattrygghet, men dette vil bli sjekket gjennom analyser av slakteklar laks fra forsøkene.



Figur 1. Endring i forholdet mellom  $^{137}\text{Ba}$  og  $^{138}\text{Ba}$  gjennom et område (A til B) i ørestein til en lakseparr etter merking med en  $^{137}\text{Ba}$ -merket vaksine.



Figur 2. Ørestein fra laks som er analysert med Laser Ablation ICPMS. Ørestein er skannet på tvers (A) og med punktskanning gjennom ørestein (B).



Figur 3. Lengde og vekt ved vaksinerings og 14 dager etter hos lakseparr vaksinert med vaksine med (vaksine isotop) og uten (vaksine kontroll) tilsetning av isotop.



# Kva skjer med oppdrettslaksen sitt avkom i naturen?



Figur 1. Då smolten kom fram til smoltfella fekk han eit kort opphald på feltstasjonen for avlevering av "persondata": utvandringsdato, lengde, vekt og DNA til familietesting.

Titusenvis av rømte oppdrettslaks finn kvart år vegen opp i gyteområda til ville laksebestandar for å gyta. Gjennom ti laksegenerasjonar har oppdrettslaks blitt selektert for "husdyrkvalitetar" og er difor ulik villaksen i fleire arvelege eigenskapar. Kva skjer når avkom av desse husdyra klekkar i elva og skal konkurrera med villaks?

ØYSTEIN SKAALA<sup>1</sup> | oystein.skaala@imr.no, KEVIN A. GLOVER<sup>1</sup>, TERJE SVÅSAND<sup>1</sup>, FRANCOIS BESNIER<sup>1</sup>, MICHAEL M. HANSEN<sup>1</sup>, BJØRN T. BARLAUP<sup>2</sup> og REIDAR BORGSTRØM<sup>3</sup>  
1. Havforskningsinstituttet, 2. Uni Miljø, 3. Universitetet for miljø og biovitenskap

For å betra kunnskapsnivået på dette området gjennomførte forskarar frå Havforskningsinstituttet saman med kollegar frå andre institusjonar det aller fyrste feltforsøket nokon gong der vi gjekk heilt ned på familienivå hos fisken.

## Resultat frå feltforsøk er viktig

I Regjeringa sin strategi for ei miljømessig berekraftig havbruksnæring heiter det at havbruk ikkje skal bidra til varige endringar i dei genetiske eigenskapane til villfiskbestandane. For å undersøkje korleis det går med avkomet til oppdrettslaks i naturen, gjennomførte vi eit eksperimentelt feltforsøk ved Havforskningsinstituttet sin feltstasjon i Rosendal. Slike studiar i naturlege miljø er krevjande og difor ei sjeldan vare. Likevel er dei eit viktig supplement til modellstudiar og laboratorieforsøk, akkurat fordi dyra er observerte

i sitt naturlege element. Ein føresetnad for å gjennomføra slike undersøkingar er fasilitetar som muleggjer god kontroll og representativ innsamling av forsøksdyra, og det er difor svært få stader slike feltundersøkingar kan gjennomførast. Ein av dei er Guddalselva, der fiskefellene (figur 1) sikrar god kontroll med fiskebestandane sine vandringer, og dessutan gjer det mogeleg å ta representative uttak av prøvar frå utvandrande laksesmolt.

Målet med forsøket var å samanlikna arvelege skilnader i overleving, alder, tidspunkt og storleik ved smoltifisering og diettval hos familiar av oppdrettslaks, villaks og kryssingar mellom desse. Sidan rømt oppdrettslaks ofte har låg gytesuksess samanlikna med villaks, starta vi forsøket med utplanting av eit kjent tal på auugerogn, slik at ikkje ulik gytesuksess som følgje av miljøeffektar skulle skapa støy i

resultata. På ettervinteren i 2003, 2004 og 2005 vart det planta ut 205 266 auugerogn frå 69 laksefamiliar ovanfor smoltfella, der nokre var reine oppdrettsfamiliar og nokre reine villaksfamiliar. Fordi gytesuksessen til oppdrettshannar ofte er svært låg samanlikna med villhannane, og oppdrettshoene har betre gytesuksess enn hannane, vil dei fleste hybridar i naturen vera avkom av ei oppdrettsmor og ein vill far. Kryssingane mellom oppdrettslaks og villaks vart difor laga med oppdrettsmor og vill far.

## Familievariasjonen i overleving gav ny innsikt

Overlevinga av auugerogna fram til plommesekkstadiet var svært god i alle tre årsklassane. Alt våren 2005 vart dei fyrste lakseungane smolt, og på veg ned mot Hardangerfjorden fekk alle individ eit

kort opphald på feltstasjonen der dei vart lengdemålte og vegde, og ein liten finnebit vart sikra til ekstraksjon av DNA og foreldretesting. Deretter vart dei slusa varsamnt med i eit kar for "recovery", før dei tok fatt på den lange og farefulle vandringa mot Norskehavet. DNA frå smolten blei ekstrahert i laboratoriet i Bergen og individa identifiserte til familien dei tilhørte.

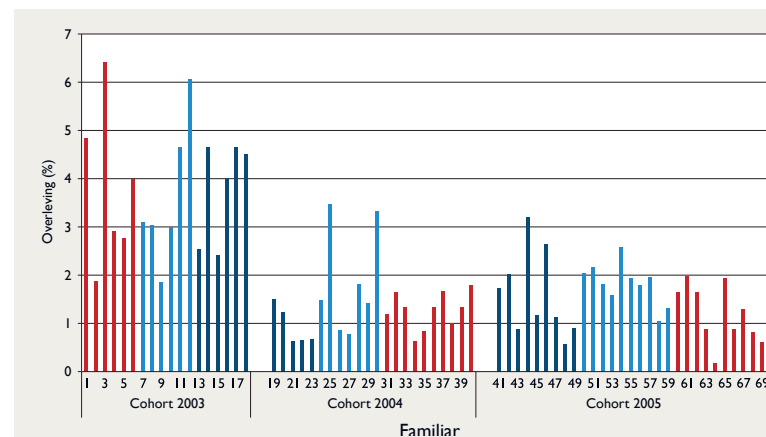
Etter fem år med prøvetaking av totalt 3845 smolt, vart alle data oppsummerte. Det som overraska mest, var den store variasjonen i overleving mellom familiar av oppdrettslaks, der nokre av oppdrettsfamiliane hadde svært høg overleving. Dessutan hadde hybridane med oppdrettsmor om lag same overleving som villaksen. Sidan den observerte overlevinga varierte mykje mellom familiar (figur 2), vart det utvikla ein statistisk modell for å beskriva variasjonen ut frå dei tilgjengelege parametranne. Denne viste at eggstorleik hadde stor innverknad på overlevinga fram til smolt. Kanskje ikkje så uventa, men at vi kunne visa dette konkret og på familienivå, var nok i overkant av kva vi tenkte i utgangspunktet. I dette konkrete forsøket var foreldra til oppdrettsfamiliane svært mykje større (12–14 kg) enn foreldra til villaksen (~4 kg). Denne miljøeffekten kamuflerte den reelle genetiske skilnaden mellom gruppene, og ved fyrste augekast såg det difor ut til å berre vera små skilnader mellom avkom av rømt og vill laks. For å vera trygge på at modellen ikkje lurte oss, samanlikna vi også halv søskenfamiliar. Det vil seie at frå eit antal oppdretts- hoer delte vi rogn frå kvar ho i to, og befrukta den eine halvdel med mjelke frå oppdrettsfar og den andre med mjelke frå ein vill far.

I 15 av dei 17 samanlikningane vi gjorde, hadde halv søskenfamiliane som var avkom av vill far, høgare overleving enn halv søskenane der begge foreldra var oppdrettslaks (figur 3).

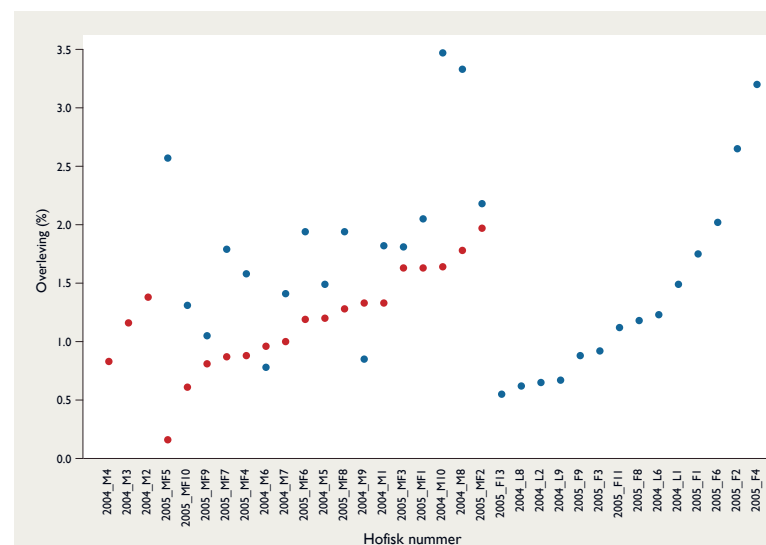
Eggstorleik er påverka av både arv og miljø. Stor fisk har størst egg. Samstundes er det dokumentert at domestisering hos fisk medfører redusert eggstorleik. Sidan eggstorleik varierer mykje både hos oppdrettslaks og hos villaks, viser forsøket at det vil vera svært vanskeleg å spå utfallet av immigrasjon av rømt laks i eit gitt tilfelle i eit vassdrag.

#### Næringskonkurranse gir redusert produksjon av villsmolt

I elvar er det avgrensa tilgang på næring, og overlevinga er avhengig



Figur 2. Prosent overleving frå augerogn til smolt for alle 69 familiarne. Raud: oppdrettslaks, lyseblå: hybridar og mørkeblå: villaks. Cohort = årsklasse.



Figur 3. Overleving hos familiarne utplanta i 2004 og 2005, med samanlikning av overleving hos halv søskenfamiliar med same mor (oppdrettslaks) og anten oppdrettsfar eller vill far. Raud: oppdrettsfar, blå: vill far.

av tettleiken av fisk. I forsøket i Gud-dalselva var vi også interesserte i å sjå om tettleik av fiskeungar i elva påverka den relative konkurranseevna mellom oppdrettslaks, hybridar og villaks. Det gjorde vi ved å auka mengda utplanta augerogn i kvar årsklasse. I praksis medførte dette at tettleiken av yngel auka for kvar årsklasse, men samstundes fekk også kvar ny årsklasse ein årsklasse med eldre laksungar å forholde seg til, i tillegg til aurebestanden i elva. Både større laksungar og aure har små laksyngel på menyen, så å stikka hovudet opp av grusen når plommesekken er oppbrukt, er risikabelt. Vi fann at overlevinga hos oppdrettslaksen samanlikna med hybride halv søskengrupper med vill far, avtok med aukande tettleik av fisk i habitatet, frå 0,86 i årsklasse 2004 til 0,62 i årsklasse 2005. Det tyder på ulik konkurranseevne og at di høgare tettleiken av vill laks er i ei elv, di lågare blir overlevinga til avkomet av rømt laks.

Det var også svært stor variasjon mellom familiarne i storleik ved same alder, og i totalmaterialet var smolten med oppdrettsforeldre ca. eitt gram større enn hybridane, som igjen var ca. eitt gram større enn villsmolten. Vi såg òg at avkomet av oppdrettslaksen hadde det travelt med å koma seg ut av elva om våren. Innafor eit gitt år var avkomet av oppdrettslaks i gjennomsnitt tidlegare på fella enn både hybridar og villaks. Dei vanlegaste bytedyra til laksungane i elva er døgn-, vår- og steinfluger og dessutan fjørmygg og knott. Det var ikkje noko som tyda på at oppdrettslaks og villaks har ulik preferanse for mat, og det var fullt overlapp i diettvalet. I dei fleste vassdraga er mattilgangen avgrensa. Dermed vil avkom av oppdrettslaks konkurrera med villaksen om den same maten, noko som vil medføra ein reduksjon i produksjonen av vill laksesmolt.





## Ny metode for overvåking av fiskevelferd i laksemerder

Uttak av 20 fisk for SWIM 1-evaluering.

For å kunne sammenligne fiskevelferd mellom ulike tidspunkt, merder og oppdrettsanlegg har vi utviklet en standardisert og praktisk gjennomførbar metode kalt SWIM 1. Velferd er noe som oppleves av individer, men i en merd med hundretusen laks er det ikke mulig å overvåke enkelt-individer. SWIM 1 bruker derfor et sett med indikatorer som sier noe om forholdene alle opplever i merden, og et sett med indikatorer for et representativt antall enkeltfisk for å estimere variasjon og fordeling av hvordan individene i merden mestrer forholdene.

LARS H. STIEN | Lars.Stien@imr.no, OLE FOLKEDAL, JOSTEIN M. PETERSEN<sup>1</sup> og TORE S. KRISTIANSEN  
1. Norges veterinærhøgskole

I prosjektet Overall Welfare Assessment of Atlantic Salmon (SALMOWA) er det utviklet en formalisert modell for helhetlig vurdering av velferd til laks i merder, basert på en omfattende gjennomgang av hva tilgjengelig litteratur sier om aktuelle velferdsindikatorer. Modellen SWIM (Salmon Welfare Index Model) er nå under uttesting (figur 1).

Den enkleste versjonen av modellen, SWIM 1, er beregnet for oppdrettere og innholder 15 velferdsindikatorer: fem basert på miljøforholdene i merden: vanntemperatur, saltholdighet, oksygenmetning, vannstrøm og belysning,

to basert på observasjon av populasjonen i merden: appetitt og daglig fiskedødelighet og åtte basert på et mest mulig representativt utvalg av enkeltindivider i merden: antall lakselus, kondisjonsfaktor, grad av avmagring, ryggradsdeformasjon, smoltifisering, kjønnsmodning, finne- og hudskader. Med støtte i publiserte forskningsresultater er hver velferdsindikator delt opp i minst tre nivå. Under utprøving av modellen har vi undersøkt 20 fisk fra hver merd. Basert på de individuelle resultatene kalkuleres det et "standardindivid" som representerer populasjonen.

Tabell 1. SWIM 1 velferdsindekser etter velferdsvurdering ved to forskjellige oppdrettsanlegg (A og B). Første vurdering ble gjort sommeren 2012 og andre vurdering høsten 2012. Ved hvert anlegg ble de to merdene som oppdretter utpekte som verst (1) og best (2) ved første besøk, valgt for velferdsvurdering.

ANLEGG	A				B			
	Sommer		Høst		Sommer		Høst	
Årstid								
Merd (1 = verst, 2 = best)	1	2	1	2	1	2	1	2
Velferdsindeks for merd	70	87	93	87	94	94	63	66
Velferdsindeks for standardindivid	59	84	84	84	80	85	80	84
<b>Total velferdsindeks</b>	<b>65</b>	<b>85</b>	<b>88</b>	<b>85</b>	<b>87</b>	<b>89</b>	<b>71</b>	<b>75</b>

Individ-, miljø- og populasjonsindikatorne brukes så til å beregne den relative velferdsindeksen for merden (0–100). I rapporten presenteres resultatene for alle indikatorne og individene, slik at en kan identifisere hvilke faktorer som har spilt negativt inn. I en utvidet versjon som er beregnet på fiskehelsestjenesten er det lagt til flere helselerelaterte parametere.

I 2012 ble modellen testet på ti oppdrettsanlegg med laks satt ut i mai–juni 2012. Hvert anlegg ble besøkt to ganger med 3–4 måneders mellomrom (sommer og høst). Henholdsvis beste og verste merd etter oppdretters oppfatning ble evaluert. Resultater fra to av anleggene presenteres her som eksempel (tabell 1).

### Oppdrettsanlegg A

Ved første besøk var oppdretters vurdering av merd 1 som verst og merd 2 som best i samsvar med SWIM-indeksen. Velferdsindikatoren som skilte de to på merdnivå var daglig dødelighet, som var 'Over forventet dødelighet' for merd 1 og 'Under forventet dødelighet' for merd 2. For standardindividet trakk moderate finne- og hudskader velferdsindeksen noe ned for begge merdene (figur 2). For merd 1 trakk også lav kondisjonsfaktor og tegn til avmagring ned. Ved høstundersøkelsen var velferdsindeksen for de to merdene nesten lik. Litt høyere for merd 1 pga. høy appetitt, men fisken var vesentlig mindre enn i merd 2. En sannsynlig forklaring på dette er uidentifiserte sykdomsproblemer i merd 1 som førte til dårlig føeropptak og høy dødelighet i sommerperioden, og at overlevende fisk på høsten forsøkte å kompensere med økt vekst og dermed økt appetitt.

### Oppdrettsanlegg B

For anlegg B fikk den antatt verste merden bare marginalt dårligere velferdsindeks enn den beste ved første besøk. På merdnivå var alle velferdsindikatorne på toppnivå, bortsett fra daglig dødelighet som var på nest beste nivå 'Noe mindre enn forventet'. Standardfisken for begge merdene hadde noe lav kondisjon. I den antatt beste merden hadde standardfisken færre finne- og hudskader. Ved andre besøk hadde velferdsindeksen sunket betraktelig for begge merdene. Utslagsgivende på merdnivå var forstyrrende håndtering av fisken, økt dødelighet og nedsatt appetitt.

Prosjektet vil bli sluttrapportert våren 2013, men foreløpige resultater viser at SWIM 1 er en gjennomførbar metode som kan utføres på under én time per merd. Målet er at metoden blir tatt i bruk til rutinemessig vurdering av fiskevelferd ved oppdrettsanlegg.



Figur 1. Et webbasert skjema for å utføre SWIM 1-analyse er tilgjengelig på en egen passordbeskyttet nettside ([www.imr.no/swim](http://www.imr.no/swim)) hvor brukerne kan legge inn data og få skrevet ut resultatrapporter. En beskrivelse av indikatorne og de ulike nivåene kommer frem når en går til de ulike indikatorne. Her vises "hjelperuten" for finneskader. Skjemaet er foreløpig bare tilgjengelig på engelsk. For å beregne totalvelferdsindeks for en laksemerd legges det først inn generelle data om merden, deretter data om miljøforholdene, populasjonen og for 20 representative fisk.



Figur 2. Velferdsindikatoren grad av finneskader er delt opp i fire nivå: 1) Friske finner uten skade, 2) Noe arrdannelse og spor etter gammel skade, 3) Moderat skade, inkludert splittede finner og fortykning av finner og 4) Store skader, blødninger og/eller betennelse, eksponerte finnestråler. Finnen til venstre er klassifisert som nivå 1, mens finnen til høyre er klassifisert som nivå 3.

# Kan vi sikre nedsenket laks nøytral oppdrift?

Nedsenket laks trenger tilgang til luft for å opprettholde nøytral oppdrift. 15 store laks i en liten forsøksmerd klarte å utnytte en kunstig luftlomme, men med tusenvis av laks i én produksjonsmerd er samme teknikk utfordrende for både fisk og konstruktør.

ØYVIND J. KORSØEN | oyvind@imr.no, JAN ERIK FOSSEIDENGEN, TORE S. KRISTIANSEN, FRODE OPPEDEL og TIM DEMPSTER<sup>1</sup>  
I. Universitetet i Melbourne

Ideen med nedsenkede anlegg er å kunne ta i bruk mer eksponerte lokaliteter og unngå ugunstige overflateforhold. Etter flere forsøk med laks i nedsenkede merder med not-taket på 3–10 meters dyp i perioder mellom tre og seks uker, har dette vist seg å være problematisk på grunn av laksens svømmeblæreanatomi – laks må ha tilgang til luft for å fylle svømmeblæren for ikke å bli for tung i vannet og synke. Det å synke kan den i kortere perioder kompensere for ved å svømme litt raskere og i tettere stimformasjon, men over lengre tid fører det til tiltet svømming om natten, lavere

vekst, økt förfaktor og tydelige tegn på redusert velferd med snuteskader, finneslitasje og ryggradskompresjoner.

I en liten, nedsenket forsøksmerd (5×5×7 m) observerte vi imidlertid at 15 laks lærte å snappe luft fra en luftkuppel og dermed opprettholde likevekten. For å undersøke hvordan en stor stim med laks ville utnytte en slik ”kunstig overflate”, prøvde vi to måter å tilby luft for svømmeblærefylling i merder med ca. 5000 laks; 1) den samme luftkuppelen og 2) luftbobler fra en luftslange.

## Materiale og metode

### Oppsett med luftkuppel

Forsøket ble utført ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Matre fra 15. mars til 6. mai 2012. Fire produksjonsmerder (ca. 2000 m<sup>3</sup>) ble brukt, der to overflatemerder hadde ca. 14 meter dype nøter, mens de nedsenkbare nøtene var 24 meter, med et tak innsydd på 10 meters dyp (figur 1). Oppunder taket, og i sentrum av merden, ble det festet en 1 m × 1 m × 0,3 m kuppel (ca. 120 liter luft), tilknyttet en luftslange fra en standard luftkompressor. Fisken ble holdt nedsenket i 49 dager, og atferd ble observert før, under og etter forsøket.

### Bobling av luft

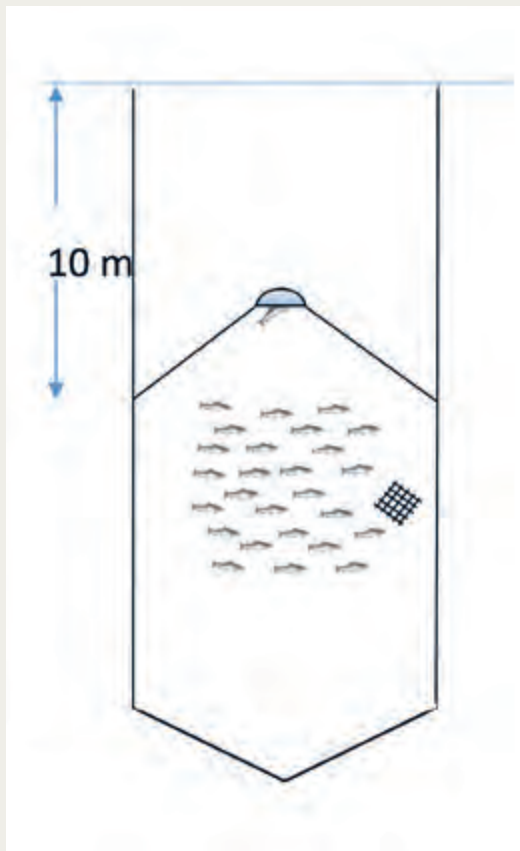
Etter hovedforsøket ble én av forsøksmerdene senket ned igjen, med en perforert luftslange liggende i bunnen av nota. Den slapp ut luftbobler som laksen kunne etterfylle svømmeblæra med. For at fisken skulle få negativ oppdrift og større trang til å fylle svømmeblæren, holdt vi den nede i fire dager uten tilførsel av luft, deretter ga vi luft i sju dager fra kl 15.00–22.00.

### Fôr og føring

Fisken fikk ett måltid per dag, fem dager per uke via en fleksibel slange tilknyttet en vannbeholder som ble fylt fra et luftfôringsanlegg. Utføringspunktet lå 30 cm under taket og ca. 1 m fra luftkuppelen. For å oppnå tilnærmet samme spredning av føret i kontrollmerdene ble luftfôringslangene plassert like over vannflaten. For å sikre at fisken kunne ta ut fullt vekstpotensial, fikk den tildelt ca. 10 % ekstra fôr ut fra tabellverdier, observasjon av appetitt i undervannskamera og fôrøpsamler.

### Forsøksfisk

Ca. 19 500 laks av Aquagen-stamme ble fordelt mellom forsøksmerdene. Før oppstart og etter avslutning ble 100



Figur 1. Prinsippkisse av nedsenket laks med liten luftkuppel.



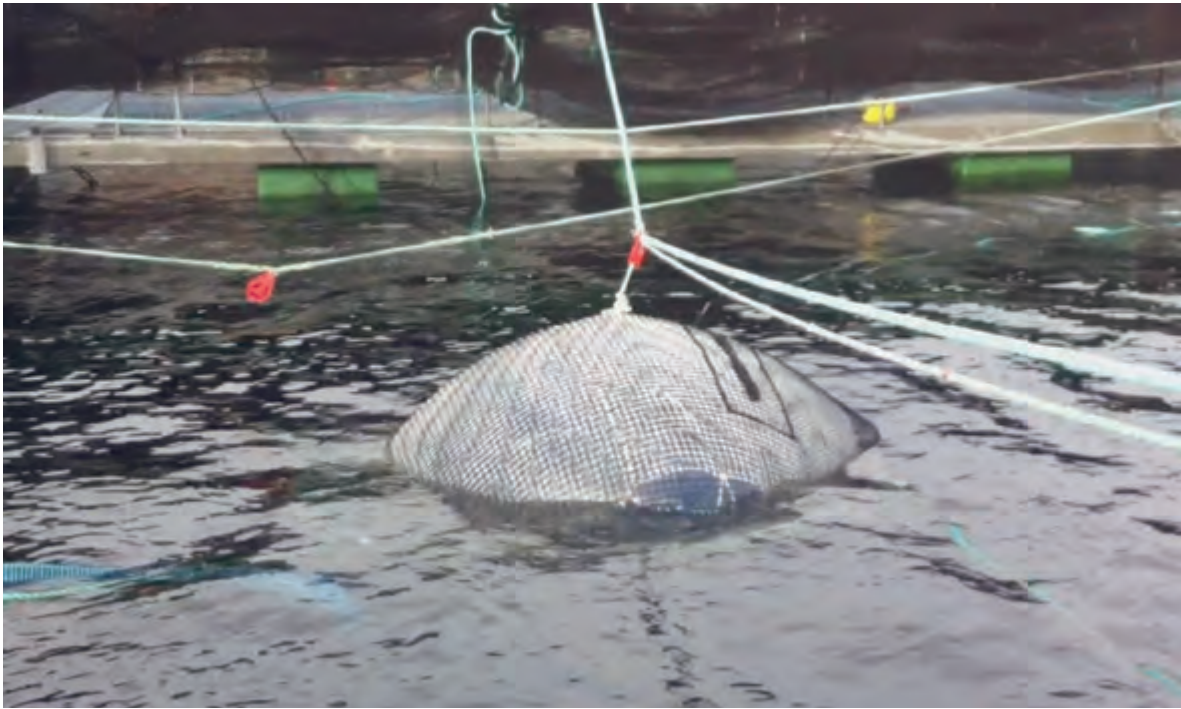


Foto: Øyvind Korsen

#### Luftkuppel i overflate.

fisk tilfeldig valgt ut, og individuell vekt, lengde og grad av snuteslitasje ble registrert.

#### Observasjon av atferd

Svømmehastighet ble målt ved hjelp av undervannskamera på bestemte dager før, under og etter forsøket. Stimstruktur, antall fisk som gikk opp i kuppelen og appetittrespons kunne også bedømmes med disse kameraene. Etter 49 dagers nedsenking ble antall hopp og rull i overflaten registrert ved heving av merdene til overflaten. Dette indikerte hvor sterkt behov laksen hadde for å etterfylle svømmeblæren i tillegg til å indikere i hvilken grad luftkuppelen hadde blitt benyttet. Ekkolodd under hver enkelt merd registrerte stimens vertikale plassering i merden og ga et mål på endringer i svømmeblærens volum.

#### Resultat

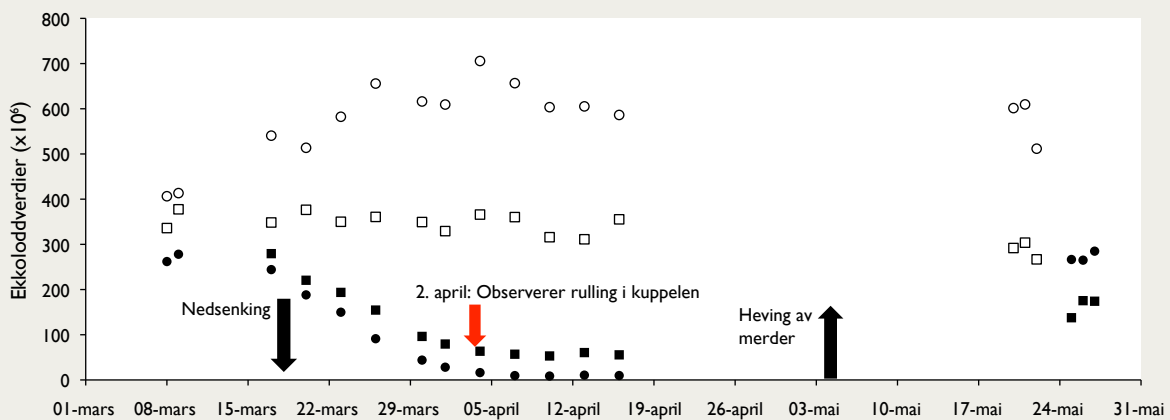
##### Svømmehastighet, stiming og mengde luft i svømmeblære

Laksen svømte markert raskere allerede etter én dags nedsenking i NS3-merden. De neste dagene var svøm-

mehastigheten i begge de nedsenkede merdene omtrent 1,6 ganger raskere enn i kontrollmerden. De nedsenkede fiskene holdt seg samlet i stim og viste liten interesse for luftkuppelen. Etter ca. fire uker så vi flere fisk (i NS3-merden) som snappet luft fra kuppelen (figur 2). Disse utgjorde etter hvert en uryddig samling fisk (200–300 stk) som tydelig var blitt nøytrale fra luft i kuppelen. Dette gjorde utslag på ekkosignalene som sluttet å synke, og bekreftet at en del fisk hadde etterfylt luft fra kuppelen. Fisk i NS4-merden hadde ikke denne atferden, ekkosignalene forsvant helt, hvilket betyr at de gikk tom for luft i svømmeblæren.

##### Appetitt, vekst, snuteslitasje og dødelighet

Appetitten gikk tydelig ned i de to gruppene som var nedsenket; de hadde lavere respons på føret og sluttet å spise mye tidligere på dagen enn kontrollfiskene. Stimens form endret seg etter hvert fra å være smultringaktig til å bli en smal og høy sylinder. Nedsenking ga lavere tilvekst, men fisken i merd NS3 vokste nesten like godt som fisken i kontrollmerdene. Snuteslitasje ble funnet hos de fleste ned-



Figur 2. Ekkoloddverdier for laks før, under og etter den sju uker lange nedsenkingsperioden. ○ og □ er gjennomsnitt for fisken i kontrollmerd 1 og 2, ■ og ● er for fisken i nedsenket merd 3 og 4. Data gikk tapt de tre siste ukene av nedsenkingen samt i forsøket med luftbobling.

senkede fiskene, men var fraværende blant kontrollfiskene. Dødelighet var under 0,01 % i alle merder.

#### *Overflateaktivitet etter heving*

Rett etter at merdene ble hevet til overflaten startet fisken intens hopping og rulling (3 hopp/fisk/minutt) som pågikk i 6–8 timer. Denne atferden er typisk for svømmeblærefylling og indikerer at kuppelen ikke hadde vært tilstrekkelig for at fisken skulle få dekket behovet for å regulere oppdriften sin. Dagen etter var overflateaktiviteten normal.

#### *Bobling med luftslange*

Vi prøvde et siste forsøk på å gjøre nedsenket laks nøytral ved å legge en slange som slapp ut luftbobler i bunnen av nota. Hypotesen var at laks ikke er redd for luftbobler, og derfor kanskje kunne snappe luft fra stigende bobler og dermed etterfylle svømmeblæren og gjenopprette nøytral oppdrift. Dette viste seg å ikke være effektivt. Vi kunne ikke observere økning i ekkosignalverdier i perioden med bobling, men fiskene var heller ikke redde siden de svømte rett gjennom "veggen" av bobler. Imidlertid observerte vi intens overflateaktivitet i ca. to timer etter heving, det indikerer at de hadde negativ oppdrift før heving.

#### **For liten kuppel eller for stor stim?**

Generelt kan vi si at luftkuppelen ble lite benyttet ettersom vi så økt svømmehastighet, reduserte ekkoloddverdier, dårligere appetitt og vekst, økt snuteslitasje og høy overflateaktivitet etter heving.

Arealet i kuppelen i forsøket var bare 1 m<sup>2</sup>, det tilsvarte 0,7 % av merdens totale overflate. I tillegg hadde taket en skråning opp til kuppelen på ca. 40° og var plassert i

sentrum. Denne kombinasjonen gjorde luften i kuppelen vanskelig tilgjengelig for stimen av laks.

Dimensjonering av luftkuppel, lodd og fortøyning var komplisert. En stor luftkuppel er teknologisk utfordrende, og balansering av denne er komplisert når strøm- og bølgekrefter påvirker merd og not. For å øke arealet til f.eks. 5 % av arealet i en 12 m x 12 m merd, kreves det 1400 liter luft i en luftkuppel med en diameter på 3 meter og høyde på 0,2 meter. Da må en ha lodd på 1,4 tonn plassert på en forsvarlig og egnet måte. Fremtidig teknologisk design må utvikles og atferden undersøkes i forhold til egnethet.

En stim i en oppdrettsmerd ser ofte ut som en stor smultring, hvilket gjør at hvert individ må nokså markant bryte ut av stimstrukturen for å komme opp til kuppelen. Som beskrevet, forandret stimen av de nedsenkede laksene seg til en høy sylindrerformet spiral, mens kontrollgruppene opprettholdt smultringformen gjennom hele forsøksperioden. Dette kan ha gjort tilkomsten til kuppelen enda vanskeligere for de nedsenkede fiskene.

Også laks i merd trenger hvile. Observasjon av oppdrettslaks i tradisjonelle overflatemerder viser at laksen hviler om natten ved å gli sakte med en svak positiv tilting forårsaket av oppdriften fra luften i svømmeblæren. Laksen må derfor ha tilgang til luft, så løftet fra svømmeblæren kan avlaste den fra å svømme.

Skal laks oppdrettes i nedsenkede merder over lengre tid, trengs et stort kunstig overflateareal. Dette kan gis ved én stor eller flere mindre kupler inkorporert i et flatt nottak for å forenkle tilkomsten av luft for stimende laks. Føring bør foregå i den kunstige overflaten for å tiltrekke/lære laksen at den kan finne luft der.



Foto: Øyvind Korsen

Luftkuppel under vann. Laksen brukte luften i den lille kuppelen i svært liten grad.



# Betydning av lakselus for utvandrende smolt fra Daleelven

Injeksjon av anti-lakselusstoff.

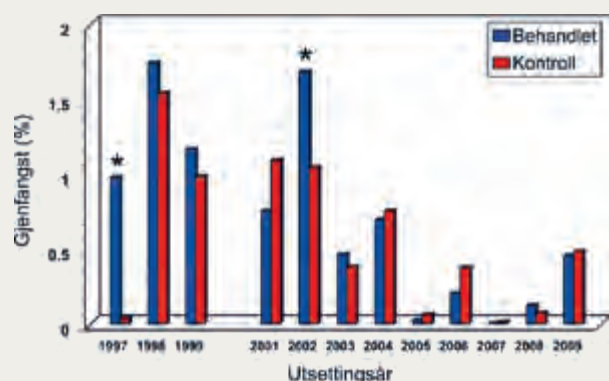
En langtidsstudie i Daleelven i Hordaland om hvordan lakselus påvirker overlevelsen av utvandrende laksesmolt, viser at parasitten kan ha hatt en bestandsreducerende effekt enkelte år. Årlige svingninger i vekst og overlevelse til laks i havet førte til større variasjon enn det som kunne tilskrives lakselus, så studien indikerer også at risikoen for negative effekter av lakselus er størst når det er dårlige matforhold på laksens beitevandring i havet.

OVE SKILBREI | ove.skilbrei@imr.no<sup>1</sup>, GUNNAR BAKKE<sup>1</sup>, BENGT FINSTAD<sup>2</sup>, RITA STRAND<sup>2</sup>, KURT URDAL<sup>3</sup> og FRODE KROGLUND<sup>4</sup>

1. Havforskningsinstituttet, 2. Norsk institutt for naturforskning (NINA), 3. Rådgivende Biologer AS, 4. Norsk institutt for vannforskning (NIVA)

Utsetting av smolt som er behandlet mot lakselus er en av de få metodene vi har for å estimere effekten av lakselus på utvandrende laksesmolt. Ved å sammenligne overlevelsen hos behandlede grupper og ubehandlede kontrollgrupper fram til gjenfangst som voksne fisk, kan vi teste om overlevelsen til de to gruppene er ulik. Årlige utsetninger av behandlet smolt ble startet opp i Daleelven i 1997 i regi av NINA og NIVA, og videreført fra 2001 fram til 2012 av Havforskningsinstituttet.

Gjenfangstene av laks har variert kraftig siden forsøkene startet. Fra 1997 til 2002 lå gjerne den rapporterte gjenfangsten av smoltutsettingene i Daleelven over 1 prosent (figur 1). Deretter falt overlevelsen til svært lave nivåer, spesielt fra 2005 til 2008. Lakselus slo svært kraftig ut på overlevelsen i 1997, men også i 2002 var det en klar forskjell. Det var ikke påviselige effekter av lakselus i flertallet av utsettingene, men effekten av lakselus var likevel statistisk signifikant for perioden 1997–2009 sett under ett. Reduksjonen i overlevelse skjedde samtidig



Figur 1. Gjenfangster av voksen laks som kommer fra grupper av behandlet og ubehandlet smolt satt ut i Daleelven fra 1997 til 2009. Tre slipp hvert år fra 2001. \* = signifikant statistisk forskjell mellom de to gruppene. Fra Skilbrei m.fl. (2013).



Snutemerking.

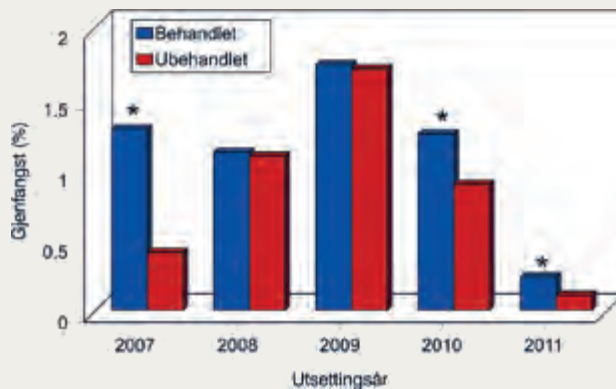
med at veksten til laksen i havet gikk ned, og gjaldt fisk fra både Daleelven og andre elver på Vestlandet. Samtidig har innslaget av smålaks sunket drastisk, fra en overvekt av smålaks for ti år siden, til at flesteparten av laksene er minst to år i havet før de blir kjønnsmodne. Forsinket kjønnsmodning kan være en konsekvens av lavere vekst, så begge forholdene peker mot at fødeforholdene i havet har blitt gradvis dårligere. Det er ikke grunn til å tro at det er lakselus som er årsaken til bølgedalen i overlevelsen i havet disse årene.

For å øke smoltens overlevelse, ble grupper av smolt slept utover fjorden og sluppet ut i sjøen fra 2007 (figur 2). Strategien med slep hadde en umiddelbar positiv effekt på

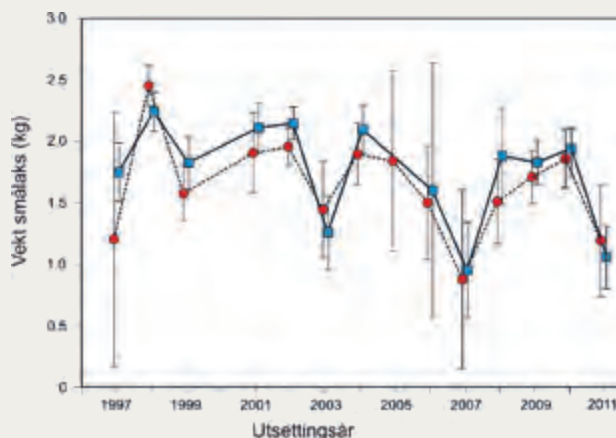
gjenfangstene, som har lagt på 1,2–1,8 prosent i snitt (figur 2). Lakselus hadde en klar negativ effekt på overlevelsen til smolten som ble slept i 2007, men det var ingen tydelige forskjeller mellom behandlet og ubehandlet smolt de to påfølgende årene. I 2010 og 2011 viser imidlertid de foreløpige gjenfangstene at lakselus på nytt har vært et problem for den utvandrende smolten.

Selv om smittepresset av lakselus ikke er så høyt at smolten dør, så kan den bli negativt påvirket. Trenden de fleste årene fra 1997 til 2010 var at ubehandlet smålaks var rundt 0,1 kg mindre enn behandlet laks. Figur 3 viser også tydelig at smålaksens vekst varierer kraftig fra år til år, uavhengig av behandling mot lakselus, og kan antyde at forholdene i havet på nytt har blitt dårligere for laksen fra 2010 til 2011.

Til tross for stor variasjon i gjenfangst mellom ulike år, og mellom ulike slipp samme år i perioden 1997 til 2009, har lakselus hatt en statistisk påvisbar effekt på smoltens overlevelse. Forholdstallet mellom sannsynlighetene for at en behandlet eller ubehandlet fisk blir fanget er 1,17:1. Dette innebærer at rundt regnet har ca. 15 % av smolten dødd som følge av lakselusinfeksjon. Dette estimatet ligger mellom resultatene i to andre studier som oppsummerer tilsvarende forsøk: 1,14:1 i Jackson m.fl. 2013 og 1:29:1 i Krkosek m.fl. 2012. I henhold til nylige ekspertvurderinger som har hatt til hensikt å karakterisere betydningen av lakselus på ville populasjoner, innebærer nivået i forsøkene i Dale at lus har hatt en moderat populasjonsreduserende effekt. Årlige svingninger i vekst og overlevelse til laks i havet førte imidlertid til mye større variasjon enn det som kunne tilskrives lakselus, så langtidsserien i Daleelv indikerer også at risikoen for en negativ påvirkning av lakselus på en laksebestand nok er størst når den faller sammen med ugunstige forhold i havet.



Figur 2. Gjenfangster av behandlet og ubehandlet smolt satt ut ulike steder i fjordsystemet fra 2007 til 2010. Det var ett slipp i fjorden i 2007, ellers sammenslåtte data fra 3–5 slipp hvert år. Foreløpige data fra 2010 og 2011 i påvente av kommende gjenfangster. \* = signifikant statistisk forskjell mellom de to gruppene.



Figur 3. Vektene til gjenfanget smålaks (1-sjø-vinter laks) fra utsettingene 1997 til 2011 som enten ble behandlet mot lus (blå firkant og heltrukken linje) eller ikke (rød sirkel og stiplede linje). Fra Skilbrevi m.fl. (2013). Foreløpige data fra 2011.

# Å beregne bærekraftig havbruk med modeller

Bærekraftig havbruk er når summen av alle faktorer som påvirker de naturlige økosystemene er innenfor akseptable grenser. Å tallfeste bærekraft er så komplisert at vi trenger et avansert modellsystem, men Havforskningsinstituttets erfaringer med lakselusspredning og lakselusas bidrag til bærekraften viser at vi har kommet et stykke på vei.

LARS ASPLIN | lars.asplin@imr.no og INGRID ASKELAND JOHNSEN

Definisjonen av en bærekraftig havbruksnæring er ikke entydig, men i henhold til Fiskeri- og kystdepartementets strategiske dokumenter kan en tolkning være at fiskeoppdrett ikke skal ha en irreversibel negativ påvirkning på det naturlige økosystemet og villfiskpopulasjonene. I de siste årene har oppdrettsbiomassen økt jevnt og trutt, og de kommende årene er det signalisert at veksten skal holde fram under forutsetning av at den er bærekraftig. Det betyr at bærekraft må defineres og tallfestes, og til dette trenger vi modeller.

## Regional bærekraftmodell

Skal vi beregne bærekraften av en regions oppdrettsaktivitet er det viktig å kunne estimere de ulike faktorene som påvirker økosystemet i rom og tid. Ikke alle disse faktorene stammer fra oppdrettsaktiviteten, noen er for eksempel del av det naturlige klimasystemet som vanntemperaturen. Også i regioner uten oppdrettsaktivitet kan det skje endringer i villfiskpopulasjonene, og det er viktig at vi i en modell klarer å summere alle relevante faktorer. Likevel er påvirkning fra oppdrettsaktivitet viktig fordi dette er noe som kan reguleres, i motsetning til for eksempel mattilgang for villfisk i havet. Påvirkning fra oppdrett kan for eksempel være utslipp av spillfôr, kjemiske substanser eller smittestoffer og parasitter som lakselus. Alle disse utslippene kan påvirke regionen og økosystemet omkring, og kan føre til at regionens bæreevne overskrides.

En regional bærekraftmodell må med utgangspunkt i mengde og plassering av oppdrettsfisk, relevante miljøfor-

hold og kunnskap om økosystemet, kunne beregne i hvilken grad regionen er og blir påvirket av oppdrettsaktiviteten. En fungerende modell kan brukes til å optimalisere både størrelse og plassering av oppdrettsaktivitet, og den kan være en leverandør av kunnskap i politiske prosesser omkring veksten av oppdrettsaktivitet framover.

## Bæreevne i forhold til lakselus

Lakselus er allerede i dag et problem i enkelte oppdrettsintensive regioner. Havforskningsinstituttet har en fungerende spredningsmodell for lakselus, og vi kan estimere smittedoser i rom og tid. Med kunnskap om villfiskens vandring i fjordsystemet kan vi tallfeste hvor mange lakselus den har vært i nærheten av. Vi antar at vi med en viss grad av presisjon dermed kan beregne infeksjonspresset villfisken opplever i regionen til ulike tider, for eksempel under smoltutvandringsperioden om våren.

Etter at villfisken er smittet med lakselus, vil den gradvis bli redusert. Mengden lakselus fisken har på seg, avgjør hvor stor påvirkningen vil være, og vi antar at en mengde tilsvarende 0,1 lakselus per gram fisk er grensen for dødelig dose.

Lakselusas regionale påvirkning er knyttet til i hvilken grad parasitten har populasjonsregulerende effekt, noe som er betydelig mer komplisert å estimere enn den individuelle effekten. Selv om vi kan regne ut hvordan alle individer i populasjonen påvirkes av lakselus, må vi også ta hensyn til alle andre belastende faktorer. Disse vil for eksempel være en naturlig varierende tilgang på mat, leveforholdene i



elva laksefisken er i, populasjonens reproduksjonsevne, om det finnes naturlige predatorer eller om det foregår fiske. I dag har vi ikke tilstrekkelig kunnskap til å konstruere en fullstendig bæreevnemodell for lakselus, men vi vil nok kunne komme et langt stykke på vei der vi vil se at noen faktorer sannsynligvis er viktigere en andre.

### Lakseluspredning i Hardangerfjorden

Hardangerfjorden har den største konsentrasjonen av oppdrettslaks i Norge og er derfor et egnet modellområde. Området er dessuten underlagt en soneforskrift der store deler av fjorden brakklegges annethvert år. Det skaper tydelige geografiske kildeområder for lakselus og tydelige signaler som egner seg for å evaluere spredningsmodeller for lakselus. Gjennom den nasjonale overvåkingen av lakselus er dessuten Hardangerfjorden relativt grundig observert i forhold til utviklingen av lakselus på villfisk de senere årene.

Eksempelet under viser spredningsforholdene for lakseluscopepoditter (lakseluslarvenes smittsomme stadiet) i mai–juni 2012. Denne våren var den midtre delen av Hardangerfjorden (området Halsnøy–Varaldsøy) brakklagt for oppdrettsfisk, og det var kun nylig utsatt fisk uten særlige mengder lus i anleggene. Til tross for dette observerte vi et relativt høyt antall lakselus både på garn- og rusefanget sjøørret og i smoltburene inne i den brakklagte midtre delen. Mengdene var dessuten forholdsvis høye sammenlignet med de foregående årene. Siden området var brakklagt, antar vi at lakselusa har blitt transportert inn i dette området med strømmene.

Det generelle bildet i Hardangerfjorden våren–sommern 2012 var et moderat infeksjonsnivå av lakselus fram til begynnelsen av juni. Etter dette økte mengdene betydelig, spesielt i den ytre delen, men også i området øst for

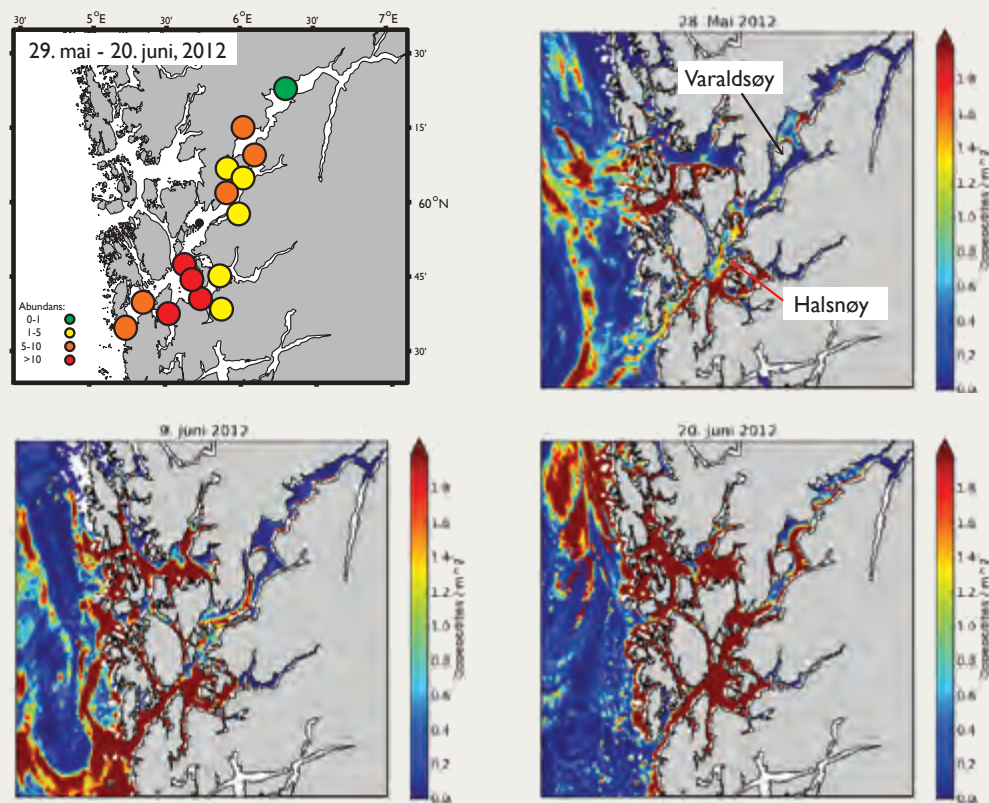
Varaldsøy var det en forholdsvis høy lakselusproduksjon.

Smoltbur er en liten merd på ca. 1 m<sup>3</sup> som er plassert like under overflaten festet til en oppdriftsblåse. Buret inneholder ca. 30 laksesmolt av god kvalitet fra Marine Harvest sitt anlegg på Herand. I slutten av utsetningsperioden teller vi antallet lakselus på fisken. Mengdene vil derfor representere påslagene gjennom hele perioden.

Mellom 29. mai og 20. juni fant vi forholdsvis høye verdier av lakselus på smoltburfisken i forhold til tidligere år (figur 1, øvre venstre). Resultatene fra spredningsmodellen viser også at det var mest lakseluscopepoditter i ytre del av Hardangerfjorden 28. mai (figur 1, øvre høyre). Simuleringsresultatene viser at konsentrasjonen av lakselus varierer mye i både rom og tid (time, km), og at lakseluscopepoditter periodevis transporteres over forholdsvis store avstander (titalls km). Spesielt rundt 9. juni viser resultatene at det foregikk en transport av lakseluscopepoditter fra området vest for Varaldsøy, utover fjorden og over mot Rosendal (figur 1, nedre venstre). Dette kan være årsaken til at begge smoltburene i dette området fikk relativt høye lusetall. Noen dager senere, illustrert ved forholdene 20. juni (figur 1, nedre høyre) foregikk det en større transport av lakselus innover Hardangerfjorden fra de ytre delene langs østre fjordside, og både villfisk og oppdrettsfisk var igjen utsatt for lakselusmitte.

### Gode data avgjørende

Resultatene viser at vi kan forklare den geografiske fordelingen av lakseluscopepoditter i Hardangerfjorden dersom vi har gode data for lakselusproduksjon og strømforhold. Med kunnskap om villfiskens posisjoner vil vi etter hvert estimere individuell smitte, og vi arbeider med å sette dette sammen til et tall for populasjonsregulerende effekt og altså villfiskens bæreevne for lakselus.



Figur 1. Figuren øverst til venstre viser gjennomsnittlig antall lakselus på fisken i smoltburene i perioden 29. mai–20. juni 2012. Nederst og oppe til høyre vises konsentrasjonen av lakseluscopepoditter per m<sup>2</sup> og døgnet beregnet med spredningsmodellen for lakselus.



# Identifisering av triploid fisk ved bruk av flowcytometri

Blodceller fra torsk.

Flowcytometri er en teknikk som har revolusjonert muligheten til å studere egenskapene til blant annet bakterier, virus, plankton og dyreceller. Ved Havforskningsinstituttet bruker vi flowcytometri til å identifisere steril triploid fisk ved å måle mengden DNA i enkeltceller.

H. CRAIG MORTON | craig.morton@imr.no

Flowcytometri er en hurtig og kvantitativ metode for analyse og sortering av celler i en væske. I et flowcytometer føres cellene i en væskestrøm én for én forbi en lysstråle (typisk en laserstråle). Kunnskapen om hvordan disse cellene sprer laserlyset som treffer cellene idet de passerer analysepunktet i flowcytometeret, gjør at vi kan skille de ulike celletypene fra hverandre. Flere parametre som fluorescens og graden og retning av lysspredning kan måles samtidig. Lavvinkel lysspredning (FSC) indikerer cellenes størrelse og høyvinkel lysspredning (SSC) indikerer cellenes kompleksitet. Det er også mulig å farge cellene med fluoriserende fargestoffer (fluorokromer). Når cellene går forbi laserstrålene, lager disse fluorokromene lys som fanges opp av et linse- og filtersystem, og en elektronisk detektor som oversetter pulsene til numeriske verdier.

## Oppdrett av triploid fisk

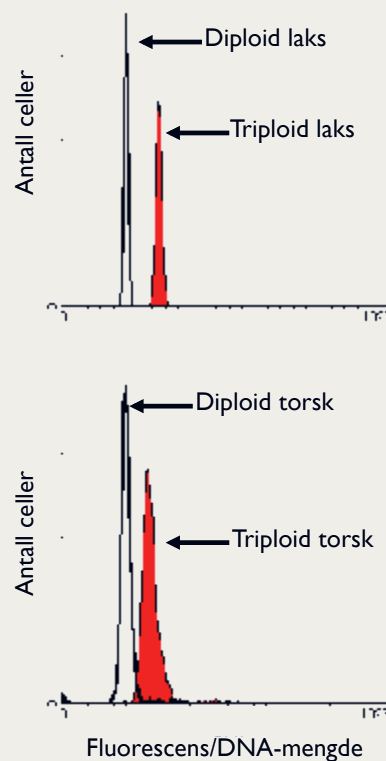
Rømming av fisk utgjør et av oppdrettsnæringens største miljøproblemer. En av de største bekymringene med rømt oppdrettsfisk er faren for at den skal gyte sammen med, og permanent endre den genetiske sammensetningen til villfiskstammene. Bruk av steril fisk i oppdrett kan redusere den genetiske påvirkningen fra rømt oppdrettsfisk.

Triploidisering er den eneste praktiske metoden for å sterilisere oppdrettsfisk. Vanlig diploid fisk har to kromosomsett (ett fra hver av foreldrene) mens triploid fisk har tre kromosomsett (to fra mor og ett fra far) og er steril. Triploidisering gjøres ved å utsette fiskeeggene for høyt trykk rett etter befruktning. Dette gjør at en del av morfiskens arvemateriale (DNA), som normalt skilles ut, forblir i egget. Det er ikke mulig å se forskjell mellom diploid og triploid fisk. Vi bruker derfor DNA-farging og flowcytometri for å undersøke suksessraten til triploidiseringsprosessen, ved å analysere fiskelarver noen få dager etter klekking. I motsetning til de fleste pattedyr har fiskenes røde blodceller fremdeles en kjerne som inneholder en fullstendig kopi av dens DNA. På grunn av dette kan ung og voksen triploid fisk lett identifiseres ved å analysere DNA-innholdet i de røde blodcellene.

## Identifikasjon av triploid fisk

Celler fra triploid fisk inneholder altså mer DNA enn celler fra diploid fisk. For å identifisere triploid fisk blir fiskeceller

farget med et DNA-spesifikt fargestoff som heter propidium iodide (PI). PI bindes spesifikt og proporsjonalt til DNA inne i cellene, og fluorescenspulsen målt i flowcytometer når de passerer laserlyset, representerer mengden av DNA (figur) og kan dermed fortelle om en fisk er triploid eller ikke.



Blodceller hos laks kan farges med et fluoriserende fargestoff som binder seg til DNA. Figuren viser at celler fra triploid laks er mer fluoreserende enn celler fra diploid laks siden de inneholder mer DNA.

# Utvikler designervaksine mot lakselus

Tap som følge av lakselusinfeksjon er i dag en av de største økonomiske truslene mot norsk oppdrettsnæring. I tillegg er lakselus ansett for å være en stor økologisk trussel for villaksbestandene. Tradisjonelle kjemibaserte behandlinger for å redusere antall lakselus blir mindre effektive etter hvert som lusa utvikler resistens. Derfor er nye måter å bekjempe lakselusinfeksjon nødvendig.

H. CRAIG MORTON | craig.morton@imr.no, TOMASZ FURMANEC og RASMUS SKERN-MAURITZEN

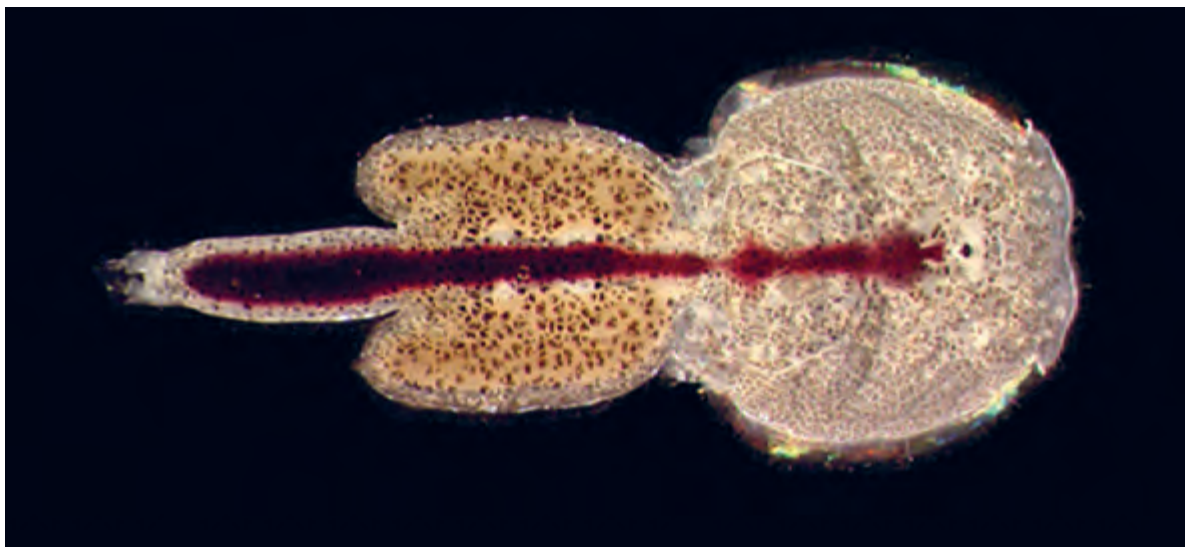
I 2012 fullførte forskere ved Havforskningsinstituttet og deres samarbeidspartnere sekvenseringen av lakselusgenomet. Denne informasjonen blir nå brukt til å forsøke å utvikle en effektiv vaksine mot lakselus.

Lakselus (figur 1) er små parasittiske krepsdyr som tilbringer en del av livssyklusen på huden til laks. Lusen lever av slim, skinn og blod, og forblir festet til laksen resten av livet. Den forårsaker at det utvikler seg sår på laksehuden, noe som forstyrrer regulering av fiskens salt- og væskebalanse. Disse sårene gir også en smittevei for andre sykdomsfremkallende mikroorganismer. Som mennesker har også fisk et immunsystem som er i stand til å gjenkjenne og drepe mange typer bakterier og virus. Å beskytte fisk fra en stor parasitt som lever på huden, som lakselus, er mye vanskeligere. Tidligere forskning har også antydnet at lakselus tilfører laksen stoffer som reduserer eller slår av immunresponsen mot lus slik at immunsystemet ikke reagerer som det skal. Forskere ved Havforskningsinstituttet bruker det nylig sekvenserte lakselusgenomet og en prosess som kalles "revers vaksinologi" i et forsøk på å utforme en effektiv vaksine mot lakselus.

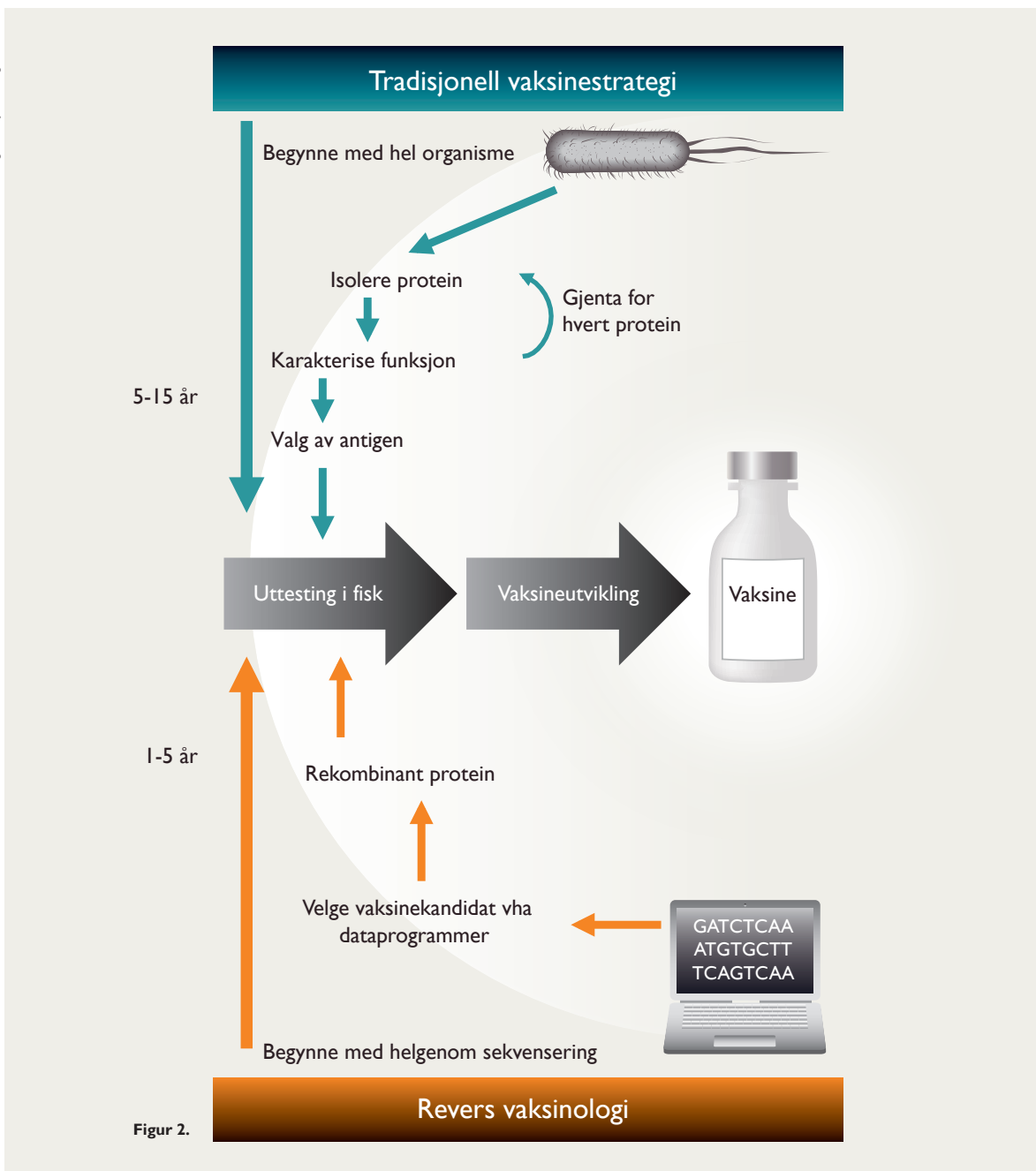
## Hvordan virker vaksiner

Vaksiner virker ved å lure kroppen til å tro at den blir angrepet av en sykdomsfremkallende mikroorganisme, for eksempel en bakterie eller et virus. De første vaksinene bestod rett og slett av svekkede eller døde bakterier eller virus, og noen vaksiner, spesielt i veterinærmedisin, er fortsatt laget på denne måten. Denne tilnærmingen fungerer ikke i alle tilfeller, og har også en tendens til å medføre skadelige bivirkninger. Moderne bakterielle eller virale vaksiner inneholder et protein fra organismen blandet sammen med en kjemisk substans som kalles en adjuvans. Adjuvansen hjelper immunsystemet med å gjenkjenne det bakterielle eller virale proteinet (også kalt bakterielt eller viralt antigen) inni vaksinen og å iverksette en effektiv immunrespons mot antigenet. Vaksineantigenet tas opp i hvite blodceller, som er en del av immunforsvaret som blir aktivert når kroppen angripes av virus eller bakterier. En undergruppe av disse cellene (B-celler) begynner deretter å lage antistoffer. Både antistoffene og B-cellene som lager dem, finnes i kroppen i svært lang tid etter vaksineringen. Når en sykdomsfremkallende mikroorganisme prøver å

Foto: Lars A. Hamre



Figur 1. Lakselus.



injisere et vaksinert dyr, sitter antistoffer fast i overflaten (via det samme proteinet som ble inkludert i vaksinen), dermed ødelegger immunsystemet den før den kan forårsake alvorlig sykdom. Vaksinasjon mot smittsomme sykdommer sparer allerede livene til millioner av fisk, husdyr og mennesker hvert år, men nye vaksiner mot flere sykdomsfremkallende mikroorganismer er fortsatt nødvendig.

#### Vaksinedesign ved hjelp av "revers vaksinologi"

Revers vaksinologi (figur 2) er en kraftfull teknikk som gjør det mulig for oss å identifisere potensielle vaksineantigener mye raskere enn ved andre metoder. Tidligere tok utvikling av effektive vaksiner mange år eller tiår. Først måtte sykdomsfremkallende mikroorganismer isoleres og dyrkes i laboratoriet. Deretter måtte individuelle proteiner renses og testes for å finne ut om de var egnet til å bli vaksineantigener, noe som var en tidkrevende prosess. I dag har derimot tilgjengeligheten til rimelig genomsekvensering gjort det

mulig å bruke dataprogrammer for å identifisere hvert protein laget av en organisme, og til å forutsi (til en viss grad) hvorvidt proteinet har potensial til å være et effektivt vaksineantigen. Under utvelgelsesprosessen av antigen kan dataanalyser brukes til å oppdage om proteinet er involvert i overlevelse for mikroorganismer eller infeksjon, og om lignende proteiner har blitt brukt i andre vaksiner. Utforming av vaksiner med revers vaksinologi har potensial til å redusere tiden på vaksineutvikling betraktelig.

#### Vaksinekandidater fra lakselus

I et samarbeidsprosjekt som heter "PreventT", med deltagelse av forskere fra Havforskningsinstituttet, Norsk Veterinærinstitutt, Universitetet i Bergen m.fl., har vi brukt lakselusgenomet og revers vaksinologi til å identifisere en rekke potensielle vaksineantigener, hvorav to skal testes på laks i løpet av 2013.



# Leter etter løsninger på luseproblemet

Kan løsningen på problemene med lakselus på oppdrettsfisk være i lusa sine gener? Det skal forskere fra Havforskningsinstituttet og flere samarbeidspartnere undersøke de neste årene.

SUSSIE DALVIN | [sussie.dalvin@imr.no](mailto:sussie.dalvin@imr.no)

Forskningen skal gjennomføres i et nyopprettet Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) som har fått tittelen Sea Lice Research Centre (SLRC). Ett av målene er å skape kunnskap som kan brukes i akvakulturnæringen til bekjempelse av lakselus. Aktivitetene i senteret fokuserer på å øke den generelle kunnskapen om lakselus og hvordan den overlever på fisk, for å komme med målrettede og langsiktige løsninger for å begrense antallet lakselus på både vill- og oppdrettsfisk.

Når det er relevant kan vi også se på andre lus som torskelus og skottelus. Disse artene er nyttige å studere siden de kan gi problemer i fremtiden dersom nye fiskearter blir vanlige i oppdrettsnæringen. Studier på lus fra Sør-Amerika (*caligus*-arter) kan også bidra til nyttig informasjon.

Havforskningsinstituttet, Universitetet i Bergen (verts-institusjon), Uni Research og Norges veterinærhøgskole

er de akademiske partnerne i SLRC. De kommersielle partnerne er Novartis Animal Health, EWOS Innovation, PatoGen Analyse, Marine Harvest og Lerøy Seafood Group. Partnerne skal jobbe sammen for å finne løsninger på lakselusproblemet. Fokuserområdene for forskningsaktiviteten i SLRC er molekylær parasittologi, utvikling av resistens mot legemidler, immunkontroll av fisk (spesifikk og ikke-spesifikk), bruk av påslagshemmende dietter, vaksineutvikling og utvikling av nye legemidler mot lus.

## Arbeidspakker

Forskningen i SLRC er delt opp i forskjellige arbeidspakker, og Havforskningsinstituttet deltar i tre av disse:

**ARBEIDSPAKKE 4:** molekylær parasittologi – vi studerer de molekylære mekanismene som gjør lusen i stand til å leve som parasitt på laksefisk.

**ARBEIDSPAKKE 5:** LiceBase – en database og et nettsted (<http://slrc.b.uib.no/>) der forskere og andre interesserte kan få tilgang til sekvenser og annen informasjon om lakselus.

**ARBEIDSPAKKE 6:** LiceLab – vi produserer lus til forsøk og gjennomfører forsøk for å teste funksjonen til utvalgte lakselusgener ved hjelp av en metode som heter RNA-interferens.

Arbeidspakkene er integrert i hverandre slik at vi får sekvenser på gener fra arbeidspakke 5, som vi da kan studere nøyere i arbeidspakke 4. Hvis resultatene her er lovende for bruk i bekjempelse av lakselus, tester vi disse genene i et RNA-interferensforsøk i arbeidspakke 6.

## RNA-interferensforsøk

Ved lakselussenteret skal det utføres 100 RNA-interferensforsøk årlig. Forsøkene kjøres parallelt ved Havforskningsinstituttet og UiB, og utføres ved å injisere hver enkelt lus med molekyler som hindrer funksjonen til et utvalgt gen. På denne måten kan vi kontrollere om et gen er så viktig for lusen at det er et potensial for å utvikle en vaksine eller et legemiddel mot det.

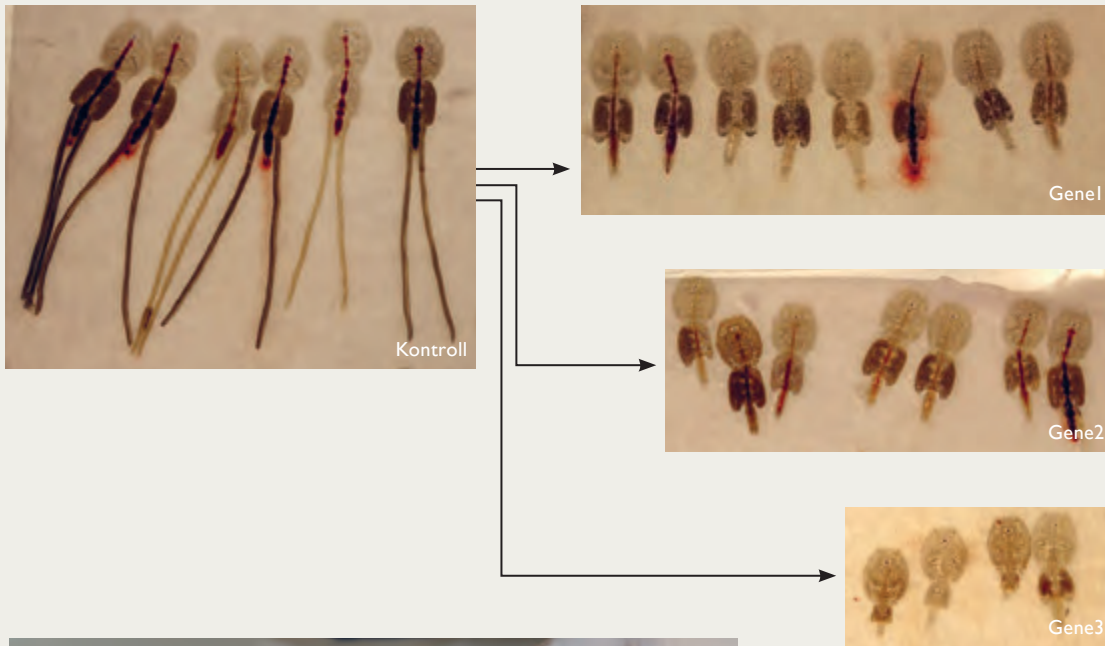
FAKTA

## Lakselus

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er et lite krepsedyr som lever som en parasitt på huden til laksefisk mesteparten av livet. Unntaket er de aller første ukene i livet deres, da de driver i vannet og søker etter en fisk som de kan sette seg fast på. Lakselus er et av de største sykdomsproblemene i norsk oppdrettsnæring, og den skaper også problemer for vill laksefisk.







En farget væske som inneholder RNA injiseres i hunnlus med en tynn nål ved starten av forsøket. Deretter settes lakselusen tilbake på en fisk. 40 dager senere undersøker vi overlevelse, fordøyelse og formeringsevnen hos lusene ved bruk av enkle metoder som telling og fotografering i tillegg til avanserte molekylærbioologiske metoder der vi måler hvilke gener de bruker.

FAKTA

## Hva er Senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI)?

SFI-ordningen skal styrke innovasjon gjennom satsing på langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom forskningsintensive bedrifter og fremstående forskningsmiljøer. SFI skal utvikle kompetanse på høyt internasjonalt nivå på områder som er viktig for innovasjon og verdiskaping. Ordningen skal styrke teknologioverføring, internasjonalisering og forskerutdanning. Prosjektene samfinansieres av bedrifter, vertsinstitusjon og Norges forskningsråd. Hovedkriteriet for å velge ut sentre er potensialet

for innovasjon og verdiskaping. Vitenskapelig kvalitet i forskningen må ligge på høyt internasjonalt nivå. (Kilde: Forskningsrådet)



# Norsk–indisk samarbeid: Utvikler vaksiner til fisk og reker

I 2008 innvilget Norges forskningsråd penger til et forskningssamarbeid mellom norske og indiske forskere. Målet var å utvikle nye vaksiner til fisk og reker. I løpet av prosjekttiden er det utviklet potensielle vaksinekandidater mot atypisk furunkulose hos torsk, white spot syndrom virus (WSSV) hos reker, nodavirus hos kveite og IPN-virus hos laks. I tillegg er nano- og mikropartikler testet ut som vaksinebærere.

SONAL PATEL | sonal.patel@imr.no<sup>1</sup>, HELENE MIKKELSEN<sup>2</sup>,  
KIRON VISHWANATH<sup>3</sup>, ØYSTEIN EVENSEN<sup>4</sup> og ROY DALMO<sup>5</sup>  
1. Havforskningsinstituttet, 2. Nofima, 3. Universitetet i Nordland,  
4. Norges veterinærhøgskole, 5. Universitetet i Tromsø

Prosjektet er delt i fem arbeidspakker. De inkluderer karakterisering av viktige komponenter hos bakterier og virus som kan stimulere immunsystemet hos vert på en spesifikk måte (antigener), utvikling av vaksiner, uttesting og dokumentasjon av effekten av vaksiner, herunder undersøkelse av forsvarsmekanismer hos de spesifikke vertsartene.

For å bekjempe ekstracellulære patogener (bakterier) er produksjon av antistoffer viktig, men når det gjelder intracellulære patogener (virus og noen bakterier) vil andre mekanismer som aktivering av cellulære drapsmekanismer være vel så viktige for å bekjempe selve infeksjonen. Virus og noen bakterier kan unngå å bli

bundet til antistoffene ved å "gjemme" seg inne i cellene. Det er nettopp slike patogener prosjektet ønsket å utvikle vaksiner mot. Antistoffproduksjon og spesifikke immunceller som dreper infiserte celler ved for eksempel å produsere en rekke cytokiner (signalstoffer) er en del av kroppens spesifikke immunforsvar. Derfor er styrken i denne delen av immunsystemet viktig for at en vaksine skal være effektiv. Ved å studere de involverte genene og deres mengdenivå etter vaksiner, immunstimulering og under infeksjoner, kan man finne ut hvilke forsvarsresponser som er aktive og sentrale hos fisk. En av utfordringene med vaksiner er at det må utvikles en vaksine for hvert patogen, men

i tillegg må det også utvikles en vaksine som kan gi beskyttelse mot samme patogen i flere fiskearter.

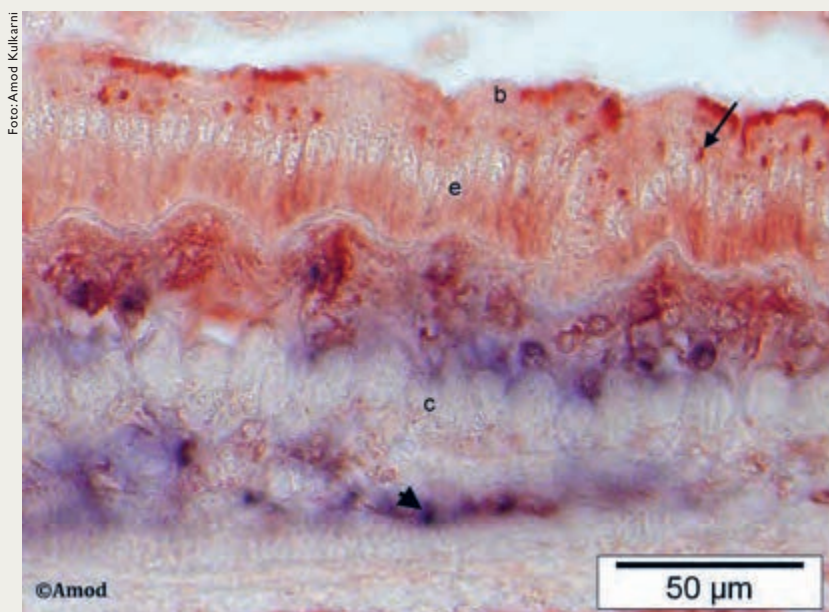
## Bakterievaksiner

Bakterielle sykdommer som atypisk furunkulose, vibriose og francisellose er et stort problem for norsk torskeoppdrett, særlig ved stigende temperatur og under tilstander som fører til stress hos fisken. Vibriose har et akutt sykdomsforløp, mens furunkulose og francisellose har en mer kronisk karakter. Det finnes vaksiner mot vibriose og furunkulose, men ikke mot francisellose.

Sammen med vaksineselskapet PHARMAQ AS testet vi en oljebasert stikkvaksine med *Aeromonas salmonicida achromogenes* (bakterien som forårsaker atypisk furunkulose hos torsk) som ga god og langvarig beskyttelse mot sykdommen. Torsk som har fått en vaksine som inneholder ulike bakterier, utvikler et meget godt spesifikt immunforsvar, men for å fungere må vaksinen også inneholde de rette bakterietypene og deres komponenter. Vibriose forårsakes av flere serotyper av *Vibrio anguillarum*, og vi har vist at O2a ikke gir beskyttelse mot O2b og motsatt. I denne vaksinen er det proteinkomponenten, lipopolysakkarid (LPS), som er den viktige for å oppnå beskyttelse. Selv om torsk vaksineret mot vibriose har vist veldig lav antistoffrespons, fikk de god beskyttelse mot vibriose.

## Vanskelig å lage vaksine mot francisellose

Utvikling av francisellosevaksine har vært vanskelig. En vaksine laget på tradisjonelt vis med drepte celler er testet, men den ga ingen effekt. For å studere nærmere hvordan bakterien infiserer torsken, ble makrofager (celler som aktivt spiser bakterier og dreper dem), isolert og etablert



Figur 1. Utsnitt av midttarmen i en tigerreke som fikk vaksine mot WSSV oralt. Viralt kappeprotein VP28 ble farget med anti-VP28 antistoff (rødt) og hemocytter med WSH8 antistoff (blå). Illustrasjonen viser opptak av vaksinekomponenter som resulterer i aktivering av hemocytter (markør) og oppsamling av vaksine (pil) på vei ut av tarmen. Forkortelser: b - mikrovilli på ytterste membran mot lumen, e - epitelcelle, c - bindevev under epitellaget.

i cellekultur, og deretter infisert med bakterien. Resultatet viste at bakterien *Francisella noatunensis* blir tatt opp i makrofagene, men de unngår å bli drept. Dermed kan de vokse og formere seg inne i disse cellene, og unngår dermed vertens forsvarsmekanismer. Senere kommer de ut av cellene og sprer seg videre i kroppen. Denne bakterien har i tillegg et såkalt LPS på overflaten, som torskens immunforsvar ikke gjenkjenner, og dette utgjør sannsynligvis en viktig virulensmekanisme (evne til å fremkalle sykdom) hos bakterien.

Hos karpfisk i India er det bakterien *Aeromonas hydrophila* (en slektning av bakterien som gir atypisk furunkulose) som fører til stor dødelighet i oppdrett, men vi har foreløpig ikke lyktes med å utvikle en vaksine mot denne bakterien.

### IPN hos laks

IPN utgjør fortsatt et betydelig sykdomsproblem i norsk oppdrett. Selv om det kom en vaksine i 1995, har vi ikke sett stor nedgang i antall utbrudd. I dette prosjektet har vi testet en vaksine som viser at det lar seg gjøre å øke beskyttelsen mot IPN ved å optimalisere vaksinene. I forsøk viste vi at overlevelsen økes fra 40 til 90 prosent. Løsningen ligger i å øke antigenmengden i vaksinen, noe som har vært mulig ved bruk av ny dyrkningsteknologi. I samarbeid med et bioteknologiselskap på Taiwan klarte vi å tidoble mengden antigen i vaksinene, noe som igjen ser ut til å doble effekten av vaksineringsen. Oppskriften på en bedre IPN-vaksine er dermed enkel, men den betinger bruk av et virusisolat som lar seg dyrke til høye konsentrasjoner i cellekultur og som samtidig beholder immunogenisiteten, dvs. evne til å indusere en god immunrespons, særlig av nøytraliserende antistoffer.

### Nodavirus hos kveite og torsk

Kapsidproteinene som finnes på nodaviruset sin overflate, ble uttrykt i *E. coli* og formulert i samarbeid med vaksineselskapet Pharmaq før vaksinen ble testet ut hos kveite. Vi undersøkte også regulering av immunrespons og reduksjon av virusmengde hos fisk etter vaksineringsen. Resultatet viste at denne vaksinen har godt potensial til å bli utviklet videre. I tillegg ble kapsidproteinene uttrykt i tobakksblader og senere i salatblader i samarbeid med Universitetet for miljø- og biovitenskap på Ås. Hensikten er å lage store mengder med antigen som gir mulighet for å lage billigere og mer effektive vaksiner. Proteinene skal renses ut av blader og testes hos kveite og torsk for å undersøke effekten.

### WSSV på reker

White-spot syndrom virus (WSSV) er en sykdom som har plaget rekeoppdrett i en sykdom som har plaget rekeoppdrett i over 20 år siden det første utbruddet på Taiwan. Dette viruset infiserer en rekke rekearter i oppdrett, inkludert tigerreker (*Penaeus monodon*). Effektiv behandling er ikke tilgjengelig, og infiserte reker dør raskt. Det jobbes globalt med å utvikle vaksiner mot WSSV basert på genteknologi, og i vårt prosjekt jobber både indiske og norske samarbeidspartnere med dette.

Vi har vaksinert reker med levende WSSV eller ulike vaksinekomponenter gitt oralt, og videre mekanismer ved infeksjon og vaksinasjon ble studert. WSSV blir hovedsakelig tatt opp i mellomarmen hos reker (figur 1). En rekombinant vaksine og levende virus kan bli tatt opp ved hjelp av spesielle reseptorer, antigenene blir deretter transportert over tarmslimhinnen og immunresponsen settes i gang i bindevevet. Sannsynligvis kan oraltvaksiner være effektive på reker.

### Vaksinebærere og adjuvanter

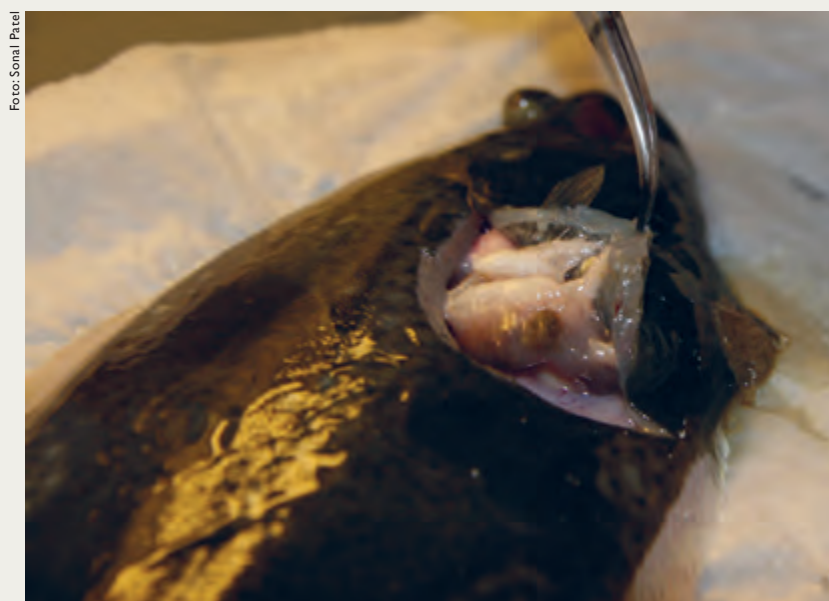
De fleste vaksiner inneholder diverse adjuvanter, dvs. hjelpestoffer som bedrer og forsterker immunforsvaret. I vaksiner til laksefisk benyttes en olje-emulsjon blandet med ulike antigener som gir spesifikk immunrespons og beskyttelse. Et lovende vaksinekonsept innebærer bruk av biologisk nedbrytbare nano- og mikropartikler som både vaksinebærere og adjuvans. Antigener kan relativt lett bakes inn i partikler sammen med immunstimulanter. Disse partiklene har noe likhet med patogenene selv – dvs. noe eksponering av antigen på overflaten samt at antigener frigis når partiklene

brytes ned. Sluttproduktet suspenderes i en egnet løsning før injeksjon i fisk. Etter injeksjon tas partiklene opp i antigen-presenterende celler som siden kan presenteres på celleoverflaten via spesifikke reseptorer. Dette bidrar til aktivisering av antistoffproduserende celler og cytotoxiske celler som igjen dreper virusinfiserte celler. Resultatene viser at slike nanopartikler er effektive mot intracellulære patogener samtidig som de induserer økt antistoffproduksjon. Når slike nanopartikler (PLGA-partikler) ble brukt i kombinasjon med IPNV, fikk laks beskyttelse mot viruset.

Konseptet med å benytte nano- og mikropartikler som vaksinebærere må utvikles videre for at det skal kunne erstatte dagens oljebaserte vaksiner som medfører bivirkninger som sammenvoksing i bukhulen hos fisk (figur 2). En av hovedutfordringene med den nye metoden er å oppnå optimal antigenmengde i partiklene.

### Samarbeidet Norge–India

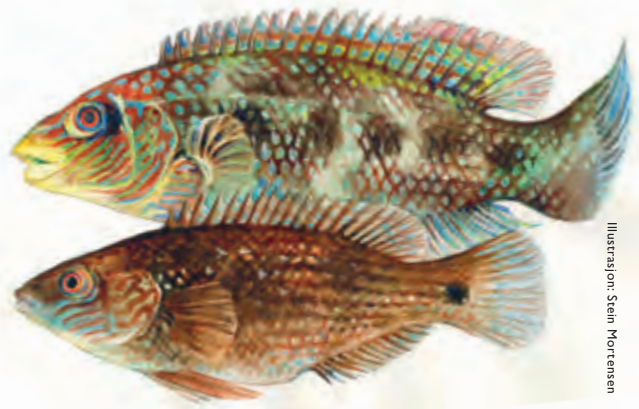
I løpet av prosjektperioden er det bygget opp et godt samarbeid mellom de norske og de indiske forskningsgruppene, noe som kommer til å danne grunnlag for fremtidig samarbeid innen vaksineutvikling. I løpet av prosjektperioden har det blitt jobbet med en vaksinestrategi mot tre virus som påvirker tre vidt forskjellige arter i Norge; IPN på laks, nodavirus på kveite og WSSV på reker. Tilsvarende arbeid har foregått på spesifikke patogener (for eksempel nodavirus) hos karpfisk i India. Prosjektet er planlagt avsluttet i august 2013.



Figur 2. Milde bivirkninger som for eksempel sammenvoksning i bukhulen hos kveite kan oppstå på grunn av adjuvans som brukes i dagens vaksiner. Den nye teknologien med nano- og mikropartikler kan kanskje bidra til å redusere slike bivirkninger.



## Utfordringer ved fangst og bruk av leppefisk



Leppefisk brukes som renseskisk for å bekjempe lakselus hos oppdrettet laks og ørret. Brukt på rett måte regnes dette som en miljøvennlig form for lusekontroll, hvor man blant annet kan redusere antallet kjemiske avlusninger. Til tross for de positive gevinstene er det en rekke utfordringer knyttet til bruken av leppefisk. Det er høyt svinn, noe som resulterer i stor etterspørsel etter fisk, og dette blir dermed en drivende faktor i fisket.

STEIN MORTENSEN | stein.mortensen@imr.no, ANNE CHRISTINE UTNE PALM og ANNE BERIT SKIFTESVIK

Det er et mål at norsk havbruk skal være bærekraftig – uten varige, negative effekter på bestander og miljø – for eksempel endringer i det genetiske mangfoldet eller etablering av nye sykdommer i et område. Det arbeides for å øke kunnskapsgrunnlaget på en rekke områder, men vi mangler fremdeles mye informasjon om bestander, utbredelse av de ulike artene, artssammensetning og bestandssvingninger, effekter av fisket, inkludert bifangst, osv. Det er også begrenset kunnskap om helse og sykdom hos vill leppefisk. Bærekraftig drift fordrer derfor forsiktighet (føre-var-strategier) ved flytting av fisk, etablering av kontrollsystemer for leppefisk i merd og ved gjenbruk, samt siktemessige forebyggende tiltak.

### Fangstmetoder for vill leppefisk

Leppefisk fiskes med spesialbygde teiner og ruser. Mange av leppefisk-fiskerne i sør drev tidligere med ålefiske, som nå er forbudt. Det er gitt dispensasjon fra forbudet mot bruk av ruser, og selv med

drift tilpasset fiske etter leppefisk vil det forekomme bifangst av fisk, hummer og krabbe. I enkelte områder er det rapportert om druknede otere.

Havforskningsinstituttet samarbeider med referanseciskere for å kartlegge bifangst og utvikle seleksjonsinnretninger. Vi har også vært med fiskere for å registrere fangstene av leppefisk. Andelen bifangst var svært lik i ruser og teiner (henholdsvis 12 % og 10 %), og ser ut til å være avhengig av lokalitet og sesong. Fangsteffektiviteten ser ut til å være forskjellig. Teiner fisker mest bergnebb, mens ruser fisker mest grønnlylt (figur 1). Bruk av seleksjonsinnretninger (rist) reduserer fangsten av undermåls leppefisk. Optimal spileavstand varierer for de ulike artene, og redskapene må derfor utstyres med rist som passer til den arten som dominerer fangsten.

### Fiske i leppefiskenes gyteperioder

Leppefiskene er ikke fangstbare fra sen høst til litt ut på våren. Oppdretterne

ønsker imidlertid tilgang på leppefisk så tidlig som mulig på året, siden dette kan redusere eller eliminere behovet for kjemisk avlusning om våren. I 2012 startet fisket i sør 29. mai, på Vestlandet 18. juni og i Midt-Norge 2. juli. Åpningstidspunktene er omdiskuterte siden fisket mange steder starter i gyteperiodene. Generelt kan dette virke negativt inn på rekrutteringen. Særlig grønnlylt er ekstra sårbare i gyteperioden, og det er registrert høy dødelighet av gytemoden fisk som er fanget inn. Mange kjøper derfor ikke leppefisk dersom en stor del av fangsten er gytefisk.

Havforskningsinstituttet har undersøkt hvordan redskap, redskapens ståtid og tid på året påvirker overlevelse etter fangst. I et forsøk flyttet vi leppefiskene over i merder hvor de ble røktet i 4–6 uker. Om høsten var dødeligheten 5 % uavhengig av fangstredskap. Om sommeren var dødeligheten adskillig høyere, spesielt for grønnlylt (18 %) og gresslylt (15 %), og det var særlig gytemodne hunner som var utsatt. Dødeligheten av rusefanget grønn-



Figur 1. Fangst av leppefisk fordelt på redskap og ståtid. En høyere andel grønnlylt fanges i ruser, mens bergnebb utgjør den høyeste fangstandelen i teiner, særlig ved kort ståtid. Til venstre: fangstdata fra Austevoll og Os i juni–juli 2012, til høyre: fangstdata fra Austevoll og Os oktober 2011. Teine 12t og Teine 3t står for teiner som har stått ute i henholdsvis 12 eller 3 timer. Øvrige teiner og ruser sto ute i ett døgn.



gylt (20 %) var høyere enn teinefanget (10–13 %) (figur 2). Disse dataene, samt data på kjønnsmodning og gyting hos de ulike artene på ulike lokaliteter, bør oppsummeres og legges til grunn for en evaluering av risiko for påvirkning av bestandene.

### Samlokalisering av leppefisk og laksefisk

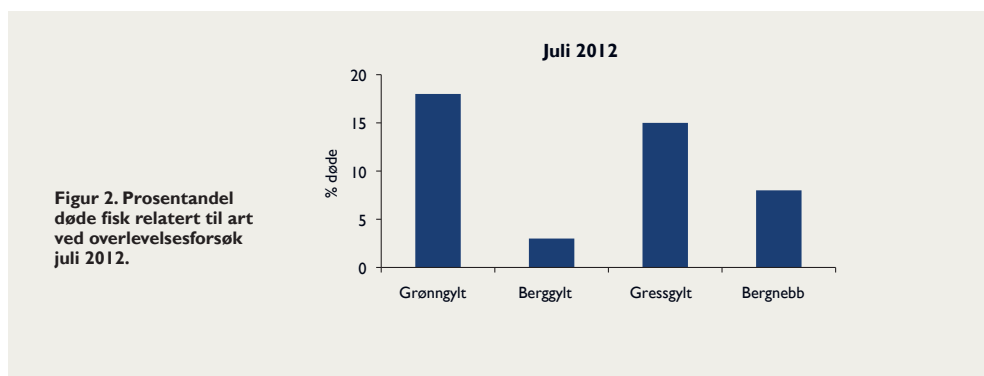
Dagens bruk av leppefisk representerer en flerartskultur som i prinsippet ikke er tillatt i Norge. Hold av leppefisk er unntatt fra de generelle bestemmelsene. Det er viktig å redusere risiko for smitte mellom laksefisk og leppefisk og mellom ulike leppefiskbestander. Det er begrenset informasjon som kan belyse om leppefisk kan være smittebærere eller reservoarer av smittestoffer (agens) som kan infisere laksefisk. Tilgjengelig informasjon tyder på at leppefisk og laksefisk i hovedsak har sine egne, spesifikke sykdomsagens. Enkelte agens kan imidlertid finnes i mange varianter, og vi antar at de kan være i stand til å endre seg slik at de kan infisere nye vertsarter. Bruk av leppefisk krever derfor tett oppfølging av helsesituasjonen.

### Gjenbruk av leppefisk

Leppefisk har tradisjonelt ikke blitt gjenbrukt. Det meste av leppefisk forsvinner eller dør i løpet av en produksjonssyklus for laksefisk. Gjenstående fisk har enten blitt destruert eller sluppet fri. Det arbeides nå med mulige metoder for gjenbruk, men det er flere formelle utfordringer knyttet til dette: Ved å bruke leppefisk i merdene over tid, og ved bruk av før, vil leppefisk falle inn under lovverkets definisjon av akvakulturdyr, og bli regulert av et omfattende regelverk. Gjenbruken kan blant annet komme i konflikt med prinsippene om brakklegging av produksjonslokalitetene, siden det ikke skal finnes smittereservoarer på en oppdrettslokalitet etter en produksjonssyklus. Metoder for å oppnå tilstrekkelig sikkerhet ved gjenbruk kan være kontroll av helsestatus etter opphold i laksemerdene, bruk av stedegen leppefisk, etablering av hensiktsmessige oppbevaringssystemer osv.

### Leppefiskens velferd i merdene

I naturen er leppefiskene knyttet til områder med tett vegetasjon og/eller steinrøyser. Uten skjul viser fisken nervøs atferd og klare tegn på stress. I merder uten skjul vil leppefisk følge noten og bruke utposninger i notveggen, dødfiskhov og



lignende for å prøve å finne skjul. Dette fører til skader og sannsynligvis et kronisk høyt stressnivå hos fisken. For å bedre velferdssituasjonen for fisken har oppdretterne tatt i bruk skjul. Det vanligste er kunstig tare, laget av svarte plastremser. Det brukes også ”hus” laget av ulike typer plastrør, og en kombinasjon av plasttare og ”hus” ser ut til å fungere bra.

Det blir antatt at leppefisk plukker mest lus når den har begrensede mengder annen føde. Sulting av leppefisk kan representere et etisk dilemma. Det er ulik praksis på føring av leppefisk. Mange fører i dag leppefisk, men det kan være utfordrende å finne rett mengde og type før.

### Svinn av leppefisk i merdene

Det er et betydelig svinn av leppefisk, og i praksis brukes det aller meste av leppefisk maksimalt én sesong. Mye fisk forsvinner i løpet av kort tid og kompenseres med ”etterfylling”. Årsakene til svinn er rømming/utslipp, predasjon og dødelighet forårsaket av skader eller sykdom. Leppefiskene er små, og selv små hull i notene er en rømningsvei. Hvis oppdretterne skifter til nøter med større maskevidde, vil små leppefisk forsvinne ut av noten. Det foregår også aktiv utsetting ved at noen oppdrettere slipper ut leppefisk etter at laksen er slaktet. Ved utsetting av små leppefisk i merder med stor laks eller ørret blir leppefisk gjerne spist – særlig i perioden hvor laks eller ørret sultes, før slaktning. Det er også svinn av leppefisk i forbindelse med dødfiskfjerning og notskifte. Leppefiskene som står i dødfiskhoven får sprenget svømmeblære hvis hoven løftes for hurtig. Det samme kan skje ved rask løfting av noten.

### Dødelighet forårsaket av sykdom

I forsøk på oppbevaring av leppefisk i kår og merder er det vist at en betydelig andel av fisken dør av sykdommer. Data fra fisk som er innsendt via fiskehelsetjenesten,

fra laboratorieforsøk og informasjon fra fiskere og oppdrettsbedriftene danner samlet et gradvis bedre bilde av situasjonen. Dødelighetsmønsteret ser ut til å være ulikt hos de ulike artene. Bergnebb og bergngylt er de mest robuste artene, mens det er store problemer med dødelighet hos grønnngylt og gressngylt (figur 2.)

### Transport – langdistanseflyttinger av leppefisk

Ved transport av vann og fisk vil det bli flyttet en rekke andre organismer fra fiske- til utsettingslokalitet, både via transportvann og fisk. Det finnes mange eksempler på at sykdommer har blitt flyttet via transport av levende fisk, så smittespredning representerer en åpenbar risiko. I tillegg kommer transport av andre «blindpassasjerer», som larver av virvelløse dyr, små kammaneter, maneter og alger. Disse organismenes potensial for etablering er avhengig av flere forhold knyttet til mottakslokaliteten, som konkurranse og predasjon, og fysiske forhold som temperatur, strømforhold etc, og hvorvidt introduksjonene skjer én eller flere ganger. Jo flere introduksjoner, jo større sjans for at en ny art kan etablere seg. Det fiskes etter leppefisk i områder hvor det ikke drives fiskeoppdrett, så det lengste strekket for slike transporter er fra Göteborg-området til Nord-Trøndelag/Nordland. Transporten skjer i sommerhalvåret, når det er størst sannsynlighet for at det kan forekomme levende organismer som er skjult i forsendelsene. I tillegg vil transport og bruk av leppefisk som er fraktet nordover kunne representere akvakultur med arter som ikke forekommer naturlig i området. Rømming eller utslipp av leppefisk kan representere utsetting av ikke-stedegen fisk. Det er ikke kjent hvorvidt denne fisken kan etablere seg permanent og føre til varige endringer i økosystemene.



Stillehavsøsters funnet på feltinnsamling i Vestfold sommeren 2011. Denne østersen er minst seks-syv år gammel, og viser at etableringen av denne arten har skjedd gradvis, gjennom flere år.

## Status for norsk østers

Østers og østersdyrking er ikke det som får mest oppmerksomhet i laksefasjonen i Norge. Østersdyrkingen er meget begrenset og konsumet beskjedt, men østersen i Skandinavia fortjener oppmerksomhet og kanskje også vern.

STEIN MORTENSEN | stein.mortensen@imr.no og TORJAN BODVIN

Europeisk flatøsters, *Ostrea edulis*, er utbredt i Svartehavet, Middelhavet og nordover til Midt-Norge. Rekruttering i østersbestandene varierer med sommertemperaturen, ettersom østersen krever relativt varmt vann gjennom en periode om sommeren for å bli kjønnsmoden og gyte. Flere steder langs kysten finnes det bestander som sannsynligvis aldri er blitt blandet med østers fra andre områder. De er med andre ord genetisk unike, og representerer derfor en ressurs i europeisk målestokk. Det legges nå planer om å gjenoppbygge flatøstersbestanden i flere europeiske land, og her kan de norske bestandene spille en sentral rolle.

I tillegg er bestandene i Norge etter all sannsynlighet fri for alvorlige skjellsykdommer. De fleste andre steder er det store problemer med sykdom som gir høy dødelighet og skaper problemer for skjelldyrkerne. Den alvorligste er parasittsykdommen bonamiose som er forårsaket av parasittene *Bonamia ostreae* eller *B. exitiosa*. Den spres stadig til nye områder, og de fleste europeiske flatøstersbestander er nå smittet. *B. ostreae* ble innført til Europa fra USA med levende østers i 1979, og *B. exitiosa* kom sannsynligvis med ulovlig innførte østers fra Chile for noen år siden.

Disse parasittene finnes kun hos flatøsters. I 2009 ble *Bonamia ostreae* påvist i østers fra en lokalitet ved Arendal. Denne bestanden har blitt grundig undersøkt fra 2009 og frem til i dag – både i regi av Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet – uten at det har vært mulig å påvise parasitten.

Flatøsters er i "Norsk rødliste for arter 2010" vurdert som "sterkt truet". Hovedbegrunnelsen for dette er knyttet til reduksjon av leveområder, samt effekt av høsting. Rekrutteringen i flatøstersbestandene har vært moderat de siste årene, selv om vi i dag finner østers over større områder enn tidligere. Dette dreier seg imidlertid om svært små bestander når det gjelder antall skjell. Tette østersbanker (> 50 østers/m<sup>2</sup>) finnes kun et fåtall steder og kun i den såkalte Sørlandsleia i Arendal kommune. I forbindelse med bevaring og vern av sårbare arter/naturtyper er det viktig å opprettholde disse tette østersbankene, og Fiskeri- og kystdepartementet har derfor, med grunnlag i havressursloven, innført høsteforbud for flatøsters fra denne delen av Sørlandsleia (J-168-2012).



### Stillehavsoesters – ny art i norsk fauna

I tillegg til flatøsters kan vi nå finne stillehavsoesters, *Crassostrea gigas*, mange steder langs kysten av Sør-Norge. Dette er en ny art i våre kystområder. Arten ble innført som oppdrettsart i 1979 og har i tillegg vært innført levende, som matvare, fra dyrkingsanlegg i Frankrike, Irland og Nederland. Ved flere tilfeller har den blitt gjenutsatt i sjøen eller oppbevart i sjøvannsanlegg uten vannrensing. Både arten selv og andre organismer som følger med en slik import av levende skjell, har hatt gode muligheter for å spre seg til norsk fauna.

Stillehavsoestersen kommer opprinnelig fra Asia, og er en av verdens største oppdrettsarter. Stillehavsoesters har blitt flyttet til mange områder utenfor sitt opprinnelige utbredelsesområde, og er i dag den dominerende østersarten i de fleste europeiske skjelldyrkingsområder. Arten er svært robust og tilpassningsdyktig, og har flere steder formert seg og etablert ville bestander. Stillehavsoestersen regnes som en såkalt ”invaderende art” hvor nyetableringer potensielt kan føre til betydelige endringer i økosystemene.

I 2006–2007 ble det funnet store mengder yngel på den svenske vestkysten. I et samarbeid mellom fagpersoner i Sverige, Danmark og Norge ble artens utbredelse kartlagt og et sannsynlig spredningsmønster foreslått. Det er sannsynlig at etableringene er et resultat av larvedrift hvor nordgående strøm gradvis og trinn for trinn har ført larver fra gytende østers nordover – fra Vadehavet, via Jylland og i siste omgang til den svenske vestkysten og ytre Oslofjord.

Sannsynligvis er stillehavsoesters nå etablert permanent i norsk fauna. Undersøkelser av stillehavsoesters samlet inn i perioden 2008–2012 viser at skjellene gyter i våre farvann. Det finnes ikke tilstrekkelige data på larveover-

levelse, -drift og -nedslag til å fastslå med sikkerhet om bestandene rekrutteres som resultat av larvedrift sørfra, lokal larveproduksjon eller en kombinasjon av disse. Funn av flere generasjoner samt yngel på skjermmede lokaliteter tyder imidlertid på at en lokal rekruttering finner sted. Totalt er det påvist stillehavsoesters på mer enn 100 lokaliteter fra Hvaler i øst og til Sotra i vest.

### Skandinavisk samarbeid om østers

Samarbeidet med å beskrive utbredelsen av stillehavsoesters ble videreført i et skandinavisk forskernettverksprosjekt, finansiert av Nordisk ministerråd. Prosjektet har partnere fra Norge, Danmark og Sverige, og finansiering i perioden 2011–2013. Hovedformålet er å belyse de økologiske effektene av en etablering av stillehavsoesters i skandinaviske farvann.

Nettverksprosjektet har fungert som et kontaktforum. Et faglig og praktisk utbytte er å utvikle og ta i bruk felles metoder for overvåking og ulike former for prøvetaking.

Det produseres nesten ikke østers i Norge i dag. De få aktive produsentene som er i drift forsøker å revitalisere næringen gjennom å etablere en produksjon basert på en kombinasjon av klekkeriproduksjon, yngelanlegg i poll og noen få dyrkingsanlegg. Dyrkerne i de skandinaviske landene har bygget opp et nettverk, de siste årene gjennom interReg-prosjektet Nord-Ostron. Vi ser for oss at det kan etablere seg et skandinavisk samarbeidsnettverk av produsenter, og derav en nordisk modell med en mulig transport av levende østers mellom Norge, Danmark og Sverige. I en slik modell vil det være helt sentralt å overvåke helsestatus i stamskjellbestandene ut fra en felles skandinavisk strategi.



Foto: Torjan Bodvin

Vi har nå to østersarter i våre sørlige kystfarvann; Stillehavsoestersen, *Crassostrea gigas* (til venstre) er en ny art som gradvis har spredd seg sydfra. Flatøstersen, *Ostrea edulis*, er en stedegen art. Vi arbeider for å kartlegge utbredelsen av begge artene og spredningsdynamikken til nykommeren.

# Kulturlandskap under vatn?

Når naturvernarane filmar under norske fiskeoppdrettsanlegg og seier at her er det fullt av skit, så vert ikkje forskarane overraska. Dette er eit matproduksjonsområde, og så lenge ein driv oppdrett i opne merdar, er det uunngåelig at fiskeskiten ender opp på botnen.

VIVIAN HUSA | vivian.husa@imr.no, TORE STROHMEIER og RAYMOND BANNISTER

Alle former for matproduksjon set fotspor i naturen, også fiskeoppdrett. Norsk landbruk produserer ein million tonn korn og 350 000 tonn kjøtt på eit samla areal på 8,1 millionar dekar (fulldyrka mark) (SSB). Dersom ein tenkjer seg at ein har biologisk merkbar påverknad på eit areal som strekkjer seg ein kilometer frå eit matfiskanlegg i alle retningar, vil ein årleg produksjon på 1,1 million tonn laks påverke eit område på til saman 3,1 millionar dekar. Arealet som er sterkt påverka av matfiskproduksjon er trulig mindre (0,8 millionar dekar), i og med at ein normalt finn størst påverknad i dei næraste 500 meterane rundt anlegga.

## Spreiing av utslepp frå matfiskanlegg

Eit matfiskanlegg slepp ut både løyste næringssalter og partikulært materiale i form av fiskeskite og førspill. Det meste av førspillet blir sannsynlegvis ete av villfisk før det rekk å søkke til botn. Dei løyste næringssalta finn vi igjen som ei sky som fortynner seg i straumretninga ut frå anlegget. Det organiske materialet (fiskeskite) består av store og små partiklar med ulik synkehastighet. Ein reknar med at om lag 5–10 prosent av partiklane er så lette at dei held fram å sveve i øvre lag av vassøyla.

Spreiinga av store og små partiklar frå anlegget er i hovudsak avhengig av straum, djup og botntopografi på lokaliteten. Vi veit meir om korleis det organiske materialet spreier seg i fjordar enn om dynamikken rundt anlegg på kysten. I indre delar av fjordområda er det ofte lite botnstraum, og det meste av materialet søkk rett ned slik at eit lite areal blir svært påverka, mens området rundt kan vera nærmast upåverka. Lenger ute i fjorden med meir straum blir partiklane spreidde over eit større område og kan sporast opptil tre km frå anlegget. Her vert påverknaden lågare, men skjer over eit større område. Den største auken i matfiskproduksjon er venta å verta på straumrike kystlokalitetar, og vi treng derfor meir kunnskap om spreieing av utslepp i slike miljø.

## Kva skjer under oppdrettsanlegga?

Eit lakseanlegg slepp ut om lag 120 tonn organisk materiale per tusen tonn fisk som blir produsert. For eit standard norsk

anlegg på 5000 tonn blir det om lag 600 tonn organisk materiale i løpet av ein produksjonssyklus på halvanna år. Det meste av dette blir brote ned av ei rekke bakteriar og andre artar botndyr, slik at materialet går inn i dei marine næringskjedane. Det er ikkje nødvendigvis dei artane som naturleg levde der før anlegget kom som gjer seg nytte av denne ekstra føda, ofte er det artar som er spesialiserte for å kunne ta unna store mengder organisk materiale.

Effektar av tilførsel av organisk materiale er studert best på blaut botn. Dyra som lever her blir nytta som indikatorar på tilstanden i økosystemet. Ein del artar er følsame og vil ikkje trivast i det endra miljøet, mens andre artar drar nytte av eit slikt miljø og blir meir talrike enn det ein elles finn på botnen i norske fjordar. Det er særleg børstemakk, skjel og kråkebolle som utnyttar den auka tilgangen på mat.

Nedbryting av organisk materiale brukar oksygen. Dersom forbruket er større enn tilgangen på oksygen, oppstår det oksygenmangel i sedimenta; dei blir anoksiske. Nedbrytingsprosessar utan oksygen går seinare, dermed byggjer materialet seg opp og det dannast giftige gassar som drep botnfaunaen. Ei slik overbelastning skjer oftast på straumsvake lokalitetar. På djupe lokalitetar med hardbotn har vi mindre kunnskap om kva prosessar som føregår. Inneleiane studiar viser at det meste av den naturlege faunaen på hardbotn slik som svampar og andre fastsittjande artar, forsvinn inntil 200 meter frå anlegget. Effektive nedbrytarar i dette miljøet er to artar av børstemakk. Ved dei anlegga vi har undersøkt dannar desse eit tett teppe som heng nedetter fjellsidene. I grunne område kan ein kombinert effekt av løyste næringssalt og fine svevepartiklar påverke fjøresamfunn, tareskog, laustliggande kalkalgar og ålegras. På fjordlokalitetar kan ein då få eit område i strandsona som lokalt blir påverka frå anlegget, særleg om anlegget ligg tett i land. På straumrike kystlokalitetar som gjerne ligg grunnare enn fjordlokalitetane, blir partiklane spreidde over eit større gruntvassområde. Vi har lite kunnskap om korleis desse habitata blir påverka.

Vi manglar oppdatert kunnskap om utbreiinga av særleg verdfulle habitat, slik som til dømes korallar, i dei områda der det er matfiskproduksjon. Ei kartlegging av slike habitat





i fjordane og kystområda våre ville ha vore til stor nytte når ein skal planlegga kor nye anlegg bør ligga. Vi manglar også kunnskap om tolegrensa for slike habitat i norske farvatn.

### Miljøovervaking

Miljøet under og i nærleiken av matfiskanlegga blir i dag overvaka etter ein risikobasert metode, slik at jo betre tilstanden er, jo sjeldnare blir ein pålagt slike undersøkingar. Ein god miljøtilstand under anlegga betyr ikkje at miljøet er upåverka, men at det er godt i forhold til nok oksygen og nok gravande dyr som kan omsetje materialet som fell ned. Ein dårleg miljøtilstand viser at lokaliteten er overbelasta, slik at det er for lite oksygen, utvikling av giftige gassar og lite dyr i sedimentet. Slike lokalitetar finn ein i dag som regel berre i område med lite botnstraum. Overvakingsmetodane er utvikla for fjordlokalitar med blaut botn, og er lite egna i andre typar habitat slik som til dømes djup hard botn eller i grunne område med blanding av skjelsand og berg. Overvakingsmetodane bør reviderast, men vi treng først meir kunnskap om kva slags effekt ein kan forvente i ulike typar habitat og kva slags miljøindikatorar som kan brukast.

### Utslepp frå norsk matproduksjon

I 2011 sleppte norsk matfiskproduksjon ut om lag 34 000 tonn nitrogen og 9750 tonn fosfor til sjø på strekninga Rogaland–Finnmark. Same år brukte norsk landbruk om lag 413 millionar tonn kunstgjødsel, det tilsvarer eit utslepp på 107 millionar tonn nitrogen og 16,5 millionar tonn fosfor i naturen. I tillegg kjem 73 000 tonn nitrogen og 12 000 tonn fosfor i form av husdyrgjødsel frå norske husdyr (SSB). Det er usikkert kor mykje av dette som til slutt hamnar i sjøen, men berekingar seier at om lag 29 000 tonn nitrogen og 700–800 tonn fosfor blir sleppt ut i sjø

frå landbruket kvart år (Klif). I 2011 blei det brukt 3,3 tonn lakselusmiddel (aktiv substans) i Noreg, mens det blei brukt 750 tonn plantevernmiddel i landbruket mot insekt, ugras, sopp og råte (tal frå Folkehelseinstituttet, SSB). Desse tala er ikkje nødvendigvis samanliknbare då det ikkje er oppgitt kor mykje som er aktiv substans i forbruket av plantevernmiddel, men prinsippet er at også landbruket slepp ut framandstoff i naturen. Norsk matfiskproduksjon står for dei største utsleppa av kopar til sjøen med om lag 900 tonn årleg. Nøtene i merdane er impregnerte med kopar for å hindre groe, og kvar gong nøtene blir reingjorde i sjøen blir det sleppt laus litt kopar. Undersøkingar av næringskjeda ved oppdrettsanlegg viser at kopar kan samle seg i sedimenta på botnen. Kopar hopar seg ikkje opp i næringskjeda, men kan påverke reproduksjon både hos dyr og plantar. Vi har foreløpig lite kunnskap om korleis denne tilførselen av kopar kan verka inn på dei marine økosystema.

### Norsk matproduksjon i framtida

I Noreg har vi lange tradisjonar for jordbruk, mens havbruk har vakse fram dei siste 30–40 åra. Det er naturleg at ei næring som veks fram i ei tid då det er større fokus på miljøverknader, får stilt strengare krav til å dokumentera i kva grad dei påverkar miljøet. Det er kanskje langt vakrare å sjå på kvite sauer som beiter på grønne enger enn å sjå på påverka fjordbotn. Men i prinsippet er det same sak, også beiteenga og kornåkeren er natur som er endra av menneske, og der dei artane som fantes her opphavleg er forsvunne. Dersom norsk havbruk skal fortsetja å veksa i framtida, treng vi ein meir heilskapleg kunnskap om korleis utsleppa frå oppdrett påverkar dei mange ulike habitat i dei marine økosystema langs kysten.



# Oppdrett og oksygen i Hardangerfjordbassenget

På grunn av det svært store volumet i Hardangerfjorden, har oppdrettsanleggene i fjorden bare minimal påvirkning på oksygenforholdene i området.

JAN AURE | jan.aure@imr.no

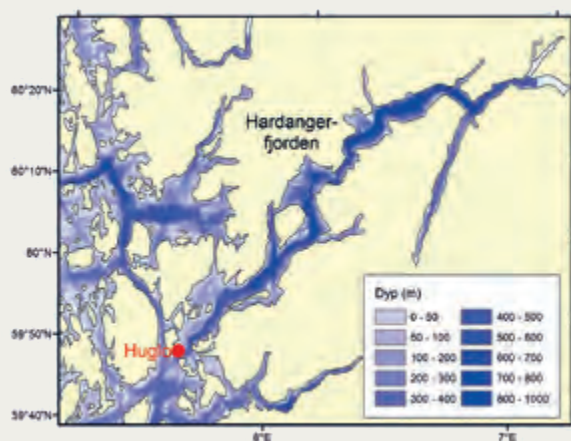
Utviklingen innen oppdrettsnæringen har de siste årene ført til at de fleste større anlegg nå ligger på dypere vann. Dette medfører at de organiske partikulære utslippene fra fiskeoppdrett (feces og fôrspill) i større grad sedimenterer under terskeldyp i fjordene. Den økte tilførselen av organisk materiale (karbon) kan føre til

økt oksygenforbruk og lavere oksygenverdier i bassengvannet. For å belyse bidraget fra fiskeoppdrett til oksygenomsætningen i et større fjordbasseng, har vi i denne omgang benyttet Hardangerfjordbassenget. Fjordbassenget i Hardangerfjorden strekker seg fra terskelen (150–170 m) ved Huglo til indre delen av Sørfjorden/

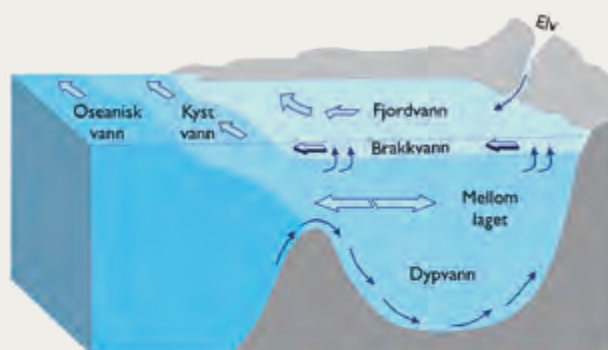
Eidfjord (figur 1). Arealet i terskeldyp er ca. 460 km<sup>2</sup> og volumet av fjordbassenget (dypvann) er ca. 125 km<sup>3</sup>.

## Oksygeninnhold varierer

Oksygeninnholdet i bassengvannet bestemmes av forholdet mellom oksygeninnhold i innstrømmende vann,

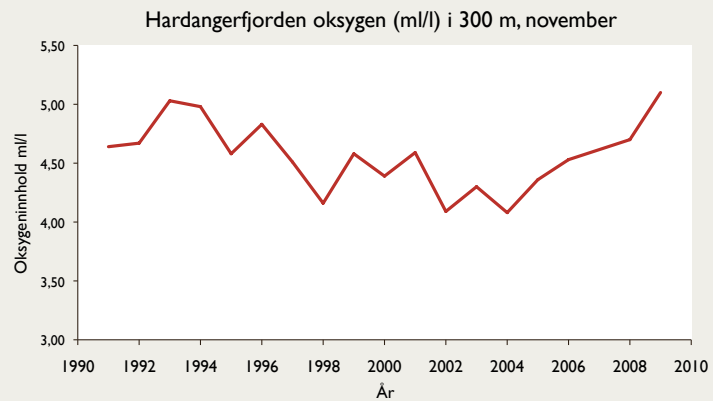


Figur 1. a) Dybdeforhold i Hardangerfjordsystemet. Rød sirkel viser terskelen ved Huglo.



b) Hovedtrekkene i vannutsiftning kyst-fjord, inkludert innstrømming over terskel til dypvann (fjordbassenget).

Figur 2. Oksygenkonsentrasjoner målt i Hardangerfjordbassenget i november fra 1993 til 2009.



vannutsiftning og mengde lett omsettelig organisk materiale som brytes ned under terskeldyp. Denne prosessen bruker oksygen og beskriver oksygenforbruket i fjorden. Tiden bassengvannet oppholder seg i fjorden er styrt både av tidevannsblandingen i bassengvannet og tetthetsforholdene i kystvannet i terskelnivå. Oksygeninnholdet i vannet vil derfor variere fra år til år og over lengre perioder. På Vestlandet sør for Stad er det vanligvis innstrømning av oksygenrikt vann til fjordbassengene med dype terskler (> 100 m) om våren og sommeren når kystvannet har høyest tetthet. Figur 2 viser oksygenkonsentrasjoner målt i Hardangerfjordbassenget i november fra 1993 til 2009. Oksygenkonsentrasjonene i bassengvannet ble gradvis redusert fra 1993 til 2004 og økte så igjen frem til 2009.

Det mangler regelmessige oksygenmålinger i Hardangerfjorden gjennom hele året, derfor er det vanskelig å beregne oksygenforbruket og dermed karbonomsetningen i bassengvannet. I 2010 ble det imidlertid målt oksygen både i april og i november, og selv om tallene er beheftet med en del usikkerhet, kan de brukes til å vurdere forholdet mellom den totale omsetningen av organisk stoff i fjorden og den delen som kommer fra fiskeoppdrett. Oksygenforbruket mellom april og november i 2010 er beregnet til 0,07 ml/l/måned. Oksygenforbruket kan omregnes til hvor mye karbon (organisk materiale) som tilføres/omsettes per fla-

teenhet per måned (Fc) i terskelnivå til Hardangerfjordbassenget (7,9 g karbon / m<sup>2</sup>/måned). Den totale tilførsel/omsetningen av karbon i Hardangerfjordbassenget innenfor terskelen ved Huglo blir da om lag 45 000 tonn karbon per år.

#### Stort volum gir liten effekt

Hardangerfjorden har en av de største tetthetene av fiskeoppdrettsanlegg i Norge. I 2011/2012 var det en årlig produksjon på ca. 66 000 tonn fisk, hvor om lag 50 000 tonn/år ble produsert over Hardangerfjordbassenget. En fiskeproduksjon på ca. 50 000 tonn per år, med 20 % forspill, tilfører fjordbassenget maksimalt ca. 5000 tonn karbon per år i form av feces og forspill, dvs. ca. 10 % av den beregnede tilførsel/omsetning av karbon i fjordbassenget. Dette medfører også at oksygenforbruket øker med ca. 10 %, dvs. ca. 0,007 ml/l /måned. Hvis vi forutsetter at midlere stagnasjonstid fra sommer til høst i fjordbassenget er ca. 5 måneder, vil midlere oksygeninnhold i fjordbassenget om høsten bli redusert fra 4,56 ml/l til ca. 4,52 ml/l (ca. - 0,9 %) (figur 2). Den beskjedne effekten på oksygenforholdene er et resultat av det store bassengvolumet i Hardangerfjorden.

#### Trenger regelmessige målinger

For å undersøke om det observerte oksygenforbruket og karbontilførslene i Hardangerfjordbassenget i 2010 er rimelig, har vi sammenlignet karbontilførslene/omsetningen (Fc) med

Byfjordbassenget ved Bergen hvor det er utført regelmessige oksygenmålinger over mange år. Dette fordi terskeldypet er om lag det samme som i Hardangerfjorden, og at bidraget av karbon fra oppdrett i Hardangerfjordbassenget er innenfor usikkerheten i karbonberegningene. Omsetningen/tilførslene av karbon i terskelnivå i Byfjordbassenget (Fc) er beregnet til ca. 8,2 g karbon/m<sup>2</sup>/måned. De tilnærmet like verdiene av karbonomsetning/tilførsel i terskelnivå i Byfjordbassenget og Hardangerfjordbassenget viser at den beregnede karbonomsetning/tilførsel i Hardangerfjordbassenget i 2010 er realistisk.

Til sammenligning er den totale tilførsel og omsetning av karbon (organisk materiale) i Hardangerfjordbassenget om lag dobbelt så stor som eksporten av karbon (organisk materiale) fra den lokale primærproduksjonen i øvre lag av fjorden (ca. 4,5 g C/m<sup>2</sup>/måned). Tilførslene av organisk materiale over de dype tersklene til Byfjord- og Hardangerfjordbassenget er overraskende store og har ikke vært undersøkt tidligere. Dette betyr for eksempel at Hardangerfjordbassenget er mindre følsomt enn antatt for økte tilførsler av organisk materiale fra fiskeoppdrett.

For å få en større sikkerhet på beregningene av tilførsler/omsetning av organisk materiale (karbon) i fjordbasseng med dype terskler (> 100 m), knyttet til bl.a. fiskeoppdrett, bør det etableres regelmessige oksygenmålinger gjennom minst én årssyklus i denne type fjorder.



# Bunndyr spiser av oppdrettsutslipp

De store mengdene med fiskeekskremer og spillfôr som ender opp på bunnen under oppdrettsanleggene er en matkilde for dyrene som lever i sedimentet, men også for krepsdyr og fisk. I løpet av de siste årene har vi opparbeidet oss god kunnskap om hvordan dette oppdrettsutslippet kan spores ved hjelp av fettanalyse.

SIRI AASERUD OLSEN | siri.aaserud.olsen@imr.no

I 2012 var det totale fôrforbruket i norsk oppdrett ca. 1,6 millioner tonn. Opptil 20–30 % av dette kommer ut som ekskremer, og i tillegg vil det være noe fôrspill. Dette oppdrettsutslippet er et organisk materiale og en potensiell matkilde for børstemark, krepsdyr og fisk. For å få et helhetlig bilde av lokale og regionale effekter av akvakultur, er det nødvendig å forstå hvor dette materialet ender opp.

Laksefôr er sammensatt av både marint og vegetabilsk råstoff, og har derfor en annen fettresammensetning enn den vi finner i det naturlige marine miljøet. Laksefôr har høye konsentrasjoner av både typiske vegetabiliske fettsyrer og langkjedede, én-umettede marine fettsyrer som er egnet til sporing av oppdrettsutslipp.

Torsk (*Gadus morhua*) og reker (*Pandalus borealis*) ble valgt som nøkkelorganismer i dette studiet. Reker spiser både bunndyr og sedimentert organisk materiale

(plante-/dyrerester og oppdrettsavfall) og er byttedyr for flere fiskearter. Torsk er en av flere fiskearter som oppholder seg omkring oppdrettsanlegg for å beite på fôrspill, og som ellers har en naturlig diett bestående av både bunndyr, krepsdyr og fisk.

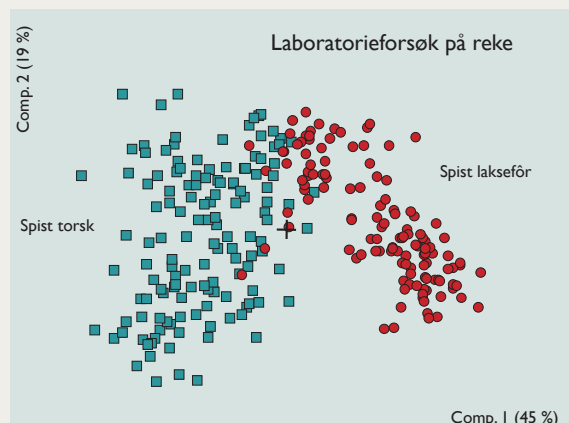
## Laboratorieforsøk

For å etablere en prosedyre for å bruke fettanalyse til å spore påvirkning av organisk materiale fra oppdrettsanlegg i bunndyr, gjennomførte vi laboratorieforsøk på reker og torsk (figur 1). Grupper av reker og torsk ble fôret med laksefôr i tre måneder for finne fettsyrer egnet til sporing. Resultatene viste at muskelvev hos både reker og torsk fikk forhøyete konsentrasjoner av fettsyrer typiske for laksefôr (figur 2).

Foto: Siri Aaserud Olsen



Figur 1. I et laboratorieforsøk fikk reker laksefôr i tre måneder for å studere hvilken effekt en slik diett har på fettresammensetningen.



Figur 2. Plottet viser fordelingen av reker fra laboratorieforsøket, basert på fettresammensetning. Rekene som spiste laksefôr (sirkler) fikk forhøyete konsentrasjoner av fettsyrer typiske for laksefôr, og ble atskilt fra referansegruppen som spiste torsk (firkanter).

### Innsamling av fauna i oppdrettsnære områder

For å verifisere funnene fra laboratorieforsøkene og for å undersøke hvordan organisk oppdrettsmateriale blir tatt opp i næringskjeden, gjennomførte vi ulike innsamlinger av dyr (figur 3): Sediment og børstemark fra to ulike oppdrettsanlegg, både under og etter lakseproduksjon (A), en systematisk innsamling av enkelte arter som representerte ulike ledd av næringskjeden ved de samme to anleggene (B) og en innsamling av reker fra seks oppdrettsfjorder langs norskekysten (C). I tillegg samlet vi referansemateriale.

**A:** De foreløpige resultatene viser at sediment og børstemark samlet med grabb like inntil oppdrettsanlegget har høyere konsentrasjoner av fettsyrer som er typiske i laksefôr, sammenlignet med sediment fra referanseområdene. Innsamlingen som ble gjennomført seks måneder etter at produksjonen ved anleggene var opphørt, viser at sedimentverdiene fra anleggene er redusert ned til referanseverdier, mens det i børstemark fremdeles er høye, men reduserte konsentrasjoner.

**B:** Analyser av reker, smørflyndre, trollhummer, sjøkreps og sjøpølse viser forskjell i fettsyreprofil i dyrene fra de oppdrettsnære områdene sammenlignet med dyr fra referanseområder. Det er de vegetabiliske fettsyrene som bidrar mest til denne forskjellen.

**C:** Reker fra områder med oppdrettsanlegg har et høyere innhold av de samme fettsyrene som fra laboratorieforsøket, altså fettsyrer typiske i laksefôr. Vi ser at jo nærmere anlegget vi har kommet med trålen, jo høyere er konsentrasjonen av disse fettsyrene (figur 4).

Fra tidligere vet vi at organisk oppdrettsmateriale kan være en matkilde for børstemark og andre dyr som lever i sedimentet, og føre til store endringer i artssammensetning, biomasse og tetthet. Resultatene fra dette studiet viser at dette oppdrettsmaterialet også blir spist av krepsdyr og fisk enten ved å spise det direkte eller indirekte via små bunndyr som har hatt en slik diett.



Foto: Siri Aaserud Olsen



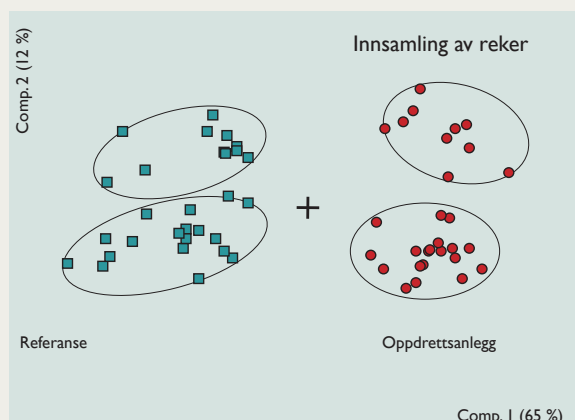
Foto: Siri Aaserud Olsen



Foto: Øystein Paulsen

**Figur 3.** Innsamling av fauna i områder med oppdrett. **A:** Sediment og børstemark, **B:** arter som representerer ulike ledd av den bentske næringskjeden, **C:** reker fra seks fjorder langs norskekysten.

**Figur 4.** Plottet viser fordelingen av reker fra Hordaland, basert på fettsyresammensetning. Reker samlet fra området med oppdrettsanlegg (sirkler) hadde en høyere konsentrasjon av fettsyrer typiske i laksefôr, og er atskilt fra rekene som ble samlet inn fra område uten oppdrettsanlegg (firkanter). Innsamlingen ble gjort to ganger i løpet av ett år ved disse to lokalitetene.





# Sørøst-Asia etterspør norsk oppdrettskompetanse

Oppdrett av tilapia hos Trapia i Malaysia.

Havforskningsinstituttet spiller en sentral rolle innen akvakulturforskning i Norge, og er også en betydningsfull aktør internasjonalt. Dette er noe av bakgrunnen for at stadig flere sørøstasiatiske land ønsker et akvakultursamarbeid med Norge.

ROLF ENGELSEN | rolf.engelsen@imr.no

Det siste tiåret har Fiskerifaglig senter for utviklingssamarbeid (se faktaboks) mottatt stadig flere henvendelser fra Sørøst-Asia. Samarbeidet med Thailand er kommet lengst, men det har også vært prosjekter i Indonesia, Vietnam og Malaysia.

## Pilotanlegg og kunnskapsoverføring

Etter tsunamien 2. juledag 2004 ba thailandske fiskerimyndigheter om assistanse til å bygge opp igjen akvakulturnæringen i Phuket-regionen. Forespørselen omfattet et norsk pilotmerdanlegg, testing av anlegget under tropiske forhold og kunnskapsoverføring til thailandsk personell slik at de etter hvert kunne overta driften av anlegget. Kunnskapsoverføringen gjaldt hele verdikjeden fra stamfisk/ungel til marked. De anvendte artene i prosjektet har så langt vært cobia (*Rachycentron canadum*) og Asian sea bass (*Lates calcarifer*). Produksjonen har vært en suksess, og norske merder og driftskunnskap har bestått testen i det tropiske miljøet. Anlegget er knyttet til Phuket Coastal Fisheries Research and Development Centre (PCFRDC) nord i Phuket, og er en av fiskeridepartementets sentrale forskningsstasjoner. Mannskapet mestrer i dag oppdrett i det thaiene kaller norske «big cages» (store merder).

Etter hvert involverte prosjektet også fiskehelsehåndtering og offentlig forvaltning av «big cage»-akvakultur. Opplæring i praktisk oppdrett parallelt med at det er skapt en økt forståelse for oppdrettsregulering og -forvaltning har vært en god tilnærming sammenlignet med mer teoretiske samarbeidsmodeller.

## Yngelanlegg og nye arter

Samarbeidet med Thailand ble videreført i 2010. Da prioriterte de thailandske fiskerimyndighetene et demonstrasjonsanlegg på land; et klekkeri med levendeførproduksjon, bruk av algepasta, larveavdeling og påvekstavdeling (nursery). Teknologien på anlegget kan til en viss grad sammenlignes med det som finnes på Havforskningsinstituttets stasjon på Austevoll. Det moderne yngelanlegget har oppnådd gode resultater. Også her er målet å introdusere moderne teknologi, overføre kunnskap og å sette thaiene i stand til selv å mestre driften. Anlegget er relativt lite sammenlignet med kommersielle anlegg, men det er komplett og av samme type som moderne europeiske klekkerier. Det er aktuelt for mange tropiske arter, og nye arter skal etter planen testes i 2013. Et sentralt spørsmål er om det finnes en «tropical salmon»; en art som er ideell både i produksjons- og markedsmessig forstand.

Pompano (*Trachinotus blochil*), yellowfin tuna (*Thunnus albacares*), Asian sea bass og diverse grouper-arter er vurdert i tillegg til cobia. Sistnevnte art er ikke gitt opp, selv om det blant annet er registrert markedsmessige utfordringer.

## Stort potensial i Indonesia

Om en tar utgangspunkt i de naturgitte forholdene, regnes Indonesia som det landet med det største ekspansjonspotensialet innen oppdrett. Større deler av Sørøst-Asia faller innenfor «vindstille-beltet» rundt ekvator og ligger utenfor taifun- og stormområdet. Indonesia ønsker å vurdere oppdrettslokaliteter basert på data om vind, bølger, strøm og dybde. Trolig kan dagens norske merdteknologi benyttes selv i eksponerte havområder. Tradisjonell asiatisk merdteknologi kan kun brukes i helt skjermede områder, slik situasjonen var i Norge tidlig på 1980-tallet.

## Bærekraftig og moderne

De omtalte landene ønsker å utnytte større deler av sjøarealet ved å ta i bruk norsk teknologi og kunnskap; det vil si «offshore big cage farming». Det forutsettes at dagens småskala yngelproduksjon erstattes av storskala yngelproduksjon i landanlegg. Tørrfør er den sentrale innsatsfaktoren i oppdrettet, og vil kunne



erstatte andre typer fôr og såkalt trash fish. Det blir nødvendig å få frem lokal fôrproduksjon basert på lokale råvarer. Vaksineutvikling står i fokus for samtlige land. Det er, generelt sett, krevende å utvikle komplette verdikjeder som sikrer et bærekraftig og moderne storskala marint fiskeoppdrett. I Sørøst-Asia har man i stor grad greid dette i rekeindustrien og for tilapia- og pangasius-oppdrett i ferskvann, men ikke i særlig grad i sjøvannsbasert oppdrett. Her ser fiskerimyndighetene i regionen til Norge som har stor kompetanse på industrielt oppdrett av laks. Elementer fra denne industrien, som for eksempel avlsprogram, kan også bidra positivt til asiatisk småskala oppdrett.

#### Forvaltningen av akvakultur

Bruk av antibiotika, høye dødelighetsnivåer, matvaretrygghet, eksporttillatelse til viktige markeder og manglende utenlandske investeringer er blant problemene samarbeidslandene støter på når de skal forvalte sin oppdrettsnæring. Anvendelsen av eksisterende lovverk med hensyn til kontroll, overvåking, håndhevelse og sanksjoner byr også på betydelige utfordringer. Vietnam har i et tidligere samarbeid med Norge utformet lovverk og forskrifter. I samarbeidet med Malaysia arbeider man nå med å utvikle et reguleringsystem for ferskvannsoffdrett. Malaysia har også bedt om assistanse knyttet til regulering av sjøarealene. Det samme gjelder for Thailand.

#### Krevende reguleringer

Det tradisjonelle oppdrettet i Sørøst-Asia er dominert av mange små aktører. Dette gjelder innen ferskvannsoffdrett, rekeindustrien og det begrensede sjøvannsbaserte oppdrettet. Oppdrettet er til dels preget av høy risiko. Det er vanskelig å få gjennomført reguleringer for eksempelvis fiskehelse og miljø. Dette gjelder enkle prinsipper som minimumsavstand mellom anlegg, kontroll av yngel, brakklegging, lokalitetsveksling, generasjonsskille i oppdrettet, rapportering av antibiotika- og kjemikaliebruk, håndtering av dødfisk, overvåking av miljøeffekter og soneinndeling. Fiskerimyndighetene i flere sørøstasiatiske land er interessert i slike prinsipper og metoder. I Malaysia ønsker de innsikt i det norske forvaltningssystemet. Ikke for å kopiere systemet, men for å se hvordan det er bygget opp og hvordan det fungerer. I neste omgang må man vurdere om noe av dette kan brukes i reguleringsammenheng, og ta stilling til hvilke prinsipper bak norsk regulering som faktisk er universelle.



Påvekstanlegg (nursery) ved akvakulturstasjonen i Phuket, Thailand.



Anlegg for levendefôrproduksjon ved akvakulturstasjonen i Phuket, Thailand.

FAKTA

## Fiskerifaglig senter for utviklingssamarbeid/The Centre for Development Cooperation in Fisheries (CDCF)

- En koordineringsenhet for «Development cooperation»; dvs. utviklingssamarbeid på fiskeri og oppdrett.
- Organisert som en avdeling ved Havforskningsinstituttet, men representerer i tillegg Fiskeridirektoratet, Mattilsynet, Veterinærinstituttet og Nasjonalt institutt for ernærings- og sjømatforskning (NIFES).
- Finansiering fra Norad har vært en kjerne i aktiviteten historisk sett; nå har CDCF en rammeavtale med Norad sammen med de andre institusjonene.
- I senere tid er prosjektene finansiert via UD/norske ambassader og Fiskeri- og kystdepartementet.

# Er villfisk til oppdrettsfôr bærekraftig?

Vi ser ofte at det stilles spørsmål ved om bruk av villfisk i fôr til oppdrettsfisk er bærekraftig. Konklusjonen blir gjerne at det ikke er det, siden det kan se ut som om det går med mer fisk til å føre oppdrettsfisk enn det vi får igjen som spiselig mat fra oppdrettsfisken. Men er produksjon av oppdrettsfisk verre på dette området enn annen kjøttproduksjon?

HARALD GJØSÆTER | harald@imr.no og OLE TORRISEN

Når en skal ta stilling til om noe er bærekraftig kan det være nyttig å se det i forhold til definisjonen av bærekraftig utvikling (Brundtlandkommisjonen): "Bærekraftig utvikling er en utvikling som møter dagens behov uten at det går ut over kommende generasjoners behov". Mange velger å se bærekraftig utvikling som absolutt, enten bærekraftig eller ikke. Siden verdens matbehov knapt nok er fylt i dag, og behovet for mat ventes å øke med over 70 % fram mot 2050, er det i høyeste grad relevant å vurdere om noe er mer bærekraftig enn noe annet.

Når det gjelder bruk av fisk i fôr bør disse spørsmålene stilles:

- Er det bærekraftig å bruke villfisk i fôr?
- Hvordan får vi mest mulig mat per enhet fôr?
- Hvilke kriterier må oppfylles for at fisk kan høstes for bruk i fôr?

## Villfisk som fôr

Rent prinsipielt skjer all produksjon av mat på landjorda og i havet av fotosyntetiserende planter. All kjøttproduksjon er en "foredling" av plantemateriale gjennom oppføring av dyr med varierende utbytte avhengig av dyreart, hvor dyret står i næringskjeden og miljø. Oppdrett av marin fisk på tørrfôr kan derfor sammenlignes med andre dyr som i industriell sammenheng gis utelukkende kraftfôr, som svin og fjærfe. Disse gis fôr med samme opprinnelse; korn, bønner og animalske protein- og fettkilder. Animalske protein- og fettkilder er oppmaling og tørking av biprodukter fra kjøtt- og fiskeproduksjon. Når det gjelder fiskemel og -olje kommer også en vesentlig del fra fiske rettet inn mot mel- og oljeproduksjon. På verdensbasis blir vel 60 prosent av fiskemelet produsert av industrifisk, resten kommer fra biprodukt.

Korn, bønner og industrifisk kan alle bli brukt direkte som menneskemat. Her er det ingen prinsipielle forskjeller. Det er ingen tvil om at det er bedre ressursutnyttelse om vi mennesker spiste mer mat fra planter. Føring av dyr på kraftfôr forbruker ressurser som like gjerne kunne vært spist av mennesker direkte.

Det er imidlertid viktig å huske på at industrifisk er hel fisk, og at spiselig del på de aktuelle fiskeartene kun er i størrelsesorden 30 prosent. I tillegg inneholder fiskekjøtt rundt 80 prosent vann, mens tilsvarende for korn og bønner er under 15 prosent. Skal vi regne ut hvor stor verdi disse råvarene har som menneskemat, må vi altså kor-

rigere for disse forskjellene. Bærekraftsbegrepet består av tre dimensjoner; en miljømessig, en samfunnmessig og en økonomisk. En bærekraftig produksjon forutsetter en overlapp av disse tre dimensjonene. Det er derfor ikke tilstrekkelig at for eksempel fiske etter sardiner for humant konsum er miljømessig og samfunnmessig akseptabelt. Det vil, som for all annen mat og fôrproduksjon, også måtte gi en lønnsom produksjon.

Fôr til norsk oppdrettslaks har endret seg mye de siste årene. Fra å bestå i hovedsak av marine råvarer inneholder det nå nesten 50 prosent plantemateriale. Dette er en utvikling vi regner med vil fortsette. I løpet av få år vil sannsynligvis denne andelen plantemateriale øke opp mot 80–90 prosent. Det er ikke sikkert at dette utelukkende er positivt sett fra en ressurs- og miljømessig synsvinkel. For å føre 1,5 millioner tonn oppdrettslaks (verdensproduksjonen i 2010) på bare planteråvarer vil det gå med et landbruksareal på cirka 10 millioner dekar. Det tilsvarer hele Norges landbruksareal.

## Effektivt husdyr

Fisk har noen klare fordeler som husdyr. De lever i vann, noe som betyr at de er vektløse og slipper å bruke energi på å bære en tung kropp. Dermed trenger de heller ikke et sterkt og tungt skjelett. Det betyr at utbytte av spiselig mat fra fisk, som for eksempel laks, er høyt. Fisk kan også skille avfallsprodukter direkte ut i vann. De kan derfor forbrenne proteiner mer effektivt enn landdyr. Fisk er vekselvarm og bruker derfor heller ikke energi på å opprettholde en høy og konstant kroppstemperatur. I tillegg har fisk en svært effektiv reproduksjon. En kjønnsmoden hunnlaks kan gjerne produsere mellom 6 000 og 10 000 lakseyngel. Energikostnadene ved å produsere avkom blir dermed svært lavt sammenlignet med landlevende dyr som fjærfe og svin.

Sammenligner vi energiutbyttet ved produksjon av spiselig del av laks med husdyr som svin og kylling, kommer laks svært godt ut. Energiretensjonen (andel av energi i føret vi finner igjen i spiselig del av dyret) for laks ligger på 23 prosent, mot 14 prosent for svin og 10 prosent for kylling. Vi får altså omtrent dobbelt så mye mat fra laks som fra kylling og svin per enhet fôr vi bruker i produksjon.

## Forsvarlig høsting av fisk til fôr

Siden størrelsen på villfiskbestander endres over tid også av andre grunner enn fiske, vil ikke et gitt uttak kunne sies

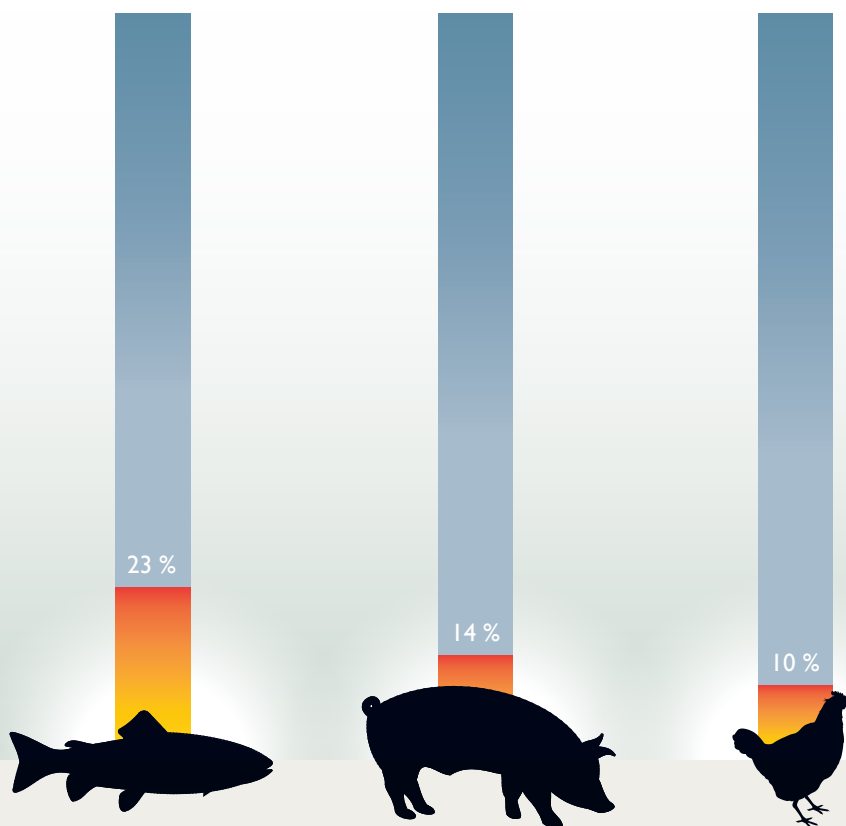
å være bærekraftig eller ikke. Det som er avgjørende, er om ressursen er underlagt et forvaltningsregime, dvs. høstingsregler, som oppfyller kriteriene for bærekraftig fiske. De fleste kommersielle artene som høstes av norske fiskere, er nå underlagt høstingsregler som sikrer at ikke bestanden avtar til kritiske nivåer pga. fisket. På verdensbasis er det fortsatt noe variabelt hvorvidt ressursene som brukes til mel og olje er underlagt bærekraftige høstingsregler. Ettersom det er blitt mer oppmerksomhet rundt dette spørsmålet de senere årene, er det grunn til å tro at mer og mer av verdens fiskerier blir underlagt et forsvarlig forvaltningsregime.

Verdens akvakulturproduksjon vokser. Havets ressurser av villfisk er begrenset. Dersom akvakulturproduksjonen av fisk fortsatt skal vokse er det derfor helt nødvendig å benytte mer plantemateriale i fiskeføret. Det bør også legges

til rette for at mer fiskeavfall (avskjær fra filetproduksjon etc.) kan nyttes som fiskefôr. Det å gå ned i næringskjeden (høste dyreplankton) vil være mulig, men utløse nye store utfordringer i form av å unngå at vi samtidig tar livet av store mengder fiskelarver og yngel i fangstprosessen.

Det må også være et overordnet mål å bruke mest mulig av verdens fiskeressurser direkte som menneskemat uten å gå gjennom husdyrproduksjon. Det vil imidlertid kreve utvikling av nye prosesser for framstilling av næringsmessig og smaksmessig akseptable produkter. Ikke minst om vi skal lykkes i å utnytte plankton og fisk lavt i næringskjeden som mat. Den største utfordringen ligger imidlertid i å heve velstanden til de som sulter i dag, slik at de har råd til å kjøpe den maten de trenger. Det er et ansvar vi alle må dele.

Infografikk: John Ringstad



**Energiretensjon (andel av energi i fôret vi finner igjen i spiselig del av dyret). Vi får omtrent dobbelt så mye mat fra laks som fra kylling og svin per enhet fôr vi bruker i produksjon.**



# Produksjon av hunnfiskbestander av kveite

Kveiteyngel

Tidlig kjønnsmodning hos hannkveiter er en av de største utfordringene for kveiteoppdrett. Når fisken blir kjønnsmoden avtar veksten, dermed blir hannene mye mindre enn hunnfisken. Ved Havforskningsinstituttet har vi produsert grupper med kveiteyngel som kun består av hunnfisk, noe som på sikt kan forbedre resultatet ved kveiteproduksjon.

BIRGITTA NORBERG<sup>1</sup> | birgitta.norberg@imr.no, TORSTEIN HARBOE<sup>1</sup>,  
TRINE HAUGEN<sup>1</sup>, IGOR BABIAK<sup>2</sup>, JOANNA BABIAK<sup>2</sup> og BØRRE ERSTAD<sup>3</sup>  
1. Havforskningsinstituttet, 2. Universitetet i Nordland, 3. Sterling White Halibut AS

Årlig produksjon av kveite i Norge er 1600–1800 tonn, og næringen er dominert av tre aktører. Produksjon av kveite foregår i flere trinn: yngelproduksjonen består av en eggfase (ca. 12 dager), en plommesekkfase (40–45 dager) og en startfôringsfase (60–80 dager). Når yngelen er tilvent formulert fôr, følger en periode på litt over to år hvor den holdes i kar på land. Når den passerer 1 kilo blir den satt ut i merd til den når ønsket slaktevekt på 5–10 kg, noe som tar litt over tre år.

De største utfordringene med oppdrett av kveite er å oppnå forutsigbar og god yngelproduksjon med hensyn til kvalitet og mengde og å unngå tidlig kjønnsmodning på hannfisk.

Hannfisk kan bli kjønnsmoden før den blir ett kilo, vanligvis ved ett til to års alder. Etter modning vokser fisken svært seint, og ved slakt er det stor størrelsesspredning i merden. Av fisken som ligger i området 1–3 kg er 80 % hannfisk, og denne fisken blir solgt for lavere pris. Det har derfor vært et sterkt ønske fra næringen å utvikle metoder for produksjon av bestander med bare hunnfisk. Rømming fra merd er en kjent problemstilling også i kveiteoppdrett, og kveite som rømmer ser ut til å klare seg godt i havet: vi har dokumentasjon på at kveite fra sjønlegget på Austevoll er blitt fanget utenfor Grimsby i England. Produksjon av hunnfiskbestander vil gi kunnskap som i neste omgang kan brukes hvis det blir

aktuelt å lage en steril oppdrettskveite. Det gjør at hunnfiskproduksjon også er meget relevant for forvaltningen.

Det finnes ikke et nasjonalt avlsprogram for oppdrettskveite, noe som delvis skyldes at hunnfisken i oppdrett trenger minst 5–6 år før den blir kjønnsmoden og delvis at oppdrett av kveite så langt har foregått i liten skala.

## Hvordan lage bare hunnfisk

Den vanligste metoden for å lage populasjoner bestående av bare hunnfisk er maskulinisering av foreldregenerasjonen. Resultatet blir at genetiske hunner utvikler testis og sperm som en vanlig hann. Disse maskuliniserte hunnene kalles neohanner og har kun X-kromosomer selv om de er

genetiske hunner. Når sperma fra disse neohannerne blir brukt til befruktning av egg fra ubehandlede kveitehunner, vil avkommet bestå av bare hunnfisk (figur 1).

Selve maskuliniseringen må skje i en fase som kalles kjønnsdifferensiering. Tidspunktet for denne fasen varierer mellom ulike arter, og hos kveite ser den ut til å være avsluttet ved ca. 37 mm total lengde, så behandling må skje i god tid før dette. Behandlingen skjer ved at fisken enten får testosteron eller en såkalt aromatasehemmer tilsatt i føret. Hormonene som styrer kjønnsmodning hos fisk er østrogen hos hunnene og androgener, for eksempel testosteron, hos hanner. Testosteron er også et forstadium til østrogen, og i kroppen blir testosteron hele tiden omdannet til østrogen i en prosess kalt aromatisering. Dette blir kontrollert av enzymet aromatase, og en aromatasehemmer vil hemme omdannelsen fra testosteron til østrogen, med en økt mengde av testosteron i blodet som resultat.

#### Forsøkene

Det er viktig å finne frem til den optimale behandlingen både når det gjelder type kjemikalie, dose og varighet på behandlingen. Ved Havforskningsinstituttet, Forskningsstasjonen Austevoll, har vi utført forsøk med metyltestosteron og aromatasehemmeren fadrozol, og vist at behandling med disse stoffene gir 100 % maskulinisering ved korrekt dose og lengde på behandlingen.

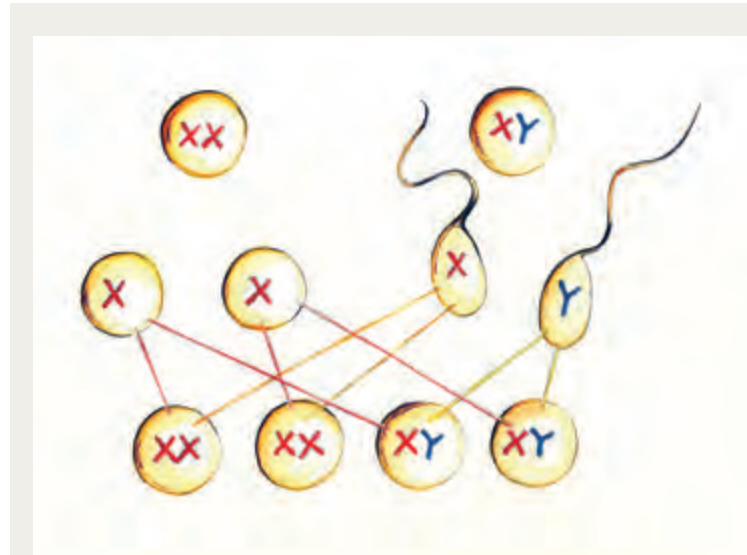
#### Hvordan påvise neohanner

Neohanner av laks kan identifiseres gjennom at det ikke er mulig å stryke ut melke, de mangler kanaler for å transportere melken ut. Hos kveite vil en neohann derimot være 100 % funksjonell og helt lik en vanlig XY-hann. Utdfordringen er derfor å finne en sikker metode for identifisering. En genetisk kjønnsmarkør for Y-kromosomet vil gjøre oss i stand til enkelt å kunne sortere neohanner fra normale hanner. Imidlertid ser det ut til at X- og Y-kromosomene i kveite er nokså like, noe som kompliserer arbeidet med å finne en genetisk kjønnsmarkør. Per i dag er vi derfor avhengige av å kjønnsbestemme avkommet (bare hunner) til de potensielle neohannene, for sikkert å kunne si hvilke hanner som gir opphav til kun hunnfisk. Dette gjør vi ved at vi avliver deler av avkommet og tar ut en prøve fra gonaden til histologisk undersøkelse. Gjennom slik avkomsgranskning på kveite fra 2012-årsklassen har vi nå identifisert fem neohanner, og forventer å finne flere etter hvert som de ulike gruppene blir store nok til at vi kan ta gonadeprøver fra dem.

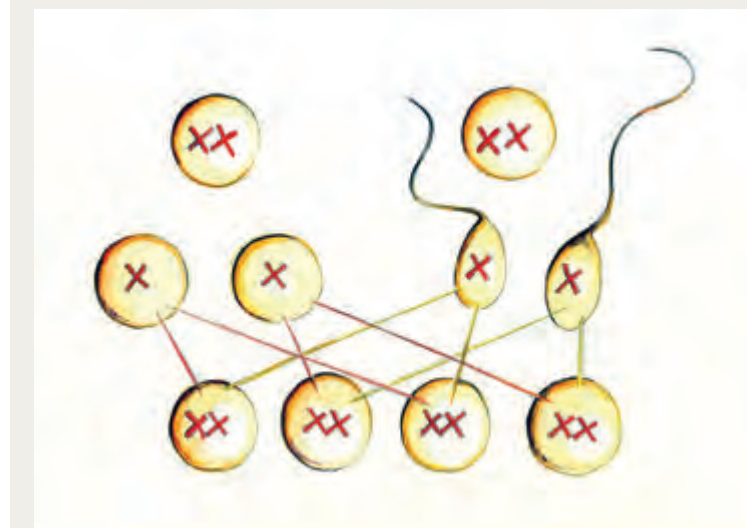
#### Veien videre

Vi har nå sikre protokoller for produksjon av neohanner, og ved hjelp av avkomsgranskning har vi identifisert et antall hanner som gir kun hunnfisk som avkom. Det er viktig å dokumentere vekst og velferd i disse gruppene og å sammenligne

med grupper som består av både hunn- og hannkveite. Videre er det viktig å finne kjønnsmarkører for sikker identifikasjon av hunn- og hannfisk, og å starte opp arbeidet med en nasjonal avlsplan for kveite. Det er også viktig å utrede muligheten for å lage steril oppdrettskveite.



Figur 1a. Normal befruktning. Kjønnskromosomene i en hunn er XX og hos en hann XY. Eggene hos hunner er kun bærer av et X-kromosom, men 50 % av spermen er bærer av et X-kromosom og 50 % er bærer av et Y-kromosom. Ved befruktning vil kjønnsfordelingen bli ca. 50/50.



Figur 1b. Maskuliniserte hunner, såkalte neohanner, er fenotypiske (fremtoning) hanner med testis og sperma, men genotypiske hunner, dvs. bærere av XX-kromosom. Spermen vil da kun være bærer av X-kromosomet, og ved en befruktning med en vanlig hunn vil resultatet bli en populasjon bestående av kun hunner.

Illustrasjoner: Stein Mortensen



# Naturlig dyreplankton best for torskelarver

Forsøk ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Austevoll har vist at torskelarver vokser best med naturlig plankton som fôr. Mekanismene bak den gode veksten og hvordan dette påvirker torskelarvenes gener skal nå undersøkes.

ØRJAN KARLSEN | OrjanK@imr.no, TERJE VAN DER MEEREN og ROLF B. EDVARSEN

Oppdrett av torskøyngel skjer ved ulike metoder, og det har vist seg at valg av metode ofte gir forskjeller i yngelkvalitet. Dette kan gi seg utslag i ulik forekomst av defekter som for eksempel skjelettdeforviteter, uten at de bakenforliggende årsakene er kjent. Mistanken har imidlertid gått mot forskjeller i fôrskvalitet på de levende byttedyrene som torsken er avhengig av i de tidlige livsstadiene. Ny metodikk og kartlegging av torskens genom har nå gjort det mulig å studere hvordan torskelarvenes gener påvirkes av ytre forhold som for eksempel førets næringsverdi gjennom den omfattende utviklingen som skjer fra nyklekt larve til torskøyngel.

Under gode forhold og med naturlig plankton som fôr kan torskelarver vokse svært godt. I pollsystemer har det vært observert daglige vektøkninger på mellom 20 og 35 %, avhengig av temperatur og utviklingsstadium. Torskelarvene vokser langt fra så godt ved bruk av intensive oppdrettsmetoder hvor fisken føres med levende hjuldyr (rotatorier) og eventuelt saltkreps (*Artemia*) før de tilvennes formulert fôr (tørrfôr). I tillegg ser vi unormal utvikling hos en andel av larvene både hos torsk og andre marine arter i intensivt oppdrett. Årsakene til dette er ikke fullt ut kjent, men basert på tidligere observasjoner vet vi at føret er en viktig faktor. Det ble derfor gjennomført et for-

søk ved Forskningsstasjonen Austevoll der vi undersøkte betydningen av hvilke typer levende byttedyr som ble valgt med hensyn til vekst og utvikling hos torskelarvene. Studien ble utført i et standard intensivt innendørs oppdrettssystem. En gruppe torskelarver fikk rotatorier og *Artemia* som fôr, mens en annen gruppe kun fikk naturlig plankton filtrert fra pollsystemet Svartatjern. Dette planktonet bestod hovedsakelig av tidlige stadier hoppekreps (nauplier og umodne stadier av copepoder). I korthet ble begge gruppene holdt i 500 liters gjennomstrømningskar fra startføring til endt forsøk. Begge gruppene ble måltidsføret i overskudd tre ganger om dagen, de hadde 16 timer

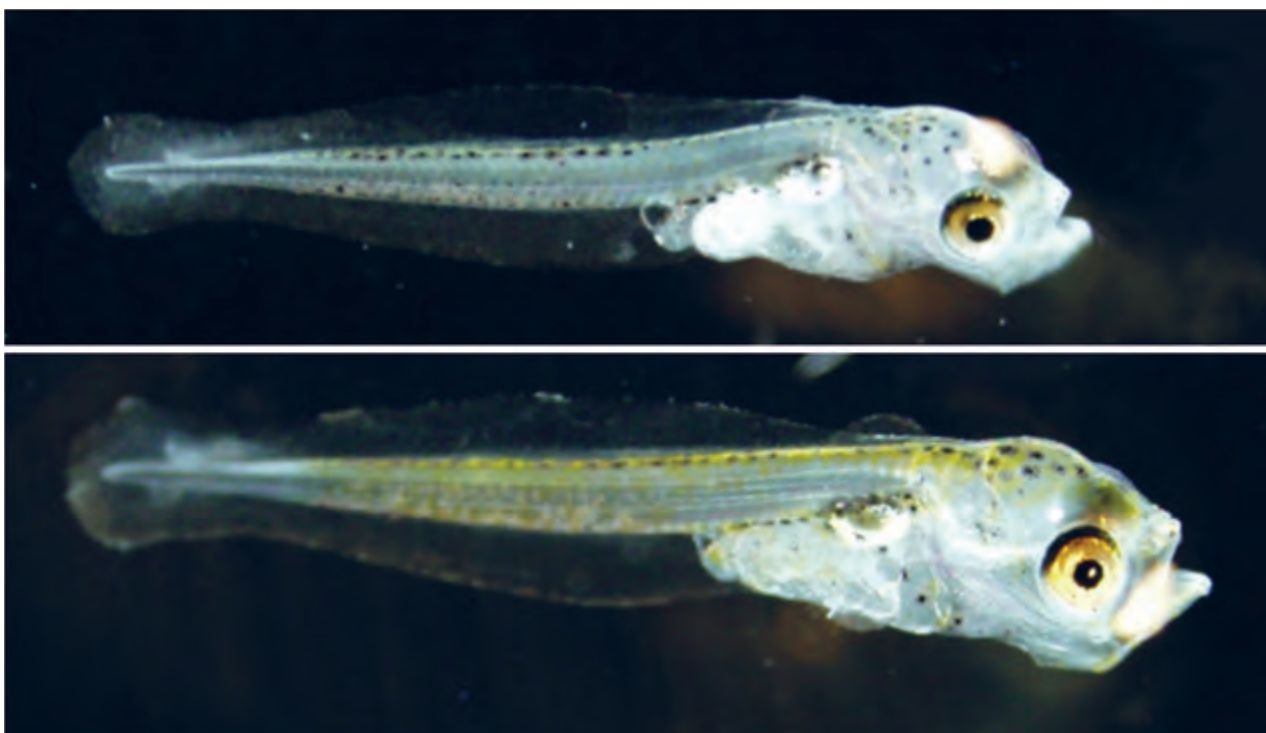


Foto: Orjan Karlsen

Torskelarver, begge 22 dager. Den øverste er føret med rotatorier, den nederste med naturlig plankton.



med lys og temperaturen var 12 °C. Den intensive gruppen ble føret med anrikede rotatorier fra første næringsinntak, med anriket *Artemia* fra dag 32 og med tørrfôr fra dag 56. Det var noen dagers overlapping mellom førtypene. Planktongruppen fikk nauplier, med en gradvis økning av byttedyrstørrelse (umodne copepoder) i takt med at torskelarvene vokste. De fikk tørrfôr fra dag 37.

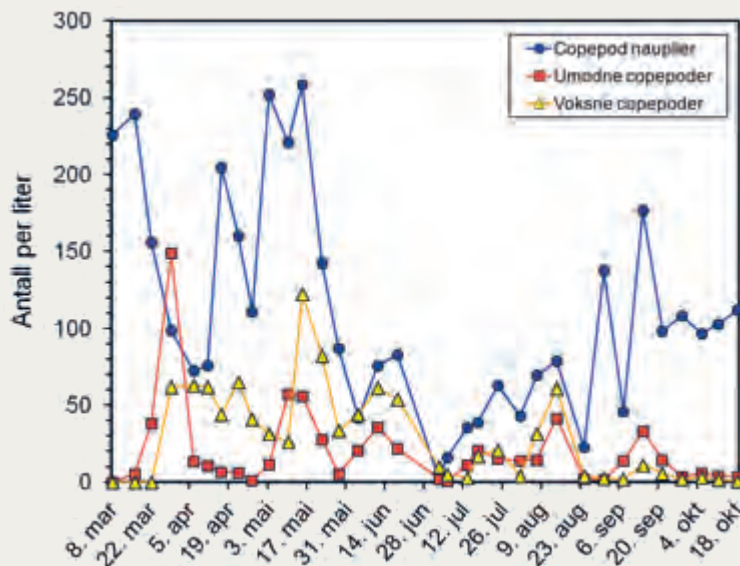
### Produksjon av plankton

I Svartatjern dyrkes dyreplankton (copepoder) ved hjelp av gjødsling og omrøring av vannmassene. Pollen tørrlegges 1–2 ganger i året, og alt vann som pumpes inn i pollen filtreres ned til 0,08 mm slik at dyr som spiser copepoder unngås. Gjødslingen fører til en stødig oppblomstring av små alger som copepodene lever av. Produksjonen av dyreplankton er avhengig av hvileegg i sedimentet. Hvileeggene overlever vinteren, og klekker nærmest synkront etter at Svartatjern er tømt og fylt opp i løpet av februar. Tidligere analyser av copepodene fra Svartatjern viser at de har en svært god ernæringsmessig sammensetning med hensyn til å være mat for fiskelarver. Copepodene fanges og konsentreres ved hjelp av et filtersystem som også sorterer etter størrelse, slik at torskelarvene kan få den byttedyrstørrelsen som til enhver tid passer best. Svartatjern er unik i den forstand at store mengder byttedyr kan samles inn til gjennomføring av forsøk med fiskelarver der naturlig plankton er viktig å benytte som fôr. For eksempel ble det beregnet at ca. 5 milliarder hvileegg overvintret i Svartatjern til våren 2012, og totalt ble ca. 2,6 milliarder byttedyr samlet inn og gitt til planktongruppen i forsøket (figur 1).

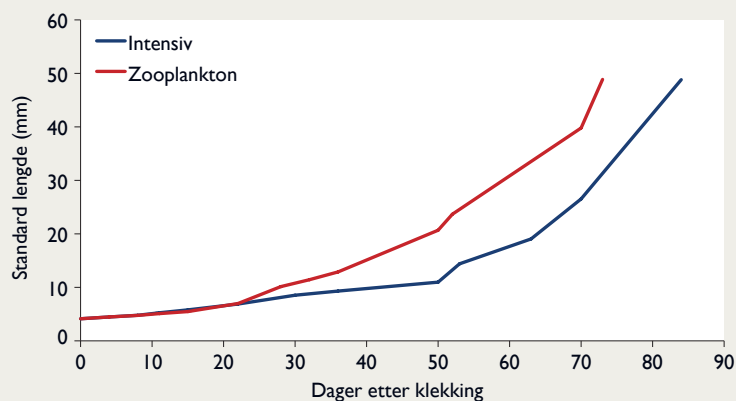
### Ulik vekst

Hos de to gruppene torskelarver var veksten de første tre ukene noenlunde lik. Ved dag 22 etter klekking var larvene ca. 7 mm lange i begge gruppene. Deretter vokste planktongruppen betydelig bedre enn intensivgruppen (figur 2). Larvene som fikk copepoder var også mørkere på grunn av mer pigmentering, og de reagerte med kraftigere unnvikelse fra lys når det ble benyttet lommelykt for å inspisere forholdene i karet. En måned etter klekking var intensivgruppen 8,5 mm mens dyreplanktongruppen var 10,1 mm. Den ulike veksten gjorde at vi kunne tilby tørrfôr til dyreplanktongruppen allerede fra dag 37 etter klekking, mens vi måtte vente helt til dag 56 for intensivgruppen. Larvene må være ca. 13–14 mm når de begynner med tørrfôr.

Forskjellen i vekst mellom gruppene endret seg etter at de begynte med tørrfôr.



Figur 1. Mengde plankton i Svartatjern.



Figur 2. Vekst hos torskelarvene som fikk henholdsvis naturlig fôr og tørrfôr.

Selv om larvene fikk forskjellig farge allerede etter første uken, oppstod den store størrelsesforskjellen først mellom dag 20 og 40 (figur 2). Deretter var veksten til gruppene noenlunde den samme. Dette kan ha sammenheng med at det blir for lite energi tilgjengelig fra rotatorier og *Artemia* fra omtrent dag 20 til noe over dag 50, da veksten tar seg kraftig opp etter at yngelen gis tørrfôr. Dette vil avklares i nye forsøk. Dødeligheten til gruppene var omtrent lik, og da de ble overført til større kar etter tre måneder hadde vi ca. 5000 yngel i hvert kar. Størrelsesforskjellen som oppstod gjennom startfôringsperioden var fremdeles tydelig. I september var intensivgruppen i snitt 7,3 g, mens planktongruppen var 15,7 g.

### Om prosjektet

Forsøket er en del av CODE (Cod Development), et plattformprosjekt finansiert av Norges forskningsråd. Prosjektet er ledet av Universitetet i Bergen, med Havforskningsinstituttet, NIFES,

NOFIMA, UiN, UiT, SINTEF og NTNU som samarbeidspartnere. Det er samlet inn prøver fra et stort antall torskelarver gjennom forsøket. I tiden fremover vil det gjennomføres omfattende analyser av dette materialet. Larvene utvikler seg svært mye gjennom larveperioden, og øker sin vekt ca. 4000 ganger frem til 1 grams størrelse. Organsystemene gjennomgår en enorm utvikling som til slutt leder frem til en liten kopi av den voksne fisken. Denne utviklingen styres av at ulike gener aktiveres og deaktiveres ved bestemte tidspunkt i larveutviklingen (genuttrykk). Blant annet er det viktig å få undersøkt hvordan ulikhetene i levedeføret påvirker genuttrykket. I tillegg vil prosjektet også bidra til kartlegging av gener og hvilken oppgave ulike gener har i larveutviklingen. Resultatene forventes å gi viktig informasjon som kan øke forståelsen for larvenes ernæringsbehov. Dette kan i neste omgang bidra til å lage bedre anriking til hjuldyrene og bedre tørrfôr, slik at yngelkvaliteten bedres.



# Grønne konsesjoner

KARIN KROON BOXASPEN | [karin.boxaspen@imr.no](mailto:karin.boxaspen@imr.no)

4. mars 2013 sendte Fiskeri- og kystdepartementet et forslag til forskrift om grønne konsesjoner i oppdrettsnæringen ut på høring. Målet er å dele ut 45 konsesjoner, noen nye og noen i innbytte mot eksisterende konsesjoner. Grønne konsesjoner skal minske eller hindre spredning av lakselus og rømt fisk. Det vil i praksis si at de skal ha bedre teknologiske og/eller driftsmessige løsninger enn de som brukes i dag.

Teknologiske løsninger som fysisk hindrer fisk i å rømme eller bruk av steril fisk er eksempler på løsninger som kan bli foreslått som ”grønne” når det gjelder å redusere problemer med rømt fisk. Også sterkere konstruksjoner, bruk av strømførende tråd i not for å oppdage hull, lukket merd og lignende løsninger kan være aktuelle. Steril fisk er den eneste kjente metoden per i dag som kan hindre innkrysning når fisken først er rømt. Produksjon av steril laks er i dag mulig også i kommersiell skala, slik at dette er et reelt alternativ.

Flere teknologiske og driftsmessige metoder som bruk av lukket merd, skjørt, nedsenket merd, laser, strømgjerde, vannspyling og biologiske metoder som lusespisere (leppefisk, rognkjeks og skjell) er foreslått som mulige løsninger som kan hindre spredning av lakselus.

Hvordan en skal definere at en foreslått driftsmetode er grønnere enn det eksisterende kan bli en utfordring, men i høringssvaret vårt vil Havforskningsinstituttet gå igjennom kunnskapen vår og gi råd.





## Tilstanden i økosystem kystsone

Bestandene av populære, høstbare kystressurser som hummer og kysttorsk ligger stadig på lave nivåer, men for hummeren er det observert visse tegn på bedring. Dagens bestandsnivå av kongekrabbe er lavt med tanke på et stabilt og høyt langtidsutbytte, men bidrar til gjengjeld med å begrense spredningen av krabben vestover.

EINAR DAHL | [enar.dahl@imr.no](mailto:enar.dahl@imr.no), leder for forsknings- og rådgivningsprogram økosystem kystsone

### Tilstand

Kystsonen er sammensatt av mange ulike økosystem (omtalt som vannforekomster i vannforskriften): små, lukkede poller og fjorder med grunne terskler og store fjorder og åpen, eksponert kyst. En variert topografi gir rom for mange ulike naturtyper og leveområder, fra grunne til dype områder og fra meget beskyttede til sterkt eksponerte områder. Kysten er viktig for mange arter, og den har et stort biologisk mangfold og høy biologisk produksjon. Utallige organismer lever hele livet i disse økosystemene. I tillegg bruker mange oseaniske fiskeslag kysten til gyte-, oppvekst- og beiteområde.

### Strømforhold

Langs kysten renner Den norske kyststrømmen. Den kan sammenlignes med en stor elv (figur 1), og er styrt av jordrotasjonen, vindforhold og topografi. Kyststrømmen står i mer eller mindre effektiv sirkulasjonsmessig kontakt med vannmasser i skjærgård og fjorder, kontakten er først og fremst bestemt av topografiske forhold som terskler og bassengdyp.

### Forurensning

Langs kysten av Skagerrak er det fortsatt et høyt oksygenforbruk i flere fjordbasseng. Det er et tegn på eutrofiering (overgjødning). Men det er også slik at mengden langtransporterte næringssalter går tilbake. Langs Vestlandet og nordover synes ikke næringssalter fra fiskeoppdrett å føre til regional eutrofiering. Miljøgifter langs kysten finnes rundt gamle industribedrifter og i nærheten av større



Figur 1. Hovedtrekkene i strømforholdene i kyststrømmen er vist som grønne piler. Røde piler er atlantisk vann.





Foto: Øystein Paulsen

byer, særlig i havneområder, men det meste av kysten er relativt upåvirket.

### Klima

Etter 1990 har det vært en betydelig temperaturøkning i det dypereliggende atlantiske vannet i Den norske kyststrømmen. Temperaturen har steget med ca. 0,7 grader. Om lag 0,5 °C av temperaturøkningen ser ut til å skyldes global oppvarming, mens resten er knyttet til naturlige temperaturvariasjoner. Den forhøyede temperaturen har holdt seg gjennom 2012. I de øvre lag av kyststrømmen har imidlertid de siste, relativt kalde årene ført til at temperaturen på 10 meter har beveget seg til det normale, men med noen mindre, lokale forskjeller.

### Planteplankton

Langs kysten foregår det hvert år en våroppblomstring av planteplankton i februar–april. Den kommer noe før i sør enn i nord, og vanligvis tidligere inne i fjorder enn ute i skjærgården. I 2012 var oppblomstringen langs Skagerrak i gang i midten av februar. Langs resten av kysten kom den også innenfor normal periode. Det ble ikke registrert skadelige algeoppblomstringer med effekter på fisk. Problemene knyttet til alggifter i skjell varierer en del langs kysten, men var i 2012 innenfor det normale.

### Tareskog og makroalger

Stortaren, som overvåkes årlig fra Rogaland til Trøndelag fordi den høstes, er i hovedsak i god forfatning. I Nordland, særlig i de sydlige deler, er tareskogen på vei tilbake, men det er fortsatt store områder i Nord-Norge hvor taren er nedbeitet av kråkeboller. Det varmere klimaet de siste 20 årene har ført til et økt innslag av varmekjære makroalger langs kysten.

### Skalldyr

Dagens bestandsnivå og fiskedødelighet for kongekrabbe er ikke optimalt med tanke på et stabilt, høyt langtidsutbytte i det kvoteregulerte området, men den reduserte bestanden bidrar, sammen med det frie fisket, til å begrense videre spredning. Forskning på effekter av kongekrabben på bunnsfaunaen i Varangerfjorden viser at en rekke organismer på bløtbunn er redusert eller helt borte fra områder hvor krabben har oppholdt seg i store mengder over lang tid.

Bestanden av taskekrabbe langs kysten vurderes å være stabil, og krabben har bredt seg nordover som følge av høyere temperaturer de senere år.

Hummerfangstene varierte noe langs kysten; de var best øst i Skagerrak og i Rogaland. De små bevaringsområdene for hummer langs kysten av Skagerrak virker godt.

En nasjonal kartlegging av naturtyper gir bedre og bedre kunnskap om forekomstene av kamskjell og haneskjell langs kysten. Begge artene er i god forfatning, det er særlig kamskjell som høstes.

Rekefisket i kystsonen er ikke så stort, og rekene kan være oppdelt i mange egne fjordbestander. Vi kjenner ikke bestandssituasjonen mange steder.

Bestandene av sjøkreps vurderes å være i god forfatning, men de utsettes for en økende grad av fritidsfiske. Flatøstersbanker (> 50 østers/m<sup>2</sup>) finnes kun i den såkalte Sørlandsleia i Arendal kommune. I forbindelse med bevaring og vern av sårbare arter og naturtyper er det viktig å opprettholde disse østersbankene. Fiskeri- og kystdepartementet har derfor, med grunnlag i havressursloven, innført høsteforbud for flatøsters fra denne delen av Sørlandsleia. Stillehavsosters er nå sannsynligvis permanent etablert i norsk fauna. Undersøkelser av stillehavsosters i perioden 2008–2012 viser at skjellene gyter i våre farvann. Totalt er det påvist stillehavsosters på mer enn 100 lokaliteter fra Hvaler i øst til Sotra i vest.

### Fiskebestander

Kysttorsk er delt opp i mange ulike fjordbestander og i tillegg har vi sannsynligvis bestander av vandrende kysttorsk. Bestanden av kysttorsk nord for 62°N har vært på om lag samme lave nivå siden 2003. Gytebestanden i 2012 er beregnet til å være blant de laveste. ICES klassifiserer bestanden til å ha redusert reproduksjonsevne, og sier at den ikke blir høstet bærekraftig.

Også sør for 62°N er det lite kysttorsk, særlig i de østre deler av Skagerrak. Etter en god rekruttering langs kysten av Skagerrak i 2011 var det igjen en svak årsklasse i 2012.

Kveite er mer tallrik nord enn sør for 62°N. I sør blir kveitebestanden vurdert til å være på et lavt nivå. Breiflabb synes å bli mer tallrik og fiskes mer nord for 62°N. Det skyldes trolig litt varmere klima de senere årene. Bestanden av rognkjeks og rognkall er historisk lav etter en betydelig nedgang på 1990-tallet, men den ser ut til å ha stabilisert seg på noe over en tredjedel av nivået på 1980-tallet. Ål er på et lavt nivå i hele Europa. Det foreligger ikke estimat for brislingbestandene i fjordene. De siste årene har det vært et stort fiske etter leppefisk, og det jobbes med å øke kunnskapen om biologi, bestandsstørrelser og bestandsstrukturer for ulike leppefisk, slik at vi kan gi råd for et bærekraftig fiske.

### Kystsel

Bestanden av steinkobbe og havert blir forsøkt holdt på et stabilt nivå, og det drives en kvotebegrenset jakt. Bestandsberegningene er basert på rullerende, landsdekkende tellinger hvert femte år. Selv om det svinger litt mellom ulike kystområder, synes bestandene i store trekk å være på ønsket nivå. Det vil si ca. 7 000 steinkobber totalt langs kysten under tellingene i hårfellingsperioden, og at haverten produserer ca. 1 200 unger per år. Foreløpige analyser tyder på at det årlig drukner 300–500 steinkobber og 100–200 havert i garn langs kysten.

# Kystklima

Etter 1990 har det vært en betydelig temperaturøkning i det atlantiske vannet i den norske kyststrømmen. Temperaturen har steget med ca. 0,7 plussgrader. Om lag 0,5 °C av temperaturøkningen ser ut til å skyldes global oppvarming, mens resten er knyttet til naturlige temperaturvariasjoner.

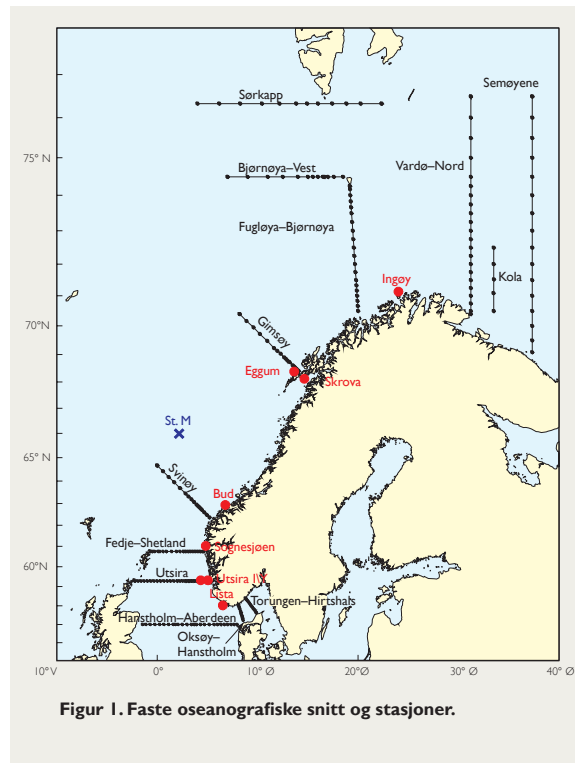
JAN AURE | jan.aure@imr.no

Klimatilstanden i kystfarvannene observeres to til fire ganger per måned på faste hydrografiske stasjoner fra Skagerrak til Finnmark (figur 1). I Flødevigen ved Arendal måles temperaturen tilnærmet kontinuerlig på 1, 19 og 75 meters dyp.

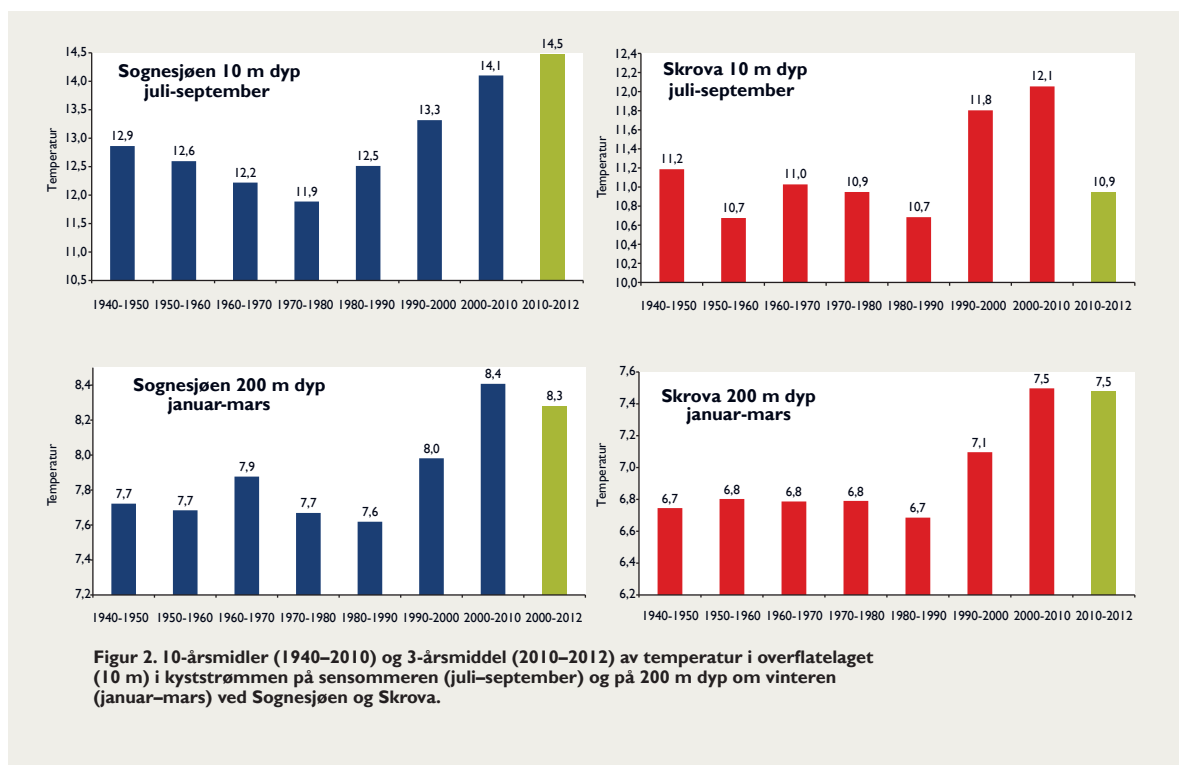
## Klimatrender

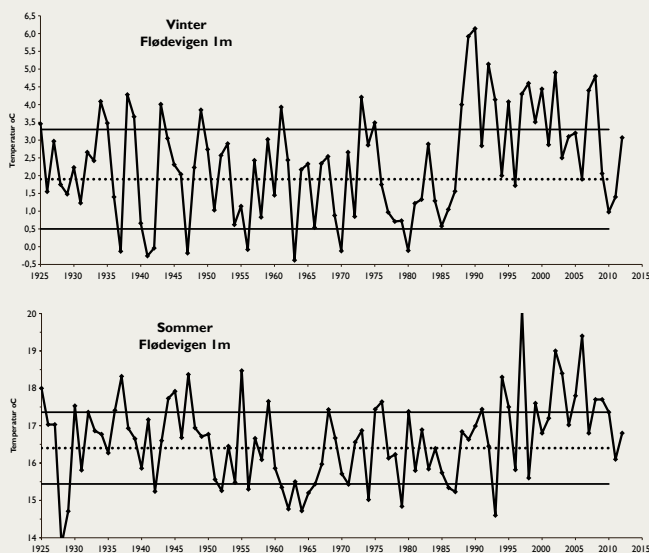
Klimaforholdene i dypere lag av kyststrømmen er betydelig påvirket av innstrømmende atlantisk vann. Vi har valgt å benytte 10-års temperaturmidler på 200 meters dyp i første kvartal for Sognesjøen og Skrova (figur 2) som representative for temperaturutviklingen i innstrømmende atlantisk vann fra 1940 til 2010. Temperaturutviklingen mellom 2010 og 2012 er vist i samme figur.

Figur 2 viser at det før i 1990 var små variasjoner i middeltemperaturene langs kysten på 200 meters dyp. For eksempel varierte 10-årsmiddelet for Sognesjøen mellom 7,6 og 7,9 °C og Skrova mellom 6,7 og 6,8 °C. Etter 1990 har det vært en betydelig temperaturøkning i det atlantiske vannet langs norskekysten. Middeltemperaturen i perioden 2000–2010 økte til 8,4 °C for Sognesjøen og 7,5 °C for Skrova. Temperaturøkningen sett i forhold til normalen var da ca. 0,7 °C ved begge stasjonene. Det tilsvarer en økning på 2–2,5 standardavvik fra normaltemperaturen.



Figur 1. Faste oseanografiske snitt og stasjoner.





Figur 3. Midlere vintertemperatur (februar–mars) og sommertemperatur (juli–august) på 1 m dyp i Flødevigen, Arendal, 1925–2012. Prikket linje angir middelverdien (1930–1990), og heltrukket linje angir +/- 1 standardavvik.

I en analyse av alle hydrografiske stasjoner langs norskekysten i perioden 2000–2010 ser det ut til at ca. 0,5 °C av temperaturøkningen skyldes observert global oppvarming, mens resten er knyttet til naturlige temperaturvariasjoner i innstrømmende atlantisk vann (0,2 °C). Etter 2010 har middeltemperaturene på 200 meters dyp stabilisert seg på om lag samme høye nivå som i perioden 2000–2010.

Observasjonene på 10 meters dyp i tredje kvartal er representative for temperaturforholdene i kystvannet om sommeren. Det øvre laget av kystvann er i større grad enn dypvannet påvirket av lokale meteorologiske forhold

langs norskekysten. Figur 2 viser at det etter 1990 også var en betydelig temperaturøkning i øvre lag av kystvannet om sommeren (juli–september). I perioden 2000–2010 var middeltemperaturen på 10 meters dyp ca. 14,1 °C for Sognesjøen og 12,1 °C for Skrova, som er henholdsvis ca. 1,7 og 1,2 °C over normalen. I perioden 2010–2012 har middeltemperaturene på 10 meters dyp i Sognesjøen stabilisert seg på om lag samme nivå som i perioden 2000–2010, mens temperaturene ved Skrova var redusert til om lag det normale for årstiden.

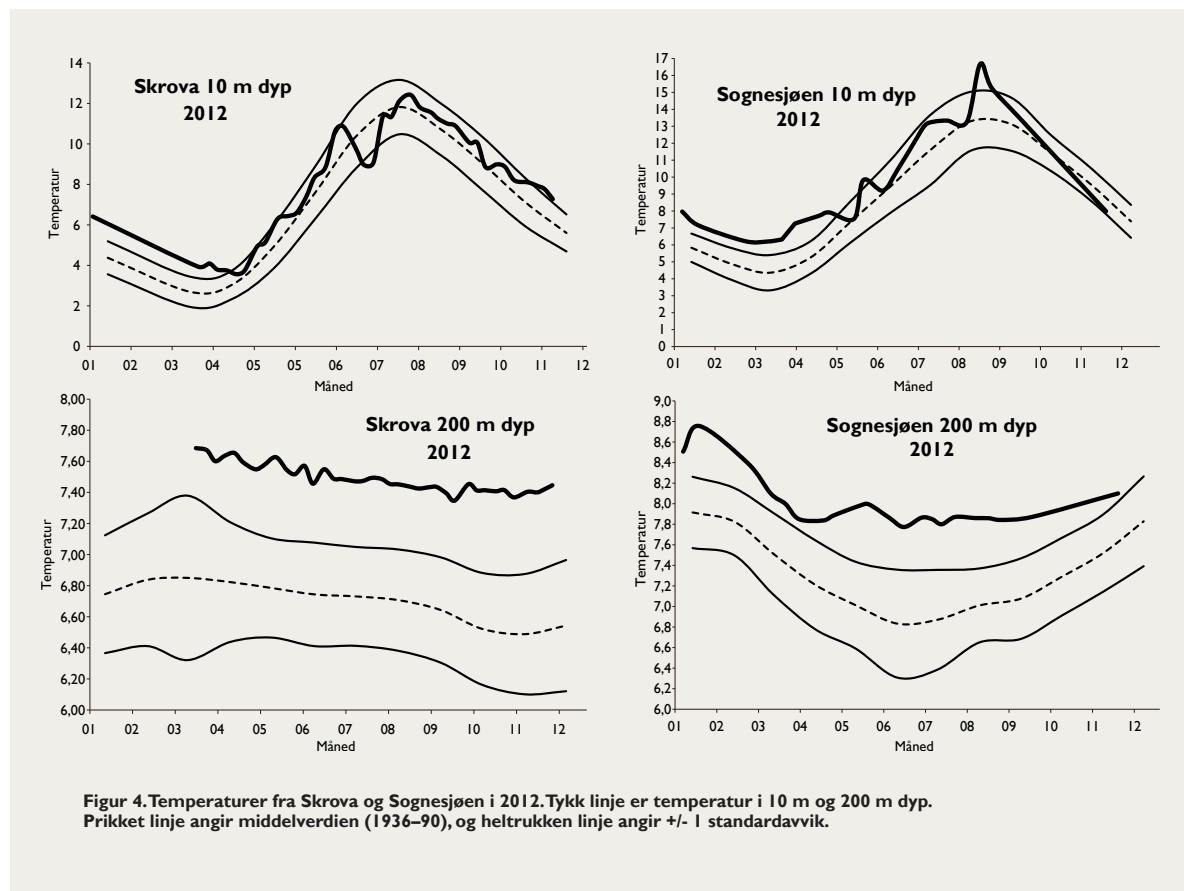
Både vinter- og sommertemperaturene i øvre vannlag ved Flødevigen på Skagerrakkysten mellom 1990 og 2010 er de varmeste siden målingene startet i 1925, og trolig i de siste hundre årene (figur 3). Det var uvanlig høye sommertemperaturer både i 1997, 2002 og 2006, ca. 3 °C over normalen. Etter 2010 har både sommer- og vintertemperaturene falt til om lag det normale for årstiden.

### Temperaturforholdene i 2012

I øvre lag av kystvannet (10 meters dyp) ved Sognesjøen og Skrova var det varmere enn normalt fra januar til mai i 2012 (figur 4), mens det resten av året var tilnærmet normale temperaturer. I Flødevigen lå både vinter- og sommertemperaturene i øvre lag (1 meter) også innenfor det normale for årstiden (figur 3). I dype lag av kystvannet (200 meter), dominert av atlantisk vann, økte temperaturene fra 2011 til 2012, og det var igjen forholdsvis høye temperaturer langs hele norskekysten med et temperaturavvik på ca. 0,7 °C (figur 4).

### Ventet temperaturutvikling i 2013

I øvre lag av kystvannet ventes det sjøtemperaturer nær det normale for årstidene. I dype vannlag (dypere enn 100 meter), som påvirkes av atlantisk vann, ventes det fortsatt forholdsvis høye sjøtemperaturer gjennom hele 2013.



Figur 4. Temperaturer fra Skrova og Sognesjøen i 2012. Tykk linje er temperatur i 10 m og 200 m dyp. Prikket linje angir middelverdien (1936–90), og heltrukket linje angir +/- 1 standardavvik.





# Det usynlige mangfoldet – havets gress

Bilde 1. Planteplankton i Oslofjorden vinteren 2010, sett gjennom mikroskop.

I alt naturlig vann finnes det mikroskopiske organismer, fra noen få mikrometer til noen millimeter store. Noen er fargeløse, mens andre har ulike pigmenter. Disse organismene lever fritt i vannmassene, på eller i bunnen. En viktig gruppe av disse er planteplanktonet. De mikroskopiske algene utgjør et stort mangfold i arter, levesett og celleformer, og sammen utgjør de det mikroskopiske mangfoldet.

LARS-JOHAN NAUSTVOLL | lars.johan.naustvoll@imr.no

Som den viktigste primærprodusenten i havet er mikroskopiske planter selve basisen i den marine næringskjeden og for all annen produksjon i marine systemer. De er havets gress og er viktig føde for en rekke andre arter. I dagligtale er det oftest snakk om mengder, tetthet eller biomasse av planteplankton. Planteplankton får mest oppmerksomhet når de er til stede i så store tettheter at de danner godt synlige oppblomstringer, skadelige oppblomstringer, eller misfarginger av vannet i en fjord eller et kystområde. I virkeligheten er det et storslått mangfold av planteplankton som kun blir synlig for oss mennesker når vi studerer det ved hjelp av mikroskop.

Det er beskrevet over 4000 ulike marine arter av planteplankton, hvorav mer enn 1300 er registrert i norske farvann. De fleste av disse er naturlig i våre havområder, mens et fåtall av registreringene er varmkjære arter som kun sporadisk er til stede.

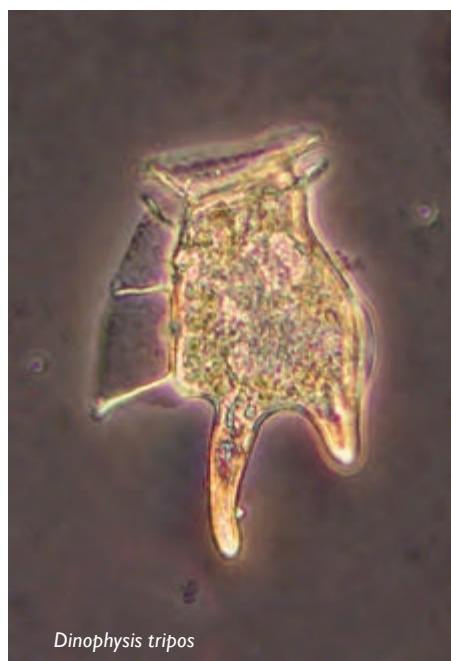
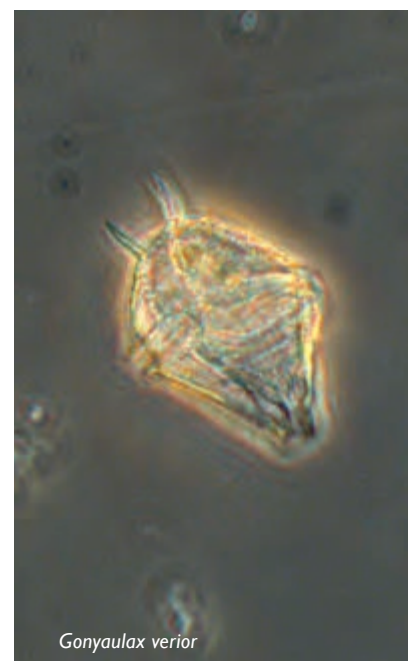
Planteplankton er langt fra en homogen gruppe når det kommer til størrelse, form, levesett og habitat. I størrelse spenner de fra noen få tusendels millimeter til noen millimeter. De fleste av disse encellede organismene utfører fotosyntese som landlevende planter, andre lever av å spise mikroalger, mens andre igjen er en blanding mellom dyr og planter. I de kyst-

nære områdene finner vi planteplankton så å si over alt, fritt i vannmassene, mer eller mindre fastsittende på bunnen, nede mellom sandkorn på en strand eller som parasitter på andre marine organismer.

Når man studerer planteplankton ved hjelp av mikroskop der cellene forstørres opptil 1000 ganger, er det oftest den store variasjon i former og små detaljer som er mest slående (bilde 1). Enkelte arter fremstår som forholdsvis ordinære, med mer eller mindre runde celler eller forholdsvis enkle bokser. Andre arter har utrolige strukturer på enkeltcellene eller de danner lengre kjeder av celler som holdes sammen i et mønster.

*Ceratium hexacanthum*

Det er først og fremst innen gruppen fureflagellater og kiselalger vi observerer stor formvariasjon. I begge disse gruppene har cellene en cellevegg bestående av henholdsvis cellulose og kisel. Dette gjør at cellene får en bestemt form og utforming som er unik for hver enkelt art. I gruppen fureflagellater har en rekke slekter spesielle "horn", "pigger", "kantlister" eller mønstre på overflaten (bilde 2). Hva som er den biologiske hensikten med disse "utvekstene" er usikkert, men for enkelte av artene reduserer de kanskje faren for å bli spist av små dyr. De forseggjorte furekantene som finnes hos fureflagellater kan ha betydning for cellenes bevegelsesevne, siden fureflagellater er den gruppen som har mest egenbevegelse. Kiselalgene har ofte utvekster som minner om tynne "hår" fra cellekanten eller fra enden av cellene, "pigger" eller forseggjorte mønstre i skallet (bilde 3). Noen av disse strukturene er åpenbart et forsvar mot å bli spist av andre, andre strukturer er til for å holde

*Ceratium furca**Dinophysis acuta**Protoperdinium cf conicum**Ceratium candelabrum**Dinophysis tripos**Gonyaulax verior*

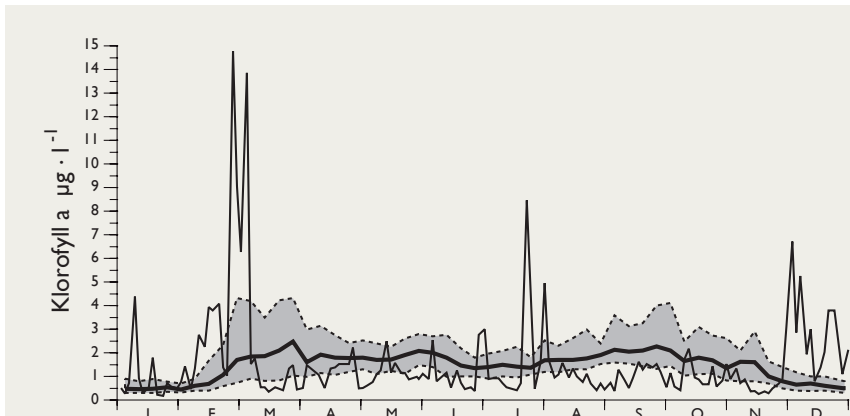
Bilde 2. Ulike arter av fureflagellater observert langs norskekysten, sett gjennom mikroskop.



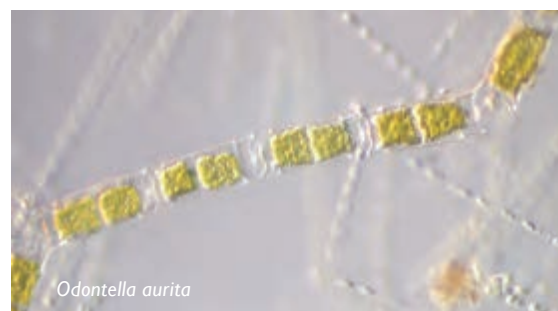
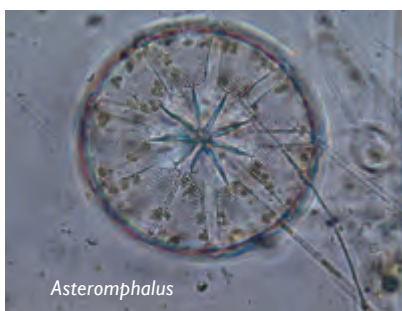
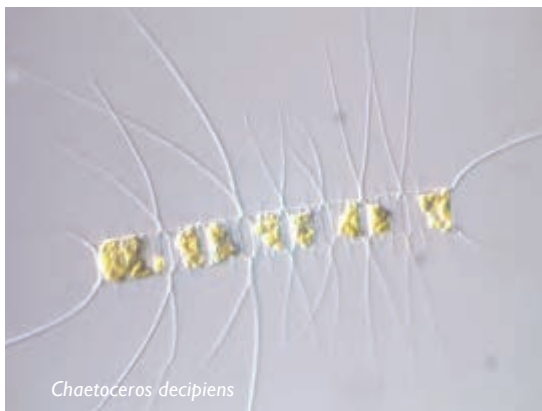
cellene sammen i lengre kjeder eller for å holde cellene svevende i vannsøylen. Derimot er de forseggjorte mønstrene på celleveggene noe vanskelig å finne en god økologisk eller biologisk forklaring på.

### Algeovervåking 2012

Havforskningsinstituttet gjennomfører overvåkingsprogram i havområdene og utvalgte kystområder som fremskaffer kunnskap om sammensetning og mengde av planteplankton. Figur 1 viser hvordan mengden av planteplankton, uttrykt som klorofyll *a*, varierte gjennom 2012 i forhold til et "normalår". Den årvisse våroppblomstringen av kiselalger (*Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Thalassiosira*) har funnet sted betydelig tidligere enn vanlig de seneste årene, men i 2012 var den omtrent på det vanlige tidspunktet. Sommeren og høsten 2012 var det relativt lave mengder planteplankton, men likevel stor diversitet. Unntaket var en kortvarig oppblomstring av kiselalgen *Skeletonema*, *Leptocylindrus* og *Cerataulina* i slutten av juli. De siste 2–3 årene har vi observert forholdsvis høye mengder av planteplankton på slutten av året. Det var også tilfellet i 2012, da det i lengre perioder av desember var mye av fureflagellaten *Ceratium* spp. Den lille toppen i planteplankton i januar 2012 var resten av en mindre oppblomstring i desember 2011. I regi av Mattilsynet er det et landsdekkende overvåkingsprogram for skadelige alger. Dette programmet bidrar også med generelle data på mengde og sammensetning av planteplanktonet. Interesserte kan abonnere på et ukentlig nyhetsbrev i overvåkingsperioden (<http://algeinfo.imr.no>).



Figur 1. Klorofyll *a* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2012. Tykk heltrukken linje er gjennomsnittlig verdi (normale) for perioden 1989–2010. Stiplet linje er første og tredje kvartiler.



Bilde 3. Ulike arter av kiselalger, sett gjennom mikroskop.



HARDT Å VÆRE VOSSO-SMOLT:

# Stadig søken etter forklaringer på laksenedgangen i Vosso

Mange hypoteser er lansert for å forklare laksekollapsen i Vosso. For tiden undersøkes en teori om at storskala endringer i de økologiske forholdene i fjordsystemet gjør at predatorer som estuarieørret, torsk, lyr og sei har fått nye beitevaner og spiser mer utvandrende smolt.

JENS CHRISTIAN HOLST | jens.christian.holst@imr.no

Vosso er en legende langt utover laksefiskernes kretser. Den storvokste laksebestanden i Vosso ga årlig gjennomsnittsvæker på over 10 kilo, og elven plasserer seg høyt på rekordlistene for atlantisk laks.

## Laksen forvant

Nærmest over natten forsvant så godt som hele bestanden på slutten av 1980-tallet, og elven ble fredet fra 1991. Den plutselige og kraftige reduksjonen i lakseinnsiget var et mysterium, og det ble lansert mange hypoteser om hva grunnen eller grunnene til forsvinningsnummeret kunne være. Det ble arbeidet for å redde den genetiske ressursen, og blant annet ble laks fra elven plassert i en levende genbank i Eidfjord. Parallelt startet et møysommelig forskningsarbeid for å prøve å finne årsakene til kollapsen.

## Mangler helhetlig forståelse

Forsuring, kraftverksutbygging, lakselus, påslag av aluminium i brakkvannssonen ute i fjorden og predasjon fra villfisk ved oppdrettsanlegg i utvandningsbanen til

smolten er blant de mulige årsakene som er undersøkt. Disse undersøkelsene er godt beskrevet i ulike arbeider (se faktaboks). Oppsummeres resultatene er konklusjonen likevel at vi fremdeles ikke vet nok om hva som forårsaket kollapsen. Det kan være at vi ikke kjenner sammenhengen mellom de kjente og beskrevne faktorene godt nok, eller at flere faktorer i eller utenfor elvesystemet må på plass før vi kan gi en fullgod forklaring på hva som har skjedd i Vosso.

## Spesielle forhold i Bolstadfjorden

Merkeforsøk og akustiske følgeforsøk indikerer spesielt høy dødelighet hos smolt under den tidlige utvandringen. Det gjelder spesielt i Bolstadfjorden, den ca. 15 km lange estuarine terskelfjorden som går fra Bolstad til Straume. Bolstadfjorden representerer det innerste estuarine miljøet den unge vossolaksen må vandre gjennom på vei mot havet. Terskelen ved Straume er grunn, og det salte, tunge bunnvannet i fjorden er stagnerende med hydrogensulfid ( $H_2S$ ). Over det døde bunnvannet ligger et lag friskt saltvann som gradvis går over til ferskvann i overflaten. Fjorden har et rikt dyreliv med blant annet en stor bestand av trepigget stingsild, en lokal sjøørret eller estuarieørret og kanskje også en torskbestand som er spesielt tilpasset forholdene i fjorden.

## Smolt i magen på estuarieørreten

Predasjon er trukket frem som en mulig årsak til den høye dødeligheten i Bolstadfjorden, og da spesielt predasjon fra den storvokste estuarieørreten. Til grunn for denne forklaringsmodellen ligger observasjoner fra den perioden smolten vandrer ut: Mageanalyser viser at estuarieørreten spiser relativt spesialisert på smolt og til dels mye. Det ble funnet opptil 16 smolt i én ørretmage.

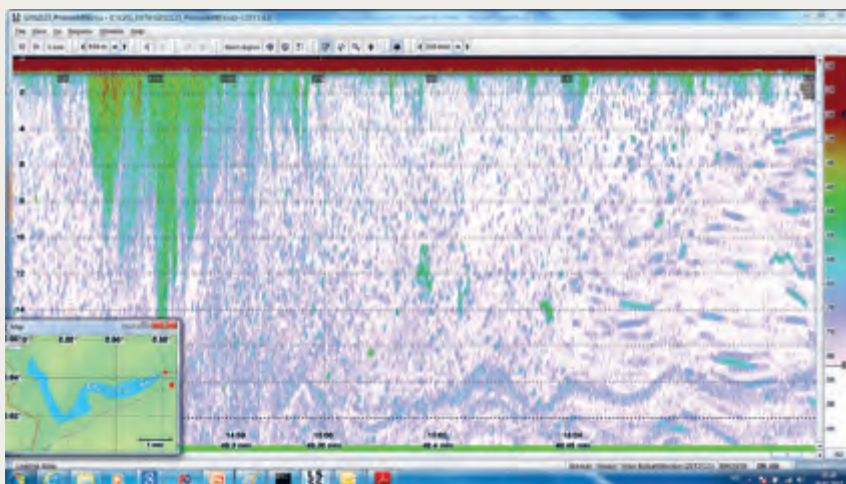
Estuarieørreten er knyttet til Vossovassdraget, Bolstadfjorden og fjordsystemet videre utover til om lag Osterøy. Det er foreløpig uklart hvordan denne ørrettypen er relatert til den vanlige sjøørreten og elveørreten som også finnes i vassdraget. Estuarieørreten har mørkere farge og en lengre kjeve i forhold til kroppslengden, enn vanlig sjøørret (figur 1), og ligner mer på den store fiskespisende ørreten (*Ferros* på engelsk) som er beskrevet fra mange større norske innsjøer. I tillegg til estuarieørreten er bestandene av torsk, lyr og sei fra Starnes og utover, aktuelle predatorer på utvandrende smolt fra Vosso.



Foto: Jens Christian Holst

Figur 1. Estuarieørret (øverst) og vanlig sjøørret, som begge er fisket ved Bolstad i mai 2012. Estuarieørreten hadde fem smolt i magen. Merk estuarieørretens lange kjeve i forhold til kroppslengden.

**Figur 2. Ekkoloddimage fra Bolstad 14. mai 2012. Det grønne sløret øverst til venstre er elvevann. De små, grønne flekkene er fisk på smoltstørrelse og høyst sannsynlig smolt. Til høyre i bildet kjører båten sakte slik at signalet fra den enkelte fisk blir dradd ut til lange bånd. Kartet nede i venstre hjørne viser Bolstadfjorden og hvor toktet ble kjørt denne dagen. Den øverste røde sirkelen viser hvor ekkoloddimage er fra, det vil si rett utenfor utløpet av elven ved Bolstad.**



### Prosjekt som undersøker predasjonen

Våren 2012 samarbeidet UNI Research og Havforskningsinstituttet om en prosjektsøknad som skulle fokusere på predasjon i de indre fjordområdene. Til grunn for prosjektet lå blant annet indikasjonene fra merkeforsøkene på forhøyet dødelighet på smolten lengst inne i utvandningsruten. Søknaden baserer seg på en hypotese om at det kan ha skjedd storskala endringer i de økologiske forholdene i fjordsystemet, som i sin tur kan ha påvirket hvordan de ulike fiskepredatorene beiter. Det finnes tegn på en sterk reduksjon i brislingbestanden i Osterfjordssystemet fra rundt midten av 1980-tallet. Denne reduksjonen kan ha ført til at predatorbestandene har kompensert med økt beiting på smolt i utvandningsperioden. Etter feltundersøkelsene, som dekker alle de kjente predatorne i fjordsystemet, skal det gjennomføres en energetisk modellingsstudie. Studien skal brukes til å teste hypotesen om predasjon kan ha hatt betydning for nedgangen i laksebestanden i Vosso. Dersom dette viser seg å være sannsynlig, er det også et håp at prosjektet kan identifisere hvilken art (eller arter) som primært står for predasjonen.

### Seks arbeidspakker og referansegruppe

Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF) finansierer prosjektet, der også Vossolauguet bidrar.

Problemstillingene rundt sviktende tilbakevandring av villaks er kontroversielle, og siden oppdrettsnæringen er inne på finansieringssiden i prosjektet, er det etablert en ekstern referansegruppe. Gruppen består av fire uavhengige forskere; tre fra USA og en fra Norge. De skal følge og veilede forskerne underveis i prosjektet, som har seks arbeidspakker: «Identifikasjon av predatorfisk i de estuarine systemene», «Vandringsadferd og habitatbruk av sjøørret i Bolstadfjorden», «Vandring av atlantisk laks (smolt) gjennom det indre fjordsystemet», «Akustisk estimat av smolt og ørret, inkludert survey-design», «Brislingbestanden i Osterfjordssystemet» og «Kombinert vandrings-, dødelighets- og bioenergetisk modellering».

Prosjektet er nå inne i sitt andre år, og i januar 2013 ble resultatene fra 2012 lagt frem for referansegruppen. Referansegruppen har evaluert arbeidet, og evalueringen er med på å bestemme aktivitetene for 2013.

### Aktuelle linker:

<http://www.dirnat.no/content/755/Vossolaksen>  
<http://www.dirnat.no/content/632/>  
 Na-eller-aldri-for-Vossolaksen-  
<http://vossolauguet.com/>

### FAKTA

I 2010 ble det fisket intenst etter potensielle predatorer rundt oppdrettsanlegg i Osterfjorden. Det ble undersøkt om ansamlingene av arter som sei rundt anleggene kunne være en årsak til nedgangen i Vossobestanden. Jan Arve Birkeland fikk sei opp til 10 kilo, men analysene av magene frikjente predatorne rundt anleggene. Analysene viste at disse predatorne konsentrerte seg om pellets og naturlig mat som finnes i store mengder rundt anleggene.



Foto: Rebekka Birkeland



# Fiskerief effekter på bunn og bunndyr – slik kan skadene begrenses

Bunndyrene og deres leveområder påvirkes av fiskeriene. Det kan i sin tur være med på å skape ubalanse i økosystemene, der bunndyrene spiller en viktig rolle. I en ny rapport har Havforskningsinstituttet sett nærmere på hvilke effekter spesielt trålfiskeriene har på bunnen og bunndyrene, og foreslår også fem konkrete forvaltningstiltak som kan være med på å redusere skadene.

LENE BUHL-MORTENSEN | lene.buhl.mortensen@imr.no og INGOLF RØTTINGEN

Bunndyrene er avgjørende for omsetningen av næringsstoffer i havet. De utgjør et viktig ledd i tilbakeføring av næringsstoffene fra sedimentert organisk materiale (dødt plante- og dyreplankton) som kommer fra vannsøylen over. Fra dypet blir de frigjorte næringsaltene transportert tilbake i de øvre vannlagene – såkalt *upwelling* – hvor de er avgjørende for den rike produksjonen som skjer der.

## Vandringer i vannsøylen

Mange bunndyr inngår direkte i fødekjeden til fisk og andre organismer som oppholder seg nær bunnen i deler av døgnnet eller livet. Dietten til torsk og huse inneholder blant annet reke, amfipoder, pigghuder og børstemark. Enkelte grupper, spesielt krepsdyr, utgjør en viktig del av denne *bentisk/pelagiske* koplingen (bentisk: havbunnen og pelagisk: de frie vannmasser). Disse dyrene foretar nattlige vandringer opp i høyere vannlag, hvor de finner næring eller selv blir føde for fisk og krill. Larvene til de aller fleste bunndyr spres i øvre vannlag hvor de i denne fasen utgjør en betydelig del av dyreplanktonet. Larvene blir dermed en viktig fødekilde

for dyr, inkludert fisk og fiskelarver, som livnærer seg på plankton.

## Energilager for økosystemet

I det marine økosystemet i nordlige områder er produksjonen begrenset til en eller to topper i året når lys- og næringsforholdene er gode. Det fører til kraftige pulser av synkende, dødt organisk materiale (plante- og dyrerester og fekalier) som havner på bunnen, hvor det ender som hovedføde for bunndyr og omdannes til bunndyrbiomasse. Denne biomassen utgjør et lager av energi og næring som er mer jevnlig fordelt gjennom året, og derfor kan virke dempende på effekten av de store produksjonssvingningene høyere oppe i vannmassene. Dette kalles *produksjonsstabilisering*, som grovt forklart betyr at bunndyrbiomassen kan være med å stabilisere næringstilførselen til det marine økosystemet.

## Bunndyr huser andre arter

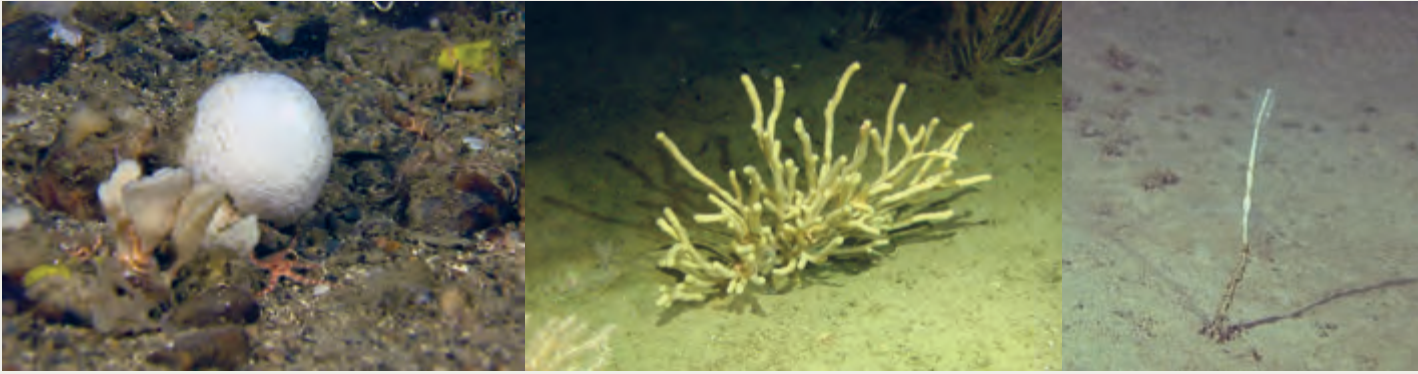
Større bunndyrorganismer skaper habitat for andre arter som lever ved bunn. Her er koraller (sjøfjær, hornkoraller og steinkoraller) og svamper de mest

betydningsfulle på grunn av størrelse, romlig kompleksitet og varighetene på habitatene de tilbyr. Disse dyregruppene huser en mengde arter inklusiv fisk, som benytter vertsorganismenes miljø til å komme seg opp fra bunnen. Høyere oppe er dyrene i skjul for rovdyr, og krepsdyr og slangestjerner kan skaffe seg bedre fødetilgang i sterkt strømmende vann. Disse habitatene spiller derfor en viktig rolle i næringsnettet og for mangfoldet (se figur 1). Avhengig av hvilke bunntyper som finnes i et område, vil også mindre bunndyr kunne representere viktige habitater. På dyp vann med lite variert og bløt bunn, tilbyr rørene til børstemark og stilkene til fjærstjerner «fast grunn» med bedre festemuligheter og næringstilgang enn omgivelsene ellers.

## De kortlevede erstatter de langlevde

Det er dokumentert (blant annet gjennom MAREANO-prosjektet) at fiskeri med bunnredskap kan skade disse viktige økosystemene. Tråldører som slepes langs bunnen setter merker, og fiskeredskaper med bunnkontakt kan skade korallrev (se figur 2 og 3). Store og langlevde bunndyr

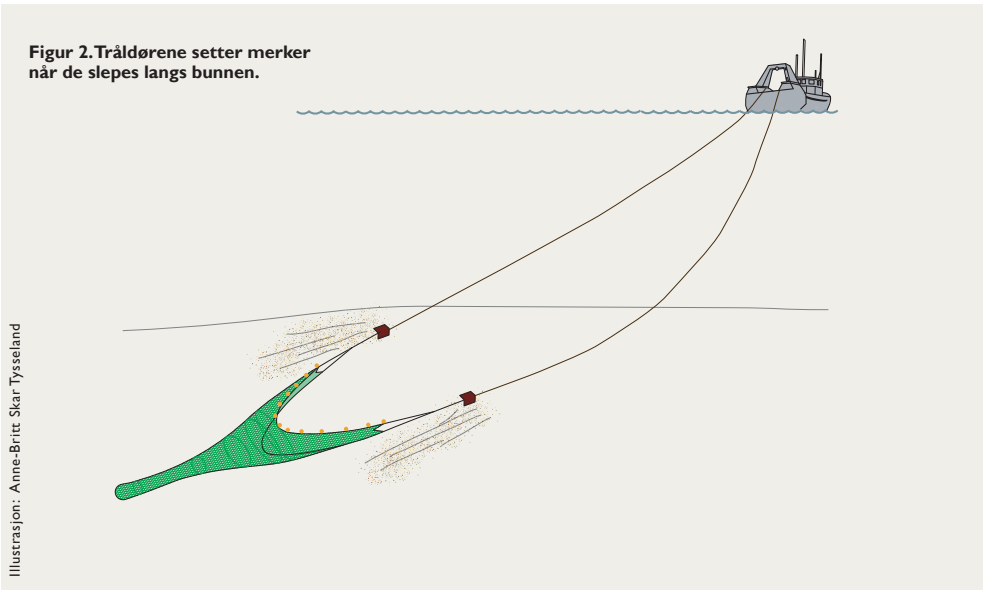




Figur 1. Bunnedyrene spiller en viktig rolle i det marine næringsnettet. Figuren viser noen svamper, som finnes i relativt lave forekomster, i et område med stor trålkativitet.

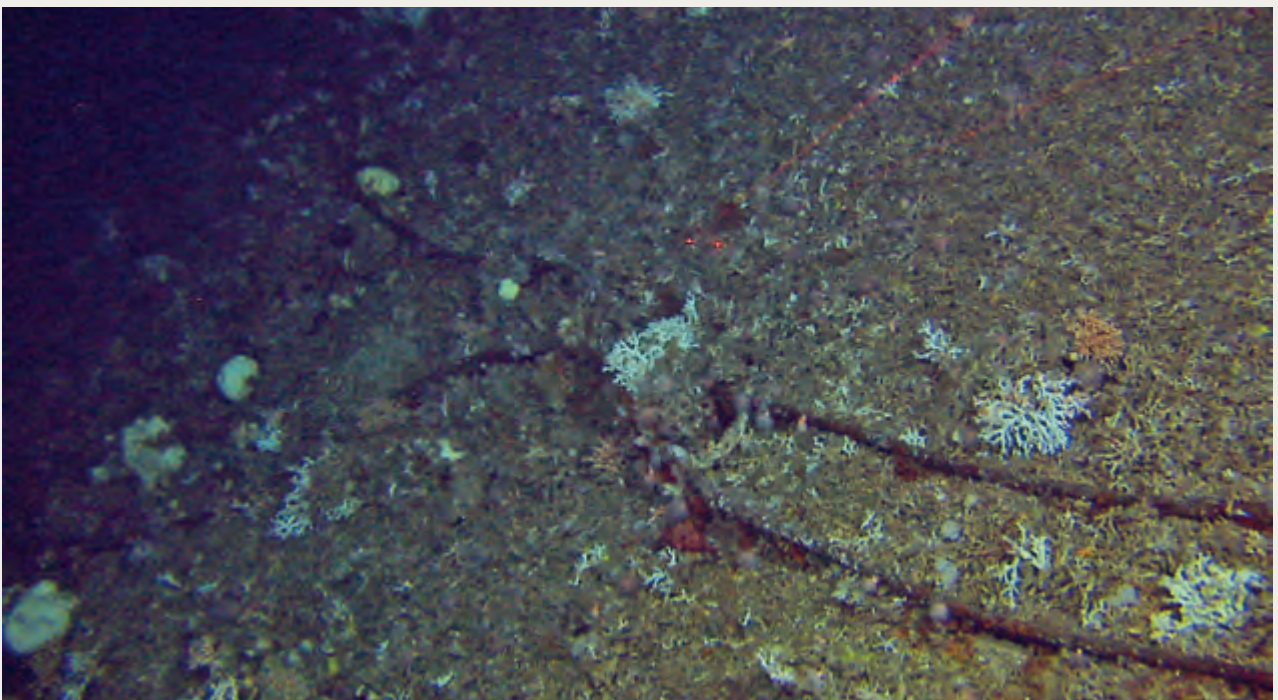
som koraller og svamper vil forsvinne i områder som jevnlig overtråles. Det kan føre til at bunnsamfunnet overtas av hurtigvoksende og kortlevde arter som børstemark og snegler. Det finnes få studier som dokumenterer langsiktige effekter av tråling, og det er lite kjent hvilke endringer dette kan føre til på økosystemets produktivitet og stabilitet. Restitusjonstiden for store bunnorganismer er i liten grad undersøkt, men tilgjengelige studier viser at svamp, koraller og sjøfjær kan trenge fra ti til hundrevis av år til restitusjon avhengig av voksehastighet.

Hele rapporten «Effekter av fiskeri og havbruk på bunn og bunnfauna: Oppfølging og forslag til nye forvaltnings tiltak» (Fisken og havet nr. 2 - 2013) er å finne på Havforskningsinstituttets hjemmesider.



Figur 2. Tråldørene setter merker når de slepes langs bunnen.

Illustrasjon: Anne-Britt Skar Tysseand



Figur 3. Et bunnfiskeredskap har satt merker i et korallrev.

# Fem forslag til forvaltningstiltak som reduserer negativ effekt av tråling

Fiskerimyndighetene har i dag anerkjent at man bør redusere skader på bunnhabitater mest mulig. Det arbeides for å få en slik skadebegrensning innført som en viktig del av fiskeriforvaltningen. Havforskningsinstituttet foreslår fem elementer som forvaltningen kan bygge videre på:

## 1. Legge om til pelagisk tråling

Norsk trålfiske er i dag en blanding av pelagisk tråling og bunntråling. Kolmule fanges i hovedsak med pelagisk trål, og kolmulefisket har således ingen bunnpåvirkning. Fiskeslag som sild, makrell og lodde opptrer også pelagisk. Da er de tilgjengelig for pelagisk trål og snurpenot. Torsk, hyse og sei finnes både ved bunn og pelagisk. Tradisjonelt fiskes disse fiskeslagene med bunntrål (enkel- eller dobbeltråling). På 1970-tallet var det imidlertid et kommersielt fiske etter torskefisk med pelagisk trål i Barentshavet. Dette ble forbudt i 1979 grunnet for store fangster av småfisk og vansker med håndtering av for store fangster, som ofte resulterte i betydelig utkast. De siste fem årene er det dels på forsøksbasis og dels kommersielt blitt utviklet og tatt i bruk flytetrål for fangst av torskefisk. I konstruksjonen av denne trålen er det lagt vekt på å redusere de uheldige sidene ved bruk av flytetrål.

## 2. Redusere påvirket bunnareal

Bunngearet (vanligvis runde gummiskiver som beskytter trålen og hindrer at trålen setter seg fast i bunnen) er den delen av trålen som er i direkte berøring med bunnen, og utgjør ca. 30 prosent av fangstbredden til en konvensjonell bunntrål. Utenom tråldører og rullevekter, er det bunngearet som har mest påvirkning på bunnen. Sveipene (wirer, kjetting eller tau), som befinner seg mellom trål og tråldører/rullevekter (ca. 70 prosent av fangstbredden), påvirker bunnen minst. Man

vil oppnå den mest effektive reduksjonen av påvirket areal ved å løfte tråldørene fra bunnen og sørge for at sveipene har klaring til bunnen.

## 3. Redusere bunntrykk av trålkomponenter

Hvis tråldører og sveiper lettes opp fra bunn (se punkt 2) gjenstår utfordringen med å redusere påvirkning av bunngearet. I dag dominerer rockhopper-skiver som bunngearet i alt bunntrålfiske. For å sikre god bunnkontakt er et rockhopper-gear laget ekstra tungt. Sannsynligvis er det potensial for å redusere vekten noe også på denne bunngeartypen uten at det går ut over fangsteffektiviteten. Instrumenter som gjør det mulig å overvåke bunnkontakten eller mer skånsomme bunngeartyper vil også være nyttig.

## 4. Øke tråleffektiviteten

Et effektivt virkemiddel for å redusere bunnpåvirkningen er utvilsomt at det brukes mindre fisketid på å fange de tildelte kvotene. Dette kan oppnås med bedre tråler og ikke minst tråleteknikker, herunder ny trålinstrumentering.

## 5. Unngå tråling i særlig sårbare områder

Tråling er et aktivt fiske, der utbredelsen av fiskeforekomstene i stor grad bestemmer hvor det tråles. Ved bunntråling er det ofte en sammenheng mellom bunnforhold og fisketetthet. Moderne trålere er i dag utstyrt med instrumenter for nøyaktig posisjonering av redskapen både i forhold til fisk og bunnforhold. Med nøyaktig angivelse av posisjon til spesielt sårbare områder på havbunnen er det fullt mulig å unngå å komme i kontakt med slik bunn under fiske. Det krever mer kunnskap: Områdene må identifiseres og avmerkes på elektroniske sjøkart samtidig som det innføres restriksjoner på tråling i disse områdene.



Foto: Kjetran Mestad





# Ny bestandsmodell gir sikrere estimat for havert

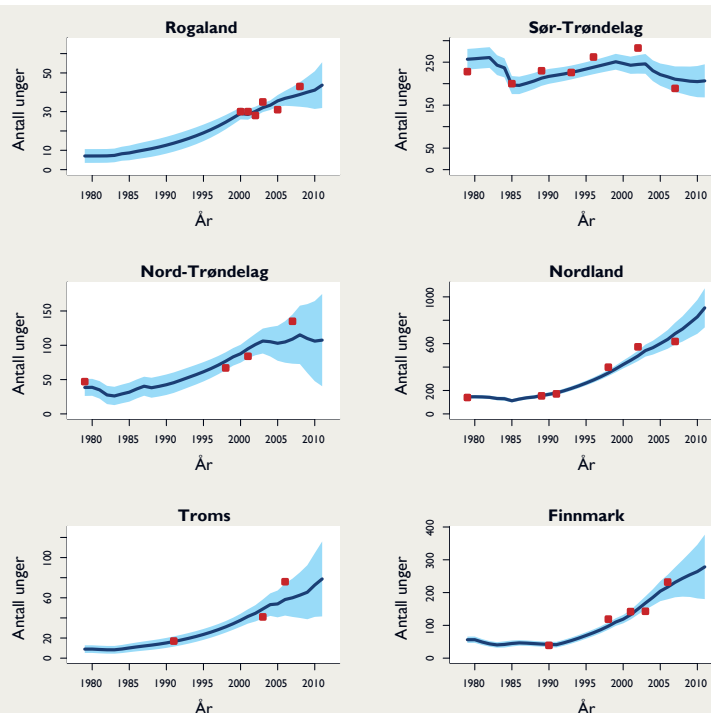
En ny beregningsmodell for havert tyder på at bestanden har økt med litt over tre prosent årlig siden 2005. Totalbestanden ble beregnet til ca. 8700 dyr i 2011. I Rogaland, Troms og Finnmark er det imidlertid relativt stor fangst med et betydelig innslag av havarter fra Storbritannia og Russland. Dette gjør estimatene usikre i disse områdene, og nye ungetellinger er nødvendig for å få verifisert tallene.

KJELL TORMOD NILSSEN | kjell.tormod.nilssen@imr.no, TOR ARNE ØIGÅRD og ANNE KIRSTINE FRIE

En aldersstrukturert bestandsmodell for havert langs norskekysten er nylig utviklet og publisert. Tidligere bestandsestimater bygger på omregningsfaktorer (4,0–4,7) mellom ungeproduksjon og bestanden av ett år og eldre dyr, basert på data fra andre land, mens den nye modellen inkluderer data for ungeproduksjon, reproduksjon, fangst og bifangst.

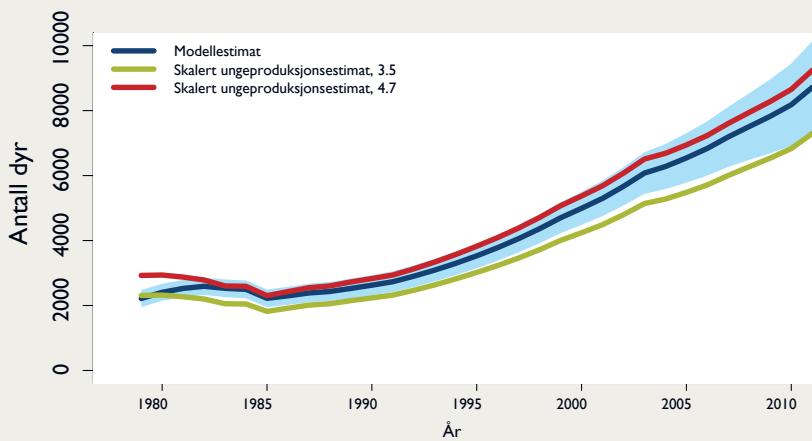
## Reproduksjonsdata

I modellen er alle fylkesvise ungetellinger siden 1979 inkludert, hvor særlig tre landsdekkende tellinger i årene 1996–2008 er viktige. All registrert fangst av havert i perioden 1979–2010 er tatt med, samt registrert bifangst av havert i garnfiskeriene langs kysten (tall fra Havforskningsinstituttets referanseflåte). I modellen inngår også hoesnes alder ved første fødsel og prosentvis andel av drektige i de forskjellige aldersgruppene. Det finnes lite nye reproduksjonsdata for norske havarter, derfor ble norske data fra 1982–84 sammenlignet med tilgjengelige data fra Canada, Storbritannia og Island. Det kanadiske datasettet fra 772 hoer var metodisk sett det beste og ble derfor brukt



Figur 1. Modellert fylkesvis ungeproduksjon hos havert, 95 prosent konfidensintervall (skygge). Ungeestimater fra båtbaserte tokt og flyfotografering (røde prikker). I Rogaland inkluderer modellen at 80 prosent av fangstene består av havert fra Storbritannia, og i Troms og Finnmark at henholdsvis 50 og 55 prosent av fangstene består av havert fra Russland.





Figur 2. Modellert totalestimat for havertbestanden i Norge med 95 prosent konfidensintervall (skygge). Totale bestandsestimater basert på skaleringsfaktorene 3,5 (grønn) og 4,7 (rød) mellom ungeproduksjon og antall ett år og eldre dyr.

i modellen, der gjennomsnittsalder ved første fødsel var 5,2 år og drektighetsraten rundt 90 prosent. Forskjellen til det gamle norske datasettet var liten; både for hoenes gjennomsnittlige alder ved første fødsel, som var 4,7 år, og for drektighetsrate, som var rundt 80 prosent for voksne hoer.

#### Naturlig dødelighet og bifangst

Modellen beregnet naturlig dødelighet til å være 5–8 prosent i alle fylkene bortsett fra Sør-Trøndelag hvor den var på 13 prosent. Mulige årsaker til høyere dødelighet i Sør-Trøndelag kan være urapportert fangst, årlige variasjoner i ungeproduksjonen eller at havterter fra dette området har forflyttet seg nordover, noe som modellen beregner som naturlig dødelighet (fordi dyrene mangler). Forflytninger er kjent fra De britiske øyer

## Besøkende havert fra Russland og Storbritannia

Den russiske havertbestanden langs kysten av Kola ble tidlig i 1990-årene anslått til rundt 3500 dyr. Dagens bestandsstatus er ukjent, men nye undersøkelser i noen russiske havertkolonier kan tyde på at bestanden er økende. Merkeforsøk av russiske havterter i 1990-årene viste at mange russiske dyr oppholdt seg langs kysten av Finnmark og Troms. To havertunger som ble merket med satellittsendere på Ainovøyene høsten 2010, svømte direkte til Finnmark. Det er derfor rimelig å anta at en betydelig andel av havertene som i perioder av året oppholder seg i Troms og Finnmark er russiske dyr. Satellittmerkinger tyder også på at mange havterter fra Storbritannia i perioder oppholder seg langs kysten av Vestlandet. Den britiske bestanden er på over 100 000 havterter. Det er ukjent om norske havterter foretar tilsvarende beitevandring til kystområder i andre land.



FAKTA

Foto: Michael Potermann

Det første bestandsanslaget av havert i Norge ble gjort av havforsker Per Øynes tidlig i 1960-årene ved spørreundersøkelser blant fyrvoktere, jegere, fiskere og andre med lokal kunnskap. Det ble anslått en årlig produksjon på rundt 660 havertunger mellom Stad og Finnmark, hvor Halten–Froan ble beskrevet som det viktigste kasteområdet med rundt 300 unger årlig. Det ble konkludert med at det ikke ble født havertunger sør for Stad. Totalbestanden var da sannsynligvis omkring 3500 dyr. Havforskningsinstituttet foretok derfor nye kartlegginger av havert langs norskekysten i årene 1979–1986, hvor det ble anslått at minimum totalbestand i Norge var rundt 3100 havert. I perioden 1987–1992 ble det gjort tellinger i flere områder langs kysten og havertbestanden ble anslått til 4000–5000 dyr. Senere er

det gjennomført tre landsdekkende tellinger av antall unger født årlig. Den første ble gjennomført i 1996–1999 og var basert på flyfotograferinger av unger fra Sør-Trøndelag til Lofoten og av hårfellende havterter nord for Lofoten. Rogaland, som har en liten havertkoloni på Kjørholmene, ble ikke dekket. Ved å bruke omregningsfaktorer på 4,0–4,7 mellom ungeproduksjon og bestanden av ett år og eldre dyr, ble det anslått at totalbestanden (inkludert ungeproduksjon) var ca. 5200 dyr. Båtbaserte ungetellinger, supplert med flyfotograferinger, ble gjennomført i alle havertkoloniene langs norskekysten i 2001–2003 og 2006–2008, da det ble registrert henholdsvis 1160 og 1275 unger, noe som tilsvarer at totalbestanden var 5800–6600 og 6400–7300 i de to periodene.

og i det nordvestlige Atlanterhavet, hvor bestanden i USA har bygget seg opp av havterter fra kanadisk farvann. Det er usikkert hvor stor den naturlige dødeligheten er i løpet av det første leveåret sammenlignet med de andre aldersgruppene. Det ble derfor gjort modellkjøringer hvor forholdet mellom naturlig dødelighet for unger og eldre ble variert mellom 1 og 10. Resultatene hadde relativt liten innvirkning på bestandsanslaget.

Årlig bifangst av havert i kystfisket er på 100–200 dyr og består i hovedsak av unger. Det ble gjort modellkjøringer med bifangstnivåer mellom 0 og 300 dyr, noe som heller ikke påvirket bestandsanslaget i betydelig grad. Bifangst og naturlig dødelighet av unger har mindre betydning for bestandsutviklingen enn om tilsvarende dødelighet var for produktive hoer.

#### Bestand i vekst

Det totale estimatet (inkludert ungeproduksjonen) for havertbestanden i Norge ble beregnet til 8740 dyr (95 prosent

konfidensintervall 7320–10170) i 2011. Resultatet er nokså nært den tidligere brukte metoden, hvor ungeproduksjonen ble multiplisert med en faktor på 4,7. Modellen tyder på at havertbestanden økte med en rate på ca. 6,5 prosent før 2005, men at raten er redusert til 3,2 prosent mellom 2005 og 2011.

Bestanden i Sør-Trøndelag ser ut til å være stabil eller muligens avtakende. For resten av fylkene er bestanden i vekst.

#### Fanger havert fra Storbritannia og Russland

Det er imidlertid noe usikkerhet omkring bestandsnivåene i noen fylker, særlig fordi fangstene i Rogaland, Troms og Finnmark påvirkes av havterter som er på beitevandring fra henholdsvis Storbritannia og Russland. Modellkjøringer med de registrerte fangstene for disse områdene førte til at bestanden kollapset i Rogaland og til sterk reduksjon i Troms og Finnmark. Resultatene fra ungetellingene har imidlertid vist en økning i alle tre områdene.

Merking av havert har dokumentert at det forekommer dyr fra Storbritannia langs kysten av Vestlandet og fra Russland i Troms og Finnmark. Det var derfor nødvendig å gjøre et anslag på hvor stor andel av havtertene i fangstene som kommer fra Storbritannia og Russland. Dette ble gjort ved å undersøke forholdet mellom fangst og ungeproduksjon, som var 0,21–0,27 i trøndelagsfylkene og Nordland, mot 1,40 i Rogaland, 0,51 i Troms og 0,56 i Finnmark. Basert på disse tallene ble fangstene i Rogaland, Troms og Finnmark skalert, og det ble beregnet at 84 prosent av fangsten i Rogaland kom fra Storbritannia og at henholdsvis 55 prosent og 59 prosent av fangstene i Troms og Finnmark kom fra kysten av Kola. Nye landsdekkende ungetellinger er nødvendig for å verifisere modellen. Dette er særlig viktig i Rogaland, Troms og Finnmark fordi fangstene har vært relativt høye i disse områdene i 2005–2010.

## FAKTA

# Forvaltning gjennom tidene

Seljakt på norskekysten har lange tradisjoner og det har trolig vært jaktet havert siden de første veidmenn innvandret etter istiden. Ved utvikling av jordbruk og faste bosetninger ble seljakt knyttet opp mot "kobbeveider" med enerett til jakt for grunneieren. Lovbestemmelser om kobbeveide går helt tilbake til vikingtiden. I 1876 kom det en lov som regulerte selfangst i Vesterisen og som ble avløst av selfangstloven i 1951. I tida omkring og etter andre verdenskrig var kjøtt, spekk og skinn fra havert og steinkobbe ettertraktet, noe som førte til høyt jaktpress og kraftig nedgang i bestandene av begge arter. Etter lokalt press ble havert fredet, med hjemmel i selfangstloven, i Sør-Trøndelag i 1953, og ved Orskjæra og Ravnane i Møre og Romsdal fra 1966. I 1973 ble all sel totalfredet fra svenskegrensen til og med Sogn og Fjordane, og sesongfredet (1. mai–30. april) i området Møre og Romsdal til Finnmark. Utenom fredningstiden var det fri jakt på sel.

I 1990 ble det i *Landsplan for forvaltning av kystsel* (NOU 1990:12) tilrådd at det skulle innføres ordinær jakt innenfor gitte perioder, med krav om lisens og rapporteringsplikt for jegerne. Det ble foreslått at myndighetene skulle regulere bestandsutviklingen gjennom jakt og at det skulle fastsettes målnivåer for bestandene. Disse retningslinjene var grunnlag da det ble innført kvoter for jakt på havert i 1997, samt krav om registrering av jegere og plikt til fangstrapportering.

Råd fra forskere og fra Sjøpattedyrrådet, hvor blant annet fiskerinæringens organisasjoner var representert, var basis for kvotene som ble fastsatt av Fiskeridirektøren. Havert kan jakes fra 1. februar til 30. september i områdene sør for Stad, og fra 2. januar til 15. september nord for Stad.

Forvaltning og rådgivning for kystsel omhandles i to stortingsmeldinger: *Norsk sjøpattedyrpolitikk* St.meld. 27 (2003–2004) og 46 (2008–2009), hvor det slås fast at målsettingen er å opprettholde utbredelsen av havert og steinkobbe og sikre livskraftige bestander innenfor deres naturlige utbredelsesområder. Videre at bestandstilvekst skal reguleres for å avbøte skader for fiskerinæringen, samtidig med at vi bevarer livskraftige bestander basert på vitenskapelig rådgivning. I forvaltningsplanen for havert, som fikk tilslutning fra Stortinget og ble implementert i 2010, tilrår regjeringen at bestanden av havert skal tilpasses et nivå hvor det årlig produseres ca. 1200 unger. Dette tilsvarer en totalbestand på rundt 7000 havert. Det har vært gitt råd fra forskere om årlige jaktkvoter på 5 prosent av bestandsanslag, mens gitte kvoter har vært over dobbelt så store i perioden 2003–2011. Fangstene har stort sett vært fra 300 til 500 havterter i den samme perioden, altså nærmere forskernes anbefalinger enn gitte kvoter.

# Oppdrettsanlegg påverkar seien si vandring

Det er kjent at det oppheld seg mykje sei rundt oppdrettsanlegga, der spillfôr og ekstra belysning skapar gode beiteforhold. Eit merkeforsøk frå Ryfylke tyder på at deler av seien utset vandra frå kysten og ut til gyteområda i Nordsjøen eller blir ståande igjen og beite i fjorden ved oppdrettsanlegga.

HÅKON OTTERÅ | [hakon.ottera@imr.no](mailto:hakon.ottera@imr.no) og OVE SKILBREI

Oppdrettsanlegga langs kysten trekkjer til seg til dels store mengder med villfisk, som finn mat og skjul rundt anlegga. Sjølv om oppdrettarane kontrollerer kor mykje fôr som går ut i merdane, vil det alltid vera litt spillfôr til villfisken. I tillegg har anlegga kraftig belysning for å redusera kjønnsmodninga til laksen, og lyset drar til seg plankton som også er mat for mange fiskeartar.

## Redusert kvalitet og endra åtferd?

Sei er den mest talrike arten rundt oppdrettsanlegga, og i fleire område langs kysten har fiskarane meint at kvaliteten på seien blir redusert fordi den et mykje spillfôr. Det er også spurt om seien si naturlege vandring mellom fjord og ope farvatn vert påverka av oppdrett. Sei i Sør-Noreg gyter

i hovudsak i Nordsjøen, har oppvekstområdet sitt blant anna langs norskekysten og trekkjer til havs att i to til treårsalderen. I Ryfylke har desse problemstillingane vore eit heitt tema i nokre år, og det vart sett i gong ein innleiande merkestudie for å få meir kunnskap om seien si åtferd i dette området. Prosjektet vart delfinansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond, og gjennomført i nært samarbeid med oppdrettarar og fiskarlag i området samt Fiskeridirektoratet.

## Mest gjenfangst frå Ryfylke

Forsøket starta opp i 2010. Sei som var litt over tre år gamal blei merkt på våren (0,8 kg i snittvekt) og på hausten (1,6 kg i snittvekt) med tradisjonelle ytre merke (figur 1). Nokre sei fekk òg akustiske sendarar. Sendarane kunne gi

Foto: Ove T. Skilbrei



Figur 1. Sei merkt med gult plastmerke på ryggen. Denne seien har i tillegg fått operert inn ein akustisk sendar i bukholå.



meir detaljerte opplysningar om vandra mellom dei 15 anlegga i Ryfylke, der det var plassert lyttebøyer (figur 2), og i tillegg informera om kor seien stod i vassøyla.

Vi får jamleg inn rapportar frå hobby- og yrkesfiskarar som har fanga sei med ytre merke (figur 3), og totalt har 3 prosent av dei merkte individa blitt rapportert gjenfanga. Litt meir enn 60 prosent av dei innsendte merka kjem frå Ryfylke, medan resten er fanga på andre delar av kysten, i Nordsjøen og områda vidare mot Island.

### Heldt seg i fjorden

Mange av fiskane med akustiske sendarar forsvann frå forsøket i løpet av dei første vekene og månadene. Likevel blei 39 prosent av dei verande i fjorden utover i 2011, og i november same året, over eitt år etter utsetjingane, var 18 prosent framleis til stades. Fisken vandra mykje mellom dei ulike oppdrettsanlegga (figur 4). Sjølv om nokre kunne vere vekke frå anlegg i periodar, så heldt dei seg ved anlegga mesteparten av tida, og gjennom ein stor del av døgeret. Dei akustiske merka sender òg ut informasjon om kva djup fisken held seg på. Typisk djup var rundt 80 meter i vinterhalvåret og ein del grunnare i sommarhalvåret, men det var stor variasjon både mellom individ og kva anlegg dei vart registrerte på.

### Gamal og ny åtferd hos sei

Resultat frå merkingar av sei på 1970-talet syner at seien på den tida var til dels mykje mindre då den vandra ut i ope farvatn. Det nye forsøket viser at ein vesentleg del av fisken vandra ut seint eller blir ståande igjen og beite i fjorden ved anlegga. Det tyder på at ikkje all sei følgjer det opphavlege vandringsmønsteret til seien. Den seien som vandra ut har derimot blitt fanga i dei same områda som

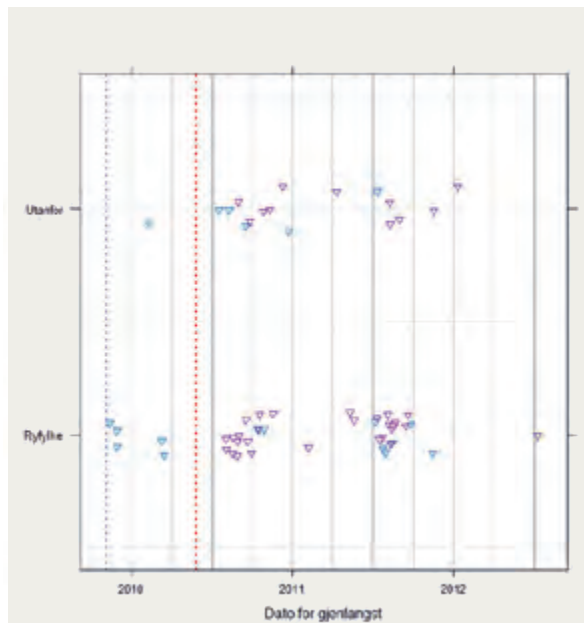


Foto: Håkon Otterå

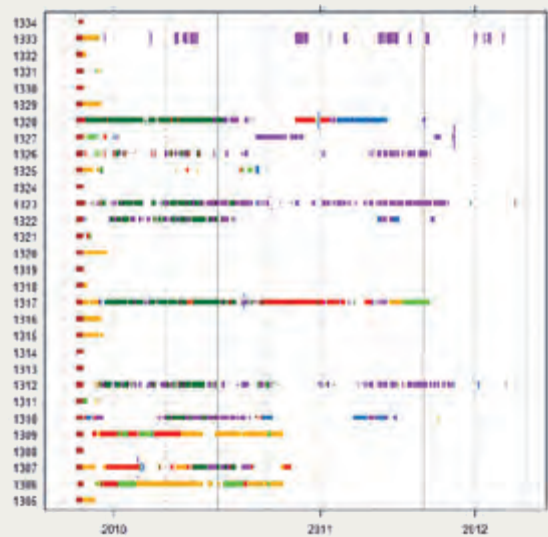
**Figur 2.** Lyttebøyer (til høgre i bildet) som denne lagrar informasjon som blir sendt ut frå merkt sei som er i nærleiken. Ei datamaskin blir brukt til å henta ut informasjon frå bøylene.

tidlegare. Denne oppdelinga i to typar åtferd gir eit tydeleg signal om at oppdrettsverksemda påverkar seien i Ryfylke.

Før å kunna vurdere omfanget av denne påverknaden er det fleire ting som bør undersøkjast. Særleg viktig er det å få betre data på bestandsstorleik og biologien elles til seien i kyst- og fjordområda, og å finna ut kor stor del av denne seien som held seg rundt oppdrettsanlegga.



**Figur 3.** Gjenfangst av sei med ytre merke. På x-aksen er tidspunkt for gjenfangst vist, fordelt på gjenfangstar tekne i Ryfylke og utanfor (Skagerrak, Nordsjøen, Færøyane, Island, m.m.; y-aksen). Blå symbol er individ frå 1. utsetjing og lilla symbol individ frå 2. utsetjing.



**Figur 4.** Registrering av sei med akustiske merke. Her er det vist data frå det første merkeforsøket der fisken vart sleppt laus 7. mai 2010. Dei horisontale linjene (y-aksen) viser registreringar til kvar av dei 30 merkte fiskane over tid (x-aksen). Registreringane vart gjort av lyttebøyer på 15 av oppdrettsanlegga i området, her symbolisert med ulike fargar.

# Svamp og utslipp av borekaks



Figur 1. Svampsamfunn på 300 meters dyp på den norske kontinentalsokkelen sør for Røstbanken.

Svamp ser ut til å tåle noe borekaks i vannet, men reagerer fort på små økninger i partikkelmengde. I tillegg til redusert vekst, kan slik økt partikkelmengde påvirke svampens fødeopptak, fysiologiske prosesser i cellene og reproduksjon.

RAYMOND BANNISTER | raymond.bannister@imr.no, JAN HELGE FOSSÅ og TINA KUTTI

Hvert år slippes det ut mer enn 200 000 tonn borekaks i blanding med vannbaserte borevæsker i det marine økosystemet. Dette boreavfallet består både av fine og grove partikler, og blir sluppet ut nede ved havbunnen og ved havoverflaten ved borepiggene. Utslipet av borekaks fører til en økning av sedimenteringen (avsetning av bunnavfall) i området rundt plattformene og en oppsamling av boreavfall i nærheten av utslippspunktet. Utslippene av fine partikler fører også til såkalte sedimentskyer i vannmassene opptil 1 km fra utslippspunktet.

## Svampene er utsatt

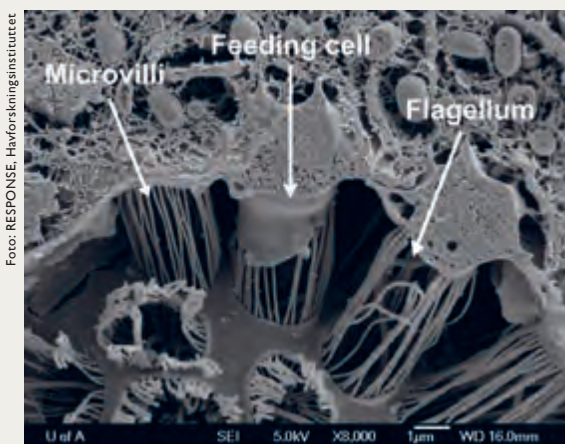
Eksponering til stor sedimentering og økte partikkelkonsentrasjoner i vannmassene vil ha konsekvenser for bunndyr som spiser partikler og filtrerer, som for eksempel svamper (figur 1 og 2). Svampene kan danne tette bestander på havbunnen, blant annet i områder hvor oljeindustrien opererer (figur 1). Havforskningsinstituttet gjennomfører to prosjekter (RESPONSE og SedExSponge) som undersøker effekten av utslippene fra oljeindustrien på svamp.

## Fungerer som store filter

Svampene har verken bein eller armer, og ligger som noen store klumper på bunnen. De er avhengig av at vannet som strømmer forbi inneholder små matpartikler som kan filtreres. Inne i svampene finnes spesialiserte celler med små flageller eller pisker (figur 2). Flagellene slår og trekker på den måten vann inn gjennom et stort antall små åpninger på svampens overflate. Inne i svampen er det kanaler som fører vannet til fødeopptakscellene. Til slutt samles vannet i en utstrømskanal. I prinsippet fungerer svampene som et stort filter. Dette filteret kan imidlertid lett tettes hvis det blir utsatt for store mengder partikler i vannet. Borekaks inneholder heller ikke mat, dermed må svampene filtrere masse ekstra partikler uten å få i seg mat hvis det er mye borekaks i vannet.

## Viktig for bunnøkosystemene

Svampene kan filtrere store mengder vann per dag; opptil 24 000 liter per kg svamp, og de filtrerer ut meget små partikler (> 50 µm) som føde. De kan ikke regulere størrelsen på partiklene de filtrerer, og dette, sammen med at de ikke kan bevege seg, gjør svampene meget sårbare overfor



Figur 2. Fødeopptakskammer i svampen *Geodia barretti*. Fotoet er tatt med et elektronmikroskop.



forurensning og endringer i partikkelkonsentrasjoner i vannet.

Svampene kan være dominerende i bunndyrsamfunnene i norske fjorder og på kontinentalsokkelen, og er derfor en viktig dyregruppe i bunnøkosystemene. De største svampene kan danne et tredimensjonalt, komplekst habitat som er leveområde for mange andre arter.

### Effekten av mer partikler

Økning i konsentrasjon av partikler i vannet og økt sedimentering kan påvirke sammensetningen, tettheten og artsdiversiteten i svampsamfunnet. Slik påvirkning kan også øke fysiologisk stress som endrer pumpeaktiviteten eller respirasjonen. Økt stress kan i sin tur føre til redusert vekst, overlevelse og reproduksjon.

Borekaks og vannbaserte borevæsker regnes vanligvis ikke som giftige for marine organismer, men borekakspartikler i vannet kan påvirke fødeopptaket for filtrerende organismer og ha en negativ effekt på fysiologiske prosesser i cellene, stresse reproduksjonen og gi redusert vekst. Det er også påvist nedgang i mengden og antall arter av svamp i nærheten av oljerelaterte aktiviteter.

### Forsøk med kålrabisvamp

Selv om det er flere undersøkelser som har vist negative effekter på filtrerende organismer, så mangler det mye for riktig å forstå hva som skjer med dyrene og hvor mye svampene tåler.

Kålrabisvamp (*Geodia barretti*) er en relativt stor svamp som kan veie opptil 24 kg. Svampen er vanlig i våre havområder på dyp mellom 30 og 1200 meter. Siden kålrabisvampen er lett å finne, valgte vi å studere denne svampen i laboratoriet. Her måler vi blant annet pumpingen

og respirasjonen for å se hvordan svampene reagerer på borekaks i forskjellige konsentrasjoner i vannet.

Bentonitt er en leirbergart som brukes ved oljeboring. Figur 3 viser at pumpingen sank 85 prosent etter 40 minutter med tilførsel av små mengder bentonitt. I figur 4 ser vi hvordan svampene reagerer på forskjellig mengde partikler i en fire timers periode. Det er tydelig at jo mer sediment vi tilsetter vannet, dess lavere blir respirasjonen.

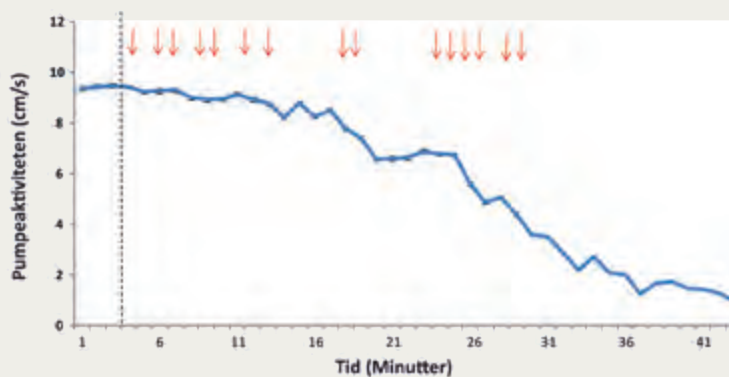
Vi har også utført eksperimenter med forskjellige typer partikler som naturlig sediment, finmalt stein og boreslam. Svampene reagerer litt ulikt på forskjellige partikkeltyper og respirasjonen kan både øke og minske. De reagerer mer negativt på finknust stein enn på naturlig sediment.

### Skal finne grenseverdiene

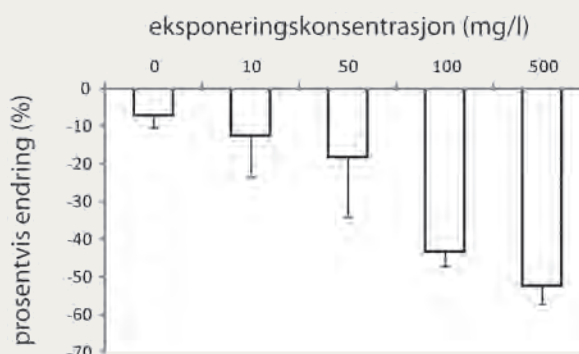
En foreløpig konklusjon er at svampene reagerer til dels meget hurtig og sterkt på forhøyede konsentrasjoner av partikler i vannet ved å endre pumperaten, og dette gjelder alle typer partikler. Redusert pumpehastighet kan ha betydning for svampenes fysiologiske funksjon som for eksempel respirasjon, fødeopptak, reproduksjon og utslipp av avfallsstoffer fra metabolismen. Fra et økologisk synspunkt kan nedsatt funksjonalitet i svampsamfunnet for eksempel få betydning for omsetningen av organisk materiale i økosystemet ved bunnen.

Svamp ser ut til å tåle noe borekaks i vannet, men som vi har sett, så reagerer de fort på små økninger i partikkelmengde. Videre i prosjektet skal vi forsøke å finne ut mer presist hvor mye de tåler (grenseverdier). Dette har betydning for hvordan vi skal vurdere den økologiske effekten av utslipp av borekaks og for vår rådgivning om utslipp fra oljeindustrien.

Figur 3. Figuren viser hvordan pumpeaktiviteten til *Geodia barretti* synker som en reaksjon på tilførsel av ca. 1 mg borekaks i 30 minutter. De røde pilene viser når det tilsettes sediment.



Figur 4. Prosentvis endring i respirasjonen for *Geodia barretti* etter 4 timer med tilførsel av forskjellige mengder sediment. Horizontal akse representerer sedimentmengden; den viser at dess mer sediment i vannet, dess mer synker respirasjonen.





# Larver av skjell i fremtidens hav

Det satses nå stort på å få god nok kunnskap om mulige effekter av havforsuring både i kyststrøk og i åpne havområder. I løpet av de neste tiårene ventes det merkbare endringer i økosystemene som følge av havforsuring. På Forskningsstasjonen Austevoll er det påvist negative effekter av havforsuring hos larver av kamskjell.

SISSEL ANDERSEN | sissel.andersen@imr.no, ELLEN SOFIE GREFSRUD og TORSTEIN HARBOE

I «Havforskningsrapporten 2011» kunne man lese om forsøksfasilitetene i Matre og Austevoll som er utviklet for å studere effekter av fremtidens hav i betydningen havforsuring (se faktaboks). Som et ledd i disse effektstudiene har det i Austevoll vært utført flere undersøkelser på larver av skjell, som er blant de mest sensitive

organismene i havet. Disse larvene begynner å danne et karbonatholdig (kalk) skall allerede et par døgn etter befruktning, og regnes av den grunn som svært sensitive for havforsuring. Vannkjemien ved lavere pH i havet kan føre til at karbonatforbindelsene og dermed skallet, løses opp.

## Eggene produseres i klekkeri

Kunnskapen om produksjon og hold av stort kamskjell (faktaboks) har nå blitt benyttet til å studere effekter av havforsuring på de planktoniske stadiene fra befruktning til veligerlarve. Studiene er de første i sitt slag på denne arten, og vil også gi svært nyttig grunnleggende kunnskap om skaldannelse og deformiteter hos larvene.

For å produsere befruktningsdyktige egg må stamskjell tas inn i klekkeri med stabile mat- og temperaturforhold. Gytingen settes i gang etter om lag to måneder tidlig på våren (mars), ved å heve temperaturen 4–5 °C.

## Med fokus på skall

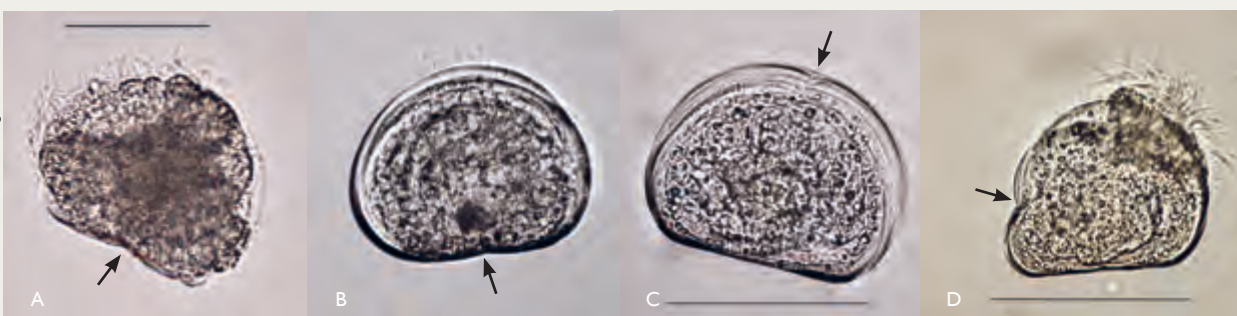
Undersøkelsene i Austevoll ble utført med pH-verdier som man regner med vil bli et gjennomsnitt langs kysten om 100 år og 200 år. Siden kalkskall antas å være ømfintlige for lavere pH-verdier (og høyere konsentrasjoner av karbondioksid, CO<sub>2</sub>), ble det fokusert på å følge skallutvikling og overlevelse de første dagene i larvenes liv. Det er kjent at det første skallet som dannes mens larven ennå er en trokoforlarve, består av proteiner, og at det kalsifiseres (forkalkes) når trokoforlarven utvikler seg til veligerlarve.

Foto: Sissel Andersen



Figur 1. Normalt utviklet veligerlarve seks dager etter befruktning. Skallet er D-formet, og velum med hårkransen (cilier) stikker ut av det åpne skallet. Streken på bildet er 0,1 mm.

Foto: Sissel Andersen, Ellen Sofie Grefsrud og Torstein Harboe



Figur 2. Skalldeformiteter (piler) hos larver av stort kamskjell (*Pecten maximus*). Deformiteter i hengselen hos A. trokoforlarve to dager etter befruktning; B. veligerlarve seks dager etter befruktning; og deformiteter i skallkanten hos veligerlarver syv dager etter befruktning, C. i fremste del av kanten; D. på siden av kanten, med velumet og cilier oppe til venstre på larven. Linjen i bildene er 0,05 mm i A og 0,10 mm i C og D.

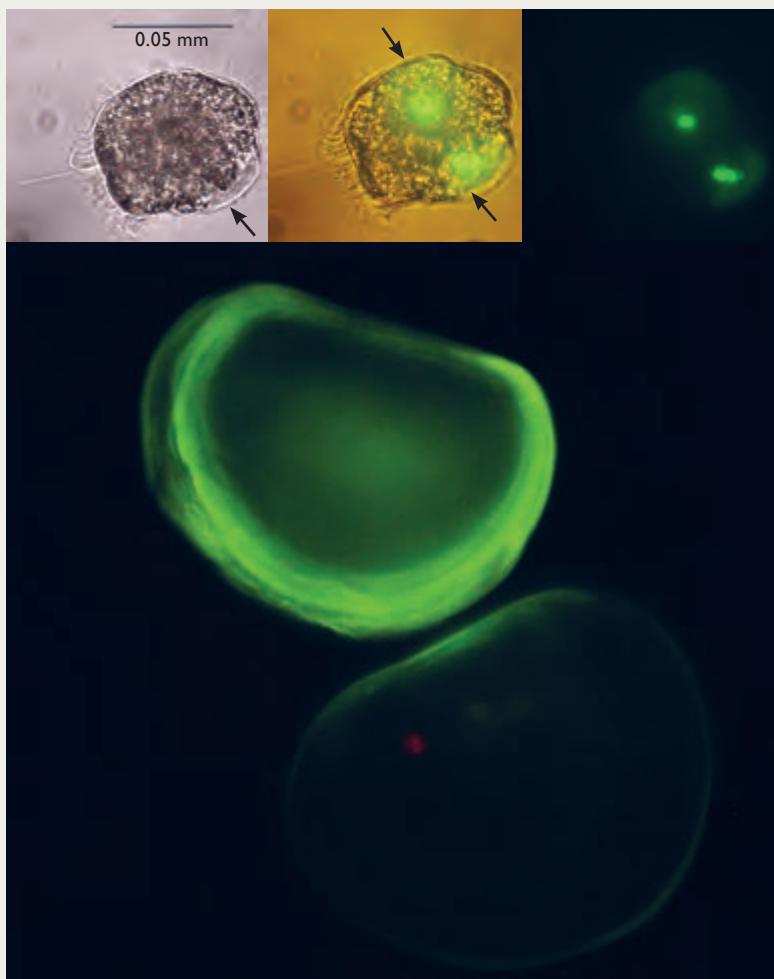


Foto: Ellen Sofie Grøtvedt

**Figur 3.** Øverst: Trokoforlarve med begynnende skalldannelse (piler). Nederst: Veligerlarver. Larvene er farget med calcein i 12–24 timer. Kalsium som ble inkorporert i løpet av denne tiden, fluoresiserer med skarp, grønn farge, mens rød fluorescens kommer fra algeceller som larvene spiser.

En fargeteknikk med stoffet calcein ble prøvd ut for å farge kalsium i skallet, slik at det blir selvlysende (fluoresiserer) når larven blir bestrålt med UV-lys. På denne måten kunne man se om skallet ble kalsifisert.

#### Det ser ikke lyst ut for larvene

I løpet av de første syv dagene etter befruktning ble skallstørrelsen til larvene 5–10 prosent mindre og overlevelsen ble halvert (basert på befruktede egg) når konsentrasjonen av karbondioksid økte. Ved den høyeste CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen (og laveste pH-verdien på 7,51), var overlevelsen bare 10 prosent etter syv dager, mot litt over 40 prosent ved normale konsentrasjoner. Av de som overlevde, hadde mer enn 40 prosent deformerte skall. Deformiteter i skallet syntes å ha ulike årsaker, og særlig deformiteter i skallhengselen var knyttet til havforsuring. Deformiteter i skallkanten kan skyldes flere faktorer i oppvekstmiljøet enn bare CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen og pH. Effekstudier av havforsuring på veliger-

larver av andre skjellarter har også vist nedgang i størrelse, overlevelse og økning i deformiteter, men graden av effekt varierer mellom artene. Effekter på skallet hos trokoforlarver er ikke vist tidligere, men allerede to dager etter befruktning økte hengseldeformitetene hos trokoforlarver med økende CO<sub>2</sub>-konsentrasjon, fra under 10 prosent i normalgruppen til mer enn 30 prosent ved den høyeste CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen. Farging med calcein viste at også disse larvene hadde områder med kalsium.

#### Fremtiden er her

En undersøkelse gjort i USA har vist at CO<sub>2</sub>-konsentrasjoner som tilsvarer nivået før den industrielle revolusjon (pH 8,2) hadde en positiv effekt på både overlevelse, vekst og metamorfose hos larver av andre skjellarter, sammenlignet med dagens pH-verdier (8,0). Dette indikerer at havforsuring ikke er et problem som kommer i fremtiden, men at økosystemer allerede er påvirket. Det haster dermed med kunnskapsinnhenting.

#### FAKTA

### Havforsuring

- pH-verdien i havet går ned pga. opptak av menneskelige CO<sub>2</sub>-utslipp til atmosfæren
- Mellom 1751 og 1994 gikk beregnet pH ned fra ca. 8,179 til 8,104
- pH-verdier er logaritmiske, og nedgangen tilsvarer en økning i surhet (H<sup>+</sup>-ioner) på 19 %
- Siden 1751 og frem til i dag har økningen i surhet vært på hele 30 %
- Økningen i surhet kan gi pH-verdier rundt 7,7 innen 2100
- Økende opptak av CO<sub>2</sub> i sjøvann fører bl.a. til at karbonationer blir mindre tilgjengelige
- Endringen kan føre til problemer for organismer, bl.a. at kalkskall blir tynnere/løses helt opp
- Organismer med kalkskall finnes over store deler av næringskjeden, fra skjell til krill og korallrev
- Også forplantning og andre prosesser kan påvirkes av endret vannkjemi
- Vi mangler kunnskap om både negative og positive effekter av havforsuring, og om prosesser som kan motvirke de negative effektene

#### FAKTA

### Stort kamskjell

- Stort kamskjell er den største arten i familien kamskjell i norske farvann
- Det blir ofte 15–17 cm stort
- I våre farvann finnes det fra Oslofjorden til Vesterålen
- De tidligste livsstadier er felles for de fleste skjell:
  - Etter ca. ett døgn utvikles en svømmende, pæreformet trokoforlarve
  - Trokoforlarven utvikles til en D-formet veligerlarve etter enda ett døgn
  - Veligerlarven svømmer og spiser med et hårete (ciliert) organ som kalles velum
  - De to skallhalvdelenes av protein vokser ut fra trokoforlarvens ryggside
  - Etter hvert forkalkes (kalsifiseres) proteinskallet med kalsiumkarbonat (CaCO<sub>3</sub>)
  - Kalsiumkarbonat kan løses ved pH-verdier under ca. 7,8–7,7 avhengig av annen vannkjemi

# Situasjonen for torsk og hummer – med og uten fangst og fiske

I snart fire år har Havforskningsinstituttet studert effekten av menneskelig påvirkning på lokale bestander av torsk og hummer. Studien er gjort i nært samarbeid med lokale myndigheter og interesseorganisasjoner, og soneforvaltning er brukt som planleggingsverktøy. De første bevarings- og forbudssonene er nå gjort gjeldende.

TORJAN BODVIN | torjan.bodvin@imr.no, SIGURD H. ESPELAND og ALF RING KLEIVEN

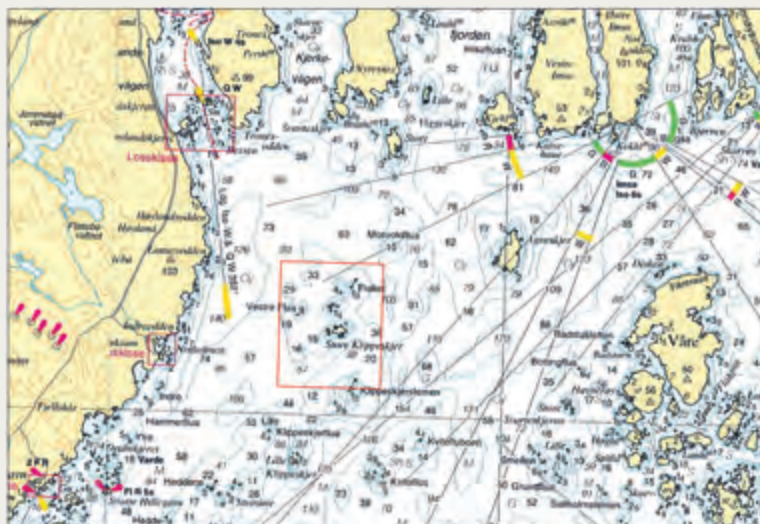
Prosjektet «Aktiv forvaltning av marine verdier i kystsonen» har pågått på Skagerrakkysten siden 2009. Det faglige ansvaret ligger til Havforskningsinstituttet. Hovedmålsettingen er å dokumentere hvilken effekt menneskelig påvirkning har på lokale bestander av torsk og hummer og økosystemene for øvrig. Det er etablert et konsept med soneforvaltning, der både bevaringssoner og rene forbudssoner (nullfiske) benyttes.

## Ti kvadratkilometer med soner

Forskningsprosjektet gjennomføres i de to kommunene Tvedestrand og Lindesnes i økoregion Skagerrak. I Tvedestrand er det avsatt fem bevaringsområder på til

sammen ca. 9 kvadratkilometer. Det tilsvarer ca. 15 prosent av sjøarealet i kommunen, og soneinndelingen gjelder for fem år. I en av sonene, ca. 1,5 kvadratkilometer i indre del av Tvedestrandfjorden, er alle former for fangst og fiske forbudt. I de fire andre sonene er det restriksjoner på faste fiskeredskaper som garn, ruser, teiner og line eller på fangst og transport av østers.

Lindesnes kommunestyre har foreslått en 1,6 kvadratkilometer stor bevaringszone for hummer rundt Kleppeskjær (figur 1). Forslaget ligger til behandling i Fiskeridirektoratet, og det er ventet at bevaringssonen trer i kraft før årets hummerfiske.



Figur 1. Kartet viser hvor bevaringssonen for hummer i Lindesnes kommune er foreslått plassert.



### Viktig lokal medvirkning

De lokale bestandene av torsk og hummer er viktige for befolkningen i området, og det ble lagt vekt på lokal medvirkning i prosessen. Bevaringssonene ble drøftet i flere runder lokalt, der også forskjellige interessegrupper fikk uttale seg. Endelig vedtak ble fattet av Fiskeri- og kystdepartementet våren 2012. Soneinndelingen var i tråd med forslaget som ble vedtatt i Tvedestrand kommunestyre året før.

Grensene for bevaringsområdene formidles på en god og informativ måte med kart- og reguleringsinformasjon i uthavner og andre samlingsplasser. Koordinater for grensene på bevaringsområdene blir gitt slik at de kan legges inn i GPS. I tillegg blir det produsert digitale kart der bevaringsområdene er tegnet inn.

### Viktige studier før og etter

Når en skal studere hvilken effekt fiske har på lokale bestander og økosystem, er det viktig å sikre gode bestandsdata før det settes i verk forvaltningstiltak å la bevaringssoner og forbudssoner. Et viktig mål for «Aktiv forvaltning av marine verdier i kystsonen» er å dokumentere eventuelle effekter på de to mållartene torsk og hummer når det ikke fiskes (figur 2).

Det er gjennomført prøvefiske utenfor og innenfor bevaringssonene og forbudssonen for å se om det relativt sett blir mer hummer og torsk innenfor.

Vi studerer også fangstene som tas på grensen til bevaringssonene. Det er for å finne ut om en eventuell økning av mållartene innenfor de vernede områdene har noen effekt på fangstene utenfor. Dette kalles «spill over»-effekt. Studier fra andre land viser at det kan oppstå en slik positiv effekt på fiskeriene utenfor bevaringssonene, og at den over tid kan godtgjøre for tapet av fiskeplasser.

### Omfattende prøvefiske

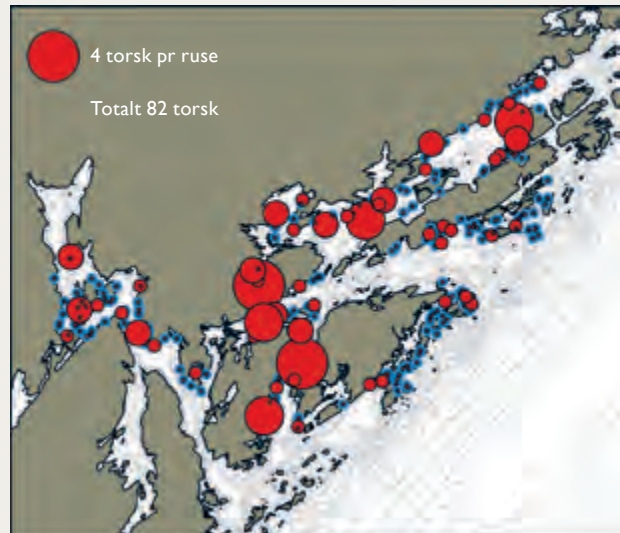
Prøvefisket skal gi svar på hvor store fangstratene er for torsk og hummer i tillegg til at alle de fangede individene blir merket og sluppet ut igjen. Gjenfangst av merket torsk og hummer brukes blant annet til å studere hvordan de

Foto: Havforskningsinstituttet

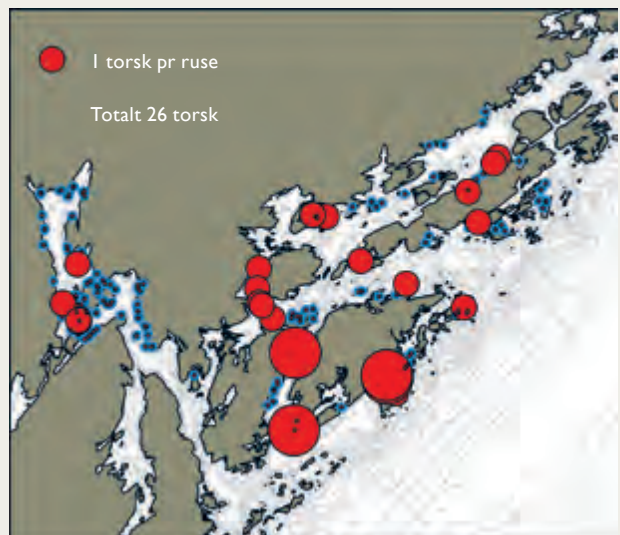


Bildet er tatt av en stillbilde-rigg og viser seistim på Torskebåen, Tvedestrand.

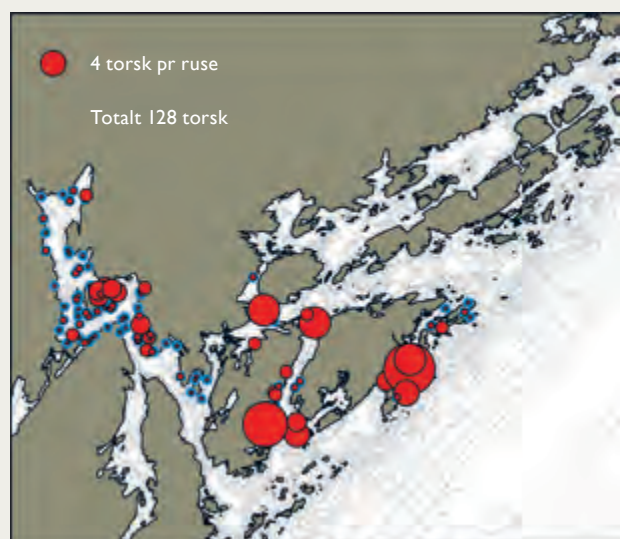
### Antall torsk



### Antall torsk



### Antall torsk



Figur 2. Resultatene fra prøvefisket etter fjordtorsk med ruser i 2010, 2011 og 2012.

beveger seg mellom områdene med og uten restriksjoner på fiske (se forrige avsnitt).

All bifangst noteres og går inn som informasjon på biodiversitet. Prøvefisket skal så langt som mulig være personuavhengig slik at sammenligningsgrunnlag av fangstene fra år til år og område til område blir så bra som mulig. Hummerteinene plasseres derfor på tilfeldig valgte posisjoner med utgangspunkt i noen få kriterier (dybde og helningsgrad).

#### Veien videre

I tillegg til det omfattende prøvefisket, blir det også gjort andre relevante studier i regi av «Aktiv forvaltning av marine verdier i kystsonen» og andre prosjekter (se faktaboks).

Undersøkelsene i Tvedestrand og Lindesnes vil bli videreført de neste årene. Tilsvarende aktiviteter skal etableres i de øvrige økoregionene Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet. På sikt skal prosjektet utvides med 6–8 nye kommuner langs resten av norskekysten. Det vil øke kunnskapen vår om samspillet mellom bruk og vern av kystressursene betraktelig.

FAKTA

## Prosjekter i Tvedestrand



Foto: Vibeke Svantesen, Friluftsrådet Sør

- Adferd hos torsk og hummer (PROMAR)
- Effekt av forbuds- og bevaringszoner på sjørørret (BUFFER)
- Effekt av fredning på leppefisk og gyteadferd hos grønngylt
- Strandnotundersøkelser av biodiversitet
- Vurdering av biodiversitet med bruk av stillbilde-rigger, videotransekter og stereo videoopptak med åte (Baited Remote Underwater Video - BRUV)
- Teinefiske etter torsk
- Undersøkelser av mengder av torskeegg i Tvedestrand og Toppdalsfjorden (referansefjord)
- Registrering av fiskeaktivitet gjennom teinetelling
- Dykkerregistreringer gjort av Risøya folkehøgskole
- Skoleelever merker strandkrabber (samarbeid med Friluftsrådernes Landsforbund og Friluftsrådet Sør)
- Registrering av fiskeaktivitet fra hummerdagbøker





# Store urapporterte fangster i hummerfisket

Beregninger gjort av Havforskningsinstituttet tyder på at de offisielle hummerlandingene er dramatisk lavere enn de reelle fangstene. Et påmeldingssystem for de som deltar i hummerfisket kan være med på å sikre en bærekraftig forvaltning av hummeren.

ALF RING KLEIVEN | [alf.ring.kleiven@imr.no](mailto:alf.ring.kleiven@imr.no), JON HELGE VØLSTAD, KENO FERTER og ESBEN MOLAND OLSEN

Hummerfisket har lange tradisjoner i sørlige deler av Norge, og er av mange blitt karakterisert som kystens elgjakt. I 2008 ble sesongen kuttet ned fra tre til to måneder (oktober og november), og det er kun tillatt å fiske med teiner.

## Historisk lave fangstrater

Havforskningsinstituttet har i samarbeid med yrkesfiskere samlet inn tall for fangstrate (antall hummer per teinetrekk for hver fisker) siden 1928. Tallene viser en betydelig nedgang i den gjennomsnittlige fangstraten på 1960- og 1970-tallet. Selv om det har vært en liten oppgang i fangstraten de siste årene, så ligger de fremdeles på et historisk lavt nivå. I tillegg til vår overvåking fører Fiskeridirektoratet statistikk på omsatt hummer (i vekt). Dette kalles gjerne offisielle landinger. De offisielle landingene på hummer har sunket dramatisk siden 1950-tallet. I 2006 ble hummer ført opp på den nasjonale rødlisten i kategorien *nær truet*. Fiskeridirektoratet iverksatte nye reguleringer for hummer i 2008. Målet er å redusere uttaket slik at hummerbestanden kan gjenoppbygges.

## Beregning av fangst

Effektiv forvaltning avhenger av pålitelige data om årlige landinger og kunnskap om hvordan fiskeriet foregår. Innenfor kystfiskeriene kan det være begrenset kunnskap om det totale uttaket. Havforskningsinstituttet har nylig foretatt vitenskapelige undersøkelser av hummerfiskeriet. Vi har evaluert fritidsfisket og fått dokumentert i hvilken grad offisielle fangster tatt av yrkesfiskere samsvarer med totale fangster. Våre anslag tyder på at de offisielle landingene er dramatisk lavere enn de reelle fangstene.

Fra båt talte vi blåsene langs representative transekter (linjer fra land og ut til ytterste 40 meters dyp) i studieområdet for å beregne hvor mange teiner som stod i sjøen på en typisk dag. For å finne ut hvor mye hummer hver teine fisket per dag (fangstrate) har vi samarbeidet med fritids- og yrkesfiskere som har rapportert sine fangster. Når vi kjenner fiskeinnsats (antall teiner) og fangstrate, kan vi beregne total fangst.



### Store urapporterte landinger

Våre undersøkelser viser at hummerfangster tatt av fritidsfiskere, som ikke har plikt til å rapportere sine fangster, er dominerende. På Sørlandet i 2008 stod fritidsfiskere for 65 prosent av de totale landingene av hummer. På Østlandet i 2010 utgjorde fritidsfiskernes fangster hele 73 prosent. På Sørlandet rapporterte yrkesfiskere kun én av fire hummere. For Østlandet ble en av tre hummere rapportert. For Skagerrak samlet sett er det realistisk at de totale hummerlandingene er 10 til 14 ganger høyere enn det som offisielt blir rapportert. Undersøkelsene fra Rogaland i 2011 er ikke ferdig analysert, men også her dominerer fritidsfisket. Foreløpige beregninger indikerer at fritidsfisket står for 69 prosent av teinene i dette området.

### Svært begrenset oversikt

Den store forskjellen mellom faktiske fangster og offisielt rapporterte fangster kan forklares ved i) at Norge ikke har ordninger for å samle inn fangstdata i fritidsfisket og ii) at en stor andel av hummeren fisket av yrkesfiskere ikke blir rapportert. Verken yrkes- eller fritidsfiskere behøver å melde seg på fisket, og dermed har vi ingen kunnskap om hvor mange som fisker etter hummer.

Det er et stort problem for en bærekraftig forvaltning av kystressursene at Norge mangler et system for innsamling av pålitelige data fra fritidsfisket. Kunnskapsmangelen vil også begrense myndighetenes mulighet til å innføre treffsikre forvaltningstiltak. Per i dag er det ingen begrensning på verken fiskeinnsats eller uttak i hummerfisket. Eneste innsatsregulering gjelder begrensning i sesong og hvor mange teiner hver enkelt person kan bruke. Hvis flere velger å delta i fisket, vil også antall teiner gå opp. Økt deltakelse i hummerfisket kan potensielt hindre en gjenoppbygging av bestanden.

### Behov for et påmeldingssystem

For å få kunnskap om de nasjonale fangstene av hummer mener Havforskningsinstituttet at det er nødvendig med et påmeldingssystem for å delta i hummerfisket. Det bør gjelde både yrkes- og fritidsfiskere. Med en oversikt over alle fiskere kan forskningen følge opp et tilfeldig utvalg av fiskerne for å beregne total innsats og fangst. Et påmeldingssystem vil i tillegg øke forvaltningens mulighet til å regulere total innsats i hummerfisket og bedre kunne kontrollere at yrkesfiskernes fangster blir rapportert. Et slikt system er ikke ukjent i norsk naturforvaltning. Det er innarbeidet innenfor jakt og fiske i ferskvann og elver.

Det er ikke anbefalt å innføre rapporteringsplikt for fritidsfiskere. Erfaringer fra Norge og flere andre land viser at det medfører store datamengder av lav kvalitet.

I USA er det nå kommet krav om at alle stater må ha et register over fritidsfiskere. Fangster blir estimert ved hjelp av omfattende utvalgsundersøkelser, hvor spørreundersøkelser rettet mot fritidsfiskere kombineres med direkte observasjoner av fangst per enhet innsats i felt. Hovedbegrunnelsen for et slikt register har vært behovet for å skaffe til veie troverdige tall om uttaket i fritidsfisket på en kostnadseffektiv måte.


### Fritidsfisket bør kartlegges

Det er grunn til å forvente at fritidsfisket på andre arter også kan være stort langs kysten. Selv om Havforskningsinstituttet har begynt å kartlegge deler av fritids- og turistfisket, så har vi per i dag svært lite kunnskap om hvor mye som blir tatt av norske fritidsfiskere. Å få på plass et system for beregning av fritidsfisket i Norge vil være svært viktig for en fremtidig bærekraftig forvaltning av våre kystressurser.



Foto: Øystein Paulsen





Korallrevet ytterst i Hardangerfjorden ligger på ca. 140 meters dyp sør for Otterøya. Bildet viser en sykkel som er kolonisert av svamp og andre organismer.

# Korallrev langs kysten – en truet naturtype

Inne i fjordene våre og langs kysten er det dokumentert over 200 korallrev, sannsynligvis er det mange flere. Korallrevene har et rikt dyreliv, og spiller en viktig rolle i de marine økosystemene. De skjøre og saktevoksende korallene trues blant annet av dumping av steinmasse, fiske med bunnredskaper og utslipp fra oppdrettsanlegg.

PÅL BUHL-MORTENSEN | paalbu@imr.no og LENE BUHL-MORTENSEN

En del av korallrevene i kystnære områder har vært kjent siden 1700-tallet, men med noen få unntak er de fleste lite undersøkt med moderne metoder. Korallrevene i Norge er laget av kaldtvannskorallen *Lophelia pertusa*. Dette er én av syv steinkoraller som finnes i Norge, men kun *Lophelia* danner rev. Utenom steinkorallene finnes det rundt 30 andre koraller innenfor gruppene hornkoraller og lærkoraller, som heller ikke er revbyggende. De kjente revene i fjordene og langs kysten utgjør ca. 20 % av alle kjente korallrev i norske områder.

## Nye korallrev

I fjor ble en del korallrev utenfor Møre og Romsdal grundig dokumentert med video som et ledd i bunnkartleggingen som gjøres i MAREANO-prosjektet. I Breisundet, vest for Ålesund, ble et nytt

korallrev funnet i et landskap hvor det på forhånd ble vurdert at det var sannsynlig å finne *Lophelia*-rev. Revet her var skadet, og det ble observert tapt fiskeredskap. Også Julsundet vest av Molde ble undersøkt, en lokalitet som ble angitt av konservator Carl Dons i 1944. Å verifisere gamle registreringer har stor verdi, da de opprinnelige posisjonsangivelsene ofte viser seg å være ganske unøyaktige. De historiske angivelsene av korallrev må derfor bekreftes før beliggenheten kan brukes direkte i lokal miljøforvaltning. I Julsundet ble et *Lophelia*-rev funnet ganske nær angivelsen fra Dons. Revet lå på en grunne som har navnet Kjerringgrunnen, derfor var det naturlig å kalle dette revet for "Kjerringrevet". Nord for Bud, ca. 8 km ut i havet, ble det funnet et nytt korallrev i et område hvor det allerede er registrert flere korallrev i

nærheten. Det var derfor ikke overraskende å finne enda et rev i dette området.

## Verdens grunneste kaldtvannsrev

I 1999 utførte Havforskningsinstituttet en kartlegging av Tautraryggen i forbindelse med en planlagt gassrørledning fra Tjeldbergodden inn Trondheimsfjorden til Skogn. På Selliggrunnen nord på Tautraryggen finnes verdens grunneste *Lophelia*-rev på bare 39 meters dyp. Også utenlandske forskere er interessert i norske koraller, og revet som ligger i Stjernesund er grundig undersøkt av tyske forskere, i tillegg til MAREANO-kartleggingen. Et annet viktig korallområde er Hardangerfjorden, hvor flere korallrev har blitt grundig undersøkt de siste årene.





Figur 1. Utbredelsen av kjente korallrev i Norge illustrerer at hadde det ikke vært for det store antallet korallrev som ligger innenfor revområdene Sula, Røst og Høla, så er det omtrent like mange korallrev i kystnære områder som på sokkelen.

### Rikt dyreliv

Sammenlikner man arts mangfoldet på korallrev på sokkelen med korallrev nær kysten, viser det seg at de kystnære revene generelt har et større arts mangfold. De ser ut til å fungere som habitat for en rekke arter som også kan finnes på annen hardbunn og i andre grunnere habitater. Samtidig tilbyr de muligens mer varierte fødekilder enn de revene som er ute på sokkelen.

### Revene i havet er best kartlagt

Den revdannende korallen *Lophelia pertusa* forekommer i Østfold og fra Ryfylke i Rogaland til Sørøya i Finnmark. Denne korallen ble oppdaget nær kysten alt i 1756 av biskop Johan Ernst Gunnerus. På slutten av 1800-tallet hadde zoologer fra hele Europa stor interesse i å undersøke dyrelivet på de norske korallrevene. I over hundre år var *Lophelia* kun kjent fra kyst og fjorder, men likevel har vi i dag mest kunnskap om korallrevene som vokser ute i havet.

Dette skyldes at det i nyere tid har vært større innsats på korall-kartlegging til havs enn i de kystnære områdene. Denne kartleggingen er motivert av at oljeindustrien tidlig på 1990-tallet oppdaget Sularevet, samtidig som det ble rapportert at bunntørling holdt på å rasere store deler av *Lophelia*-revene til havs. Nye korallrev har jevnlig blitt oppdaget i områder som var aktuelle for oljeboring og legging av rørledninger, og det er satt i gang ny forskning om mulige effekter av borekaks. Parallelt med dette er flere korallrev oppdaget og kartlagt gjennom den systematiske MAREANO-kartleggingen som gjøres av Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse og Kartverket. Når været har vært for dårlig til å kartlegge ute på kontinentalsokkelen, har interessante kyst- og fjordområder blitt undersøkt.

### Andre trusler ved kysten

De kystnære korallrevene er høyst sannsynlig ikke mindre truet enn de til havs, men det er andre trusselfaktorer her enn i åpne farvann. Oppdrettsanlegg står for økt tilskudd av organiske partikler, og oppankringen kan knuse korallene, på samme måte som fiske med line og bunn-garn. Avrenning av næringssalter fra land kan endre planteplanktonproduksjonen og oksygeninnholdet i vannet. Mengden av søppel som finner veien ut i havet ser ut til å være større nær bosetninger enn ute i havet. De siste årene har flere problemstillinger blitt aktualisert, for eksempel dumping av steinmasser i fjorder i forbindelse med tunellbygging og gruvedrift. På toppen av disse trusselfaktorene kommer det faktum at eventuelle klimaendringer



Syd for Otterøya, ytterst i Hardangerfjorden ligger det et stort og flott korallrev på terskelen som krysser fjorden på ca. 140 m dyp.



med økt temperatur kan få større utslag i fjordene med dramatiske konsekvenser for kaldtvannsarter som *Lophelia pertusa*.

### Viktig med kartlegging

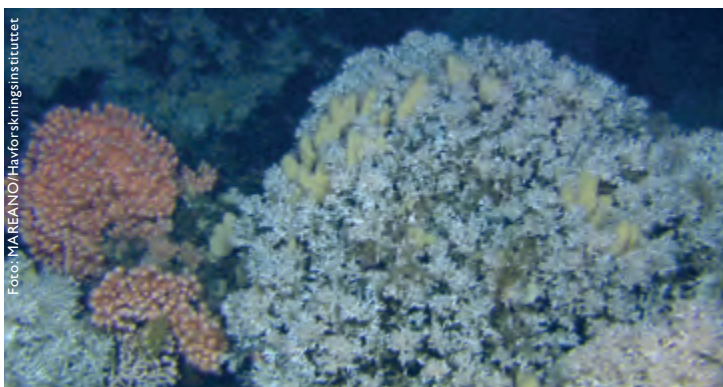
Bedre kunnskap om korallrevene langs kysten er viktig for å kunne foreslå relevante verneområder. I tillegg er det viktig å tilpasse næringsaktivitetene slik at det ikke oppstår skader på revene og for å utnytte en stor naturressurs i form av naturrikdom som samfunnet lettere kan ta til seg med dokumentasjon av korallrevene. Basiskartlegging er også påkrevet for å kunne vurdere eventuelle endringer i korallrevens helsetilstand. Disse revene kan tenkes å være utsatt for klimaendringer, effekter av oppdrett, andre utslipp osv. Det er derfor viktig å kartlegge og overvåke de kystnære revene for å unngå mer eller mindre ubotelige skader.



Sjøtørrer på korallrev i Stjernesund. Reke og medusahode er vanlige arter på denne hornkorallen.



En albino blomsterreke (*Pandalus propinquus*), også kalt korallreke, på revet syd for Otterøya.



Steinværrevet i Andfjorden er stort og generelt i god stand, men det er påvist skader fra fiskegarn som har satt seg fast.

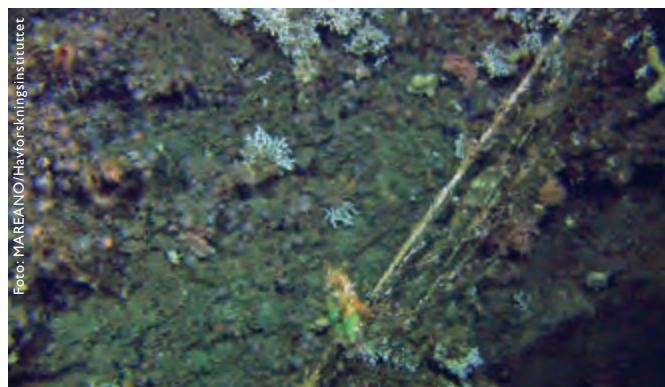






Foto: Havforskningsinstituttet

# Hvordan påvirkes Porsangerfjorden av kongekrabbe og klimaendringer?

Kartlegginger og laboratorieeksperimenter viser at det i snitt er nok bunndyr til én kongekrabbe per 1000 m<sup>2</sup> i Porsangerfjorden. Per i dag huser Porsangerfjorden minst to kongekrabber per 1000 m<sup>2</sup>, og en større invasjon er ventet. Forskerne undersøker hvordan krabbebeitingen og de ventede klimaendringene vil påvirke økosystemet i fjorden.

ARNE BJØRGE | arne.bjorge@imr.no og LIS LINDAL JØRGENSEN

I årene 2008 til 2011 gjennomførte Havforskningsinstituttet omfattende økosystemundersøkelser i Porsangerfjorden (EPIGRAPH-prosjektet). Et av hovedfokusene var endringer i bunndyrssamfunnet i en fase der fjorden både blir invadert av kongekrabber og utsatt for klimaendringer.

## Tema for flaggskip

Det er ventet at kongekrabbene vil etablere seg så tett i Porsangerfjorden at det vil påvirke den øvrige bunndyrsfaunaen. I EPIGRAPH-prosjektet så vi at endringer i vindmønster og avrenning fra land (fra endringer i nedbør) har stor betydning for om egg og larver av kongekrabbe og

kysttorsk blir værende i fjorden eller om de blir skylt ut i kyststrømmen og dermed tapt for Porsangerfjorden.

Det tar tid å påvise effekter på økosystemet av klimaendringer. Derfor er noe av aktiviteten som startet opp i EPIGRAPH videreført i Framsentersamarbeidet «Effekter av klimaendringer på fjord- og kystøkosystemer i nord» (se faktaboks) eller «Flaggskip fjord og kyst» som det kalles til daglig.

## Kongekrabben kan få knapt med føderessurser

Publiserte undersøkelser viser at kongekrabben kan drepe opptil ca. 200 gram bunndyr i døgnet når den spiser. Porsangerfjorden har opptil 50 kg «byttedyr» per 1000 m<sup>2</sup> for kongekrabben. Beregninger viser at tilveksten på byttedyrene varierer avhengig av lokalitet i fjorden og gir føde til mindre enn én krabbe per 1000 m<sup>2</sup> i de mest produktive områdene. Krabbetettheten i Porsangerfjorden i 2009 var opptil to krabber per 1000 m<sup>2</sup>. I Laksefjorden, der kongekrabbeinvasjonen har pågått i lengre tid, finner vi opptil 12 krabber per 1000 m<sup>2</sup>. Derfor er det svært

Foto: Havforskningsinstituttet



Figur 1. Sjóstjernen *Ctenodiscus crispatus* ble funnet i store mengder enkelte steder i Porsangerfjorden.



sannsynlig at krabben vil beskatte den stående byttedyrsbiomassen i Porsanger.

### Færre bunndyr noen steder

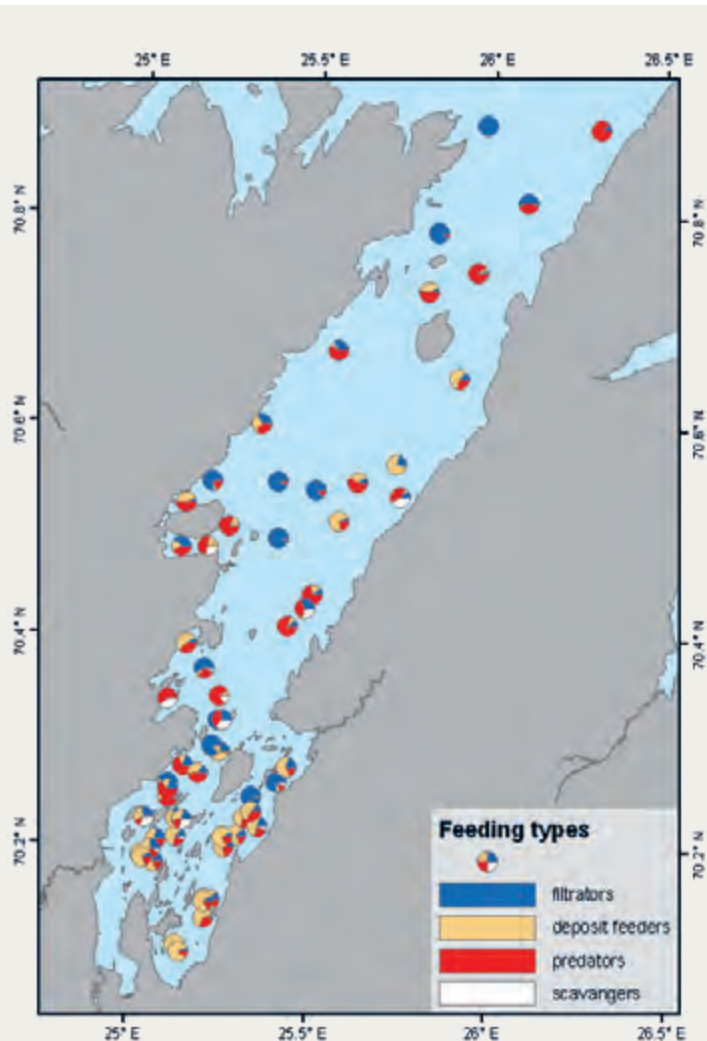
Under krabbeinvasjonen ble samme havbunn i Porsanger undersøkt flere ganger med års mellomrom. Undersøkelsene viser en nedgang i bunndyr i deler av området. Det er spesielt skjell, sjøstjerner og rørbyggende mark som er redusert i både antall og i biomasse. Sjøstjernen *Ctenodiscus crispatus* ble funnet i store mengder i deler av Porsangerfjorden (figur 1), men på enkelte stasjoner var denne arten nesten borte da bunnen ble undersøkt igjen etter noen år.

### Tre regioner av bunndyr

Undersøkelsen i Porsangerfjorden inkluderer trålhal fra hele fjorden, og det ble registrert over 150 ulike arter bunndyr. Disse dyrene lever hovedsakelig oppå eller rett under sedimentoverflaten. Resultatene viser at bunndyrene kan deles inn i tre store samfunn. Disse samfunnene deler opp Porsangerfjorden i regioner. I den ytre delen som er mest påvirket av havet utenfor, dominerer svamper og andre dyr som filtrerer havstrømmen som passerer forbi. I den midtre delen av fjorden er det mye krepssdyr som hovedsakelig er jegere som spiser andre dyr. Innerst, der fjorden er mer innelukket, er mange av stasjonene dominert av ulike pigghuder og skjell som spiser på det organiske stoffet som ligger på havbunnen (figur 2). Hvilke dyr som lever på de ulike stedene blir blant annet avgjort av bunnforhold, temperatur, strøm og tilgang på mat.

### Reker fra istiden

Nesten 300 meter under overflaten innerst i Porsangerfjorden ligger de to kalde dypvannsbassengene Austerbotn og Rotensjøen. I dypvannsbassengene ble det blant annet funnet store individer av reken *Sclerocrangon ferox* (figur 3). For å finne det samme dyret andre steder, må en dra langt nord i Barentshavet. En slik art kan ha overlevd i bassengene helt siden siste istid. Da isen trakk seg tilbake etter siste istid ble vannet i Porsangerfjorden gradvis varmere, mens bunnvannet i disse to dyphavs-bassengene holdt seg kaldt. Temperaturen forble sannsynligvis under 0 °C hele året, og dyrene som lever her kan være sperret inne av det «varme» vannet rundt dypvannsbassengene. Siden noen av de arktiske artene sannsynligvis vil få problemer med å reetablere seg om de skulle forsvinne fra fjorden, kan disse bassengene være sårbare for påvirkning utenfra, både klimaendringer og predasjon av kongekrabbe. Siden de trenger så lav temperatur for å overleve, er det sannsynligvis ingen kontakt mel-



Figur 2. Porsangerfjorden hvor hver stasjon er angitt med fordelingen av fødetyper. Filtrators filtrerer vannet for fødepartikler, deposit feeders spiser organiske partikler som ligger på havbunnen, predatorer er jegere, mens scavengers spiser døde dyr.



Figur 3. Sandreken *Sclerocrangon* og bløtkorallen *Capnella*.



lom de forholdsvis små rekebestandene i Porsanger og de som er funnet lenger nord i Barentshavet.

### Isfjorden: en fjord uten kongekrabbe

Det kan være vanskelig å skille mellom effekter på bunndyrssamfunn som skyldes klimaendringer og effekter som skyldes forhold som invasjon av fremmede arter, for eksempel kongekrabbe. Derfor

gjennomførte Havforskningsinstituttet i samarbeid med PINRO, UNIS, UiT og Akvaplan-niva i august 2012 en tilsvarende undersøkelse av bunndyrssamfunn i Isfjorden på Svalbard (figur 4). Isfjorden er på samme måte som Porsangerfjorden, en åpen fjord uten ytre terskel, men med et kaldt, indre fjordområde. Kongekrabben har ennå ikke kommet til Svalbard, så dette gir en unik anledning til å sammen-

ligne bunndyrssamfunn i en fjord med og uten kongekrabbe. I Porsangerfjorden startet undersøkelsen så tidlig at en fikk med tilstanden før effektene av krabben ble dominerende.

Allerede før prøvene fra Isfjorden er analysert (figur 5), kan vi si at det er store forskjeller i bunndyrssamfunnet i ytre og indre del av fjorden (Billefjorden).

Foto: Havforskningsinstituttet



Figur 4. Bunnpøver fra Isfjorden vaskes for å få fram de bunndyrene som lever på og i sedimentene.

Foto: Havforskningsinstituttet



Figur 5. Det var stor forskjell på bunndyrssamfunn i ytre og indre deler av Isfjorden.

FAKTA

## Flaggskip fjord og kyst

Flaggskipet blir ledet av Havforskningsinstituttet og Akvaplan-niva, og er inne i sitt tredje år. I 2012 hadde flaggskipet 7 millioner kroner til disposisjon, og disse ble fordelt på 14 prosjekter som er delt inn i tre områder: «Fysisk-biologisk kopling: Oseanografi og habitatbruk hos predatorer og deres byttedyr», «Struktur, funksjon og endringer i arktiske og boreale fjordøkosystemer» og «Den menneskelige dimensjonen av økosystemresponser på klimaendringer».

I 2012 ble det gjennomført en grunnleggende geologisk kartlegging av havbunnen i Porsangerfjorden (NGU), mens bunndyrsundersøkelsen ble flyttet til Isfjorden på Svalbard. Studier av laksefisk og sjøfugl var viktige tema i 2012. Det samme var studier av bunndyr, ålegrassenger og forholdet mellom kråkeboller og tare. Innsamling av Lokal Økologisk Kunnskap (LØK) har også vært et prioritert tema, særlig knyttet til sjøsamiske tradisjoner i Porsangerfjorden.

## EPIGRAPH - Hardangerfjorden

# Frå forskning og kartlegging til heilskapleg forvaltingsplan



Instituttprogrammet EPIGRAH har skaffa til veges god kunnskap om miljøstatusen i Hardangerfjorden. Det gjer at vi med større sikkerheit kan seia noko om tilstanden i fjorden, kva som har endra seg dei siste 50 åra og korleis fiskeoppdrett har påverka økosystemet.

ØYSTEIN SKAALA | oystein.skaala@imr.no, LARS ASPLIN, VIVIAN HUSA, PÅL BUHL-MORTENSEN og EINAR DAHL

I Hardangerfjorden finn vi ein av dei tettaste konsentrasjonane av oppdrettsanlegg i Noreg, og produksjonen har auka frå knapt 20 000 tonn i 1997 til kring 80 000 tonn i 2012. Dette er om lag 10 000 gonger meir enn mengda av villaks og sjøaure i dei 27 vassdraga med laks og aure, og der det tidlegare var eit aktivt rekreasjonsfiske.

## Endringar og kva dei skuldast

I føringane frå Fiskeri- og kystdepartementet i høve EPIGRAPH var det mellom anna lagt vekt på tilhøvet mellom havbruksnæringa og fjord- og kystøkologi (rømt oppdrettslaks og påverknad på villaks og sjøaure, sjukdomsoverføring, effektar av utslipp o.a.). Økosystemundersøkingar er interessante, men krevjande – særleg i dei tilfella der ein ønskjer svar på om det har skjedd endringar i delar av økosystemet og kva faktorar som eventuelt har utløyst endringane. Desse spørsmåla er spesielt aktuelle

i område med stor næringsaktivitet, men ofte manglar det bakgrunnsdata som kunne gjort det lettare å avdekkja årsakene til endringane.

## Kva vi veit og ikkje veit

I Hardangerfjordregionen fins det mange naturverdiar – gytefelt for fjordtorsk og brisling, viktige oppvekst- og beiteområde o.a., og eit rikt biologisk mangfald frå grunne til svært djupe sjøområde. Mange forhold må vera intakte for at eit økosystem skal kunna produsera fisk og andre fornybare marine ressursar og samstundes husa eit rikt biologisk mangfald. EPIGRAPH har resultert i ein langt betre kunnskap om miljøstatusen i Hardangerfjorden, og gjer det lettare å sortera mellom akutte, små, vesentlege og fiktive problem. Samstundes har vi identifisert område der vi framleis manglar kunnskap, som til dømes situasjonen for leppefiskane og korall- og svamphabitata. Livet i fjorden vert også påverka av

vasskraftproduksjon som endrar avrenninga frå fleire vassdrag. Ei god stund framover må vi dessutan leva med gamle synder med dumping av større mengder tungmetall i Sørfjorden, som avgrensar bruken av einskilde skaldyr og fiskeslag.

## God vasskvalitet og varmare i overflata

Vasskvaliteten i Hardangerfjorden er svært god. Tidevasssyklusen og kraftige pulsar av kystvatn i øvre vasslag som trengjer inn forbi midtre delar av fjorden, gjev god utskifting. Undersøkingane viser også gode oksygentilhøve i botnvatnet og god tilstand i botndyrsamfunna i djupbassenga. I ytre delar av Hardangerfjorden (Husnesfjorden) var tilstanden i botndyrsamfunna svært god, men ein høg førekomst av opportunistiske artar som til dømes børstemakkar gjev grunn til å følgja tilstanden nøye i åra som kjem. Det vart ikkje registrert forringa vasskvalitet som følgje av fis-





Figur 1. Nærbilete av ein korallkreps.

keoppdrett, men innfor ein avstand på 400 meter frå anlegga er det registrert høgare ammoniumverdiar enn normalt. Temperaturmålingane ved Ytre Utsira som går tilbake til 1955, reflekterer i stor grad utviklinga innover i fjorden. Det er vist ein auke i årsgjennomsnitt på om lag 1,5 grader i overflatevatnet som følgje av generelle klimasvingingar.

#### Meir brunalgar i midtre delar

Makroalgسامfunna i fjorden har endra seg mot høgare artsrikdom og fleire «varmekjære» artar sidan 1950-talet. Mange raudalgar veks no lengre innover i fjorden, noko som tyder på at overflatevatnet i fjordarmene er noko saltare enn tidlegare. Førekosten av store habitatbyggjande artar som tang og tare har ikkje endra seg.

Det er imidlertid dokumentert mykje trådforma, opportunistiske brunalgar særleg i midtre delar av fjorden. Tilsvarande fenomen er registrert ute på kysten. Årsaka er ikkje er klar, og dette må følgjast opp vidare.

#### Rik på svamp og korallar

Tilstanden til artsrike og sårbare djupvasshabitat av korall og svamp vart kartlagt i delar av fjorden ved hjelp av videoriggen til MAREANO-programmet. Det vart registrert 195 taksonomiske grupper, 94 av desse til artsnivå, og vi kan konkludera med at Hardangerfjorden er artsrik. Videoanalyse på fleire stasjonar skaffa til veges kvantitative data på dyresamfunna som finst på botn. Det vart registrert skadar på sjøtre og glaskorallar grunna

knusing. Omfanget av sedimentering av partiklar var meir omfattande enn ein har registrert andre stader. Botnfauanaen i midtre delar av fjorden viste moglege teikn til anriking. Det fins ikkje bakgrunnsinformasjon som kan brukast for å vurdere om habitata til megafaunaen (dyr større enn 5 cm) har endra seg i mengde og utbreiing. Basisundersøkingar må gjerast grundigare enn dette studiet tillét.

#### Brisling og andre fiskesamfunn

Års- og storleiksvariasjonen i diettval hos brisling vart undersøkt. Brislingen har eit breitt spekter av organismar på menyen. Planteplankton (kiselalgar) og meroplankton (organismar som er planktoniske berre i delar av livssyklusen) dominerer om våren, medan egg av krill og kopepodar er viktigast om hausten. Trass i aukande mengde dyreplankton mot utløpet av fjorden, vart det registrert mest brisling i indre fjordarmar. Dei populasjonsgenetiske undersøkingane viste at brislingen som lever i dei ulike fjordane på Vestlandet er svært like, samstundes som dei skil seg frå både nordsjøbrisling og brisling i Irskesjøen. Brislingen i Austersjøen er svært ulik alle dei andre.

Vi fann ingen klare endringar i dei undersøkte fiskesamfunna, med unntak av ein markant reduksjon i førekosten av skater. Det vart også registrert meir høgjel enn tidlegare, og dessutan var det høge kvikksølvverdiar i brosmes og lange i Sørfjorden og Eidfjord. Det manglar bakgrunnsdata som kan avdekkja even-



Figur 2. Blautbotnkorallskog ytst i Onarheimsfjorden.

tuelle konsekvensar av omfattande fiske og utsetjing av leppefisk.

### Lakselus reduserer sjøaurebestandane

Teljingar og merkeforsøk med utvandrane sjøauresmolt og tilbakevendande gytefisk i Guddalselva viser ei kritisk låg overleving i sjøfasen for sjøaure i midtre del av fjorden, og at lakselus spelar ei rolle. Fiskehelsa hos oppdrettslaksen (og hos ein del rømt oppdrettslaks) er problematisk i Hardangerfjorden. Det nasjonale overvåkingsprogrammet på lakselus viser svært høge infeksjonsnivå på sjøaure i midtre og ytre del av Hardangerfjorden, periodevis også på utvandrane laksesmolt, med bestandsreduserande konsekvensar. Dette samsvarar med den reduserte sjøoverlevinga som er avdekt hos sjøaure frå Guddalselva.

### Rømt oppdrettslaks er eit problem

Mengda av rømt laks som er registrert i vassdrag i Hardangerfjorden ligg i området *moderat* eller *høg risiko* for genetisk påverknad. Det er vist endringar i fleire av bestandane på grunn av rømt oppdrettslaks, og dei genetiske endringane i laksebestanden i Opo er særleg omfattande. Den ville laksebestanden i Etnevasstraget, som er den største bestanden på Vestlandet, er framleis lite påverka av rømt laks. Som ei mellombels

sikring av bestanden vart det gjennom EPIGRAPH lagt inn eit breitt materiale frå tre årsklassar i genbanken for villaks.

Fleire tilfelle av urapportert rømming frå oppdrettslaks vart registrert. Dette saman med ufullstendig nasjonal overvaking og manglande tiltak, er framleis eit problem for laksebestandane i Hardangerfjorden.

### Dynamisk og heilskapleg forvaltning

EPIGRAPH viser at samstundes som påverknadsfaktorane endrar seg i tid og

rom, endrar også miljøet seg som følge av klimasvingingar. Menneskeleg påverknad og bereevna i eit fjordområde er såleis ikkje statiske omgrep. Difor treng vi ein heilskapleg, dynamisk forvaltingsplan for Hardangerfjorden, ikkje minst for stadeigne ressursar, slik at artsrike og sårbare habitat, viktige gytefelt og viktige oppvekst-, beite- og rekreasjonsområde vert ivaretekte.



Foto: EPIGRAPH, Havforskningsinstituttet

Figur 3. Sjøkreps på 165 meters djup utanfor Granvinsfjorden.

## FAKTA

# EPIGRAPH

Hardangerfjorden har vore arbeidsplass og spiskammer for folk gjennom 8000 år, og er difor ein viktig del av livsgrunnlaget, kulturen og rekreasjonen til menneska langs fjorden. Fjorden strekkjer seg 179 km innover i landet og er dermed Noregs nest største og verdas tredje største fjord. Mange ulike aktivitetar føregår i Hardangerfjorden: fiske, fiskeoppdrett, turistsfiske, reiseliv, rekreasjon, utdanning og transport. Fjorden er også resipient for mange typar utslepp.

På grunn av behovet for dokumentasjon av miljøtilstanden og samspelet i økosystema i kyst- og fjordområda vart det teke initiativ til EPIGRAPH – Ecological Processes and Impacts Governing the Resilience and Alternations in the Porsangerfjord and the Hardangerfjord.

Takk vere Norske Havforskeres Forening sitt prosjekt «The Natural History of the Hardangerfjord» frå 1950-talet var vi ikkje på bar bakke i Hardangerfjorden. Dei studerte vasskjemi, siktedjup, plante- og dyreplankton, makroalger, botnlevande dyr og fiskesamfunn. Men dette var ikkje dei fyrste registreringane. Universitetet i Bergen sine utgravingar av Sævarhellaren i Jondal gir eit lite innblikk i det marine livet, og fortel at alt for 8000 år sidan hadde ein stor glede av sjømat langs Hardangerfjorden. Under hellaren var det spor etter blåskjel, strandsnegl, berggylt, torsk, sei, lyr, ål, sild, makrell, laks, aure og dessutan sjøpattedyr som sel og oter.

Seinare utførte eventyrkongen P.C. Asbjørnsen (1853) og James A. Grieg (1913) omfattande registreringar av plante- og dyreliv, sistnemnde med utgangspunkt i Utne. Undersøkingane var kvalitative, og har difor visse avgrensingar når det gjeld å kvantifisera endringar i økosystemet som følge av seinare næringsaktivitet. Stasjonsnettet til Norske Havforskeres Forening var imidlertid såpass nøyaktig at det kunne fungera som utgangspunkt for ein del undersøkingar av makroalgar og fisk, der vi samanlikna førekomst og utbreiing av artar for 50 år sidan og i dag.

Problemstillingane som forvaltinga ville ha undersøkt var samansette og omfatta heile næringskjeda samt menneskelege påverknadsfaktorar både i sjø og vassdrag. Alt dette kunne ikkje dekkjast innafor dei økonomiske rammene til EPIGRAPH, men den tverrfaglege strukturen, der ulike forskingsmiljø og forskingsinstitusjonar samarbeidde, var kostnadseffektiv. Fagmiljøa opplevde dette som ei oversiktleg, fagleg og sosialt god og effektiv samarbeidsform. Dette er reflektert i 14 vitskaplege artiklar, som anten er publiserte eller under publisering i internasjonale fagtidsskrift. Fire masterstudentar er uteksaminerte i samband med prosjektet, som også er breitt formidla til ålmenta blant anna med filmen «Fjordens liv». Dei opne formidlingsmøta som vart haldne undervegs viste at ålmenta er svært interessert i det marine nærmiljøet og forskingsaktiviteten.



# Atlantisk torsk – én art, flere ulike bestander

Genetiske undersøkelser har vist at torsk som gyter på forskjellige steder langs norskekysten tilhører ulike bestander, men årsaken til de genetiske forskjellene er ukjent. Nye resultater viser at det ikke er vesentlige forskjeller i egenvekten på torskeeggene, men det fysiske miljøet bestemmer vertikalfordelingen og dermed den horisontale spredningen. De siste årene har sannsynligvis også vannkraftutbygging spilt en viktig rolle.

MARI S. MYKSVOLL | mari.myksvoll@imr.no, KYUNGMI JUNG og SVEIN SUNDBY

Med utgangspunkt i grunnleggende biologiske og fysiske forhold har vi undersøkt hvilke mekanismer som bidrar til å skille, og hvilke som bidrar til å blande bestander av atlantisk torsk (*Gadus morhua* L.). Vi har fulgt eggene fra de produseres i hunnfisken, gjennom det planktoniske eggstadiet der de driver med strømmen og fram til larvestadiene når larvene kan begynne å kontrollere den videre pelagiske driften fram mot området hvor de bunnsår.

Kysten av Nord-Norge er et område der det er særlig vitenskapelig interesse for å undersøke disse mekanismene nærmere. Her gyter skreien, som er verdens største torskebestand, tett opp til kysten side ved side med små bestander av kysttorsk og fjordtorsk. Disse bestandene er genetisk forskjellige fra skreien, men alle er likevel atlantisk torsk. Egg og seinere larver og yngel fra skreien driver nordover med kyststrømmen og sprer seg over store deler av Barentshavet, mens de mange kyst- og fjordtorskbestandene utvikler

seg til yngel i lokalt avgrensede områder langs kysten.

## Skreieggene flyter i overflaten

Vi har undersøkt mekanismene som gjør at eggene fra bestander av fjordtorsk og kysttorsk holdes adskilt fra skreieggene. Svaret på denne problemstillingen begynner med eggenes flyteevne og den vertikale fordelingen av dem. Skreien har, som de fleste av de andre bestandene av atlantisk torsk, *pelagiske egg*. Det er egg som er litt lettere enn sjøvannet de flyter i, gjennomsnittlig ca. 0,001 g/cm, nok til at de stiger med en hastighet på 3–4 meter per time. Men urolige bevegelser i sjøen, altså *turbulens*, fra kilder som vind, bølger og tidevann bidrar til å blande dem ned igjen. Resultatet er at de pelagiske eggene kan blandes ned til 50–60 meters dyp avhengig av hvor sterke blandingskreftene er, men alltid med økende konsentrasjon mot overflaten. Dette gjør at eggene føres nordover med Kyststrømmen. Når eggene klekkes etter ca. 3 ukers drift begynner

larvene straks med en vertikal adferd som gjør at de aktivt unngår de øverste 5–10 m av sjøen, men siden de fremdeles befinner seg grunnere enn 50–60 meter, fortsetter de å bli ført nordover med Kyststrømmen mot Barentshavet.

## Store individuelle variasjoner

Populasjonene av kyst- og fjordtorsk har andre startbetingelser enn skreien. Vi har lenge spekulert på om disse bestandene har utviklet tyngre egg enn skreien, slik at eggene blir fordelt dypere i vannsøylen. Men grundigere målinger av spesifikk vekt for egg fra de ulike bestandene viste at forskjellene hadde andre årsaker. For det første fant vi at det er systematiske endringer i spesifikk vekt fra gyting til klekking, en generell utvikling som gjelder alle fiskeegg. Det betyr at eggene må måles kontinuerlig gjennom hele denne tidsperioden og ikke bare på et tilfeldig stadium, dersom vi skal få et riktig bilde av flyteevnen. Etter gyting blir eggene litt tyngre på grunn av at noe av det salte

sjøvannet i eggets omgivelser begynner å trenge inn i embryoet. Etter noen dager begynner imidlertid embryoets osmoregulering å fungere bedre: det salte sjøvannet skilles ut og eggnet blir lettere igjen. På slutten av eggutviklingen blir eggnet på nytt tyngre, som følge av embryoets organutvikling. Men den største årsaken til forskjeller i eggenes vekt ligger nedfelt allerede i morfiskens rognproduksjon, og resultatene viser at de individuelle forskjellene er større enn forskjellene mellom de ulike populasjonene. Det er tykkelse på eggskallet som har størst betydning, dette varierer mye fra fisk til fisk. Men vi fant ingen systematiske forskjeller mellom de ulike bestandene av kysttorsk, eller mellom kysttorsk og skrei.

### Miljøet bestemmer vertikalfordelingen

Årsaken til at vertikalfordelingen til eggene fra kysttorsk og skrei er ulik, er altså ikke forårsaket av biologiske forskjeller. Men derimot kan grunnleggende forskjeller i de fysiske omgivelsene hvor gytingen foregår gi forskjeller i vertikalfordelingen. Det er kjent at kysttorsk gyter langt inne i fjordene, gjerne i nærheten av elvemunninger. Gytingen skjer om våren, den tiden på året da snøsmeltingen starter og vannføringen øker raskt. Høy ferskvannsavrenning til fjordene gjør at et brakkvannslag dannes med lav salttholdighet og sterk strøm ut av fjorden. Muligheten for at torskeeggene raskt blir transportert ut av fjorden er derfor stor hvis de befinner seg i overflatelaget. Men resultatene våre viser at torskeeggene er tyngre enn overflatevannet, dermed synker de under brakkvannslaget. På den måten unngår de å bli transportert ut av fjorden

og blir værende i nærheten av gyteområdet. Det er viktig å påpeke at det ikke nødvendigvis er negativt for torskeegg å bli transportert ut av fjorden. Det finnes mange gode oppvektsområder på kysten og nordover mot Barentshavet. Men det er uvisst om dette individet er i stand til å finne tilbake til "sin fjord", og muligheten for å bli en skrei er da relativt stor. Derfor er det viktig for den enkelte fjordbestand at avkommet blir værende igjen innenfor et begrenset geografisk område og dermed rekrutterer til den lokale bestanden. En liten bestand med en begrenset geografisk utstrekning (eksempelvis en fjord) er sårbar for endringer i sitt lokale miljø. Hvis den lokale rekrutteringen svikter, vil bestanden reduseres fordi den ikke får "påfyll" utenfra. Flere ytre påvirkningsfaktorer kan føre til endringer i det lokale miljøet, deriblant overfiske, klimaendringer, ferskvannsregulering, akvakultur og habitatendringer (på grunn av nedbeitet taeskog, gruveavfall eller lignende).

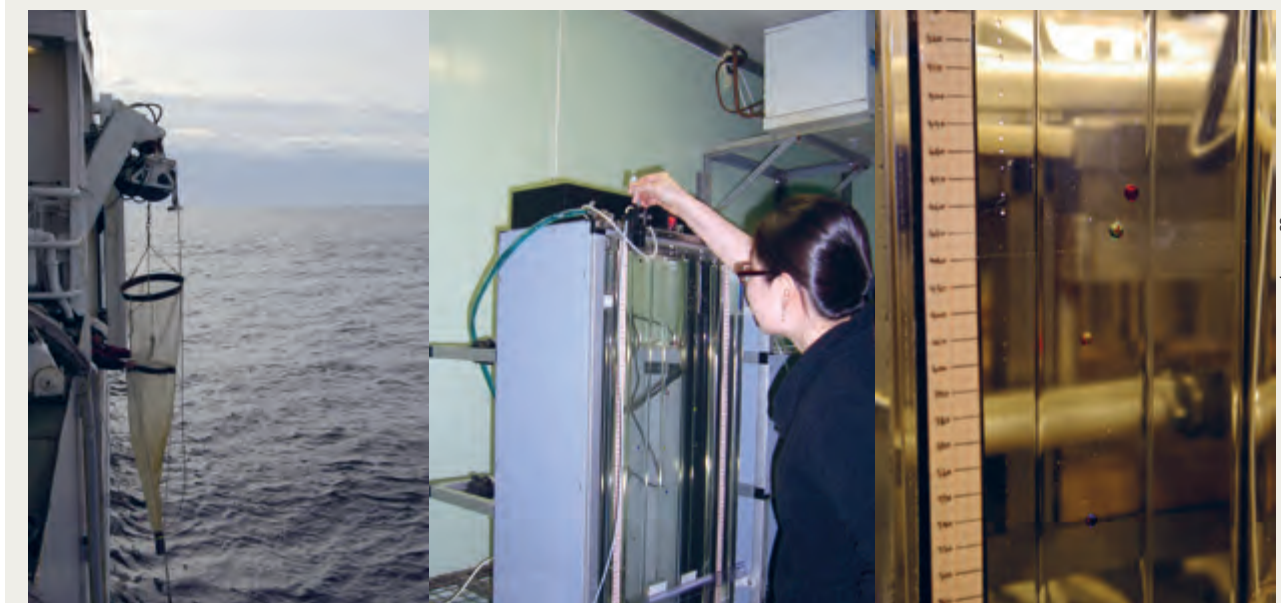
### Vannkraftverk negativt for fjordtorsk

Siden 1970-tallet har utbygging av vannkraftverk langs norskekysten akselerert, og mange fjorder er nå påvirket på ulike måter. Vannkraftverk påvirker ferskvannsavrenningen på flere måter, deriblant endret sesongsyklus og endring i total årlig middelavrenning. Ved bygging av dammer blir noen elver tørrlagt, mens vannføringen øker i en annen elv. Men også tidspunktet for utslipp er veldig viktig. En upåvirket elv har lav vannføring om vinteren, økende om våren og høyest vannføring i forbindelse med en vår/sommerflom. Når elven blir regulert, endres denne sesongsyklusen ved at vannet



Figur 1. Forskjellige stadier av torskeegg.

Foto: Anders Thorsen



Figur 2. Innsamling av torskeegg på tokt (venstre) som plasseres i en tetthetskolonne (midten, høyre) for å måle tyngden på egg.

Foto: Kai Christensen/Mari Skjægedal Myksevoll



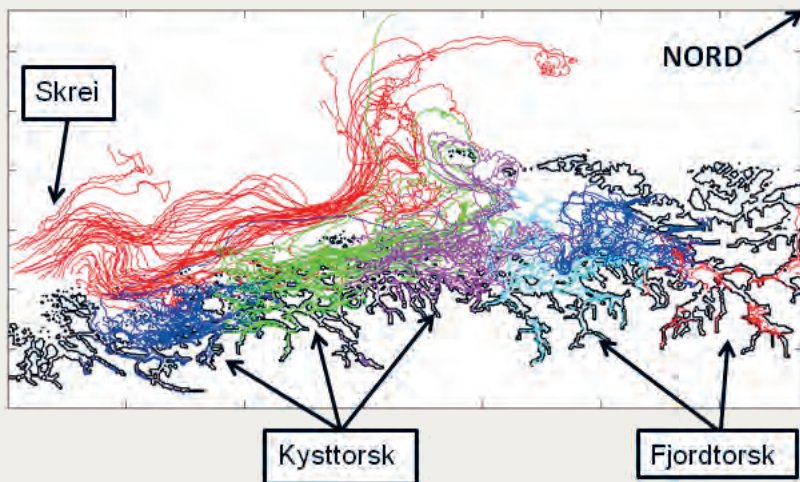
holdes tilbake om sommeren og slippes ut om vinteren. Den naturlige variasjonen i avrenning viskes ut og erstattes med tilfeldige og raske endringer forårsaket av utslippet fra kraftverket. Kjøringen av kraftverket påvirkes av etterspørsel på strøm og svingninger i kraftmarkedet, og er lite påvirket av nedbør og snøsmelting den aktuelle perioden. For kysttorsk, som gyter i mars/april, fører dette til høyere avrenning i fjorder med kraftverk enn i

upåvirkede fjorder. Resultatene våre viser at 20 % flere torskkeegg blir transportert ut av fjorden på grunn av regulerte elver. Dette skjer hovedsakelig på grunn av endringen i sesongsyklus som gir kraftigere strøm i havoverflaten tidligere på året enn vanlig. Når det slippes ut store mengder ferskvann i fjordene om vinteren, dannes et brakkvannslag som hindrer vertikal blanding av vannmassene og overflatevannet blir kjølt ned. Når egg og larver

oppholder seg i det kalde vannet, tar utviklingen lenger tid og avkommet kan spres utover et stort område. Dette kan ha negative konsekvenser for rekrutteringen til den lokale fjordtorskbestanden. Derfor kan vi ikke utelukke at kraftverksutbyggingen har bidratt til nedgangen i fjordbestandene.

### ”Hjem” for å gyte

Det fysiske miljøet langs norskekysten har lagt forholdene til rette for at kyst- og fjordtorsk kan danne separate og bærekraftige bestander, ved å holde avkommet adskilt i ulike områder. Men de fysiske forholdene er ikke tilstrekkelig for å slutte livets sirkel som genetisk separate bestander. Også biologiske mekanismer i andre faser av fiskens liv må være aktive, mekanismer som har vært utenfor fokuset for vår undersøkelse. Ungfisk og voksen fisk har et stort potensial til å aktivt vandre langt ut over det begrensede område som utgjør det naturlige habitatet for en kyst- eller fjordtorskbestand. Likevel indikerer de genetiske forskjellene at gytefisken søker tilbake til de opphavelige gytefeltene, altså at det foregår en sterk grad av ”homing”, eller en form for ”preging” av individene som gjør at de søker tilbake til området de befant seg i i begynnelsen av livet. Dette er et tema som krever videre undersøkelser for at vi fullt ut skal forstå populasjonsdynamikken for de ulike torskbestandene.



Figur 3. Transport av torskkeegg langs Helgelandskysten fra skrei (rødt), kysttorskbestander (blå, grønn, rosa) og fjordbestander (lyseblå, rød).

## Tilstanden i økosystem Nordsjøen og Skagerrak

Varmt vann preget Nordsjøen og Skagerrak vinteren 2012, og det var store endringer i forekomsten av dyreplankton. Det var god rekruttering til 2012-årsklassen av øyepål. Gytebestanden av hyse, sei og høstgytende nordsjøsilde er i god forfatning. Selv om gytebestanden av torsk gradvis har økt de siste årene, er tilstanden urovekkende. Tobis, torsk og silde har fortsatt lav rekruttering.

ELSE TORSTENSEN | else.torstensen@imr.no, leder forsknings- og rådgivningsprogram økosystem Nordsjøen

### Sammendrag

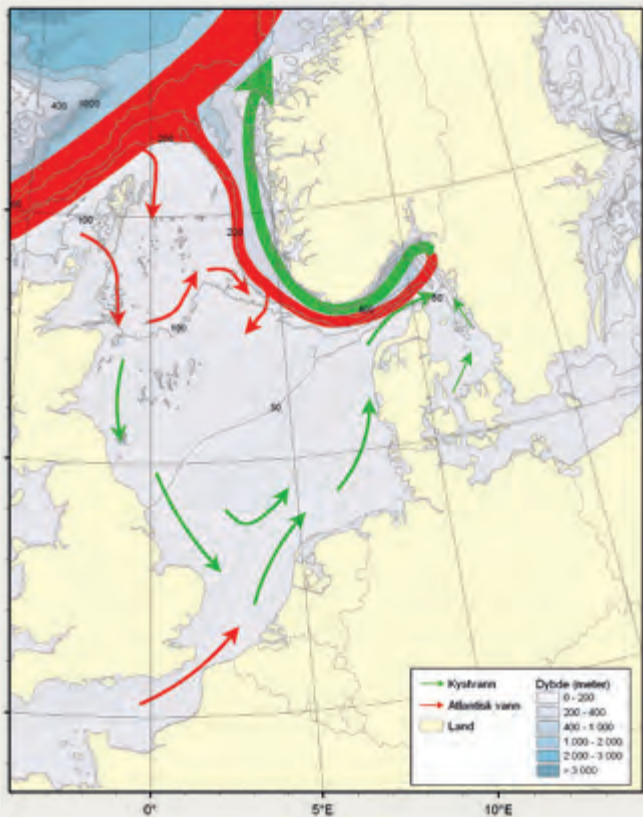
#### Temperatur

Vinteren 2012 var relativt varm i Nordsjøen og Skagerrak, samtidig som innstrømmingen av atlantehavsvann var relativt høy. Resten av året var temperaturforholdene mer normale i overflaten, mens dypvannet har vært varmt. Innstrømmingen av atlantehavsvann avtok betraktelig resten av året og følger en nedadgående trend fra 2007, med 2011 som unntak. Etersom den reduserte avkjølingen vinteren 2012 ble etterfulgt av svakere oppvarming sommerstid, ble varmeinnholdet i Nordsjøen noe redusert for året sett under ett.

#### Plankton

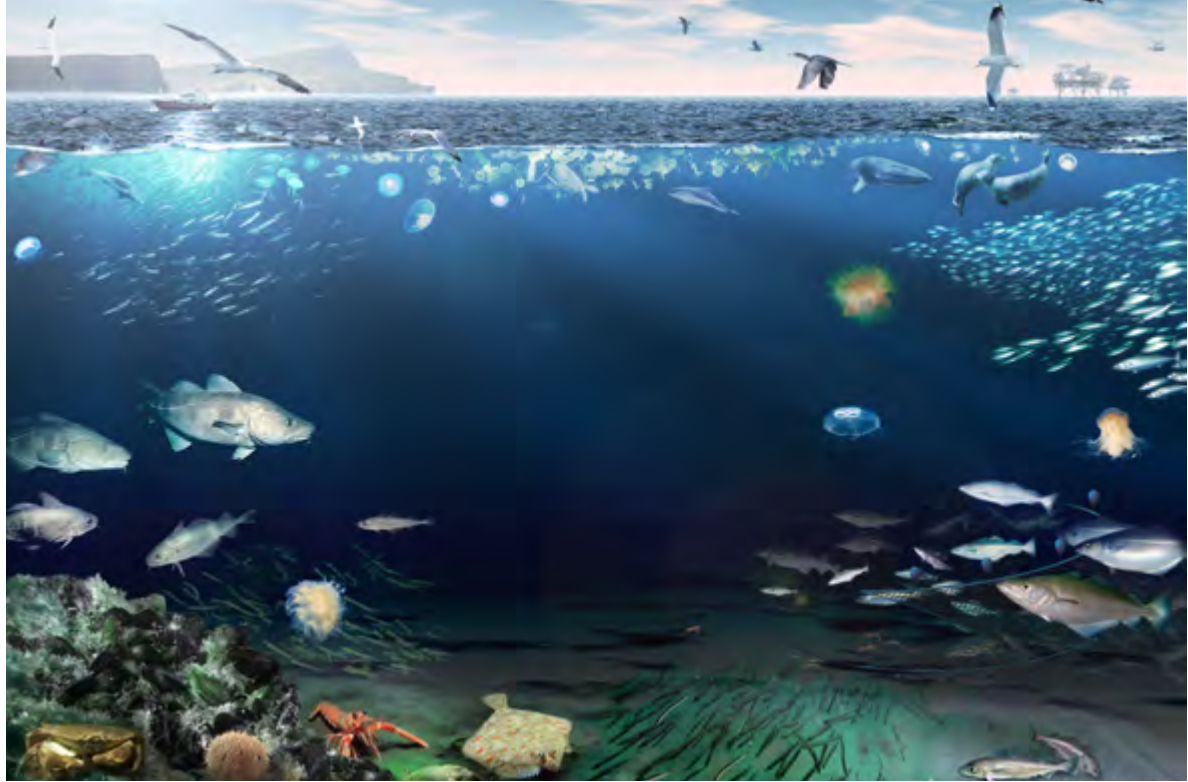
Etter flere år med tidlig våroppblomstring i sentrale deler av Skagerrak, kom den i gang i mars–april 2012, som er innenfor den normale perioden. For resten av året ble det observert mindre planteplankton i Skagerrak, med verdier godt under langtidsmiddelet. Også ved norskekysten fant oppblomstringen sted innenfor den normale perioden av året. Sent på høsten ble det registrert høye konsentrasjoner av planteplankton ved danskekysten, noe som avviker fra det normale bildet. I Skagerrak er det tidligere registrert høye konsentrasjoner av næringssalter. Dette snudde på midten av 1990-tallet, og senere er det observert en gradvis reduksjon i mengden nitrogen. I 2012 ble det registrert betydelig lavere konsentrasjoner i Skagerrak.

Økte temperaturer i Nordsjøen de siste 20–30 årene har ført til endringer i mengde dyreplankton, artssammensetning og sesongsykluser. Høyere havtemperatur har bidratt til å skyve utbredelsesområdet nordover for flere arter og økt overlevelsessevnen til mer sørlige organismer. Endringer i forholdet mellom *Calanus finmarchicus* og *C. helgolandicus* antas å kunne forklare noe av den dårlige rekrutteringen av fisk i Nordsjøen. I april 2012 ble det målt noe lavere mengder av dyreplankton i Nordsjøen og Skagerrak enn året før, med de største forekomstene



De viktigste trekkene ved sirkulasjonsmønstre og dybdeforhold i Nordsjøen og Skagerrak.





Illustrasjon: Arild Sæther

**Fordi Nordsjøen er et grunt havområde, er prosessene på bunnen og oppe i vannmassene ofte nær koblet. Det bidrar til høy produktivitet. Som illustrasjonen viser er Nordsjøen også i stor grad påvirket av menneskelig aktivitet.**

observert over Norskerenna. Også i de vestlige områdene ble det registrert høye biomasseverdier. Disse var knyttet til innstrømmingen av atlantisk vann nord for Orknøyene og Shetland.

Moderate mengder av maneter (brennmanet og glassmanet) ble observert langs Skagerrakkysten i 2012. Den amerikanske lobemaneten (*Mnemiopsis leidyi*) forekom i store mengder langs norskekysten av Skagerrak og Nordsjøen i 2007–2009. I 2010–2011 var det små forekomster, og maneten ble ikke observert i norske farvann i løpet av 2012.

#### Fiskeforekomster

Havforskningsinstituttet har i samarbeid med Fiskeridirektoratet og næringen utviklet et forvaltningssystem for tobis i norsk økonomisk sone. Forvaltningssystemet trådte i kraft i 2011, og har som mål å bygge opp bærekraftige gytebestander på de viktigste tobisfeltene. Havforskningsinstituttets råd om uttak er basert på et akustisk tokt i april/mai. Tobis økte i mengde og utbredelse i 2010 og 2011, men viste sterk nedgang i 2012.

Det har vært en sterk økning i forekomsten av øyepål. Det foreligger ingen omforent forvaltningsstrategi på øyepål, som er en kortlevd art. Tilstanden i bestanden er stort sett bestemt av naturlige prosesser og rekruttering.

En revidering av bestandsberegningen av nordsjøsild i 2012 førte til en oppjustert gytebestand. Bestanden har full reproduksjonsevne og den høstes bærekraftig. Forvaltningsplanen skal evalueres i løpet av året. Fiskedødeligheten på nordsjøsild er betydelig redusert de siste årene. Kvoten for 2013 ble satt kraftig opp for nordsjøsilden, en økning med lav risiko for at bestanden skal falle under det nivået hvor det kan være fare for rekrutteringen. Årsklassene etter 2001 er de svakeste siden slutten av 1970-årene, og bestanden er i en fase med lav produktivitet.

Datagrunnlaget for brisling i Nordsjøen og Skagerrak har vært for dårlig til å kunne si noe om status i bestandene.

Sommeren 2012 var det store forekomster av makrell «overalt» i Skagerrak–Nordsjøen.

Hyse er i god forfatning og høstes bærekraftig. Rekrutteringen i 2005 og 2009 var over gjennomsnittet, men har vært dårlig siden den sterke 1999-årsklassen. Torskebestanden i Nordsjøen har redusert reproduksjonsevne. Gytebestanden har økt sakte fra det historiske lavmålet i 2006 til nær kritisk grense. Rekrutteringen har vært svak i flere år, men det største problemet for bestanden er det høye utkastet av torsk i de fleste fiskerier. Fisket er vurdert som bærekraftig.

Tilstanden i seibestanden har forverret seg de siste årene, og gytebiomassen er redusert til nær føre-var-nivået. Det er stor usikkerhet om rekrutteringen, som har vært lav siden 2006. Sei har sitt oppvekstområde mer kystnært, og vi mangler et godt mål på forekomsten av ungsei.

Rekelandingene fra Skagerrak og Norskerenna vest for Lindesnes har vært sterkt redusert siden midten av 2000-tallet. Biomassen er på et lavt nivå, mens rekrutteringen har vist økning de to siste årene. Utkast av småreker antas å være et problem.

#### Forurensningsnivå

Siden 2002 har forurensningssituasjonen i fisk fra olje- og gassvirksomheten i Nordsjøen blitt overvåket hvert tredje år. Det har vært fokus på forholdene på Tampen siden ca. 60 prosent av produsert vann på norsk sokkel blir sluppet ut i denne regionen. Lever av hyse og torsk tatt på Tampen har fått påvist forhøyete nivåer av DNA-addukter sammenlignet med prøver fra referanseområdet Egersundbanken. Det er også funnet forskjeller i nivå av PAH-metabolitter i galle. Det er vanskelig å si i hvilken grad de målte effektene på Tampen skyldes utslipp av produsert vann eller eldre synder som bruk av oljeholdig borevæske fram til 1993. Resultatene fra 2011 viser at også hyse fra Egersundbanken og en referansestasjon lenger vest i Nordsjøen, hadde forhøyete verdier av DNA-addukter i leveren. Resultater fra tilsvarende målinger i Barentshavet og Norskehavet indikerer at hele Nordsjøen kan være belastet av PAH-forurensning. Mer fokus bør rettes mot forskning og muligheter for tiltak på dette området.

# Tilstanden i økosystem Norskehavet

Temperaturen i Norskehavet har økt de siste 20–30 årene. Dyreplanktonproduksjonen er fremdeles lav. Gytebestanden av norsk vårgytende sild vil avta de kommende årene, mens kolmulebestanden er ventet å øke fram mot 2014. Vandringsruten til makrellbestanden er under endring. Kystnasjonene er ikke enige om hvordan totalkvoten for makrell skal fordeles, så sannsynligvis vil den anbefalte totalkvoten bli overfisket også i 2013.

INGOLF RØTTINGEN | ingolf.roettingen@imr.no, leder forsknings- og rådgivningsprogram økosystem Norskehavet

## Sammendrag

### Jevnt økende temperaturer

Både temperaturen og saltholdigheten har økt målbart siden målingene startet i 1978, temperaturen med et årsnitt på ca. 1 °C og saltholdigheten med 0,1. Det siste tiåret har vært særlig betydelig da atlantehavsvannet har vært bemerkelsesverdig varmt og salt i denne perioden. Den markerte økningen begynte i midten av 1990-årene og skyldes hovedsakelig storskala endringer i havsirkulasjonen i Nord-Atlanteren. Endringene har medført at atlantehavsvannet som har strømmet inn i Norskehavet de siste 15 årene har vært varmere og saltere enn tidligere.

### Organisk lag med småorganismer

Et økologisk element som skiller Norskehavet fra Barentshavet og Nordsjøen er tilstedeværelsen av et organisk lag (deep scattering layer) fra 400–800 meters dyp. Laget består av småorganismer av mange slag (fra små krepsdyr til forskjellige fiskearter) som omsetter biomasse og energi som synker ned fra de øvre vannlagene. Med en økologisk vinkling kan dette laget til en viss grad sammenlignes med funksjonen som bunndyrene har i Barentshavet og i Nordsjøen.

### Forurensning

Overvåking av forurensning i Norskehavet viser at tilstanden generelt er god, men at det likevel er noen bekymringsfulle

trekk. Særlig gjelder det innholdet av kvikksølv, som ligger over miljøkvalitetsstandardene i prøvene fra flere arter.

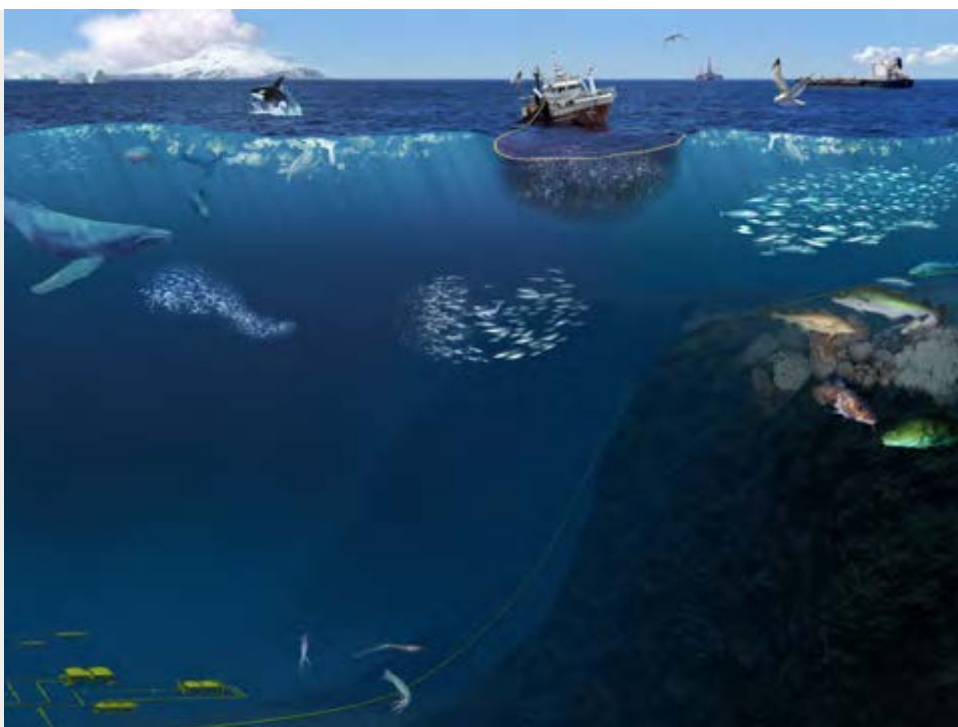
### Lave bestander av dyreplankton

Dyreplanktonet er den viktigste næringskilden for de tre artene pelagisk fisk og det viktigste leddet for overføring av energi fra planteplankton til fisk og andre rovdyr i økosystemet. Sammenlignet med gjennomsnittet i perioden 1997–2012 er estimert biomasse av dyreplankton per arealenhet nå halvert i Norskehavet. Dette skjer til tross for at Norskehavet er et kjerneområde for raudåta, som utgjør mesteparten av dyreplanktonet om våren og sommeren. De siste årene har nedgangen imidlertid flatet ut. Vi kjenner foreløpig ikke årsaken til nedgangen, men den kan skyldes klimatiske forhold, endringer i planteplanktonproduksjonen, beiting fra rovdyr som andre dyreplanktonarter og pelagisk fisk, eller en kombinasjon av disse.

### Usikkert for makrellen

Om våren gyter silda på de norske kystbankene, mens store planktonspisende fiskebestander som makrell og kolmule gyter i Atlanterhavet vest av Irland. Etter gytingen vandrer alle disse bestandene ut i Norskehavet. Det skjer på en tid hvor raudåta formerer seg og opptrer i store mengder. Norskehavet er altså et beiteområde for disse viktige fiskebestandene og det er om sommeren

De store dybdeforskjellene i Norskehavet gir en variert bunnfauna som flere steder omfatter store korallrev på sokkelen. Økosystemet har relativt lav biodiversitet, men de dominerende livsformene finnes i svært store mengder. Menneskelige aktiviteter i Norskehavet er knyttet til olje, skipsfart og fiske.



Illustrasjon: Arild Sæther



at grunnlaget for vekst (og for fiskerienes utbytte) blir lagt. Gytebestanden av norsk vårgytende sild vil avta i de kommende år. Kolmulebestanden vil øke fram mot 2014. Vandringsruten til makrellbestanden er under endring. Nasjonene som fisker makrell er ikke enige om hvor mye av totalkvoten de enkelte land skal få fiske, og dette vil sannsynligvis føre til at den anbefalte totalkvoten vil bli overfisket også i 2013.

Det er utarbeidet en ny beregningsmodell for snabeluer etter 2007. Til forskjell fra før 2007, er bestanden av snabeluer nå vurdert av ICES til å være restituert til et bærekraftig reproduksjonsnivå. De gode årsklassene som er observert siden 2004 vil ikke komme inn i gytebestanden før i 2015. Dersom en får på plass et internasjonalt forvaltningsregime, vil et fiske på denne bestanden gi stor verdiskaping på sikt.

## Sel

Mens den stadig økende bestanden av grønlandssel raskt begynte å vokse etter begrensninger i fangstene, har bestanden av klappmyss ikke tatt seg opp. Årsaken til den manglende gjenoppbygging av klappmyssbestanden er ikke klar. Viktige faktorer kan være endringer i ressurstilgang, isforhold og selfangsten, til tross for kvoteanbefalinger som har begrenset fangsten siden 1980-tallet.

Rapporten «Forvaltningsplan Norskehavet – rapport fra overvåkingsgruppen 2013» omfatter flere økologiske elementer som sjøfugl og sårbare områder, og finnes på Havforskningsinstituttets hjemmesider.

# Stoda i økosystem Barentshavet

I Barentshavet finn vi no dei største mengdene vaksen torsk (skrei) som nokon gong er målt. Dette synest å henge saman med ein sterk straum av vatn inn frå Norskehavet, svært høg temperatur i vatnet og lite is både sommar og vinter. Det er også godt med mat til torsken. Spesielt er det mykje lodde, som ser ut til å ha god rekruttering kvart år. Straumen av vatn inn i Barentshavet har store variasjonar frå år til år. Desse variasjonane er viktige for korleis temperaturen og isdekket utviklar seg.

KNUT SUNNANÅ | knut.sunnanaa@imr.no, leder for forsknings- og rådgivningsprogram økosystem Barentshavet

## Sammendrag

Med tanke på kor langt nord det ligg, er Barentshavet svært produktivt. For tida flyttar polarfronten seg lenger nord med straumen av atlantisk vatn mot aust og nord. Noko av det atlantiske vatnet strøymer også nord om Svalbard og kjem inn i det nordlege Barentshavet som varmare vatn langs botnen mellom Svalbard og Frans Josefs land. Der finn ein både lodde og torsk.

Produksjonen av algar (planteplankton) er høgast i dei sørvestlege delane av Barentshavet. Temperaturen er høg, og det atlantiske vatnet vert pressa opp mot overflata i store kvervlar, der sollyset og næringssalta i vatnet gjev gode vekstforhold for algane. I dei seinare åra er vi blitt klar over at det også er svært stor produksjon i smeltevatnet langs iskanten. Eit minkande isdekke kan dermed vera til hinder for produksjonen, som også kan koma til å mangla næringssalt på grunn av ei auka lagdeling av vatnet. Dei siste åra har vi sett at temperaturen i vatnet sør i Barentshavet er blitt lågare, medan det har vore ein klår auke av varmt vatn i det nordlege Barentshavet.

Den høge produksjonen av algar skaper livsgrunnlag for svært talrike bestandar av nokre få artar av fisk, i første rekkje lodde, torsk og sild. Barentshavet husar også rundt 16 millionar sjøfugl, også desse er dominerte av nokre få artar. Endringane i klima er viktige for økosystemet i Barentshavet, men dei kommersielle artane vert òg påverka av fiskeri (og tidlegare kval- og selfangst), og dette kan i sin tur påverka næringsnett. Nokre dyr på toppen av næringskjeda lyt også tåle høge nivå av miljøgifter.

Dyreplankton et algar og er sjølve den viktigaste føda for småfisk, anten det er lodde og sild eller yngre individ av torsk, hyse, sei, uer og blåkveite. Produksjonen av dyreplankton (raudåte, marflo og krill) er eit resultat av

mengda føde (planteplankton) og i kva grad bestandane av dyreplankton vert beita ned. Maneter og større dyreplankton kan òg beite hardt på mindre dyreplankton. Vi kjenner ikkje godt nok balansen mellom alle artane i økosystemet.

Mykje av planteplanktonet, og noko av dyreplanktonet, søkk til botnen og blir mat for dei dyra som lever der. Truleg søkk meir enn halvparten av produksjonen i dei øvre vasslaga til botnen, kanskje så mykje som 90 prosent i enkelte år. Dyr som lever på botnen (bentos) er svært sentrale i økosystemet i Barentshavet då dei kan vera eit særskilt viktig bidrag til mat for botnfisk som torsk, hyse og flatfisk. Noreg og Russland samarbeider breitt for å kartleggja biomassane av dyr som lever på botnen. Kunnskapen så langt syner at det er store geografiske skilnader, og at stoda endrar seg frå år til år. Dei siste åra har vi sett at nye artar breier seg i Barentshavet. Dette gjeld særskilt snøkrabben, som er ein slektning av kongekrabben. Undersøkingar viser at slike krabbar kan ha stor innverknad på samansettinga av dyr på botnen.

Lodde, torsk og sild er dei tre viktigaste fiskeartane i Barentshavet, sjølv om silda berre tidvis finst her, og då berre som ungsild. Lodda et mykje dyreplankton, både raudåte og krill. Når det er mykje lodde, beitar ho så sterkt på desse artane at vi kan sjå ein nedgang i den mengda dyreplankton vi måler på tokta våre. Lodda likar seg der det varme vatnet møter det kalde frå nord, ved polarfronten, der det er høg produksjon. Lodda følgjer ofte iskanten, også når iskanten no trekkjer seg nord om Svalbard og Frans Josefs land. Om våren vandrar lodda til kysten av Finnmark for å gyta, og fraktar på det viset store mengder av biomassen frå polarfronten inn til kysten, der biomassen også vert nytta som mat for ungtorsk.



Illustrasjon: Arild Sæther

Illustrasjonen viser det mangfoldige livet i Barentshavet og korleis organismane påverkar kvarandre.

Lodda er i det store og heile eit av dei viktigaste fødeemna for mange artar av fisk, sjøfugl og sjøpattedyr, og variasjonar i loddestammen kan få store konsekvensar for desse artane. Om lodda år om anna har ein stor nedgang, så kan ein som oftast trekkja den slutninga at også primærproduksjonen (planteplankton) har vore låg i ein periode. Det kunne vi til dømes sjå på midten av 1980-talet då lomvi, vågekval og grønlandssel tydeleg var merkte av svikt i mattilbodet. Då fekk vi òg dei store vandringane av grønlandssel til kysten av Noreg, der selen skremde fisken, gjorde stor skade på garn og vart dregen daut på land i store mengder.

Torskestammen lir også når det er lite lodde, sjølv om desse periodane ofte er prega av mykje ungsild i havet. Ein årsak til svikten i loddestammen kan vera at silda et larvane til lodda. For tida er det ikkje sild i Barentshavet, og vi ser at lodda held oppe biomassen over fleire år. Dermed har torsken stadig mat og biomassen held seg svært høg. Gyttestammen til torsken er no høgare enn vi nokon gong har sett, og det er også godt med ungfisk. Den gode balansen mellom artane i havet og ein høg temperatur i vatnet sørgjer for at det gode forvaltningssamarbeidet med Russland ber frukter, og ein kan hausta ein torskquote som no er vel ein million tonn.

Men om fiskestammene er i god stand, så er det likevel dårlege tider for sjøfugl. Særskilt lomvi og krykkje minkar sterkt; særleg i dei sørvestlege delane av Barentshavet. Lenger nord og aust i havet er stoda betre. Dette kan ha samband med trenden som viser at den aukande mengda varmt vatn har flytta dei produktive områda lenger nord og aust. Andre endringar i økosystemet som vi ikkje kan forklara, gjeld ringsel og grønlandssel. Begge artane syner teikn på svikt i reproduksjon og dårleg kondisjon. Vi ser for oss at dette kan skuldast endringane i isdekket.

Snabeluer, vanleg uer og blåkveite er tidlegare fiska i eit slikt omfang at mengda er gått kraftig ned. Desse artane syner berre mindre auke i biomassen. For kysttorsken er situasjonen den same, og det er sett i verk særlege tiltak for å retta opp stoda for desse fiskeslag. Det er også fleire

andre artar, blant anna sjøfugl og sjøpattedyr, i Barentshavet som er truga. Dei er lista på «Raudlista», som kom i revidert utgåve i 2010. Blant dei truga naturtypene tel i særleg grad dei marine djupvassområda, der ein finn korallar av mange slag.

Barentshavet er eit reint havområde, og det er ikkje mange kjelder til ureining som kan gje tilskot av framande stoff i havet eller på botnen. Men stoff som vert transporterte langveges frå kan få negativ effekt på dette reine havet. Til dømes finn vi kadmium og PCB i fisk i einskilde område, utan at dette er eit trugsmål mot fisk som føde for oss. På det jamne er nivået av miljøgifter lågt, langt under dei nasjonale og internasjonale grenseverdiane, og ein kan trygt eta fisk og skaldyr frå Barentshavet.



Dei viktigaste trekka ved sirkulasjonen og djupnetilhøva i Barentshavet.



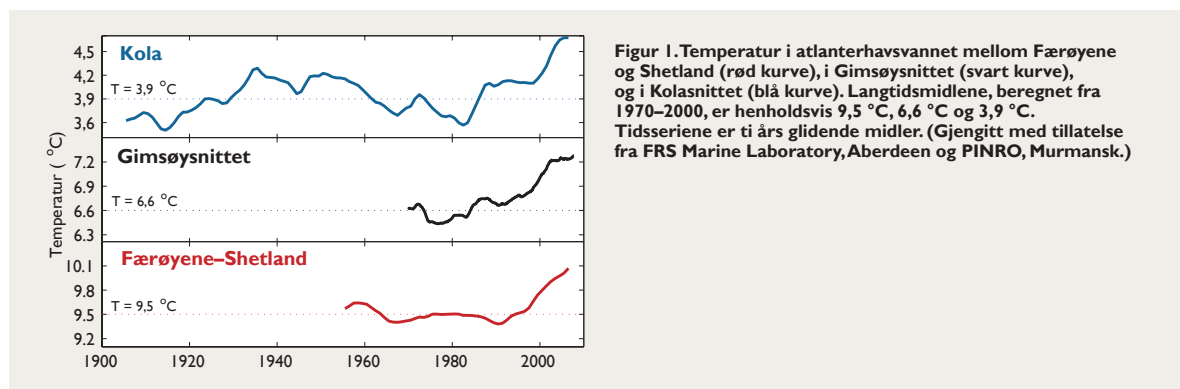
# Sirkulasjon, vannmasser og klima i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet

For 2012 var temperaturforholdene i Nordsjøen og Skagerrak noe over langtidsmiddelet. Det sørlige Norskehavet var derimot betydelig kaldere enn normalt, mens det innstrømmende atlantehavsvannet var noe varmere enn langtidsmiddelet. Hele Barentshavet var varmere enn normalt med vesentlig høye temperaturer i de østlige og nordlige områdene.

Temperatursvingningene i de norske havområdene skyldes variasjoner i mengde og temperatur i vannet som strømmer inn fra Nord-Atlanteren, lokalt varmetap fra hav til luft og mengden av andre tilstøtende vannmasser som strømmer inn i havområdene.

Når vi sammenligner temperaturen helt i sør, i midten og helt i nord av det norske havområdet, ser vi at temperaturen avtar nordover (figur 1). Fra sør til nord har temperaturen avtatt med nesten seks grader. På lang tidsskala varierer

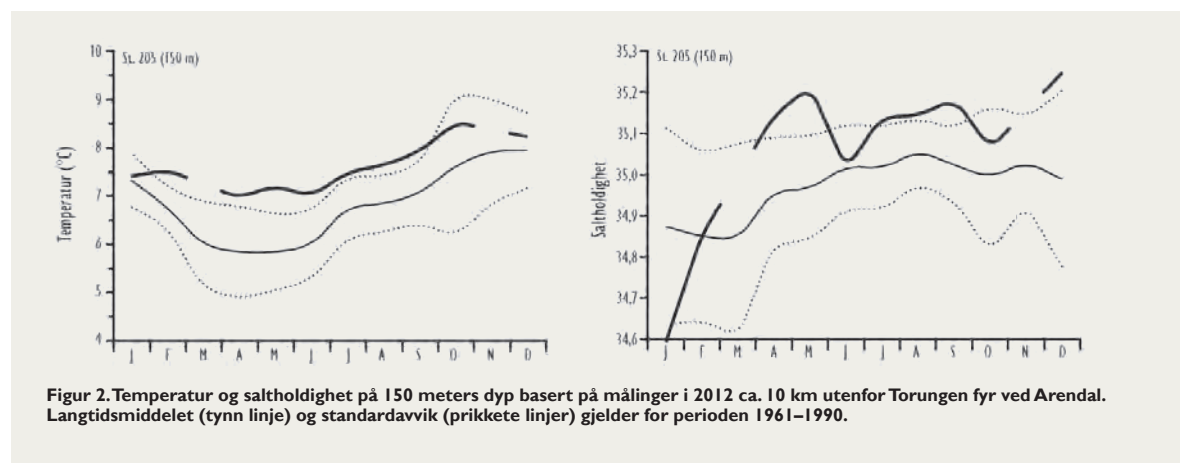
havtemperaturene i hele området i stor grad i takt. Sett i forhold til en middeltilstand svinger temperaturene mellom varme og kalde perioder, der 1900–1930 og 1960–1990 var kalde perioder, mens 1930–1960 og fra 1990 til nåtid var varme perioder. Det siste tiåret har det vært bemerkelsesverdig varmt både i Norskehavet og Barentshavet, og de varmeste årene som noensinne er observert i Norskehavet og Barentshavet var i løpet av denne perioden.



## Nordsjøen

Vinteren 2012 var relativt varm i Nordsjøen og Skagerrak og innstrømmingen av atlantehavsvann var relativt høy. Resten av året var temperaturforholdene mer normale i overflaten, mens dypvannet var varmt. Innstrømmingen av atlantehavsvann avtok også betraktelig resten av året og følger en nedadgående trend fra 2007, med 2011 som unntak. Ettersom den reduserte avkjølingen vinteren 2012 ble etterfulgt av svakere oppvarming sommerstid, ble varmeinnholdet i Nordsjøen noe redusert for året sett under ett.

JON ALBRETSSEN | jon.albretsen@imr.no, SOLFRID S. HJØLLO og MORTEN D. SKOGEN



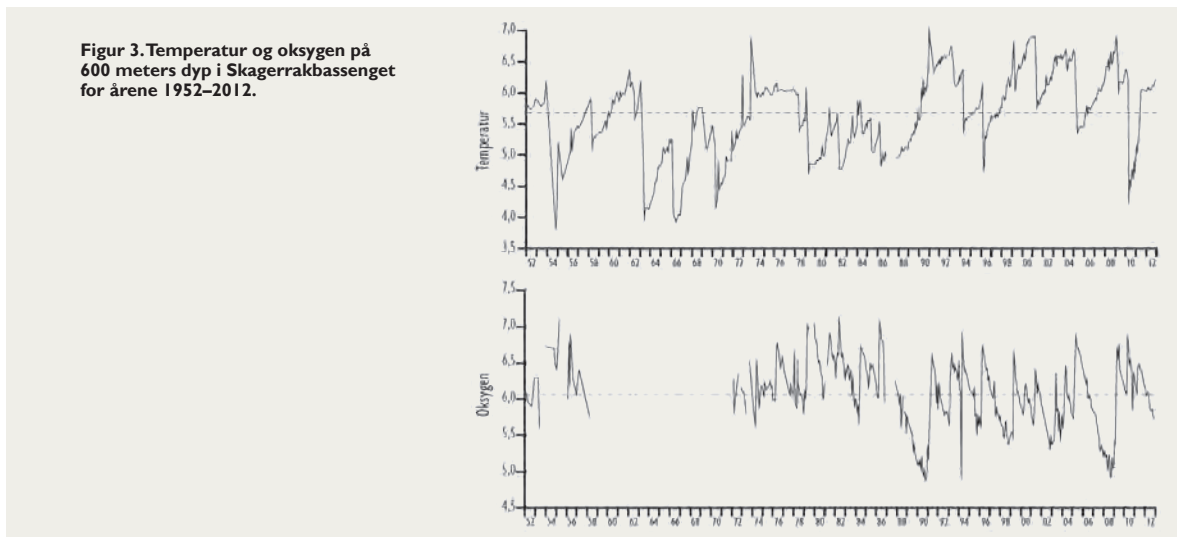
Sjøtemperaturene i Nordsjøen og Skagerrak har lagt noe over langtidsmiddelet (1970–1990) gjennom hele 2012. Anomaliene gjennom vintermånedene januar–mars var de største, mens perioden mai–juli hadde temperaturer rundt langtidsmiddelet. Mens det var en positiv temperaturanomali i august, forløp resten av året omtrent som for 1970–1990-gjennomsnittet. Desember 2012 var relativt kald i Skandinavia, og dette gjør seg synlig i at overflate-temperaturen i Skagerrak lå 1–2 grader under normalen. De atlantiske vannmassene i dypvannet (100–200 meter) utenfor Flødevigen har i 2012 hatt temperaturer og saltholdigheter godt over 1961–1990-normalen. Mens både temperatur og saltholdighet i atlantehavsvannet for det meste hadde normale verdier gjennom 2010 og 2011, har verdiene altså økt i 2012. Temperaturnivået er ikke høyere enn man sist registrerte i 2009, men saltholdigheten i de atlantiske vannmassene var på slutten av året blant de høyeste som er registrert det siste tiåret (figur 2).

Siste bunnvannsutskiftning i Skagerrak skjedde våren 2011, men oksygenivået i bunnvannet lå kun rett under langtidsmiddelet på slutten av 2012. I 2010 ble det registrert en full utskiftning av kaldt nordsjøvann i hele

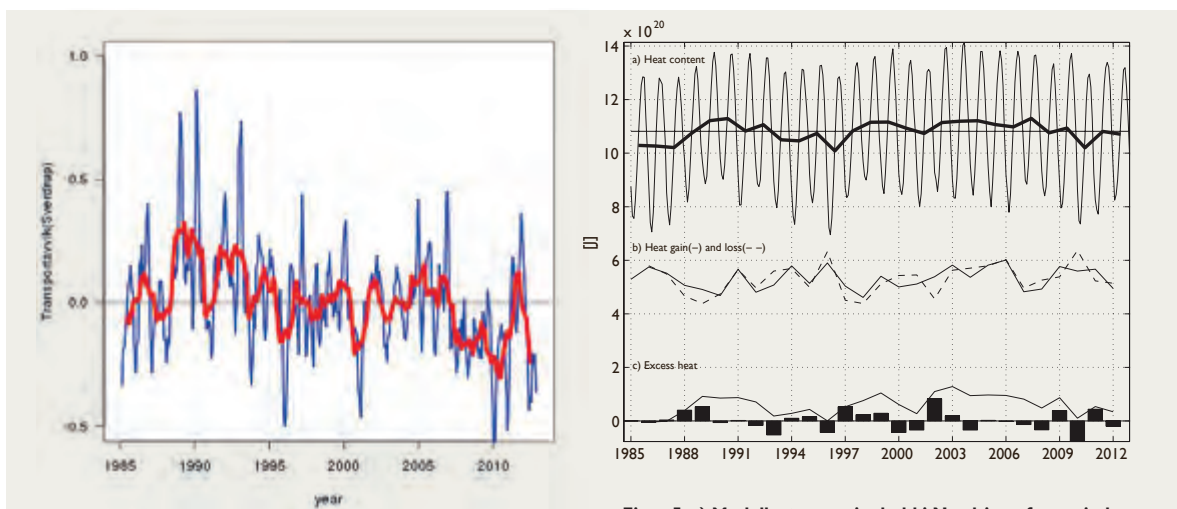
Skagerrakbassenget, men dette ble ved flere anledninger i 2011 erstattet med varmere og mer saltholdig atlantehavsvann. Temperaturen i bunnvannet er nå litt høyere enn langtidsmiddelet med verdi rundt 6 grader (figur 3).

Havsirkulasjonsmodellen NORWECOM er brukt for å beregne varmeinnholdet i Nordsjøen og transporten av atlantehavsvann gjennom et tverrsnitt mellom Utsira og Orknøyene. Modellberegningene viser at atlantehavsinstrømmingen til Nordsjøen var lav i 2012. Innstrømmingen har vært under langtidsmiddelet helt siden 2007, med unntak av 2011. Bortsett fra 1. kvartal var de andre kvartalsverdiene blant de laveste som er modellert (figur 4).

Det modellerte varmeinnholdet for hele Nordsjøen og Skagerrak for perioden 1985–2012 viser både sesongvariasjoner (økt varmeinnhold om sommeren og tap av varme og derfor varmeinnholdsminimum om vinteren) og de langperiodiske svingningene. I 2012 var både vinterens avkjøling og sommerens oppvarming noe lavere enn året før, men både minimum og maksimum varmeinnhold viste verdier omtrent likt med langtidsmiddelet. For året sett under ett ble det tapt noe varme fra Nordsjøen (figur 5).



Figur 3. Temperatur og oksygen på 600 meters dyp i Skagerrakbassenget for årene 1952–2012.



Figur 4. Modeller avvik i transporten inn i Nordsjøen gjennom snittet Orknøyene–Utsira mellom 1985 og 2012. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). Tre måneders (blå linje) og 12 måneders (rød linje) glidende middel er vist.

Figur 5. a) Modellert varmeinnhold i Nordsjøen for perioden 1985–2012. Månedse- og årlige verdier er vist hhv. med tynn og tykk linje. b) Varmeøkning (heltrukket) og –tap (stiplet linje). Varmeøkning er definert som forskjellen mellom maksimum i varmeinnhold (i august eller september) og minimum (i februar eller mars) for hvert år. Varmetap er definert som forskjellen mellom minimum varmeinnhold og maksimumet foregående år. c) Varmeoverskudd (søyler) og akkumulert varmeoverskudd (linje). Positive verdier indikerer en netto varmeøkning, dvs. at oppvarmingen om sommeren er større enn varmetapet vinteren før.



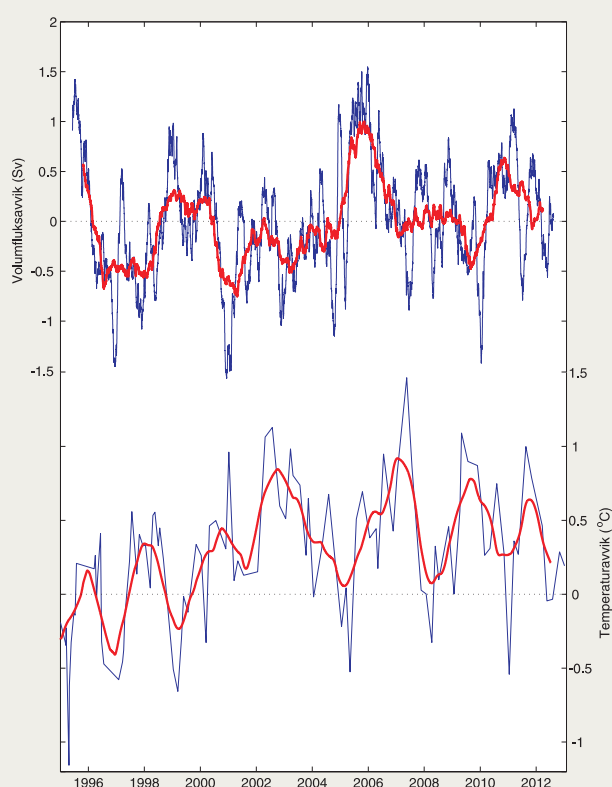
# Norskehavet

I sørlige områder av Norskehavet var temperaturen i 2012 betydelig lavere enn langtidsmiddelet. Avviket var i enkelte områder 2 °C, noe som skyldes økt innstrømming av arktisk vann. Det innstrømmende atlantehavsvannet langs kontinentalskråningen er derimot fortsatt noe varmere enn normalt, 0,2–0,4 °C over langtidsmiddelet. Vinteren 2011/2012 var innstrømmingen høyere enn normalt (0,5 Sv), mens den var lavere våren 2012 (0,5 Sv). Middelet for januar–september 2012 var derimot lik langtidsmiddelet.

KJELL ARNE MORK | kjell.arne.mork@imr.no

## Mengden innstrømmende vann

Hvor mye atlantehavsvann som strømmer inn i Norskehavet avhenger i stor grad av vindforholdene. Siden disse er svært varierende, vil også innstrømmingen variere mye mellom årstidene, men også fra år til år (figur 6). Det er for eksempel sterkere sørvestlige vinder og dermed større innstrømming om vinteren enn om sommeren. Vanntransport måles i Sverdrup (Sv), og en Sv er definert som transporten av en million tonn vann per sekund. Det tilsvarer mengden vann som renner ut i havet fra alle verdens elver til sammen. I gjennomsnitt strømmer det fire Sv atlantehavsvann gjennom Færøysrenna og inn i Norskehavet.



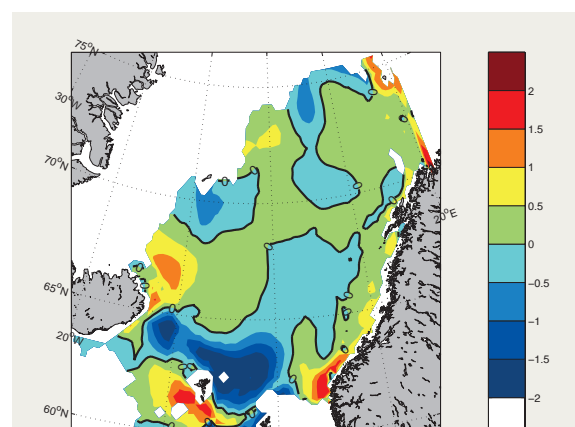
Figur 6. Øverst: Avvik i transporten av atlantehavsvann som strømmer gjennom Svinøysnittet ved Eggakanten i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>). Verdiene er vist som avvik fra et gjennomsnitt. Tre måneders (blå linje) og ett års (rød linje) glidende midler. (Gjengitt med tillatelse fra Geofysisk institutt, UiB.) Nederst: Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet for Svinøysnittet. Verdiene er et gjennomsnitt for temperaturene mellom 50 og 200 meters dyp. Enkeltobservasjoner (blå linje) og ett års glidende midler (rød linje).

Etter to år med høy innstrømming i 2005 og 2006, der vinteren 2006 var det høyeste som er observert siden disse målingene startet i 1995, sank innstrømmingen. Siden 2007 har den vært nær langtidsmiddelet, men rundt 2010/2011 var den 0,5 Sv over langtidsmiddelet. Vinteren 2011/2012 var det sterkere sørvestlige vinder enn normalt, og innstrømmingen var da også 0,5 Sv over det normale for den årstiden. Etter dette sank den og var for våren 0,5 Sv under normalen. Middelet for perioden januar–september 2012, som er slutten på tidsserien, var derimot lik langtidsmiddelet.

## Temperatur

I samme området som innstrømmingen av atlantehavsvann måles – i Svinøysnittet – blir også temperaturen i atlantehavsvannet observert regelmessig. Temperaturen her er svært avhengig av klimavariasjonene lenger sør i Nord-Atlanteren, men påvirkes også av lokale atmosfæriske forhold og andre tilstøtende vannmasser. Etter midten av 1990-tallet har atlantehavsvannet i Svinøysnittet blitt varmere. 2007 var det varmeste året noensinne siden målingene startet i 1977 (figur 6). Da var årsmiddelet for temperaturen 0,8 °C over langtidsmiddelet. Siden 2000 har årsmidlene vært over langtidsmiddelet, men de har hatt flere svingninger med 2–5 års varighet. Temperaturen var 0,4 °C over langtidsmiddelet i 2011, men sank ytterligere i 2012 og var da 0,2 °C over langtidsmiddelet. Det innstrømmende atlantehavsvannet langs kontinentalskråningen var for 2012 også varmere enn normalt lenger nord i Norskehavet; 0,4 °C over langtidsmiddelet for både sentrale og nordlige Norskehavet. De høye temperaturverdiene som er observert siden slutten av 1990-tallet skyldes hovedsakelig varmere og saltere innstrømmende vann fra Nord-Atlanteren inn i Norskehavet.

Målinger fra Norskehavet våren 2012 viser at temperaturen på 100 meters dyp var under normalen i flere områder. Størst avvik var det i sørlige områder. Nordøst for Færøene var temperaturen mer enn 2 °C under langtidsmiddelet. Dette skyldes økt transport av arktisk vann inn i området. Også ved Jan Mayen og i det nordlige Norskehavet er det observert temperaturer under normalen. Noen steder er det også registrert temperaturer over normalen. Nordøst av Island, sør for Færøene og på den norske kontinentalsokelen er temperaturen opptil 1,0 °C over langtidsmiddelet. Derimot viste islandske observasjoner i de øvre 50 meter en temperaturnedgang nordøst av Island. Dette skyldes at de øvre 50 meter i dette området er mer påvirket av arktiske vannmasser fra Øst-Islandsstrømmen og av atmosfæren enn på 100 meters dyp.



Figur 7. Temperaturavvik i 100 meters dyp for mai 2012 i forhold til gjennomsnittet for perioden 1995–2012. Konturintervall er 0,5 °C.

# Barentshavet

Havtemperaturen i Barentshavet var svært høy vinteren 2012. Sett under ett var havtemperaturene høyere, innstrømmingen noe lavere og isdekket noe mindre vinteren 2012 enn i 2011. Også i det østlige og nordlige Barentshavet er det fremdeles betydelig varmere enn langtidsgjennomsnittet.

RANDI INGVALDSEN | randi.ingvaldsen@imr.no

## Mengden innstrømmende vann

Temperatur og mengde innstrømmende atlantehavsvann til Barentshavet er avgjørende for temperaturforholdene i havområdet, men de to forholdene varierer ikke nødvendigvis i takt (figur 8). Temperaturen er fortrinnsvis bestemt av variasjoner i Norskehavet, mens volumtransporten i stor grad avhenger av vindforholdene vest i Barentshavet. På grunn av vindens påvirkning er det store variasjoner i vanntransporten. Om vinteren vil de kraftige, sørvestlige vindene ofte føre til sterk innstrømming. Om sommeren vil svakere, østlige vinder gi mindre innstrømming. Om våren er det ofte en 2–4-ukersperiode med nordavind. Det gir lav innstrømming eller vann som faktisk strømmer fra Barentshavet til Norskehavet. Tidspunktet for dette minimumet kan ha stor betydning for transporten av dyreplankton inn i Barentshavet. I gjennomsnitt transporteres det nesten 2 Sverdrup (Sv) atlantehavsvann inn i Barentshavet.

Vanntransporten varierer også i perioder på flere år, og den var betydelig lavere i årene frem mot 2002 enn i årene 2003–2006 (figur 8 a). 2006 var et ekstremår hvor mengden atlantehavsvann som strømmet inn var på sitt høyeste (vinteren 2006), men også svært lav (høsten 2006). Etter dette har innstrømmingen vært forholdsvis lav. Det var en svak, økende trend mot første halvdel av 2011, men i løpet av høsten 2011 og vinteren 2012 minket innstrømmingen igjen. Måleserien har foreløpig bare data tilgjengelig frem til sommeren 2012, så det er ikke kjent hvordan innstrømmingen har vært høsten 2012.

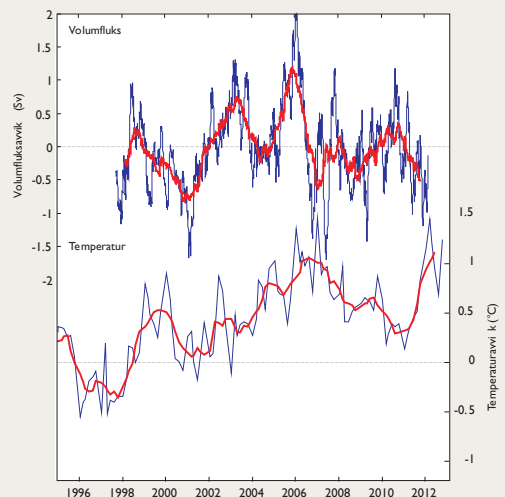
## Temperatur

Snittene Fugløya–Bjørnøya og Vardø–Nord, som fanger opp alt atlantehavsvann som går inn i Barentshavet i vest, hadde tidlig på vinteren 2012 temperaturer som var nesten 1,5 °C over langtidsmiddelet (figur 8 b). Dette er høyere enn det som har vært vanlig de siste 4–5 vintrene. Utover våren og sommeren varierte temperaturene noe, og i oktober lå de rundt 1,2 °C over langtidsmiddelet. Sett under ett hadde atlantehavsvannet som strømmet inn i Barentshavet fra sør temperaturer omkring 0,8 °C over langtidsmiddelet i 2012, og det er høyere enn det som er blitt observert de siste 4–5 årene. De høye temperaturene har sannsynligvis sammenheng med en svært høy NAO-indeks vinteren 2012.

Målinger fra sensommeren 2012 i hele Barentshavet viser at temperaturen på 100 meters dyp var mer enn 0,5 °C over langtidsmiddelet i hele havområdet bortsett fra i mindre områder helt nordøst (figur 9). I den nordlige delen av Norskehavet var temperaturene omtrent som langtidsmiddelet. I forhold til normalen var det varmest i det østlige Barentshavet med temperaturer opp til 2 °C over langtidsmiddelet. Også i nordlige deler av Barentshavet er det fremdeles høye temperaturer.

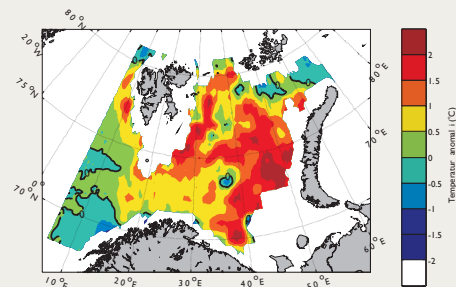
## Is

Isdekket i Barentshavet har stor sesongmessig variasjon. Det er vanligvis mest is sent på vinteren (i april) og minst is sent på sommeren (i september). Det er imidlertid også store, mellomårslige variasjoner og langtidstrender i isdekket. Høy temperatur på det innstrømmende atlantehavsvannet fører vanligvis til store, isfrie områder i Barentshavet, og i de siste 40 årene har det vært en generell nedadgående trend i isdekket, spesielt om vinteren (figur 10). Denne trenden fortsatte inn i 2012, og vinteren 2012 var det mindre is enn året før. Sensommeren 2012 var hele Barentshavet, isfritt slik det også var i 2011.

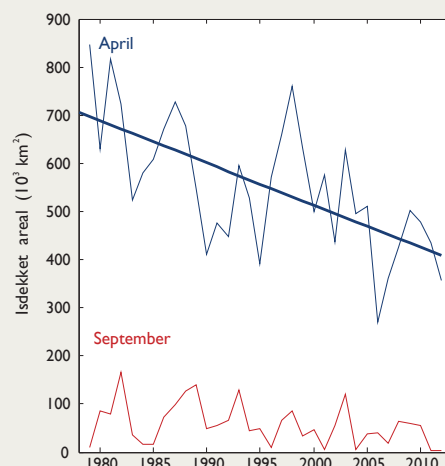


Figur 8. Øverst: Avvik i transporten av atlantehavsvann som strømmer inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya–Bjørnøya-snittet). Avviket er målt i forhold til middelet over perioden 1997–2011 og transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). 3 måneders (blå linje) og 1 års (rød linje) glidende middel er vist. Nederst: Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet i forhold til langtidsmiddelet (1977–2006). Verdiene er avvik fra langtidsmiddelet mellom 50 og 200 meters dyp og tilsvarer målte verdier (blå linje) og 1 års glidende middel (rød linje).

Figur 9. Temperaturavvik i 100 meters dyp i august–september 2012 i forhold til langtidsmiddelet (1977–2006).



Figur 10. Isdekket areal i Barentshavet ved maksimum (april) og minimum (september) isutbredelse. Beregningen er foretatt for området 10–60°Ø, 72–82°N. Den tykke blå linjen viser lineær trend.





# Dyreplankton i de norske havområdene

I 2012 ble det målt mindre dyreplankton i Nordsjøen og Skagerrak enn årene forut. Høyere havtemperatur har skjøvet utbredelsesområdet til flere arter nordover, og økt overlevelsessevnen til mer sørlige planktonorganismer. I Norskehavet har det vært en langvarig nedgang i dyreplanktonmengden. De siste årene har nedgangen flatet ut. Videre nordover, i Barentshavet, er det funnet klart mer dyreplankton. Økningen var særlig merkbar i den nordlige delen av havområdet.

## Nordsjøen

De siste par tiårene har det vært observert en rekke endringer i både mengde, artssammensetning og sesongsykluser av dyreplankton i Nordsjøen. Høyere havtemperatur bidrar til å skyve utbredelsesområdet til flere arter nordover, og overlevelsessevnen til mer sørlige planktonorganismer i Nordsjøen har økt. I 2012 ble det målt noe lavere mengder av dyreplankton i Nordsjøen og Skagerrak i forhold til foregående år.

TONE FALKENHAUG | tone.falkenhaus@imr.no

Havforskningsinstituttet har foretatt regelmessig overvåking av dyreplankton siden 2006 i Nordsjøen og siden 1994 ved skagerrakkysten. Overvåkingen foregår hovedsakelig i den nordlige delen av Nordsjøen og Skagerrak (nord for 57°N).

### Biomasse

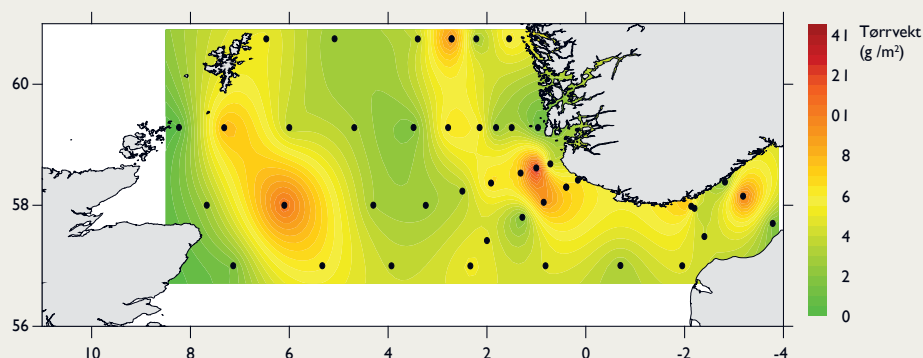
Årlig gjennomsnittlig dyreplanktonbiomasse ved skagerrakkysten har variert fra 0,68–1,58 g/m<sup>2</sup> for årene 1994 til 2012. Dataene har vist en økende trend i perioden 1999–2003, fulgt av en nedgang fra 2004. De tre siste årene har biomassen ligget over middelet for observasjonsperioden. I 2012 var verdiene noe lavere enn året før, og har ligget nær eller under langtidsmiddelet gjennom hele året. Dette skyldes fremfor alt lavere mengder av den største fraksjonen (>1000 µm) som er dominert av *Calanus*-arter.

Romlig fordeling av dyreplankton fra bunn til overflate i april 2012 er vist i figur 1. I likhet med tidligere år ble de største mengdene observert i de østlige områdene over

Norskerenna (6,5–13,7 g tørrvekt /m<sup>2</sup>). Dette er knyttet til innstrømming av atlantisk vann langs den vestlige skrånningen av Norskerenna, og følger bunntopografien innover i Skagerrak. Høye biomasseverdier ble også registrert i de vestlige områdene, knyttet til innstrømmingen nord for Orknøyene og Shetland. I april 2012 var de gjennomsnittlige planktonmengdene i nordlige Nordsjøen noe lavere sammenlignet med året før.

### Calanus

Raudåta (*Calanus finmarchicus*) og den nære slektningen *C. helgolandicus* lever begge i Nordsjøen og Skagerrak, med opptil 80 prosent av den totale biomassen av dyreplankton i vårsesongen. I Nordsjøen lever begge artene i utkanten av sitt biogeografiske utbredelsesområde, og de er derfor følsomme for klimatiske endringer. I varme perioder øker utbredelsen av *C. helgolandicus* nordover, mens forekomsten av *C. finmarchicus* går tilbake. Variasjoner i forholdet



Figur 1. Fordeling av dyreplankton (g tørrvekt/m<sup>2</sup>) i Nordsjøen april 2012. Dataene er basert på håvtrekk (180 µm) fra bunn til overflate.

mellom *C. finmarchicus* og *C. helgolandicus* er derfor en god indikator på endringer i havklima.

I april 2012 var andelen av raudåte størst i de østlige områdene over Norskerenna, mens *C. helgolandicus* dominerte i vest. De to siste årene har andelen av raudåte vært relativt høy i de østlige områdene (> 50 prosent av *Calanus*-artene), men mengden var noe lavere i 2012 sammenlignet med året før. Innstrømming av atlantisk vann i vårperioden anses å ha stor betydning for å opprettholde bestanden av raudåte i Nordsjøen. Denne transporten har hatt en nedadgående trend de siste årene.

Også i Skagerrak ble det registrert lavere mengder av *Calanus* spp i forhold til foregående år, særlig på sensommeren. I kystvannet langs skagerrakkysten er det *Calanus finmarchicus* som dominerer om våren, mens *C. helgolandicus* opptrer i juli–august.

#### Andre arter

Hoppekrepsene *Pseudocalanus/Paracalanus* og *Oithona* har vist store variasjoner de siste ti årene i Skagerrak. Fra høye tettheter i 2003 avtok tettheten av disse artene med 80 prosent frem til 2009. De siste tre årene har mengdene økt noe, men de er fremdeles lave sett i forhold til tidligere år. Nedgangen er spesielt fremtredende på høsten, slik at den vanlige «sekundærøppblomstringen» av hoppekreps i august–september er kraftig redusert de siste årene (se faktaboks).

I 2012 ble det registrert moderate mengder av maneter (brennmanet og glassmanet) langs skagerrakkysten. Den introduserte arten «amerikansk lobemanet» (*Mnemiopsis leidyi*) ble ikke observert i norske farvann i løpet av 2012. Denne arten forekom i store tettheter langs norskekysten av Skagerrak og Nordsjøen i 2007–2009, men i små mengder 2010–2011.

FAKTA

## *Pseudocalanus* (fra gresk *pseudo* + *Calanus* = «falsk *Calanus*»)



Foto: Sławek Kwasiński (IOPAS)

*Pseudocalanus acuspes*.  
Hunn med eggsekk.

*Pseudocalanus* er en av de mest tallrike hoppekrepsene i Nordsjøen. På grunn av liten størrelse (1,0–1,5 mm), betyr den mindre enn *Calanus* i form av biomasse i vårperioden. Senere på året kan imidlertid *Pseudocalanus* dominere dyreplanktonet både i antall og i biomasse og regnes for å være den viktigste hoppekrepsen i næringskjeden i Nordsjøen nest etter *Calanus*. *Pseudocalanus* er viktig føde for både sild og torskelarver, særlig utover sensommer og vinter. Ved Arendal Stasjon 2 er det registrert en kraftig reduksjon i forekomsten av *Pseudocalanus* spp. etter 2000. Årsaken er ikke klarlagt, men nedgangen kan være knyttet til stigende temperaturer i kombinasjon med en redusert fødetilgang.

*Pseudocalanus* opptrer i vannsøylen hele året, men når sin maksimale forekomst på sommeren

(juli–august). Hoppekrepsen beiter på planteplankton, men kan også livnære seg på mikrodryplankton og dødt organisk materiale. Eggene gytes ikke fritt i vannmassene, slik som hos *Calanus*, men bæres av hunnen i en eggsekk frem til gyting. Dette er en strategi som øker overlevelsen hos avkommet.

I norske farvann forekommer minst fem ulike arter av *Pseudocalanus*, hvorav to dominerer i Nordsjøen (*P. elongatus* og *P. acuspes*). De ulike artene innenfor denne slekten er svært like, og ofte er det behov for molekylære metoder (DNA) for sikker artsbestemmelse. Til tross for stor morfologisk likhet har artene ulik biologi, og responderer ulikt på endringer i miljø. *P. acuspes* er en kaldtvannsart, vanlig i Østersjøen, mens *P. elongatus* forekommer i tempererte, atlantiske vannmasser.



# Norskehavet

Den totale mengden av dyreplankton har gått ned i Norskehavet fra midt på 1990-tallet, men de siste årene har nedgangen flatet ut. I 2011 og 2012 er det observert færre sørlige arter i havområdet.

CECILIE BROMS | cecilieb@imr.no og WEBJØRN MELLE

Dyreplanktonmengdene i store deler av Norskehavet måles med håv i de øvre 200 meterne. Dekningen i mai 2012 var tilsvarende deknings i 2011, og ble gjennomført med båter fra Færøyene, Island, Norge og Danmark (EU). Samtidig dekket et russisk fartøy deler av Barentshavet.

Gjennomsnittsbiomassen for hele det undersøkte området har vist en nedadgående trend siden tidlig på 2000-tallet, og var på sitt laveste i 2010. I 2011 og 2012 var det en liten økning i planktonmengden, og gjennomsnittet i 2012 var 5,9 g tørrvekt/m<sup>2</sup> mot en gjennomsnittsvekt for perioden 1997–2012 på 9,2 g tørrvekt/m<sup>2</sup>. I 2012 ble det observert en liten økning i planktonmengdene i østlige deler av havet, og en nedgang i vestlige deler. De største konsentrasjonene ble observert i det arktiske frontområdet sørøst og nordøst for Jan Mayen, og i atlantisk vann nord for Lofoten (figur 1).

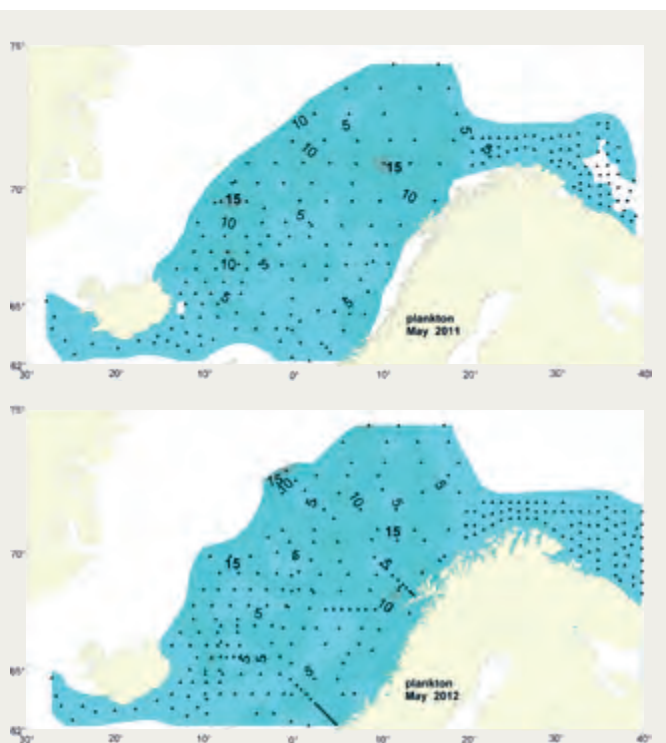
Når mengdedataene presenteres har det vært vanlig å dele Norskehavet inn i tre vannmasser basert på saltholdighet og temperatur. Produksjonsforholdene er svært forskjellige i de ulike vannmassene. I øst har vannet en saltholdighet på under 35 og blir definert som norsk kystvann. I sentrale deler av Norskehavet er saltholdigheten over 35, og vannet blir definert som atlantisk. De kalde vannmassene i

vest, med saltholdighet under 35, defineres som arktiske. Dyreplanktonmengdene har generelt vært høyest i arktisk vann, og synes å følge samme endringsmønstre som i atlantisk vann. I kystvannet er endringene forskjellige fra det som observeres lenger vest. Det kan derfor se ut som om prosessene som styrer dyreplanktonutviklingen i de norske kystområdene er forskjellige fra prosessene lenger ute i havet. I 2011 og 2012 har det vært en økning i planktonmengden i arktisk vann, men verdien for 2012 bygger bare på én stasjon. I atlantisk vann holdt planktonmengden seg på et jevnt lavt nivå, mens kystvannet hadde en økning i mengde, noe som også var tilfellet i 2009 og 2010.

## Innslag av sørlige arter langs kysten

I senere år er det sporadisk observert mer sørlige og varmekjære planktonorganismer sør i Norskehavet, men også lenger nord langs kysten. Dette gjelder sørlig hoppekreps som *Mesocalanus tenuicornis*, *Phaenna spinifera*, *Euchaeta hebes*, *Scottocalanus securifrons*, *Undeuchaeta plumosa*, *Comantenna* sp., *Metridia brevicaudata*, *Lucicutia ovalis*, *Eucalanus crassus* og *E. longatus*. Vingesneglen *Cymbulia peroni* er også regelmessig funnet i Norskehavet. I 2011 og 2012 er det derimot observert færre sørlige arter. *Eucalanus* spp, *Mesocalanus tenuicornis* og *Calocalanus* spp observeres fortsatt, men sjeldnere enn tidligere. Andre sørlige hoppekreps finner man sjelden eller aldri i prøvene fra 2011 og 2012. Vingesneglen *Cymbulia peroni* er bare observert én gang på Svinøysnittet det siste året. Disse endringene kan skyldes endringer i temperatur eller vanntransport sørfra. *Calanus helgolandicus*, som er nært beslektet med *C. finmarchicus*, finnes fortsatt i sørøstlige Norskehavet, men det må opparbeides flere prøver fra de tidligste årene og flere analyser må gjøres før vi kan si noe sikkert om trender og mellomårlege variasjoner.

Det gjøres ikke regelmessig overvåkning av maneten *Mnemiopsis leidyi* i Norskehavet, inkludert kystområdene. Arten er observert så langt nord som til Trondheimsfjorden, og ble observert ved flere tilfeller lenger sør langs kysten i 2009 og 2010. I 2011 og 2012 har det vært få eller ingen observasjoner av *M. leidyi* i Norskehavet. *M. leidyi* ble introdusert med ballastvann fra nordøstkysten av USA og har etablert populasjoner i sørlige Nordsjøen. Arten er antakelig ikke etablert med reproduserende bestand i Norskehavet. I Nordsjøen og Skagerrak, hvor det gjøres regelmessig overvåkning, har det generelt vært lave forekomster i 2011 og 2012. Arten er der knyttet til kysten og følger kyststrømmen nordover, og tilsvarende endringer i bestanden vil derfor også gjelde for Norskehavet. I år som er spesielt varme eller har mye vanntransport fra kjerneområdene lenger sør, kan det forekomme en økning av *M. leidyi* i Norskehavet.



Figur 1. Dyreplanktonfordeling i De nordiske hav i de øvre 200 meterne i mai 2011 (øverst) og 2012 (nederst). Verdiene er oppgitt i gram tørrvekt/m<sup>2</sup>.

## Bestandsestimering og forvaltningsplan for raudåta



Foto: Havforskningsinstituttet

Raudåte

Dyreplanktonet raudåte er mengdemålt i Norskehavet. Det har gitt en estimert biomasse på ca. 40 millioner tonn i et område på 1,1 millioner km<sup>2</sup> våren 2012. En egen forvaltningsplan for raudåte vil være klar sommeren 2013.

Raudåta (*Calanus finmarchicus*) er en av Norges viktigste marine ressurser og har stor økologisk betydning. Som mat for sild, makrell og kolmule er raudåta avgjørende for opprettholdelsen av våre store pelagiske fiskebestander. Den er også livsviktig føde for larver og yngel av torsk og lodde. I tillegg blir raudåta spist av andre dyreplanktonarter, som igjen er mat for høyere trofiske nivåer. Raudåtas sentrale rolle i næringsnettet gjør den til en viktig aktør i overføringen av energi fra planteplankton og oppover i næringskjeden til fisk og hval.

I 2006 forbød Fiskeri- og kystdepartementet fangst på raudåte fordi det ble registrert en økende interesse for høsting av raudåte og annet dyreplankton. Videre ble det bestemt at det ikke skal være kommersiell høsting av dyreplankton før ressursgrunnlaget er kartlagt og det er etablert et bærekraftig forvaltningsregime basert på økologiske forvaltningsmodeller. Det ble også bedt om bedre kunnskap om dyreplanktonproduksjonen og økologiske konsekvenser av et eventuelt fiske.

Siden 2003 er det drevet et forsøksfiske på dispensasjon fra Fiskeridirektoratet. Fiskeriet er småskala og drives i kystnære farvann.

Siden 2012 har raudåta vært med på departementets liste over prioriterte arter som det skal gjennomføres bestandsmål for. I HARVEST-prosjektene har Havforskningsinstituttet sammenstilt et omfattende datasett for stadiespesifikk mengdefordeling av raudåte i øvre vannlag i Norskehavet. Det er også utviklet individbaserte modeller som kan simulere utbredelse, estimere produksjon og effekter av fiske. I tillegg er det gjennomført mengdemåling av raudåte både ved hjelp av planktonhåver og den tauede farkosten MESSOR, som er utrustet med optisk plankton teller. Begge metodene gav en raudåtebiomasse på ca. 40 millioner tonn i et område på 1,1 millioner km<sup>2</sup> i mai 2012. Havforskningsinstituttet skal gi årlige bestandsmål og råd om fiskekvoter på raudåta i framtida. Rådene vil være foreløpige i første omgang, men utvikles etter hvert som vi får bedre metoder og datagrunnlag.

Arbeidet med en forvaltningsplan for raudåta er nå i gang. Forvaltningsplanen utarbeides av Fiskeridirektoratet og Havforskningsinstituttet, og er planlagt ferdig sommeren 2013. Forvaltningsplanen vil blant annet inneholde en bestandsvurdering, vurdering av økologiske effekter av fiske og en beskrivelse av dagens fiskeri. Regler for bifangst samt eventuelle begrensninger på et raudåtefiske vil også bli gitt i forvaltningsplanen.



# Barentshavet

I 2012 ble det målt en klar økning i mengde dyreplankton i Barentshavet i forhold til foregående år. Økningen var særlig merkbar i den nordlige delen av Barentshavet. Selv om loddebestanden fortsatt er høy og det må antas et høyt beitepress, er dyreplanktonbiomassen den høyeste målt siden 2007 og over langtidsmiddelet. Mengdene yngel av flere kommersielle fiskeslag har vært god til moderat. Det tyder på tilfredsstillende produksjon, tilførsel og tilgjengelighet av dyreplankton.

PADMINI DALPADADO | padmini.dalpadado@imr.no og TOR KNUTSEN

Fordelingen av dyreplanktonet i 2012 er relativt lik det som er observert i tidligere år. Det er flekkvist høye verdier i den sørlige delen av Barentshavet, sør og sørøst for Bjørnøya i områder som normalt er påvirket av atlantisk vann. Det som karakteriserer avviket fra tidligere år er den betydelige biomassen rundt Svalbard nord for ca. 79°N, og i området avgrenset av Bjørnøya, Spitsbergen og Edgeøya (figur 1). De siste årene har den totale planktonmengden vært ganske stabil, likevel med en tydelig økning i 2012, fra ca. 5,9 g/m<sup>2</sup> i 2011 til 7,1 g/m<sup>2</sup> siste år. Økningen i planktonmengdene er særlig påfallende i nord i forhold til foregående år. For en mindre del av det sørlige Barentshavet er bunn-0m-verdiene korrigert pga. avvikende dyp på håvtrekkene. Den

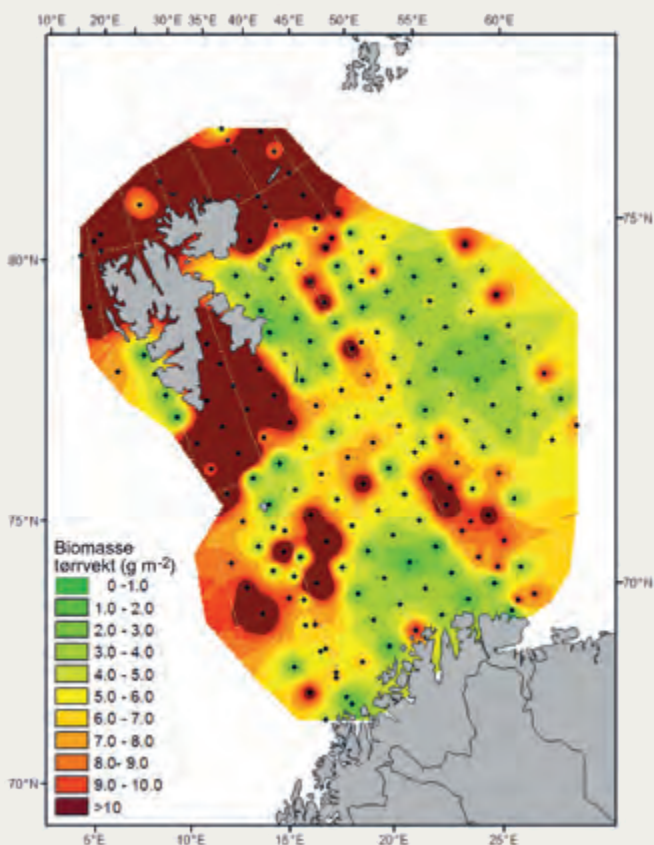
usikkerheten dette måtte medføre antas å ha liten innvirkning på det totale bildet som viser en økning i planktonmengden totalt, som ligger noe over langtidsmiddel.

Endringen skyldes i hovedsak økning i de to minste størrelsesfraksjonene, 180–1000 og 1000–2000 µm, mens det har vært en svak nedgang i den største fraksjonen over 2000 µm. Hovedparten av organismene i den minste fraksjonen er små hoppekreps som *Oithona* sp. og ulike utviklingsstadier av større hoppekreps, hvorav raudåta (*Calanus finmarchicus*) er den vanligste. Fraksjonen 1000–2000 µm består i stor grad av raudåte i atlantiske vannmasser, mens en nær slektning av raudåte, ishavsåte (*Calanus glacialis*) oftest dominerer i arktiske vannmasser.

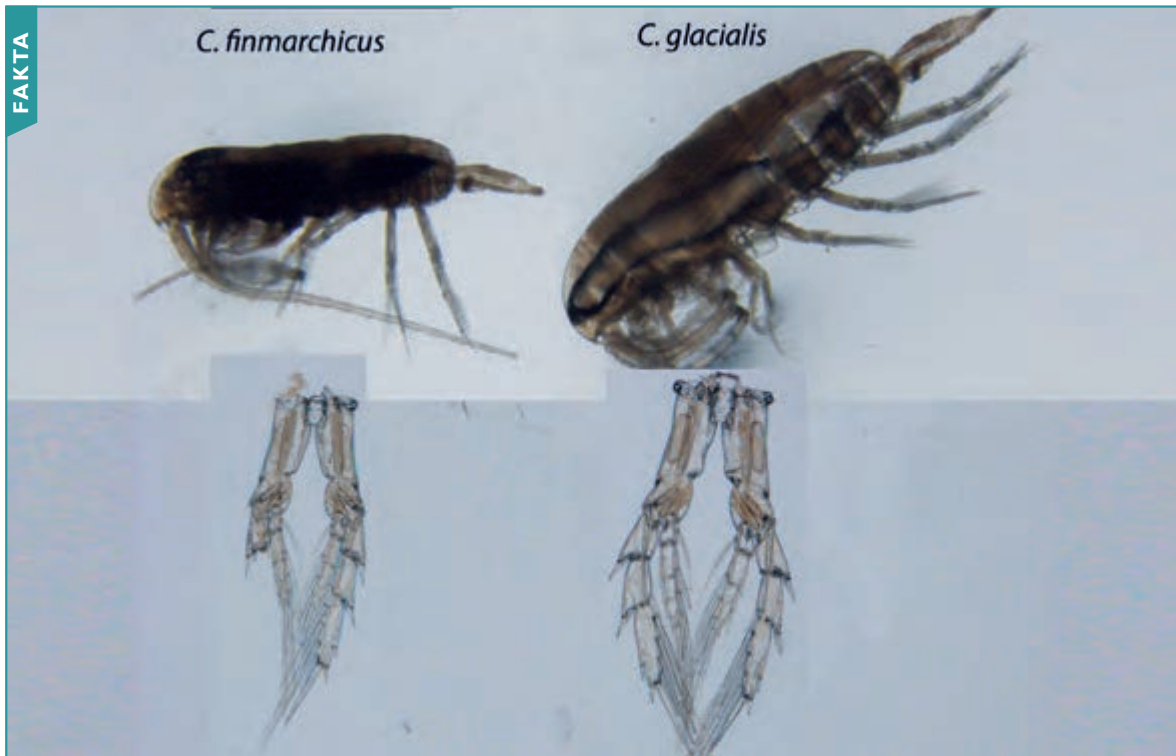
Økningen i planktonmengden i Barentshavet gjorde seg spesielt gjeldende i det som klassifiseres som polarfrontvann og arktisk vann. I de sistnevnte vannmassene, hvor det har vært en kontinuerlig reduksjon i dyreplanktonbiomasse fra 8,5 g/m<sup>2</sup> i 2005 til 3,3 g/m<sup>2</sup> i 2011, ble det i 2012 i snitt målt en biomasse på hele 8,1 g/m<sup>2</sup>. De høyeste planktonforekomstene ble funnet i området nord for Svalbard med mer enn 10 g/m<sup>2</sup>, likeens er verdiene høye i et område nord for Bjørnøya til Spitsbergen. I sørlige og østlige deler av havet er planktonmengdene lave, i store områder under 4 og ned mot 1 g/m<sup>2</sup> (figur 1). En detaljert opparbeiding på artsnivå på utvalgte stasjoner i arktiske vannmasser (nordlige Barentshavet) viser at 1000–2000-µm-fraksjonen, som har høyest biomasse, sannsynligvis er dominert av ishavsåten *C. glacialis* (se faktaboks).

De hydrografiske forholdene i områdene med høye biomasseforekomster nord for ca. ca. 79°N var klart influert av varmere atlantiske vannmasser i øvre del av vannsøylen. En økt tilførsel av *C. finmarchicus* fra vest eller bedre produksjonsforhold for denne arten kan ha bidratt til økningen i biomasse som er observert i området, selv om mange lokaliteter ble klassifisert til å befinne seg i arktisk vann. Således kan også forholdene for ishavsåten *C. glacialis* ha vært gode. Områdene med høy dyreplanktonbiomasse i vest mellom Bjørnøya og Spitsbergen mot Storfjorden var også betydelig påvirket av varme atlantiske vannmasser fra overflate til bunn. Trolig kan tilførsel av *Calanus finmarchicus*, fordelaktige produksjonsforhold lokalt og muligens redusert predasjon ha bidratt til å opprettholde en høy dyreplanktonbiomasse i området.

Artssammensetningen av *Calanus* på Fugløya–Bjørnøya-snittet viser at andelen av den boreale arten *C. finmarchicus* ikke er endret så mye de siste 11 årene, den dominerer med opptil 600 000 ind/m<sup>2</sup> på enkelte stasjoner, mens andelen av de arktiske *C. glacialis* og *C. hyperboreus* er variabel, men svært mye lavere med mengder ned mot hhv. rundt 1000 og 30 ind/m<sup>2</sup> i 2012. Dette kan skyldes vedvarende høy innstrømming av varmere vann til Barentshavet, kombinert med en svakere tilførsel av kaldere vannmasser fra nord.



Figur 1. Dyreplanktonfordelingen i Barentshavet i august-september 2012. Verdiene er oppgitt i bunn-0m og gram tørrvekt/m<sup>2</sup>.



Det er til dels vanskelig å skille raudåte (*C. finmarchicus*) fra ishavsåten *C. glacialis* nord i Barentshavet om man tar utgangspunkt i forskjeller i størrelse og fasong, som er vanlige metoder for artsbestemmelse. Nye undersøkelser utenfor Labrador og Newfoundland viser at *C. finmarchicus* og *C. glacialis* hybridiserer, og også produserer fertilt avkom. Disse hybridene har som oftest egenskaper og morfologiske karaktertrekk fra begge foreldreartene.

I Barentshavet har vi hyppig observert at det er stor variasjon i karaktertrekk som kroppsstørrelse for samme stadier av raudåte og ishavsåte, noe som kan tyde på hybridisering også her. Genetiske analyser vil være nødvendige å ta i bruk i fremtiden for artsidentifisering av *Calanus*-artene, og for å styrke vår forståelse av deres bestandsdynamikk.



Foto: Cecilie Brøns

*Calanus hyperboreus* er en arktisk hoppekreps. Morfologisk likner hoppekrepsen veldig på sin atlantiske "fetter" raudåte, bare at den er ca. tre ganger større.

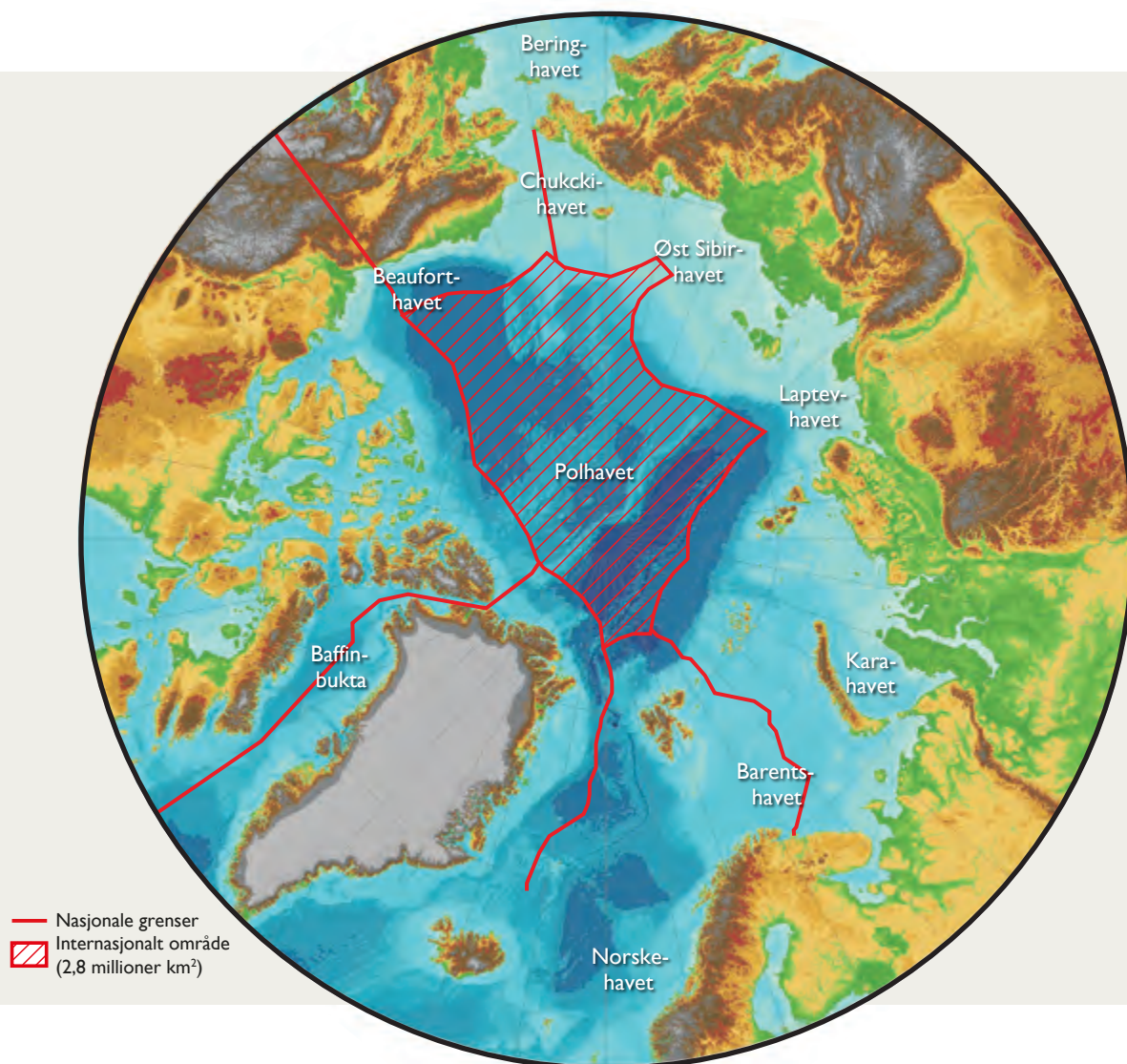


## KLIMAENDRINGER OG ISSMELTING I POLHAVET: Hvem vinner og hvem forsvinner?

Foto: Thomas de Lange Wenneck



Sommerisen i Polhavet endrer seg dramatisk; spesielt er den gamle og tykke isen kraftig redusert. Når tidligere islagte områder åpnes opp, påvirker det livet i havet. Noen arter ekspanderer nordover, mens andre, spesielt isavhengige arter som sel og isbjørn, får mindre leveområder. I temaserien ”Nordområdene” ser vi grundigere på endringene i isutbredelse og innstrømmingen av varmt atlantehavsvann til Polhavet, og hva dette har å si for utbredelsen av de små, men viktige krepsdyrene raudåte og ishavsåte. Det er funnet en del raudåte i Polhavet, men arten er ikke like godt tilpasset de ekstreme livsbetingelsene som sin slektning ishavsåta. Det gjør den videre skjebnen for raudåta uviss. Torsk og lodde står rekordlangt nord i Barentshavet; helt på grensen til Polhavet. Vil de forsette nordover og inn i Polhavet?



Kartet viser Polhavet eller Nordishavet med de nasjonale jurisdiksjonsgrensene og det store internasjonale området. De fem statene som har jurisdiksjon over havområder som grenser mot det internasjonale området er Norge, Russland, Canada, USA og Danmark (Grønland).





## Sommerisen i Polhavet er halvert

Aldri tidligere er det målt så lite is i Polhavet. På sommerstid er isutbredelsen bare halvparten av hva den var for 30 år siden. Dette sammenfaller med økt temperatur på det salte og varme atlanterhavsvannet som strømmer inn i Polhavet.

ØYSTEIN SKAGSETH | oystein.skagseth@imr.no og RANDI INGVALDSEN

Det er observert store endringer i havisen i Arktis siden 1979 da satellittovervåkingen av havisen begynte. Spesielt er den gamle og tykke isen kraftig redusert.

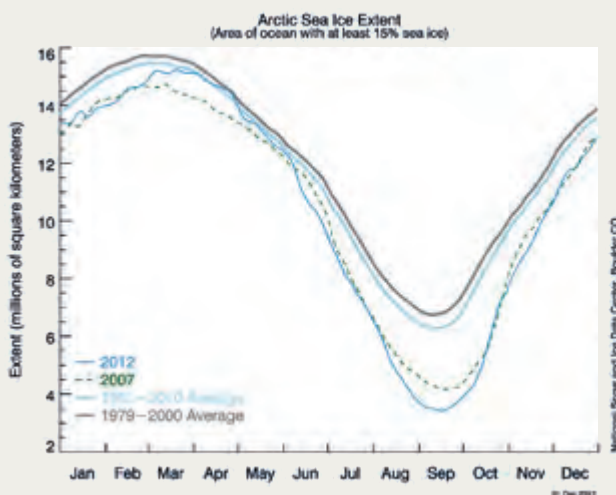
### Dramatisk endring sommerstid

Om sommeren gjør denne reduksjonen at isen er mye mer utsatt for smelting fra solinnstråling, transport av varm luft fra sør og varmere atlanterhavsvann som strømmer inn i Polhavet. Når det gjelder isdekket om vinteren har dette liten betydning, da det uansett er kaldt i Arktis, og et ferskt og dermed lett overflatelag av vann sørger for gode forhold for isdannelse. Endringene om sommeren er derimot dramatiske. Den totale isutbredelsen er nå bare om lag halvparten av nivået omkring 1980. Et absolutt minimum i

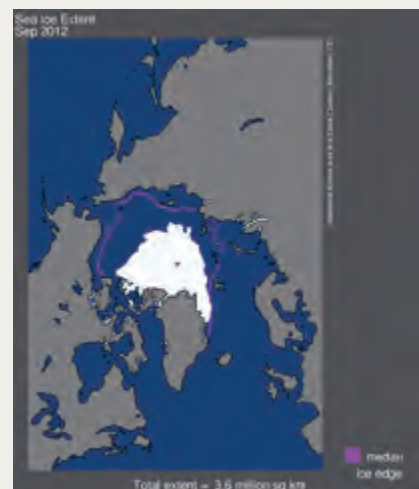
isutbredelse ble dessuten nådd høsten 2012 (figur 1). Sammenlignet med 1980 er nå alle sokkelhavene, og også store deler av det indre Polhavet, isfritt om høsten (figur 2). Faktisk var både Nordøst- og Nordvestpassasjen åpne sensommeren 2012, og mer enn 40 skip gikk gjennom Nordøstpassasjen det året.

### «Atlantifisering» av Polhavet?

I grove trekk er Atlanterhavsstrømmen vest av Svalbard den viktigste kilden til varmt og salt vann inn i Polhavet. Strømmen sirkulerer noe av vannet tilbake sørover i Framstredet, men en betydelig del fortsetter østover langs kontinental-skråningen nord for Svalbard som Den arktisk-atlantiske kantstrøm (The Arctic-Atlantic Boundary Current). Strømmen



Figur 1. Utbredelse av havis i Arktis gjennom året.



Figur 2. Utbredelse av havis mellom 1980 og 2012.



kjennetegnes av et maksimum i temperatur og salt på ca. 200 til 400 meters dyp gjennom hele det eurasiske bassenget og videre inn i det kanadiske bassenget. Atlanterhavsvannet er varmere, saltere og mer næringsrikt enn det arktiske vannet, og gir derfor andre forhold for plante- og dyreplankton. Sett i lys av temperaturøkningen i det innstrømmende atlanterhavsvannet de siste 30 årene, kan en tenke seg at «atlantifisering» av Polhavet vil øke slik tilfellet har vært i Barentshavet.

### Kartla atlanterhavsvannet

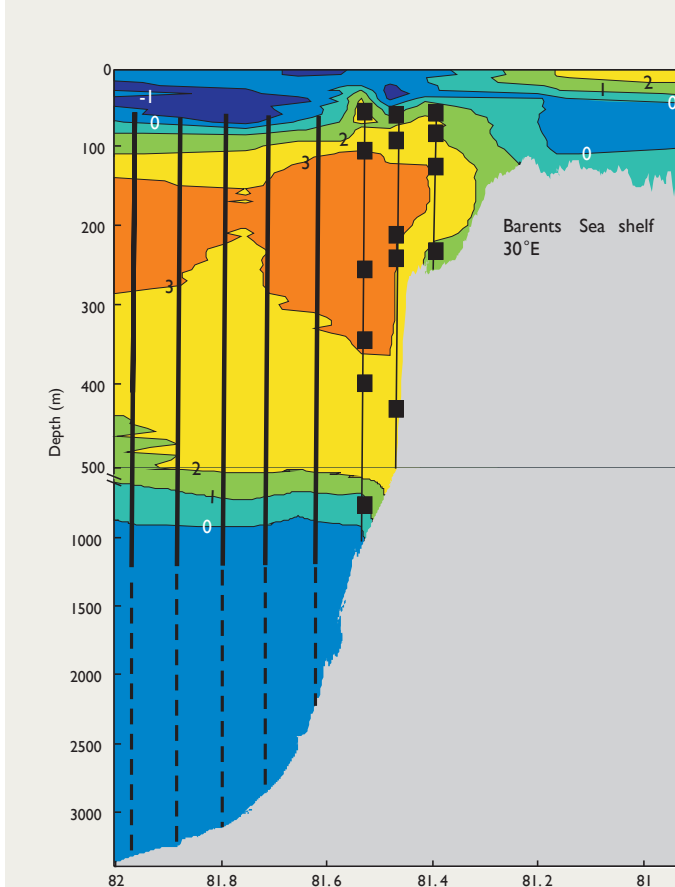
Det er usikkert hvordan atlanterhavsvannet fordeles inn i Polhavet, og vi mangler kunnskap om de viktigste prosessene som styrer mengde og fordeling av vannet. Denne kunnskapen er essensiell for å vurdere hvordan forholdene vil endre seg i fremtiden. Om bord på FF «Helmer Hansen» (august 2012) kartla vi atlanterhavsvannet som strømmer inn i Polhavet. Den rekordlave isutbredelsen (figur 2) gjorde det mulig å opprette stasjoner i områder som tidligere har vært utilgjengelige, og dermed fikk vi gjennomført en svært detaljert kartlegging av atlanterhavsvannet.

Det ble utført et bredt spekter av biologiske, fysiske og kjemisk-oseanografiske målinger og standard CTD-profiler. På alle stasjonene ble det tatt prøver av vannkjemi (oksygen, nærings salt og klorofyll), mens prøver av oksygen-isotop  $O^{18}$  ble tatt på de 30 stasjonene nord for Svalbard. Karbonprøver (forsuring) ble hentet fra snittet langs den 31. lengdegraden fra kysten og opp til  $82^{\circ}N$ , i alt ni stasjoner. I tillegg ble planteplankton- og dyreplankton sammensetningen målt.

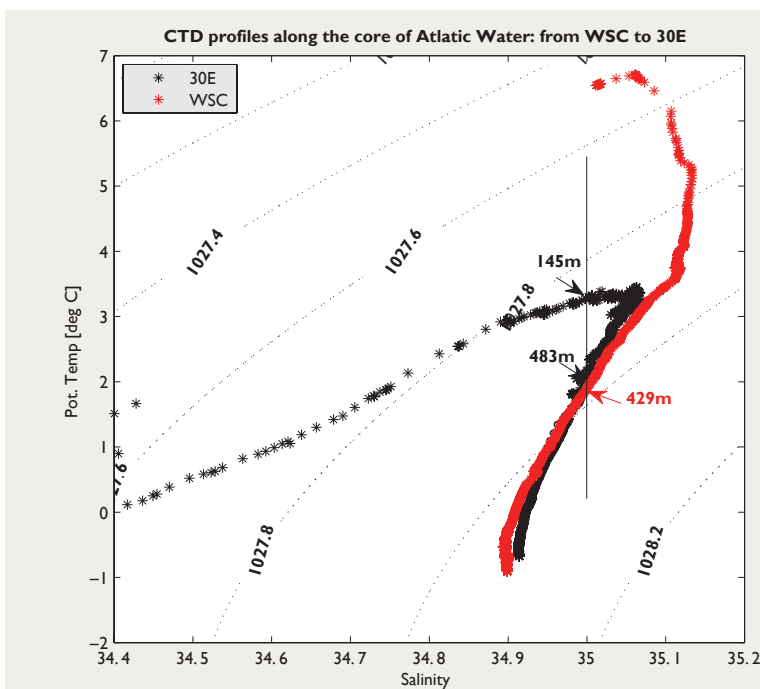
### En grad varmere vann

Det mest østlige snittet, som også strakk seg lengst mot nord ( $82^{\circ}N$ ), viste at det atlantiske laget som ligger på mellom 200–400 meters dyp i Arktis har en temperatur på over  $3^{\circ}C$  og strekker seg nordover forbi  $82^{\circ}N$  (figur 3). Det var ventet at Atlanterhavsstrømmen skulle ligge mer fanget mot kontinentalskråningen, men våre målinger ser ut til å avkrefte dette. Det er få målinger fra dette området, men det viser seg at temperaturen i det atlantiske laget er ca.  $1^{\circ}C$  varmere enn i 1980.

Ved å sammenligne stasjoner tatt over samme dyp (~1600 m) får vi et bilde av hvordan kjernen av atlanterhavsvannet endres fra vest av Svalbard til inne i Polhavet på  $30^{\circ}E$  (figur 4). Grovt sett ser vi at det salte og varme atlanterhavsvannet når til overflaten i Vest-Spitsbergenstrømmen. Inne i Polhavet finner vi et lag med kaldt og ferskt vann i de øvre ca. 100 meterne som isolerer det salte og varme atlanterhavsvannet mot isen.



Figur 3. Temperaturfordelingen fra kontinentalsokkelen og inn i polbassenget langs  $30^{\circ}E$ . Merk den varme kjernen av atlanterhavsvann som ligger på ca. 200 til 500 meters dyp. Plassering av rigger langs det nye  $31^{\circ}E$  er indikert.



Figur 4. Sammenligning av CTD-profil tatt i kjernen av atlanterhavsvannet over ca. 1600 meters dyp: vest av Svalbard (rød), på  $20^{\circ}E$  (grønn) og på  $30^{\circ}E$  (svart).

### Nytt snitt i Arktis

Havforskningsinstituttet har satt i gang to aktiviteter i Polhavet i 2012. Snittet langs  $31^{\circ}E$  ble etablert som et fast snitt som skal tas én gang i året. Her måles det temperatur, saltholdighet, nærings salter og plankton. Resultatene som er omtalt i avsnittet over stammer fra den aller første prøvetakingen på dette snittet. I tillegg ble det i regi av Framsenteret satt ut åtte

strømmålingsrigger på snittet (figur 3). Riggene er et samarbeidsprosjekt mellom fire institutter og to universiteter. De måler fysiske, kjemiske og biologiske parametre i det innstrømmende atlanterhavsvannet. Dataene fra dette snittet gir oss mulighet til å følge utviklingen i Polhavet og forhåpentligvis oppdage fremtidige endringer på et tidlig tidspunkt.



## Raudåta beveger seg inn i kaldere farvann

Relativt store forekomster av raudåte er målt i Polhavet. Det åpner opp for en interessant problemstilling: Kan vi risikere at raudåta utkonkurrerer sin svært «oljerike» slektning ishavsåta dersom trenden med minkende isdekke holder frem i havområdet?

PETTER FOSSUM | petter.fossum@imr.no

Under den store fangsten på grønlandshval i Polhavet på 1600- og 1700-tallet, var det lite av sjøfuglen alkekonge. Det viser utgravingene etter de første hvalfangerbosetningene. Hvalfangerne spiste alt de kunne finne, og på bosetningene var det rester av alt mulig fra havet, men

lite alkekonge. I dag er det millioner av alkekonger rundt Svalbard.

### Alkekongen etterfulgte grønlandshvalen

Hva har de felles, den bitte lille alkekongen og den enorme grønlandshvalen,

verdens nest største dyr? Jo, begge beiter på hoppekrepsen ishavsåte eller *Calanus glacialis* som dette dyreplanktonet heter på fint. Ishavsåta er en liten oljepakke (den kan inneholde opptil 70 prosent olje) som med sitt enorme antall ga mat nok til en kjempestor bestand av grønlandshval. Men da var det ikke plass til alkekongen. Den kom derimot inn i området da bestanden av grønlandshval nesten var utryddet til siste hval.

### Ishavsåta har god polarstrategi

Situasjonen for ishavsåta og raudåta ble studert på tokt med FF «Helmer Hanssen» i august 2012. Vi skulle gå langt inn i isen, dekke hele sokkelområdet og litt ut i Polhavet for å kartlegge fysikk, kjemi og plankton. Vi kom helt opp til 82°N og så langt øst som 31°Ø, på linje med Vardø. Her er et eventyrlig dyreliv med blant annet isbjørn, hvalross, grønlandssel, snadd, alkekonge og polarmåke.

Hoppekrepsene raudåte og ishavsåte (figur 1) ser helt like ut, men raudåta er litt mindre, og det kan brukes til å skille dem fra hverandre. Ishavsåta er ekstremt godt tilpasset islagte områder. Strategien innebærer en lang dvaleperiode når den tærer på opplagsnæringen. Så følger en rask gyte- og produksjonsperiode, der ishavsåta benytter både isalger og algeoppblomstringen i de frie vannmassene til å utvikle seg og skaffe opplagsnæring nok til å komme gjennom vinteren.



Figur 1. Den vesle hoppekrepsen ishavsåte finnes helst i kaldt vann, og er spesielt godt tilpasset de islagte områdene i Polhavet. Den består av nesten tre fjerdedeler olje, og er svært næringsrik. Grønlandshval og alkekongen spiser ishavsåte, som også er viktig føde for polartorsk og rovformer av dyreplankton som amfipoder.



### Fant store mengder raudåte

Det ble tatt prøver av atlantehavsvannet som strømmer inn i Polhavet. Vi startet prøvetakingen vest for Kongsfjorden (Ny-Ålesund) og fulgte strømmen nordover og så nordøstover ettersom strømmen rundet nordvesthjørnet av Svalbard, og helt øst til 31°Ø. Vi analyserte håvprøver fra 0–600 og 0–1000 meters dyp, hvor håven trekkes fra bunnen gjennom grenen av atlantehavsvann som en finner fra 200–400 meter langs eggkanten. Resultatene er fremstilt i figur 2, som viser at vi fant masse raudåte nordvest for Svalbard. Tettheten avtar imidlertid i atlantehavsstrømmen inn i Polhavet. Når det gjelder forholdet mellom raudåte og ishavsåte, så fant vi at vest for Kongsfjorden var over 82 prosent raudåte, nord for det nordvestre hjørnet av Svalbard var andelen 75 prosent. Helt øst ble litt over halvparten (65 prosent) bestemt til å være raudåte.

### Betydninger for økosystemet i Polhavet?

Dette er observasjoner fra ett år, og vi har ikke tilgjengelig eldre data å sammenligne med. Hva som vil skje i framtiden er en helt annen sak. Vi fant gytmodne eksemplarer av raudåte på den østligste stasjonen, så raudåta er i stand til å gyte langt inn i Polhavet. Et sentralt spørsmål er om raudåta vil erstatte ishavsåta hvis områdene blir mer eller mindre isfrie. Vil mengdene av dyreplankton øke? Hvilken betydning vil det ha for økosystemet siden ishavsåta er enda mer oljerik enn raudåta?

Disse problemstillingene vil vi gjerne følge opp med videre undersøkelser. Vi trenger genetikk for sikkert å kunne skille raudåta og ishavsåta fra hverandre. I fremtiden må vi også bruke et redskap som kan samle plankton i forskjellige dyp, slik at vi kan samle direkte i atlantehavsvannet.

Figur 2. Atlanterhavsstrømmen pumper raudåte inn i Polhavet. Størrelsen på hoppekrebsfigurene indikerer tørrvekten eller biomassen, mens innholdet antyder forholdet mellom raudåte og ishavsåte. Biomassen av raudåte går ned og andelen ishavsåte opp når vi beveger oss innover i Polhavet. Skjebnen til raudåta i Polhavet er imidlertid uviss, da den ikke er tilpasset slike ekstreme forhold.

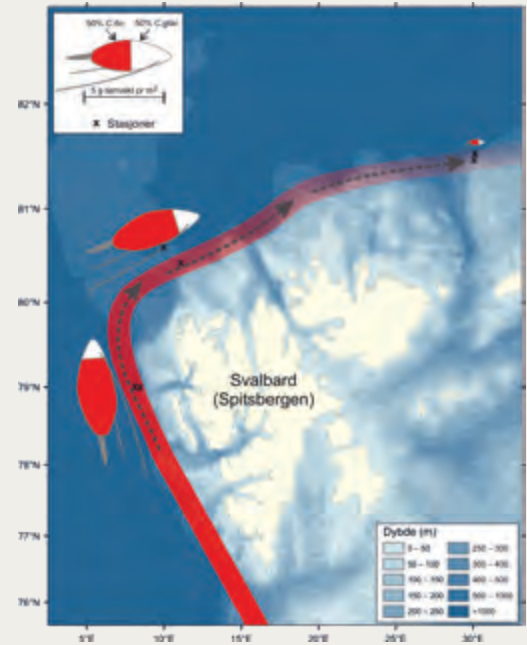


Foto: Øystein Vilg

Figur 3. Grønlandshvalen regnes som den mest istilpassede av alle hvalartene, og den kan banke seg gjennom 60 cm tykk is. Grønlandshvalens barder (hornaktige plater med børster, som henger ned fra overkjeven) er så fine at de kan filtrere ut ishavsåte. Ingen andre bardehvaler kan det.

### FAKTA

## Alkekongen

Alkekongen er den minste alkefuglen i våre havområder, og på størrelse med en stær. Inuitene i Canada elsker smaken av syltet alkekonge. Oppskriften: «500 alkekonger stappes inn i et selskinn og plasseres i en steinrøys på tundraen i tre måneder». Hos lomvien, vår største alkefugl, svømmer faren sammen med ungen i månedene etter at ungen har kommet på sjøen. Alkekongen har ikke samme svømmetrekk, men faren holder seg sammen med ungen en kortere periode etter at den har kommet på sjøen. Alkekongen er den eneste alkefuglen i våre farvann som har spesialisert seg på hoppekreps.



Foto: Tycha Anker-Nilssen



## Vil torskene og lodda vandre inn i Polhavet?

Høsten 2012 ble det observert torsk og lodde nesten helt til 82°N, som grenser til Polhavet. Dette er verdensrekord i nordlig utbredelse, og for torskens del blir nok rekorden stående. Lodda derimot, kan tenkes å vandre inn i Polhavet for å beite, men har foreløpig latt det være.

RANDI INGVALDSEN | randi.ingvaldsen@imr.no, HARALD GJØSÆTER og HARALD LOENG

Vil klimaendringer og ismelting i Polhavet føre til en stor fiskevandring nordover og inn i det internasjonale havområdet? Denne delen av Polhavet dekker 2,8 millioner kvadratkilometer, og er dobbelt så stort som Barentshavet. Den eneste dype forbindelsen mellom Polhavet og omverdenen er gjennom Framstredet (området mellom Svalbard og Grønland), som også er det eneste stedet hvor varmt atlantehavsvann strømmer inn i Polhavet.

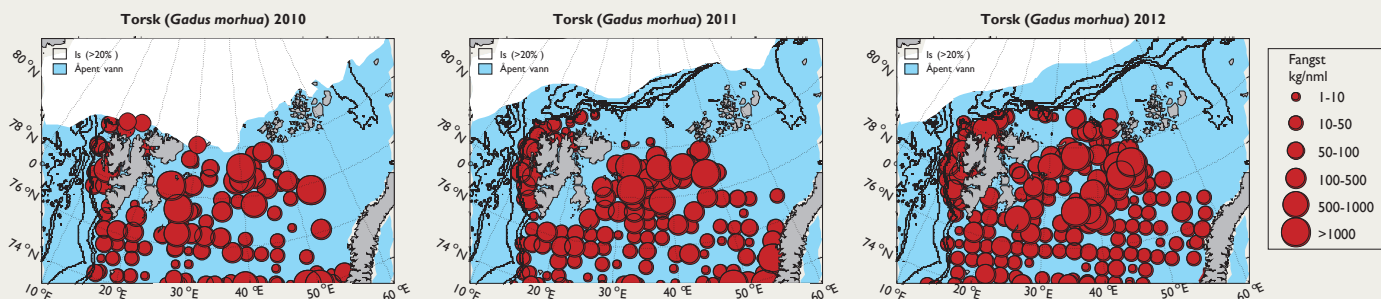
### Stor bestand, stor utbredelse

Det er mange forhold som bestemmer hvordan og hvorfor fisk endrer vandringsmønster og utvider sitt utbredelsesområde. Fisken jakter på mat, og en stor fiskebestand vil, dersom forholdene ligger til rette for det, spre seg utover et større område enn en liten bestand. Bestandene av torsk og lodde har vært store de siste årene, og har spredd seg gradvis nordover i Barentshavet (figur 1

og 2). Høsten 2012 observerte vi begge disse artene helt opp mot skråningen ned mot Polhavet på nesten 82°N.

### Dypet kan bestemme utbredelsen

Polhavet er et dypt havområde, på samme måte som Norskehavet. Arter som torsk og hyse er knyttet til grunne sokkelområder som Barentshavet og Nordsjøen. De er ikke i Norskehavet, selv om det er nok mat og gode temperaturforhold der. Derfor vil



Figur 1. Fordeling av torsk i det nordlige Barentshavet høsten 2010, 2011 og 2012. Dette er verdensrekord i nordlig utbredelse. De hvite områdene viser isdekke og de tynne svarte linjene viser bunn-dyp.



disse artene heller ikke spre seg lenger nord enn kontinentalskråningen nord for Barentshavet. Dette betyr at verdensrekorden i nordlig utbredelse av torsk fra høsten 2012 trolig kan bli stående. Disse artene kan bare spre seg østover, men det forutsetter at de rette temperatur- og matforholdene er til stede. Dyphavsarten blåkveite lever også nær bunnen og vil heller ikke spre seg lenger nord enn kontinentalskråningen, selv om den trolig vil gå noe dypere enn torsken. Blåkveita er imidlertid allerede observert østover forbi Frans Josefs land til Karahavet. Det er således kun arter som lever fritt i vannmassene i hele eller deler av livet, for eksempel lodde og uer, som har potensial til å vandre inn i selve Polhavet.

### Temperatur og mattilbud

De fleste arter foretrekker å oppholde seg i vannmasser med temperaturer innenfor et gitt område. Selv om flere arter kan oppholde seg i temperaturer nær 0°C i kortere perioder, og noen arktiske arter som polartorsk til og med ned mot frysepunktet på  $\pm 1,8^\circ\text{C}$ , så foretrekker de fleste temperaturer over frysepunktet. I Polhavet har atlantehavsvannet som strømmer inn langs vestkysten av Spitsbergen og videre østover i Polhavet egnet temperatur. En del av dette varme vannet strømmer inn i Barentshavet langs bunnen og varmer opp

dypvannet i det nordlige Barentshavet, slik at for eksempel torsk kan være i disse områdene. Samtidig er det viktig at det er mat til stede. Det være seg plankton eller fisk, slik som lodde.

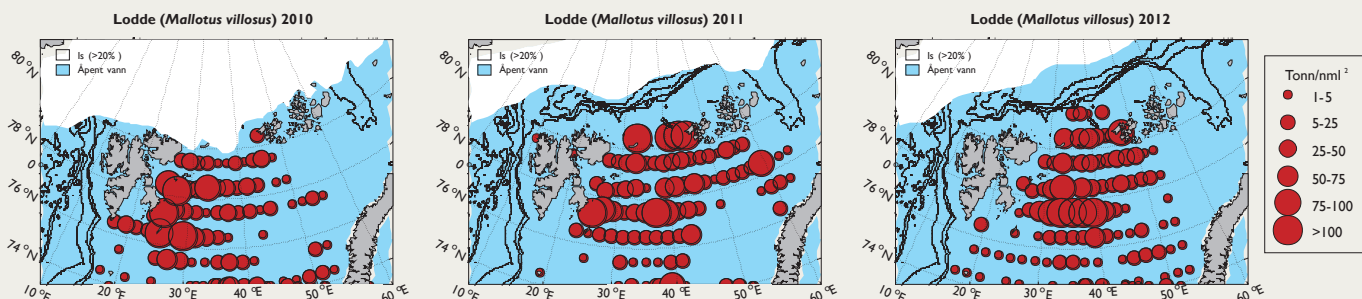
### Lodde i Polhavet?

Lodde er den pelagiske arten med størst potensial til å vandre inn i Polhavet for å beite. Men selv om lodda de senere år har fulgt iskanten nordover så lenge iskanten befinner seg i Barentshavet, ser også denne arten ut til å stoppe ved kontinentalskråningen mot Polhavet selv om isen trekker seg videre nordover (figur 2). Årsakene er trolig mange. Først og fremst vil utbredelsen i beitesesongen være styrt av hvor det er mest av raudåta; den næringsrike maten lodda trenger for å bli kjønnsmoden og i stand til å gjennomføre den lange vandringen tilbake til gytefeltene. Mengden av denne viktige matkilden avtar raskt innover i Polhavet. Selve avstanden til gytefeltene setter også en grense for hvor langt nord lodda kan beite. Det må altså til en endring av selve vandringsmønsteret, med nye gyte- og oppvekstområder. Dette er ikke sannsynlig før levevilkårene for lodda i selve Barentshavet eventuelt skulle bli uegnede. Fiskenes vandringsmønstre, som at torsken vandrer til Lofoten og lodda til Finnmark for å gyte, er nedarvet gjennom

mange generasjoner. Vandringsen er også styrt av strømsystemene, som sørger for at larvene driver fra gytefeltene til gunstige oppvekstområder. Slikt endres ikke over natten. Særlig hos fisk som lodde skal det mye til for at gytingen skal flyttes til nye områder. Lodda gyter sine egg på bunnen og er avhengig av gyteplasser med høvelig substrat (singel og grus) og sterk strøm. Det er altså svært lite sannsynlig at det blir kommersielle arter i Polhavet med det første.

### Så hvorfor bry seg med Polhavet?

Polhavet er et av de minst kjente havområdene fordi det har vært vanskelig tilgjengelig på grunn av isforholdene. Når det nå åpner seg mer opp om sommeren, vil det bli lettere å få kartlagt de fysiske, kjemiske og biologiske forholdene i havet. Artssammensetningen av både plante- og dyreplankton vil være avgjørende for en mulig vandring av pelagiske arter inn i Polhavet. Det er derfor viktig å følge utviklingen i disse plante- og dyresamfunnene. Faktorer som havforsuring, skipsfart, oljevirksomhet og innførte arter i forbindelse med økende isfrie havområder kan også komme til å påvirke økosystemene i Polhavet og det nordlige Barentshavet.



Figur 2. Fordeling av lodde i det nordlige Barentshavet høsten 2010, 2011 og 2012. Lodda følger ikke isen inn i Polhavet. De hvite områdene viser isdekket og de tynne svarte linjene viser bunn-dyp.



Foto: Thomas de Lange Wennek



## NORGE I ANTARKTIS:

# Forsker og fisker på krill

Vekten av krillen i Antarktis er anslått å være om lag det samme som hele jordens befolkning. Høstingspotensialet er i alle fall betydelig. De siste årene har vi fisket en brøkdel av det som regnes som bærekraftig. Skal vi fiske mer, må vi først løse utfordringer med fangstteknologi, marked, pris og hensynet til krillspisende fisk, fugl og sjøpattedyr.

OLAV RUNE GODØ | olav.rune.godoe@imr.no, SVEIN IVERSEN, BJØRN KRAFFT, GEORG SKARET og KIT M. KOVACS (Norsk Polarinstitutt)

Sørishavet er et krillbasert økosystem, som betyr at produksjonen på høyere trofiske nivåer i stor grad er avhengig av krillen. Næringskjedene er korte, for eksempel ved at krill delvis lever av planteproduksjon og fungerer som føde

for toppredatorer som hval og sjøfugl. Høsting av krill, der Norge er største aktør, vekker oppmerksomhet og diskusjon. Det reises spørsmål om ressursens sårbarhet og om et ekspanderende krillfiske påvirker økosystemets funksjon.

### Dyktige norske entreprenører

Krillen finnes rundt hele det antarktiske kontinentet, men fiskes bare i små mengder i noen få, begrensede områder. Den totale bestandsstørrelsen er ukjent, men i en liten del av utbredelsesområdet (ca. 15 prosent) måler vi rundt 100 millioner tonn. Det er god grunn til å tro at dette tallet må flerdobles for å få totalbestanden. Fangsten de siste 20 årene har vært på vel 100 000 tonn (mindre enn én promille av bestanden). Norge er den største fangstnasjonen, fulgt av Sør-Korea og Japan.

Krillfisket er dyrt på grunn av de store geografiske avstandene til og fra fiskefeltene i Sørishavet. I tillegg har krill kort holdbarhet, og det har vært krevende å fremskaffe et produkt som markedet vil betale for. Mens krillfisket har stagnert internasjonalt, har norske selskaper gått inn med entusiasme og utviklet nye produkter, fangstteknologi, prosesseringsmetoder og markeder. Satsingen har vært kostbar, men har resultert i kostholdstilsnitt, omega3-produkter, medisiner og kosmetikk. Dette markedet er begrenset og tillater bare en forsiktig ekspansjon. Restprodukter går til dyrefor, for eksempel fiskeoppdrett. Dette markedet er i seg selv lite regningsvarende og krever også produktutvikling.

### Fisket er ansvarlig

Alt fiske i Antarktis reguleres av CCAMLR (Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources). I området der fisket foregår, er bestanden beregnet til vel 60 millioner tonn. Et konservativt anslag antyder at 10 prosent, det vil si ca. 6 millioner tonn krill, kan fiskes årlig uten at det vil medføre en stor risiko

Foto: Bjørn Krafft



Tråling etter krill.



for krillbestanden. Dette er om lag 60 ganger mer enn det som faktisk blir fisket. Siden dagens fiske foregår i nærheten av øyer der pingviner og sel lever, er det satt en føre-var-kvotepå 620 000 tonn som skal sørge for at fisket ikke konkurrerer om føden med disse dyrene.

For å sikre dyrene ytterligere, stenges områder i nær tilknytning til noen kolonier av fugl og sel. Videre er føre-var-kvoten fordelt på fire områder for å unngå konsentrasjon av fisket. Internasjonale uavhengige observatører er om bord under fisket for å se til at det foregår etter gjeldende reguleringer. De samler også inn biologisk materiale. Fiskerne er forpliktet til å rapportere dagsfangster jevnlig til CCAMLR. Når kvoten er nådd i ett område, stenges fisket der.

#### Ønsker større kvote

For å kunne øke fangsten utover føre-var-kvoten etterspør fiskerne et mer fleksibelt regime. Det er foreslått at de områdebegrensede fiskeriene åpnes og stenges på grunnlag av oppdatert informasjon om krillmengden og sårbarheten/beitemønsteret til pingvin og sel (for eksempel i hekkeperioden og kasteperioden). Hval beiter stort sett pelagisk og vil ikke i like stor grad påvirkes av et begrenset lokalt og kystnært fiskeri. For å oppnå et slikt fleksibelt forvaltningssystem trengs det mer informasjon.

#### Årlige norske undersøkelser

Siden 2010 har Norge gjennomført årlige undersøkelser i ett av de viktige fangstområdene i Sørishavet. Havforsknings-

instituttet har hentet data fra et fartøy som næringen har stilt til disposisjon. Dette er helt avgjørende for gjennomslag i CCAMLR: uten mer kunnskap og overvåking vil det ikke bli noen utvidelse av krilluttaket. Kina (Yellow Sea Fisheries Research Institute) er med i de årlige krillundersøkelsene sammen med Havforskningsinstituttet. Videre er Storbritannia (British Antarctic Survey) vår partner i et prosjekt sammen med Norsk Polarinstitutt. Prosjektet skal skaffe økt forståelse for fordeling og rekruttering av krill og gjøre oss bedre i stand til å vurdere konkurranseforholdet mellom pingvinenes beiting og fiskeri. Bakteppet er at krillmengden i enkelte områder av Sørishavet muligens er på vei ned. Det kan skyldes global oppvarming og redusert isdekke. Spesielt de yngre stadiene av krill er avhengige av isen for beskyttelse og for å finne næring om vinteren. Det er sterkt ønskelig å sende norske ekspedisjoner til området med noen års mellomrom slik

at vi kan bidra videre i den sårt tiltrengte kunnskapsinnhenting.

#### Kunnskap og kompetanse, ikke tro og følelser

Norge er i ferd med å markere seg både som en forsker- og fiskerinasjon i Antarktis. Vår innsats blir lagt merke til og applaudert av de andre nasjonene med interesser i dette området. Videre norsk tilstedeværelse og forskningsbidrag til CCAMLR vil være avgjørende for at beslutninger ikke tas på et skjønns- eller følelsesmessig grunnlag, men er vitenskapelig fundamenterte. CCAMLR har laget et rammeverk for hvordan vern og rasjonell høsting kan gå hånd i hånd. Det norske samspillet mellom forskning og næring lever opp til CCAMLRs intensjoner. Bare en slik strategi kan skape et vitenskapelig grunnlag for et framtidig bærekraftig fiske, som balanserer fangstmengde og bestand og tar de nødvendige økologiske hensyn.



Foto: Kjersti Mæstad

Krill.



Foto: Gullie Kloetzer

Pingvin er blant de antarktiske artene som har krill som viktig mat.

## Økosystemtoktene legger grunnlaget for en helhetlig økosystembasert forvaltning

Kunnskapsinnhenting, forskning og overvåking er helt nødvendig for å få til en helhetlig økosystembasert forvaltning. Havforskningsinstituttets økosystemtokt er en sentral plattform for disse tre aktivitetene, og har alt skaffet oss økt forståelse for ulike prosesser i økosystem Barentshavet.

KNUT SUNNANÅ | knut.sunnanaa@imr.no

Havforskningsinstituttet har lenge arbeidet økosystembasert, og gir sine råd til forvaltningen basert på en inndeling i de fire store økosystemene Barentshavet, Norskehavet, Nordsjøen og norskekysten. Rådgivingen vår er kunnskapsbasert, og bygger i hovedsak på egen forskning og overvåking i de forskjellige økosystemene.

### Helhetlig tenkning og måloppnåelse

Flere andre institusjoner og direktorater gir også råd om forvaltning av aktiviteter i havområdene våre. Rådgivingen skal være helhetlig og ta hensyn til økosystemenes funksjonalitet og hvordan de påvirkes av klimatiske forhold og menneskelig aktivitet som fiskeri, havbruk, petroleumsvirksomhet etc. Samtidig er det viktig å huske at også hensynet til bosetting og livskraftig næringsvirksomhet skal telle med.

Den økosystembaserte forvaltningen av havområdene er forankret i forvaltningsplaner som vedtas av Stortinget. Så langt har vi forvaltningsplaner for Barentshavet og Norskehavet, mens planen for Nordsjøen er ventet i 2013. De ulike målene i forvaltningsplanene

oppnås gjennom råd og forvaltningstiltak. Stortinget vurderer i hvilken grad disse målene er oppfylt når forvaltningsplanene med jevne mellomrom oppdateres. Sammen med havressursloven og biomangfoldloven gir forvaltningsplanene de overordnede signalene for departementer og direktorater, og i sin tur vil Havforskningsinstituttet styre sin aktivitet og gi sine råd i henhold til disse føringene.

### Råd til andre og overvåking

Havforskningsinstituttet gir først og fremst råd som gjelder fiskerierne i havet og virksomheten i havbruksnæringen. Men, vi gir også råd til andre forvaltningsetater om mulig påvirkning som annen aktivitet kan ha på økosystemene og på utøvelsen av fiske og havbruk. Vår rådgiving knyttet til olje- og gassvirksomheten er et eksempel på dette. Her er det et spesielt fokus på betydningen av områdene utenfor Lofoten og Vesterålen.

Tilstrekkelig overvåking av havets miljø (økosystemene) er den viktigste forutsetning for at systemet med forvaltningsplaner kan fungere. Havforskningsinstituttet har ansvar for «Den rådgivende gruppen

for overvåking av hav- og kystområder» (overvåkingsgruppen), som rapporterer data fra norsk overvåking og ser til at det drives tilstrekkelig overvåking av hav- og kystområdene.

### De viktige økosystemtoktene

Selv om den viktigste overvåkingen av torsk og hyse i Barentshavet fortsatt skjer på våre egne tokt i februar, så kommer en økende mengde overvåkingsdata fra økosystemtoktet i Barentshavet i august og september. Målingene av loddebestanden er en av kjerneaktivitetene i dette toktet, og bestanden beregnes like etter tokkets avslutning. Her tas også inn beregninger av hvor mye lodde torsken spiser før loddefisket starter om vinteren. Prøver av innholdet i torskemagene er viktige data i disse beregningene.

På økosystemtoktet måles også mengden yngel som er gytt og klekket samme året av de fleste fiskeslag som har betydning for økosystemet i Barentshavet. Målingene danner grunnlaget for prognoser om økosystemets tilstand og om mengden fisk tre til fem år frem i tid. Når vi sammenholder mengden yngel



med størrelsen på gytebestandene, kan vi også modellere bestandsutviklingen enda lengre frem i tid.

#### Forståelse for viktige prosesser

Målingene av ungsild, lodde og torsk og yngelen har gitt oss økt forståelse for hvordan disse artene påvirker hverandre. Blant annet vet vi at beiting fra ungsild på årets loddelarver har mye å si for om årsklassen av lodde vokser opp. Dette har igjen stor betydning for torskebestanden, som er avhengig av lodde som mat for å opprettholde sitt høstingspotensial.

Vannmassene som strømmer inn i Barentshavet fra Norskehavet og langs kysten er avgjørende for den oseanografiske situasjonen i havet, og har sterk innvirkning på produksjonen av planteplankton og dyreplankton. Økt kunnskap om energiflyten i økosystemet er avgjørende for at vi skal forstå de prosessene som bidrar til bærekraftig høsting av ressursene i havet. Derfor har målinger av oseanografiske forhold høy prioritet på økosystemtøktene.

#### Tverrfaglig kunnskap

En økosystembasert forvaltning av havområdene våre innebærer også at forvaltningen har god oversikt over de ytre påvirkningene av økosystemene. På Havforskningsinstituttets tokt overvåkes fysisk påvirkning av havbunnen fra fiske, seismisk aktivitet fra oljeleiting, utslipp fra skipstrafikk og langtransportert forurensning. Data fra denne overvåkingen gjør forvaltningen i stand til å regulere aktiviteter som kan gi uønsket påvirkning. Fra år til år har vi stadig større overvåkingsaktivitet og det skaffer oss også en unik tverrfaglig kunnskap. Overvåkingsdata kobles til data fra de oseanografiske og biologiske undersøkelsene som gjennomføres på de samme toktene, og slik blir økosystemtøktene enda viktigere for en helhetlig, økosystembasert forvaltning.

I 2013 setter Havforskningsinstituttet i gang et større strategisk forskningsprogram som omhandler prosessene som styrer produksjonen i havet. Forvaltningen legger stor vekt på kunnskapsinnhenting i sin oppfølging av forvaltningsplanene. På økosystemtøktene kan instituttet både samle inn data og gjennomføre direkte studier av prosesser i havet, som kan gi økt forståelse av økosystemets funksjon.

## BESTANDSTABELLEN: Oversikt over bestander med behov for forvaltningsmessig prioritering i 2013



INGOLF RØTTINGEN | [ingolf.roettingen@imr.no](mailto:ingolf.roettingen@imr.no)

Etter en prosess hvor en har kartlagt kunnskapsstatus og eksisterende reguleringer for de mindre økonomisk verdifulle artene, og også arter uten økonomisk verdi (men som kanskje har verdi i forbindelse med rekreasjon og økosystemviktighet) har Fiskeridirektoratet i samarbeid med Havforskningsinstituttet satt opp forslag til en prioriteringstabell. Tabellen viser hvilke arter som har behov for kunnskapsøkning og tiltak for at forvaltningen skal skje i henhold til havressursloven. Tabellen blir lagt fram for diskusjon og kommentarer av interessegrupper (fiskerinæringen,

fritidsfiskeforeninger, miljøvernorganisasjoner etc.) før den blir endelig fastlagt av Fiskeri- og kystdepartementet. Bestandstabellen skal brukes som et styringsverktøy for økosystembasert forvaltning, og det vil alltid være diskusjon internt i Havforskningsinstituttet om hvor mye ressurser som skal brukes på disse bestandene sammenlignet med de økonomisk viktige bestandene. Men, dersom måletningen er en økosystembasert forvaltning av Norges hav- og kystområder, er det helt avgjørende med bedre kunnskap om disse mindre kjente artene.

ART/BESTAND	MERKNAD
Bruskfisk generelt (haiarter, havmusarter og skatearter)	Vurdere behov for tiltak for flere bruskfiskarter og videreføre arbeidet med utkast til en overordnet forvaltningsplan og felles forskrift. Kunnskapsoppbygging.
Pigghå spesielt	Sikre at høstingen holdes på et forsvarlig nivå. Reguleringen må avveie hensynet til den antatte bestandssituasjon og behovet for å kunne drive et rasjonelt fiske etter andre arter.
Hummer	Evaluere eksisterende tiltak og vurdere nye.
Kveite	Vurdere og gjennomføre tiltak.
Raudåte	Utvikle og implementere forvaltningsplan.
Stillehavsøsters	Fremmed art som bør desimeres. Det vurderes å lage en informasjonskampanje.
Uer ( <i>Sebastes marinus</i> )	Vurdere tiltak for å hindre en ytterligere bestandsnedgang.
Uer ( <i>Sebastes mentella</i> )	Arbeide for å etablere et multilateralt forvaltningsregime.

# På jakt etter radioaktivt avfall i Karahavet

Det er gjennomført nye norsk-russiske undersøkelser av radioaktiv forurensning i Stepovogofjorden på østsiden av Novaja Semlja. Området er svært viktig i radioøkologisk sammenheng, fordi det ligger en atomubåt med brukt kjernefysisk brensel og et høyt antall konteinere med store mengder radioaktivt avfall på bunnen av fjorden. Foreløpige resultater tyder på at de dumpede objektene ikke lekker radioaktive stoffer i større omfang.

HILDE ELISE HELDAL<sup>1</sup> | hilde.elise.heldal@imr.no, BJØRN LIND<sup>2</sup>, JUSTIN GWYNN<sup>2</sup>, HANS-CHRISTIAN TEIEN<sup>3</sup>, OLE CHRISTIAN LIND<sup>3</sup>, RAJDEEP SINGH SIDHU<sup>4</sup> og GUNNAR BAKKE<sup>1</sup>  
1. Havforskningsinstituttet, 2. Statens strålevern, 3. Universitetet for miljø og biovitenskap, 4. Institutt for energiteknikk

Helt til tidlig på 1990-tallet ble Barentshavet og Karahavet brukt som dumpelass av tidligere Sovjet og senere Russland. De dumpede objektene utgjør en konstant trussel for det marine miljøet, og overvåking er viktig for å kartlegge status på objektene og eventuell utlekking/spredning av radioaktivt avfall.

## Viktig felles dokumentering

Etter over ett års planlegging dro 15 norske og russiske forskere på tokt til Karahavet med det russiske forskningsfartøyet FF «Ivan Petrov» i august 2012. Målet var Stepovogofjorden, hvor den russiske atomubåten «K-27» og over 2000 konteinere med radioaktivt avfall ligger dumpet.

I 1992–1994 ble det gjennomført tre felles norsk-russiske tokt til fjorder på østsiden av Novaja Semlja og det åpne Karahavet. Den gangen ble det blant annet målt forhøyete nivåer av cesium-137 (<sup>137</sup>Cs) i sediment (100–200 Bq/kg) i den indre delen av Stepovogofjorden. Her ble

det også målt spor av <sup>60</sup>Co som, i likhet med <sup>137</sup>Cs, er en radionuklide (radioaktive atomer) som ikke finnes naturlig i miljøet. For å følge opp disse funnene var det viktig å gjenta norsk-russiske undersøkelser for å dokumentere dagens nivå av radioaktiv forurensning og tilstanden til de dumpete objektene. Siden 1994 har Russland gjennomført noen få egne tokt til blant annet Stepovogofjorden.

## Undersøker sirkulasjonen

Stepovogofjorden er forholdsvis smal og grunn. Den indre delen er rundt 60 meter dyp og er delvis separert fra den ytre delen, som er rundt 30 meter dyp, med en terskel. De hydrografiske forholdene i fjorden har betydning for utskifting av vannmassene og dermed nivåene av forurensning. Dårlig sirkulasjon vil for eksempel føre til at forurenset bunnvann blir værende. I de øverste 5 meterne av vannsøylen varierte temperaturen mellom 5,5 og 6,0 °C og saltholdigheten mellom 31 og 32 i hele fjorden (figur 1). I den

ytre delen av fjorden og ved utløpet, økte saltholdigheten gradvis med dypet til den nådde rundt 33,7 og 34,0 på de dypeste stasjonene (30–33 meter). Temperaturen avtok gradvis med dypet til rundt 2 °C på de dypeste stasjonene. Bunnvannet i den indre delen av fjorden hadde saltholdighet og temperatur på henholdsvis rundt 34,5 og ±1,1 °C på de dypeste stasjonene (50–60 meter). I den indre delen av fjorden observerte vi tre vannlag som var adskilt av temperatur- og saltholdighetsgradienter (figur 1 a og b). Dette var ikke tilfelle i den ytre delen av fjorden. Det betyr at det sannsynligvis er mindre sirkulasjon i den indre delen av fjorden, og at en opphopning av forurensning kan forekomme i bunnvannet her.

## Tar ulike prøver

Undersøkelsene og prøveinnsamlingen i Stepovogofjorden tok omtrent en uke. Selv om lokaliseringen av «K-27» og konteinere var kjent på forhånd, begynte vi med en bunnkartlegging ved hjelp av en



sideskannende sonar. «K-27» og konteinerne ble, som forventet, raskt lokalisert i henholdsvis den ytre og den indre delen av fjorden.

For å få informasjon om spredning av radionuklider i fjorden og endringer over tid, ble det samlet inn sedimentprøver; totalt 65 sedimentkjerner og 94 prøver av overflatesedimenter. Stasjonsnettet for prøvetakingen ble utarbeidet på bakgrunn av bunnkartleggingen og stasjonsnettet fra 1990-tallet (figur 2). Vannprøver og biologisk materiale ble samlet inn for å studere mobilitet av radionuklider i vannet og opptak i marine organismer. Det ble tatt prøver av sjøvann fra flere dyp på tre stasjoner (i indre og ytre del og ved utløpet av fjorden) for å se om det var forskjell på den ytre og den indre delen av fjorden, hvor sirkulasjonen er mindre.

Åleruser, krepseteiner, garn og tre-kantskrape ble brukt til å fange fisk og bunndyr fra indre og ytre del av fjorden. Det innsamlete materialet består blant annet av navigatorsk, nettålebrosme, ulker, brunalger, skjell, snegler, kråkeboller og sjøstjerner.

### Ikke store lekkasjer

Utvalgte overflatesedimenter ble undersøkt for konsentrasjoner av radioaktive stoffer om bord i FF «Ivan Petrov». Konsentrasjonene av  $^{137}\text{Cs}$  varierte fra under deteksjonsgrensen på omtrent 5 Bq/kg våtvekt<sup>1</sup> til omtrent 30 Bq/kg våtvekt. De høyeste konsentrasjonene ble funnet i den indre delen av Stepovogofjorden, der konteinerne er dumpet. Nivåene er høyere enn de vi vanligvis finner i Barentshavet, men lavere enn de vi finner i enkelte fjorder i Midt-Norge. For eksempel måler vi over 200 Bq/kg tørrvekt innerst i Vefsnfjorden i Nordland.

Disse foreløpige resultatene tyder på at det har lekket  $^{137}\text{Cs}$  fra konteinerne innerst i fjorden, men omfanget er begrenset. Forholdene har tilsynelatende heller ikke forverret seg siden 1990-tallet.

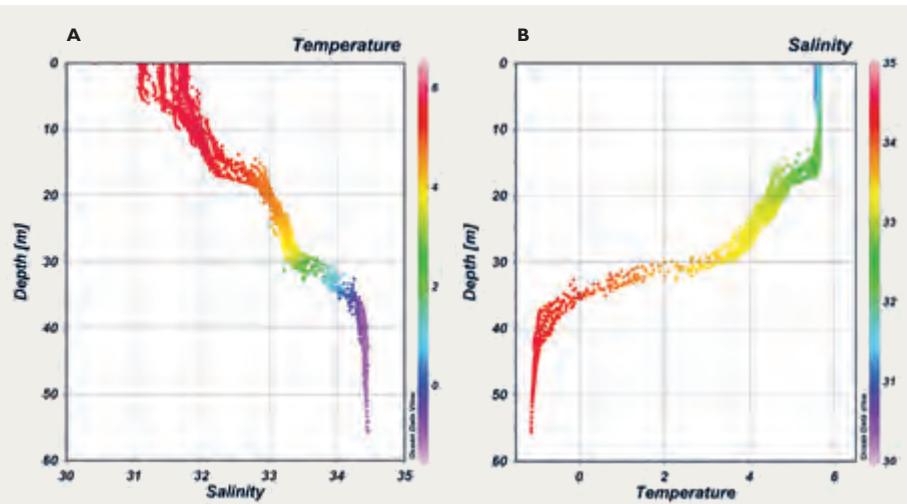
### Det videre arbeidet

For å få bedre kunnskap om dagens tilstand i Stepovogofjorden skal vi gjøre mange flere undersøkelser på det innsamlede prøvematerialet. For å undersøke radionuklidenes fysiske og kjemiske tilstandsformer<sup>2</sup> i sjøvann, ble sjøvannsprøvene fraksjonert om bord i FF «Ivan Petrov» med hensyn til partikkelstørrelse og ladning. De forskjellige fraksjonene skal analyseres for en rekke

<sup>1</sup>Hvis en antar et tørrvekt-/våttvektforhold på omtrent 40 % tilsvarer dette  $^{137}\text{Cs}$ -konsentrasjoner på opp mot 75 Bq/kg tørrvekt.

<sup>2</sup>Om de er bundet til partikler eller kolloider, eller om de foreligger løst, og om de foreligger som nøytrale komplekser eller positive eller negative ioner.

<sup>3</sup>Blant annet  $^{238}\text{Pu}$ ,  $^{239}\text{Pu}$ ,  $^{240}\text{Pu}$ ,  $^{241}\text{Am}$ ,  $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{99}\text{Tc}$ ,  $^{129}\text{I}$ ,  $^3\text{H}$  og  $^{14}\text{C}$ .



Figur 1 a og b. Salt og temperaturprofiler i den indre delen av Stepovogofjorden. I a) er saltholdigheten gitt på x-aksen, mens temperaturen er indikert på fargeskalaen. I b) er temperaturen gitt på x-aksen, mens saliniteten er indikert på fargeskalaen.

Figur 2. Oversikt over stasjoner det ble samlet inn sedimentprøver fra (røde prikker). Vannprøver ble samlet inn i nærheten av stasjonene 18, 36 og 45. Konteinerne og «K-27» er dumpet i henholdsvis den indre og ytre delen av fjorden.

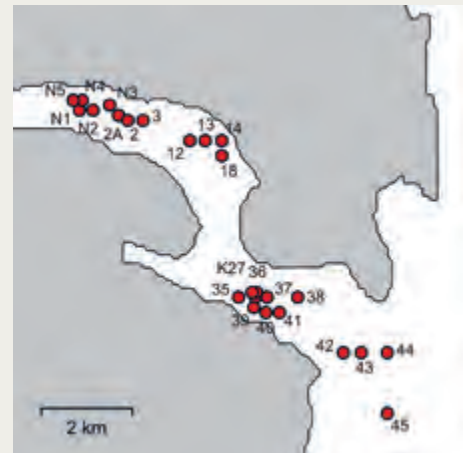


Foto: Hilde Elise Høidal

Toktaktivitet.

radionuklider<sup>3</sup> ved hjelp av instrumenter som kan måle ultralave konsentrasjoner. Denne type informasjon kan si noe om hvordan radionuklidene transporteres i det marine miljø, og i hvilken grad de tas opp i marine organismer. Disse resultatene vil bli vurdert opp mot resultatene fra målinger av radionuklider i det biologiske materialet (både i organer og muskelvev fra enkeltindivider og i samleprøver).

En rekke radionuklider skal også analyseres i sedimentprøvene, og konsentrasjo-

ner i ulike lag av sedimentkjernene og fra forskjellige lokaliteter skal sammenlignes. Resultatene vil gi oss informasjon om hvordan avsetningen av radionuklider i fjorden har endret seg siden objektene ble dumpet.

Videre skal vi bestemme isotopforhold i sjøvann og sedimenter. Dette kan gi svært detaljert informasjon om kildene til forurensningen. For eksempel vil et høyt  $^{236}\text{U}/^{238}\text{U}$ -forhold i sjøvannet indikere at det lekker fra uranbrenselet i

«K-27», mens et  $^{238}\text{Pu}/^{239,240}\text{Pu}$ -forhold på 0,03–0,04 tyder på at forurensningskilden hovedsakelig er de atmosfæriske prøvesprengningene på 1950- og 1960-tallet.

Prøveopparbeiding og analyser foregår ved Statens strålevern, Universitetet for miljø og biovitenskap, Institutt for energiteknikk og Havforskningsinstituttet. En rapport med resultater fra undersøkelsene skal være ferdig i løpet av 2013.

## Heving av «K-27»



Klimaendringer og økende økonomiske interesser i Barentshavet og Arktis gjør at Russland har et økt fokus på havmiljø. Heving av enkelte av de dumpete objektene i Barentshavet og Karahavet blir vurdert, dette gjelder også «K-27», som har ligget på 30 meters dyp siden 1981. Ubåtens fysiske tilstand ble vurdert på toktet. Ubåten ble undersøkt med en ROV utstyrt med undervannskamera. Umiddelbart etter toktet ble filmen overlevert til russiske eksperter, som skulle vurdere ubåtens tilsynelatende fysiske tilstand. Grundigere undersøkelser av ubåten, blant annet av dykkere, er nok imidlertid helt nødvendig i forkant av en eventuell heving.

### FAKTA

- Tøktet ble planlagt og gjennomført under den norsk-russiske miljøvernkommissjonen i «Den norsk-russiske ekspertgruppen for undersøkelser av radioaktiv forurensning i de nordlige områder». Ekspertgruppen ledes på norsk side av Statens strålevern. I tillegg deltar blant annet Havforskningsinstituttet, Universitetet for miljø og biovitenskap og Institutt for energiteknikk. På russisk side ledes ekspertgruppen av Rostekhnadzor, Russlands strålevernmyndighet.
- Tøktet ble finansiert av Utenriksdepartementet og The International Science and Technology Center (ISTC).
- FF «Ivan Petrov» er eid av Northern Territorial Division for Hydrometeorology and Environmental Monitoring og er hjemmehørende i Arkhangelsk.
- Det deltok forskere fra de russiske institusjonene RPA «Typhoon» (Obninsk), FSUE «A.I. Krylov Central Research and Development Institute» (St. Petersburg), SSC «Yuzhmorgeologiya» (Gelendzhik) og NRC «Kurchatov Institute» (Moskva).
- Det internasjonale atomenergi-byrået (IAEA) deltok på toktet med en forsker som hadde status som internasjonal observatør.



## Luft må de ha – hva skjer når sildelarvene skal fylle svømmeblæra første gang?

Det er velkjent at forurensning fra oljerelatert virksomhet i form av oljefilm på overflaten kan gi stor dødelighet på sjøfugl. Men at dette kan være problematisk for organismer som lever under havflaten, er mindre kjent. Fiskelarver fra enkelte arter må til overflaten for å få luft til å fylle svømmeblæren.

ARILD FOLKVORD<sup>1,2</sup> | arildf@imr.no

1. Institutt for biologi, Universitetet i Bergen, 2. Havforskningsinstituttet

I regi av prosjektet Kunnskapsinnhenting i Lofoten–Vesterålen (KILO) er det undersøkt hva som skjer med sildelarver som skal fylle svømmeblæren første gang når havflaten er dekket med olje.

### Ulik fylling av svømmeblære

Sildelarver (*Clupea harengus*) har i likhet med larver fra en rekke andre arter, bl.a. brisling og lodde, en direkte åpning mellom svelget og svømmeblæren, og dette medfører at larvene må til vannoverflaten for å snappe luft og fylle svømmeblæren. Andre arter har en lukket svømmeblære med egne gassproduserende organ, noe som gjør at de ikke jevnlig må til vannoverflaten. Hos flere arter, bl.a. torsk og hyse, finnes en forbindelse mellom svelget og svømmeblæren kun tidlig i larvestadiet, og denne kan være av betydning første gang svømmeblæren fylles. Dermed ser det ut til at fiskelarvene må til overflaten minst én gang i løpet deres tidlige livshistorie for å få normal utvikling av svømmeblærens struktur og funksjon.

### Risiko for feilutvikling

For flere oppdrettsarter har problemer med fylling av svømmeblæren forårsaket misdannelser og økt dødelighet. Hos torsk manifesterer dette seg som skjelheter i ryggstøylene i området der den fylte svømmeblæren skulle ha vært. Det er vist for flere arter at larven kun har et begrenset tidsvindu hvor den er i stand til å fylle svømmeblæren. Hvis ikke svømmeblæren fylles innen dette tidsrommet, så vil den forbli luftfri og/eller deformert. En funksjonene til svømmeblæren er at den bidrar med hydrostatisk løft, slik at larvene kan bruke mindre energi på å opprettholde posisjonen i vannsøylen. En funksjonell svømmeblære kan derfor

være av avgjørende betydning for vekst og overlevelse. I naturen vil fiskelarver være spesielt sårbare for forurensninger på havoverflaten i perioden for første gangs fylling av svømmeblæren. For norsk vårgytende sild vil dette foregå i perioden fra begynnelsen av mai til midten av juli. I tillegg til faren for feilutvikling, innebærer en overflatebasert forurensning en økt risiko for inntak av høye konsentrasjoner av giftige komponenter som kan være skadelige og i verste fall dødelige.

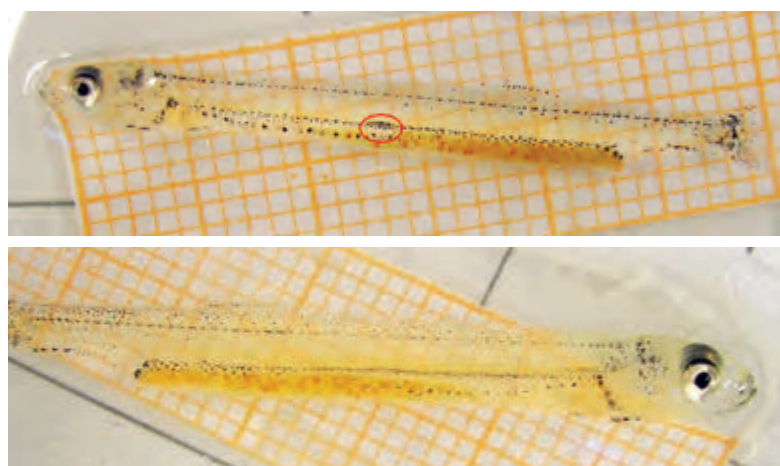
### Oljelag hindrer luftfylling

For å klargjøre mulige effekter av en barriere på vannoverflaten for sildelarver, ble det gjennomført et forsøk der noen av sildelarvene ble eksponert for et lag med ikke-toksisk olje (matolje) i vannoverflaten. Forsøket gikk over nærmere tre måneder og viste store forskjeller i fyllingsgrad av svømmeblæren (se figur 1).

I underkant av 25 prosent av larvene hadde fylt svømmeblæren i begge gruppene ved start av olje-eksponeringen, ca. to måneder etter klekking (se figur 2). To uker senere hadde nærmere 80 prosent i kontrollgruppen luftfylt svømmeblære, mens andelen i den eksponerte gruppen hadde sunket til under 20 prosent. Fyllingen av luft var relatert til fiskestørrelse, og gjennomsnittlig størrelse for fylling av luft i svømmeblæren hos sildelarvene fra kontrollgruppen var ca. 31 mm. Forsøket viser at et oljelag på vannoverflaten effektivt kan hindre sildelarver i å fylle svømmeblæren med luft.

### Effekt av giftige oljekomponenter?

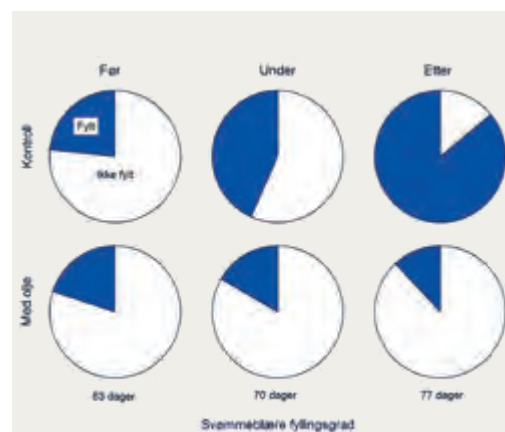
Det var ingen øvrige markante forskjeller i ytre morfologi, vekst og dødelighet mellom larver i kontrollgruppen og de eksponerte larvene. Overlevende sild



Figur 1. Sildelarver fra kontrollgruppe (øverst) med fylt svømmeblære (markert med rød sirkel), og larve fra oljeeksponert gruppe (nederst, over samme mm-skala).

ble overført til Akvariet i Bergen for undersøkelser av eventuelle langtidseffekter. Vi valgte å bruke matolje i stedet for råolje eller produsert vann i dette forsøket, for å kunne skille eventuelle giftige effekter av disse komponentene fra de effektene en forhindret svømmeblærefylling ville ha i seg selv. Da ulike oljekomponenter tidligere er vist å inducere skader og stressrespons hos fiskelarver, er det naturlig å følge opp med nye forsøk der man bruker oljetyper man forventer å finne ved vannoverflaten i forbindelse med et oljeutslipp. Det er fremdeles uavklart hva som skjer hvis sildelarver forsøker å trenge gjennom en oljefilm som inneholder giftige komponenter.

Kilo-rapporten "Kunnskapsinnhenting Barentshavet–Lofoten–Vesterålen" (Fisken og havet nr. 3-2013) er å lese på [www.imr.no](http://www.imr.no).



Figur 2. Andel sildelarver med fylte svømmeblærer i kontrollgruppen økte fra start av eksponering (63 dager etter klekking), mens den ble redusert mot slutten av eksponeringen (77 dager etter klekking) i den eksponerte gruppen.



## Utvikler ansvarlig notteknologi i samarbeid med fiskerne

Forsvarlig slipping hindrer neddreping av fisk, men forutsetter at det kan tas prøver av fangsten i nota i så tidlig fangstfase som mulig. Sammen med fiskerinæringen utvikler Havforskningsinstituttet ulike metoder for slik prøvetaking. Blant de mest lovende løsningene er en minitrål som skytes ut i nota og tar en representativ prøve fra fangsten. Det arbeides også med å utvikle mer skånsom slippemetodikk.

BJØRNAR ISAKSEN | bjornar.isaksen@imr.no, JOSTEIN SALTSKÅR og AUD VOLD

Notfisket er i store trekk et miljøvennlig fiskeri, med lite bifangst av andre arter og undermåls fisk, lite bunnpåvirkning og med lavt energiforbruk per kilo fanget fisk.

### Trenging og høy dødelighet

Fangstregulering under notfiske har tradisjonelt foregått ved slipping av hele eller deler av fangsten. Slipping skyldes gjerne for store fangster, som i fiske etter

nvg-sild og makrell, men skjer også på grunn av feil størrelse og/eller kvalitet, først og fremst i fiske etter «matjes»-sild og lodde («faks» kontra rognlodde), men kan også skje i makrellfisket. For å få tatt prøver av disse artene før pumping, har kastene i varierende grad blitt trengt inn mot skutesiden (figur 1). De siste årene er det imidlertid dokumentert at særlig makrell, men også sild, tåler slik trenging dårlig, og at dødeligheten kan bli høy om fisk slippes etter hard trenging. Slik dødelighet er både sløsing med ressurser og uakseptabelt sett fra et fiskevelferds-perspektiv. På den annen side har man vist at det er mulig å slippe fisk uten dødelighet dersom dette gjøres forsvarlig og i en tidlig fase av notkastet.

### Styringsgruppe med fiskere

For at notfiskeriene skal kunne utøves på ansvarlig måte samtidig som lønnsomheten opprettholdes, har fiskerinæringen i samarbeid med Havforskningsinstituttet tatt initiativ til utviklingsprosjektet «Utvikling av miljø- og ressursvennlig notteknologi». Fiskeri- og havbruks-



Figur 1. Makrell som trenges sammen i en not før fangsten pumpes om bord.



næringens forskningsfond (FHF) finansierer prosjektet, som utvikler fangstteknologi og metoder for å redusere utilsiktet neddreping i notfisket. Prosjektet ledes av en styringsgruppe der aktive fiskere har flertall. For å sikre at prosjektet får høy relevans for flåten, er det styringsgruppen som bestemmer hvilke forskningsoppgaver som skal prioriteres.

### Prøvetaking av fisk fra nota

Det er viktig at kvantum, art, størrelse og kvalitet kan måles uten at fisken trengs så hardt at det oppstår dødelighet. Foreløpig er ikke de akustiske instrumentene om bord (sonarer og ekkolodd) gode nok til å kunne måle alle nødvendige kriterier før nota settes, og det må som oftest tas en fysisk prøve av fangsten før man vurderer om kastet skal slippes eller ikke. Det er vesentlig at slik prøvetaking skjer så tidlig i trengfasen at fisken overlever dersom skipperen beslutter at fangsten skal slippes.

I notteknologiprojektet har vi derfor gjort forsøk med flere metoder for prøvetaking tidligst mulig i notkastet. Innledningsvis ble det montert inn såkalte «falske kiser» eller poser i nota i håp om at det skulle gå fisk inn i disse tidlig i kastet, men denne metoden var for usikker. Derfor har vi gått over til å utvikle mekaniske prøvetakingsanordninger eller håvingsteknikker som kan brukes inne i nota uavhengig av selve redskapet.

### Forsøkstrål og luftkanon

Mest lovende er en liten, nyutviklet «prøvetakingstrål» som skytes ut i nota med en liten luftkanon på dekk (figur 2). Når trålen trekkes tilbake til fartøyet, åpnes den ved hjelp av «kiter» (vinger) og kan fange fisk i nota omtrent som en vanlig pelagisk trål (figur 3). De første forsøkene, som ble gjort under nvg-fisket senhøstes 2012, ga fisk i trålen. Prøven var representativ for størrelsen og kvaliteten på fisken som ble pumpet om bord i hovedfangsten. Det arbeides nå med å optimalisere design og funksjon på prøvetakingstrålen slik at den fungerer godt under alle forhold. Vi vurderer også prinsipper for mekanisk tilbaketrekking til fartøyet. De pelagiske fiskeartene er gode svømmere. Det er derfor viktig at tauingen gjøres med relativt god fart, særlig i dagslys når fisken kan se og unnvike trålen.

### Skånsom slipping

Siden forsøk har vist at det er mulig å slippe pelagisk fisk uten dødelighet dersom dette skjer på en ansvarlig måte i en tidlig trengfase, er det av stor betydning at fiskeflåten og forvaltningen kommer fram til en omforent oppfatning av hvordan en ansvarlig slippesprosess skal skje.

I dag finnes det ikke regler for hvordan en not skal konstrueres og rigges for å kunne gjennomføre en ansvarlig slipping. Mange fartøyer er rigget med rundstropp i geila, dvs. enden på nota (figur 4). Med rundstropp er det imidlertid vanskelig å få til en god utslippsåpning med mindre man ikke også slipper ned ringer, noe som ofte gjøres dersom man vil slippe hele fangsten. Det er også vanlig å ha en høy innfellingsgrad (over 40 prosent) i tørkeposen, dvs. den delen av nota som tas sist om bord og hvor fisken samles under pumping. Men da blir volumet i tørka veldig stort og «posete», og fisken må nærmest vrenses ut av nota over flåen eller presses gjennom geil med rundstropp. Dette er ikke bra med tanke på fiskens overlevelse.

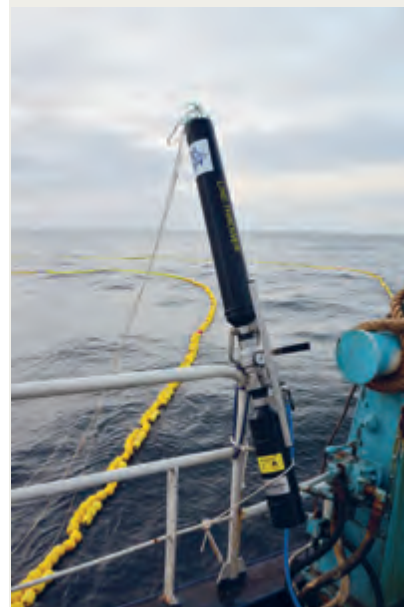
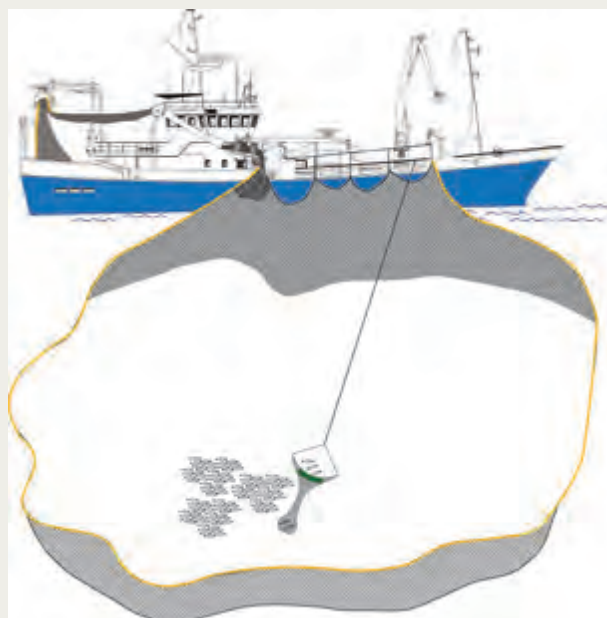


Foto: Havforskningsinstituttet

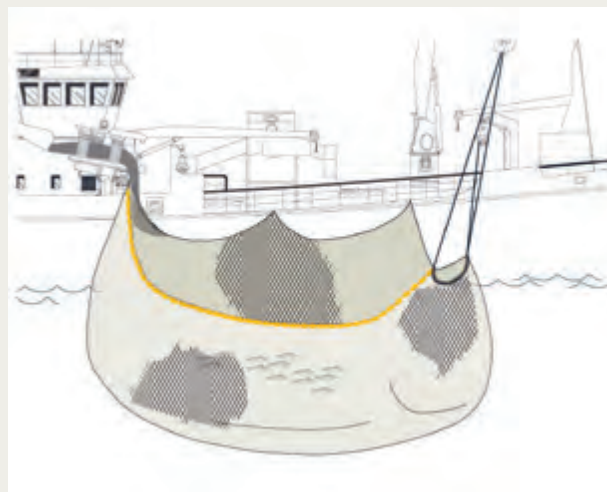
Figur 2. Luftkanon for utskyting av prøvetakingstrål.

Figur 3. Prøvetakingstrålen dras tilbake gjennom nota etter utskyting.



Illustrasjon: Anne-Britt Skar Tysseand

Figur 4. Not rigget med rundstropp gjennom "geila".



Illustrasjon: Anne-Britt Skar Tysseand

### Enkle løsninger finnes

I notteknologiprojektet har vi gjort forsøk med endringer i tørkedelen av nota som skal gjøre slippingen enklere, raskere og mer skånsom. Prinsippene er basert på metoder som lenge har vært i bruk i kystnotflåten, som ofte låsetter fisk for levendelagring. Riggingen med rundstropp er byttet ut med et lengre geiltau og fellingsgraden er redusert (figur 5). En slik løsning er enkel å lage til, og uproblematisk å håndtere om bord (se faktaboks med forslag til kriterier for rigging). Hvordan fartøyene utstyres med vinsjer etc. for å håndtere slippeprosessen, må bli opp til hvert enkelt fartøy, så lenge kriteriene er oppfylt. Det finnes allerede i dag ulike løsninger med hensyn til plassering av vinsjer m.v. Enkelte fartøyer har også erstattet det ene geiltauet med to geiltau for å øke kontrollen over utslippsåpningen, og har montert dertil passende vinsjer.

### Ny flåsnurpe

Ved store, tunge notkast og i dårlig vær hender det ofte at fisk, særlig sild, «renner» over flåa under trenging og pumping. At fisk unnslipper og flyter bort fra fartøyet, er lett synlig og gir uvilkaarlig inntrykk av uansvarlig fiske, selv om det ikke nødvendigvis er mye fisk som slippes.

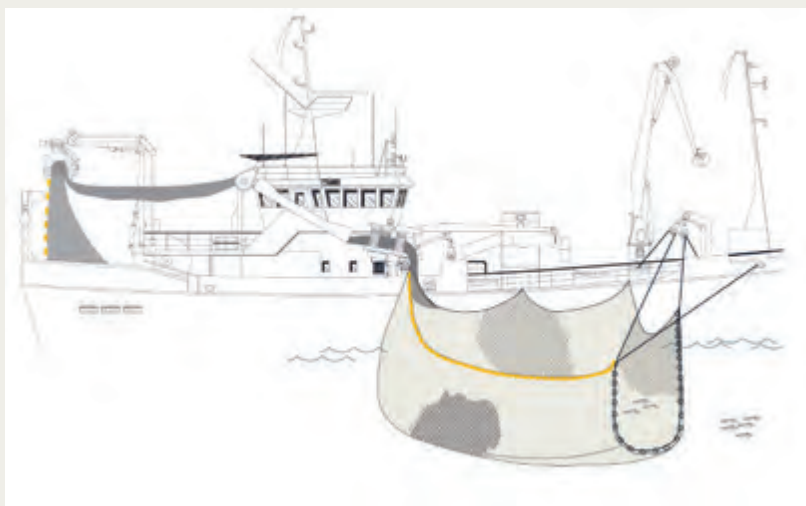
I 2011 og 2012 ble det konstruert og testet flere modifiserte utgaver av flåsnurpe for å unngå tap av sild. De første utgavene bestod i en ekstra avlastningstelne med ny flåsnurpe som ble montert ca. 1,5 meter under flåtela og den ordinære garneringen. Prinsippet fungerte, men etter noe utprøving begynte man å mistenke at avlastningstelna skapte ufasong på tørkeposen og kunne bli et svakt punkt i «tørka» ved svært store og tunge kast. Det ble derfor laget en ny versjon som tok utgangspunkt i en ordinær flåsnurpe, men hvor tauene fra

flåtela og opp til ringene for flåsnurpa ble forlenget, og hvor området mellom flåsnurpa og flåtela ble kledd med notlin (figur 6). Den nye delen av nota over den ordinære flåtela fungerer da som et slags skjørt som hindrer at fisk vaskes ut av nota når flåen går under, enten ved store kast eller ved kraftige fartøybevegelser. Denne siste versjonen er testet med stort hell om bord på et kystnotfartøy i november og desember 2012.

### Videre arbeid

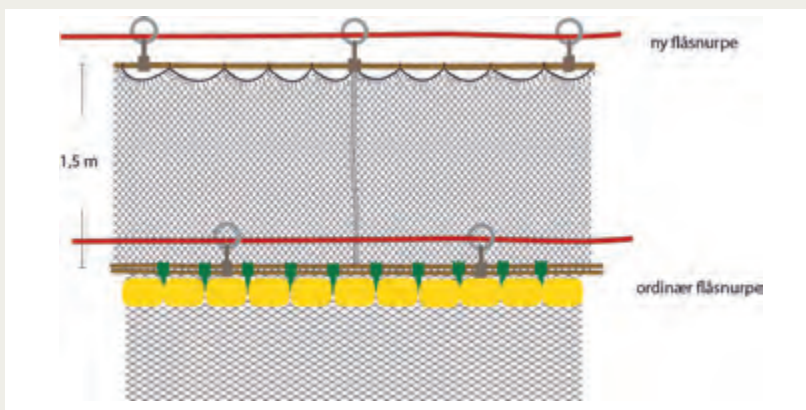
Det gjenstår ennå mange uløste oppgaver når det gjelder å eliminere utilsiktet neddreping av fisk i notfiskeriene. Men det arbeides nå på flere fronter for å utvikle framtidens ansvarlige fangstmetoder. Det pågår et betydelig utviklingsarbeid innenfor fiskeriinstrumentering som skal gi sikrere identifikasjon og kvantifisering av stimer før nota settes eller i en svært tidlig fase av et notkast. Dette arbeidet skjer i CRISP, senteret for forskningsdrevet innovasjon, der industri, næring og forskning arbeider sammen for å utvikle morgendagens fiskeriteknologi.

Illustrasjon: Anne-Britt Skar Tysseland



Figur 5. Not rigget med geiltau klar til slipping. De to riggetypene (rundstropp og geiltau) gir stor forskjell i kontroll av og størrelse på utslipshullet.

Illustrasjon: Anne-Britt Skar Tysseland



Figur 6. Normalt vil en not være rigget med en flåsnurpe som består kun av den nederste delen i figuren. Ved å montere en garnering med en ekstra flåsnurpe over den egentlige flåina vil denne virke som et "skjørt" som hindrer at fisk vaskes ut av nota over flåa.

## Ansvarlig slippeprosess

### Foreslåtte kriterier for rigging

- Innfellingsgraden i geila bør være maks 25 prosent.
- Med lav innfellingsgrad bør lengden av geila ikke være kortere enn 20–25 meter for de største ringnotene. Lengden på geila for mindre nøter må tilpasses etter en omforent nedskalering.
- Ringene som geiltauet går gjennom må festes med minimum 50 cm lange haneføtter til geila.
- Geiltauet må være så langt at hele geila kan strekkes ut og det ideelt sett er mulig å få til en halvmåneformet utslippsåpning.
- Utslippsåpningen må lages så stor at fisken svømmer frivillig ut av hullet og ikke presses over flåa.





Eremittkreps (*Pagurus pubescens*) kan inneholde unike molekyler som kan videreutvikles til kommersielle produkter.

# Marin bioprospektering – på jakt etter unike molekyler fra marine dyr og alger

Havet har alltid vært et skattkammer for Norge, og fiskeriene, petroleumsvirksomheten og oppdrettsnæringen har gjort landet velstående. Nå er det satt et nasjonalt fokus på en annen marin ressurs – det store antallet av små dyr, alger og bakterier som lever i norske farvann. Disse organismene, deres biologiske prosesser og genetiske materiale kan vise seg å ha unike, og kanskje også kommersielt interessante egenskaper.

KJERSTI LIE GABRIELSEN | kjersti.gabrielsen@imr.no, leder Marbank

Marin bioprospektering bidrar til å identifisere interessante gener, biomolekyler og organismer fra det marine miljøet som kan ha potensial for kommersiell utnyttelse. Det letes systematisk etter nye molekyler og bestanddeler som kan videreutvikles til legemidler, industrielle produkter/enzymer og finkjemikalier eller ingredienser i mat og kosmetikk.

## Medisin fra havet

Menneskene har siden tidenes morgen utnyttet biologiske stoffer fra planter og dyr til ulike formål. Blant annet har om lag 60 prosent av legemidlene som er på markedet i dag, sitt opphav i molekyler isolert fra naturen. Mesteparten av disse molekylerne er funnet på landjorda, men i jakten på

nye molekyler er det store biologiske mangfoldet i havet svært interessant. Det marine miljøet utgjør over 70 prosent av jordas overflate og representerer den rikeste kilden til biologisk liv. Sjansene for å finne unike bioaktive forbindelser er gode, og i tillegg viser forskning at naturprodukter fra marine kilder synes å være svært potente sammenlignet med tilsvarende molekyler funnet på land.

## Ny antibiotika?

Bunnlevende organismer som svamp, sjøpung og sjøanemoner er blant de organismene som er interessante i jakten på nye molekyler. Disse fastsittende organismene kan ikke flytte på seg for å unngå å bli spist. De har i stedet utviklet forbindelser som de bruker som kjemisk forsvar

mot inntrengere. De fleste av disse organismene får for øvrig tak i mat ved å filtrere sjøvann. De kan opparbeide store konsentrasjoner av marine virus og bakterier som de også må bekjempe ved hjelp av kjemiske forbindelser. Alle disse kjemiske forbindelsene som produseres kan ha egenskaper som vi mennesker ønsker å benytte oss av. Kanskje kan vi finne nye antibiotika for å bekjempe resistente bakterier i havet?

### **Snegl og sjøpung**

Et eksempel på medisin fra havet er legemiddelet Prialt. Den aktive forbindelsen i dette medikamentet er basert på funn av en dødelig gift i sneglen *Conus magus* som lever på tropiske korallrev. Sneglen skyter ut giften for å paralisere og fange fisk, og giften kan også være dødelig for mennesker. Prialt brukes mot alvorlige, kroniske smerter. Et annet produkt er Yondelis som anvendes mot ulike krefttyper. Det aktive stoffet ble funnet i sjøpungen *Ecteinascidia turbinata*. En rekke andre produkter basert på molekyler fra marine organismer er under klinisk uttesting for behandling av ulike sykdommer.

### **Fra organisme til molekyl**

Det er en lang vei fra små bunndyr, bakterier og mikroalger i havet og frem til et nytt molekyl med dokumenterte egenskaper som kan ende opp i et kommersielt produkt. Innen marin bioprospektering samarbeider ulike fagmiljøer i en tverrfaglig verdikjede. Marinbiologer og mikrobiologer samler inn og artsbestemmer marine organismer. Deretter utvikler biokjemikere, molekylærbiologer og cellebiologer metoder og analyserer bioaktivitetene. En screening (analyse av et bredt spekter av marine prøver i ulike definerte testsystemer) inkluderer gjerne bruk av robotisert utstyr for

å kunne håndtere et stort antall analyser. Ulike kreftceller og normale celler blir for eksempel tilsatt bearbeidet og opprenset materiale for å se om den marine prøven kan hemme cellevekst i kreftcellene uten å endre de normale cellene. Ved positive funn, bidrar kjemikere med å oppklare strukturen til det bioaktive molekylet. I tillegg bidrar forskere fra en rekke medisinske disipliner eller andre fag med sin kunnskap – avhengig av hva man leter etter. Etter at et unikt molekyl er identifisert og patentert, bringer industrielle aktører et eventuelt kommersielt produkt frem til marked.

For å isolere og identifisere bioaktive stoffer som finnes i svært små konsentrasjoner i en organisme, trengs det en viss mengde biologisk materiale; gjerne 1 kg våtvekt. Det interessante er molekylstrukturene og muligheten for syntetisk fremstilling av forbindelsene. Marin bioprospektering skal være en bærekraftig aktivitet og kommersielle produkter vil ikke kunne basere seg på storstilt høsting av knappe marine ressurser.

### **Mikroalger kan bli «biofuel»**

Marine bakterier representerer det største biologiske mangfoldet av alle dyregrupper i havet. Til tross for den store biodiversiteten, lar under én prosent av de marine bakteriene seg isolere og dyrke opp på laboratoriet. Lykkes man med oppdyrking av bakterier og andre mikroorganismer som mikroalger og marin sopp, kan man dyrke opp den biomassen man trenger. Mikroorganismer, og stoffene disse produserer, kan benyttes i en rekke prosesser. Oljeindustrien kan for eksempel bruke bakterier hentet ut fra brønnprøver for å øke utvinning fra oljereservoarer. Hurtigvoksende marine mikroalger kan bli en viktig produsent av «biofuel» som fremtidig energikilde.

### **«Ekstremofile» fra kalde farvann**

Til nå har man i hovedsak leitet etter nye, interessante molekyler i varme, tropiske farvann. Organismer fra våre kalde havområder er i liten grad undersøkt. Organismene i Arktis har over lang tid tilpasset seg et liv ved lave temperaturer. Tilpasning til kalde omgivelser inkluderer optimalisering av grunnleggende funksjoner som er nødvendig for vekst og overlevelse og utvikling av biologi som skiller seg fra organismer i andre havområder. Organismer som lever og trives under spesielle fysiske-kjemiske forhold (kaldt, varmt, tørt o.l.) betegnes som «ekstremofile». De er spesielt vitenskapelig interessante siden de kan inneholde unike bioaktive molekyler.

### **Miljøvennlige enzymer**

Blant de mest interessante molekylene fra kaldtvannsortorganismer er de kuldetilpassede enzymene. Enzymer er store proteinmolekyler med katalytiske effekter, dvs. at de bidrar til å bryte eller lage nye kjemiske bindinger i molekyler. I industrien anvendes enzymer til en rekke formål blant annet i mat-, vaskemiddel- og papirindustrien. Det spesielle med enzymer fra arktiske organismer er at de er svært effektive og har en biologisk aktivitet også ved lave temperaturer. Biologisk aktivitet ved lave temperaturer tilsier mellom annet at de kjemiske prosessene kan utføres energibesparende og miljøvennlig.

Kanskje vil det i fremtiden komme en banebrytende medisin med opprinnelse fra havet i nord. Marin bioprospektering og annen utnyttning av genetisk materiale har i alle fall potensial til å bli av økonomisk, kunnskapsmessig og samfunnsmessig betydning for Norge.



Slangestjerne/medusahode (*Gorgonocephalus sp.*) samlet inn til bioprospekteringsformål.





Rik arktisk biodiversitet ved Gyldenøya (Hinlopen, Svalbard).

FAKTA

## Marbank i en nasjonal satsing

Marin bioprospektering er utpekt som et langsiktig satsingsområde, og regjeringen har lansert strategien «Marin bioprospektering – en kilde til ny og bærekraftig verdiskaping». Regjeringens ambisjon er at marine innovasjoner skal bli en viktig del av en kunnskapsbasert økonomi i Norge generelt og i nordområdene spesielt. Den nasjonale strategien skal tilrettelegge for enda bedre utnyttelse av våre havressurser. Naturressurser i kombinasjon med kunnskap og kompetanse innen marin sektor og bioteknologi skal gi Norge konkurransefortrinn på dette spennende fagområdet.

Det skal investeres betydelig i infrastruktur og koordinert forskningsinnsats i den lange tverrfaglige verdikjeden som forhåpentligvis leder frem mot kommersielle produkter og ny næringsutvikling. Marbank ved Havforskningsinstituttet har her fått en sentral rolle som nasjonal marin biobank. Marbank samler inn og tilrettelegger marint biologisk materiale for forskningsmiljø og industri som leter etter bioaktive molekyler. I tillegg til egen samling, koordinerer Marbank et nettverk av marine samlinger i Norge. Dette gir tilgang til et bredt spekter av marine organismer med egenskaper som kanskje kan utnyttes og danne



grunnlag for produkter og prosesser innenfor en rekke næringsområder.

I Norge utarbeides nå forskriften «Bioprospekteringsforskriften», hvor et hovedmål er å sikre en forsvarlig og bærekraftig lete- og uttaksvirksomhet av genetisk materiale i tråd med nasjonale føringer og folkerettslige forpliktelser. Forskriften skal også sikre at deler av eventuelle fordeler fra utnyttningen tilfaller fellesskapet i Norge, og sørge for forutsigbare rammevilkår for næringsutøvere som ønsker å utnytte norsk genetisk materiale.



# Variert dyreliv og landskap i Nordland VI

Røstrevet er verdens største kjente kaldtvannskorallrev-kompleks.

Havbunnen i området Nordland VI varierer fra grunne og artsrike bankområder på et par hundre meters dyp til mindre komplekse naturtyper ned mot 2500 meter. Her finner vi også Røstrevet, som er verdens største kjente kaldtvannskorallrev-kompleks med en utstrekning på 35 kilometer.

PÅL BUHL-MORTENSEN | paalbu@imr.no

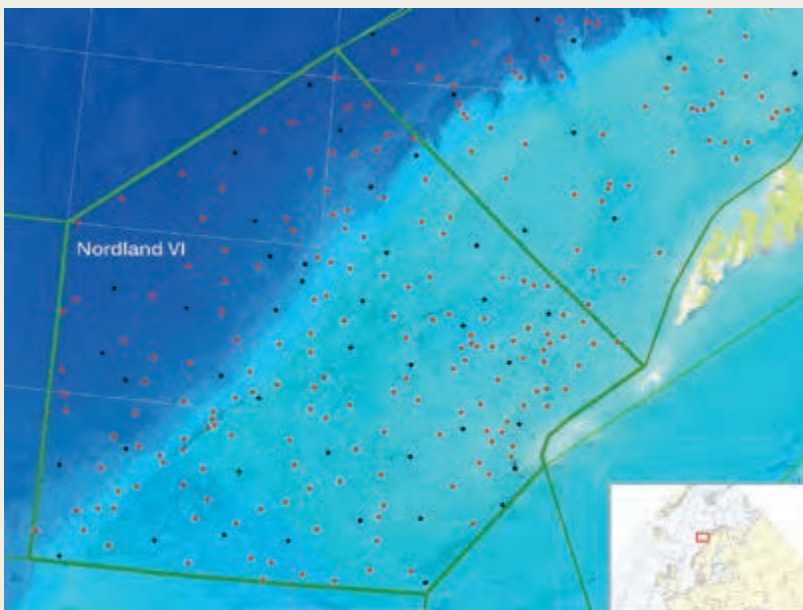
Bankområdene og områdene nær sokkelkanten er svært artsrike. På sokkelen i Nordland VI er det sterk bunnstrøm mange steder, spesielt oppå bankene, hvor havbunnen hovedsakelig består av sand og grus. Der steinene er store nok

til å være et stabilt underlag finner vi fastsittende filtrerende arter fra en rekke ulike dyregrupper, men i områder med sand og grus er slike stort sett fraværende. Disse grove sedimentene gir lite informasjon om miljøforholdene, siden

eventuelle partikler med forurensning er ført bort av strømmen. Generelt er det lite slambunn på kontinentalsokkelen, men i noen få dypere områder med mindre strømpåvirkning kan partikler samles opp. Ett av disse områdene er Vesterdjupet, nordvest for Skomvær. I disse sedimentbassengene avsettes slam og organiske partikler kontinuerlig. Laget vokser noen få millimeter i året, og mye av forurensningen i det marine miljøet ender opp her. Sedimentprøver fra uforstyrret slambunn utgjør derfor et arkiv som kan brukes for å studere miljøforholdene lag for lag nedover i bunnen. Sjøfjær og trollhummer er typiske organismer i slike områder. Andre steder på sokkelen med moderat strøm kan vi finne svampområder hvor bunnen ofte består av en blanding av svampspikler og mudder.

## Sokkelkanten

Kanten på kontinentalsokkelen utgjør et ganske klart avgrenset område som starter på 200–500 meters dyp, definert av en relativt brå økning i helningen på bunnen. På sokkelkanten er strømmen spesielt sterk og har stor innflytelse på sedimentene. Her kan man finne store områder med grus og sand som beveger seg langsomt i form av store sandbølger. I grusområdene er det



Topografisk kart for Nordland VI. Røde punkter viser lokaliteter der det kun er gjennomført videofilming. Sorte punkter viser lokaliteter hvor det både har blitt samlet inn bunnprøver og videofilmet.



vanlig å finne tette bestander med blomkalkoraller (*Drifa*, *Duva* og *Gersemia*) og medusahode (*Gorgonocephalus*).

### Skråningen

Fra sokkelkanten og nedover finner vi to markante skiller mellom tre vannmasser som er så forskjellige at de kan betraktes som ulike klimasoner. I øvre deler av skråningen strømmer forlengelsen av Golfstrømmen som sikrer oss et relativt mildt klima her i Norge. Det tydeligste faunaskillet forekommer på rundt 700 meters dyp. Skillet sammenfaller med overgangen mellom atlantisk vann med temperaturer over 0,5 °C og arktisk vann med temperaturer mellom 0,5 og ±0,5 °C. Nedenfor dette skillet er faunaen svært forskjellig fra den på grunnere områder. Det neste skillet ligger på rundt 1000–1300 meters dyp. Dypere enn dette finner vi norskehavsvannet som har en stabil temperatur på mellom ±0,5 og ±1,1 °C. Dette vannet er karakteristisk for de dype delene av hele Norskehavet. Andre faunaskiller er ikke knyttet til dyp, men har sammenheng med fordeling av bunntyper, landskap og strømførhold.

Mangfoldet av dyr som er synlig på video avtar gradvis nedover i dypet. Like nedenfor sokkelkanten finner vi ofte en fargesprakende havbunn. Her vokser korallrev og "skog" av sjøtørr (*Paragorgia*) og risengrynkoral (*Primnoa*) helt i yttergrensen for hvor de kan leve med hensyn til temperatur. Korallrev kan verken vokse eller overleve i vann som er kaldere enn ca. 4 °C. Korallblokker fra revene som står øverst i skråningen kan falle ned i kaldere vann, men der dør de i løpet av kort tid. Dette observerte vi på videopptakene som vi tok nedenfor Røstrevet.

Nedre kontinentalskråning ligger dypere enn grensen mellom vannmassen med arktisk opprinnelse og dypvannet i Norskehavet, som ligger på rundt 1000 meter. Bunnssubstratet her er generelt mer finkornet enn i øvre del av kontinentalskråningen. Dypere enn 1300 meter er bunnen ofte full av sylindersjøroser (*Ceriantharia*) og sjøliljer (stilkede Crinoidea) er vanlige. *Elpidia glacialis*, eller "sjøgris", er en typisk dyphavsjøpølse i denne del av kontinentalsokkelskråningen.

### Ras

Størstedelen av kontinentalskråningen viser tydelige spor etter store ras. Rasene har skjedd i flere omganger, med det siste store og kjente raset for omtrent 4 000 år siden akkurat der Røstrevet ligger i dag.

Nedover i rasområdene finner vi terrasser av hardpakket leire, loddrette bruddflater og ulike avvekslende dyresamfunn. I rasområdene er havbunnen svært kupert, med rygger og skrenter i vekslende med flattere partier. Mange steder stikker



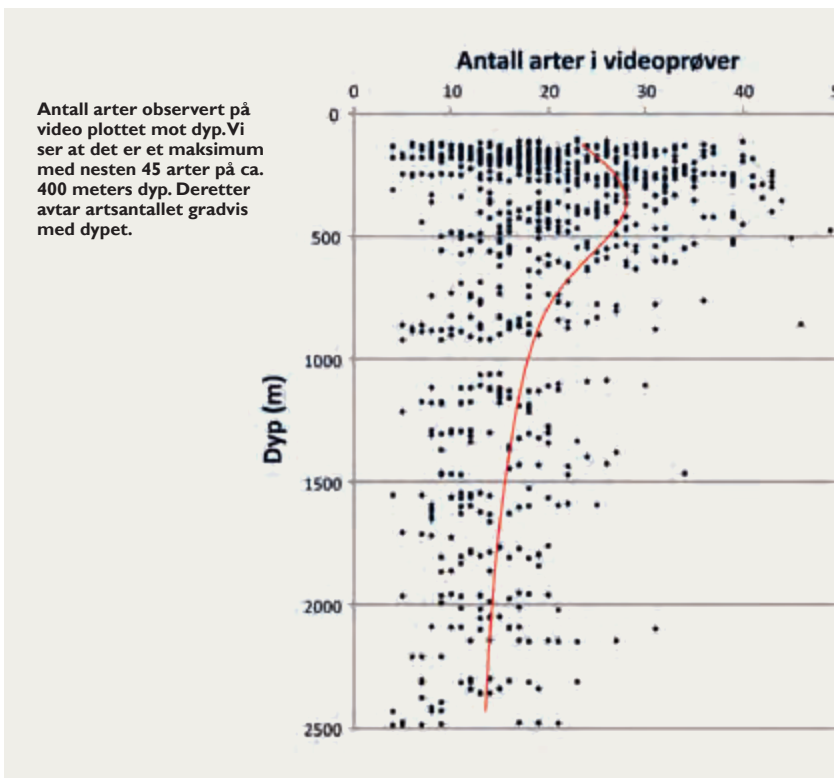
På kontinentalsokkelen i Nordland VI finnes det en del svampområder. Denne svampen av arten *Geodia atlantica* er stor som en bøtte. En uer skjuler seg nær bunnen mellom svamp og stein.

Foto: MAREANO/Havforskningsinstituttet



Rasblokker: I rasområdene er havbunnen svært kupert, med rygger og skrenter som veksler med flattere partier. Den hardpakket moreneleiren er fast nok til å være underlag for fastsittende organismer som svamper.

Foto: MAREANO/Havforskningsinstituttet





Den stilkete sjølliljen *Bathycrinus* kan stedvis dominere dyresamfunnet i dypet.



Sjøgrisen, *Elpidia*, er en vanlig sjøpølse nederst i kontinentalskråningen. Den er ikke særlig stor, bare noen få cm.

flere meter høye sedimentblokker opp av havbunnen. Enkelte av skrentene er mange meter høye, og nærmest vertikale. Noen steder ser vi en tydelig lagdeling i sedimentene. På den flate mudderbunnen mellom rasblokkene på dypere vann vokser sylindersjørosene tett.

#### Raviner

Undersjøiske raviner, eller marine gjel, finnes også i Nordland VI, selv om de ikke er like store som i Nordland VII. Øverst i skråningen utenfor kontinentalsokkelen i nordlig del av Nordland VI oppdaget vi en ravine med sjeldent dyreliv og bakteriematter. Det var flere tegn på at det siver ut gass fra havbunnen i den lille ravinen. Svarte sedimenter, hvite bakteriematter og "enger" av rørbyggende mark er alle tegn på at det lokale økosystemet er basert på omsetning av enkle næringsemner, som metan. Men nøyaktig hva som siver ut fra disse oppkommene, kan vi ikke si. De rørbyggende markene kan være skjeggbærere (*Siboglinidae*, tidligere kalt *Pogonophora*). På norsk kalles de skjeggbærere fordi de har tentakler rundt munnen. De fleste skjeggbærere får energien sin fra kjemosyntetiserende bakterier i mark. Skjeggbærere observeres ofte på varme kilder på dypt vann, på råtnende hvalkadavre i dypet og på metan-oppkommer.

#### Dyphavssletten

Der hvor skråningen flater ut, overtar den slette mudderbunnen i dyphavet. Her er vannet stabilt kaldt med mellom  $\pm 0,5$  og  $\pm 1,1$  °C. Stilkete sjølliljer (*Bathycrinus*), glassvamper, sjøpølsen *Kolga* og kråkebolle *Pourtalesia* er de vanligste organismene. På de største dypene i Nordland VI er det en arktisk fauna som ser ut å være felles for de dype delene av Nord-Atlanteren og norskehavsbassenget. Dette er et stort slettelandskap med finkornete sedimenter og ofte en høy tetthet av foraminiferer (encellele kalkskallorganismer). Det ser ut å være en fattig, men spesiell fauna i det kalde vannet, og svært få dyr lever nede i bunnen.

#### Mange korallrev

Langs kanten av kontinentalsokkelen ytterst i Trænadjupet ligger Røstrevet. I dette området faller sokkelkanten sammen med bakkanten av det store Trænadjupraset. "Trappetrinnene" som ligger like nedenfor sokkelkanten, er store rasblokker som har beveget seg litt nedover, men deretter stoppet opp. Lenger nede har massene beveget seg mer, og er brutt opp i mindre blokker eller blitt helt oppløst.

De levende korallrevene forekommer fra sokkelkanten og på "trappetrinnene" nedover til ca. 350 meters dyp. De fargerike hornkorallene sjøtre og risengrynkoral fortsetter noe dypere enn *Lophelia*-korallene. Korallrevene er habitat for et stort mangfold av andre arter, både små

og store. Brosme, lange og uer er vanlige fiskearter på revene. Disse artene trives i hulene mellom korallblokkene eller i skjul mellom korallgrenene. Når ueren ikke er oppe i vannet og spiser, ligger den gjerne på bunnen mellom korallene for å unngå å bli skylt bort av strømmen.

Gjennom MAREANO-kartleggingen har vi funnet flere nye korallrev på kontinentalsokkelen nord for Røstbanken. På de detaljerte bunnkartene som lages gjennom MAREANO er korallrevene ofte synlige som små forhøyninger, gjerne plassert på kanten av langstrakte forsenninger. Dette er korallrev som gjerne har etablert seg på kanten av isfjellpløyemarker som ble laget av drivende isfjell for over 10 000 år siden.

#### FAKTA

### Nordland VI

Nordland VI er et område av kontinentalsokkelen utenfor Lofoten. Navnet ble introdusert i forbindelse med at de nordlige havområdene ble inndelt i leteområder for olje og gass. Området betraktes som svært biologisk verdifullt på grunn av de viktige gytefeltene for sild og torsk som finnes her, samt et variert undervannslandskap med blant annet verdens største kjente kaldtvannskorallrev.

#### FAKTA

### MAREANO gir unik informasjon

Gjennom samarbeidsprosjektet MAREANO kartlegger Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse og Kartverket utvalgte deler av havbunnen. Til nå har fokuset vært på bunnen utenfor Nord-Norge, men i fjor ble det også gjort kartlegging utenfor Møre og Romsdal.

I kartleggingen lages det først detaljerte dybdekart som viser bunntopografien, så velger forskerne ut områder som blir nøyere undersøkt med hensyn til biologi og geologi. Undersøkelsene i Nordland VI ble ferdige i 2012. Da var det blant annet tatt videoopptak på 202 lokaliteter og bunnprøver fra 40 av disse.

Siden MAREANO startet i 2005, har metodene og omfanget av informasjon om havbunnen utviklet seg til å bli unikt i verdensammenheng. Nå kan resultatene brukes til å gi viktige innspill til forvaltningsrelaterte spørsmål og utfordringer ikke bare i MAREANO sine kartleggingsområder, men også i forbindelse med forståelsen av fordelingen av naturtyper i verdens dyphav.





# RESSURSER





I ressursdelen kan du lese om de viktigste kommersielle artene, samt noen arter som er lite utnyttet. Ressursene er ordnet i alfabetisk rekkefølge. De har fargekode etter hvilket havområde de primært hører til. Artene er kategorisert som ressurser i åpne vannmasser eller som bunntilknyttede ressurser.

NORDSJØEN OG SKAGERRAK	NORSKEHAVET	BARENTSHAVET	KYSTEN
<p>Nordsjøen, inkludert fjorder og elveutløp, har et overflateareal på ca. 750 000 km<sup>2</sup>. Det er et grunt hav; to tredjedeler er grunnere enn 100 m. Den dypeste delen er Norskerenna som har dybder på over 700 m. Økosystemet i Nordsjøen er i stor grad påvirket av menneskelig aktivitet. De nordlige områdene er preget av dyreplanktonarter fra Atlanterhavet og Norskehavet, der raudåta har vært den viktigste. Tre hvalarter opptrer regelmessig i Nordsjøen: vågehval, nise og kvitnos. Det er også en del sel i Nordsjøen.</p>	<p>Norskehavet er på mer enn 1,1 millioner km<sup>2</sup> og domineres av to dyphavsbasseng med dybder på mellom 3000 og 4000 m. Økosystemet har relativt lav biodiversitet, men de dominerende livsformene finnes i svært store mengder. Næringskjeden er dermed nokså enkel, men har høy produksjon. Bunnfaunaen i Norskehavet er variert på grunn av den store dybdevariasjonen. De store bassengene er dominert av dyphavsfauna, mens det på kontinentalsokkelen langs norskysten finnes store korallrev.</p>	<p>Barentshavet er et sokkelhav som bare er 230 meter i gjennomsnitt. Den vestlige delen er dypest, der skjærer dype renner seg inn. Havet dekker et areal på 1,4 mill. km<sup>2</sup>. Havstrømmene er sterkt påvirket av det undersjøiske landskapet, og vannmassene er koblet til havstrømmene. Fiskesamfunnene i Barentshavet er preget av relativt få arter som kan være svært tallrike. Barentshavet har en av de største konsentrasjonene av sjøfugl i verden. Om lag 24 arter av sjøpattedyr opptrer regelmessig i Barentshavet.</p>	<p>Den norske kystlinjen er ca. 2 600 km i luftlinje eller ca. 25 000 km langs fastlands-kysten. Inkluderes strandlinjen rundt alle øyene langs kysten, blir kystlinjen ca. 83 000 km lang. Kystsonen har en variert og komplisert topografi, og et stort mangfold av undersjøiske naturtyper. Plante- og dyrelivet er rikt, og består av både festsittende og bevegelige organismer: fra mikroskopisk små til veldig store, som sel og hval. Akvakulturnæringen er viktig langs kysten, men i tillegg til å bidra med verdiskaping, har næringen problemer med å oppnå bærekraftig drift.</p>



# Blåkveite

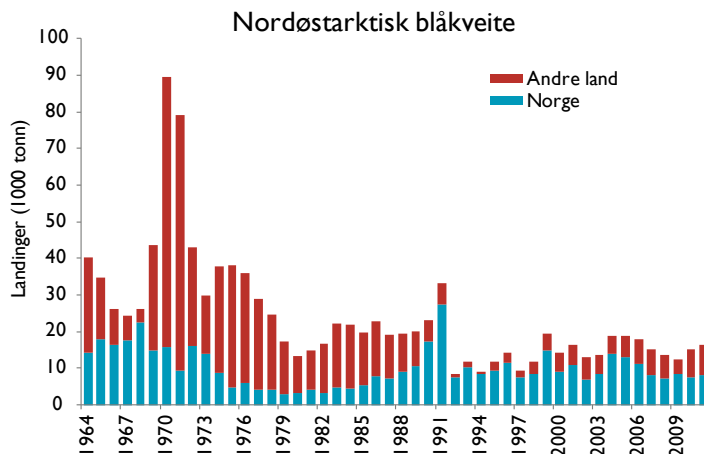


## Status og råd

Rådgivningsgrunnlaget for blåkveitebestanden er for tiden noe usikkert og bestanden vurderes ikke i henhold til referansepunkter. Anbefalingen fra ICES for 2013 er på føre-var-basis å holde uttaket på lignende nivå som gjennomsnittet de siste årene, og ikke å overstige en fangst på 15 000 tonn.

## Fiskeri

Fisket er regulert ved hjelp av totalkvote, fartøyskvoter, bifangstbestemmelser og minstemål. Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon kom til enighet om en fordelingsnøkkel for blåkveite fra og med 2010 som innebærer at Norge har en andel på 51 %, Russland 45 % og 4 % avsettes til tredjeland for fiske i fiskevernsone ved Svalbard. Partene fastsatte en totalkvote på 15 000 tonn per år i 2010–2012. I 2011 avvek partene fra denne bestemmelsen og satte kvoten til 18 000 tonn for 2012 og 19 000 tonn for 2013. I Norge avsettes kvote til et begrenset kystfiske for fartøy under 28 meter (4 700 tonn i 2013). Total internasjonal fangst i 2011 var 16 500 tonn, av dette utgjorde norsk fangst 8 300 tonn og russisk fangst 7 000 tonn. I 2011 ble om lag 58 % av fangsten tatt med bunntrål, 31 % med line og 11 % med garn eller andre redskaper.



**Utvikling i rapportert fangst av nordøstarktisk blåkveite. Det foreligger ingen godkjent bestandsvurdering og bestandsstørrelsen er derfor ukjent.**  
*Development in catch of Greenland halibut. No approved stock assessment exists and stock size is, therefore, unknown.*

## NORDØSTARKTISK BLÅKVEITE

**Blåkveite** – *Reinhardtius hippoglossoides*

**Andre norske navn:** Svartkveite

**Familie:** Flyndrefamilien

**Maks størrelse:** 20 kg og 120 cm

**Levetid:** Sannsynligvis mer enn 30 år

**Leveområde:** Langs Eggakanten fra engelsk sektor til Frans Josefs land og i dypere områder av Barentshavet

**Hovedgyteområde:** Langs Eggakanten mellom Vesterålen og Spitsbergen

**Gytetidspunkt:** Om vinteren

**Føde:** Fisk, blekksprut og krepsdyr

**Særtrekk:** Arktisk fisk som sjelden finnes i vann varmere enn 4 °C

## Nøkkeltall:

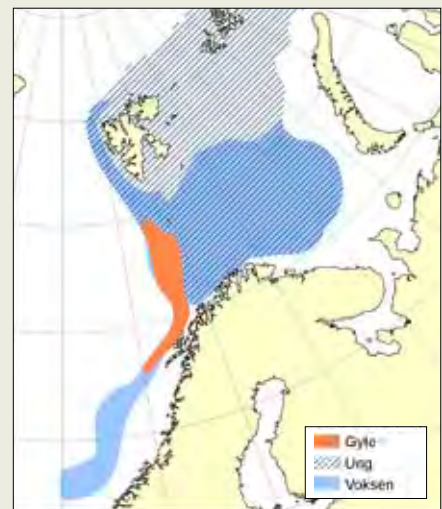
KVOTERÅD 2013: Mindre enn 15 000 tonn

KVOTE 2013: Total: 19 000 tonn, norsk 9 675 tonn

FANGST 2011: Total: 16 500 tonn, norsk: 8 300 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2011): 260 millioner kroner

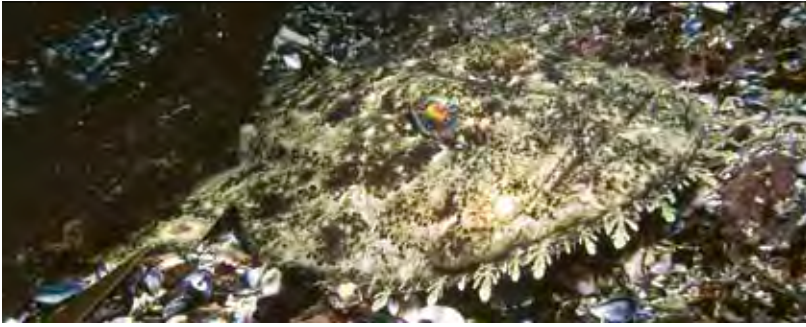
(kilde: [www.ssb.no](http://www.ssb.no))



## Fakta om bestanden:

Blåkveite er en flatfisk med svært vid kontinuerlig utbredelse langs de dype kontinentale skrånningene fra den østlige delen av Canada til nord for Spitsbergen. I Nordøst-Atlanteren finnes ungfisken for det meste rundt Svalbard, nord og øst for Spitsbergen og østover forbi Frans Josefs land. Den voksne bestanden finnes mest langs Eggakanten fra 62°N til nordøst for Spitsbergen, med høyeste konsentrasjoner i dybdeområdet 500–800 meter mellom Norge og Bjørnøya. Det er også antatt å være det viktigste gyteområdet med hovedgyting i desember og januar. Arten forekommer sjelden i vann varmere enn ca. 4 °C. Blåkveite ligner atlantisk kveite, men blindside er pigmentert og er bare litt lysere enn øyesiden. Hunnfisken blir størst, opptil 1,2 meter, men i våre farvann sjelden over 1 meter. Hannene blir sjelden større enn 65–70 cm. Viktigste føde er fisk, blekksprut og krepsdyr. Blåkveite har et aktivt levesett med migrasjoner både vertikalt og horisontalt, og den er en langlivet art som bare tåler lav beskatning.

# Breiflabb



## Status og råd

Det var ikkje råd for ICES å føreta ei analytisk bestandsvurdering av breiflabb sør for 62°N i 2013, men basert på tilnærminga ICES har for datafattige bestandar, vart rådet at fangstane bør reduserast med 20 % i høve til nivået dei tre siste åra.

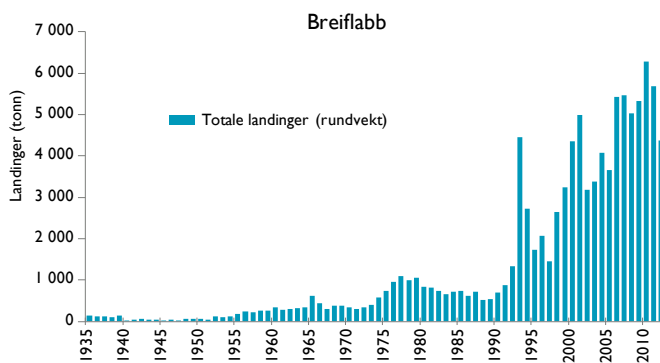
Dei siste åra har ICES gitt råd for to breiflabbbestandar, ein sørleg som strekkjer seg frå Portugal/Spania og nordover til Irland, og ein i området vest for Skottland og Nordsjøen/Skagerrak. Bestanden nord for Stad heng nok til ein viss grad saman med den vi finn i Nordsjøen, men vert førebels rekna som ein eigen bestand.

## Fiskeri

Den norske totalfangsten av breiflabb i 2012 var på ca. 4 400 tonn. Det er 1 300 tonn mindre enn året før, og er den lågaste fangsten sidan 2005. Fram til 2010 hadde fangstane auka jamt og meir enn tredobla seg sidan 1997.

Meir enn 80 % vert teken nord for Stad, og her er det berre ubetydelege fangstar frå andre nasjonar. Sør for Stad deler vi breiflabben med andre nordsjøland, og dei norske fangstane utgjør 5–10 %. Skottland står her for mesteparten av uttaket, medan Danmark ligg på om lag same nivå som Noreg.

Det norske fisket blir for det meste drive frå sjarkar med stormaska garn nær kysten både nord og sør for Stad. Dei andre nasjonane fiskar mest med botntrål. Det norske fisket er i stor grad retta mot den kjønnsmodne delen av bestanden, medan trålfisket i Nordsjøen helst tek mindre, umoden fisk. Forvaltninga av breiflabbbestandane må sikre at nok fisk overlever til kjønnsmoden storleik. Slik sett er ikkje fiske-mønsteret i Nordsjøen like berekraftig som det vi har nord for Stad.



Norske landingar (i tonn rundvekt) av breiflabb.  
Norwegian landings (tonnes) of anglerfish (*Lophius piscatorius*).

## Breiflabb – *Lophius piscatorius*

**Andre namn:** Flabb, marullk, ulke, sjødjewel, havtaske og storkjeft

**Familie:** Lophiidae (breiflabbfamilien)

**Gyteområde:** Kontinentalskråninga (1000–1800 m) vest for Storbritannia, men òg i norske fjordar og djupare delar av sokkelen

**Føde:** Fisk, krepsdyr og blekksprut

**Levetid:** Meir enn 25 år

**Maks storleik:** Kan bli 2 m lang

**Særtrekk:** Breiflabben ligg vanlegvis på botnen og viftar med ryggfinnestrålen for å lokke til seg småfisk. Byttet blir søge inn i gapet på fisken når han opnar kjeften

## Nøkkeltal:

NORSK FANGSTVERDI 2012: Ca. 100 mill. kroner



## Fakta om bestanden:

Breiflabb i det nordaustlege Atlanterhavet høyrer eigentleg til to nærstående artar. Dei norske fangstane er nesten utelukkande arten *Lophius piscatorius* (kvit bukhole), medan det berre er gjort eit par sikre observasjonar av *Lophius budegassa* (svart bukhole).

Breiflabb er ein typisk botnfisk, sjølv om den stundom vert funne høgt oppe i vassøyla. Sannsynlegvis lettar den frå havbotnen og nyttar havstraumane i samband med nærings- og gytevandring. Den kan treffast heilt i strandsona og vidare nedover i djupe fjordar. Lenger sør i Atlanterhavet er den også vanleg ned til djupner på over 1000 meter. Breiflabben (*L. piscatorius*) er utbreidd frå Barentshavet til nordlege delar av Vest-Afrika, den finst i Middelhavet og Svartehavet. Vestgrensa går ved Island.

Breiflabben er ein rovfisk som har få naturlege fiendar i vaksen alder. Den ligg i ro og lokkar til seg bytte ved hjelp av den fremste finnestråla. Den fungerer som ei fiskestong med ein hudflik som agn. Alle typar fisk som kjem nær nok den store kjeften, vert slukte når breiflabben raskt opnar gapet og syg byttet inn. Ein har jamvel funne sjøfugl og oter i magen på breiflabb. Merkeforsøk dei siste åtte åra har vist at breiflabben er i stand til å gjennomføre relativt lange vandringer, men det er framleis noko uklart korleis dynamikken i gyte- og næringsvandring er hos arten. Enkeltfisk har vandra frå Nordsjøen til Færøyaner, Island og norskekysten heilt opp til Vesterålen, og fisk merkt på Møre er fanga att i Nordsjøen og ved kysten av Nordland.

Sidan 2001 er det særleg i områda nord for Halten at fangstane har teke seg opp, og i 2007 og 2008 kom om lag 45 % av dei norske landingane frå desse områda. I 2009 vart, for fyrste gong, meir enn halvparten teken i dette området. Det kan tyde på at breiflabben har fått ei meir nordleg utbreiing langs norskekysten. Dette kan vere eit resultat av eit varmare havklima, sidan desse nordlegaste områda er heilt i randsona for breiflabben si utbreiing.





### Brisling – *Sprattus sprattus*

**Familie:** Clupeidae

**Maksimumsstørrelse:** 19,5 cm og 54 gram

**Levetid:** Sjelden mer enn 4–5 år

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

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

**Gytetidspunkt:** Lang gytesesong. Den viktigste perioden i våre farvann er 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, makrell og sjøfugl.

### Status og råd

Det foreligger ikke bestandsestimat for brislingbestandene i fjordene. Etter noen år med små fangster viste landingsdataene en økning i 2007–2010, men en nedgang de to siste årene. Det norske kystfisket etter brisling vest for Lindesnes er ikke kvoteregulert. Årlig fangstmengde avtales i forhandlinger mellom Norges Sildesalgslag og hermetikk-industrien. Brisling øst for Lindesnes forvaltes gjennom en kvoteavtale med EU (Skagerrakavtalen). Fra og med 2007-sesongen er kystbrislingen fredet frem til 31. juli. Fra og med 2011 ble det forbudt å fiske kystbrisling med lys eller lysebåt øst for Lindesnes uten observatør om bord.

I årene 1969–2008 har Havforskningsinstituttet årlig foretatt akustisk kartlegging langs kysten av utbredelse og mengde av brislingyngel som grunnlag for prognoser for neste års fiske. Høsten 2009 og 2010 ble denne kartleggingen kun gjennomført i Hardanger–Sunnhordland.

### Fiskeri

Foreløpige fangstdata for 2012 viser at det totalt ble landet ca. 1230 tonn brisling, en reduksjon på nesten 47 % fra året før. Om lag 40 % ble tatt i Sogn og Fjordane, 19 % i Hardangerfjorden og 24 % i Oslofjorden. Mens det i 2009–2010 ble fisket noe brisling i Trondheimsfjorden, var det ikke brislingfiske her i 2011–2012. I Oslofjorden var det en reduksjon i landingene fra ca. 709 tonn i 2011 til 300 tonn i 2012. I Sognefjorden var det en betydelig økning i fangstene fra 18 tonn i 2011 til 134 tonn i 2012. I 2012 ble det også tatt 352 tonn i Nordfjord, mot ingen fangst året før. I Rogaland var det en betydelig reduksjon, fra 78 tonn til 23 tonn.

Fisket på kyst- og fjordbrisling foregår hovedsakelig med kystnot-fartøy (< 28 m) om høsten, og brukes nesten utelukkende til konsum, som brislingsardiner og ansjos. Industriens kvalitetskrav (størrelse og fettinnhold) avgjør når og hvor fisket skal åpnes, og hvordan det skal gjennomføres i de enkelte fjordene.

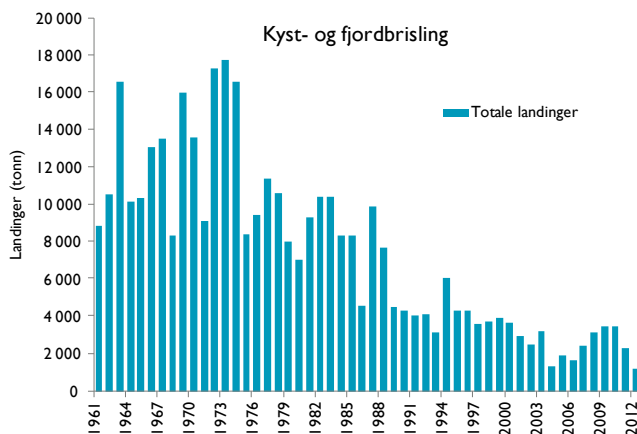
Nedgangen i totalfangstene 1961–2004 kan ha sammenheng med endringer i miljøforhold. Etter 2004 har landingene økt noe, med en mindre nedgang i 2011 og en større nedgang i 2012. I Oslofjorden var det et meget bra fiske på ansjosbrisling i 2007. De siste årene har landingene her ligget mellom 670 (2009 og 2011) og 895 tonn (2008), men med en stor reduksjon i 2012 (300 tonn). Vinteren 2010/11 var fisket på Skagerrakkysten svært hemmet av dårlig vær og isforhold.



### Fakta om bestanden:

Brisling er en stmfisk som lever pelagisk. Den finnes sjelden dypere enn 150 meter. Brislingen foretar vertikalvandring i takt med vekslinger i dagslyset og vertikalvandring hos byttedyr. Når det mørkner trekker den mot overflaten. 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 fisk. Siden fangstgrunnlaget er avhengig av forekomstene av ung brisling, blir fisket i stor grad påvirket av variasjoner i årsklassenes styrke. Ved god vekst kan årets yngel nå en størrelse på 9,5–10 cm i løpet av høsten, og vil komme inn i fangstene allerede i 4. kvartal. Brisling blir kjønnsmoden 1–2 år gammel, sannsynligvis avhengig av veksten første leveår. Vi vet lite om brislingens bestandstilhørighet, om rekruttering og vandring. Den gyter i fjordene, men kan også rekruttere utenfra. Det er gode indikasjoner på at brislingen som står i fjordene om høsten overvintrer og danner grunnlaget for neste års fiske.



**Brislinglandinger (tonn) i norske kyst- og fjordområder.**  
Sprat landings (tonnes) in Norwegian coastal and fjord areas.



## Status og råd

Tilgjengelig informasjon gir ikke godt nok grunnlag for å si noe om status for brisingbestandene i Nordsjøen og Skagerrak. ICES gir råd om ikke å øke fangstene i forhold til 2011 (Nordsjøen 134 000 tonn, Skagerrak/Kattegat 5 000 tonn). Toktene og en utforskende bestandsvurdering tyder på at nordsjøbestanden øker, og at den har tålt de siste års fangster. I Skagerrak/Kattegat gir ikke toktene pålitelig informasjon om brisingforekomstene. Aftalte kvoter mellom EU og Norge for 2013 gir norske fiskere 10 000 tonn i Nordsjøen og 3 120 tonn i Skagerrak/Kattegat. Totalkvoten for brising er satt til 41 600 tonn i Skagerrak/Kattegat.

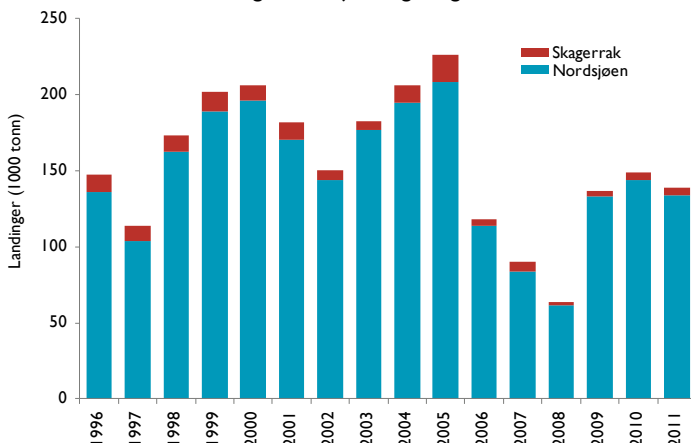
Brislingfisket foregår på ung brising og er avhengig av størrelsen på innkommende årsklasser. Det gis derfor ikke anbefalinger utover innværende år.

## Fiskeri

Det meste av brisingen blir tatt i det danske industritrålfisket. Det norske fisket er hovedsakelig et direkte fiske med ringnotfartøy. I Skagerrak blir det meste tatt i et direkte brisingfiske i industritrålfisket. En liten del tas med kystnotfartøy i et konsumfiske for hermetikkformål. De totale brisingfangstene fra Nordsjøen hadde en topp på 640 000 tonn midt på 1970-tallet, etterfulgt av en nedgang frem til et historisk lavmål i 1986. Før 1996 kunne imidlertid innblandingen av småsild være stor, men fra 1996 regnes brisingfangstene som pålitelige. Det siste tiåret har totalfangstene i Nordsjøen stort sett vært under 200 000 tonn, og de norske fangstene mindre enn 10 000 tonn. I 1996–2011 har totale landinger variert mellom 61 000 (2008) og 208 000 tonn (2005). I 2011 var landingene 134 000 tonn, en liten nedgang fra året før. I Skagerrak har totalfangstene de siste årene ligget på 4 000–6 000 tonn.

Brisingen har i praksis vært regulert ut fra hensynet til nordsjø-sildbestanden. Det har vært maksimalkvoter for deltakende fartøy og forbud mot å fiske brising i norsk økonomisk sone i Nordsjøen før kvoten i EU-sonen er fisket opp.

Brisling i Nordsjøen og Skagerrak



Utviklingen av rapporterte fangster av brising fra Nordsjøen og Skagerrak.  
Reported catches of sprattus in the North Sea and Skagerrak.

## NORDSJØEN/SKAGERRAK

**Brisling** – *Sprattus sprattus*

**Familie:** Clupeidae

**Utbredelse:** Fra Svartehavet til Finnmark

**Levetid:** Sjelden over 4–5 år

**Maks størrelse:** 19,5 cm og 54 gram

**Hovedgyting:** Februar–juli

**Føde:** Dyreplankton

### Nøkkeltall:

KVOTE 2013:

Nordsjøen: Nordsjøen 161 500 tonn,

Skagerrak + Kattegat: 41 600 tonn

NORSK KVOTE: Nordsjøen: 10 000 tonn,

Skagerrak + Kattegat: 3 120 tonn

NORSK FANGSTVERDI HAVBRISLING 2012:

Ca. 23 millioner kroner



### Fakta om bestanden:

Brisling er en pelagisk stimfisk. Den lever av små dyreplankton og er selv viktig næring for arter som ørret, hvitting, makrell, taggmakrell, sei og sjøfugl. I Nordsjøen er det funnet egg og larver nesten året rundt. Brislingen gyter nær overflaten, og eggene flyter fritt i vannet til de klekkes etter 5–6 dager. Når larvene er 2–4 cm, søker de sammen og begynner å gå i stim. Brislingen har et kort livsløp, og bestanden er dominert av ett og to år gammel fisk. Ved god vekst kan årets yngel komme inn i fangstene allerede i fjerde kvartal.

Brisling er svært ettertraktet som mat for mange andre fiskearter. For å forstå dynamikken i et økosystem er det viktig å vite hvor mye som er nødvendig av en bestand for å opprettholde mattilbudet for andre arter (fisk, sjøfugl).

Hovedtyngden av bestanden finnes i sentrale og sørøstlige deler av Nordsjøen. I Skagerrak finnes den stort sett nær land og i fjordene på svenske- og norskekysten. I Østersjøen står det brising som antas å være en egen bestand. Bestandstilørigheten av brisingen i norske kyst- og fjordstrøk på Vestlandet er ikke kjent. Den gyter lokalt, men kan også rekruttere utenfra.





Foto: Øystein Paulsen

## Status og råd

Hummerbestanden langs norskekysten er kraftig redusert sammenlignet med 1950- og 60-årene. Høsten 2008 ble det innført nye bestemmelser for fiske etter hummer. Det ble registrert en oppgang i fangstrate i 2009 og 2010, men fangstraten er likevel fortsatt betydelig lavere enn den var for 50 år siden.

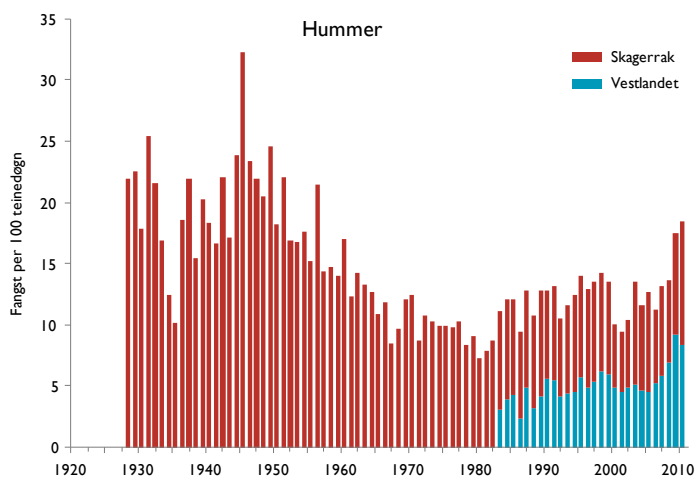
## Bestandsstusjonen

Hummerbestanden langs norskekysten overvåkes av Havforskningsinstituttet. Overvåkingen baserer seg på innsamling av fangstdata fra ca. 80 hummerfiskere fra Hvaler i øst til Møre i nordvest, samt forskningsfiske knyttet til spesielle bevaringsområder for arten. Deler av dataserien er unik ved at den kan føres tilbake til 1928. Fiskerne oppgir hvor mange hummer de får per teinedøgn i forbindelse med det årlige hummerfisket. I tillegg foretar Havforskningsinstituttet detaljerte målinger av fangstene fra enkeltfiskere i utvalgte kystavsnitt. Figuren viser fangstutviklingen for hummerfisket fra 1928 til 2010. Selv om fangstene økte i 2010, er hummerbestanden likevel på et historisk lavt nivå.

I 2007 startet Havforskningsinstituttet et samarbeid med fritidsfiskere for å evaluere effektene av de nye reguleringene i 2008. I 2012 har over 200 fritidsfiskere sendt inn fangstrapporter. Rapportene gir mulighet til å følge utviklingen i hummerfangster på regionnivå. Fangstrapportene viser at det er klare forskjeller i fangstrate i forskjellige regioner, der Østlandet og Rogaland hadde en betydelig høyere fangstrate enn Sørlandet i 2011. Nord for Rogaland synker igjen fangstraten.

## Små bevaringsområder virker godt

I 2006 fikk hummeren, som første norske art, egne «naturreservater». Fiskeri- og kystdepartementet opprettet fire bevaringsområder for hummer i Aust-Agder, Vestfold og Østfold. Havforskningsinstituttet gjennomfører årlig prøvofiske i tre av de fire bevaringsområdene, samt i kontrollområder som er åpent for regulært fiske. Kun fiske med stang og snøre er lov i bevaringsområdene, som er mellom en halv og én kvadratkilometer store. Etter fire år var forsøksfangstene av hummer i bevaringsområdene tre og en halv gang så store som da studien startet. I tillegg økte gjennomsnittsstørrelsen på hummeren med 13 prosent.



Fangst per 100 teinedøgn for Skagerrak (fra 1928) og Vestlandet (fra 1983).  
Catch per 100 trap days for Skagerrak (from 1928) and the West coast (from 1983).

Kontaktperson: Alf Ring Kleiven | alf.ring.kleiven@imr.no og Esben Moland Olsen

## Hummer – *Homarus gammarus*

### Utbredelses-, gyte- og beiteområde:

Tilknytning til steinbunn, helst hvor de kan lage/finne huler med flere innganger. Vanligst fra 5–50 meters dyp. Langs kysten fra svenskegrensen til Trøndelag, og sporadisk i Nordland, for eksempel Tysfjord.

### Alder ved kjønnsmodning: 5–13 år.

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

**Maksimal alder:** Hanner 40 år, hunner 70 år (britisk studie).

**Maksimal størrelse:** Største eksemplar fanget veide 9,3 kg (1931, Wales). Fanges sjelden over 140 mm ryggskjoldlengde (38 cm total lengde).

**Biologi:** Spiser andre krepsdyr, snegler, flerbørstemark, skjell og fiskeåtsler, men kan også ta fisk i bakholdsangrep. Hunnen bærer befruktede egg (utrogn) under halen i 9–11 md fra gyting til klekking. Larven har fire pelagiske stadier (juli–august), men bare de to første stadiene er fanget i planktonhåv og lysfelle. Larvene i de to siste stadiene er dyktige svømmere. Bunnslår ved ca. 3–4 cm total lengde. Yngel under 7 cm er aldri påvist i utbredelsesområdet.

### Nøkkeltall:

OFFISIELT LANDET FANGST AV HUMMER I 2012: 47 tonn (i 2011: 58 tonn)

VERDI AV HUMMER I 2012: 9 millioner kroner

Kilde: Fiskeridirektoratet

TOTAL FANGST: Ukjent



### Fakta om bestanden:

Hummerfisket i Norge har lange tradisjoner, og det har hatt stor betydning for kystbefolkningen i de sørlige og vestlige delene av landet. I etterkrigstiden frem til 1960-tallet var Norge blant de land i Nord-Europa med de største fangstene av hummer; mellom 600 og 1000 tonn årlig. De siste 25 årene har de offisielle fangstene vært under 100 tonn, og i 2011 viser tall fra Fiskeridirektoratet en fangst på kun 58 tonn.

Hummerens naturlige utbredelsesområde er fra Middelhavet til Polarsirkelen. I norske farvann er hummeren tallrik fra svenskegrensen til Trøndelag, men finnes mer sporadisk i Nordland.

Hummeren lever vanligvis på hardbunn fra 5 til 40 meters dyp. Om natten foretar den vandring på opptil 1 km, men vender tilbake til faste dagleier. I sommerhalvåret foretar den næringsøk opp på grunt vann, mens den om vinteren trekker til dypere vann og er lite aktiv.

Hummer er en stedbunden art med hjemmeområder av begrenset størrelse (10–50 000 m<sup>2</sup>). Bevaringsområder for hummer i Skagerrak har vist god effekt på bestanden innenfor områdene.

# Hvitting



## Status og råd

Tilgjengelig informasjon er ikke god nok til å vurdere gytebestand og beskatning i forhold til føre-var-nivå. Gytebestanden har vært økende og rekrutteringen er blitt noe bedre, selv om de siste årsklassene er under middels. Fiskedødeligheten har gått nedover siden 2006 og var i 2011 ca. 0,23.

Norge og EU har bedt ICES gi en vurdering av grunnlaget for en forvaltningsplan, og etter revisjon av bestandsanalysen vurderer ICES nå 0,225 som en fiskedødelighet som vil gi et høyt langtidsutbytte. Dersom dette legges inn i den midlertidige forvaltningsplanen til Norge og EU, gir dette ifølge ICES en kvote på 26 000 tonn (konsumlandinger) i 2013.

Utkast av hvitting utgjør ca. 40 %.

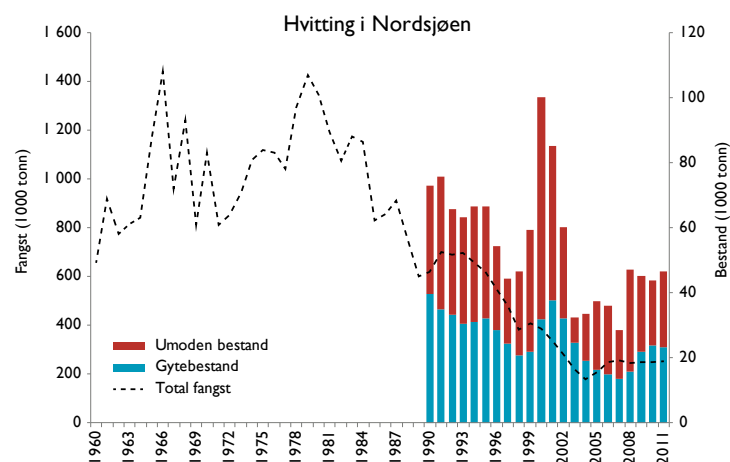
## Fiskeri

Nordsjøen og Den østlige engelske kanal forvaltes hver for seg. Omtrent 80 % av fangsten vil vanligvis komme fra Nordsjøen. Av totalkvoten i Nordsjøen disponerer EU 90 % og Norge 10 %. Hvitting i Skagerrak behandles som en egen bestand, men det er ingen bestandsanalyser.

I 2011 var totalkvoten i Nordsjøen 14 832 tonn. Det ble landet ca. 13 300 tonn, og utkastet er beregnet til ca. 12 000 tonn. Norge fisket bare 28 tonn. For 2012 var kvoten 17 056 tonn, herav 1 706 tonn til Norge.

Totalkvoten for 2013 er satt til 18 932 tonn i Nordsjøen og 1 050 tonn i Skagerrak. Den norske kvoten er på 1 893 tonn (Nordsjøen) og 19 tonn (Skagerrak).

Hvitting blir fanget sammen med bl.a. torsk og hyse. Skottland, Frankrike og England tar mesteparten.



Bestand og fangst av hvitting i Nordsjøen.  
Stock size and landings of whiting in the North Sea.

## NORDSJØEN OG DEN ØSTLIGE ENGELSKE KANAL

**Hvitting** – *Merlangius merlangus*  
**Familie:** Gadidae (torskfamilien)  
**Andre navn:** Blege, bleike  
**Maks størrelse:** 55 cm og 1,5 kg  
**Levetid:** 12 år  
**Leveområde:** Nordsjøen  
**Gyteområde:** Hele Nordsjøen  
**Gytetidspunkt:** Januar–juli  
**Føde:** Fisk

### Nøkkeltall:

KVOTERÅD FOR 2013: 26 000 tonn  
TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (NORDSJØEN) 2013:  
18 932 tonn/1 893 tonn  
TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (NORDSJØEN) 2012:  
17 056 tonn/1 706 tonn  
TOTALFANGST/NORSK FANGST 2011:  
13 300 tonn/28 tonn  
NORSK FANGSTVERDI 2011: ca. 200 000 kroner



### Fakta om bestanden:

Hvittingens gyting varer i flere måneder. Sør i Nordsjøen begynner den alt i januar, og så sent som i september kan man finne egg og larver i nord. Yngelen lever oppe i vannmassene noe lenger enn torsk og hyse. I denne perioden gjemmer den seg ofte under brennmaneter. Hvittingen blir kjønnsmoden to år gammel.

Hvittingen er en typisk fiskespiser, og en av de viktigste rovfiskene i Nordsjøen. Hovednæringen er øyepål, tobis og sild, men den tar også en del yngel av torsk, hyse og sine egne artsfrender.

Hvittingen har sin utbredelse i Øst-Atlanteren fra Gibraltar til Island og det sørøstlige Barentshavet. Den finnes langs hele norskekysten, men er vanligst nord til Stad.

Hvittingen finnes vanligvis ved bunnen på 10–200 meters dyp, men beveger seg også opp i vannmassene.





## NORDSJØEN/SKAGERRAK

**Hyse** – *Melanogrammus aeglefinus*  
**Familie:** Gadidae (torskfamilien)  
**Andre navn:** Kolje  
**Maks størrelse:** 60 cm og 4 kg  
**Levetid:** 15 år  
**Leveområde:** Nordsjøen/Skagerrak  
**Gyteområde:** Sentrale Nordsjøen  
**Gytetidspunkt:** Mars–mai  
**Føde:** Bunnedyr, sildeegg og fisk

### Nøkkeltall:

KVOTERÅD FOR 2013: 47 811 tonn  
 TOTALKVOTE 2013: 45 041 tonn i Nordsjøen og 2 770 tonn i Skagerrak  
 NORSK KVOTE 2013: 10 359 tonn (Nordsjøen) og 117 tonn (Skagerrak)  
 TOTALFANGST/NORSK FANGST 2012: 36 000/1 200 tonn  
 NORSK FANGSTVERDI 2011: ca. 10 mill. kroner

### Status og råd

Ifølge ICES er bestanden i god forfatning og høstes bærekraftig. Gytebestanden er godt over føre-var-nivået. Fiskedødeligheten har det siste tiåret vært langt under føre-var-nivået, og har siden 2008 også vært under målet på  $F=0,3$  som er spesifisert i forvaltningsplanen som er vedtatt av Norge og EU. ICES har akseptert at denne verdien foreløpig kan representere  $F_{MSY}$ . Rekrutteringen har vært svak de siste årene, med unntak av 2005- og 2009-årsklassene som er av middels styrke.

ICES gir anbefaling i henhold til forvaltningsplanen som gir landinger på 47 811 tonn i 2013.

### Fiskeri

Forvaltningsmessig blir hyse i Skagerrak og i Nordsjøen holdt atskilt. Vi regner med at 6 % av kvoten kan tas i Skagerrak og 94 % i Nordsjøen. EU disponerer 77 % og Norge 23 % av totalkvoten i Nordsjøen. Norge har vanligvis bare disponert litt over 4 % av det som blir avsatt til Skagerrak.

I 2011 var totalkvoten i Nordsjøen 34 057 tonn og i Skagerrak 2 095 tonn. For 2012 var totalkvoten i Nordsjøen 39 166 tonn, herav 9 008 tonn til Norge. Totalkvoten i Skagerrak var 2 409 tonn, herav 101 tonn til Norge.

Totalkvotene fastsettes gjennom årlige forhandlinger mellom EU og Norge. For Nordsjøen har partene blitt enige om en forvaltningsplan som sikter mot en fiskedødelighet som vil gi et høyt langtidsutbytte og et bærekraftig fiske. Totalkvoten for 2013 er på 45 041 tonn i Nordsjøen og 2 770 tonn i Skagerrak. I 2011 utgjorde utkast ca. 25 % av totalt uttak.

Hyse blir fanget sammen med bl.a. torsk og hvitling i alle typer redskaper. Skottland står for over 80 % av landingene. Til tider kan utkast av småfisk være større enn landingene. Andre nasjoner som fisker hyse er bl.a. Norge, Danmark, England, Tyskland og Frankrike. Over halvparten av de norske fangstene blir tatt med trål.



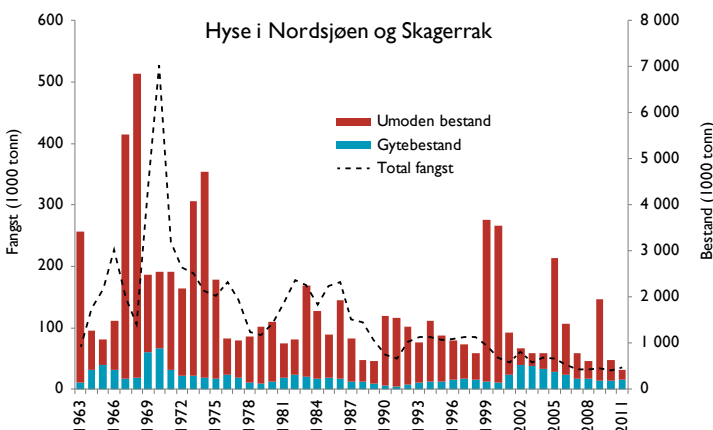
### Fakta om bestanden:

Nordsjøhysa gyter i perioden mars–mai i de sentrale delene av Nordsjøen. Oppvekstområder er kystnære områder i Moray Firth, rundt Orknøyene og Shetland og langs Eggakanten på ca. 200 m dyp fra Shetland til Skagerrak. Hysa produserer med ujevne mellomrom meget sterke årsklasser som kan dominere fangst og bestand gjennom flere år.

Hysa spiser hovedsakelig bunnedyr som børstemark, muslinger og slangestjerner, men tobis og sildeegg står også på menyen. I motsetning til torsk vokser hyse i Nordsjøen betydelig senere enn i Barentshavet. Til tross for dette blir nordsjøhysa tidligere kjønnsmoden, stort sett når den er to til tre år gammel.

De siste 50 årene har utbredelsen av nordsjøhysa endret seg. Tidligere fantes det ganske mye hyse sør i Nordsjøen, men nå lever mesteparten nord for en linje trukket mellom Newcastle og Hanstholm.

Hysa er en typisk bunnfisk. Den finnes på begge sider av Atlanterhavet og er stort sett oppdelt i de samme bestandene i samme områder som torsken, bortsett fra at det ikke er noen hysebestand i Østersjøen.



Bestand og fangst av hyse i Nordsjøen/Skagerrak.

Stock size and landings of haddock in the North Sea and Skagerrak.



### Status og råd

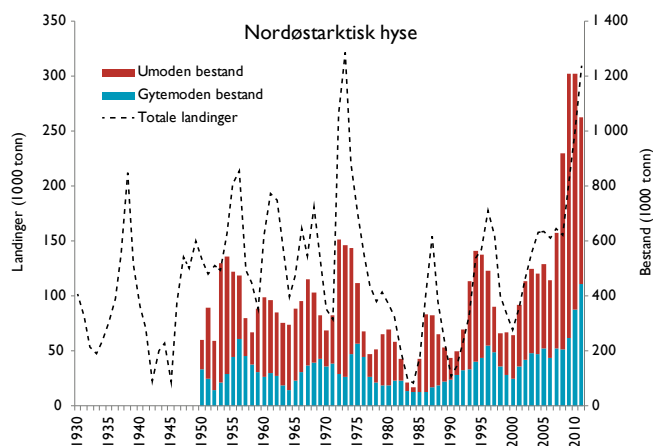
Bestanden av nordøstarktisk hyse er de siste årene beregnet til å være på et historisk høyt nivå. Rekrutteringen har vært høyere eller lik langtidsgjennomsnittet siden 2000. Årsklassene 2004–2006 er alle sterke, mens de påfølgende årsklassene er mindre. Bestanden har historisk variert mye, men er i dag på et høyere nivå enn i toppperiodene på midten av 1950- og begynnelsen av 1970- og 1990-tallet. Gytebestanden nådde en topp i 2011, og det ventes at bestanden vil synke til et mer "normalt" nivå i kommende år siden rekrutterende årsklasser er på et mye lavere nivå enn de sterke 2004–2006-årsklassene.

Utkast er fortsatt et problem, og totaluttaket er derfor usikkert. Problemet forplanter seg videre til grunnlaget for kvoterådene, som også blir mer usikre. Det er flere kilder til usikkerhet i bestandsberegningene, som redusert innsats på biologisk prøvetaking av kommersielle fangster. Likevel vet vi nok til å si at gytebestanden er høy. Det ser altså forholdsvis lyst ut de nærmeste årene dersom bestanden forvaltes i henhold til vedtatte regler. Ved å redusere fiskepresset på mindre fisk kunne man likevel utnyttet vekstpotensialet bedre.

Kvoterådet for 2013 ble utarbeidet på bakgrunn av den vedtatte høstingsregelen og tilsier at det bør fiskes mindre enn 238 000 tonn hyse, men for å bremse nedgangen i bestanden, er kvoten for 2013 satt til 200 000 tonn.

### Fiskeri

Sammen med Norge står Russland for størstedelen av hysefangstene. Men også Færøyene, Storbritannia, Grønland, Spania, Tyskland og Frankrike fisker på bestanden. Kvoten for 2011 var på 303 000 tonn, mens den rapporterte fangsten var 310 000 tonn. Av dette utgjorde den norske fangsten 158 000 tonn. Totalfangsten for 2011 er dermed litt høyere enn kvoten og rådet på 303 000 tonn. For 2012 ble totalkvoten satt til 318 000 tonn. Totalfangsten for 2012 er ennå ikke beregnet. Den norske fangsten av hyse tas i stor grad som bifangst i trålfisket etter torsk, men det foregår også et direkte fiske med line og flyteline langs finnmarkskysten. Den norske fangsten med line utgjør nesten like mye som trålfangstene. Det tas også en del hyse med snurrevad og noe med garn. Fangstene fra de andre landene er hovedsakelig tatt med bunntål.



Bestand og fangst av nordøstarktisk hyse.

Stock size and landings of Northeast Arctic haddock.

### NORDØSTARKTISK HYSE

**Hyse** – *Melanogrammus aeglefinus*

**Andre norske navn:** Kolje

**Familie:** Gadidae (torsefamilien)

**Maks størrelse:** 110 cm og 14 kg

**Levetid:** Maks 20 år

**Leveområde:** Langs kysten og i Barentshavet

**Hovedgyteområde:** Vestkanten av Tromsøflaket

**Gytetidspunkt:** Mars–juni

**Føde:** Bunndyr, fisk og egg av sild og lodde

**Særtrekk:** Hysa er lett kjennelig på den svarte flekken under den fremste ryggfinnen

### Nøkeltall:

KVOTERÅD 2013: mindre enn 238 000 tonn

SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK

2013: totalkvote 200 000 tonn,

norsk kvote 98 154 tonn

SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK

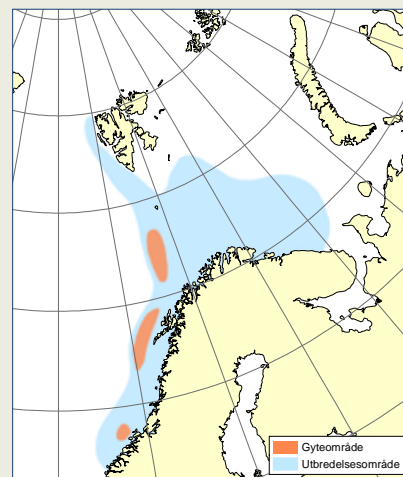
2012: rapportert totalfangst ikke beregnet,

norsk fangst = ca. 160 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI: Gjennomsnitt for

2001–2011 er 709 millioner kroner.

For 2011 var verdien 1 323 millioner kroner



### Fakta om bestanden:

Nordøstarktisk hyse er en torskefisk som finnes langs hele kysten nord for Stad, i Barentshavet og på vestsiden av Svalbard. Veksten til hyse kan variere mye fra år til år og fra område til område, men i gjennomsnitt vokser den umodne hysa 7–9 cm per år. Den blir kjønnsmoden i 4–7-årsalder når den er mellom 40 og 60 cm lang. Veksten avtar med alderen. Hysa gyter spredt på dypt vann, men det viktigste gyteområdet er på vestsiden av Tromsøflaket. I tillegg er det viktige gyteområder langs kysten av Nord-Norge, langs eggakanten utenfor Møre og Romsdal samt utenfor Røstbanken og Vesterålsbankene. Gytingen er fordelt i perioden mars til juni med hovedtyngde i slutten av april. Hysas føde avhenger av størrelsen på fisken, men består hovedsakelig av ulike typer bunndyr. Yngre fisk spiser plankton oppe i sjøen, mens eldre og større fisk spiser reker, fiskeegg og fisk. Større hyse kan også beite oppe i sjøen, og på Finnmarkskysten vil den også beite på lodde.

Hyse er en bunnfisk, men en del hyse, og da spesielt liten hyse, finnes ofte høyere oppe i vannmassene. Hyse er en toppredator og er som voksen i liten grad et byttedyr for annen fisk. Yngre hyse blir spist av for eksempel torsk, grønlandssel og vågehval. Disse fiskespiserne foretrekker likevel lodde, så i perioder med mye lodde blir det spist mindre hyse. Fra mageprøver av torsk blir det beregnet hvor mye hyse som spises av torsk, og dette tas det hensyn til i bestandsberegningene.



# Kolmule



## Status og råd

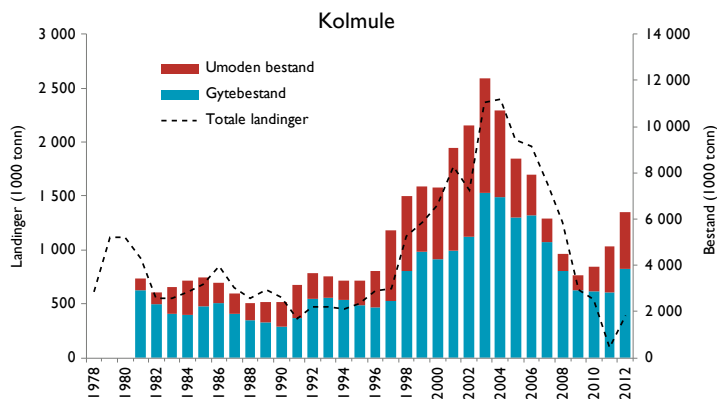
Gytebestanden av kolmule nådde en topp på 7 millioner tonn i 2003, og ble kraftig redusert frem til 2011. Denne trenden synes nå å være snudd, og en liten økning ble observert i 2012. Gytebestanden ble beregnet til å være over føre-var-nivået ( $B_{pa}$ ) på 3,84 millioner tonn tidlig i 2012. All tilgjengelig informasjon tilsier at årsklassene som ble gytt i 2005–2010 er svært svake sammenlignet med de ti foregående årene. I 2012 ble det imidlertid igjen funnet godt med 1-åringer, og dette indikerer at 2011-årsklassen er vesentlig bedre enn de foregående. Historisk lav landing i 2011 i kombinasjon med økt rekruttering har dermed ført til oppgang i bestanden etter mange år med reduksjon. Kyststatene EU, Norge, Island og Færøyene, som forvalter bestanden i fellesskap, ble i 2008 enige om en langsiktig forvaltningsstrategi. Høstingsregelen tar sikte på å holde fiskedødeligheten i bestanden på 0,18. Partene er også enige om at fiskedødeligheten skal reduseres dersom gytebestanden blir mindre enn 2,25 millioner tonn ( $B_{pa}$ ). ICES har vurdert målsettningene i forvaltningsplanen til å være i tråd med føre-var-tilnærmingen.

ICES sine råd fra 2009 til 2012 har vært svært variable, delvis på grunn av endringer i basis for rådet ( $F_{pa}$  holde gytebestanden over  $B_{pa}$ ), men mest grunnet store endringer i gytebestands- og fiskedødelighetsestimatene. Den viktigste toktindeksen som blir brukt i bestandsberegningene har vist svært stor variabilitet mellom år.

## Fiskeri

Hovedfisket skjer langs kontinentalskråningen og bankene vest for De britiske øyer og ved Færøyene, hvor kolmulen samler seg for å gyte om våren. Norge har her operert med over 40 ringnotfartøyer utstyrt med pelagisk trål. Disse fartøyene kan fiske 78 % av den norske kvoten. Industritrålere har adgang til 22 % av kvoten og fisker året rundt, hovedsakelig langs den vestlige og sørlige kanten av Norskerenna og nordover rundt Tampen. Noen industritrålere deltar også i fiskeriet på gytefeltene. Totalkvoten for 2012 var 391 000 tonn, og foreløpig statistikk indikerer at dette vil være totalfangsten. Den rapporterte norske fangsten i 2012 var 117 563 tonn.

Norge har historisk sett vært den dominerende nasjonen i kolmulefisket med vel 40 % av totalfangsten frem til 2004. Etter at kyststatene Norge, Island, EU og Færøyene ble enige om fordeling av kolmule, har den norske andelen blitt lavere – ca. 35 % etter kvotebytte med andre land. Også Russland, Færøyene, Island og Nederland er store aktører i kolmulefisket, men alle EU-land langs kysten fra Portugal til Sverige deltar.



Bestand og fangst av kolmule.

Stock size and landings of blue whiting.

**Kolmule** – *Micromesistius poutassou*

**Andre norske navn:** Blågunnar, blåhvitting, kolkjeft

**Familie:** Gadidae (torskefamilien)

**Maks størrelse:** 50 cm og 800 gram

**Levetid:** Opptil 20 år, men sjelden over 10 år

**Leveområde:** Hele Nord-Atlanteren fra Svalbard til Marokko samt Middelhavet

**Hovedgyteområde:** Vest for De britiske øyer

**Gytetidspunkt:** Februar–april

**Føde:** Spiser krill, amfipoder og småfisk

**Særtrekk:** Har fått navnet kolmule fordi munnhulen og gjellehulene er svarte

## Nøkkeltall:

KVOTERÅD 2013: 643 000 tonn

KVOTE 2012: 391 100 tonn

NORSK FANGST 2012: 117 563 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: 66 millioner kroner



## Fakta om bestanden:

Kolmule er en liten torskefisk som hovedsakelig holder til i Nordøst-Atlanteren og i Middelhavet. Mindre bestander finnes også i Nordvest-Atlanteren. Kolmule i Nordøst-Atlanteren betraktes forvaltningsmessig som én bestand, men består av to hovedkomponenter, en nordlig og en sørlig, med en grov delinje på Porcupinebanken vest for Irland. Noen norske fjorder samt Barentshavet har lokale bestandskomponenter, selv om de store mengdene av kolmule i Barentshavet de siste årene hører til den atlantiske hovedkomponenten.

Kolmule er en av de mest tallrike fiskeartene i de midterste vannlagene i Nordøst-Atlanteren. Arten er mest vanlig på 100–600 m dyp, men den kan også svømme nær overflaten deler av døgnet og nær bunnen på grunt vann. Den er blitt observert så dypt som 900 meter.

Kolmule spiser for det meste krepsdyr som krill og amfipoder. Stor kolmule spiser gjerne småfisk, inkludert ung kolmule. Det hender at den må konkurrere om maten med sild og makrell. Dette er mest vanlig for ung kolmule (0- og 1-åringer), som holder seg høyere opp i vannet. En del rovfisk og sjøpattedyr beiter på kolmule, og den er blant annet en viktig del av føden til sei, blåkveite og grindhval. Voksen kolmule vandrer hver vinter til gyteområdene vest for De britiske øyer. Egg og larver transporteres med havstrømmene, og driftmønsteret varierer fra år til år. Larver fra gyting vest for Irland kan for eksempel ende opp både i Norskehavet og i Biscayabukta. Det viktigste føde- og oppvekstområdet er Norskehavet.

Kontaktperson: Åge Høines | aageh@imr.no

## Kongekrabbe



### Status og råd

Kongekrabbe i norsk sone forvaltes av norske myndigheter, og forvaltningen har to målsetninger: 1) å opprettholde et langsiktig fiskeri innenfor et avgrenset område i Øst-Finnmark, og 2) begrense spredningen av kongekrabbe utenfor dette området. Høsten 2012 kartla Havforskningsinstituttet bestanden av kongekrabbe i fjordene Varanger, Tana, Laksefjorden og Porsanger samt de ytre områdene fra 26°Ø til grensen mot Russland.

Bestandstaksering av kongekrabbe er av forskjellige årsaker utfordrende og estimatene er svært usikre. I rådgivningen har en derfor tatt i bruk en ny produksjonsmodell som beregner relativ bestandsstørrelse samtidig med utbytte i tonn ved forskjellige bestandsstørrelser. Den relative bestandsstørrelsen av fangstbar hannkrabbe (skjoldlengde > 130 mm) er betydelig redusert siden 2004 og ligger i dag langt under det som gir det høyeste langtidsutbyttet. Fiskeridødeligheten har økt i samme periode og lå i 2012 høyere enn det nivået som ville gitt et stabilt maksimalt langtidsutbytte. Dagens bestandsnivå er for lavt og fiskeridødelighet er for høy med tanke på et stabilt langtidsutbytte i det kvoteregulerte området, men den reduserte bestanden bidrar sammen med det frie fisket til å begrense videre spredning.

### Fiskeri

Kongekrabbe fiskes med teiner, hovedsakelig i fjordene og i kystnært farvann langs Øst-Finnmark. Ved starten i 1994 var fisket organisert som forskningsfiske, men fra 2002 ble det innført kommersielt fiske etter kongekrabbe i norsk sone. I 2012 deltok ca. 470 fartøyer i det kvoteregulerte fisket. Det ble også gitt tillatelse til fangst av skadete krabber og hunnkrabber over minstemålet, i tillegg til en bifangst gitt som en prosentandel av ukentlig fangstkvantum. Hunnkrabber utgjør bare ca. 5 % av totalfangstene og skadet krabbe ca. 10 %.

### Økosystemeffekter av kongekrabbe

Forskningen omkring økosystemeffekter av kongekrabbe har hovedsakelig vært konsentrert om spredningspotensialet og effekter på bunnfaunaen. Merkeforsøk har vist at kongekrabben i hovedsak bare vandrer korte avstander, og at det meste er årstidsvandring mellom grunt og dypt vann. Enkelte individer kan likevel ha vandret langt på relativt kort tid, i første rekke store hunnkrabber med rogn, som dermed sprer arten effektivt. For at krabben skal spre seg, er overlevelse av krabbelarvene avgjørende. Studier av larvens tålegrenser for temperatur viser at den kan overleve i et vidt temperaturområde, noe som indikerer at den kan få en større utbredelse enn tidligere antatt.

Forskning på hvilke effekter kongekrabben har hatt på bunnfaunaen i Varangerfjorden viser at en rekke organismer på bløtbunn er redusert eller helt borte fra områder hvor krabben har oppholdt seg i store mengder over lang tid. Dette gjelder spesielt arter med liten bevegelsesevne som for eksempel pigghuder, børstemark og større muslinger. Resultater fra tilsvarende studier i Porsangerfjorden ligner mye på resultatene fra Varangerfjorden, blant annet er alle store individer av for eksempel sjøstjerner, muslinger og andre dyr helt borte fra bunnfaunaen. Studiene fra Varangerfjorden indikerer også at fjerning av dyr som lever nede i sedimentene bidrar til at kvaliteten på sedimentene reduseres ved at transporten av oksygen nedover i bunnsedimentene forsvinner.

### 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 0,1–23 cm i norske farvann.

**Føde:** Bunn dyr og alger. Børstemark og små muslinger står øverst på listen over byttedyr.

**Kvoteråd for 2013:** Kvoten bør ikke overstige 900 tonn hannkrabber.

**Kvote 2012/13:** 900 tonn hannkrabbe og 50 tonn hunnkrabbe.



### Fakta om bestanden:

Kongekrabbe er introdusert til Barentshavet fra Kamtschatka-området i Asia på 1960-tallet, og har spredd seg i hele det sørlige Barentshavet. Naturlig utbredelsesområde er Beringhavet og det nordlige Stillehav. Utbredelsen i Barentshavet går i øst til øya Kolgujev, i nord til Gåsbanken og i vest til Kvenangen. I russisk sone har krabben spredd seg mer ut i åpne havområder enn på norsk side. Siden kongekrabben er en fremmed art, blir eventuelle økosystemeffekter den kan ha overvåket nøye.

Krabben er en kaldtvannsort, og finnes helst ved lave temperaturer (0,5 °C). Den blir kjønnsmoden når skjoldlengden er ca. 11 cm, og går med utrogn hele året før eggene klekkes om våren. Larvene har et pelagisk stadium som varer ca. 1,5 måned før de bunnslår på grunt vann. Der oppholder yngelen seg de første 2–3 årene.

### Kongekrabbe i norsk sone i perioden 2003–2012.

Stock index estimates, total quota (TAC) and harvest rate of red king crab in Norwegian waters, 2003–2012.

ÅR	BESTANDESTIMAT FANGSTBAR KRABBE	TOTALKVOTE (STK/TONN)	BESKATNINGSGRAD
2003	1 227 000	200 000	16 %
2004	1 246 000	280 000	22 %
2005	750 000	280 000	37 %
2006	901 000	300 000	33 %
2007	975 000	300 000	31 %
2008	795 000	569 000	73 %
2009	470 000 stk/1250 t	894 tonn*	71 %
2010	1000 t	900 tonn	90 %
2011	1575**	1200 tonn	76 %
2012		1000 tonn	

\*) 271 tonn av årskvoten var fanget før toktet startet

\*\*) Minstemålet endret fra 137 til 130 mm skjoldlengde i 2011

Kontaktperson: Jan H. Sundet | jan.h.sundet@imr.no





Foto: TL Forgrusky

### Status og råd

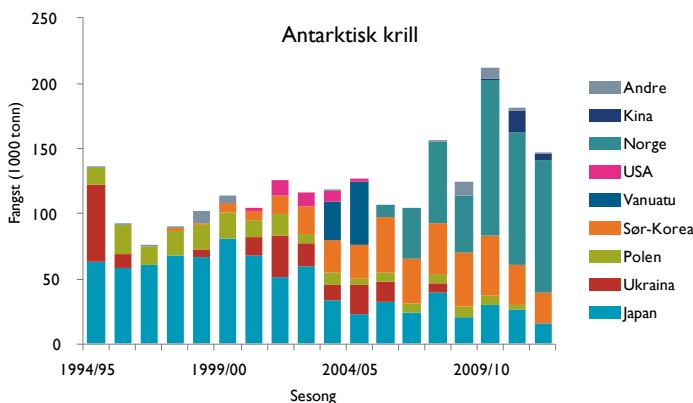
Alt fiske i Antarktis reguleres av CCAMLR (Convention on the Conservation of Antarctic Marine Living Resources), som ble opprettet i 1981. I konvensjonen er ordet "conservation" definert slik at det inkluderer rasjonell utnyttelse av ressursene. Konvensjonen omfatter havområdene sør for 45–60°S. Selv om det er krill rundt hele det antarktiske kontinent, fiskes det i dag kun i sektorene 48.1–48.3 (se kart). Det er åpnet for fiske også i andre sektorer, men disse er foreløpig ikke benyttet. For områdene 48.1–48.4 er det satt en tiltaksgrænse på til sammen 620 000 tonn for at fisket ikke skal konkurrere med krillpredatorer. Et fiske utover 620 000 tonn vil først bli åpnet når mer kunnskap om krillens populasjonsdynamikk, biomasse og betydning for økosystemet, er på plass. Kvoteene blir foreløpig ikke delt mellom de enkelte fiskerinasjonene, men fisket stanses i områdene når kvoten er fylt. Basert på AKES-undersøkelsene i sektor 48.6 har CCAMLR åpnet området for et forsøksfiske på inntil 15 000 tonn som foreløpig ingen har utnyttet.

I 2000 ble krillbiomassen i områdene 48.1–48.4 målt til 44 millioner tonn, et estimat som nylig ble justert opp til 60,3 millioner tonn basert på teoretiske beregninger fra AKES-prosjektet. I forvaltningsøyemed er det viktig å kartlegge krillens utbredelse og mengde i ulike habitat. Etablering og opprettholdelse av slike tidsserier er uvurderlig for å overvåke eventuelle populasjonsendringer og effekter av forandringer i fysiske og biologiske omgivelser. Siden det er 13 år siden krillbestanden i dagens fiskeriområder sist ble mengdemålt, er det på tide med en ny måling.

På mindre geografisk skala undersøkes i dag årlige endringer i krillbiomasse rundt de viktigste fiskefeltene i 48.1 (Sør-Shetlandsøyene) av USA, 48.2 (Sør-Orknøyene) av Norge (Havforskningsinstituttet) og 48.3 (Sør-Georgia) av Storbritannia. Fra de to årene Havforskningsinstituttet har undersøkt krillmengdene rundt Sør-Orknøyene er biomassen beregnet til 8 mill. tonn i 2011 og 21 mill. tonn i 2012. I dette arbeidet har vi stor hjelp av de norske krillrederiene som stiller et fiskefartøy gratis til disposisjon for vitenskapelige undersøkelser.

### Fiskeri

Russisk prøvofiske etter krill i Sørishavet startet tidlig i 1960-årene, men da med små fangster. Utover i 1970-årene økte fiskets omfang, og nådde en topp i sesongen 1981–82 med over 500 000 tonn. Siden 1989 har fangstene vært på et langt lavere nivå. Krillfisket starter i desember og avsluttes vanligvis i august–september. Norge hadde to fartøy i fisket i 2011/12-sesongen og var den største aktøren med 102 000 tonn, deretter fulgte Sør-Korea med 23 000 tonn og Japan med 16 000 tonn (figur). Av krillen blir det hovedsakelig produsert mel og olje, som i sin tur går til fiskefôr, kosttilskudd, kosmetikk og medisiner.



Sesongmessig fangst av antarktisk krill.  
Annual catch of Antarctic krill.

Kontaktpersoner: Bjørn Krafft | bjorn.krafft@imr.no, Svein A. Iversen og Olav R. Godø

### Antarktisk krill – *Euphausia superba*

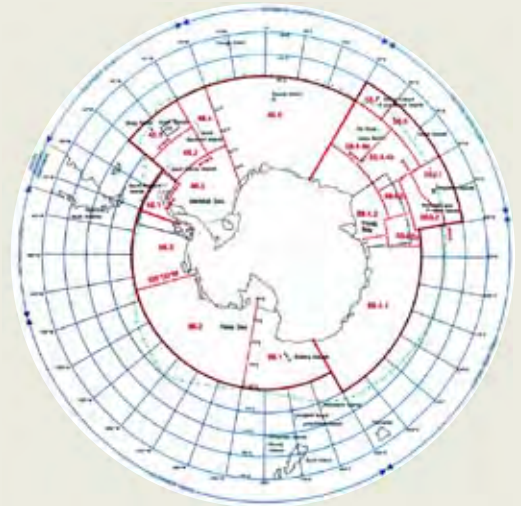
**Maks størrelse:** 6 cm og 2 gram

**Levetid:** 6–7 år

**Leveområde:** Finnes i de kalde vannmassene sør for Polarfronten i Sørishavet, som omgir det antarktiske kontinent

**Gyteområde og -tidspunkt:** Øvre vannmasser i perioden november–mars

**Føde:** Plante- og dyreplankton



Grenser for CCAMLRs statistiske rapporteringsområder i Sørishavet.

### Fakta om bestanden:

Store deler av økosystemet i Sørishavet omtales som krillsentrert. Antarktisk krill er en viktig matkilde både for fisk, sjøpattedyr og sjøfugl.

De observeres vanligvis i store stimer mellom overflaten til rundt et par hundre meters dyp. Undersøkelser gjort i Havforskningsinstituttets AKES-prosjekt (Antarctic Krill and Ecosystem Studies) med tokt i den sørøstatlantiske delen av Sørishavet (sektor 48.6, se kart) i 2008, viser at krillen vanligvis opptrer i fire forskjellige former. Studiet viser også at krillens evne til å aggregere og forflytte seg ved hjelp av egenbevegelse er langt viktigere enn tidligere antatt. I senere år har det vært økt fokus på å kartlegge krillforekomster på dypere vann. Den tradisjonelle oppfatning har vært at dypet ikke er et spesielt egnet habitat for krill, men nå viser det seg at betydelige mengder oppholder seg på dypt vann, spesielt ved bunnen.

Fastis er et viktig krillhabitat, spesielt for yngre krillstadier som finner føde og beskyttelse mot predatorer under isen.



Foto: Bjørnar Nygård

### Status og råd

Kveite fiskes over store deler av Nord-Atlanteren, og informasjon om bestandens utbredelse og størrelse kommer fra fiskeriene. De kommersielle fangstene nord for 62°N økte gjennomsnittlig med 20 % hvert år de siste ti årene fram til 2008, gikk noe ned i 2009, men økte igjen i 2010 og 2011. Fangstene i sør er fortsatt lave, men økte jevnt i perioden 2003–2009 for så å avta noe igjen, og var i 2011 på samme nivå som i 2010 (se figur).

Økningen i nord skyldes en kombinasjon av økt bestand (blant annet som følge av innføring av rekerist, forbud mot reketraling inne i fjordene eller mulig økt innsats i fiskeriene) og økt innsats i det kommersielle fiskeriet. Tilsvarende kan de lave fangstene i sør skyldes nedgang i bestanden, manglende bruk av rekerist eller redusert innsats i fiskeriene. Havforskningsinstituttet har dessverre ikke gode mål for innsatsen (antall fartøy og garn) i dette fiskeriet.

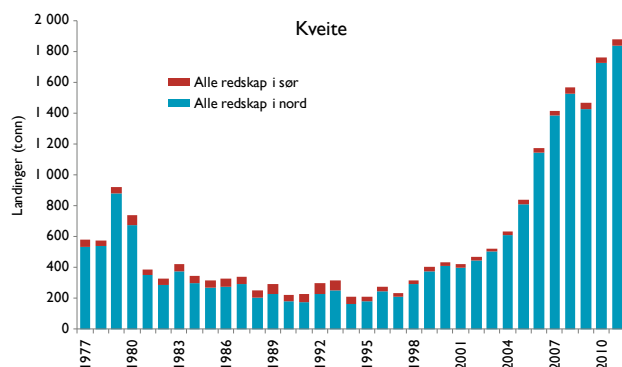
Havforskningsinstituttets årlige kysttokt gir en indikasjon på utviklingen til den yngre delen av bestanden nord for 62°N. Både utbredelse og antall kveiter økte frem til 2007, gikk noe ned fra 2007 til 2008, og har deretter økt igjen.

### Fiskeri

Kveitebestanden er lav i hele Nord-Atlanteren. Fiskeriene er ikke kvote-regulerte, og fangst av kveite forekommer i enkelte områder og sesonger i stor grad som bifangst i fiske etter andre arter. Blant annet fanges det relativt mye kveite som bifangst i fiske etter breiflabb. I dag er kveitefisket regulert med minstemål (økte fra 60 til 80 cm i 2010) og maskeviddebegrensninger (470 mm). I tillegg er det forbudt å drive fiske etter kveite i tidsrommet 20. desember til 31. mars, med unntak for krokredskaper nord for 62°N. De lave fangstene av kveite sør for 62°N de siste årene gjør at man bør være observant på at kveitebestanden i enkelte fjorder i Sør-Norge kan bestå av et begrenset antall gytemodne individer. Det er uvisst om det er noen særlig grad av utveksling mellom bestandene sør og nord for 62°N.

### Forskning

Forskningsinnsatsen på kveite er svært begrenset. Lokale fiskere har gjort en stor innsats med å merke og sette ut igjen kveite. I tillegg har instituttet gjort en del begrensede merkeforsøk og samlet inn data på rutinetokt. Merkeforsøkene viser at kveite i alle størrelser er svært stedeegne, men det finnes eksempler på at kveite merket i nord har vandret sørover. Om den innvandrende fisken gyter i disse områdene er mer uklart. I 2008 startet instituttet individprøvetaking av kveite for å få bedre oversikt over bestandsstrukturen.



### Fangst av kveite i nord og sør.

Halibut catches in northern and southern areas.

### Atlantisk kveite – *Hippoglossus hippoglossus*

**Andre norske navn:** Hellefisk, helleflyndre, kvitkveite

**Familie:** Pleuronectidae (flyndrefamilien)

**Maksimal størrelse:** Hunnene: over 3,5 m og nærmere 350 kilo. Hannene: opptil 50 kilo.

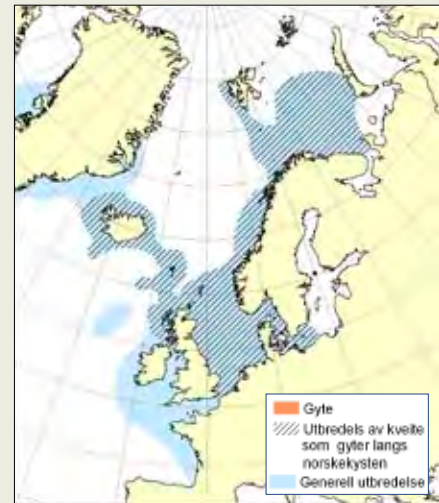
**Levetid:** Opptil 60 år. Hunnene blir betydelig eldre enn hannene.

**Leveområde:** Unge kveiter lever på kysten på relativt grunt vann, store kveiter finnes både i fjorder og til havs. Arten er utbredt på begge sider av Nord-Atlanteren.

**Gyteområde:** I dype groper på fiskebankene, langs kysten eller i fjordene på 300–700 m dyp. Hannene blir tidligst kjønnsmodne når de er 7 år og ca. 70 cm lange. Hunnfiskene er kjønnsmodne når de er 8–10 år gamle og ca. 125 cm lange.

**Gytetid:** Desember–mars.

**Føde:** Kveita er en rovfisk som spiser bunnfisk og pelagiske arter.



### Fakta om bestanden:

Kveita er den største beinfisken i våre farvann. Tidligere ble store individ sett på med stor mystikk, de ble ikke brukt til menneskeføde og ble aldri omtalt med sitt rette navn. Heller ikke i dag bør vi spise mye av de største individene (over 40 kilo). Kjøttet kan være grovt og gjerne litt tørt, og på grunn av den høye alderen kan stor kveite samle opp miljøgifter.

Kveita er stedbunden og gyter ofte innenfor et svært begrenset område. Hunnen gyter opptil 7 millioner egg (3,0–3,5 mm) på eller nær bunnen. Eggene stiger oppover, og klekker etter ca. 18 døgn. Larvene er 6,5–7 mm lange. Når kveita samler seg i gytegroperne på gytefeltene, er de et lett bytte for fiskere. En garnlenke på tvers av en slikt felt kan gjøre uopprettelig skade.

Kveita er følsom for beskatning på grunn av høy alder ved kjønnsmodning og ansamling i gytegroper, det er derfor innført en rekke begrensninger i fisket i gyteperioden. Effektive tiltak for å sikre at bestanden kommer opp på et bærekraftig nivå, krever detaljert kunnskap om bl.a. artens/populasjonenes utbredelse, vandringsmønster og gyteatferd. Vi vet dessverre svært lite om kveita sin biologi og utbredelse, særlig gyteatferd og larvedrift. Kveitelarver har bare blitt observert to ganger i naturen, i Sørøysundet i Finnmark (1984) og i Skagerrak (1992).





### Status og råd

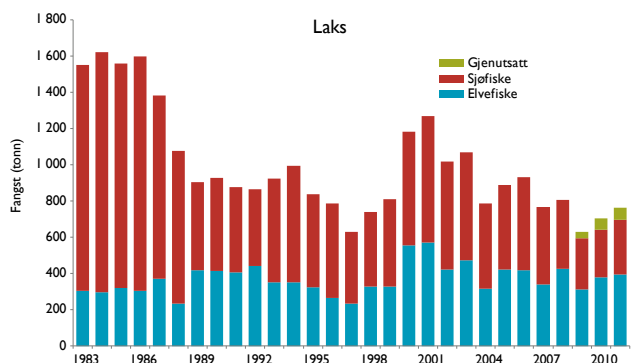
Laks er naturlig oppdelt i en rekke enkeltbestander, i hovedsak regner man med at det er én eller flere bestander i hvert vassdrag. ICES' arbeidsgruppe for atlantisk laks vurderer bestandsutviklingen i hele laksens utbredelsesområde, unntatt i Østersjøen. Bestandsestimatene viser en nedadgående trend gjennom de siste tiår for de fleste regioner i Europa og i Nord-Amerika. Tilbakegangen har vært størst i de sørlige delene av utbredelsesområdet på begge sider av Atlanteren.

De norske bestandene er del av det nordøstatlantiske bestandskomplekset sammen med bestandene i Nordvest-Russland, Nordøst-Island og Sverige. Vurderingen fra ICES i 2012 var at det for bestandskomplekset som helhet var et høstbart overskudd. ICES gir ikke direkte råd om regulering av nasjonalt fiske i sjø og elv.

Forvaltningen av vill atlantisk laks i Norge er tillagt Miljøverndepartementet, ved Direktoratet for naturforvaltning (DN). Forvaltningsmålet for det enkelte vassdrag er at det skal være tilstrekkelig antall gytelaks i elva til at elvas produksjonspotensial for ungfisk utnyttes optimalt, og at det skal være et høstbart overskudd som kan tas ut i fiske. Selv om tilstanden for norsk villaks som helhet fortsatt må karakteriseres som god, har vi sett en tilbakegang her også de siste årene. Dette er delvis kompensert ved at fisket er redusert, særlig sjøfisket har et betydelig mindre omfang nå enn tidligere, og gjennom disse reguleringene har det lyktes å opprettholde gode gytebestander i de fleste vassdrag.

### Fiskeri

Atlantisk laks beskattes både på næringsvandringen i havet, og når de som voksen laks kommer tilbake til elvene for å gyte. Det var tidligere betydelige havfiskerier etter laks, både ved Grønland og Færøyene, i tillegg til et omfattende fiske ved kysten med bruk av redskap som drivgarn, kilenøter og krokarn. Elvefisket etter laks har også vært betydelig, både som et næringsfiske i tidligere tider, og etter hvert også som et rekreasjonsfiske. I takt med en tilbakegang i bestandene av laks i hele utbredelsesområdet de siste årene, er de marine fiskeriene etter laks kraftig redusert, og til dels fjernet helt slik som fisket ved Færøyene og drivgarnfisket i Irland og Norge. Andelen laks som fanges i sjø har dermed blitt stadig mindre (se figur). Selv om det foregår et fiske med kilenøter (og krokarn i Finnmark) langs kysten fra Vestlandet og nordover, er det først og fremst i Troms og Finnmark at dette fisket har stor betydning. I 2011 ble det fanget 302 tonn laks i sjøen, det meste av dette i våre to nordligste fylker. Elvefangstene har variert mellom år, men har stort sett ligget mellom 300 og 400 tonn årlig.



Fangst av laks i Norge.

Catches of salmon in Norway.

Kontaktperson: Vidar Wennevik | vidar.wennevik@imr.no

**Laks** – *Salmo salar* L.

**Familie:** Salmonidae

**Maks størrelse:** Opptil 150 cm og 40 kg (hanner)

**Levetid:** 2–8 år

**Leveområde:** Utbredt i elver på begge sider av Atlanterhavet, fra Spania til Nordvest-Russland, fra Maine i USA til Nord-Canada, og i Østersjøen. I livssyklusens marine fase er laksen utbredt over store deler av Det nordlige atlantehav

**Hovedgyteområde:** Elver

**Gytetidspunkt:** Oktober–januar

**Føde:** Som ungfisk i ferskvann; for en stor del insekter. I havet; plankton og fiskeyngel, og etter hvert som den vokser ulike pelagiske fisk som sild og lysprikkfisk

**Predatorer:** Fugl (f.eks. fiskeeender), rovfisk som sei, lyr og torsk, sjøpattedyr i enkelte områder

**Særtrekk:** Laks er en anadrom fisk, dvs. den blir født og vokser opp i ferskvann i 1–5 år før den smoltifiserer og vandrer ut i havet. Der blir den i 1–4 år før den returnerer til elven den ble født i for å gyte

### Nøkkeltall:

**TOTALFANGST 2011:** Ca. 173 000 individer, med en samlet vekt på 696 tonn. I 2011 ble det rapportert at det ble fanget og sluppet i overkant av 14 000 laks, svarende til ca. 62 tonn.

**INNSIG 2011:** Anslått til at rundt 500 000 individer returnerte til norskekysten for å gyte i elvene



### Fakta om bestanden:

Atlantisk laks er naturlig inndelt i en rekke bestander, og man regner med at det er én eller flere bestander i hvert vassdrag. Laksen er en anadrom art, dvs. at gyttingen foregår i ferskvann. Lakseungene vokser opp i elva før de vandrer ut i sjøen som såkalt smolt etter 1–5 år, avhengig av temperatur og næringsforhold. Etter 1–4 år i sjøen, returnerer de til elva de ble født i, for å gyte.

At laksen vandrer tilbake til den samme elva den ble født i, såkalt "homing", gjør at det over tid kan utvikles genetiske og biologiske forskjeller mellom ulike laksebestander. Forsøk har vist at ved utsetting av individer fra andre bestander i en elv, får disse lavere overlevelse enn de som hører til den lokale bestanden. Det samme gjelder avkom av rømt oppdrettslaks og kryssninger mellom rømt oppdrettslaks og vill laks. De fleste individene finner tilbake til sin barndoms elv, ca. 5 % "feilvandrer". Slik får man noe utveksling av individer mellom bestandene, og for de minste vassdragene kan tilførsel av nytt genetisk materiale ved slik feilvandring være viktig for å opprettholde genetisk variasjon.

# Lange, brosme og blålange

## Status og råd

Selv om lange, brosme og blålange fiskes i store deler av Nord-Atlanteren, er det liten toktaktivitet på disse artene. Informasjonen vi har om dem fås stort sett fra fiskeriene. Datagrunnlaget er heller ikke nok til å beregne størrelsen av bestandene, bare til å vurdere trender i forekomstene over tid. Fangst per enhet innsats (CPUE) har ligget på et relativt stabilt nivå siden begynnelsen av 1980-tallet, med en økende trend for lange siden 2002 og for brosme siden 2004. Hovedmengden lange og brosme fiskes av de store linefartøyene. Fra 2000 til 2006 ble den norske autolineflåten mer enn halvert, mens fangst per fartøy steg jevnt. Selv om hvert fartøy i snitt fisker flere dager og setter flere kroker per dag, er likevel antall uker flåten er i fisket redusert såpass kraftig i forhold til det man så på 1970-, 80- og 90-tallet at presset på bestanden er redusert.

Nedgangen i antall fartøy og tid i fisket har hatt en positiv effekt på bestandsutviklingen. Både fangst per enhet innsats og fangst per fartøy har økt de senere årene. Denne nedgangen i innsats er i samsvar med ICES' anbefaling fra 2004: en reduksjon i fiskeinnsatsen på 30 % i forhold til 1998-nivået. CPUE-indeksene som brukes er ikke standardisert og derfor noe usikre.

Det siste rådet fra ICES for lange er å redusere innsatsen med 20 % både i området Norskehavet nord for 62°N og Barentshavet (ICES-område I og II), og i området Nordsjøen og vest av Storbritannia og Irland. Landingene i 2011 var henholdsvis 10 100 og 12 900 tonn i disse områdene. For brosme er rådet fra ICES å redusere fangstene med 20 % i Norskehavet nord for 62°N og Barentshavet (ICES-område I og II). I området Nordsjøen og vest av Storbritannia og Irland kan fangstene økes med inntil 20 %. For blålange anbefales en stopp i det direkte fisket, stenging av gyteområder og tekniske reguleringstiltak for å redusere bifangst i blandingsfiskerier.

I 2013 vil standardiserte CPUE-indeksler som tar høyde for teknologiske endringer etc. presenteres og evalueres av ICES-arbeidsgruppen for dyphavsarter, WGDEEP.

## Fiskeri

Norge har i 2013 kvoter i EU-sonen og i islandsk sone. I norske områder er det ingen regulering av fisket etter lange, brosme og blålange for norske fartøyer, mens det for fartøyer fra andre land blir fastsatt kvoter årlig. Kvoteforhandlingene med EU for 2013 har gitt Norge 6 140 tonn lange, 2 923 tonn brosme og 150 tonn blålange. Forhandlingene med Færøyene brøt sammen både i 2011 og 2012, og Norge har derfor ingen kvote i færøysk sone. I 2010 fikk Norge fiske 2 425 tonn lange/blålange og 1 774 tonn brosme. I islandsk sone kan Norge fiske 500 tonn lange og brosme. Rapporterte norske fangster i 2011 var totalt 14 800 tonn brosme, 15 900 tonn lange og 324 tonn blålange. Foreløpige tall for 2012 er 12 800 tonn brosme, 15 300 tonn lange og 324 tonn blålange.

Norge er en svært sentral og til dels dominerende aktør i dette fisket. Norske fartøyer tar om lag 70 % av den totale fangsten av brosme, men også Færøyene og Island fisker vesentlige mengder. I 1998 ble det totalt fisket 29 000 tonn brosme. Deretter sank fangstene fram til 2004 da det ble tatt 19 000 tonn. Siden har fangstene gått opp og lå i 2011 på 26 000 tonn. Norge tar 40–50 % av langefangstene. Andre land med et betydelig langefiske er Frankrike, Færøyene, Island, Spania og Storbritannia.

Lange har hatt samme utvikling i fangstene som brosme de siste ti årene: rundt 45 000 tonn i begynnelsen, nedgang til 32 000 tonn i 2004 for så å øke til litt over 37 000 tonn i 2010. De siste ti årene har Norge bare fisket ca. 7 % av blålangefangsten. Frankrike fisker mest, deretter følger Færøyene, Island og Storbritannia. De totale fangstene av blålange gikk ned fra 12 000 tonn i 1998 til 8 000 tonn i 2004. Etter dette har fangstene lagt jevnt på 9 000 tonn, bortsett fra i 2010 da fangstene økte til 12 000 tonn.

Brosme fanges som bifangst i trål-, garn- og linefiskeriene, mens lange er en relativt viktig art som det fiskes målrettet etter, særlig med line og garn. Blålange beskattes hovedsakelig med trål, gjerne i gyteområdene hvor fisketettheten er høyest, men også i en rekke blandingsfiskerier.



### Lange – *Molva molva*

**Familie:** Gadidae (torskefamilien)

**Maks størrelse:** 40 kg og 2 m

**Levetid:** Kan trolig bli 30 år

**Leveområde:** På kontinentalsokkelen, på bankene og i fjordene fra Biscaya til Island, i Skagerrak, Kattegat og det sørvestlige Barentshavet

**Hovedgyteområde:** I Nordsjøen, på Storegga, ved Færøyene, bankene vest av De britiske øyer og sørvest av Island

**Føde:** Fisk

### Nøkkeltall:

**KVOTERÅD:** ICES anbefaler å redusere innsatsen med 20 % i ICES-område I og II (Storegga, Norskehavet og Barentshavet), ved Færøyene (område Vb) samt i de resterende områdene. Ved Island (område Va) skal fangsten holdes under 12 000 tonn.

### SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK:

Ingen kvoteregulering for norske fiskere i norsk sone. EU-kvote i norsk sone: 850 tonn, norsk kvote i EU: 6 140 tonn, Færøyene (kvote for 2010) 2 425 tonn lange/blålange, Island: 500 tonn lange og brosme

### SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK:

Totalt 37 400 tonn, norsk: 15 900 tonn

**NORSK FANGSTVERDI (2011):** 179 mill. kroner



### Fakta om bestanden:

Lange finnes på hard bunn eller sandbunn med store steiner i varme, relativt dype områder på kontinentalsokkelen, på bankene og i fjordene fra Biscaya til Island, i Skagerrak og Kattegat og i det sørvestlige Barentshavet. Arten kan også forekomme i Nordvest-Atlanteren fra Sør-Grønland til Newfoundland. Det er vanligst å finne lange på 300–400 meters dyp, men den kan påtreffes mellom 60 og 1000 meter. Ungfisken er utbredt i relativt grunne, kystnære områder og på bankene, inkludert den nordlige delen av Nordsjøen. Lange blir kjønnsmoden i 5–7-årsalderen. Den har trolig en alders- eller størrelsesavhengig utvandring til dypere områder og til gyteområdene i Nordsjøen, på Storegga, ved Færøyene, bankene vest av De britiske øyer og sørvest av Island.





**Brosme – *Brosme brosme***

**Familie:** Gadidae (torskfamilien)

**Maks størrelse:** Om lag 15 kg og 1,1 m

**Levetid:** Kan trolig bli over 20 år

**Leveområde:** Fra Irland til Island, i Skagerrak og Kattegat, det vestlige Barentshavet og Nordvest-Atlanteren. På kontinentalsokkelen/-skråningen og i fjordene

**Hovedgyteområde:** Kysten av Sør- og Midt-Norge, sør og sørvest av Færøyene og Island

**Gytetidspunkt:** April–juni

**Føde:** Fisk, men også sjøkreps, trollhummer og reker

**Nøkkeltall:**

**KVOTERÅD:** ICES anbefaler å redusere fangstene med 20 % i ICES-område I og II (Storegga, Norskehavet og Barentshavet, 9 040 tonn) og ved Rockall (område VIb, 350 tonn), holde fiskedødeligheten på  $F_{MSY}$  ved Island og Grønland (områdene Va og XIV, 6 700 tonn) og en økning i fangstene med inntil 20 % i de resterende områdene (8 500 tonn).

**SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK:** Ingen kvoteregulering for norske fiskere i norsk sone.

EU-kvotestørrelse i norsk sone: 170 tonn, norsk kvote i EU: 2 923 tonn, Færøyene (kvote i 2010): 1 774 tonn, Island: 500 tonn lange og brosmie

**SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK:** Totalt 25 900 tonn, norsk: 14 800 tonn

**NORSK FANGSTVERDI (2011):** 120 mill. kroner



**Fakta om bestanden:**

Brosme er en bunnlevende art som foretrekker steinbunn på kontinentalsokkelen og -skråningen fra 100 til 1000 m. Den lever sitt voksne liv i relativt dype områder, men ungfisk kan påtreffes ganske grunt. Dietten består av fisk og større krepsdyr. Leveområdet strekker seg fra Irland til Island og Grønland, og omfatter også Skagerrak, Kattegat og det vestlige Barentshavet. Den finnes også i Nordvest-Atlanteren, for eksempel på Georges Bank utenfor USA og Canada, ved Vest-Grønland og langs Den midtatlantiske rygg til om lag 52°N. Brosmen blir kjønnsmoden i 8–10-årsalderen (varierer mellom områder). Kjente gyteområder finnes utenfor kysten av Sør- og Midt-Norge, og sør og sørvest av Færøyene og Island, men det finnes trolig også andre.



**Blålange – *Molva dipterygia***

**Andre norske navn:** Bjørkelonge, blålong

**Familie:** Gadidae (torskfamilien)

**Maks størrelse:** 15 kg og 1,5 m

**Levetid:** Minst 30 år

**Leveområde:** Fra Marokko til Island, i Skagerrak, Kattegat og i det sørvestlige Barentshavet

**Hovedgyteområde:** Reykjanesryggen sør av Island, ved Færøyene, vest av Hebridene og langs Storegga

**Føde:** Fisk

**Nøkkeltall:**

**KVOTERÅD:** I ICES-områdene I, II, IIIa, IVa, VIII, IX og XII anbefales stopp i det direkte fisket og reduksjon i bifangster. I områdene Va og XIV skal fisket holdes på 3 100 tonn og i områdene Vb, VI og VII skal fangstene holdes på gjennomsnittet fra 2008 til 2011 (3 900 tonn).

**SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK:**

Ingen kvoteregulering for norske fiskere i norsk sone, EU-kvotestørrelse: 150 tonn. Færøyene (kvote i 2010): 2 425 tonn lange/blålange.

**SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK:**

Totalt 10 000 tonn i 2011, norsk: 324 tonn  
**NORSK FANGSTVERDI (2011):** 2 mill. kroner



**Fakta om bestanden:**

Blålange er utbredt fra Marokko til Island, i Nordsjøen og Skagerrak, og i det sørvestlige Barentshavet. Den er mest tallrik i varme, dype sokkelområder, i kontinentalskråningen og i fjordene. Den er vanligst på 350–500 m dyp, men kan finnes mellom 200–1500 m. Den finnes også i Middelhavet, ved Grønland og på østkysten av Canada og USA fra Labrador til Cape Cod. Dietten består hovedsakelig av fisk. Kjente hovedgyteområder er Reykjanesryggen sør av Island, ved Færøyene, vest av Hebridene og langs Storegga, men tallrikheten i disse områdene er usikker. Til forskjell fra lange og brosmie opptrer blålange spesielt konsentrert i gyteperioden.

# Leppefisk



## Status og råd

I norske farvann er det seks arter av leppefisk. Bergnebb og grønngylt er de mest tallrike. Berggylt, grasgylt og rødnebb/blåstål er mindre tallrike. Forholdet mellom disse artene varierer en hel del langs kysten. Brungylt blir betraktet som sjelden i norske farvann. Om sommeren er leppefiskene vanlige i tang- og tarebeltet, om vinteren trekker de dypere.

Leppefiskene, særlig bergnebb, grønngylt og berggylt, blir brukt til å fjerne lakselus fra laks i oppdrett. I Norge startet målrettet fiske etter bergnebb i 1988. Bruken av leppefisk i oppdrettsnæringen i Norge økte fra omkring 1 000 fisk i 1988 til rundt 3,5 millioner i 1997. Etter en nedgang til ca. 1 million i 2006, har bruken av leppefisk tatt seg kraftig opp de siste tre årene, og har nå passert 10 millioner i antall og 110 millioner kroner i verdi til fisker (figur).

All fangst av leppefisk skal rapporteres til Fiskeridirektoratet. Offisiell statistikk viser at årlig oppfisket og omsatt kvantum nå varierer rundt 500 tonn. Foreløpig statistikk for 2012 viser en liten nedgang i forhold til året før, særlig på grunn av redusert fangst av berggylt. Det meste fanges fra naturlige bestander, men det drives også oppdrett av berggylt. Berggylta har vist seg å være en effektiv luseplukker, og er aktiv ved lavere temperaturer enn de andre artene.

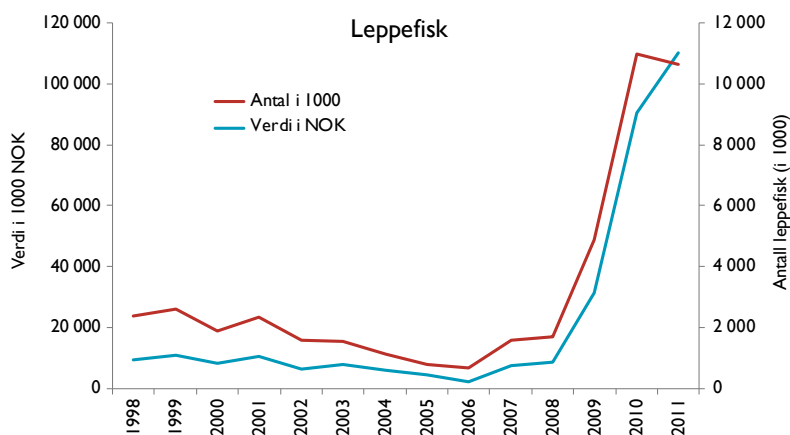
Havforskningsinstituttet har etablert et nettverk av leppefisk-fiskere langs kysten fra Hvaler til Flatanger. Disse rapporterer daglig all fangst fordelt på art, både beholdt fangst og

gjenutsatt levende leppefisk under markedsstørrelse. Dessuten rapporteres bifangst av andre arter. Denne omfattende og gode fangstrapporteringen samt utveksling av erfaring med fiskerne (bl.a. redskap og ståtid) vil etter hvert bidra til bedre forvaltningsråd.

Begrenset naturlig forflytting (migrasjon) og liten spredning av yngel gjør at leppefiskene sannsynligvis er oppdelt i mange små lokale bestander.

Undersøkelser det siste året viser at artssammensetningen er signifikant forskjellig mellom undersøkte lokaliteter, noe som tyder på at de ulike artene har ulik habitatpreferanse. Det har også blitt observert en endring i artssammensetning på en lokalitet gjennom sesongen. Spesielt grasgylta har vist store variasjoner i fangstene.

Små lokale bestander gjør det vanskeligere å anslå størrelsen på hver enkelt bestand, og dermed effekten av fiske. Enkelte lokale bestander kan være utfisket samtidig som andre nærliggende bestander kan være nærmest upåvirket av fiske. De enkelte leppefiskbestandene er avhengig av lokal rekruttering og individuell vekst. Siden flere av artene (bl.a. berggylt) skifter kjønn, blir rekrutteringen i stor grad bestemt av alders- og kjønnssammensetningen. Både berggylt og bergnebb vokser sent, og har høy levealder.



Antall og verdi av leppefisk brukt som rensefisk rapportert av oppdrettere. Use of wrasse (*Labridae*) as cleaner fish in the production of salmon and rainbow trout. Number in 1000 individuals. Value in 1000 NOK.

Rapportert fangst av leppefisk. Kilde: Fiskeridirektoratet (oppdaterte tall per 30.01.13). Reported catch of cleaner fish.

ART	KG 2011	KG 2012
Berggylt	148 634	118 355
Bergnebb	171 474	180 528
Grasgylt	258	180
Grønngylt	230 532	224 671
Annen leppefisk	1 217	349
<b>Totalt</b>	<b>552 115</b>	<b>524 083</b>





Grønngylt. Foto: Per Gunnar Epedal

### De enkelte artene

**Bergnebb** (*Ctenolabrus rupestris*) er den minste, men vanligste av leppefiskene våre. En mørk flekk øverst på haleroten og en langt fremme på ryggfinnen er gode kjennetegn. På norskekysten forekommer bergnebben nordover til Troms, med sparsomme forekomster nord for Trondheimsfjorden. Bergnebb lever hovedsakelig av små dyr som den plukker fra bunnen. I motsetning til de andre leppefiskene våre, har bergnebb egg som flyter fritt i vannmassene.

**Berggylt** (*Labrus bergylta*) er den største av leppefiskene våre. Den kan nå en størrelse på 60 cm, men er som regel mye mindre. Fargen er svært variabel. Bunnfargen er lys, og sider og rygg har en kraftig marmorering i brunt, grønt eller rødgult. Marmorering på gjellelokket er et godt kjennetegn. Berggylt er utbredt nordover til Trondheimsfjorden, men er mange steder mindre tallrik enn bergnebb, samtidig kan størrelsen på enkeltbestandene variere mye. Gytingen foregår om sommeren, og i likhet med de andre leppefiskene holder hannene revir, ofte en stein eller annen flate. Hannen forsvarer eggene mot inntrengere inntil de er klekt. Da flytter hannen seg til et nytt område, tiltrekker seg hunner og danner nye revir. Berggylten er hermafrodit, dvs. at den skifter kjønn, og all yngel utvikler seg til hunner. De blir kjønnsmodne når de har nådd en lengde på 16–18 cm. De aller fleste blir da kjønnsmodne hunner. Disse hunnene skifter senere kjønn og blir hanner. Føden består av virvelløse dyr som børstemark, muslinger, snegler og krepsdyr.

**Grønngylt** (*Symphodus melops*) og **grasgylt** (*Centrolabrus exoletus*) kan forveksles med små berggylter, men skiller lett fra berggylt på gjellelokket. Mens berggylt har marmorering, har grasgylt og grønngylt parallelle striper på gjellelokket. Grønngylt kjennetegnes for øvrig ved en nyreformet, mørk flekk like bak øyet og en svart flekk på haleroten like under sidelinjen. Grasgylt kan ha et mørkt bånd over sporden, men har ikke karakteristiske flekker. Den kan artsbestemmes ved bruk av antall finnestråler. Ofte vil grasgylta være dekket av lyseblå bånd. Begge disse artene er vanlige på Vestlandet, og finnes nordover til Trondheimsfjorden. Grønngyltas føde består for det meste av ulike små krepsdyr og muslinger. Grasgylt minner mye om grønngylt i levevis, men den er langt mindre tallrik.

**Blåstål og rødnebb** (*Labrus bimaculatus*) ble lenge betraktet som to arter. Yngelen utvikler seg til å bli hunner, som kalles rødnebb. De er rørdoransje med tre svarte flekker i overgangen mellom bakre del av ryggfinnen og kroppssidene. Noen få utvikler seg til såkalte primære hanner, som også er røde. Når hunnene blir ca. sju år gamle skifter de kjønn og blir til sekundære hanner, som kalles blåstål. De er blå med mørk marmorering. Rødnebb blir sjelden over 30 cm, mens blåstål kan bli 35 cm lang. Blåstål og rødnebb er vanlig på grunt vann, gjerne med hard bunn, tang og tare. Hannen bygger reir av alger mellom steiner eller i sprekker, og har gjerne et harem av flere hunner. Føden består av ulike krepsdyr, muslinger og snegler.

### Leppefisk

**Familie:** Labridae (piggfinnefiskfamilien)

Ca. 500 arter i familien. I norske farvann er fem av dem tallrike:

Berggylt (*Labrus bergylta*)

Bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*)

Blåstål og rødnebb (*Labrus bimaculatus*)

Grasgylt (*Centrolabrus exoletus*)

Grønngylt (*Symphodus melops*)

**Leveområde:** Varmekjære fisker som er mest tallrike på Skagerrakkysten og på Vestlandet, men noen går nordover til Lofoten. Leppefiskene er knyttet til kysten og finnes gjerne i tang og tareskog, der noen av artene bygger reir der eggene blir lagt.

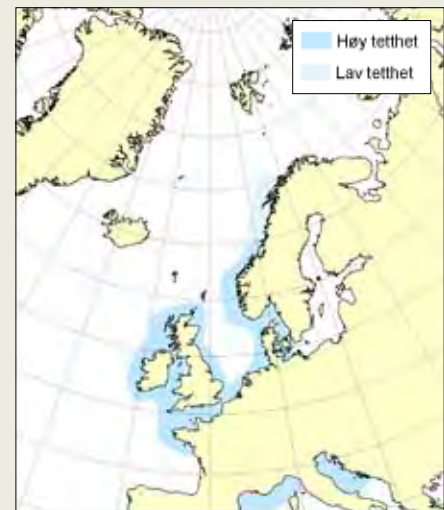
**Føde:** Rovfisk som helst lever av bunnlevende virvelløse dyr. Både bergnebb, grønngylt og berggylt er kjent som pusserfisk, dvs. de renser andre fisk for ektoparasitter. De blir derfor utnyttet i lakseoppdrett for å bekjempe lakselus.

**Særtrekk:** Mange arter skifter kjønn, av og til også utseende. De er først hunner og blir hanner når de er gamle (f.eks. rødnebb og blåstål).

### Nøkkeltall:

KVOTE: Ingen

KVOTERÅD: Ingen



### Fakta om bestandene:

Bergnebb er utbredt i Middelhavet, Svartehavet og nordover langs Europa til Norge. I Norge er den meget tallrik langs sør- og vestkysten. Om vinteren gjemmer bergnebben seg i huler og fjellsprekker der den ligger i en slags dvaletilstand. Bergnebb blir kjønnsmoden når den er ca. 11 cm og 3 år. Den kan bli opptil 20 cm lang.

Grønngylt er utbredt fra vestlige deler av Middelhavet og Marokko til Norge. I Norge er den vanlig langs kysten nordover til Trondheimsfjorden. Enkelte steder langs kysten i østlige Skagerrak er grønngylt den mest tallrike av leppefiskene. Den lever i fjæra og ned til ca. 30 meters dyp. Grønngylt kan bli opptil 25–30 cm, men er oftest 15–20 cm. De blir kjønnsmodne når de er 13–15 cm og 2–3 år gamle.

Berggylt er utbredt fra Marokko til Norge. I Norge finnes den langs kysten nord til Trondheimsfjorden. Den er vanligst fra fjæra og ned til ca. 50 meter der det er tang og tare, men fanges likevel helt ned mot 200 meter. Berggylt ser ut til å foretrekke eksponerte områder med bratte bergskrenter og undersjøiske skjær der den kan finne rikelig med føde. Den kan bli opptil 60 cm og 3,5 kilo. Berggylten skifter kjønn. Den modnes først som hunn rundt 15–18 cm, og blir seinere hann. Fisk 18–22 cm er fra 2 til 5 år, og 36–38 cm fisk er rundt 16 år gamle.

# Lodde



## Status og råd

Etter ein oppgang i 2005–2008 har loddebestanden stagnert og er no i ein svak tilbakegang, men bestanden er framleis stor nok til at det kan fiskast kommersielt. Kvoten for vinteren 2013 vart sett til 200 000 tonn, ein nedgang på 120 000 tonn i høve til vinteren 2012. Som i tidlegare år er 10 000 tonn sett av til forskingsføremål.

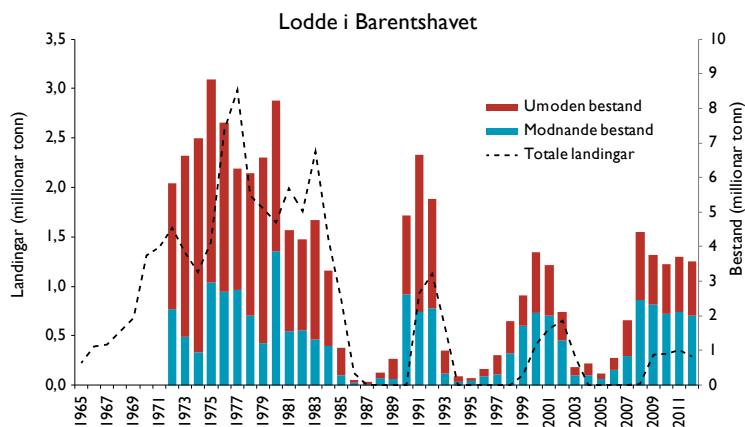
Sidan systematiske målingar av bestanden tok til i 1972 har det vore tre bestandssamanbrot. Samanbrota er knytte til dei store årsklassane 1983, 1998–1999, 2002 og 2004 av norsk vårgytande sild i Barentshavet. Rekrutteringa til loddebestanden, målt om hausten som 0-gruppe og 1-gruppe, har vore god dei siste åra. Den siste sterke årsklassen av norsk vårgytande sild (2004) er ute av Barentshavet, og rekrutteringsutsiktene for lodda er dei næraste åra gode. Det har vore auka beiting av lodde frå torskebestanden, som har vore i vekst dei seinaste åra.

Bestandsmålinga i september 2012 resulterte i eit overslag over totalmengda på 3,6 millionar tonn, der om lag 2,0 millionar tonn var modnande fisk som, etter å ha blitt redusert av fiske og beiting frå torsk, vil gyta våren 2012. Den blanda norsk-russiske fiskerikommisjon har vedteke ein haustingsregel som går ut på at det skal vera mindre enn 5 % sannsyn for at gytebestanden skal koma under 200 000 tonn ved gytetidspunktet. ICES gjev sine råd om loddeforvaltninga ut frå denne regelen.

I 2012 er gytebestanden rekna ut til å verta 479 000 tonn dersom heile kvoten på 200 000 tonn vert teken.

## Fiskeri

I løpet av dei siste 20 åra har loddefisket vore stoppa tre gonger på grunn av store endringar i bestandsstorleiken. Loddekvotane vert delte mellom Noreg og Russland i høvet 60/40. I den tida fisket var på topp vart det fiska i to sesongar; ein om vinteren og ein om hausten. Vinterfisket er på lodde som er på veg inn for å gyta, medan fisket om hausten føregjekk i beiteområda nord i Barentshavet. I seinare år har det berre vore fiska om vinteren. Fisket på norsk side er hovudsakleg eit ringnotfiske, men når lodda kjem nær land før gyting vert det også fiska ein del med flytetral. Russiske fiskarar fiskar hovudsakleg med trål. Noko av kvoten kan bli sett av til tredjeland i byte for annan fisk, så det har tradisjonelt vore innslag av båtar frå Færøyane og andre land i loddefisket.



Bestand og fangst av lodde i Barentshavet.

Stock size and landings of capelin in the Barents Sea.

## BARENTSHAVET

### Lodde – *Mallotus villosus*

**Andre norske namn:** Hannfisk vert kalla fakslodde og hofisk sillodde

**Familie:** Osmeridae (loddefamilien)

**Maks storleik:** Sjeldan over 20 cm og 50 gram

**Levetid:** Sjeldan meir enn 5 år

**Leveområde:** Barentshavet

**Hovudgyteområde:** Kystnært ved Troms, Finnmark og Kolahalvøya

**Gytetidspunkt:** Mars–april

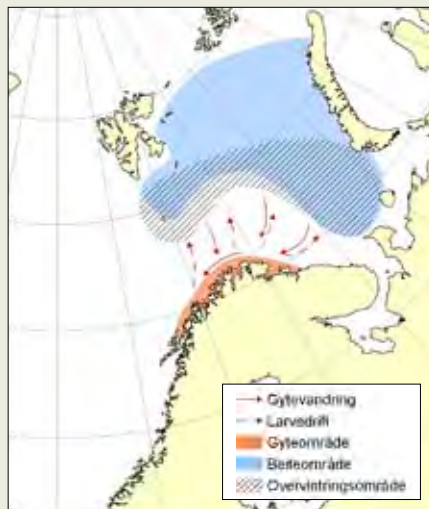
**Føde:** Plankton

**Særtrekk:** Namnet har lodda fått fordi hannen får ei stripe av hårete skjell langs sida i gytetida

### Nøkkeltal:

SISTE ÅRS KVOTE: Totalkvoten var på 320 000 tonn, av dette 10 000 tonn forskingsfangst

SISTE ÅRS FANGST: Totalfangsten er på 287 000 tonn



### Fakta om bestanden:

Lodda er ein liten laksefisk som lever heile sitt korte liv i Barentshavet. Det finst også andre loddebestandar på den nordlege halvkula. Dei viktigaste held til ved Island, ved Newfoundland og i Beringhavet. Bestanden i Barentshavet er jamt over den største. Lodda lever som stimfisk i dei frie vassmassane og lever først og fremst av raudåte. Frå dei er ca. 10–12 cm et dei også mykje krill. Lodda er ein sentral organisme i økosystemet, og mange predatorar har lodda som viktig føde. Først og fremst er torsken mykje lodde, men også grønlandssel, ulike kvalartar, sjøfugl og annan fisk har lodde på menyen.

Dei fleste individa døyr etter å ha gytt første gongen, vanlegvis når dei er fire år gamle.

Lodda beitar over store delar av Barentshavet, først og fremst langs polarfronten og lenger nord og aust. Utpå seinhausten vandrar fisken sørover, og om vinteren held bestanden seg sør for polarfronten og iskanten. Den modnande delen av bestanden, som består av fisk som er 3–5 år gamal og lengre enn ca. 14 cm, vandrar mot kysten, og når gjerne land i byrjinga av mars. Gytinga føregår ved botnen, for det meste på djup frå 20–60 m, der det finst sand, grus og singel. Egga klistrar seg til botn og ligg der til dei klekkar etter ein månads tid. Larvane kjem opp i dei øvre vasslaga og driv med straumen ut frå kysten og austetter, og om sommaren er dei spreidde over store delar av det sentrale og austlege Barentshavet. Utbreiinga og vandringane er påverka både av storleiken på bestanden og av klimaet i Barentshavet.





### Status og råd

Loddebestanden har økt de siste årene. Bestandsvurderingen skjer vanligvis på grunnlag av tre ulike tokt i august, oktober–november og januar. Fullstendig bilde av bestanden mangler ved starten av fiske-sesongen, som kan starte i juli og vare til gytingen i februar–mars. Det blir derfor benyttet modeller til å fremskrive bestanden, og gitt en foreløpig kvote (50 % av antatt endelig kvote) basert på fremskrivingen. Kvoten blir justert når resultatene fra undersøkelsene om høsten og vinteren er tilgjengelige. Fisket blir regnet som bærekraftig når en lar det være igjen 400 000 tonn lodde som får gyte. Hittil har en stort sett oppnådd dette forvaltningsmålet. ICES har ikke anbefalt noen foreløpig kvote for 2013. Etter et tokt høsten 2012 har Island satt en foreløpig kvote på 300 000 tonn for vintersesongen 2013, som kan bli justert etter undersøkelser av loddeinnsiget i januar 2013.

### Fiskeri

Det norske loddefisket ved Island, Øst-Grønland og Jan Mayen foregår i hovedsak med ringnot. Den norske kvoten har basis i flere avtaler. Trepartsavtalen (som også inneholder kompensasjonstillegg), Smutthullsavtalen med Island og en avtale med EU.

### Lodde – *Mallotus villosus*

**Andre norske navn:** Hannfisk kalles fakslodde og hunnfisk sillodde

**Familie:** Osmeridae (loddefamilien)

**Maks størrelse:** Sjelden over 20 cm

**Levetid:** 5 år

**Leveområde:** Vest og nord av Island, inn mot Grønland og Jan Mayen

**Hovedgyteområde:** Langs sør- og vestkysten av Island

**Gytetidspunkt:** Februar–mars

**Føde:** Plankton

**Særtrekk:** Navnet har lodda fått fordi hannen får en stripe av hårete skjell langs siden i gytetiden

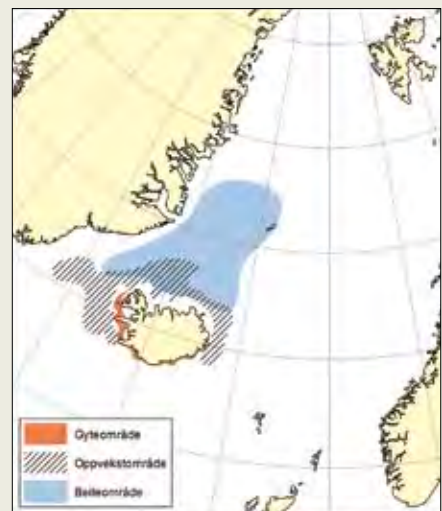
### Nøkkeltall:

KVOTERÅD 2012/2013: Foreløpig kvote er 300 000 tonn

KVOTE 2011/2012: 765 000 tonn

TOTALFANGST 2011/2012: 747 000 tonn, norsk andel: 58 000 tonn

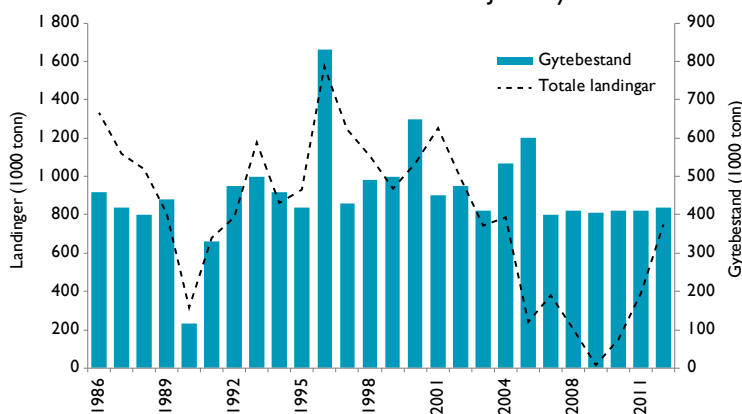
NORSK FANGSTVERDI 2012: 176 mill. kroner



### Fakta om bestanden:

Gyteområdene til denne bestanden finnes på sør- og vestkysten av Island, mens oppvekstområdet er vest og nord av Island. Områdene mellom Nord-Island, Grønland og Jan Mayen benyttes som beiteområder. Lodda blir kjønnsmoden 3–4 år gammel. Den blir sjelden mer enn 20 cm lang og eldre enn 5 år. Navnet har lodda fått fordi hannen får en stripe av hårete skjell langs siden i gytetiden, da kalles den gjerne fakslodde. Hunnen er uten denne stripen og kalles sillodde. Det meste av lodda dør etter å ha gytt første gang. Lodda gyter eggene på bunnen, der eggene limer seg fast til sand og grus. De klekker etter om lag en måned, og larvene driver med klokken rundt Island. Før den er 10–12 cm spiser lodda mest raudåte, men krill blir en viktigere del av dietten jo større lodda blir. Rekrutteringen påvirkes av svingninger i klimaet, men også av predasjon fra torsk, annen fisk, hval og fugl. Torskbestanden er svært avhengig av lodda for vekst og reproduksjon.

Lodde ved Island/Øst-Grønland/Jan Mayen



Bestand og fangst av lodde ved Island, Øst-Grønland og Jan Mayen. Etter 2006 er fangsten rapportert for vintersesongen pluss høstsesongen året før.

Stock size and landings of capelin at Iceland, East Greenland and Jan Mayen.



## Status og råd

ICES har beregnet at gytebestanden av makrell i 2012 er over føre-var-nivået. Bestanden blir klassifisert til å ha full reproduksjonsevne, men ICES mener det er risiko for at den blir beskattet over bærekraftig nivå. Gytebestanden er estimert til å være om lag 2,7 millioner tonn i 2012. Dette representerer en nedgang fra 2,9 millioner tonn i 2011. Bestanden har vist positiv utvikling i rekrutteringen de senere år med rekordstore årsklasser de siste ti årene. Årsklassene 2005 og 2006 er de to mest tallrike som er målt gjennom hele tidsserien, tett fulgt av 2002-årsklassen. Også årsklassene 2007 og 2008 er over gjennomsnittet. Det er for tidlig å si hvor sterke årsklassene 2009–2011 er, men de utgjorde 20 % i fangstene under økosystemtøktet i Norskehavet i juli–august 2012.

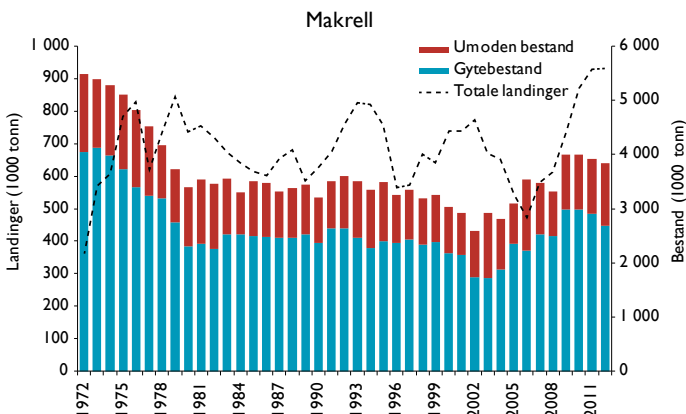
Økt kontroll har avdekket at tapet av makrell i fiskeriene kan være langt større enn fangststatistikken forteller på grunn av utkast, slipping m.v. Kunnskap om feilkilder i bestandsmålingene kombinert med alderssammensetningen i prøver fra fisket viser et uforklarlig stort tap. Det er ventet at dette tapet er redusert de seneste årene, men her trenger vi mer oppdaterte tall og estimater.

For rådgivningen betyr dette at bestanden mister mer makrell enn beregnet, og at det må ha vært mer makrell tilgjengelig enn bestandsberegningen tilsier. Dødeligheten har stort sett vært høyere enn det som er optimal beskatning. Får man det ekstra tapet under kontroll, vil bestanden kunne vokse. Sammen med en mer rasjonell fiskedødelighet vil det gi rom for betydelig høyere regulære kvoter og en gunstigere størrelsessammensetning i fangstene.

En kortidsprognose basert på en fangst på 930 000 tonn i 2012 gir en relativt stabil gytebestand på 2,7 millioner tonn i 2012. Ifølge gjeldende forvaltningsplan kan totalfangsten i 2013 ligge mellom 497 000 og 542 000 tonn. Ved uttak innenfor disse grensene er det beregnet at gytebestanden vil bli 2,5 millioner tonn i 2013; en liten nedgang fra 2012. Det har ikke vært inngått noen kyststatsavtale på makrell siden 2009. Norge og EU har blitt enige om makrellkvoter for 2013. Norges makrellkvote blir 153 597 tonn for 2013.

## Fiskeri

Makrellfiskeriet foregår hovedsakelig i direkte fiskerier med snurpenot og trål. I Biscaya og utenfor Portugal tas makrell som bifangst i trål. Det norske fisket foregår først og fremst med snurpenot, en mindre mengde tas med garn/dorg og trål. Vårt fiske foregår om høsten i den nordlige delen av Nordsjøen, i Norskehavet og Skagerrak. Vi har en fast andel av kvoten i de vestlige områdene, Norskehavet og Nordsjøen. I 2011 fisket Norge 207 950 tonn. Tall for 2012 gir norsk fangst på 181 095 tonn. Makrellen vandret langt nord også i 2012 og ble fisket godt i Nord-Norge om sommeren. Andre store aktører i fisket er Storbritannia, Nederland, Irland, Russland, Danmark og Spania.



Bestand og fangst av nordøstatlantisk makrell.  
Stock size and landings of Northeast Atlantic mackerel.

Kontaktperson: Leif Nøttestad | leif.nottestad@imr.no

## NORDØSTATLANTISK MAKRELL

**Makrell** – *Scomber scombrus*

**Gyteområde:** Sentralt i Nordsjøen og Skagerrak (mai–juli), vest av Irland og De britiske øyer (mars–juli), i Norskehavet (mai–juni), og i spanske og portugisiske farvann (februar–mai)

**Oppvekstområde:** Nordsjøen, vest av De britiske øyer og vest av Portugal

**Maks størrelse:** 65 cm og 3,5 kg, vanligvis ikke > 1 kg

**Levetid:** Sjelden over 25 år

**Føde:** Dyreplankton, fiskelarver og småfisk

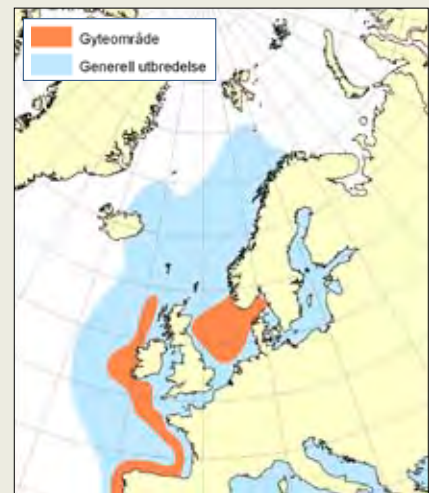
### Nøkkeltall:

KVOTE 2013: Ingen internasjonal kyststatsavtale per 01.03.13.

KVOTE 2012: Totalkvote ble ikke besluttet på grunn av uenighet ved de internasjonale kyststatsforhandlingene på nordøstatlantisk makrell.

NORSK FANGSTVERDI 2012: 1 290 millioner kroner /2011: 2 561 millioner kr

NORSK EKSPORTVERDI 2012: 2 866 millioner kroner /2011: 3 500 millioner kr



### Fakta om bestanden:

Makrellen som fiskes i Nordsjøen, Skagerrak og Norskehavet, stammer fra tre gyteområder: 1) Nordsjøen, 2) sør og vest av Irland og 3) utenfor Portugal og Spania. Makrell fra de sørlige og vestlige områdene vandrer til Norskehavet og Nordsjøen etter gyting og blander seg med nordsjøkomponenten. Det er ikke mulig å skille fangstene fra de forskjellige gytekomponentene, og makrellen forvaltes derfor som én bestand, nordøstatlantisk makrell.

Makrell er en hurtigsvømmende, pelagisk stimpfisk som kan vandre over store områder. I Atlanterhavet er makrell utbredt fra Nord-Afrika til ca. 70°N, inkludert Middelhavet, Svartehavet, Østersjøen og Skagerrak. Det er også en bestand utenfor østkysten av USA, men ingenting tyder på at det er forbindelse eller utveksling på tvers av Atlanterhavet.

Vår makrell mangler svømmeblære og må bevege seg hele tiden for ikke å synke. Den trenger mye næring til bevegelse, vekst og utvikling av kjønnsprodukter. Den spiser plankton, småfisk som tobis, brisling og sild samt yngel av andre arter, og den blir selv spist av stor fisk, hai og tannhval. Makrellen gyter eggene i overflaten. Eggene inneholder en oljedråpe som gir dem god oppdrift, og i godt vær finnes de helt i overflatelaget. I Nordsjøen gyter makrellen fra midten av mai til juli, med topp gyting i midten av juni.

Etter at makrellen har gytt i de sørlige og vestlige områdene, vandrer den nordover og inn i Norskehavet, der den gir opphav til et rikt russisk fiske i internasjonalt farvann i juli–august. Etter hvert vandrer den inn i Nordsjøen, der den blander seg med nordsjøkomponenten. Her blir den til slutten av desember, og ofte til midten av februar neste år, før den vandrer tilbake til gyteområdet.



# Makrellstørje



Foto: Brian J. Kerry

## Status og råd

Bestandsstørrelsen for østlig makrellstørje er estimert til å være lav i forhold til den historiske mengde makrellstørje, men bestanden viser nå for første gang på veldig lang tid positive tegn til gjenoppbygging. Bestanden er fremdeles kun om lag 30 % så stor som den historiske bestandsstørrelsen. Vitenskapskomiteen i den atlantiske tunfiskkommisjonen kalt International Commission for the Conservation of Atlantic Tunas (ICCAT), anbefalte i 2012 en kvote på 13 500 tonn eller lavere for 2013 og framover til neste bestandsvurdering. Dette rådet ble gitt for å oppnå en gjenoppbygging av makrellstørje i østlige Atlanterhavet og Middelhavet med 60 % sannsynlighet innen 2022. ICCAT besluttet i 2010 å sette en kvote på 12 900 tonn for makrellstørje i 2011–2013. Basert på oppdatert bestandsestimert for makrellstørje i 2012, ble totalkvoten ved konsensus blant 48 medlemmer under ICCAT sitt kommisjonsmøte i november 2012 besluttet å være 13 400 tonn pluss 100 tonn avsatt til Algerie for 2013. Det potensielle langtidsutbyttet for østlig makrellstørje er estimert til om lag 50 000 tonn årlig. På tross av forbedringer i mengde og kvalitet av dataene de siste få årene, gjenstår det betydelige databegrensninger i de siste bestandsberegningene på østlig makrellstørje fra 2012. Betydelig underrapportering av totalfangster var veldig tydelig, spesielt fra 1998–2007. For perioden 2006–2011 var de deklarete internasjonale fangstene 30 689 tonn, 34 516 tonn, 23 849 tonn, 19 701 tonn, 11 294 tonn og 9 779 tonn makrellstørje. Men vitenskapskomiteen anslår at fangstene fram til og med 2007 kan ha vært mellom 50 000–61 000 tonn per år basert på antall fartøyer som opererer i Middelhavet. ICCAT-kommisjonen har kun fulgt den vitenskapelige rådgivningen de tre siste årene.

## Fiskeri

På 1950- og 1960-tallet var Norge en betydelig fiskerinasjon på østlig makrellstørje, med årlige fangster fra mindre enn 1000 tonn til nesten 15 000 tonn (se figur). Fisken ble fanget først med harpun, deretter snurpenot, og var et av våre viktigste fiskerier, spesielt på 1950-tallet. I uminnelige tider har kjønnsmoden makrellstørje fra 4–20 år, tilsvarende fisk på fra om lag 30 kg til mer enn 470 kg, besøkt norskekysten fra Oslofjorden til Troms fra juli til oktober måned. Makrellstørja ble hovedsakelig tatt med snurpenot langs hele norskekysten fra Oslofjorden til Varangerfjorden, men med et klart tyngdepunkt på Vestlandet, spesielt utenfor kysten av Rogaland og Hordaland. De største individene svømmer raskest og vandrer også lengst. Makrellstørja var en vanlig gjest frem til slutten av 1970-tallet, men det ble stadig færre fisk som fant veien til norskekysten. I 1986 var dette fisket foreløpig historie. Satellittmerker fra makrellstørje og fangster viser at makrellstørja er på vei tilbake til norske farvann i Norskehavet, og fangster av stor størje ble fanget med line ved Island høsten 2012. Norge har foreløpig satt til side sin kvote til bevaringsformål på grunn av den kritiske bestandssituasjonen makrellstørje har vært i de siste ti årene ut fra vitenskapelige undersøkelser.

Makrellstørja fiskes hovedsakelig med snurpenot og line, men også med stang, drivgam og fiskefeller. Makrellstørjen er en veldig god matfisk, som er svært ettertraktet, spesielt til det internasjonale markedet for rå sushi og sashimi. Arten har stor økonomisk betydning i sine viktigste utbredelsesområder. En enkelt makrellstørje kan omsettes for flere millioner kroner, og verdensrekorden ble satt i januar 2013 for én størje, omsatt på Tsukiji fiskemarked i Tokyo for utrolig 10 millioner norske kroner.

## ØSTLIGE ATLANTERHAVET OG MIDDELHAVET

**Makrell** – *Thunnus thynnus* (Linnaeus 1758)

**Familie:** Scombridae (makrellfamilien)

**Gytemråde:** Østlig makrellstørje gyter i varme farvann (> 24°C) på spesifikke og avgrensede lokaliteter i Middelhavet rundt Balearene, Sicilia, Malta, Kypros og libyske farvann.

**Oppvekstområde:** Middelhavet, kysten av Portugal og Biscaya

**Maks størrelse:** > 3 m og større enn 500 kg

**Levetid:** 20–30 år

**Føde:** Krepser, småfisk og blekksprut som ung, deretter stimpfisk som makrell, sild, ansjos, tobis og brisling som voksne.

## Nøkkeltall:

KVOTE 2012: –

KVOTE 2011: –

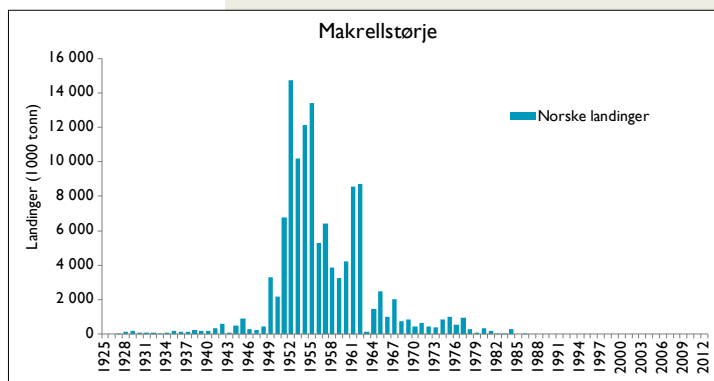
NORSK FANGSTVERDI 2011: –

NORSK EKSPORTVERDI 2011: –



## Fakta om bestanden:

Makrellstørje er den aller største tunfiskarten og beinfisken på kloden, og er utbredt over hele Nord-Atlanteren og Middelhavet. Størja kan svømme 70 km/t, krysse Atlanterhavet på 50 dager og dykke ned til 500–1000 meters dyp. Den østlige makrellstørja gyter om våren i mai–juni primært på tre gytelokaliteter i Middelhavet, siden legger den ut på næringsvandring i Middelhavet og Atlanterhavet. Sild, makrell og annen stimpfisk er viktigste føden ved siden av blekksprut og krepser. Østlig makrellstørje blir kjønnsmoden 4 år gammel og er da over 1 meter lang.



**Landinger av nordøstatlantisk makrell.**

**Reported landings of Northeast Atlantic mackerel.**

# Pigghå



Foto: Tone Vollen

## Status og råd

Den nordøstatlantiske pigghåbestanden har utvilsomt vært svært stor og har gitt grunnlag for et verdifullt fiskeri i mer enn hundre år. I 140-årsperioden 1950–1990 ble det rapportert årlige landinger på 30 000–60 000 tonn. Kunnskapen om bestanden er mangelfull, men ifølge forsøksvise analyser ble bestanden gradvis redusert gjennom hele denne tidsperioden og var i 1990 kun 20 % av størrelsen like etter andre verdenskrig. De siste 20 årene har fisket avtatt betydelig, og bestanden ser ut til å ha stabilisert seg på dette relativt lave nivået.

Pigghå vokser sakte, blir sent kjønnsmoden og føder kun 7–11 unger hvert andre år. Det kan dermed ta mange år før gytebestanden kan ta seg opp igjen, selv uten noe fiske. ICES anbefaler derfor at det ikke gjennomføres direktefiske på pigghå i 2013 og at man søker å holde bifangsten så lav som mulig.

Bestandssituasjonen i norske farvann er imidlertid uviss. Det er også uklart hvilke deler av bestanden som utnytter norske kystfarvann og i hvilken grad de norske forekomstene er knyttet til viktige prosesser i bestandens livssyklus, slik som beiting, parring og føding av levende unger.

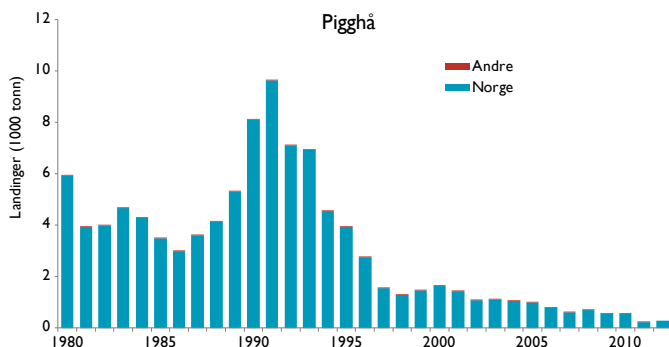
## Fiskeri og forvaltning

Pigghå har lenge vært ettertraktet både for leveroljen og for fiskekjøttet, men den er også ofte betraktet som en problemart, som på grunn av sin tallrikhet, sine pigger og skinnets sandpapiraktige ruhet, skaper problemer for fiske etter andre arter. Tradisjonelt er det Storbritannia, Irland, Frankrike og Norge som har fisket mest nordøstatlantisk pigghå. Fisket har foregått i Nordsjøen, vest av Skottland, i Irskesjøen og i norske farvann, hovedsakelig i et direkte fiske med line og garn, men også som bifangst i trålfiske.

I de senere år er det innført stadig strengere reguleringer, og flere tiltak har gjort det mindre attraktivt å fiske pigghå. Både i norske farvann og i EU er det innført forbud mot direktefiske, samt strenge bifangstreguleringer. I Norge er det innført et minstemål for pigghå, mens EU har en maksimalt tillatt størrelse.

I 2007 ble det forbudt mot direktefiske etter pigghå i Norge, men fram til og med 2010 ble det gjort unntak for mindre kystfartøy som fisker med konvensjonelle redskaper i indre farvann og sjøterritorium. Fra 2011 gjelder forbudet for alle fartøygrupper. Siden pigghå ofte forekommer i store stimer og det kan være vanskelig å unngå fangst, er det også innført et unntak fra det generelle forbudet mot utkast ved at levedyktig pigghå er tillatt gjenutsatt. Ved fiske med garn og line er det tillatt å ha inntil 15 % bifangst av pigghå per halvår (gjelder ikke for fiske etter torsk og hyse nord for 62°N eller for pelagisk fiske i norske farvann).

Fiskets betydning for bestandsutviklingen er sterkt avhengig av hvilke deler av bestanden som beskattes. Med økt kunnskap både om fangst sammensetning og om hvordan bestanden utnytter våre farvann, kan det gjøres mer målrettede forvaltningstiltak som område- og sesongbegrensninger, som i mindre grad påvirker muligheten for utøvelse av andre fiskerier. I fremtiden vil det derfor være aktuelt med mer målrettet prøvetaking og forskning på pigghå for å skaffe til veie den nødvendige kunnskapen for ansvarlig forvaltning av bestanden.



Landinger av pigghå.  
Reported landings of spurdog.

## Pigghå – *Squalus acanthias*

**Andre norske navn:** Hå, blankhå

**Familie:** Squalidae

**Maks størrelse:** 123 cm

**Levetid:** 25 år

**Leveområde:** Global utbredelse i tempererte områder på både nordlig og sørlig halvkule

**Hovedgyteområde:** Uavklart

**Gytetidspunkt:** Ungene fødes levende året rundt, men trolig med en topp om vinteren.

**Føde:** For en stor del dyreplankton, inkludert geléplankton i den pelagiske ungfiskfasen, og som voksen, sild, torskefisk, blekksprut, krepsdyr, o.a.

**Særtrekk:** Har en svakt giftig pigg foran hver av de to ryggfinnene. Disse kan benyttes til å anslå fiskens alder ved å telle antall kanter av emaljelag som legges til årlig.

## Nøkkeltall

**KVOTERÅD 2013:** Intet direkte fiske og bifangst så lavt som mulig.

**KVOTE 2013:** Forbud mot direkte fiske, bifangst tillatt landet under visse betingelser

**NORSK FANGST 2012:** Ca. 285 tonn



## Fakta om bestanden

Pigghå har en verdensomspennende utbredelse og er en av de mest tallrike haiartene vi kjenner. Arten inndeles i flere bestander, og den nordøstatlantiske bestanden finnes fra Biscaya til Barentshavet. Merkeforsøk på slutten av 1950-tallet viste at bestanden vandret fra et sommerområde ved Skottland og et vinterområde i norske farvann. Tilsvarende merkeforsøk på 70-tallet viste en sørligere utbredelse med sommerområde sør i Nordsjøen og vinterområde ved Skottland. De senere år er fangsområdene igjen flyttet nordover, men det er ikke gjort nye studier av vandringsmønsteret. Det er imidlertid mulig at endringer i forekomst av arten i norske farvann gjenspeiler endringer i vandringsmønstre vel så mye som endringer i bestandsstørrelse.

Pigghå danner store stimer, og hvis man først får pigghå i fangstene er det lett for at det blir i store mengder. Hanner og hunner danner egne stimer og det gjør også store og små individer. Hunnene føder et fåtall (7–11) levende unger og går gravide med hvert kull i to år før de igjen starter med neste kull. Fangst av store stimer med gravide hunner gjør derfor et tilsvarende stort innhugg i den fremtidige forekomsten av nyfødte yngel. Derfor er pigghå, i likhet med mange andre haiarter, betraktet som spesielt sårbar for overbeskatning. Likevel er pigghå et unntak blant haiartene ved å ha vist at den kan være i stand til å bygge seg opp igjen etter sterkt overfiske.

Kontaktperson: Ole Thomas Albert | oleta@imr.no





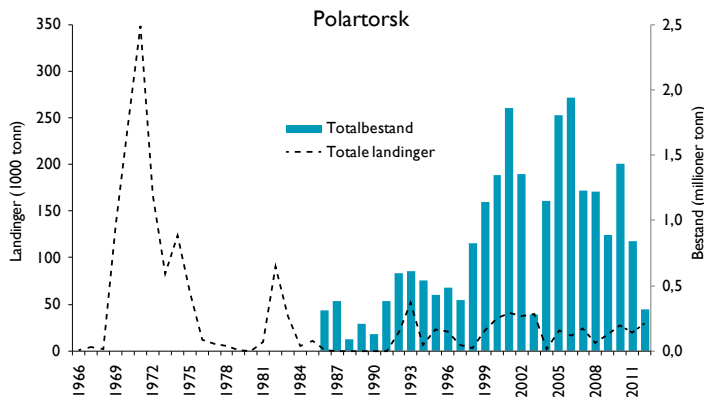
Foto: Thomas de Lange/Wenck

## Status og råd

Polartorskbestanden i Barentshavet vart hausten 2011 målt til 319 000 tonn. Dette er ein nedgang på 0,5 millionar tonn for andre året på rad. Denne ressursen har ikkje vore fiska på av norske fiskarar sidan byrjinga av 1980-åra, og ikkje i nemnande grad sidan byrjinga av 1970-åra. Ei akustisk mengdeberekning under økosystemtoktet i Barentshavet om hausten er den einaste undersøkinga Havforskningsinstituttet gjer av polartorsk. Det er for tida berre Russland som fiskar på bestanden, og kvoten vert sett etter rådgjeving utarbeidd av PINRO i Murmansk. Det er uvisst om mengdeberekninga gjev eit godt bilete av bestandsstorleiken. Bestanden si geografiske avgrensing er lite kjent, og det er polartorsk lenger mot nord og aust enn det området som vert dekt under toktet. Dessutan er ofte store delar av bestanden konsentrert på eit lite område aust i Barentshavet. Om ikkje dette området vert dekt grundig, kan det gje opphav til store målefeil. Det var truleg noko slikt som skjedde i 2003 då bestanden vart målt til berre ein fjerdedel av storleiken året før og etter.

## Fiskeri

Polartorsken vert fiska seinhaustes medan han er konsentrert under gytevandringa sørover langs kysten av Novaja Semlja. Totalfangsten på byrjinga av 1970-talet kom opp i 350 000 tonn, og den norske delen var då 15 000–20 000 tonn.



Bestand og fangst av polartorsk.  
Stock size and landings of polar cod.

**Polartorsk** – *Boreogadus saida*  
**Familie:** Gadidae (torskefamilien)  
**Maks storleik:** 25 cm og 100 gram  
**Levetid:** Sjeldan meir enn 5 år  
**Leveområde:** Polare strøk  
**Hovudgyteområde:** Søraust i Barentshavet og aust av Svalbard  
**Gytetidspunkt:** Desember–mars  
**Føde:** Plankton  
**Særtrekk:** Har “frostvæske” i kroppen

**Nøkkeltal:**  
 SISTE ÅRS KVOTE: 0  
 SISTE ÅRS FANGST: 0  
 SISTE ÅRS NORSKE FANGSTVERDI: 0



## Fakta om bestanden:

Polartorsken finst truleg i store delar av polhavet, i Barentshavet, ved Grønland og ved Canada. I Barentshavet har han mest tilhald ved Svalbard og i dei nordlege og austlege delane av havet. Om vinteren kan han òg treffast nærare norskekysten, og det synest å vera ein eigen liten bestand i Porsangerfjorden.

Polartorsken er ein pelagisk eller semipelagisk fisk, dvs. at han lever i dei frie vassmassane, men er oftast fordelt ned mot botnen, gjerne i svært tette konsentrasjonar. Han livnærer seg av planktonorganismar, men har ikkje gjellegitter slik t.d. sildefiskar har, så større plankton utgjer mesteparten av føda. Polartorsken er sjølv viktig føde for andre fiskeartar som torsk, sel, kval og sjøfugl, og utgjer saman med lodda ei viktig brikke i økosystemet i Barentshavet. Som namnet seier er polartorsken ein kaldvassart, som trivst best nord for polarfronten. Han har “frostvæske” i kroppen og kan difor tola havvatn med temperaturar ned mot frysepunktet rundt +1,8 °C. Gytinga føregår om vinteren under isen, først og fremst i den søraustlege delen av Barentshavet, men truleg òg aust av Svalbard. Det tek lang tid før dei frittflytande egga klekkjer, men ut på sommaren og hausten er larvane spreidde over heile den austlege og nordlege delen av havet i tillegg til områda rundt Svalbard. Den kjønnsmodne delen av bestanden beitast nord og aust for polarfronten. Bestanden samlar seg i oktober–november og vandrar sørover langs vestkysten av Novaja Semlja til dei viktigaste gytefelta i søraust.



Foto: David Skole

## Status og råd

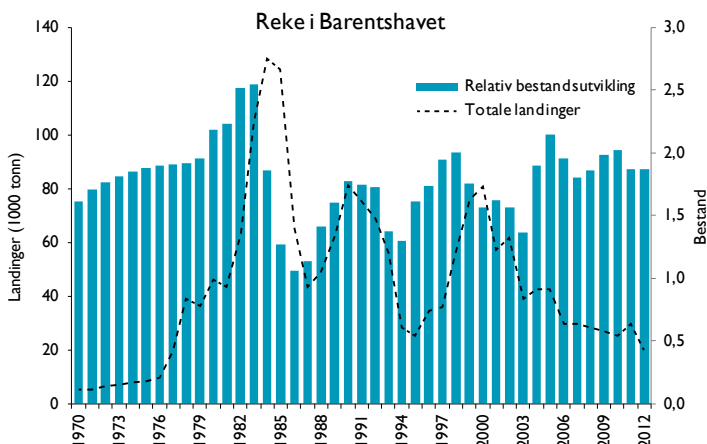
Rekebestanden i Barentshavet er sunn og fiskeriet bærekraftig. Mengden av reker har variert betydelig siden fiskeriet startet i 1970 (figur), dels som følge av skiftende fiskeriintensitet og dels på grunn av naturlig variasjon i rekens levetid. Til tross for dette har bestanden holdt seg innenfor sikre biologiske grenser. Mengden av reke har vært stabil på et relativt høyt nivå siden 2005. ICES anbefaler et fangstuttak på opptil 60 000 tonn for 2013.

## Fiskeri

De årlige fangstene har variert mellom 20 000 og 130 000 tonn. Målt i førstehandsverdi har rekefisket i lange perioder vært blant Norges tre viktigste fiskerier. Norske fartøyer tar rundt 90 % av den totale fangsten, mens Russland og andre land (primært fra EU) står for resten. Fiskeriet foregår hovedsakelig med store fabrikktrålere som bearbeider og pakker fangsten om bord. Fortjenesten i rekefiskeriet har sunket de siste årene som følge av stigende priser på brennstoff og fallende rekepriser. Mange fartøyer har forlatt fiskeriet, og fangstene har hatt en fallende tendens. I 2012 er fangstene beregnet til ca. 20 000 tonn – en tredjedel av forskernes anbefalinger. Rekefangstene på verdensplan har likevel vist en fallende tendens siden 2004 (særlig det grønlandske og canadiske fisket), og vi har nå begynt å se en effekt av dette i form av stigende rekepriser. Fortsetter denne utviklingen, kan vi vente økt interesse for å delta i dette fisket og dermed økende fangster i de kommende årene.

## Økosystemeffekter

Reke fanges med en finmasket trål som kan gi bifangst av fiskeyngel. I det norske fisket er denne type bifangst relativt liten siden det benyttes sorteringsrist som sender mesteparten av fisken ut av trålen igjen. Hvis bifangsten av yngel blir for høy til tross for bruk av sorteringsrist, stenges det aktuelle fangstfeltet for rekefiske.



Bestand og fangst av reke i Barentshavet.

Stock size and landings of shrimp in the Barents Sea.

## I BARENTSHAVET

**Dypvannseke** – *Pandalus borealis*

**Familie:** Pandalidae

**Maksimal størrelse:** 16 cm og 20 g

**Levetid:** Maksimalt 10 år

**Leveområde:** Hele Barentshavet, oftest på 200–500 m dypde

**Gyteområde:** Barentshavet

**Gytetidspunkt:** Juni–oktober (eggene klekker i mai–juni)

**Føde:** Organisk materiale, åtsler, små krepsdyr, mark osv.

**Kjønnskifte:** Reken er først hann, men skifter kjønn og blir hunn når den er 4–7 år

**Nøkkeltall:**

KVOTERÅD 2012: 60 000 tonn

FANGST 2012: Ca. 20 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: 490 mill. kroner



## Fakta om bestanden:

Reke er den viktigste skalldyrressursen i Nord-Atlanteren, der den danner basis for et fiskeri på ca. 400 000 tonn årlig. Arten finnes også i de kaldere delene av Stillehavet. Reke er mest vanlig på 100–700 m dyp, men finnes både grunnere (opp til 20 m) og dypere (900 m) i temperaturer mellom 1 og 6 °C. Om dagen står reken ved bunnen, hvor den hviler eller beiter på organisk sediment, små krepsdyr, mark osv. Om natten beveger den seg opp i vannsøylen for å beite på svermene av dyreplankton. Horisontale vandringer er mindre vanlig, men eggbærende hunner har tendens til å bevege seg mot grunnere vann rundt klekking. Reke er selv føde for mange fiskearter, spesielt torsk og blåkveite, men er også blitt funnet i magen på sel. Når reken kjønnsmodnes, blir den først til hann. Senere, når reken er 4–7 år gammel, skifter den kjønn og blir til hunn. Alder ved kjønnskifte øker jo lenger nord den lever. Reken kan bli opptil 10 år gammel og nå en lengde på 15–16 cm. I Barentshavet gyter reken i juni–oktober. Eggene ligger festet mellom beina på undersiden av hunnen til rognen klekker i mai–juni året etter. En gjennomsnittlig hunn bærer omkring 1700 egg. Når disse klekkes, flyter larvene til de øverste vannlagene, hvor de beiter på små plankton. Når reken skal vokse, kaster den det ytre skjelettet – rekeskallet. Reken kravler ut av sitt gamle skall, og kroppen begynner å ta opp vann og øke i størrelse før det nye, bløte skallet hardner. Den egentlige veksten foregår så gradvis ved at det absorberte vannet erstattes av vev. Hunnene, som bærer eggene "limt" til skallet, kan kun vokse når de ikke bærer egg.



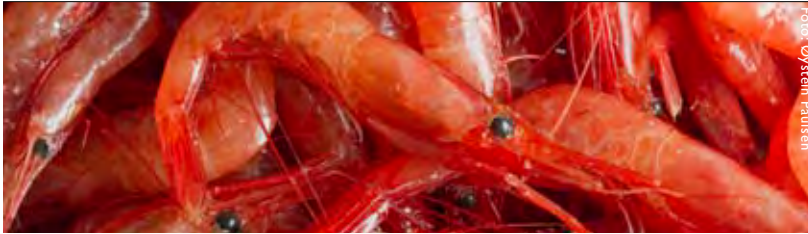


Foto: Øystein Paulsen

### Status og råd

I Nordsjøen deles dypvannsreke i tre bestander: én i Norskerenna/Skagerrak, én på Fladengrunn og én i Farndypet. De to sistnevnte er små og har ikke vært fisket de siste årene.

Havforskningsinstituttet har et årlig reketokt i Skagerrak/Norskerenna for å beregne størrelsen på denne bestanden. I 2006 ble tidspunktet for toktet endret til første kvartal, fordi dette gir gode estimater både av rekruttering (antallet 1-årige reker) og mengden eggberende hunner.

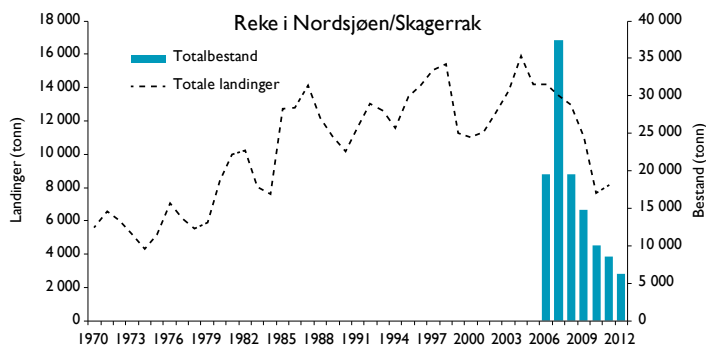
Rådgivningen baserer seg på fiskeristatistikk og toktdata som viser at rekebestanden har minket fra 2007 til 2012. Nedgangen skyldes lav rekruttering i 2008–2011. I 2012 var imidlertid rekrutteringen av 1-årige reker god, og fisket tok seg opp høsten 2012. For 2013 er likevel rådet fra ICES at landingene reduseres ytterligere. Fra og med 2013 vil en ny lengdebasert modell bli tatt i bruk i rådgivningen på reke i Skagerrak og Norskerenna.

### Fiskeri

Rekefisket i Skagerrak og Norskerenna startet allerede på slutten av 1800-tallet. Det er Norge, Sverige og Danmark som fisker på denne bestanden, og totallandingene har variert mellom 10 000 og 16 000 tonn siden midt på 1980-tallet. Totallandingene minket fra 2004 til 2010, da det kun ble landet 7 700 tonn, de laveste landingene siden 1984. Nedgangen skyldes fall i landingene fra alle de tre landene. I 2011 ble det landet 8 100 tonn, en liten økning fra året før. Norge landet 4 801 tonn i 2011: 60 % fra Skagerrak og resten fra Norskerenna vest for Lindesnes. Dette er en liten økning fra 2010, men utgjør likevel, sammen med bunnåret 2010, de laveste landingene siden 1979. De norske landingene i Skagerrak økte jevnt fra 2001 til 2007, minket markant fra 2008 til 2010, for så å flate ut i 2011. I Norskerenna vest for Lindesnes har trenden vært minkende siden 2004, med en utflating i 2010–2011. I 2012 har norske fiskere landet rundt 4 500 tonn fra begge områdene, hvorav 78 % ble tatt i Skagerrak, hvor rekefisket tok seg opp høsten 2012. Den norske rekeflåten domineres av små trålere (10–15 m lengde), spesielt i det østlige Skagerrak.

### Forvaltning

Siden 1992 har rekefisket i Norskerenna/Skagerrak vært kvoteregulert. Totalkvoten fordeles mellom Norge, Sverige og Danmark på grunnlag av historiske landinger. Norge får 55–60 %, mens Sverige får den minste kvoten (14–18 %). I 2011 var totalkvoten på 12 380 tonn, og av dette kunne Norge lande 7 452 tonn. Den norske kvoten har minket jevnt siden 2009, og var i 2012 på 5 855 tonn. Minstemålet er 6 cm. Minste lovlig maskevidde er 35 mm. Det er videre fastsatt hvor mye bifangst som kan leveres sammen med rekene. Utkast er forbudt i norsk økonomisk sone.



### Bestand og fangst av reke i Norskerenna og Skagerrak.

Stock size and landings of shrimps in the Norwegian Deep and Skagerrak.

### Dypvannsreke – *Pandalus borealis*

**Familie:** Pandalidae

**Maks lengde:** 16 cm

**Levetid:** Tre år på Fladengrunn, fem år i Norskerenna

**Leve- og gyteområde:** Nord-Atlanteren

**Gytetidspunkt:** Oktober/november i Skagerrak/Norskerenna

**Føde:** Plankton, små bunndyr, døde plante- og dyrerester

**Særtrekk:** Reken starter livet som hann og skifter kjønn til hunn etter å ha gytt som hann i én til to sesonger

### Nøkkeltall for Skagerrak og Norskerenna:

KVOTERÅD (2013): Reduserte fangster

KVOTE, TOTAL OG NORSK (2012): 10 115 og 5 855 tonn

FANGST, TOTAL OG NORSK (2011): 8 168 og 4 801 tonn. Foreløpige norske landingstall for 2012 er 4 569 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2011): 234,3 mill. kroner



### Fakta om bestanden:

Som det norske navnet tilsier, trives dypvannsreken best på dypt vann, vanligvis dypere enn 70 m. Den kan også forekomme så grunt som 15–20 m. Reken er en kaldtvannsart som er utbredt på begge sider av Nord-Atlanteren. Hos oss finnes den fra Skagerrak og nordover langs hele norskekysten til nord for Svalbard. Videre finnes den rundt Island og Jan Mayen, ved Grønland og langs østkysten av Canada. Dypvannsreke lever på leire- eller mudderholdig bunn, der den spiser små krepssdyr og børstemark samt næringsrikt mudder. Om natten stiger reken opp i vannsøylen for å beite på dyreplankton. Selv er den et viktig byttedyr for mange arter av bunnfisk, særlig torsk. I tillegg til vertikale vandringer, rapporterer rekefiskere i Skagerrak at hunnreke trekker inn på grunt vann om vinteren før eggene klekkes i mars. Hunnen har da gått med de befruktete eggene festet til svømmeføttene på bakkroppen siden gyttingen i oktober/november. De nyklekte larvene flyter fritt i vannet i 2–3 måneder før de bunnslår. Reken skifter skall når den vokser og har derfor ingen harde strukturer som kan brukes til aldersavlesing. I Norskerenna-/Skagerrak-bestanden kan man imidlertid identifisere tre til fire årsklasser ut fra lengden på rekene, pga. lite overlapp i størrelsen. Dypvannsreken er en såkalt hermafrodit, dvs. at den er tvekjønnet. Den starter livet som hann og skifter kjønn til hunn etter å ha gytt som hann i én til to sesonger.



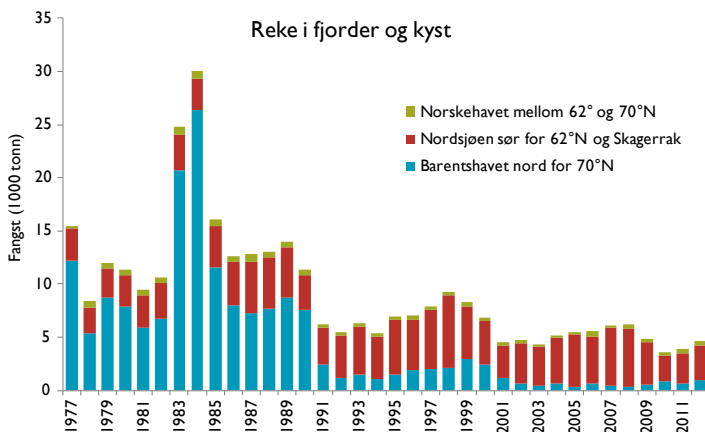
Foto: Øystein Paulsen

## Status og råd

Kyst- og fjordreke er reke som fiskes av kystfiskeflåten innenfor 12-milsgrensen. Fjordreker er i noen tilfeller delvis isolert fra reker i det åpne hav, men regnes ikke som egne bestander. Genetiske undersøkelser har imidlertid vist store forskjeller mellom rekene fra forskjellige fjorder på Vestlandet, i Troms og Finnmark, noe som tyder på at det er lite utveksling med reke i det åpne hav. Sør for 62°N forvaltes kyst- og fjordreker som en del av bestanden i Skagerrak og Norskerenna, og nord for 70°N som en del av bestanden i Barentshavet. Havforskningsinstituttet utfører bestands- og overvåking på disse to bestandene. Forvaltningsråd gis av ICES, og begge bestander karakteriseres som sunne og bærekraftig utnyttet. I Skagerrak og Norskerenna har Havforskningsinstituttet et årlig reketokt som dekker kystnære områder. Det utføres ikke tilsvarende bestandsovervåking i kystsonen mellom 62°N og 70°N. Nord for 70°N gjennomføres årlige tokt, men disse dekker bare åpne havområder, ikke fjordene.

## Fiskeri

Kystfisket foregår langs hele kysten, hovedsakelig med små trålere hvor rekene kokes om bord. Fangsten selges primært som ferske, kokte reker. I perioden 1977–2011 har de årlige fangstene variert mellom 4 000 og 30 000 tonn. Siden 1990-tallet har de totale fangstene vært omkring 5 000 tonn årlig. De største variasjonene i fangstene er i Troms og Finnmark. Landingene sør for 62°N har vært stabile på omkring 3 000–5 000 tonn. Fra toppåret 1984 var det et fall fra ca. 25 000 tonn til under 1 000 tonn per år siden tusenårsskiftet i de nordligste fylkene. Hovedårsaken til denne utviklingen var en gjennomgripende omstrukturering og effektivisering av rekeindustrien i Nord-Norge. Dette førte også til at mange av de små rekestrålerne som fisket langs kysten, ble erstattet av store fabrikktrålere som fisker ute til havs. En vesentlig forskjell mellom rekefiskeriene i sør og nord er derfor at det i nord kun er en marginal andel av landingene som nå kommer fra kystnære områder, mens det fra Skagerrak og Norskerenna årlig landes mellom 40 og 70 % kystreke. Landingene fra Møre, Helgelandskysten, Lofoten og Vesterålen har aldri oversteg 1 000 tonn.



**Rapporterte landinger av reke fra norskokysten fordelt på områder.**  
*Landings of shrimp from inshore areas along the Norwegian coast, divided into regions: Skagerrak and Norwegian Deep north to 62°N, the Norwegian coast north to 70°N, and the coast of Troms and Finnmark north of 70°N.*

## I FJORDER OG KYSTNÆRE OMRÅDER

**Kyst- og fjordreke** – *Pandalus borealis*

**Familie:** Pandalidae

**Maksimal størrelse:** 16 cm og 20 g

**Levetid:** Maksimalt 10 år

**Leveområde:** I de fleste norske fjorder og kystnære områder, oftest på 200–500 m dyp

**Gyteområde:** Ikke beskrevet

**Gytetidspunkt:** Juni–november (eggene klekkes i mars–juni)

**Føde:** Organisk materiale, åtsler, små krepsdyr og mark

**Særtrekk:** Reken er først hann, men skifter kjønn og blir hunn når den er 2–6 år

### Nøkkeltall:

**KVOTERÅD:** Det gis ikke noen egen kvote for "kyst-/fjordreke"

**FANGST (2011):** 3 850 tonn

**NORSK FANGSTVERDI (2011):** Total førstehandsverdi for all landet reke: 598 mill. kroner



### Fakta om bestanden:

Reke, som egentlig heter dypvannsreke, er den viktigste skalldyrressursen i Nord-Atlanteren, med et fiskeri på omkring 400 000 tonn årlig. Arten finnes også i kaldere deler av Stillehavet. Den er mest vanlig på 100–700 m dyp, men finnes både grunnere (opp til 20 m) og dypere (900 m) – i temperaturer mellom 1 og 8 °C.

Om dagen står reken ved bunnen hvor den hviler eller beiter på organisk sediment, små krepsdyr, mark osv. Om natten beveger den seg opp i vannsøylen for å beite på svermene av dyreplankton. Horisontale vandringer er mindre vanlig, men eggbærende hunner har tendens til å bevege seg mot grunnere vann rundt klekking. Reke er føde for mange fiskearter, spesielt torsk, men er f.eks. også blitt funnet i magen på sel.

Reken begynner livet som hann. Når den er 2–6 år gammel, skifter den kjønn og blir til hunn. Alder ved kjønnsskifte øker jo lenger nord den lever. Hunnrekene gyter i juni–november, avhengig av temperaturen. Eggene ligger festet mellom beina på undersiden av hunnen til rognen klekkes i mars–juni året etter, igjen avhengig av temperaturen. En gjennomsnittlig hunn har ca. 1 700 egg. Når disse klekkes, flyter larvene til de øverste vannlagene hvor de beiter på småplankton.

Når reker skal vokse, kaster de skallet, og kroppen begynner å ta opp vann og øke i størrelse, før det nye, bløte skallet herdes. Den egentlige veksten foregår gradvis ved at det absorberte vannet erstattes av lev. Hunnene, som bærer eggene "limt" til skallet, kan kun vokse når de ikke bærer egg.



# Rognkjeks/-kall



## Status og råd

Bestanden av rognkjeks og rognkall er historisk lav etter en betydelig nedgang på 1990-tallet, men synes å ha stabilisert seg på noe over 1/3 av nivået på 1980-tallet.

Beskatningsgraden i fisket er sannsynligvis like mye påvirket av antall deltagende fartøy som antallet garn og døgn de enkelte fartøyene drifter. For 2008 ble fartøykvoten økt til 2500 kg rogn, noe som så ut til å øke beskatningsgraden betydelig da hele 62 % av fartøyene leverte mer enn 2000 kg. Fangstnedgangen i 2009 og 2010 er langt større enn nedgangen i antall fartøy som deltar. I 2010 ble fartøykvoten igjen økt til 2500 kg, men totalfangsten har likevel ikke økt. Instituttets råd er å sette inn reguleringstiltak som sikrer at antall deltagende fartøy ikke overskrider 300, og at total fangst blir maksimalt 400 tonn rå rogn.

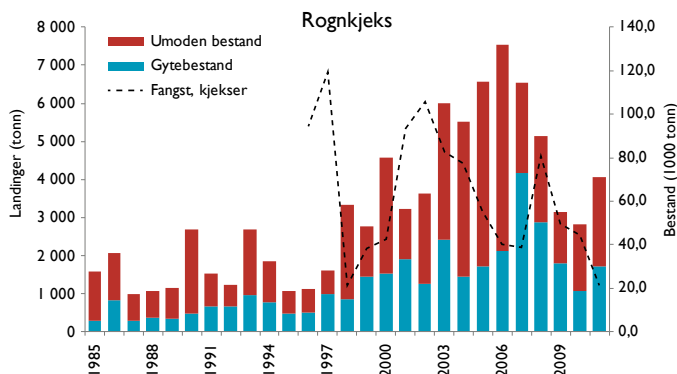
## Fiskeri

Fisket de siste årene synes å sammenfalle med de råd Havforskningsinstituttet har gitt, og i 2011 deltok 173 fartøyer i dette fisket. Det ble levert 123 tonn rå rogn, en nedgang på 67 % fra året før. 80 fartøyer leverte mer enn 1500 kg hver. Verdien av landingene i 2011 var totalt 8,8 millioner kroner, en nedgang fra 2010 på ca. 43 %. Omregnet til hel fisk, basert på en omregningsfaktor fra 2007, ble det fisket 1209 tonn kjekser. Ca. 10 % av fangsten i antall er kaller.

Mengden rå rogn i rognkjeks-fisket har variert i perioden 1988–2011. Etter 1990 har deltakelsen i fisket variert fra 200 til over 800 fartøyer, og var rekordlav (173) i 2011. Andelen deltagende fartøy som leverte mer enn 1500 kg rogn har falt fra 70 % til noe over 40 % i perioden 2005–2011.

## Beregning av rognkjeksbestanden

Data om rognkjeks som bifangst er registrert i løpet av innsamling av 0-gruppe fisk i Barentshavet og blir nå brukt til biomasseberegning av rognkjeks. Det langsiktige gjennomsnittet (LGS) av biomasse var 46 000 tonn og det tilsvarer 51 millioner individer. Umoden fisk (mindre enn 20 cm) var dominerende. Fra 1986 til slutten av 1990-tallet var biomassen generelt under LGS, men bestanden økte fra 1980 til ca. 2000, fra 18 til 51 millioner umoden fisk, og fra 8 til 35 millioner gytemoden fisk. Økningen ser ut til å være en direkte effekt av redusert kvote i 1997. Figuren viser antall kjekser beregnet fra tokt og fangst. Bestanden var stabil i perioden 1997–2002, økte fra 2002 til 2006 og har siden avtatt. Småskala fluktuasjoner er godt korrelert med temperatursvingninger. Endring i umoden fisk påvirker moden fisk 1–3 år senere. De senere årene har rognkjeks vist en stor utbredelse nord i Barentshavet. En foreløpig beregning for 2011 viser at det er 30 millioner gytemoden fisk i Barentshavet, med en biomasse på 42 000 tonn.



Bestand og fangst av rognkjeks.  
Stock size and landings of lumpfish.

Kontaktperson: Caroline Durif | caroline.durif@imr.no

## 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.

## Nøkkeltall:

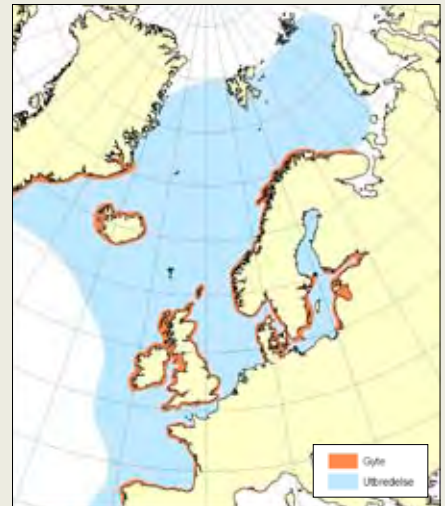
**KVOTERÅD:** Havforskningsinstituttet gir råd om å begrense totaluttaket til 400 tonn rogn

**KVOTE 2012:** 2 500 kg rå rogn per fartøy

**SISTE ÅRS FANGST:** 123 tonn rå rogn (410 tonn kjekser)

**NORSK FANGSTVERDI:** 18,8 mill. kroner

**ANTALL DELTAKENDE BÅTER (2011):** 173



## Fakta om bestanden:

Rognkjeks og rognkallen 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.

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.

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.

*Rognkjeks som rensefisk i lakseoppdrett.*

I den senere tid er rognkjeks blitt brukt som luseplukker i lakseoppdrett, og det er yngel av oppdrettede rognkjeks som blir brukt. Som alle nye arter i oppdrett, vil også denne arten ha sitt sett av utfordringer som må løses, men arten viser lovende takter som rensefisk. I motsetning til leppefisk kan rognkjeks brukes i hele landet siden den tolererer godt lave temperaturer.

# Rødspette



Foto: Ingunn E. Bakkevig

## Status og råd

Ifølge ICES er bestanden i god forfatning og høstes bærekraftig. Gytebestanden er over det dobbelte av føre-var-grensen og har nådd et rekordhøyt nivå, mens fiskedødeligheten er langt under føre-var-nivået. Rekrutteringen har i senere år vært stabil på omkring middels nivå. ICES anbefaler en kvote (konsumlandinger) på 97 070 tonn basert på EUs forvaltningsplan.

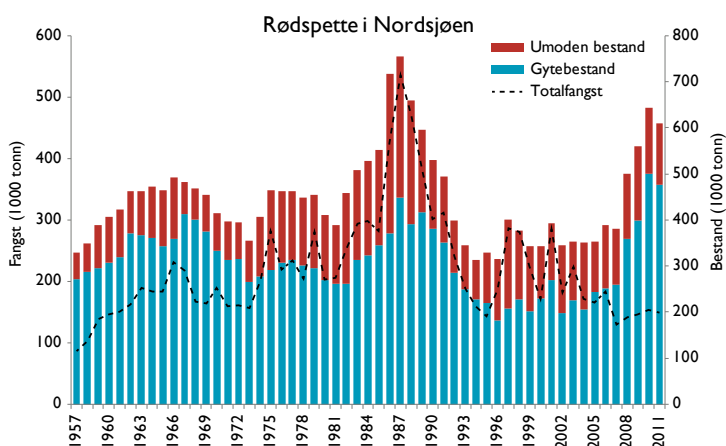
## Fiskeri

Av totalkvoten i Nordsjøen disponerer EU 93 % og Norge 7 %. Det er startet en prosess for å utvikle en felles forvaltningsplan for bestanden, og man er enig om hovedprinsippene. Rødspette i Skagerrak behandles som en egen bestand, men det er ingen bestandsanalyser.

I 2011 var totalkvoten 73 400 tonn og landingene var ca. 67 000 tonn, men i tillegg kom et utkast på litt over 40 000 tonn. Norge fisket bare 3 tonn. For 2012 var kvoten 84 410 tonn, herav 5 909 tonn til Norge.

Totalkvoten for 2013 er satt til 97 070 tonn i Nordsjøen og 9 142 tonn i Skagerrak. Av dette utgjør norsk kvote henholdsvis 6 795 og 183 tonn.

Rødspette blir i stor grad fisket sammen med tunge, og regnes da ofte som bifangst. Nederland dominerer fisket, men også Danmark og Tyskland tar betydelige fangster.



## Utvikling av rapportert fangst av rødspette i Nordsjøen.

Norsk fangst er så liten at den ikke synes i figuren.

Reported catch of European plaice in the North Sea.

Norwegian catches are too small to show in the figure.

## I NORDSJØEN

**Rødspette** – *Pleuronectes platessa*

**Familie:** Pleuronectidae (flyndrefamilien)

**Andre navn:** Flyndre

**Maks størrelse:** 0,5 m og 1 kg

**Levetid:** 20 år

**Leveområde:** Nordsjøen

**Gyteområde:** Sentrale og sørlige Nordsjøen

**Gytetidspunkt:** Januar–februar

**Føde:** Bunnedyr

## Nøkkeltall:

KVOTERÅD FOR 2013: 97 070 tonn

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE 2013:

97 070 tonn/6 795 tonn

TOTALFANGST/NORSK FANGST 2011:

67 386/3 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: Ca. 0,1 mill. kroner



## Fakta om bestanden:

Gytefeltene er i den sentrale og sørlige del av Nordsjøen. De yngste individene er konsentrert i grunne kystfarvann, særlig i den østlige delen. Som vanlig hos flatfisk vokser hunnen mye raskere enn hannen og blir betydelig større. Kjønnsmodningen inntreer vanligvis ved 2–3-årsalder, og senere for hunner enn for hanner.

Voksen rødspette vandrer hvert år mellom gyteområder i den sentrale og sørlige del av Nordsjøen og beiteområder noe lenger nord. Det er påvist at i hvert fall deler av denne vandringen foregår pelagisk.

Rødspette finnes i det østlige Atlanterhav fra Barentshavet i nord og sørover til Middelhavet og nordvestkysten av Afrika. Den er oppdelt i en rekke bestander, og bestanden i Nordsjøen er den klart største. Den finnes ned til ca. 200 m, og kan bli opptil 1 meter og 7 kilo, men i Nordsjøen er den sjelden over 0,5 kilo og 40 cm.





Foto: Thomas de Lange Wenneck

## NORDAUSTARTISK SEI

**Sei** – *Pollachius virens*

**Andre norske namn:** Kod, seikod, mort, palemort, grønspor, pale

**Familie:** Gadidae (torskefamilien)

**Maks storleik:** 20 kg og 130 cm

**Levetid:** Opptil 30 år

**Leveområde:** Langs norskekysten frå Stad til Kolahalvøya

**Hovudgyteområde:** På kystbankane frå Lofoten til Nordsjøen

**Gytetidspunkt:** Om vinteren med topp i februar

**Føde:** Raudåte, krill og andre pelagiske krepsdyr, sild, brisling, kolmule, augepål og hyseyngel

**Predatorar:** Sel og kval

**Særtrekk:** Opptre i tette konsentrasjonar, står ofte pelagisk der straumen konsentrerer byttedyra.

**Nøkkeltal:**

KVOTERÅD 2013: ICES: 164 000 tonn eller mindre

FASTSETT KVOTE 2013, TOTAL: 140 425 tonn,

NORSK: 122 625 tonn

FANGST 2012 (PROGNOSE): TOTAL: 150 000 tonn,

NORSK: 140 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2011): 1 070 millionar kroner

**Fakta om bestanden:**

Sei har ein kraftig og muskuløs kropp, og er ein god symjar. Han er lett å kjenne på det svake underbitet og den rette sidelinja. Sei førekjem både pelagisk og som botnfisk, på 0–300 meters djup. Sei opptre ofte i tette konsentrasjonar og står pelagisk der straumen konsentrerer byttedyra.

Hovudføda for den yngste seien er raudåte, krill og andre pelagiske krepsdyr, medan eldre sei i aukande omfang også beiter på sild, brisling, kolmule, augepål og hyseyngel. Seien er ein utprega vandrefisk som dreg på nærings- og gytevandringar. Stor sei følgjer norsk vårgytande sild langt ut i Norskehavet, av og til heilt til Island og Færøyanne. Dei viktigaste gytefelta i norske farvatn er utanfor Lofoten, bankane utanfor Helgeland, Møre og Romsdal og bankar i den nordlege Nordsjøen. Egg og larver blir førte nordover med straumen. Yngelen etablerer seg i strandsona langs kysten frå Vestlandet og nordover til søraustleg del av Barentshavet og vandrar ut på kystbankane som 2–4-åring.

Sei finst berre i Nord-Atlanteren. I den vestlege delen er det ei lita stamme på grensa mellom Canada og USA. Seien i det nordaustlege Atlanterhavet blir delt i seks bestandar med hovudområde vest av Irland, vest av Skottland, ved Færøyanne, ved Island, i Nordsjøen og på norskekysten nord for 62°N.

Merkeforsøk viser at det er vandringar mellom bestandane. Frå norskekysten kan det vera omfattande utvandring av ungsei frå dei sørlege områda til Nordsjøen og av eldre fisk frå meir nordlege område til Island og Færøyanne. Det er få eksempel på innvandring av sei til norskekysten.

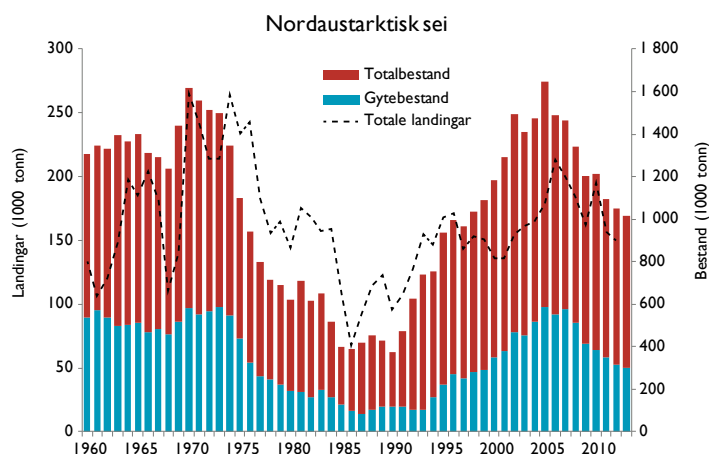
**Status og råd**

Seibestanden nord for 62°N var på eit historisk høgt nivå i 2001–2007, men det er sidan registrert ein bratt nedgang i både umoden bestand og gytebestand (figur). Årsklassane 1999 og 2002 var gode, og 2005- og 2007-årsklassane litt over snittet for 1960–2010, elles har rekrutteringa i seinare år vore under middels eller svak. Kysttoktet hausten 2012 viste ein liten auke i mengda sei, med eit større innslag av to og tre år gamal fisk som kan gje grunnlag for betre rekruttering til fiske og gytebestand i dei næraste åra.

Det vart i 2007 innført ein ny haustingsregel for nordaustarktisk sei, som ICES evaluerte til å vera i tråd med føre-var-tilnærminga. Ifølgje haustingsregelen vil gytebestanden med rekruttering rundt eller under langtidsgjennomsnittet koma enno nærmare føre-var-nivå (220 000 tonn) dei næraste åra. Havforskningsinstituttet har derfor tilrådd at utnyttingsgraden ikkje vert sett høgare enn utnyttingsgraden for maksimalt langtidsutbytte. Fiskeri- og kystdepartementet har fastsett kvoten for 2013 til 140 000 tonn, som er 15 % lågare enn det utnyttingsgraden i haustingsregelen ville gje.

**Fiskeri**

Utbyttet av seifisket nord for 62°N var på 162 000 tonn i 2009, 193 000 tonn i 2010 og 157 000 tonn i 2011 (figur). Gjennomsnittsutbyttet for 1960–2011 var på 163 000 tonn. Kvoten for 2012 blei fastsett til 164 000 tonn, og total fangst blir på vel 150 000 tonn. 2013-kvoten på 140 425 tonn er 15 % lågare enn både 2012-kvoten og gjennomsnittsutbyttet for 1960–2011. Noreg dominerer fisket med over 90 % av landingane dei siste åra, og norsk utbytte i 2012 ser ut til å bli på vel 140 000 tonn. Det gjennomsnittlege norske utbyttet i perioden 1960–2011 var på 137 000 tonn. Dei ti siste åra har trålfisket stått for 40 % av dei norske landingane, not 25 %, garn 20 % og line, snurrevad og jukse 15 %.



**Bestand og fangst av nordaustarktisk sei.**  
Stock size and landings of Northeast Arctic saithe.



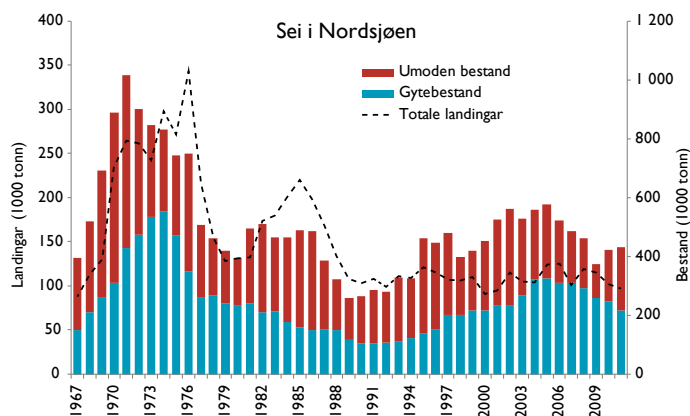
Foto: MAREANO

### Status og råd

På grunn av uklare bestandsgrenser vert sei vest av Skottland og i Nordsjøen/Skagerrak slått saman når ein skal rekna ut bestandsstorleik, fiskedøying og kvote. ICES konstaterer at gytebiomassen har gått nedover sidan 2005 og har nærma seg føre-var-nivået på 200 000 tonn. Rekrutteringa i seinare år har vore svært låg. Fiskedøyinga har gått ned og ligg no under føre-var-nivået. Ut ifrå eit gjennomsnitt for 1993–1998 vert 90,6 % av fangsten i prognosane fordelt til området Nordsjøen/Skagerrak når kvoten vert delt. Tilrådd kvote i 2013 er i samsvar med forvaltingsplanen og er 91 220 tonn i Nordsjøen/Skagerrak og 9 464 tonn i området vest for Skottland og Rockall. Dette skal gje ein gytebestand på 252 000 tonn i 2014 og ei fiskedøying (0,26) som er litt lågare enn den som sikrar eit høgt langtidsutbytte (0,30). Låg rekruttering og låg individuell vekst viser at produktiviteten har gått ned i bestanden, men veksten viser no teikn til betring.

### Fiskeri

Sei vest for Skottland og sei i Nordsjøen/Skagerrak vert haldne åtskilde i forvaltninga. Seien vest av Skottland vert forvalta av EU åleine. Totalkvota av sei i Nordsjøen/Skagerrak vert delt mellom EU (48 %) og Noreg (52 %) og fastsett gjennom årlege forhandlingar. Partane er einige om ein forvaltingsregel som seier at om lag 1/4 av den bestanden som det kan fiskast på (3 år og eldre fisk) kan fiskast så lenge gytebestanden er over føre-var-nivået. I 2011 var totalkvota 103 000 tonn. Totalkvota for 2012 var 87 550 tonn (79 320 tonn i Nordsjøen/Skagerrak). Av dette utgjorde den norske kvota 41 246 tonn. Seien vert for det meste teken med trål (ca. 85 %), mens litt over 5 % vert teken med not langs kysten av Vestlandet. Også i EU vert sei hovudsakleg teken med trål. Frankrike, Tyskland, Skottland og Danmark dominerer EU sitt fiske.



Bestand og fangst av sei i Nordsjøen/Skagerrak og vest av Skottland.  
Stock size and landings of saithe in the North Sea/Skagerrak and west of Scotland.

## I NORDSJØEN/SKAGERRAK OG VEST AV SKOTTLAND

Sei – *Pollachius virens*

**Familie:** Gadidae (torskefamilien)

**Andre namn:** Mort, seimort, pale, kod, seikod

**Maks storleik:** 115 cm og 20 kg

**Levetid:** 20 år

**Leveområde:** Nordsjøen/Skagerrak

**Gyteområde:** Eggakanten frå vest av Shetland til Vikingbanken

**Gytetidspunkt:** Februar–mars

**Føde:** Ungfisk et mest krill, mens eldre et mest fisk

### Nøkkeltal:

KVOTERÅD FOR 2013: 100 684 tonn

(av dette 91 220 i Nordsjøen/Skagerrak)

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE i Nordsjøen/Skagerrak

2013: 91 220 tonn/47 434 tonn

TOTALFANGST/NORSK FANGST Nordsjøen/Skagerrak

2011: 89 704 tonn/46 800 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: 350 millioner kroner



### Fakta om bestanden:

Nordsjøseien gyt i februar–mars på djup mellom 150 og 200 meter frå vest av Shetland, Tampen og til Vikingbanken. Larvene driv først sørover langs vestkanten av Norskerenna, men blir så førde tvers over kyststraumen. Seiungel finst for det meste på Vestlandet, men av og til dukkar yngelen opp langs Skagerrakkysten, særleg når det er gode årsklassar. Den første tida lever seien i fjæra, men trekk etter kvart ut på djupare vatn. Tidleg vår vandrar svolten ungesi ut frå kysten over Norskerenna til Nordsjøen. Her et seien framleis ein del krill, men augepål, sild og annan fisk vert meir og meir viktig. Første hausten er seien ca. 20 cm, og som treåring er han 35–40 cm. Seien blir kjønnsmoden fire til seks år gammal. Om vinteren er den kjønnsmodne seien konsentrert på gytefeltet vest for Shetland og mellom Shetland, Tampen og Vikingbanken. Umoden sei er konsentrert langs vestkanten av Norskerenna, særleg omkring Statfjordfeltet og ved Egersundbanken og søraustover. Om sommaren finn vi sei over heile Nordsjøplatået nord for ca. 57°N. Ettersom det finst lite eitt og to år gammal sei i Nordsjøen, er bestanden langt mindre utsett for utkast av småfisk enn dei andre botnfiskartane i Nordsjøen. Sei er i hovudsak ein botnfisk, sjølv om han også førekjem i dei frie vassmassane. Stimar av ungesi kan ofte sjåast i dei øvre vasslaga inne ved kysten, mens eldre sei gjerne går djupare. Seien er ein atlantehavsfisk. Vi finn bestandar i Nordsjøen, vest av Skottland, ved Færøyane, Island og langs norskekysten nord for 62°N. Sei kan førekoma så langt sør som til Biscaya. Det er også sei på austkysten av Nord-Amerika. Seien kan vandra mykje på jakt etter mat. Merkeforsøk har vist at det til tider er markant utveksling av fisk mellom dei forskjellige bestandane i det nordaustlege Atlanterhavet.





Foto: E. Grønningseter

**Status og råd**

Basert på tellinger foretatt i 1998–2003 ble det beregnet at østisbestanden av grønlandssel hadde en årlig produksjon av unger på rundt 360 000 dyr. Dette innebærer en totalbestand på rundt 2,2 millioner dyr. Tellinger foretatt i perioden 2004–2010 kan imidlertid tyde på en betydelig reduksjon i ungeproduksjonen. Tellingene i 2009 og 2010 ga en estimert ungeproduksjon på rundt 160 000. Dette indikerer at totalbestanden nå ikke teller mer enn rundt 1,4 millioner dyr. Så langt finnes det ingen fullgod forklaring på denne mulige bestandsnedgangen, men det kan ikke utelukkes at både vanskelige isforhold i Kvitsjøen etter 2003 og redusert fertilitet hos voksne hunner kan ha bidratt. Muligens kan deler av bestanden ha trukket til nye og så langt ukjente kasteplasser utenfor Kvitsjøen. Dette må utredes de nærmeste år.

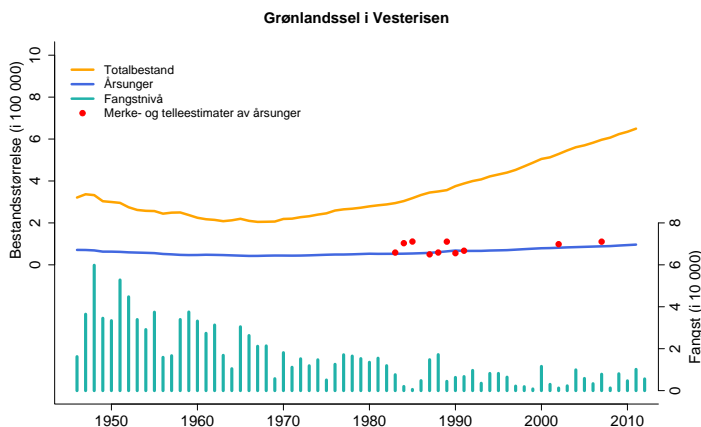
I Vesterisen ligger grønlandsselens årlige ungeproduksjon på ca. 110 000 individer, som tilsvarer en totalbestand på 650 000 dyr. ICES' forvaltningsråd innebærer vanligvis en årlig fangst som med stor sannsynlighet vil stabilisere bestanden over en tiårsperiode. Nåværende bestandsestimat for grønlandssel i Vesterisen er det største som er observert.

ICES har derfor åpnet for en tidsavgrenset beskatning over likevektsnivå for å redusere bestanden. Konklusjonen fra Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon for sesongen 2013 følger rådene fra ICES. I Vesterisen ligger likevektsnivået på 16 737 ett år gamle og eldre dyr, eller et ekvivalent antall unger, der to unger balanserer én eldre sel. Dersom målsetningen er bestandsreduksjon kan tallet økes til 25 000 over en tiårsperiode. I Østisen ligger anbefalt fangstnivå på 15 827 ett år gamle og eldre dyr, også her balanserer to unger én eldre sel.

I 2000 sa Russland fra seg sine mangeårige kvoter i Vesterisen. Disse kvotene har derfor i sin helhet vært forbeholdt norske selfangere fra og med 2001. For fangsten i Østisen ble det i 2012 oppnådd enighet i Fiskerikommisjonen om at Norge kan ta ut 7 000 voksne grønlandssel av den totale kvoten for 2013.

**Fangsten**

Den kommersielle fangsten av grønlandssel drives i Vesterisen (Grønlandshavet ved Jan Mayen) og i Østisen (den sørøstlige delen av Barentshavet/Kvitsjøen). Det er kun norske og russiske selfangere som har drevet fangst på disse feltene i moderne tid. Kvotefastsettelsen for fangsten i 2012 fulgte rådgivningen fra ICES for grønlandssel i Vesterisen. To norske båter drev fangst i Vesterisen i 2012, i Østisen var det ingen norsk fangst. Fangstuttaket for grønlandssel i Vesterisen for årene 1946–2012 er gitt i figur som også viser modellert bestandsutvikling.



Beregnet bestandstørrelse for grønlandssel i Vesterisen 1946-2011 og fangstnivå 1946-2012. Modelled population size of harp seals in the Greenland Sea, 1946-2011 and catch level 1946-2012.

Kontaktpersoner: Tore Haug | tore.haug@imr.no og Tor Arne Øigård

**Grønlandssel – *Pagophilus groenlandicus***

**Andre norske navn:** Sel og russekobbe, dessuten ulike navn på aldersstadier: kvitunge (diende), svartunge (avvent årsunge), brunsel (umoden ungsel), gammelhund (moden sel).

**Familie:** Phocidae (ekte seler)

**Maks størrelse:** Om lag 200 kg og 1,9 meter

**Levetid:** Kan bli over 30 år

**Leveområde:** Nord-Atlanteren

**Kastetidspunkt:** Mars

**Føde:** Fisk og krepsdyr

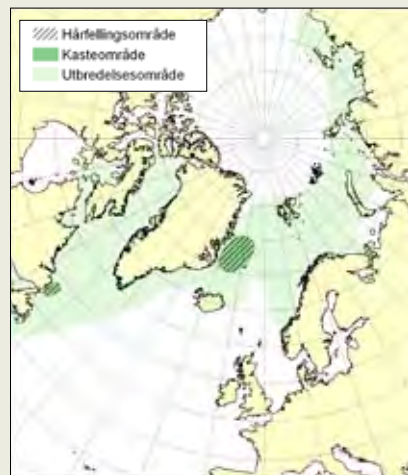
**Nøkkeltall:**

**KVOTE 2013:** 16 737 (eller 25 000 hvis kontrollert bestandsreduksjon er ønsket) 1+ dyr i Vesterisen, 15 827 1+ i Østisen (eller et tilsvarende antall unger, der to unger balanserer en 1+ sel)

**NORSKE KVOTER 2013:** Hele kvoten i Vesterisen, 7 000 1+ dyr i Østisen

**FANGST 2012:** 5 593 dyr (hvorav 3 740 unger) i Vesterisen; 9 voksne dyr i Østisen (urbefolkningsfangst).

**FANGSTVERDI:** Fangsten er for tida ulønnsom. Fangstverdi utgjør 20–30 % av førstehånds inntektsgrunnlag, resten finansieres ved statlige tilskott.



**Fakta om bestanden:**

Grønlandsselen lever i de arktiske delene av Nord-Atlanteren, først og fremst knyttet til områder med drivis. Deler av året kan man også støte på dyrene i åpent farvann. Grønlandsselen deles inn i tre ulike bestander. Disse har atskilte kaste- og hårfellingsområder (kaste = føde) på drivis ved Newfoundland, Canada (nordvestatlanterbestanden), i Grønlandshavet mellom Jan Mayen og Grønland (vesterisbestanden) og i Kvitsjøen og det sørøstlige Barentshavet (østisbestanden). Utenom kaste- og hårfellingsperioden i mars–mai gjennomfører grønlandsselene betydelige vandringer etter føde. Vesterisbestanden bruker områdene rundt Svalbard og de nordlige delene av Barentshavet som beiteområder i juli–desember, ellers holder disse dyrene seg i Grønlandshavet og Danmarkstredet. Østisbestanden drar normalt på beitevandring om våren og tidlig på sommeren (mai–juni), slik at dyrene om sommeren og høsten forekommer sammen med vesteris-selene både i åpne farvann og langs driviskanten ved Svalbard og i resten av det nordlige Barentshavet. I november trekker østis-selene sørover igjen, og fra desember til mai finner man dem som regel i de sørøstlige delene av utbredelsesområdet.

Grønlandsselene blir vanligvis kjønnsmodne i 4–8-årsalderen, men det er observert variasjoner som antakelig kan knyttes til endringer i bestandstørrelsen og økosystemets bæreevne.



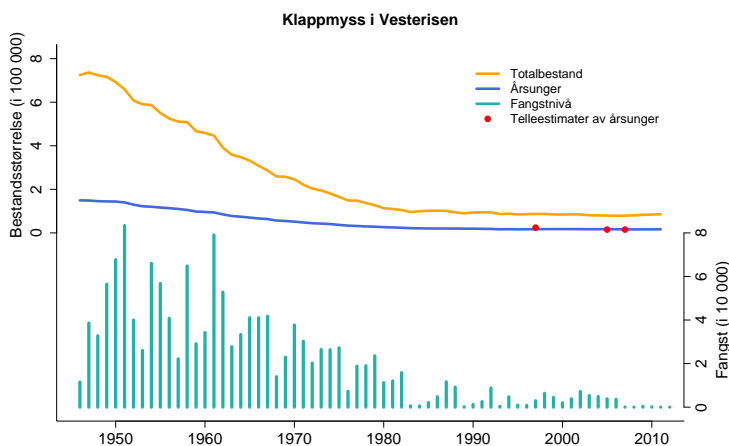
**Status og råd**

I 2007 ble det gjennomført et talletokt for å beregne ungeproduksjonen hos klappmyss i Vesterisen. Resultatet (16 140 unger) var ikke signifikant forskjellig fra tellinger gjort under lignende tokt i 2005, men betydelig lavere enn i 1997. De siste tellingene tilsier en beregnet totalbestand på mellom 85 000 og 106 000 dyr. Klappmyssbestanden i Vesterisen avtok betydelig i perioden fra slutten av 1940-tallet og fram til rundt 1980. Etter dette ser det ut til at bestanden har stabilisert seg på et lavt nivå, som antakelig ikke er mer enn 10–15 % av nivået for 60 år siden.

I tiårene fram mot 2005 anså ICES de lave fangstnivåene for klappmyss i Vesterisen som bærekraftige. Den observerte nedgangen i ungeproduksjon og generelt lave bestandsnivå over flere tiår gjør at ICES konkluderer med at fortsatt fangst kan medføre at bestanden ikke klarer å ta seg opp igjen. I verste fall kan den reduseres ytterligere. All fangst av klappmyss i Vesterisen ble derfor stoppet fra og med sesongen 2007. Unntatt fra dette forbudet er en begrenset fangst til forskningsformål. Den blandete norsk-russiske fiskerikommisjon har fulgt rådet fra ICES, som også er i tråd med Havforskningsinstituttets anbefaling. Fangststoppen videreføres i 2013.

**Fiskeri**

I den tradisjonelle norske selfangsten på ishavet har fangst av klappmyssunger (blueback) i Vesterisen vært et viktig element. På grunn av usikkerhet om bestandssituasjonen ble det ikke åpnet for ordinær fangst av klappmyss i Vesterisen i 2007–2012. Fangstuttaket av klappmyss for årene 1946–2012 er gitt i figur som også viser modellert bestandsutvikling.



Beregnet bestandsstørrelse for klappmyss i Vesterisen i perioden 1946–2011 og fangstnivå i perioden 1946–2012.

Modelled population size of hooded seals in the Greenland Sea (1946–2011) and catch level (1946–2012).

**Klappmyss – *Cystophora cristata***

**Andre norske navn:** Ulike navn på kjønn/aldersgrupper: blueback (årsunge), gris (1–2 år), mus/klappmus (voksen hunn), kall/hettakall (voksen hann)

**Familie:** Phocidae (ekte seler)

**Maks størrelse:** Hunnene om lag 350 kg og 2,2 meter, hannene 400 kg og 2,7 meter

**Levetid:** Kan bli over 30 år

**Leveområde:** Nord-Atlanteren

**Kastetidspunkt:** Mars

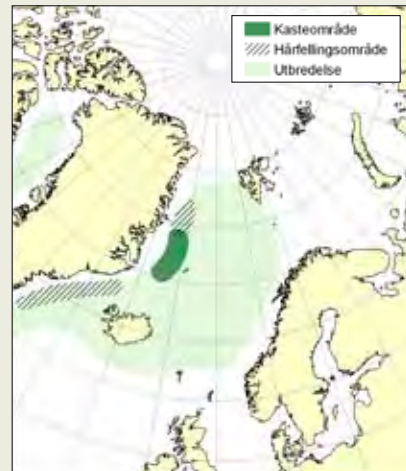
**Fødevaner:** Blekksprut og fisk (særlig polartorsk, lodde, uer og blåkveite)

**Nøkkeltall:**

KVOTE 2012: Fredet i Vesterisen fra 2007

FANGST 2012: 21 dyr (hvorav 15 unger) tatt til forskningsformål

FANGSTVERDI: Ingen



**Fakta om bestanden:**

Klappmyssen er utbredt i de arktiske og tempererte delene av Nord-Atlanteren. De voksne dyrene samles i konsentrasjoner på drivisen i kasteperioden i mars. Ungene blir født og oppholder seg på isen under dieperioden, som varer i 4–5 dager. Hunnene ligger sammen med ungene i hele dieperioden og forsvarer avkommet intenst mot alle inntrengere. Dette gjelder også hvis voksne hanner blir for nærgående. Hannene utkjemper på sin side en kamp seg imellom, som ender med at en hunn med unge får selskap på flaket av den seirende hannen. Selfangerne har i alle år kalt slike trioer for en familie – i moderne terminologi er dette for så vidt riktig, ettersom hannen med meget stor sannsynlighet ikke er far til ungen som ligger på flaket. Siden paringen skjer umiddelbart etter avvenning, antakelig i sjøen, er det derimot sikkert at han blir far til hunnens neste unge. Etter avvenning og paring forlater hunnene ungene for godt.

Vesterisbestandens kasteområde ligger i Grønlandshavet mellom Jan Mayen og Grønland. I april måned forlater de voksne klappmyssene kasteområdene og drar på jakt, men fra midten av juni til midten av juli er de igjen samlet på drivis på Grønlands østkyst for hårfelling. Utenom kaste- og hårfellingsperiodene foretar de herfra til dels lange beitevandring på 1–3 måneder til fjerntliggende områder sørvest av Island, vest av Irland, rundt Færøyene, langs Eggakanten utenfor norskekysten og helt opp til Svalbard.

Klappmyssen er en utpreget dypdykker, og menyen viser at de fleste dykk går ned til 100–600 meter. Arten livnærer seg særlig av blekksprut, men også av lodde, polartorsk og dyptlevende bunnfisk som uer og blåkveite. I likhet med andre arktiske selarter bygger klappmyssen opp energireserver i form av spekk i perioder med god mattilgang. I kaste- og hårfellingsperioden spiser den lite. På tampen av disse periodene er derfor spekklaget tynt og må bygges opp igjen ved intensivt fødeinntak.

**Kontaktpersoner:** Tore Haug | tore.haug@imr.no og Tor Arne Øigård





Foto: R. Barrett

### Status og råd

Havert og steinkobbe betegnes som kystsel og lever i kolonier langs norskekysten. Begge artene beskattes i kvoteregulert jakt. Forvaltningen er basert på landsdekkende tellinger av bestandene hvert femte år. I Stortingsmelding nr. 46 (2008–2009) tilrås Regjeringen en tilpasning av jaktkvotene slik at antall steinkobber skal være ca. 7000 dyr under tellingene i hårfellingsperioden. Havertbestandens nivå skal tilpasses en årlig produksjon av ca. 1200 unger. I de nye forvaltningsplanene for steinkobbe og havert er det lagt opp til strategier for hvordan fangsten skal reguleres i henhold til om bestandene er større eller mindre enn de politiske målnivåene.

Steinkobbe tilbringer mest tid på land i hårfellingstiden (august) og derfor kartlegges bestanden i denne perioden. Kartleggingen gjøres ved flyfotografering og visuelle tellinger på alle kjente lokaliteter. Tellingene gjennomføres på dagtid og ved full fjære, fortrinnsvis under gode værforhold siden det da ligger flest dyr på land. Under tellingene i 1996–1999 ble det registrert ca. 7500 steinkobber langs norskekysten. Etter å ha korrigert for sel som var i sjøen, ved bruk av omregningsfaktorer fra svenske og norske undersøkelser, ble den totale bestanden av steinkobbe i Norge anslått til å være ca. 10 000 individer i 1999. I 2003–2006 ble det registrert ca. 6700 dyr, noe som indikerte en årlig reduksjon i bestanden på om lag 1,5 % sammenlignet med 7500 registrerte dyr. Reduksjonen i bestanden sammen med relativt høy beskatning medførte at steinkobbe ble listet som sårbar på Norsk rødliste 2006, dvs. at det er 10 % sannsynlighet for at arten forsvinner fra norske områder innen hundre år dersom nåværende beskatningsgrad vedvarer.

Nye tellinger i 2011 tyder på en økning i antallet steinkobber på Vestlandet siden tellingene i 2003–2006. I Rogaland var bestanden på nesten 500 dyr (likt målnivået), i Sogn og Fjordane rundt 550 (under målnivået på 670) og i Møre og Romsdal nesten 700 steinkobber (under målnivået på 1000). I Østfold viser årlige tellinger at bestanden er 250–300 dyr, mens det i området Vestfold–Aust-Agder kun ble registrert rundt 50 steinkobber i august 2010. Resultater fra resten av kysten ventes i 2013. I tillegg til steinkobbene langs Norges fastlandskyst, finner vi verdens nordligste bestand av steinkobbe ved Prins Karls Forland på Svalbard. Denne isolerte bestanden er fredet, og er nylig anslått til å utgjøre nesten 2000 individer.

Havertenes årlige ungeproduksjon finnes ved å telle og merke unger i alle kaste koloniene langs norskekysten. I tillegg har også flyfotografering vært brukt i noen områder. Det er nylig blitt utviklet en bestandsmodell for havert i Norge, hvor alle ungetellinger og registrerte fangster siden 1979 inngår. Modellen inkluderer også alder ved kjønnsmodning, drektighetsrate, naturlig dødelighet og beregnet bifangst av havert i fiskeredsaker. Havertbestanden i Norge ble i 1960–70-årene anslått til å være mellom 3000 og 4000 dyr. Modellkjøringene tyder på at bestanden har økt i løpet av de siste 30 årene til en totalbestand på ca. 8700 dyr i 2011. Det må skaffes nye data for ungeproduksjonen for å kunne verifisere modellen, særlig i områder der det har vært relativt stor fangst. Målet er at modellen og oppdaterte data skal brukes til å beregne fangspotensialet for havert, og dermed danne grunnlaget for råd om kvoter.

Til nå har instituttet anbefalt jaktkvoter på 5 % av bestandsanslagene for både steinkobbe og havert (tilnærmet likevektsbeskatning), og som tar hensyn til at det er en betydelig bifangst av kystsel i fiskeriene. I områder med konflikter mellom sel og fiskerier har det vært tilrådd inntil 30 % økning av den anbefalte kvoten. Dokumenterte konflikter i fiskerier som følge av kystselenes tilstedeværelse mangler imidlertid langs norskekysten.

### KYSTSEL

**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

**Hårfelling:** August–september

**Levealder:** Ca. 35 år

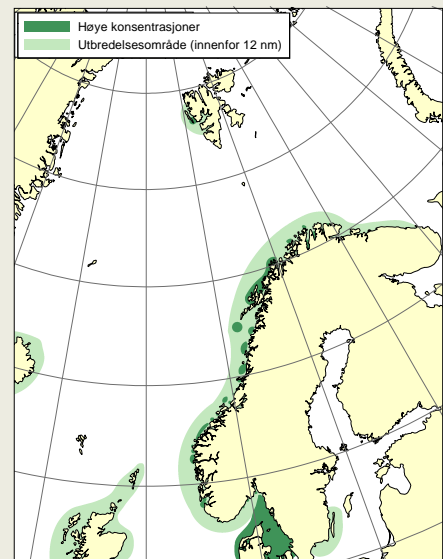
**Leveområde:** Langs kystene av det nordlige Stillehavet og Atlanterhavet. I Norge er det kolonier langs hele kysten og ved Forlandet på Svalbard. Arten oppholder seg helst på litt beskyttede lokaliteter i skjærgården (skjær og sandbanker som tørrlegges ved fjære sjø). Den er et utpreget flokkdyr.

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

**Annet:** Sprer torskekevis

**Antall:** Minimum 6700 i 2003–2006, forvaltningsmål 7000 steinkobber

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



Figuren viser omtrentlig utbredelse av steinkobbe. Mørk grønn farge indikerer områder med faste kolonier hvor reproduksjon og hårfelling foregår.

The figure indicates harbour seals distribution. Dark green colour indicates reproduction and moulting areas.

### Fakta om bestanden:

Steinkobbene er utbredt langs hele norskekysten, men tettheten er størst i Sør-Trøndelag og Nordland. De lever i grupper fra noen titalls dyr til større kolonier på noen hundre individer. Steinkobbe føder unger i slutten av juni. Ungene er godt utviklet når de blir født, og går gjerne i sjøen første dag. Steinkobbene er relativt stasjonære og forvaltes derfor fylkesvis. Merkeforsøk med enkle sveimerker og med elektronisk GPS/GSM-teknologi har vist utbredelsesområder på omkring 70–80 km for steinkobbe, noe som indikerer at det kan finnes mange lokale bestander langs kysten. Dette støttes også av foreløpige resultater fra DNA-analyser, som blant annet viser en tydelig genetisk differensiering mellom steinkobbe i Porsangerfjorden og tilgrensende områder i Vest-Finnmark. Landsomfattende innsamling av DNA for å avklare bestandsforhold er startet.



Foto: M. Polermann

### Fangst og bifangst

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 i noen områder. Lokale fredninger av begge arter har også vært innført i samband med områdefredninger (naturreserver). I 1996 ble "Forskrift for forvaltning av sel på norskekysten" innført. Den skal sikre livskraftige selbestander langs kysten. 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 fastsatte kvoter (tabell), men i 2003 økte Fiskeri- og kystdepartementet kvotene betydelig i forhold til tidligere. I tillegg ble det innført kompensasjon for fangst av havert langs hele utbredelsesområdet og for steinkobbe i Troms og Finnmark, og senere sør til Møre og Romsdal. Dette har ført til en økning i fangsten av begge artene, men den rapporterte fangsten er likevel noenlunde innenfor nivåene for Havforskningsinstituttets anbefalte kvoter, med unntak av steinkobbe fanget i 2006–2009 (se tabell).

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

### Kvoter og fangst av steinkobbe og havert langs norskekysten i 1997–2012.

Kvotene anbefales av Havforskningsinstituttet og fastsettes av Fiskeridirektøren.

*Quotas and catches of harbour and grey seals along the Norwegian coast in 1997–2012. The Directorate of Fisheries sets the quotas after recommendation by the Institute of Marine Research.*

	STEINKOBBE (HARBOUR SEAL)			HAVERT (GREY SEAL)		
	Anbefalt kvote	Gitt kvote	Fangst	Anbefalt kvote	Gitt kvote	Fangst
1997	230	230	60	260	260	36
1998	242	242	83	267	319	34
1999	288	370	308	268	373	130
2000	380	438	359	625	625	176
2001	473	508	466	285	625	105
2002	504	508	412	285	355	110
2003	511	949	457	355	1186	353
2004	511	949	549	368	1186	302
2005	550	989	614	400	1216	379
2006	305	750	660	400	1536	329
2007	350	860	905	360	1186	456
2008	350	860	900	410	1040	458
2009	350	704	585	410	1040	516
2010	413	470	159	460	1040	362
2011	460	460	230	460	1040	111
2012	435	435	355	460	460	64

Kontaktpersoner: Kjell Tormod Nilssen | kjell.tormod.nilssen@imr.no og Arne Bjørge

## KYSTSEL

**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

**Hårfelling:** 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.

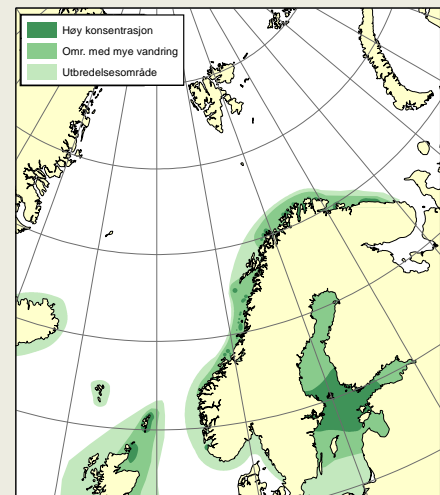
**Annet:** Er hovedvert for parasitten torskekevis.

Kan skape problemer for fiskere og fiskeoppdrettere ved at den kan spesialisere seg på å hente mat i garn, line og merder.

**Antall:** Totalbestand (inkl. unger) ca. 8700, forvaltningsmål er en bestand som årlig produserer ca. 1200 unger.

**Total ungeproduksjon:** 1200–1300 i 2006–2008.

**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.



Figuren viser omtrentlig utbredelse av havert. Områder hvor reproduksjon og hårfelling foregår er indikert med mørk grønn farge.

*The figure indicates grey seal distribution. Dark green colour indicates reproduction and moulting areas.*

### Fakta om bestanden:

Havert finnes med varierende grad av tetthet på de ytterste holmer og skjær fra Rogaland til Finnmark. Haverten er lett kjennelig med hestelignende hode og lang snute. Ungene blir født med hvit fosterpels, og veier 15–20 kg ved fødselen. Dieperioden varer mellom to og tre uker, i løpet av denne tiden øker ungene vekten til 40–60 kg. Havertene er flokkdyr som danner kolonier, særlig i forbindelse med ungekasting (fødsel), parring og hårfelling. Havertene har faste lokaliteter langs kysten hvor kastingen foregår. I området mellom Froan i Sør-Trøndelag og Lofoten er havertens kasteperiode fra midt i september til slutten av oktober, mens havert i Troms og Finnmark, samt i Rogaland, føder unger fra midt i november til midt i desember. Havert blir forvaltet regionalt innenfor områdene Lista–Stad, Stad–Lofoten og Vesterålen–Varanger. Genetiske undersøkelser hos havert viser en klar differensiering mellom de tre forvaltningsområdene.





Foto: Jan de Lange

## NORDSJØSILD

**Nordsjøsild** – *Clupea harengus*

**Familie:** Clupeidae

**Maks størrelse:** Sjelden større enn 35 cm og 0,4 kg

**Levetid:** Sjelden mer enn 15 år

**Leveområde:** Nordsjøen, Skagerrak og Kattegat

**Hovedgyteområde:** Nordvestlige Nordsjøen (Shetland)

**Gyteperiode:** Fra august til januar

**Føde:** Dyreplankton

**Særtrekk:** Silda begynner å stime når den er 3–4 cm lang

**Nøkkeltall:**

KVOTE 2013: 478 000 tonn

KVOTE 2012: 405 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 660 mill. kroner

(Kilde: Sildelaget)



**Fakta om bestanden:**

Nordsjøsild er en pelagisk stimfisk som finnes i Nordsjøen, Skagerrak og Kattegat. Det er både høst-, vinter- og vårgytende sild i området, men den høstgytende nordsjøsilda dominerer.

Silda er en nøkkelart i Nordsjøen; viktig som predator på kopepoder og som bytte for andre fiskebestander, sjøfugl og sjøpattedyr. Nordsjøsilda begynner å bli kjønnsmoden når den er 2–3 år, men andelen modne ved alder vil variere fra år til år, avhengig av fødetilgang og vekst. Sild gyter på bunnen, og er avhengig av et spesielt bunnsstrat for å gyte. Hver hunn produserer mellom 10 000 og 60 000 egg, avhengig av fiskens lengde. Eggene gytes og befruktes like over bunnen, synker og kleber seg fast i sand, grus, stein, tang og tare. Larvene klekkes etter 15–20 døgn. De nyklekte larvene stiger opp i de øvre vannlagene hvor de driver med strømmen til oppvekstområder i sørøstlige Nordsjøen og Skagerrak–Kattegat. Her holder de seg til de blir kjønnsmodne og vandrer mot gyteområdene vest i Nordsjøen.

**Status og råd**

Bestanden av høstgytende nordsjøsild har full reproduksjonskapasitet og høstes bærekraftig. Gytebestanden høsten 2012 er beregnet til 1,71 millioner tonn. Årsklassene 2002–2007 og 2011 er beregnet å være blant de svakeste siden slutten av 1970-årene, og 2008–2010-årsklassene gjennomsnittlige. Etter de to sterke årsklassene 1998 og 2000 er det nå altså tre gjennomsnittlige og sju svake årsklasser som rekrutterer til gytebestanden. For å forvalte bestanden bærekraftig har en redusert fisket både på ungsild og voksne. ICES vurderer at bestanden fremdeles er i en fase med lav produktivitet.

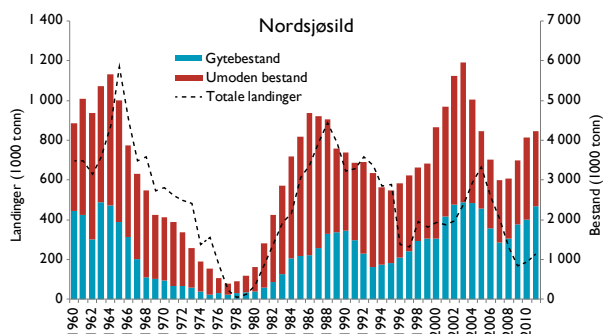
ICES evaluerte høstingsregelen for nordsjøsild våren 2011 og konkluderte med at regelen var konsistent både med føre-var- og MSY-tilnærmingen. En ny bestandsvurderingsmodell ble tatt i bruk i 2012, noe som medførte en økning i estimert bestandsnivå og et behov for en ny vurdering forvaltningsplanen. Gjeldende forvaltningsplan ble imidlertid vurdert som føre var, og anbefalt kvote for 2013, 465 750 tonn, er basert på denne. Totalkvoten for 2013 ble satt til 478 000 tonn, med 138 620 tonn til norske fartøyer. Bifangstknoten til EU ble satt til 14 400 tonn.

**Fiskeri**

Sildefisket i Nordsjøen foregår i et direkte fiske med ringnotfartøy og trålere, og som bifangst i industritrålfisket. Det norske fisket skjer hovedsakelig med ringnot. EU-flåten får en egen bifangstkvote, mens bifangst av sild i det norske fiskeriet avskrives mot den norske kvoten for direkte fiske. Totalkvoten for direkte fiske på sild i 2012 var 405 000 tonn. EU-flåtens bifangstkvote var på 17 900 tonn. Den norske kvoten utgjorde 117 450 tonn.

Internasjonale fangster i 1960–2011 har variert mellom 11 000 tonn og 1,2 millioner tonn, med et gjennomsnitt på 490 000 tonn (figur). Det er flere nasjoner som fisker sild i Nordsjøen. Danmark, Norge og Nederland tar brotparten av fangstene. Fangstene i det norske sildefisket har ligget mellom 2 200 (1980) og 605 000 tonn (1965), i gjennomsnitt i underkant av 120 000 tonn.

Tidlig på 1960-tallet tok man i bruk kraftblokk i sildefisket, og dette ga en mangedobling i utbytte. Allerede i siste halvdel av 1960-årene førte dette til en sterk reduksjon av bestanden. På 1970-tallet kollapset bestanden og fisket ble stengt i 1977. Bestanden og fangstene økte utover 1980-årene til en ny topp i 1988. De påfølgende årene kom det strenge restriksjoner på uttak av småsild. EU og Norge avtalte en høstingsregel for nordsjøsild som ble innført fra 1998 og revidert i 2004. Dette viste seg å gi en forsvarlig forvaltning av bestanden til det kom en periode med svært dårlig rekruttering. I 2008 ble gjeldende høstingsregel evaluert og ikke funnet bærekraftig. Den ble erstattet av en ny revidert høstingsregel (vurdert av ICES som bærekraftig) høsten 2009.



**Bestand og fangst av nordsjøsild.**

Stock size and landings of North Sea herring.

Kontaktpersoner: Cecilie Kvamme | cecilie.kvamme@imr.no og Else Torstensen

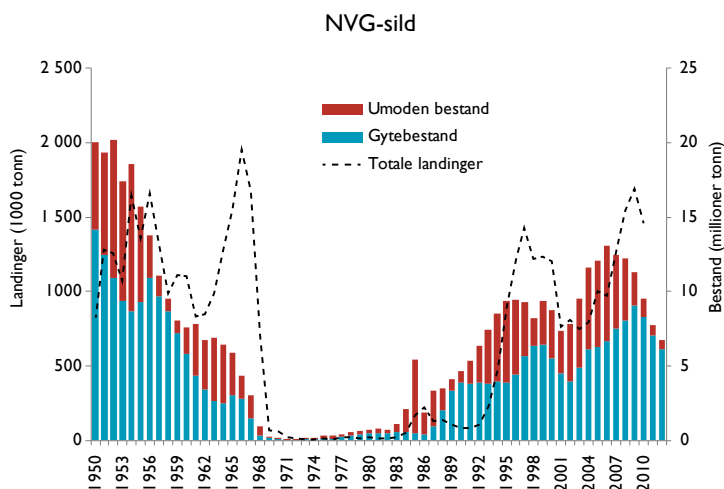


### Status og råd

Bestanden av norsk vårgytende sild er nedadgående etter å ha vært på et høyt nivå en periode. Gytebestanden for 2013 er beregnet til 5,08 millioner tonn og er klassifisert til å ha full reproduksjonsevne. Gytebestanden består av flere sterke årsklasser, men toktdata tyder på at årsklassene etter 2004 er svake. Gytebestanden ventes derfor å minke de kommende år og kommer sannsynligvis under føre-var-nivå i 2014. Anbefalt kvote for 2013 er på 619 000 tonn.

### Fiskeri

Det er ikke tillatt å fiske sild som er mindre enn 25 cm, så fiskeriet foregår i hovedsak på voksen fisk. Fisket foregår om vinteren under gyteinnsiget langs norskekysten, om sommeren når bestanden er på beitevandring, og om høsten når den vender tilbake for å overvintre utenfor Nord-Norge. Det norske fisket skjer for det meste på gytefeltene og i overvintringsområdet. Under beitevandringen har silda dårligere kvalitet enn om vinteren og fiskes i liten grad av norske fartøyer. Det norske fiskeriet foregår for det meste med ringnot. I 2007 ble det inngått en kyststatsavtale som ga en fordeling av totalkvoten på 61 % for Norge, 12,82 % for Russland, 6,51 % for EU, 14,51 % for Island og 5,16 % for Færøyene. Avtalen sikret at de andre partene kunne fiske hele eller store deler av kvotene sine i norsk økonomisk sone. Avtalen satte også en grense for fisket for å sikre at det holdt seg under føre-var-grensen. For 2013 er partene enige om en totalkvote på 619 000 tonn, men en av partene (Færøyene) er uenig i fordelingen av totalkvoten. De andre partene ble enige om fordelingen i henhold til avtalen fra 2007. Norges andel tilsvarer en kvote på ca. 380 000 tonn.



Bestand og fangst av norsk vårgytende sild.

Stock size and landings of Norwegian spring-spawning herring.

## NORSK VÅRGYTENDE SILD

**Sild** – *Clupea harengus* L.

**Familie:** Clupeidae

**Maks størrelse:** 40 cm og 500 g

**Maks levetid:** 25 år

**Leveområde:** Nordøst-Atlanteren

**Hovedgyteområde:** Møre og Nordland

**Gytetidspunkt:** Februar–mars

**Føde:** Plankton

**Spesielle kjennetegn:** Lever i tette stimer som beveger seg som en enhet

### Nøkkeltall:

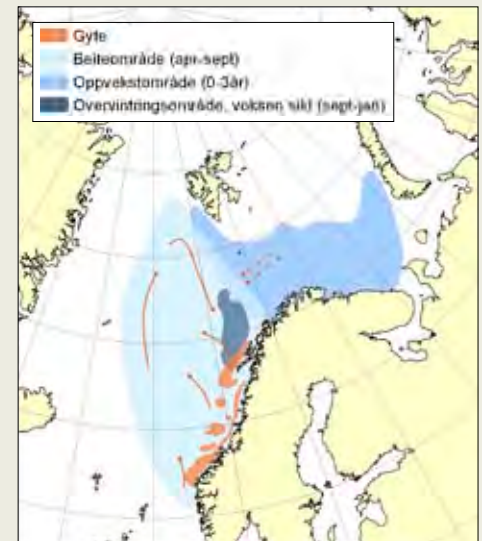
KVOTE 2013: 619 000 tonn, norsk: 377 590 tonn

KVOTE 2012: Total: 833 000 tonn,

norsk: 508 130 tonn

FANGST 2012: Norsk: 490 951 tonn

VERDI 2012: Norsk fangst: ca. 3 milliarder kroner (førstehandsverdi)



### Fakta om bestanden:

Silda er en pelagisk fisk som svømmer i stimer i de frie vannmassene. Den hører til den atlantiskandiske sildestammen sammen med to andre bestander: islandsk sommergytende og islandsk vårgytende sild. Den norske vårgytende silda har hovedgyting utenfor Møre i februar–mars, men gyter også langs kysten av Nordland og Vesterålen. Silda legger eggene på bunnen, der de klekker etter ca. tre uker. De nyklekte larvene driver med strømmen nordover langs kysten, og driver inn i Barentshavet tidlig på sommeren. Da blir også sildelarvene til småsild. Når silda er 3–4 år gammel, svømmer den vestover ned langs kysten og blander seg etter hvert med gytebestanden. Etter gyting drar den voksne silda ut i Norskehavet på en lang vandring for å finne mat. Den beiter på raudåte hele sommeren over store deler av havet, men særlig i sentrale og vestlige deler, der atlantiskhavsvannet møter det kalde arktiske vannet som strømmer ned langs østkysten av Grønland. I september–oktober samles silda utenfor Troms og Finnmark. Der overvintre den, for så å vandre sørover igjen langs kysten i januar for å gyte.

Silda har stor betydning for økosystemene langs kysten, i Norskehavet og i Barentshavet. Den beiter på raudåte og er selv en viktig matressurs for rovfisk som torsk, sei og annen bunnfisk, i tillegg til hval. Store flokker av spekkhoggere følger silda på dens vandring. Om lag 20 % av sildas vekt om vinteren er gonader med rogn og melke. En gytebestand på 5 millioner tonn legger ca. 1 millioner tonn gyteprodukter hvert år. Dette er en stor matkilde for dyr langs kysten om våren og sommeren.





Foto: Guldborg Søvik

## KYST/FJORD

**Sjøkreps** – *Nephrops norvegicus*

**Andre norske navn:** Bokstavhummer, keiserhummer, rekekonge

**Familie:** Nephropidae

**Maks lengde:** 24–25 cm

**Levetid:** Opptil 15 år

**Leve- og gyteområde:** Vestlige Middelhavet og Nordøst-Atlanteren fra Marokko til Troms, og rundt Island og Storbritannia.

**Gydetidspunkt:** Om sommeren

**Føde:** Krepser, bløtdyr, børstemark og åtsler

**Særtrekk:** Sjøkreps gjemmer seg i hulene sine på dagtid, og eggbærende hunner går sjelden ut. Fangstene varierer derfor gjennom døgnet og domineres av hanner.

### Nøkeltall:

**KVOTERÅD 2013:** Skagerrak/Kattegat: ikke mer enn 5 200 tonn.

Norskerenna 2013 OG 2014: (råd gis for to år av gangen) 1000 tonn.

Nord for Stad: Ingen råd.

**SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK:** Totalkvote

i Skagerrak/Kattegat (2011 og 2012): 5 170

tonn og 6000 tonn. EU-kvote i norsk sone i

Norskerenna (2010–2012): 1 200 tonn. Ingen norske kvoter.

**SISTE ÅRS FANGST:** Norskekysten (2011): 186 tonn.

**NORSK FANGSTVERDI:** Norskekysten (2011):

ca. 17–18 millioner kroner.



### Status og råd

Sjøkreps langs kysten fra Hvaler til 62°N inkluderes i bestandene i Skagerrak og Norskerenna og vurderes årlig av ICES. Sjøkrepsbestandene langs norskekysten nord for 62°N overvåkes ikke og vurderes heller ikke av ICES.

Generelt ser man at mindre beskattede bestander har flere store individer enn hardt beskattede bestander. En sammenligning av lengdefordelinger av sjøkreps fra Skagerrak, Norskerenna og kysten fra Stad og nordover viser at de største individene finnes i de nordligste områdene.

ICES konkluderer med at sjøkrepsfisket i Skagerrak og Norskerenna er bærekraftig (se neste side). Lengdefordelinger indikerer at også bestandene nord for Stad er i god forfatning.

### Fiskeri

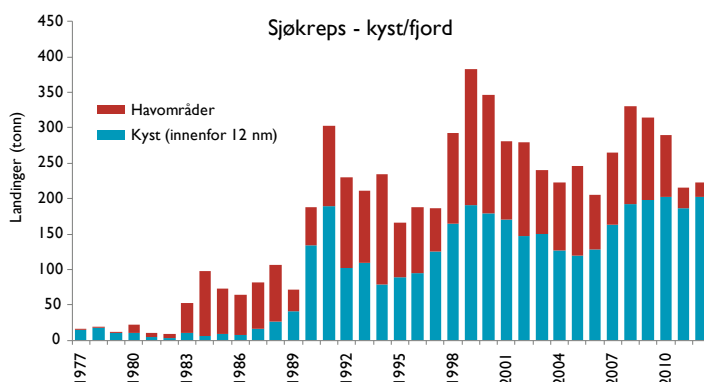
Sjøkreps fiskes med teiner og sjøkrepsstrål, en del tas også som bifangst i rekestrål. I 2011 ble det landet 186 tonn sjøkreps fra norskekysten (områder innenfor territorialgrensen), en liten nedgang fra 2010. Foreløpige tall for 2012 er 222 tonn. De norske sjøkrepslandningene har inntil nylig vært noenlunde likt fordelt på hav- og kystområder, men i 2011 og 2012 minket landingene fra havområdene markant, særlig i Nordsjøen (figur).

Det fiskes sjøkreps langs norskekysten nord til Lofoten. De største landingene av kystkreps kommer fra Skagerrakkysten (40–65 % de siste sju årene). Langs kysten fra Møre til Trøndelag har det utviklet seg et teinefiske. Landingene herfra er økende, og i 2011 og 2012 ble det landet nærmere 60 tonn herfra. Fangstene fra Helgelandskysten og Vestfjorden er marginale.

Teinefisket etter sjøkreps har blitt svært populært blant fritidsfiskere de siste årene. Den økende interessen for krepsefisket kan skyldes at hummerfisket de siste årene har vært dårlig. Langs enkelte kyststrekninger florerer det med krepseteiner. Siden det er åpent for fiske hele året og fisket ikke er regulert på andre måter enn at fritidsfiskere kun kan fiske med 20 teiner, er det en allmenn oppfatning blant krepsefiskere at bestanden beskattes hardt i kystfarvannet.

### Forvaltning

Det norske sjøkrepsfisket reguleres av konsesjons- og utøvelsesforskriftene. Det fastsettes ingen kvoter. Minstemål er 13 cm. I Nordsjøen ble maskevidde i bunntål økt til 12 cm i 2002. I Skagerrak blir det innført nye tekniske reguleringer f.o.m. 2013 som del av en ny avtale mellom Norge, Sverige og Danmark.



**Norske sjøkrepslandinger fra norskekysten (definert som områder innenfor territorialgrensen) og åpne havområder. Tallene for 2012 er foreløpige. Kilde: Fiskeridirektoratet.**

**Norwegian Nephrops landings (tonnes) from the Norwegian coast (defined as areas within the territorial border) and the open sea. The 2012 numbers are preliminary. Source: The Norwegian Directorate of Fisheries.**



## Status og råd

Sjøkreps i Norskerenna vest for Lindesnes og i Skagerrak/Kattegat regnes som to separate bestander. Norge foretar ingen overvåking av disse sjøkrepsbestandene, i motsetning til Danmark og Sverige som i 2007 startet opp overvåking av bestanden i Skagerrak/Kattegat ved bruk av undervannsvideo. Telling av krepsenhuler på bunnen er den sikreste metoden for å estimere størrelsen på sjøkrepsbestander. En antar også at fangstratene i fisket gjenspeiler utviklingen i bestandene, og i Norskerenna blir disse brukt til å vurdere bestandsutviklingen da det ikke finnes videoestimat fra dette området.

Siden midten av 1990-tallet ser sjøkrepsbestanden i Norskerenna ut til å ha holdt seg stabil. Tilsvarende viser videoundersøkelsene at bestanden i Skagerrak/Kattegat har vært stabil siden 2007. ICES konkluderer med at sjøkrepsfisket er bærekraftig. For Norskerenna gis råd for to år av gangen, og for 2013 og 2014 anbefaler ICES landinger på 1 000 tonn. For Skagerrak/Kattegat anbefaler ICES at fangstene i 2013 ikke overskrider 5 200 tonn.

## Fiskeri

Sjøkreps i Skagerrak/Kattegat fiskes av Norge, Sverige, Danmark og Tyskland. Danmark og Sverige dominerer fisket, med henholdsvis 74 og 24 % av fangstene i 2011. Norge fisker ikke i Kattegat. I 2011 ble det landet 3 986 tonn sjøkreps fra Skagerrak og Kattegat, en nedgang fra 2010. De norske landingene fra Skagerrak økte jevnt fra 2005 til 2008, for deretter å minke (figur). I 2011 ble det landet 87 tonn. Foreløpige tall for 2012 er 104 tonn.

Bestanden i Norskerenna fiskes av Norge og Danmark. Danmark står for 70–90 % av landingene. I tillegg finnes det et lite britisk og svensk fiske her. I Norskerenna har landingene sunket siden 2005. I 2011 ble det kun landet 395 tonn, de laveste landingene siden 1993. De norske landingene i Norskerenna økte fra 2006 til 2008, for deretter å minke. I 2011 ble det kun landet 70 tonn. Foreløpige tall for 2012 er 75 tonn.

Sjøkreps fiskes med teiner og trål, og noe tas som bifangst i reke-trål. Norge har noen få spesialiserte sjøkrepsstrålere i Skagerrak, men mange trålere veksler mellom reke- og sjøkrepsstråling. I Nordsjøen tas sjøkreps i et blandingsfiske.

## Forvaltning

Norge setter ikke kvoter for eget sjøkrepsfiske, men det fastsettes en EU-kvotestørrelse i norsk sone i Nordsjøen. Minstemål er 13 cm og maskevidde i bunntral er 12 cm. I Skagerrak blir det innført nye tekniske reguleringer f.o.m. 2013 som del av en ny avtale mellom Norge, Sverige og Danmark.



Sjøkrepslandinger fra Skagerrak og Norskerenna fordelt på Norge og andre land. I Skagerrak fisker hovedsakelig Danmark og Sverige, mens Danmark tar det meste av fangstene i Norskerenna. Kilde: ICES.

*Nephrops landings (tonnes) from Skagerrak and the Norwegian Deep by country (Norway and other countries). In Skagerrak it is mainly Denmark and Sweden who are fishing, while Denmark takes the largest part of the catches from the Norwegian Deep. Source: ICES.*

## NORDSJØEN/SKAGERRAK

**Sjøkreps** – *Nephrops norvegicus*

**Andre norske navn:** Bokstavhummer, keiserhummer, rekekonge

**Familie:** Nephropidae

**Maks lengde:** 24–25 cm

**Levetid:** Opptil 15 år

**Leve- og gyteområde:** Vestlige Middelhavet og Nordøst-Atlanteren fra Marokko til Troms og rundt Island og Storbritannia

**Gytetidspunkt:** Om sommeren

**Føde:** Krepsdyr, bløtdyr, børstemark og åtsler

**Særtrekk:** Sjøkreps gjemmer seg i hulene sine på dagtid, og eggberende hunner går sjelden ut. Fangstene varierer derfor gjennom døgnet og domineres av hanner.

## Nøkkeltall:

KVOTERÅD 2013: Skagerrak/Kattegat: ikke mer enn 5 200 tonn.

Norskerenna 2013 OG 2014 (råd gis for to år av gangen): 1000 tonn.

SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK: Totalkvotestørrelse i Skagerrak/Kattegat (2011 OG 2012): 5 170 tonn og 6000 tonn. EU-kvotestørrelse i norsk sone i Norskerenna (2010–2012): 1 200 tonn. Ingen norske kvoter.

SISTE ÅRS FANGST: Skagerrak/Kattegat (2011): 3 986 tonn, norsk: 87 tonn (fra Skagerrak).

Norskerenna (2011): 396 tonn, norsk: 70 tonn.

NORSK FANGSTVERDI: 20,2 mill. kroner (2010)



## Fakta om bestanden:

Sjøkreps lever på 20–800 m dyp, på bløtbunn av sandblandet mudder eller leire hvor den graver huler inntil 20–30 cm ned i sedimentet. Voksne sjøkreps er stedbundne. I hvor stor grad de frittflytende larvene spres mellom bestandene vet man lite om. Sjøkrepsen har en blekoransjefarge. Navnet *Nephrops*, “nyreøyne”, kommer fra de nyreformede øynene. Hunnen gyter om sommeren og bærer de 1 000–5 000 eggene under halen i 8–9 måneder. Larvene driver fritt i sjøen i 11–60 dager før de bunnslår. Om dagen gjemmer sjøkrepsen seg i hulen sin, mens den jakter om natten. Sjøkrepsen er altetende og tar krepsdyr, bløtdyr og børstemark så vel som åtsler. Selv blir den spist av mange arter bunnfisk, for eksempel torsk. Forekomst av sjøkreps i Middelhavet og Adriaterhavet viser at arten trives under relativt høye temperaturer og derfor trolig kan tilpasse seg eventuelle temperaturøkninger i dens mer nordlige leveområder.



# Snøkrabbe

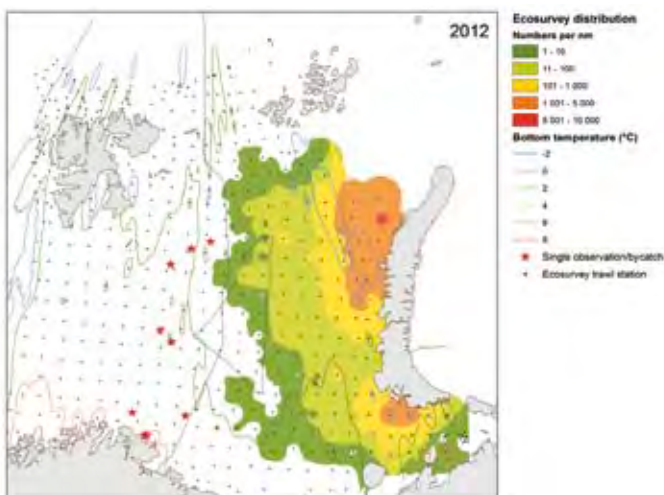


## Bestand og utbredelse

Snøkrabben ble første gang registrert i Barentshavet av russiske forskere i 1996, og det tok hele åtte år før den ble fanget i den norske delen. Fangst av hunnkrabber med utrogn og småkrabber bekreftet etter hvert at denne krabbearten hadde etablert seg i Barentshavet. Selv om både antall registreringer og antallet snøkrabber totalt øker i norsk sone, befinner det aller meste av bestanden seg foreløpig i russisk sone. De første registreringene av noen mengder ble gjort på Gåsbanken, og lenge så det ut til at krabben spredde seg ut fra dette området. I de siste par årene er imidlertid de største registreringene gjort betydelig lenger nord og øst, til dels på ganske grunne områder 76–77°N, nordvest av Novaja Semlja (figur). I dette området ble det høsten 2012 gjort store fangster på opptil flere tusen snøkrabber i hvert trålhal, og hovedtyngden var små krabber. Mye kan tyde på at utbredelsen i de østlige delene av Barentshavet i stor grad har fulgt endringsmønsteret i bunntemperaturen i området. Snøkrabben foretrekker kaldere vann enn f.eks. kongekrabben, og vil sannsynligvis derfor få en mer nordlig og østlig utbredelse. I så fall kan en vente at denne krabbearten også vil invadere områder rundt Svalbard. Til tross for at snøkrabben foretrekker lave temperaturer, er det gjort flere funn av enkeltkrabber i kystområdene i Øst-Finnmark. Disse funnene er utelukkende store hannkrabber som er tatt på garn eller i teinefiske etter kongekrabbe, og kan indikere at hannene vandrer mer og lenger enn kjønnsmodne hunnkrabber.

Registreringene av snøkrabbe i norsk sone av Barentshavet er kun gjort med trål, med unntak av enkeltfangstene ved finnmarksysten. Denne krabbearten lever i hovedsak på bløtbunn og fanges dårlig av trålene som brukes på våre tokt. Registreringer kun med trål kan dermed gi et dårlig bilde av forekomstene. Et kommersielt fiskefartøy som gjennomførte et forskningsfiske etter snøkrabbe med teiner høsten 2012, fanget nesten tre tonn store hannkrabber i løpet av 3–4 døgn, i et område hvor vi tidligere kun hadde registrert noe titalls krabber i flere tråltrekk. Skal vi få et tilfredsstillende bestandsmål på denne krabben i fremtiden, må det brukes andre typer redskaper.

Beregninger russiske forskere har gjort viser at biomassen av snøkrabben i Barentshavet i dag er om lag ti ganger høyere enn kongekrabbebiomassen, og ca. halvparten av rekebiomassen.



Kontaktperson: Jan Sundet | jan.sundet@imr.no

**Snøkrabbe** – *Chionoecetes opilio*

**Familie:** Majidae

**Naturlig utbredelse:** Det nordvestlige Atlanterhavet. Finnes også i et stort område i det nordlige Stillehavet

**Maks skallbredde:** Varierer fra område til område. Hann: 58 og 165 mm. Hunn: mellom 50 og 100 mm

**Levetid:** Opptil 15 år

**Føde:** Bunndyr som krepsdyr, muslinger og slangestjerner

**Særtrekk:** Hannen utgjør den kommersielle delen av bestanden. På grunn av naturlig nedbryting av skallet er den kun tilgjengelig for fiske i 3–4 år etter siste skallskifte.

**Nøkkeltall:**

KVOTERÅD 2012: 0 tonn

NORSK FANGSTVERDI: –



**Fakta om bestanden:**

Det kan være store geografiske variasjoner i snøkrabbens biologi innenfor en del felles generelle trekk. Normalt lever snøkrabben i vannmasser med temperaturer under 3 °C. Hunnene har utrogn, og klekkingen skjer normalt over en lengre periode fra sen vinter til tidlig sommer. Larvene er pelagiske inntil tre måneder før de bunnslår. Hunnkrabben kan gyte hvert eller annethvert år, trolig avhengig av temperaturforholdene. Mye tyder på at snøkrabben i Barentshavet gyter annethvert år. Når kjønnsmodningen inntreffer, slutter både hanner og hunner å vokse (terminalt skallskifte). Da er hannene normalt mye større enn hunnene, og de lever vanligvis ikke mer enn fem år etter siste skallskifte. Snøkrabbens diett består av bunnlevende krepsdyr, muslinger og slangestjerner, og den er selv føde for flere fiskeslag. Innledende undersøkelser av mageinnhold fra snøkrabbe i Barentshavet indikerer at byttedyrene der er av samme type kategorier som i Beringhavet.

# Steinbit



Foto: Roger Kvalsund



**Gråsteinbit** – *Anarhichas lupus*  
**Familie:** Anarhichadidae  
**Maks storleik:** 125 cm og 20 kg  
**Levetid:** 20–25 år  
**Leveområde:** Barentshavet, Norskekysten og Nordsjøen  
**Hovudgyteområde:** Nær kysten, i fjordar og vågar på 50–150 meters djup  
**Føde:** Pigghudar (kråkebollar), muslingar, sniglar og krabbar

### Nøkkelta:

**KVOTERÅD:** ingen kvoteråd  
**NORSK FANGST (2012):** 1110 tonn, i tillegg delar av 1500 tonn steinbit som ikkje er registrert på art  
**NORSK FANGSTVERDI (2012):** 54 mill. kroner (alle steinbitartar til saman)



### Fakta om bestandane:

Gråsteinbiten er mykje meir stasjonær enn dei to andre artane. Flekksteinbit og blåsteinbit vandrar fleire hundre kilometer mellom gyte-, beite- og overvintringsområde.

Gråsteinbiten er meir kystnær og lever på grunnare vatn enn flekk- og blåsteinbiten som lever på djupare vatn der temperaturen og saltinnhaldet varierer mindre.

Steinbitartane har ein sesongmessig beitesyklus. I perioden oktober–mai skifter dei ut tennene og sluttar då å beite. Gråsteinbiten fornyar tennene kvart år.

Hofisken blant steinbitartane modnar tidlegare og ved ein mindre storleik enn hannfisken. Den reproduksjonsmessige syklusen ser ut til å vare over to år. Afterdstudium tyder på at steinbiten parar seg og såleis har indre befruktning.

Gytinga føregår over fleire månader, men mykje tyder på at kvar fisk gyt alt på ein gong (Kvalsund 1990). Gytetida er ulikt beskrive i litteraturen, bl.a. frå vår til haust, gjerne tidleg i perioden hos gråsteinbit, og seinare på året hos blåsteinbit. I fangenskap gytt gråsteinbit frå desember til mars. Nokre modne individ hoppar gjerne over ein gyteperiode.

Gyteområda til gråsteinbiten ligg nær kysten, i fjordar og vågar på 50–150 meters djup. Dei viktigaste gytefeltene til flekksteinbiten

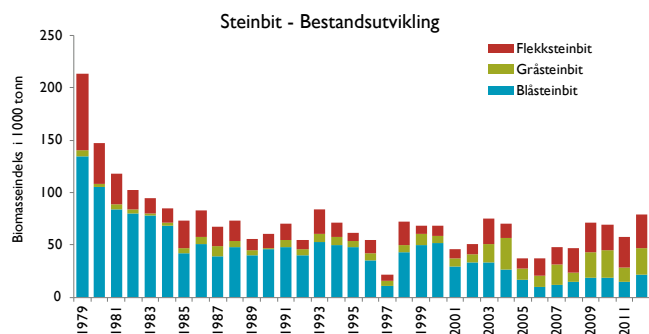
### Status og råd

Det er tre artar av steinbit i norske farvatn: gråsteinbit, flekksteinbit og blåsteinbit. Det er først og fremst i Barentshavet at havforskarane har oversikt over bestandsutviklinga til desse tre artane. Dette er det viktigaste utbreiingsområdet for flekksteinbit og blåsteinbit, mens gråsteinbit har ei mykje vidare utbreiing langs heile norskekysten og i Nordsjøen. Frå desse områda er det stort sett berre fangststatistikken vi har å støtte oss til. Det russiske havforskningsinstituttet PINRO har følgt med i bestandsutviklinga til alle tre artane i Barentshavet sidan 1979 (figur 1). Frå 1979 til 1985 fekk vi her ein klar nedgang i førekomstane av flekksteinbit og blåsteinbit etter ein tiårsperiode med særskilt intensivt fiske av den sovjetiske trålflåten. Fram til 2000 heldt blåsteinbitbestanden seg nokolunde stabil, men har det siste tiåret blitt ytterlegare redusert. Bestanden av flekksteinbit har halde seg rimeleg stabil sidan 1985, med ein liten auke dei siste åra, mens bestanden av gråsteinbit i Barentshavet har vist ein aukande trend i same tidsrom.

Havforskningsinstituttet har kartlagt mengdene av dei tre steinbitartane under det årlege vintertoktet i februar i dei same områda i det sørlege Barentshavet tilbake til 1981. Variansen i resultatene er stor, men hovudlinene i utviklinga er stort sett i samsvar med dei russiske resultatene. Resultat frå vintertokta (2011–2012) viser at talet på blåsteinbit no er under 20 % av langtidsgjennomsnittet 1981–2003, mens flekksteinbit og gråsteinbit er på same nivå som langtidsgjennomsnittet. Målt i biomasse, og under visse vilkår om fangstevna til trålen, vart det i heile vintertoktområdet i 2012 registrert mest flekksteinbit (33 000 tonn), mens mengdene av blåsteinbit og gråsteinbit vart målt til 16 000 og 10 000 tonn.

### Fiskeri

Det er først og fremst Noreg og Russland som driv direkte fiske på steinbit. Andre land rapporterte berre 284 tonn steinbit, tatt som bifangst i andre fiskeri, til norske myndigheter i 2011, av dette 168 tonn sør for 62°N. Frå 1905 til 1950 auka dei internasjonale fangstane av steinbit i Barentshavet og langs kysten frå 100 tonn til 14 000 tonn. Etter dette varierte dei årlege fangstane mellom 6 000 og 44 500 tonn (1998), men etter toppåret i 1998 har dei totale fangstane nord for Stad blitt mindre, og har lege kring 17 000–20 000 tonn (figur 2). Det høge kvantumet i åra 1997–2003 skuldast først og fremst eit intensivt fiske etter blåsteinbit. Arten var lite utnytta tidlegare, men vart no ekstra populær på grunn av bifangstreguleringar av andre artar, bl.a. blåkveite og ein aukande russisk marknad. Dette intensive fisket er nok årsak til den negative bestandsutviklinga av blåsteinbit i seinare år.



Figur 1. Bestandsutviklinga til dei tre steinbitartane i Barentshavet i perioden 1979–2012 ifølgje russiske botntråltokt (Shevelev 2012).

Year-to-year dynamics of wolffishes biomass from the Barents Sea and adjacent waters by species in 1979–2012 during the Russian demersal trawl survey.

Kontaktperson: Kjell Nedreaas | kjell.nedreaas@imr.no



**Flekksteinbit** – *Anarhichas minor***Familie:** Anarhichadidae**Maks storleik:** 180 cm og 26 kg**Levetid:** 40 år**Leveområde:** Barentshavet og spreidd sørover til Nordsjøen**Hovudgyteområde:** Sørvestlege delen av

Barentshavet på 300–400 meters djup

**Føde:** Pigghudar (kråkeballar og slangestjerner), sniglar og muslingar. Fisk som føde blir viktigare med auka alder.**Nøkkeltal:**

KVOTERÅD: ingen

NORSK FANGST (2012): 4818 tonn, i tillegg delar av 1500 tonn steinbit som ikkje er registrert på art

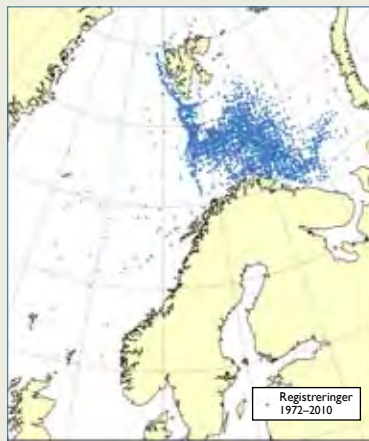
NORSK FANGSTVERDI (2012): 54 mill. kroner (alle steinbitartar til saman)

**Blåsteinbit** – *Anarhichas denticulatus***Familie:** Anarhichadidae**Maks storleik:** 138 cm og 32 kg**Levetid:** 16 år**Leveområde:** Barentshavet og spreidd i Norskehavet**Hovudgyteområde:** Langs kontinentalskråninga djupare enn 400 meter**Føde:** Pigghudar og muslingar, også fisk**Nøkkeltal:**

KVOTERÅD: ingen

NORSK FANGST (2012): 767 tonn, i tillegg delar av 1500 tonn steinbit som ikkje er registrert på art

NORSK FANGSTVERDI (2012): 54 mill. kroner (alle steinbitartar til saman)

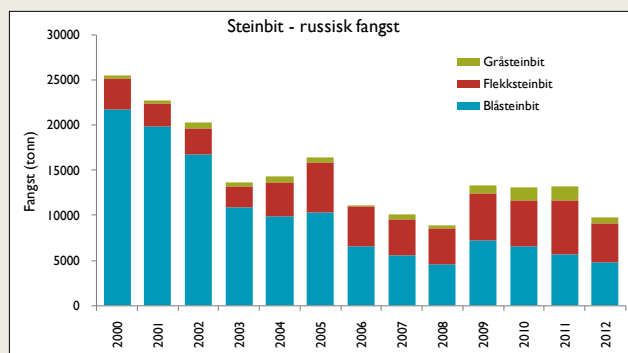
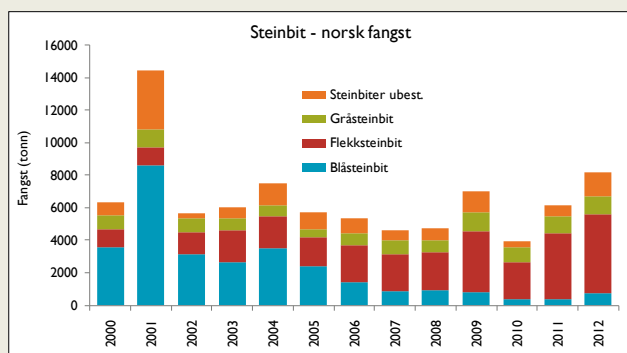


meiner ein er i den sørvestlege delen av Barentshavet, på 300–400 meters djup der Atlanterhavsstraumen delar seg i ei grein innover i Barentshavet og ei grein nordover mot Vest-Spitsbergen. Gytefelta til blåsteinbiten er langs kontinentalskråninga djupare enn 400 meter. Utbreiinga av ungfisk av dei ulike steinbitartane blir mellom anna påverka av kva djup eggmassen blir lagt i forhold til havstraumane.

Egga til alle tre artane er store, om lag 6 mm i diameter, og gonaden kan utgjere opptil 25–35 % av kroppsvekta. Hofisken gyt ein masse med befrukta egg som formar

seg som ein rognball. Rognballen veks heile tida etter kvart som nye egg blir gytt inn i ballen – kan samanliknast med å blåse opp ein ballong (Kvalsund 1990). Rognballen er ikkje fast i substratet. Hoa formar "ballen" under herdinga (sjå bilete).

Egga blir klekte etter 9–10 månader (900–1000 døgngrader), og larvane flyt opp mot overflata og blir førte vidare med havstraumar til dei ved ein viss storleik søkjer ned mot botn igjen. Blåsteinbiten skil seg noko ut frå dei andre artane ved å ha eit meir pelagisk levevis gjennom heile livet.



Figur 2. Norsk (venstre) og russisk (høgre) fangst av dei ulike steinbitartane nord for 62°N i perioden 2000–2011.

Norwegian (left) and Russian (right) official landings of the different wolffish species north of 62°N in 2000–2011.

# Stort kamskjell



Foto: Øivind Strand

Stort kamskjell lever delvis nedgravd på bunn.  
Great scallop live recessed on the bottom.

## Status og råd

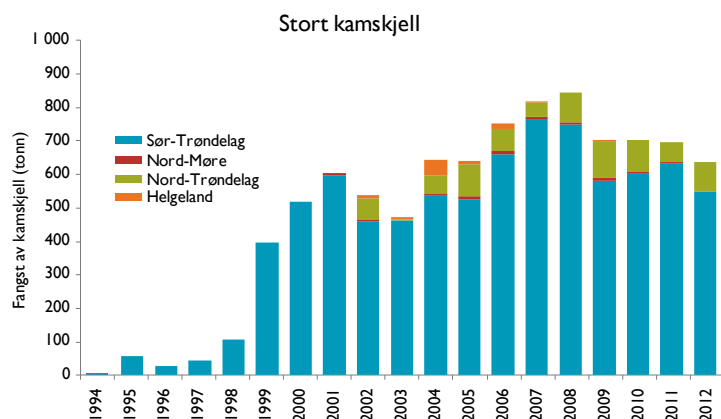
I Norge høstes stort kamskjell kun ved dykking. Kjerneområdet er i Sør-Trøndelag, og totalfangsten var på 676 tonn i 2012, 10 % nedgang sammenlignet med 2011. Viktig kunnskap om reproduksjonsevne og rekruttering har tidligere vært fremskaffet gjennom Havforskningsinstituttets årlige toktundersøkelser av alderssammensetning i bestanden som det høstes fra i Trøndelag. Resultater fra disse undersøkelsene tyder på at reproduksjonsevne og rekruttering i bestanden som fiskes er god og varierer lite mellom år. I 2012 ble det i samarbeid med fangstselskaper bearbejdet historiske data på fangsteffektivitet for individuelle dykkere. Overvåking av biologiske data fra bestandene og økt kunnskap om bestandsstrukturen er en viktig forutsetning for å kunne oppnå en langsiktig bærekraftig forvaltning og høsting.

Havforskningsinstituttet deltar i Nasjonalt program for kartlegging av marint biologisk mangfold der naturtyper med store forekomster av kamskjell er en del av prosjektet. Det arbeides med å utvikle en metode for å effektivisere kartleggingen basert på feltregistreringer og modellering. Prosjektet bidrar til økt kunnskap om utbredelse og rekruttering, og kan legge grunnlaget for økt, langsiktig og bærekraftig utnyttelse av stort kamskjell.

Flere observasjoner på Vestlandet de siste årene tyder på at forekomster av kamskjell øker på grunt vann, helt opp til dybder rundt 5 meter. Dette har tidligere vært svært uvanlig. Med bakgrunn i disse observasjonene og muligheten for at endring i klima kan påvirke utbredelse av stort kamskjell på grunne områder, har Havforskningsinstituttet etablert lokaliteter hvor vi ønsker å overvåke utviklingen i dybdeutbredelse. De første undersøkelsene ble gjort høsten 2008.

## Fiskeri

Siden 2000 har den registrerte omsetningen vært på 500–900 tonn kamskjell (figur). I 2012 var fangstene på til sammen 676 tonn. Mer enn 85 % av landingene skjer ved Hitra og Frøya. Stort kamskjell fangstes av dykkere som opererer fra merkeregistrerte fartøyer.



Registrert omsetning av stort kamskjell. Kilde: Norges Råfisklag.  
Catch of Great scallop based on sales turnover. From: The Norwegian Fishermen's Sales Organization.

## Stort kamskjell – *Pecten maximus*

**Familie:** Pectinidae

**Levetid:** Over 20 år, 17–18 cm skallhøyde, maks vekt 500–600 gram.

**Leveområde:** Lever i en fordykning 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 plante og dyreplankton, bakterier, andre mikroorganismer og dødt organisk materiale.

## Nøkkeltall:

FANGST 2012: 676 tonn

NORSK FANGSTVERDI: 14,5 millioner kroner



## Fakta om bestanden:

Stort kamskjell er utbredt langs kysten av det nordøstlige Atlanterhavet fra Den iberiske halvøy i sør til Vestfjorden i nord. Skjellet finnes fra like under tidevannssonen og ned til mer enn 100 meters dyp. I norske farvann er de største forekomstene registrert på mellom 5 og 30 meters dyp, i Trøndelagsfylkene og Nordland. Kamskjellet ligger vanligvis i en fordykning i bunnsedimentet med den flate siden vendt opp, i flukt med bunnoverflaten og dekket av sediment.

Skjellet finnes helst i strømsterke områder og på bunn av ulik sammensetning; fra fin til grov grus, med eller uten innblanding av mudder og organisk materiale. Skjellenes føde består av planteplankton, bakterier, andre mikroorganismer og dødt organisk materiale (detritus). Frittsvevende planteplankton og mikroskopiske alger knyttet til bunnsedimentet er den viktigste føden. Vann transporterer føde til skjellene, og mange steder vil faktorer som dyp, tidevann og vannbevegelse påvirke variasjonen i skjellenes fødetilgang. Sammen med sesongvariasjoner i planteplanktonproduksjon, gjør dette at både mengden og kvaliteten på skjellenes næring kan variere mye. Utbredelsen av stort kamskjell i norske farvann er i vesentlig grad begrenset av lave vintertemperaturer og lav saltholdighet. Klimaendring med milde vintre vil derfor trolig føre til at bestanden kan øke utbredelse lenger nordover. Kamskjell er lite tolerant for lav saltholdighet, og endring i tilførsel av ferskvann til kystvannet kan også endre utbredelsen i kystsonen.



# Stortare



Foto: Henning Steen

Stortarevegetasjon i Nord-Trøndelag. Kelp bed in Nord-Trøndelag.

## Status og råd

Langs norskekysten danner stortare skoger som skaper et tredimensjonalt miljø. Tareskogene er tilholdssted for mange organismer og viktige oppvekst- og næringsområder for flere fiskearter. Bortfall av tarevegetasjon kan derfor ha store økologiske og økonomiske ringvirkninger.

Kråkebollebeiting og taretråling er to viktige årsaker til tap av tareskog. Kråkebollene beiter ned all tare over store flater, og står for det største biomassetapet av tareskog langs norskekysten. Årsakene til svingninger i kråkebollebestandene og den massive nedbeitingen av tareskogene langs kysten av Nord-Norge er ikke kjent. Taretråling går mest ut over de store tareplantene, mens småplantene som overlever vokser raskere pga. bedre lysforhold, og vil med tiden reetablere tareskogen. På grunn av kuperte bunnforhold, som er lite tilgjengelig for taretrålen, er det vanligvis store partier med uberørt tareskog i områdene der det høstes stortare. Selv om tarehøstingen er et avgrenset inngrep, vil likevel tareskogens økologiske funksjon reduseres lokalt i en viss periode, avhengig av uttaksgrad og reetableringsevne.

## Overvåking

Hvert år overvåker Havforskningsinstituttet tilstanden i taresamfunnene og effekter av tarehøsting på faste stasjoner på kysten fra Rogaland til Sør-Trøndelag. Overvåkingen inkluderer stasjoner både i høstefelt og i referanseområder som er stengt for taretråling. Siden 2010 har det vært gjennomført undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag.

Undersøkelsene gjøres med undervannskamera, og tarevegetasjonens dekningsgrad, tetthet, plantehøyde, rekruttering, påvekstorganismer, antall kråkeboller og fisk registreres langs faste videotranssekt. For å undersøke variasjoner i forekomst av fisk og tiftokreps i områder som har vært utsatt for tarehøsting, ble det i Nord-Trøndelag i 2012 gjennomført et forsøksfiske med tradisjonelle fiskeredskaper i tillegg til observasjoner vha. spesialkonstruerte stasjonære kamerasystem. Disse resultatene blir publisert i en egen rapport.

## Resultater

På grunn av tekniske problemer og dårlig vær ble det ikke gjort observasjoner på stasjoner i Hordaland, Sogn og Fjordane og sørlige deler av Møre og Romsdal i 2012. Observasjoner av tare på overvåkingsstasjonene langs kysten av Rogaland, Nord-Møre og Trøndelag viser små endringer. Tarevegetasjonens tilstand klassifiseres som meget god og stabil, med en gjennomsnittlig dekningsgrad av stortare på 60–100 % i de fleste områder. I Sør-Trøndelag er tarevegetasjonen i enkelte områder redusert som følge av beiting av rød kråkebolle, *Echinus esculentus*. Dette gjelder spesielt høstefeltene i Ørland, Bjugn og Åfjord, der begrensninger på tarehøsting bør vurderes. I de nye prøvehøstingsområdene i Nord-Trøndelag var tettheten av kråkeboller moderat, og tarevegetasjonen meget velvokst med en gjennomsnittlig biomassetetthet estimert til i overkant av 25 kg tare per m<sup>2</sup>. Gjenveksten av tarevegetasjon etter prøvehøstingen i Nord-Trøndelag synes ikke å være hemmet av kråkebollebeiting.

På flere av høstefeltene er det registrert spor etter taretråling. Det synlige uttaket av tare som ble observert på overvåkingsstasjonene i 2012 var i gjennomsnitt 19 % av stående tarevegetasjon, mens uttak på ca. 75 % ble observert på enkelte høstefelt i både Møre og Romsdal og Sør-Trøndelag. Sporene etter taretrålingen avtar med tid etter siste høsting, og gjenveksten på trålflatene virker generelt god fra år til år.

## Stortare – *Laminaria hyperborea*

**Familie:** Laminariaceae

**Maks størrelse:** Ca. 3 m og ca. 4 kg

**Levetid:** Inntil 20 år

**Leveområde:** I strømrrike kystområder på hard bunn fra lavvannsgrensen og ned til ca. 30 m dyp.

**Særtrekk:** Består av et festeorgan og en stilkdel (som begge er flerårige), og et oppsplittet blad som nydannes hvert år.

**Høsting:** Høstes på 2–20 meters dyp på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag. Fylkene er delt inn i rullerende høstefelter, og det enkelte felt er åpent for taretråling hvert femte år (hvert fjerde år i Rogaland).

## Nøkkeltal:

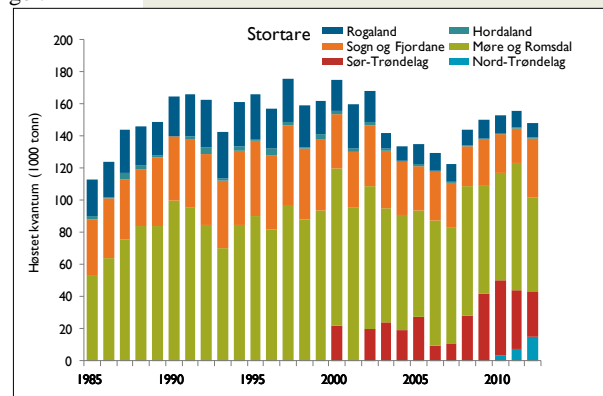
**ÅRLIG FANGST:** Ca. 150 000 tonn, dvs. mindre enn én prosent av den stående biomassen langs norskekysten som er beregnet til ca. 50 millioner tonn.

**EKSPORTVERDI FOR STORTARE OG GRISETANG:** Ca. en halv milliard kroner per år.



## Fakta om bestanden:

Stortare utgjør mesteparten av makroalgebiomassen langs norskekysten. 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. Langs store deler av kysten i Nord-Norge er tarevegetasjonen helt nedbeitet av kråkeboller. Stortare høstes gjennom tråling på kyststrekningen Rogaland–Sør-Trøndelag.



Årlig høstekvantum av stortare fordelt på fylker. Yearly landings of kelp in thousand tonnes by counties.

# Taggmakrell



Foto: Leif Nøttestad

## Status og råd

Det norske fisket beskatter vestlig taggmakrell. Datagrunnlaget og kunnskapen om taggmakrell er ikke gode nok til å gjøre en fullstendig bestandsevaluering, derfor er ikke status for bestanden kjent. Basert på de siste forsøkene på å måle gytebestanden vha. internasjonale eggtegninger i 2010, klassifiserte ICES bestanden til å ha fullt reproduksjonspotensial. Fiskedødeligheten har vært relativt lav de siste årene. Gytebestanden var på sitt høyeste i 1988, men gikk nedover fram til 2004. I 2005 og 2006 var det en svak økning. Den oppdaterte mengdeberegningen fra de internasjonale eggundersøkelsene på vestlig taggmakrell gav en gytebestand på 1,85 millioner tonn i 2011. Det er mer enn 30 % lavere enn estimatet fra 2007.

I 2011 var fangsten 199 600 tonn. Det er ventet en totalfangst på 183 000 tonn i 2012. Anbefalt totalkvote for 2013 er satt til < 126 000 tonn.

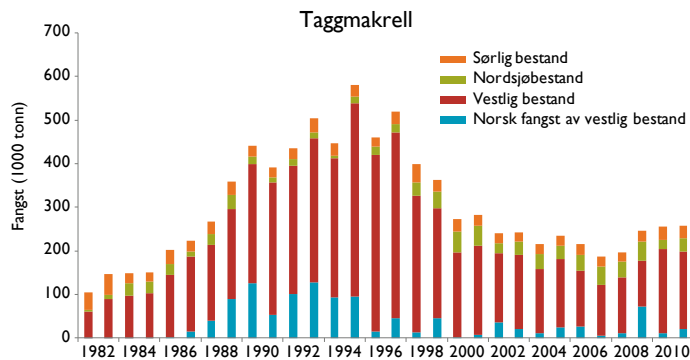
Fangst av umoden taggmakrell i oppvekstområder som Den engelske kanal og sør av Irland har økt foruroligende. 2001-årsklassen har vært usedvanlig godt representert i dette fisket siden 2002. Dette skyldes nok at fisket har vært intensivert i disse områdene, men også at det sannsynligvis er en relativt god årsklasse. 2001-årsklassen er estimert til om lag en tredjedel av størrelsen på den store 1982-årsklassen, men betydelig over årsklassene fra første halvdel av 1990-tallet. Det er ingen tegn til sterk rekruttering etter 2001-årsklassen.

## Fiskeri

Internasjonal fangst av vestlig taggmakrell økte sterkt fra 62 000 tonn i 1982 til 580 000 tonn i 1995. Økningen i fangst og bestandsstørrelse skyldes den usedvanlig sterke 1982-årsklassen. Siden 1995 har det jevnt over vært nedgang i fangstene. I 2007 var fangsten 123 000 tonn, det laveste siden 1995.

Det norske fisket foregår i norsk sone i Norskehavet/Nordsjøen i oktober–november. Det har variert mye de siste årene. Tall for 2009 viser en fangst på 72 619 tonn. I 2010 fanget Norge 12 655 tonn taggmakrell, mens i 2011 var fangsten på 21 135 tonn. Norsk fangst i 2012 var kun 2894 tonn. Inntil for få år siden gikk det meste av de norske fangstene til mel og olje, men i de siste årene har hovedmengden blitt eksportert til konsummarkedet i Japan til gode priser.

Andre store aktører i fisket er Nederland, Irland, Danmark og Spania. Det er stort sett bare Norge som fisker med snurpenot, vanlig redskap eller trål.



Rapportert norsk fangst av vestlig taggmakrell og total fangst av den vestlige, sørlige og nordsjøbestanden.

Reported Norwegian catches of western horse mackerel and the total catches of western, southern and North Sea horse mackerel.

## Taggmakrell – *Trachurus trachurus*

**Andre norske navn:** Hestmakrell, hestemakrell

**Gyteområde:** Tre bestander, vestlig, sørlig og nordsjøbestanden, med ulike gyteområder: vest av De britiske øyer og Irland, utenfor Portugal og Spania og i sørlige del av Nordsjøen

**Maks størrelse:** 40 cm og 1,6 kg

**Levetid:** Opptil 40 år

**Føde:** Bunndyr om vinteren, og plankton, yngel og liten brisling, sild og blekksprut om sommeren

**Særtrekk:** Taggmakrell har mange plateformede skjell langs sidelinjen, har pigger/tagger og har også en tydelig mørk flekk på gjellelokkets bakkant.

## Nøkkel tall:

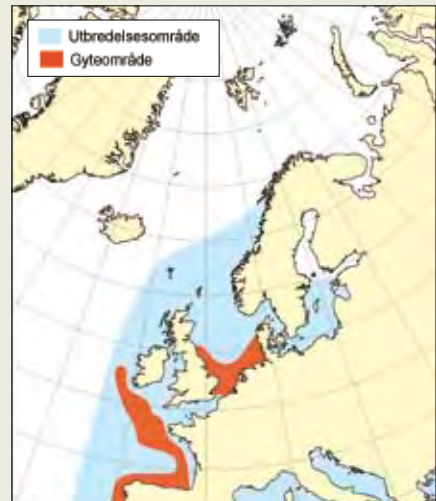
Det er ingen omforent kvote eller forvaltning av bestanden, og i norsk økonomisk sone er fisket nærmest fritt

KVOTERÅD 2013: 126 000 tonn

KVOTERÅD 2012: 211 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 20 millioner kroner

NORSK EKSPORTVERDI 2012: 30 millioner kroner



## Fakta om bestanden:

I Nordøst-Atlanteren er taggmakrellen utbredt fra Afrika til ca. 66°N, inklusiv Middelhavet, Svartehavet og Skagerrak. I de europeiske fiskeområdene er det tre taggmakrellbestander som har fått navn etter gyteområdene sine. Den sørlige bestanden gyter utenfor Spania og Portugal, den vestlige gyter i Biscaya, vest av Irland og Storbritannia, og nordsjøbestanden gyter i sørlige Nordsjøen. Vestlig taggmakrell gyter stort sett i samme område og til samme tid som vestlig makrell. Etter gyting foretar den også en tilsvarende næringsvandring inn i Norskehavet og Nordsjøen. I motsetning til makrell i de samme farvannene, forvaltes taggmakrell som tre individuelle bestander. Fangstene fordeles på bestand i forhold til når og hvor fangstene er tatt.

Undersøkelser av taggmakrellens rognsekker har vist at det med dagens teknikk er umulig å finne ut hvor mange egg en hunnfisk gyter. Det ser nemlig ut til at taggmakrell kan justere eggproduksjonen i løpet av gytseasonen. Derfor er det heller ikke mulig å regne om eggproduksjonen til gytebestand.



# Taskekrabbe

## Status og råd

Taskekrabben langs norskekysten regnes som én bestand, og den overvåkes gjennom innsamling av fiskeridata. Selv om fiskepresset er høyt, har fangstratene ligget på samme nivå siden overvåkingen startet i 2001. Også den gjennomsnittlige krabbestørrelsen i ilandført fangst har holdt seg stabil. Ufullstendige oversikter over landinger langs deler av kysten og begrenset datatilfang de siste par årene, gjør at vi ikke har god nok oversikt over bestandsutviklingen. De begrensede dataene tyder likevel på en stabil bestand og et bærekraftig høstingsnivå.



Det siste tiåret har krabbefisket bredt seg nordover. Det er størst i Møre og Romsdal, Trøndelag og på Helgelandskysten, men det fiskes nord til Troms. Økningen i fisket skyldes sannsynligvis at nye fiskeområder tas i bruk, men kan også komme av at krabben brer seg stadig lenger nord og at økt temperatur i havet gir bedre forhold for taskekrabben.

Havforskningsinstituttet rapporterer hvert år om bestandens utvikling til ICES sin arbeidsgruppe på krabbe. Det fastsettes ingen kvoter for taskekrabbe i Norge, og ICES kommer heller ikke med noe kvoteråd.

## Fiskeri

Det norske fisket etter taskekrabbe økte jevnt fra midten av 1990-tallet frem til 2007 da landingene var på mer enn 8 500 tonn. Etter rekordåret 2007 har totallandingene ligget rundt 5 000 tonn. I 2012 ble det landet i underkant av 5 000 tonn.

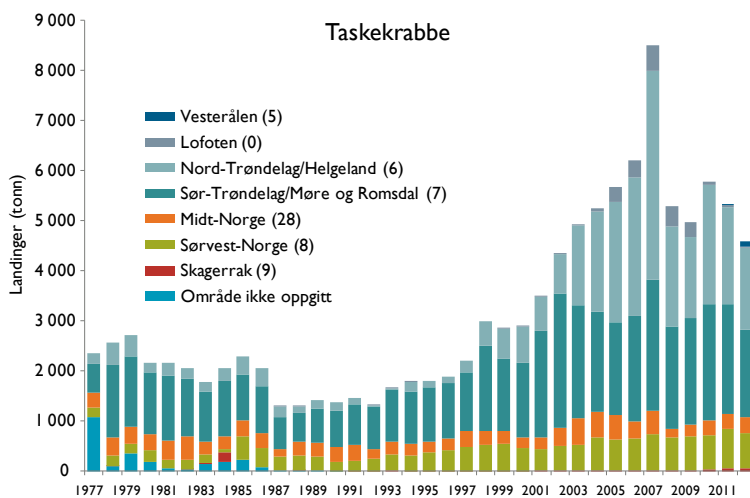
Krabbefisket foregår med teiner fra våren og ut året. Lengden på sesongen har økt de siste årene, og flere driver helårsfiske. Mange har likevel en kortere sesong med hovedfiske i august–oktober. Oftest er det fartøy i gruppen 10–15 meter som deltar i krabbefisket.

## Forvaltning

Krabbefisket begrenses ikke i form av kvote eller annen deltakerbegrensning. Minstemål nord for Rogaland er på 13 cm skallbredde, fra Rogaland til svenskegrensen er det 11 cm. Dette minstemålet sikrer at krabben blir stor nok til å gyte før den fanges.

Ved høye temperaturer vokser krabben hurtigere, men blir også kjønnsmoden tidligere. Siden hunnkrabben kun skifter skall hvert andre år eller sjeldnere etter kjønnsmodning, avtar den videre veksten etter dette tidspunkt. Dette medfører at krabben blir mindre i sør enn i nord.

Alle landinger registreres hos salgslagene. Inntil nylig har fiskere på Sørlandet vært unntatt registreringsplikt, men fra og med 2010 er dette innført også her. Alle som skal selge direkte til forbruker, må registrere seg hos Skagerakfisk, også fritidsfiskere, og landingene skal rapporteres.



Norske landinger av taskekrabbe, fordelt på statistiske områder.

Data fra 2012 er foreløpige. Kilde: Fiskeridirektoratet.

Norwegian landings (tonnes) of edible crab (*Cancer pagurus*), distributed on statistical areas. The 2012 data are preliminary. Source: The Norwegian Directorate of Fisheries.

Kontaktperson: Guldborg Søvik | guldborg.sovik@imr.no

**Taskekrabbe:** *Cancer pagurus*

**Andre norske navn:** Krabbe, rødkrabbe, paltosk, høvring, skryda

**Orden:** Tifotkreps (Decapoda).

Underorden: Krabber (Brachyura)

**Familie:** Cancridae

**Størrelse:** Ca. 26 cm skallbredde, (hann), ca. 22 cm (hunn)

**Levealder:** Trolig 20 år

**Utbredelse:** Kystfarvann fra Nord-Afrika, Middelhavet, Svartehavet til Finnmark. De viktigste områdene i Europa er rundt Storbritannia og Irland.

**Gytetidspunkt/-område:** Gyter i hele området om høsten

**Føde:** Spiser det meste av bunndyr

## Nøkkeltall:

KVOTE/KVOTERÅD: Ingen

MINSTEMÅL: 13 cm skallbredde (11 cm fra Rogaland til svenskegrensen)

FANGST (2011): Norsk fangst 5 319 tonn, globalt ca. 40 000 tonn (2009)

FANGSTVERDI (2011): 47,4 millioner kroner



## Fakta om bestanden:

Taskekrabben vil ha salt sjø og lever derfor ikke i områder med brakkevann, men finnes likevel ofte på grunt vann. Den foretrekker hard bunn, men kan vandre ut på bunn med skjellsand og leire. Om vinteren vandrer krabben til dypere og varmere vann (30–50 m). Det er observert krabbe ned til 400 m. Hunnkrabber kan vandre lange strekninger, sannsynligvis for å finne bedre plasser for avkommet.

Krabben må skifte skall for å vokse. Kjønnsmodne krabber skifter skall om høsten, og paring foregår rett etter skallskiftet. Hunnene tar vare på spermen i over ett år og befrukter eggene neste høst. Dermed kan hunnkrabben spise seg opp på næringsrik mat og forberede seg på å ligge halvt nedgravd uten å spise mens eggene utvikler seg. Eldre krabber skifter skall hvert 3. eller 4. år, men kan likevel produsere rogn to eller tre ganger uten skallskifte. Hunnen fester eggene under "halen", og det tar åtte måneder før eggene klekkes.

Krabbelarvene flyter fritt i vannmassene i ca. to måneder. De skifter skall sju ganger. Når de bunnslår er de ca. 2,5 mm store, ett år seinere er de ca. 1,5 cm og har skiftet skall flere ganger. Krabben blir kjønnsmoden etter 4–5 år.

Krabben spiser det meste, men foretrekker skjell og børstemark. Mye taskekrabbe holder til i tareskogen, der den beiter aktivt på en rekke dyr. Seint på sommeren vandrer mange krabber opp i flomålet langs kysten, spesielt om natten, og beiter på tilvekst av rur og andre organismer.

# Tobis

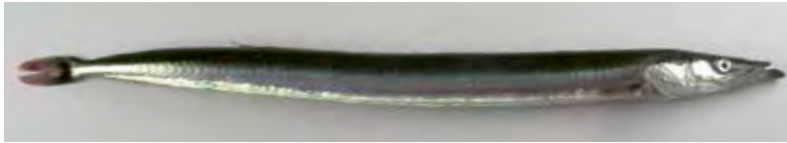


Foto: Thomas de Lange Wikimedia

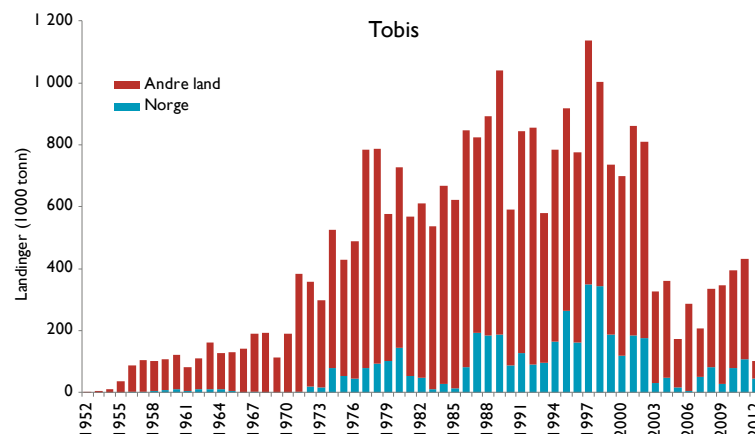
## Status og råd

Fra 2011 behandles tobis i Nordsjøen, Shetland og Skagerrak/Kategat som sju separate bestandsområder (se kart bakerst). I tillegg har Norge en eksperimentell områdebasert forvaltning (se kart) i norsk økonomisk sone som var fullt iverksatt fra 2011 der hovedmålet er å bygge opp bærekraftige gytebestander på alle historisk viktige tobisområder. I 2009 var tobisfisket stengt i norsk sone fordi akustiske undersøkelser viste en begrenset geografisk utbredelse av tobisbestanden. En bedring av bestandssituasjonen gav grunnlag for et kvoteråd i norsk sone på 50 000 tonn i 2010, 90 000 tonn i 2011 og 42 000 i 2012. Fiskeriet ble begrenset til underområdene 1b, 2b og 3b i 2010 og 2012, og til 1a, 2a, og 3a i 2011.

De siste ICES-beregningene viser at gytebestanden for tobis i Doggerbank-området (tobisområde 1, ICES) fluktuerte uten noen spesiell tendens fram til slutten av 1990-tallet. I perioden 2000–2006 svingte bestanden rundt kritisk grense (160 000 tonn), men har siden 2007 vært innenfor sikre biologiske grenser. På grunn av god rekruttering i 2009 var gytebestanden sterk i 2011, men dårlig rekruttering i 2010 og 2011 førte til en svak gytebestand i 2012. Imidlertid viser skrapetokt at 2012-årsklassen er sterk, som bidrar til en relativt høy gytebestand ved inngangen av 2014. Utvikling i tobisbestanden i sørøstre del av Nordsjøen (tobisområde 2, ICES) fulgte i stor grad mønsteret fra tobisområde 1. Bestanden i den sentrale østre del av Nordsjøen og Skagerrak (tobisområde 3, ICES) lå til dels betydelig under kritisk grense (100 000 tonn) i perioden 2001–2007, og i 2011 og 2012 var det heller ikke grunnlag for noen kvote i dette området. Det har vært knyttet stor usikkerhet til bestandsvurderingene i tobisområde 3 siden datagrunnlaget har vært relativt dårlig, men de norske akustiske toktene og bedre tilgang til data fra det norsk kommersielle fiskeriet har forbedret denne situasjonen.

## Fiskeri

Danmark og Norge dominerer i tobisfiskeriet. Mellom 1990 og 2002 varierte landingene rundt et gjennomsnitt på 815 000 tonn, siden har de vært betydelig lavere. I norsk sone har nedgangen vært særdeles stor, med reduksjoner på 88–94 % i perioden 2003–2005 sammenlignet med perioden 1994–2002. I EUs økonomiske sone var nedgangen i samme periode på 44–74 %. Først i seinere år er det satt kvoter for tobisfisket i Nordsjøen. I NØS er tobisfisket sterkt begrenset; det var et lite forsøksfiske i 2006, stengning i 2009 og kvote- og områdebegrensninger i 2007, 2008 og 2010. I norsk sone ble det i 2010 landet 50 000 tonn tobis, 90 000 tonn i 2011 og 42 000 tonn i 2012. For disse tre årene har fiskeriet vært regulert i henhold til den nye områdebaserte forvaltningsmodellen. Til tross for at det benyttes finmasket trål i tobisfisket (mindre enn 16 mm) har bifangstene vært lav.



Utvikling i rapportert fangst av tobis fra Nordsjøen.

Development in reported catch of sandeel in the North Sea.

**Tobis** – *Ammodytes marinus*

**Andre norske navn:** Havsil

**Familie:** Ammodytidae

**Gyteområde:** Vikingbanken til danskysten, Dogger, Storbritannia og ved Shetland

**Leveområde:** Som gyteområde

**Føde:** Små planktoniske krepssdyr (raudåte), fiskeegg og -yngel

**Levetid:** Blir sjelden over 10 år

**Maks størrelse:** 24 cm og 0,1 kg

**Særtrekk:** Gjemmer seg ved å bore seg ned i sandbunnen

## Nøkkeltall:

**KVOTERÅD 2013 (foreløpig):** Norsk sone: 20 000 tonn med tilgang for fiske i område 2a og 3a (samt en svært begrenset tilgang i 4a). ICES tobisområder 1-7: hhv. maks 225 000 tonn, maks 17 000 tonn, maks 78 000 tonn, maks 2 000 tonn, 0 tonn, maks 0,2 tonn og 0 tonn.

**KVOTE 2012:** Kvoten i norsk sone var 42 000 tonn. Totale EU-kvoten var 61 223 tonn. Totalt ble det landet 103 251 tonn

**FANGSTVERDI 2012, NORSE FARTØY:** 89,8 millioner



## Fakta om bestanden:

Tobis er et samlebegrep for flere arter innen silfamilien. Havsil er den viktigste i fiskeriet i Nordsjøen. På engelsk blir havsil kalt "sandeel", sandål, et navn som må sies å være meget dekkende for denne fiskens biologiske egenart og fascinerende atferd. Den sølvglinsende, åleformete fisken holder nemlig til på sandbunn, der den tilbringer store deler av tida nedgravd. Tobis er utbredt i klart avgrensede felt, der bunnforholdene tillater den å grave seg ned. Etter en lang dvaleperiode kommer den radmagre tobisen ut av sanden i april i tette stimer for å beite på små, næringsrike krepssdyr i de frie vannmassene. Selv er den føde for en lang rekke arter av fisk, fugl og sjøpattedyr. Når kvelden faller på vender tobisen tilbake til sitt skjul i sanden. Da er den ikke lenger tilgjengelig for fangst, og i tillegg er den godt beskyttet fra å bli spist. Omkring St. Hans har ett år og eldre tobis vanligvis bygget opp tilstrekkelige fettreserver til å gå i dvale på nytt, mens årets yngel gjerne fortsetter å beite utover høsten. Ved nyttårstider kommer to år og eldre tobis ut av sanden for å formere seg. De befruktede eggene avsettes i sand, mens de nyklekte larvene flyter fritt i vannet. Straks etter gyting vender tobisen tilbake til sitt trygge skjul i sanden.

Kontaktperson: Espen Johnsen | espen.johnsen@imr.no





## Status og råd

Bestanden av norsk kysttorsk avtok kontinuerlig fra 1994 til 2003, og har siden vært på om lag samme lave nivå. Gytebestanden i 2012 er beregnet til å være en av de laveste, og på grunn av liten rekruttering er det lite grunnlag for særlig vekst de nærmeste årene. ICES klassifiserer bestanden til å ha redusert reproduksjonsevne, og sier at den ikke blir høstet bærekraftig.

Det er ikke etablert referansepunkter for kysttorsk fordi fangststatistikken er beheftet med usikkerhet. Historiske data for total fangst er vanskelige å beregne, da det er usikkert hvor mye uregistrert fangst fritids- og turistfiskere har tatt. Bestandsberegningene og forholdet mellom gytebestand og rekruttering blir dermed også usikre. ICES mener likevel at trenden i bestandsutviklingen er reell. For perioden 2004–2011 anbefalte ICES at det ikke ble fanget kysttorsk. For 2012 og 2013 er det anbefalt å følge den vedtatte gjenoppbyggingsplanen som er godkjent av ICES.

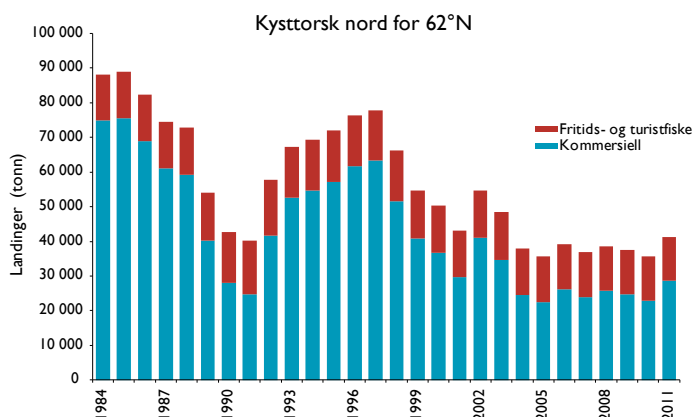
## Fiskeri

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. Noe kysttorsk tas sannsynligvis av trålere fra andre land, men kvantumet er så lite at det ikke er med i beregningene.

Kysttorsken skiller fra nordøstarktisk torsk ved hjelp av strukturen i vekstsonene på øresteinene (otolittene). Andelen kysttorsk i prøvetakingene sammen med rapporterte landinger av torsk innenfor 12-milsgrensen, brukes til å beregne mengden kysttorsk som er fanget. Landingene av norsk kysttorsk har gradvis avtatt fra 1997 (78 000 tonn) og frem til 2005 (36 000 tonn) (figur). Fra 2005 til 2010 var fangsten på om lag samme nivå (36 000 tonn). I 2011 økte den til i overkant av 41 000 tonn. Disse fangstallene inkluderer omtrentlige anslag for fritids- og turistfiske, som representerer drøyt 30 % av totalfangsten.

## 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 innført nye reguleringer i 2005. Disse ble med små justeringer videreført for årene 2006–2013. Hovedtanken bak de nye reguleringene er å forskyve fangstpresset over fra kysttorsk til nordøstarktisk torsk, slik at mest mulig av de totale landingene består av nordøstarktisk torsk. Så lenge rekrutteringen er liten, er det lite trolig at disse reguleringene er tilstrekkelige til å gi betydelig vekst i kysttorskbestanden.



Fangst av norsk kysttorsk.  
Catch of Norwegian coastal cod.

Kontaktperson: Erik Berg | erik.berg@imr.no

**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

**Nøkkel tall:**

ANBEFALING: Følge gjenoppbyggingsplanen

KVOTE: 21 000 tonn

FANGST: 29 000 tonn (2011) +13 000 tonn turist- og fritidsfiske



## 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 sidearmene i større fjordsystemer, men også i samme områder som nordøstarktisk torsk. Kysttorsk yngler bunnsnål på svært grunt vann (0–20 meter) og vandrer sjelden ned på dypere vann før den er 2 år gammel. Den blir tidligere kjønnsmoden enn nordøstarktisk torsk, vokser hurtigere og vandrer i mindre grad.

Genetiske studier antyder at det finnes flere atskilte kysttorskpopulasjoner med ulik veksthastighet og alder ved kjønnsmodning. Det er derfor ikke helt uproblematisk å betrakte disse populasjonene under ett i bestandsvurderingene. I et føre-var-perspektiv er det likevel bedre å utarbeide prognoser for kysttorsk som helhet i påvente av at bestandsstrukturen kartlegges.

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



### Status og råd

**LINDESNES–SVENSKEGRENSEN:** Etter 1999 og fram til 2010 var fangstene av 0-gruppe (figur) og 1-gruppe torsk i strandnot redusert med henholdsvis 43 % og 85 % i forhold til langtidsgjennomsnittet (1919–2010). I 2011 fikk vi igjen en bra årsklasse. Rangert etter fangst av 0-åringer havner 2011 på en 24. plass i tids-erien, med 1938 på topp (79 0-åringer per trekk) og 1988 på bunn (0,16 0-åringer per trekk). Den dårlige rekrutteringen de siste tiårene kan ha sammenheng med påviste endringer i planktonsamfunnet i Nordsjøen og Skagerrak. På 1930-tallet var det også lite 0-gruppe torsk, noe som trolig skyldtes en sykdom som slo ut ålegraset. Enger med ålegras er viktige leveområder for småtorsk.

Det er noe forskjell i forekomstene av 0-gruppe torsk øst og vest på Skagerrakkysten, hvor situasjonen i vest er bedre enn i øst. I 2011 var det dobbelt så mye torsk i vest (24 torsk/trekk) som øst for Kragerø (12 torsk/trekk) i strandnotserien. Forekomsten av eldre torsk er lav, og lavest i øst. Havforskningsinstituttets garnserie viser òg en tilsvarende øst–vest-forskjell i forekomsten av eldre torsk, hvor det i 2011 generelt var noe bedre fangster langs hele kysten enn på flere år. Det er tegn på at dødeligheten i torskens første leveår er større i østlige enn i vestlige områder. En medvirkende årsak kan også være at de lokale bestandene i øst er så redusert at torsk som nå dominerer, er transportert som larver med havstrømmene fra Nordsjøen. Lite stor torsk i øst kan i så fall ha sammenheng med at torsk vender tilbake til Nordsjøen når den nærmer seg kjønnsmodning. Det kan heller ikke utelukkes at beskatningen er for høy.

**LINDESNES–STAD:** Torsk på denne kyststrekningen forvaltes som en del av nordsjøbestanden. Torsken på Vestlandet består sannsynligvis av én eller flere separate bestander, og det er mulig at disse bestandene i perioder får tilslag av larver og 0-gruppe fra Nordsjøen. Noe av gytetorsken kan også være fisk som kommer inn fra Norskerenna.

Oppfatningen av at torsk på Vestlandet består av flere separate bestander støttes av merkeforsøk. Undersøkelser som viser at rekrutteringen i Masfjorden og Nordsjøen ikke følger hverandre, taler i samme retning. Det foreligger ikke tidsserier for bestandene av torsk på Vestlandskysten. Fra dette området har det i lang tid blitt rapportert om reduserte fangster, noe som bekreftes av den offisielle fangststatistikken.

### Forvaltningstiltak

Det gis ikke eget forvaltningsråd for kysttorsk sør for 62°N. Fiskerimyndighetene har imidlertid innført en rekke tiltak for å regulere kystfisket i dette området. Blant annet ble minstemålet på torsk økt fra 30 til 40 cm 01.01.09, og fra 01.01.10 gjelder minstemålene også i rekreasjonsfisket. Fiskeridirktoratet har nylig hatt på høring et forslag til helhetlig forvaltningsplan for kysttorsk sør for 62°N. Formålet er å gjenoppbygge bestandene av kysttorsk på Sør- og Vestlandet. Ett av tiltakene som vurderes, er å innføre bevaringsområder for torsk, tilsvarende som for hummer langs Skagerrakkysten. Ettersom torsk er noe mindre stedegen enn hummer, er det aktuelt å beskytte noe større område. Dette er i første rekke aktuelt langs Skagerrakkysten, hvor gyte- og oppvekstområder er kartlagt og verdivurdert.

### Kysttorsk – *Gadus morhua*

**Gyte-, oppvekst- og beiteområde:** Beiter i fjorder og kystområder. Gyter i fjord- og kystbassenger. Vokser opp i strandsonen 0–20 m dyp.  
**Størrelse:** Sjelden over 1 m og 20 kg  
**Alder ved kjønnsmodning:** 2–4 år  
**Antall egg:** 0,5–5 millioner egg  
**Føde:** Krepsdyr, skjell og fisk

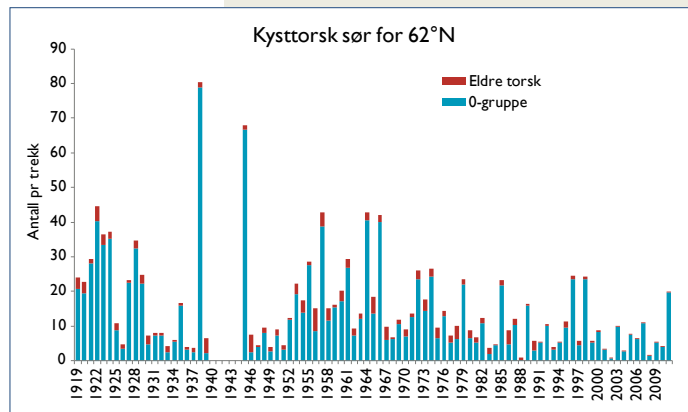
### Nøkkeltall:

ANBEFALT KVOTE: Ingen  
 KVOTE: Ingen  
 FANGST: Ukjent



### Fakta om bestanden:

Genetiske studier har vist at det finnes flere bestander av kysttorsk fra svenskegrensen til Stad. Det kan synes som det både er vekstforskjeller og ulik alder ved kjønnsmodning i flere av kysttorskbestandene. Kysttorsk finnes fra tarebeltet og ned mot 500 meter. Den gyter langt inne i fjordene eller i bassenger langs kysten. Kysttorskens egg har nøytral oppdrift litt lenger ned i vannsøyla enn hva som er tilfelle for nordøstarktisk torsk. Eggene er dermed mindre utsatt for vinddrevet strøm. Yngelen bunnskråler på grunt vann (0–20 meter). Den blir tidligere kjønnsmoden enn nordøstarktisk torsk, vokser hurtigere og vandrer lite.



**Årlig gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torsk på faste strandnotstasjoner på kyststrekningen Søgne–Kragerø, 1919–2011 (ingen data i krigsårene 1940–1944).**

*Annual year-class indices of 0-group cod along the south coast of Norway, 1919–2011 (no sampling during WW2).*





## Status og råd

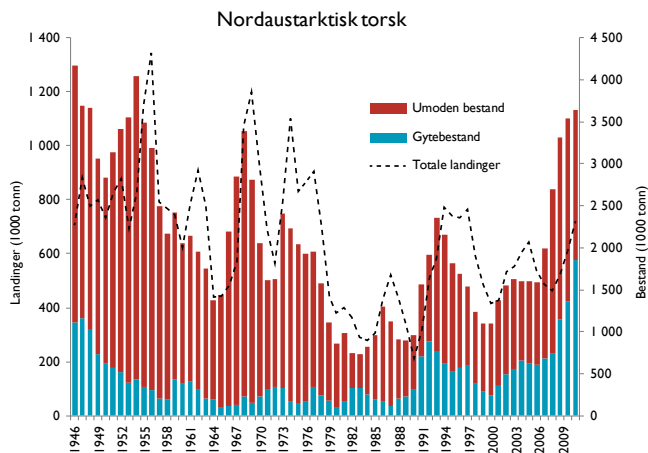
Bestanden er i god stand og over langtidsgjennomsnittet (1946–2011). Gytebestanden er på eit historisk høgt nivå. Årsklassane 2004 og 2005 er godt over gjennomsnittet, medan årsklassane 2006–2010 er på eller litt i underkant av gjennomsnittet. 2011- og 2012-årsklassane var rekordsterke på 0-gruppetadiet, men det er usikkert kor sterke dei vil vise seg å vere på seinare alderstrinn. Bestanden auka sterkt frå 2006 til 2009, og totalbestanden har sidan 2009 vore på om lag 3,5 millionar tonn. Bestanden blir forvalta av Noreg og Russland i fellesskap. Den gode bestandssituasjonen skuldast i stor grad at ein har følgd forvaltingsplanen i fleire år. Torsken har dessutan spreidd seg utover eit større leveområde i Barentshavet dei siste åra, noko som truleg heng saman med høge temperaturar og store isfrie område. Vekst og kjønnsmodning ser så langt ikkje ut til å vere påverka av endringane i bestanden.

## Fiskeri

Totalkvoten for 2011 var 703 000 tonn, medan den totale internasjonale fangsten var 720 000 tonn. Norsk fangst utgjorde 332 000 tonn i 2011. Andre fangstnasjonar er i rangert rekkefølge: Russland, Færøyaner, Spania, Island, Storbritannia, Grønland, Tyskland, Polen, Portugal, Kviterussland og Frankrike. Om lag 70 % av årsfangsten blir tatt med botntrål, resten blir fiska med garn, line, snurrevad og juksa. Fisket i 2011 vert rekna som berekraftig.

## Nordlegare gyting

Ein stadig større del av den gytemodne torsken (skrei) vert fiska nord for det tradisjonelle hovudgyteområdet i Lofoten. Mykje skrei er tatt langs kysten nordover frå Lofoten til Sørøya (eit tradisjonelt gyteområde) og også på kysten av Vest-Finnmark. Fenomenet er ikkje nytt; også i perioden 1930–1950 var det ei nordleg gyting. Dette veit vi frå fangststatistikkar (leveransar av rogn og torsk fordelt på område langs kysten). I perioden 1930–1950 var det varmare enn normalt i havet, slik det også er i dag, og dette trur vi er ein av hovudgrunnane til at gyteområda har flytta seg nordover.



Bestand og fangst av nordaustarktisk torsk.  
Stock size and landings of Northeast Arctic cod.

Kontaktperson: Bjarte Bogstad | bjarte.bogstad@imr.no

## NORDAUSTARKTISK TORSK

**Torsk** – *Gadus morhua*

**Andre norske namn:** Skrei, jedd, jadd, bruning

**Familie:** Torskefamilien

**Maksimal storleik:** 169 cm og 55 kg

**Utbreiing:** Barentshavet

**Hovudgyteområde:** Lofoten/Vesterålen

**Gytetidspunkt:** Mars–april

**Føde:** Fisk og krepssdyr

### Nøkkeltal:

AVTALT KVOTE 2013: 1 000 000 tonn,

norsk kvote: 440 740 tonn (ekskl. kysttorsk)

AVTALT KVOTE 2012: 751 000 tonn,

norsk kvote: 336 196 tonn (ekskl. kysttorsk)

FANGST 2011: 720 000 tonn,

norsk fangst: 332 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: Ca. 3,9 milliardar

kroner



### Fakta om bestanden:

Torsk er ein rovfisk tilknytt botnen, men i Barentshavet kan han i delar av året opphalde seg mykje i dei frie vassmassane. Ungfisk (0–2 år) et mykje dyreplankton, medan fisk og botnorganismar er viktigast for den eldre torsken. Dei viktigaste gytefelta for nordaustarktisk torsk er i Vesterålen/Lofoten. Egga blir gytt i frie vassmassar i februar–april. Både egg og larvar driv med straumen inn i Barentshavet, der yngelen botnslår seg seint på hausten. Mesteparten av bestanden finn ein i Barentshavet, på den varme sida av Polarfronten (til ca. 76°N og 50°Ø). I varme år går utbreiinga lenger nord og aust. Såleis finn ein hausten 2012 torsk heilt nord til 82°30'N (nord for Frans Josef Land) og aust til 59°Ø (vest for nordspissen av Novaja Semlja).

Den nordaustarktiske torsken er den største torskebestanden i verda. Andre havbestandar av torsk finst ved Island, Færøyaner, i Austersjøen, Nordsjøen og Irskesjøen, vest av Skottland og i Georges Bank- og Newfoundland-områda i Nordvest-Atlanteren. I tillegg finst det lokale kyst- og fjordbestandar langs kysten av Noreg, Sør-Grønland og Canada.



## Status og råd

Det er vanskelig å skille de forskjellige torskestammene i Nordsjøen, Skagerrak og Den østlige engelske kanal, og derfor behandles de som én bestand når bestandsstørrelse, fiskedødelighet og total kvote skal beregnes.

Ifølge ICES har bestanden sviktende reproduksjonsevne. Gytebestanden har imidlertid vokst siden 2007 og vil trolig komme over kritisk nivå i 2013 eller 2014. Fiskedødeligheten har avtatt siden 2000 og er nå under føre-var-nivået. Årsklassene 2000–2010 er beregnet å være langt under gjennomsnittet.

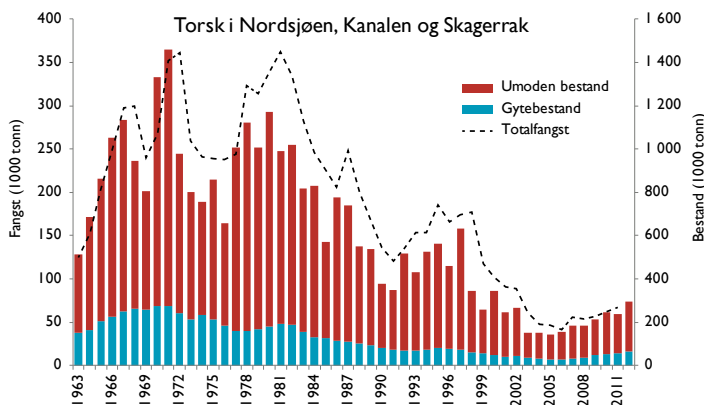
Fra 2009 ble det innført en ny forvaltningsplan, og denne ville gitt 20 % reduksjon av kvoten i 2013. Forvaltningsplanen har imidlertid ikke gitt den nedgangen i fiskedødelighet som var ventet, delvis fordi utkastet av stor fisk er blitt høyere. På grunn av økende kvoter for andre bunnfiskarter vil EU ikke innføre noen sterkere begrensning av fangststigningen, og man antar derfor at en 20 % reduksjon av torsk kvoten bare vil føre til ytterligere økning av utkastet. På denne bakgrunn ble det besluttet å sette kvoten til samme nivå som i 2012, dvs. 31 800 tonn. ICES vil bli bedt om å vurdere ulike høstningsregler med sikte på å få en ny forvaltningsplan som skal gjelde fra og med 2014.

## Fiskeri

Torsken i Nordsjøen, Skagerrak og Den østlige engelske kanal forvaltes hver for seg. I Nordsjøen er torsken delt mellom EU (83 %) og Norge (17 %). Totalkvoten for 2013 er på 26 475 tonn i Nordsjøen og 3 783 tonn i Skagerrak. Norsk kvote er på henholdsvis 4 501 og 123 tonn. I Nordsjøen er det i tillegg avsatt 3 177 tonn til forsøk med "fullt dokumentert fiske" som bl.a. omfatter videoovervåking av båter for å redusere utkast.

I 2011 var samlet kvote (konsumfiske) for Nordsjøen og Skagerrak 30 677 tonn. Med utkast er total fangst (inkludert Kanalen) beregnet til 46 700 tonn. Norge landet 5 300 tonn. Totalkvotene for Nordsjøen og Skagerrak i 2012 var de samme som i 2013. Offisielle landinger ventes å bli ca. 33 000 tonn, hvorav 4 500 tonn til Norge. I 2011 utgjorde utkast 20–25 % av totalt uttak.

Torsken blir hovedsakelig tatt i blandingsfiskerier med tråldredskaper sammen med hyse og hvitting, men Danmark og Norge har også et direktefiske etter torsk med garn. Alle land som grenser til Nordsjøen fisker torsk, med Danmark, Skottland og Norge som de viktigste de siste årene. I det norske fisket blir litt over halvparten tatt med garn, ca. 1/4 med krokredskaper og 1/5 med trål.



Bestand og fangst av torsk i Nordsjøen, Den engelske kanal og Skagerrak.  
Stock size and landing of cod in the North Sea, the Eastern Channel and Skagerrak.

## NORDSJØEN, SKAGERRAK OG DEN ØSTLIGE ENGELSKE KANAL

**Torsk** – *Gadus morhua*

**Familie:** Gadidae (torskfamilien)

**Maks størrelse:** 100 cm og 20 kg

**Levetid:** 15 år

**Leveområde:** Nordsjøen/Skagerrak

**Gyteområder:** Den engelske kanal, Dogger og langs skotskekysten

**Gytetidspunkt:** Januar–april

**Føde:** Krepsdyr og fisk

### Nøkkeltall:

KVOTERÅD FOR 2013: 31 800 tonn

(inkluderer Den østlige engelske kanal)

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (NORDSJØEN):

26 475 / 4 501 tonn

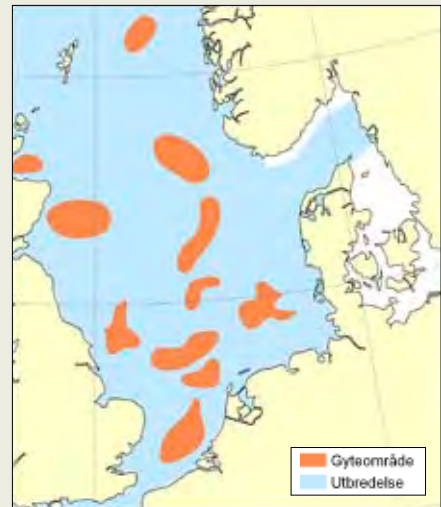
TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (SKAGERRAK):

3 783 / 123 tonn

TOTALFANGST/NORSK FANGST 2012:

32 000 tonn / 5 300 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: ca. 60 mill. kroner



### Fakta om bestanden:

Torsken i Nordsjøen er ganske stedbunden, og vi regner med at det finnes flere lokale stammer med gytefelter bl.a. i Den engelske kanal, ved Dogger og langs skotskekysten. Det er imidlertid ingen klare grenser mellom disse stammene, og gyting kan forekomme over hele Nordsjøen.

Gytingen foregår fra januar til april, tidligst i sør, og eggene klekkes etter to til tre uker. De viktigste oppvekstområdene er langs danskysten og i Tyskebukta. Det finnes vanligvis også en god del yngel rundt Shetland. Enkelte hanner kan bli kjønnsmodne allerede som toåring, men de fleste blir kjønnsmodne som tre- og fireåring. Torsken i Nordsjøen vokser raskere og blir tidligere kjønnsmoden enn torsken i Barentshavet, og den har et kortere livsløp.

Torskens føde varierer med alderen. Ung torsk spiser mye krepsdyr, men etter hvert som den vokser, spiser den mer og mer fisk som tobis, sild og øyepål. Torsken er en utpreget kannibal, og opptil tre år gammel torsk kan bli spist av sine eldre artsfrender. Torsken finnes på begge sider av det nordlige Atlanterhavet. Foruten torskbestanden i Nordsjøen, har vi bestander i Østersjøen, Kattegat, Irskesjøen, ved Færøyene, Island, norskysten, Barentshavet, øst- og vestkysten av Grønland, og langs Canada og USA sør til Cape Hatteras (35°10'N). I Europa finnes den sør til Biscaya.

Torskens lever hovedsakelig ved bunnen, men den kan gå høyt opp i vannet for å beite på fiskestimer.





## Status og råd

Hovudsakleg basert på genettikk, men også fetttsyrer og parasittfauna, har ICES konkludert med at det i Irmingerhavet sørvest for Island og aust og sør for Grønland er to bestandar av pelagisk snabeluer. Den eine bestanden lever hovudsakleg djupare enn 500 meter, og den andre, oseanisk snabeluer, grunnare enn 500 meter. I tillegg er det ein bestand på kontinentalsokkelen ved Island, som kan henge saman med snabeluer på kontinentalsokkelen ved Grønland. Dette kapitlet omhandlar dei pelagiske bestandane i Irmingerhavet. Sidan det er vanskeleg å forvalte og halde to pelagiske bestandar frå kvarandre på djupn, har ICES føreslått eit forvaltingsområde for den djupe bestanden i nordaust der dei tettaste og fiskelege førekomstane finst, mens førekomstane utanfor og særleg sørvest for dette området er dominert av den grunne bestanden (sjå figur). Det er vidare uklart om det finst ein eigen bestand på kontinentalsokkelen ved Aust-Grønland, eller om, og i kva grad, snabelueren her heng saman med dei andre bestandane. Uansett er yngel- og oppvekstområdet til den pelagiske snabelueren i Irmingerhavet å finne på sokkelen ved Aust-Grønland.

Resultat frå fleire tokt dei siste åtte åra har vist at mengda av pelagisk snabeluer i Irmingerhavet har blitt kraftig redusert i forhold til på 1990-talet. Den grunnaste bestanden, oseanisk snabeluer, er no minst, og resultat frå det akustiske toktet i 2009 viser ein bestand (under 270 000 tonn) som er mindre enn 10 % av målingane på byrjinga av 1990-talet. Det er vanskelegare å måle den djupe bestanden med akustikk, og her må ein difor i større grad støtte seg på fangstrater med trål. Resultat frå slike målingar av den djupe bestanden sidan 1999 viser ein reduksjon også av denne bestanden der målinga i 2009 (kring 450 000 tonn) er den lågaste i tidsserien. For begge bestandane syntte nye tokt i 2011 om lag same resultat som førre tokt i 2009.

## Fiskeri

Norske trålarar har fiska snabeluer i internasjonal farvatn i Irmingerhavet sørvest av Island sidan 1990. På det meste (1996) er det internasjonal totalt fiska 180 000 tonn, og opptil 19 nasjonar har delteke. Norske fiskarar har på det meste fiska vel 14 500 tonn (1992 og 1993). Offisiell fangststatistikk for 2011 viser ein totalfangst på 47 500 tonn av den djupe bestanden og berre 568 tonn av den grunne. Av dette var norsk fangst 1 931 tonn av den djupe bestanden. Førebels statistikk for 2012 viser eit dårlegare fiskeri med ein total internasjonal rapportert fangst på kring 31 500 tonn. Av dette fiska norske trålarar 3 362 tonn, som inkluderer 2 130 tonn overført frå Grønland og EU i bytte mot andre artar.

ICES har gitt råd om at det ikkje bør gå føre seg noko direkte fiske på den grunnaste bestanden, og at det må utformast ein internasjonal forvaltingsplan. For den djupe bestanden har ICES tilrådd at det årleg inntil vidare ikkje blir fiska meir enn 20 000 tonn. Den nordaustatlantiske fiskerikommisjon (NEAFC) strevar med å få partane samde om både kvote og forvaltingsplan.

Alle partar bortsett frå Russland har blitt samde om ein nedtrappingsplan i fisket frå 2011 til 2014. Ifølgje denne planen skal det ikkje fiskast meir enn 26 000 tonn i 2013. Alt fiske skal gå føre seg i det nordaustlege området, dvs. forvaltingsområdet for den djupe bestanden. Som eit vern i yngletida skal fisket ikkje starte før 10. mai. Vidare er partane samde om at all fangst til forskingsformål skal takast innanfor avtalt internasjonal totalkvote. Det er lagt opp til at kvart fartøy skal rapportere fangstane sine kvar veke inntil 75 % av totalkvoten er tatt, deretter skal det rapporterast dagleg. Det skal ikkje brukast trålposar med mindre maskevidde enn 100 mm. Partane vart samde om å bruke same faktor på 1,70 for omrekning frå alle typar hovud- og bukkappa fiskevekt til rundvekt. Urappertert fiske på denne snabelueren er framleis eit problem. Kartlegging av dette problemet fram til 2006 viste at så mykje som 20–30 % av fiskeinnsatsen ikkje vart rapportert.

**Kontaktpersoner:** Kjell Nedreaas | kjell.nedreaas@imr.no og Benjamin Planque

## I IRMINGERHAVET

**Pelagisk snabeluer** – *Sebastes mentella*

**Andre norske namn:** Djuphavsuer, nebbuer

**Familie:** Scorpaenidae

**Maks storleik:** 50 cm og 1,3 kg

**Levetid:** Over 60 år

**Leveområde:** Irmingerhavet. Yngel- og oppvekstområde ved Grønland

**Hovudgyteområde:** Langs Reykjanesryggen

**Gytetidspunkt:** April

**Føde:** Dyrplankton først, sidan også liten blekksprut og fisk

**Predatorar:** Sjøpattedyr

**Særtrekk:** Lever heile sitt vaksne liv pelagisk i Irmingerhavet

## Nøkkeltal:

**KVOTERÅD 2013:** Ikkje direkte fiske på den grunnaste bestanden. For den djupe bestanden har ICES rådd til at det ikkje blir fiska meir enn 20 000 tonn. NEAFC (bortsett frå Russland) har blitt samde om ein kvote på 26 000 tonn.

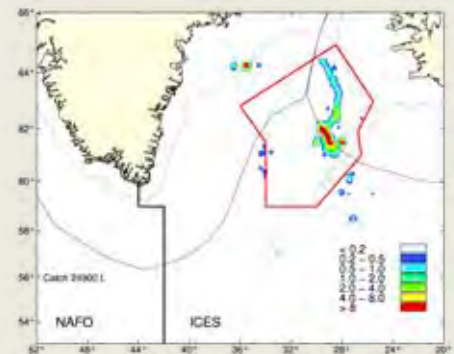
**TOTALFANGST 2012:**

Internasjonal fangst: 31 500 tonn

Norsk fangst: 3 362 tonn

## Fakta om bestanden:

Snabelueren i Irmingerhavet er samansett av to pelagiske bestandar som med ei viss overlapping i stor grad er åtskilte på djup. Den grunnaste lever på 100–500 meters djup, og den djupe på 500–900 meters djup over eit botndjup på 1 500–3 000 meter. Oppvekstområdet for yngelen er på kontinentalsokkelen ved Grønland, og det er stort sett berre den kjønnsmodne delen av desse snabeluerbestandane som lever pelagisk ute i Irmingerhavet. På grunn av sein kjønnsmodning og langsam vekst, er bestandane svært følsame overfor haustingsgrad og fiske.



**Oversikt over områda der fisket føregjekk i 2011.** Figuren viser grensene for det nordaustlege forvaltingsområdet (raud ramme). Fisket her føregår på 600–800 meters djup i april–juli. Fargane viser ulike fangstrater som tonn per kvadrat-nautisk mil. Kjelde: Hafrannsóknastofnunin, Island.

*Distribution of the fishery in 2011, mainly on pelagic deep-sea Sebastes mentella in the northeastern area at 600–800 m depth in April–July. The scale given is tonnes per square nautical mile. The red box is the proposed Deep Pelagic Management Unit. Source: Marine Research Institute, Iceland.*

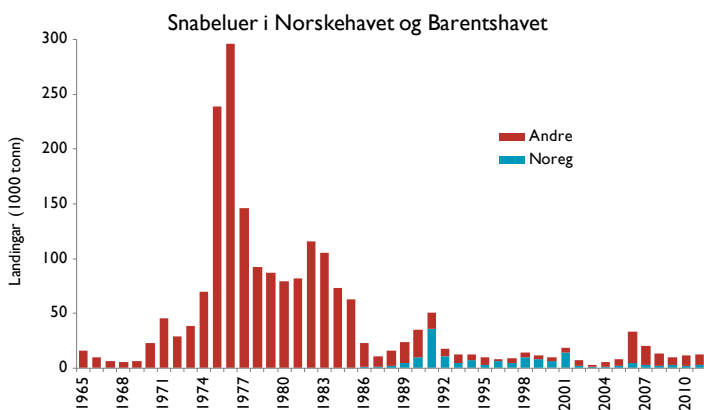


### Status og råd

Bestanden av snabeluer har ei positiv utvikling og rekrutteringa har auka dei seinare åra. Dagens bestandsbiomasse er estimert til 985 000 tonn. Snabelueren vert kjønnsmoden ved 12 års-alderen. Dagens gytebestand består derfor nesten berre av aldersgrupper som er fødte før 2000. I åra mellom 1996 og 2004 var årskulla svake. Dei store årskulla som er fødte etter 2004 vil ikkje inngå i gytebestanden før 2015. Før den tid vil derfor gytebestanden ikkje auke. Snabelueren er klassifisert blant sårbare artar på den norske raudlista sidan 2010. Likevel vedtok ICES i 2012 at det kommersielle fiskeriet kan ta ut opptil 47 000 tonn, inkludert bifangst og utkast, men at dei eksisterande tiltaka for å beskytte yngel og ungfisk samtidig bør vidareførast.

### Fiskeri

Alt fiske etter snabeluer, inkludert bifangstfiske av nemneverdig omfang, føregår med trål. Fisket blir regulert ved hjelp av bifangstreglar og stengde område. Førebelse tal for 2012 viser at ca. 4 000 tonn er fiska som bifangst med botntrål og 7 500 tonn med flytetrål i internasjonalt område (Smutthavet) i Norskehavet. Av dette har Noreg fiska høvesvis ca. 1 400 og 0 tonn (2 348 og 342 tonn i 2011). Bortsett frå Russland og Noreg fiskar alle land årleg mindre enn 200 tonn snabeluer som bifangst i botntrål (figur). NEAFC har sett kvota for snabeluer i Norskehavet til 19 500 tonn i 2013. Bifangst av uer i rekefisket er regulert og maksimal innblanding av uer er 3 individ per 10 kg reke. Ved fiske med trål er det tillate å ha inntil 15 % bifangst av uer i vekt i dei enkelte fangstar og ved landing. Ved fiske med trål utanfor 12 nautiske mil frå grunnlinene er det tillate å ha inntil 20 % bifangst av uer i vekt i dei enkelte fangstar og ved landing.



Landa fangst av *Sebastes mentella* i ICES område I og II. For 2004–2010 er fangst rapportert tatt med flytetrål i Norskehavet inkludert.  
 Total international landings of *Sebastes mentella* in Sub-areas I and II. For 2004–2010, catches reported taken by pelagic trawl in the Norwegian Sea are included.

## I NORSEHAVET OG BARENTSHAVET

**Snabeluer** – *Sebastes mentella*

**Andre norske namn:** Nebbuer, djuphavsuer

**Familie:** Scorpaenidae

**Maks storleik:** 47 cm og 1,3 kg

**Levetid:** Over 70 år

**Leveområde:** Barentshavet, Svalbard og kontinentalskråninga (400–600 m) mot Norskehavet sør til britisk sone. Føretekk også næringsvandringar ut i det pelagiske Norskehavet (300–450 m)

**Hovudgyteområde:** Langs heile Eggakanten frå britisk sone til Bjørnøya

**Gytetidspunkt:** Mars–april

**Føde:** Plankton viktigast dei første leveåra. Deretter større plankton og fisk

**Særtrekk:** Ueren ynglar, dvs. han “gyt” levande larvar

### Nøkkelta:

**KVOTERÅD 2013:** 19 500 tonn i Norskehavet, ellers ingen kvoteråd, men vern av yngel, ikkje direkte trålfiske og låg bifangst i andre fiskeri

**FANGST 2012:** Norsk fangst: om lag 1 400 tonn

Samla internasjonal fangst: om lag 11 500 tonn

**NORSK FANGSTVERDI 2011:** Ca. 110 mill. kroner for begge uerartane samla.



### Fakta om bestanden:

Snabeluer føder levande 4–6 mm yngel i mars–april. Veksten fram til kjønnsmoden storleik og alder er nokså lik vanleg uer. Snabeluer større enn 47 cm blir sjeldan observert, og ein fisk på denne storleik kan vere 50–70 år gamal. Snabelueren går ikkje inn i Nordsjøen, men lever langs kontinentalskråninga mot Norskehavet på 400–600 meters djup frå Shetland og nordover til Andøya. Her finst det lite snabeluer mindre enn 28–30 cm. Nord for Andøya finst snabeluer også grunnare. Barentshavet og Svalbard (også nord for Spitsbergen) er oppvekstområdet for arten. Yngleområdet strekkjer seg langs Eggakanten frå Shetland til Tromsøflaket, og i Barentshavet er det vist gytevandring av hofisk mot dette området. Snabelueren et dyreplankton som raudåte, krill og marflo dei første leveåra. Deretter går han gradvis over til å beite meir krill og fisk. Då rekrutteringa av snabelueryngel var god og stabil, utgjorde snabeluer under 25 cm rundt 10 % av dietten til nordaustarktisk torsk. Også blåkveite beitar på snabeluer. Larvar og liten ueryngel har dessutan blitt observert i sildemagar.





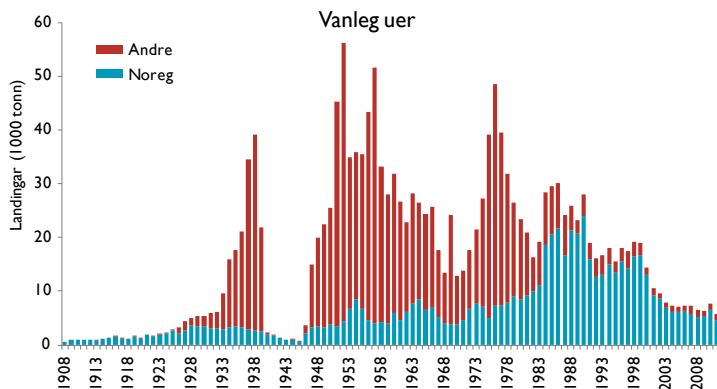
Foto: Thomas de Lange/Wenck

**Status og råd**

Bestanden av vanleg uer har hatt sviktande rekruttering sidan tidleg på 1990-talet. Toktresultat og fangstratar frå trålfisket viser ein klar nedgang og at bestanden no er mindre enn nokosinne. Sidan 2005 har fiskedødelegheita auka og er i dag høgare enn tidlegare observert. Vanleg uer er klassifisert som sterkt trua art på den oppdaterte norske raudlista som kom ut i 2010. Eit sterkt yngelvern er viktig for å sikre rekruttering og at bestanden blir bygd opp att. ICES tilrår at det ikkje vert fiska på denne bestanden.

**Fiskeri**

Fisket etter vanleg uer blir regulert ved hjelp av bifangstreglar, fredings-tid og i mindre grad også reiskapsregulering. Årsklassane det siste tiåret har vore svært svake, og mengda av umoden fisk går stadig nedover. Situasjonen er venta å vare i mange år. Ei tilsynelatande lita betring i rekrutteringa dei siste åra er usikker og treng nærare stadfesting. På denne bakgrunnen tilrår ICES strengare reguleringar. Reguleringstiltaka i dag er utilstrekkelege. ICES gjentek rådet om stopp i alt direkte fiske, utvida freding og skjerpa bifangstreguleringar for trål. Fangsten i 2012 vil bli kring 6 200 tonn. Rapportar frå fiskarar tyder på at fredinga har ført til lettare tilgjenge av vanleg uer, noko også ei viss betring av fangstratane hos trålarane viser. Noreg har dei siste tiåra tatt 80–90 % av totalfangsten av nordaustarktisk vanleg uer. Bortsett frå Russland, fiskar alle andre land årleg mindre enn 100 tonn (figur). Trål og garn er dei viktigaste reiskapane. Direkte fiske vil i 2013 berre vere tillate med konvensjonelle reiskap (garn, line, jukse og snurrevad). Fredinga har blitt utvida, og det direkte fisket vil berre vere ope i knapt fire månader, bortsett frå for juksafartøy som kan fiske heile året. Tillaten bifangst i fredingstida har blitt auka frå 20 til 25 %, rekna over ei veke. Så lenge det ikkje er sett sikre teikn til betring i yngel- og ungfiskførekoms-tane, er dagens fiskeri med gjeldande reguleringar ikkje berekraftig. Bestandsmodellering viser at dersom fangstane vert oppretthaldne på dagens nivå (knapt 6000 tonn årleg) kan bestanden kollapse før 2018.



104 års fangsthistorie for nordaustarktisk vanleg uer (*Sebastes marinus*). Catches of *Sebastes marinus* since 1908.

**Vanleg uer** – *Sebastes marinus*

**Familie:** Scorpaenidae

**Maks storleik:** 1 meter og meir enn 15 kg

**Levetid:** Over 60 år

**Leveområde:** 100–500 meters djup i Nordsjøen–Barentshavet, også i norske fjordar

**Hovudgyteområde:** Vesterålen, Haltenbanken, Storegga

**Gytetidspunkt:** April–mai

**Føde:** Plankton viktigast dei første leveåra.

Deretter større plankton og fisk

**Særtrekk:** Ueren ynglar, dvs. han "gyt" levande larvar

**Nøkkeltal:**

KVOTERÅD 2013: Ingen direkte kvoteråd, men strengare vernetiltak må innførast

FANGST 2012: Norsk fangst: 4 600 tonn, samla internasjonalt fangst: ca. 5 800 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2011: For begge uerartene samla, ca. 110 millionar kroner.



**Fakta om bestanden:**

Vanleg uer føder levande 4–6 mm yngel i april–mai. Paringa føregår om hausten, og i yngleområdet om våren kan det difor vere reine hofiskkonsentrasjonar. Som toåring er vanleg uer 10–12 cm, og frå no av veks han om lag 2 cm per år til han blir kjønns-moden. Som 11–12 åring og 30–35 cm lang, er halvparten av vanleg uer kjønnsmoden. Vanleg uer lever på 100–500 meters djup på kontinentalsokkelen, langs kysten og visse stader inne i fjordane. Han er utbreidd nord til nordvest for Spitsbergen, men finst sjeldan i fiskbare mengder nord for Tromsøflaket/Bjørnøya. Yngleområdet strekkjer seg langs Eggakanten og kontinentalsokkelen frå Shetland og nordover til Andøya, med Storegga, Haltenbanken og Vesterålen som dei viktigaste områda. Vanleg uer lever utelukkande av dyreplankton i dei første leveåra. Deretter går han over til krill, lodde, sild og torskefisk. Som byttedyr er småeren viktig føde for torskefisk og kveite. Det er ikkje påvist endringar i gytealder, produksjon eller utbreiing som følgje av endringar i klima. Dei siste par åra er det rett nok gjort gode bifangstar av vanleg uer så langt nord som ved Bjørnøya.

# Vågehval

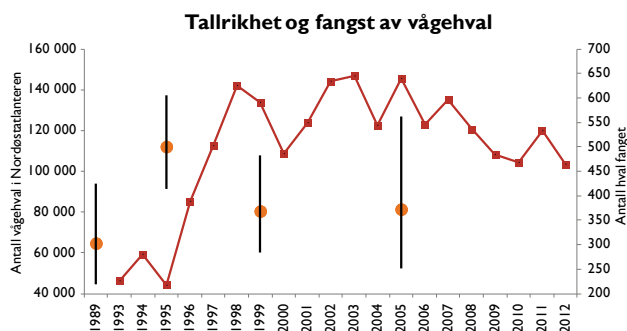


## Status og råd

Norge fastsetter fangstkvoter for vågehvalbestandene ved hjelp av en forvaltningsprosedyre utviklet av vitenskapskomiteen i Den internasjonale hvalfangstkommisjon (IWC). Langtidsmålet er at bestanden skal styres mot et nivå på 60 % av den opprinnelige bestanden. Totalkvoten for 2012 var på 1286 dyr, som omfatter en årlig grunnkvote på 885 dyr med tillegg av restkvoter fra foregående år. Vågehvalen har et relativt langt livsløp, og det ventes derfor ikke store svingninger i bestandsstørrelse og rekruttering over kortere tid enn 5–10 år. Bestandsestimater basert på anerkjent metodikk finnes bare for en kort periode. På grunnlag av fangststatistikk fra 1920-tallet er det beregnet at bestanden på begynnelsen av 1980-tallet var omkring 70 % av hva den var 30 år tidligere. Sterk internasjonal kritikk gjorde at norske myndigheter stoppet vågehvalfangsten etter 1987. I 1993 ble det igjen åpnet for kommersiell fangst. De norske hvalfangerne beskatter to bestander. Den viktigste er den nordøstatlantiske bestanden i Nordsjøen, langs norskekysten, i Barentshavet og ved Svalbard. Det siste estimatet er på 81 400 vågehval, basert på telletokt i perioden 2002–2007. Estimater er av samme størrelse som for telleperioden 1996–2001, og indikerer stabile bestandsforhold. Dette siste estimatet ble endelig godkjent av IWCs vitenskapskomité i 2009. Norske hvalfangere driver også begrenset fangst i den økonomiske sonen rundt Jan Mayen (på sentralbestanden). Bestandsgrunnlaget er beregnet til 26 700 vågehval fra tellinger i 1997 og 2005. For det nordøstlige Atlanterhavet, i områdene øst og nord for Kapp Farvel, ble det beregnet en totalbestand på 184 000 dyr basert på tellinger fra 1995.

## Fiskeri

I 2012 ble det fanget 464 vågehval av totalkvoten på 1286. Alle dyr ble fanget i det nordøstatlantiske bestandsområdet. Jan Mayen-området, som årlig tildeles om lag 15 % av totalkvoten, har vanligvis ikke høye tettheter av vågehval og er kjent for vanskelige fangstforhold. Kvoten i Nordøst-Atlanteren ble heller ikke fullt utnyttet, noe som har sammenheng med blant annet leveringsproblemer og kvotefordeling. Det nåværende fangstuttaket (se figur) er ingen trussel mot vågehvalbestandene i Nord-Atlanteren. I den norske kommersielle vågehvalfangsten i Nord-Atlanteren deltok det tidligere opp mot 30 fartøyer årlig, mens antallet i 2012 var kun 18. Fangsten er regulert ved en konsesjonsordning og gjennomføres om sommeren. Det brukes granatharpun som krøker dyret og avliver det hurtig. Mange av fartøyene er relativt små, og fangstingen foregår først og fremst i kystnære områder, spesielt fra Vestfjorden/Vesterålen til Finnmark, ved Bjørnøya og ved Spitsbergen. Det viktigste produktet er kjøtt til menneskemat. De siste årene har fangsten årlig vært på om lag 600 dyr og kjøttutbyttet på 700–900 tonn. Førstehandsverdien av totalfangsten utgjør ca. 21–28 millioner kroner årlig.



Tallrikhet (med usikkerhetsintervall) i Nordøst-Atlanteren og total årlig norsk fangst av vågehval.

Abundance of minke whales in the Northeast Atlantic and annual catches.

**Vågehval** – *Balaenoptera acutorostrata acutorostrata* (nordatlantisk vågehval)

**Andre norske navn:** Kalles også "minke", som er blitt tatt opp i engelsk

**Maks størrelse:** 9 m lang og 5–8 tonn i våre farvann

**Levetid:** Minst 30 år

**Leveområde:** I alle verdenshav (forskjellige underarter)

**Kalvingsområde:** Trolig i varmere farvann

**Føde:** Dyreplankton og fisk

**Særtrekk:** En av de vanskeligste hvalene å observere fordi den ikke har synlig blåst og bare er oppe et par sekunder av gangen

## Nøkkeltall:

KVOTE FOR 2013, 2012, 2011 OG 2010:

1286 hval per år

KVOTE FOR 2009: 885 hval (nåværende grunnkvote)

KVOTE FOR 2008 OG 2007: 1052 hval

FØRSTEHÅNDSVERDI I 2008:

Om lag 17,5 millioner kroner



## Fakta om bestanden:

Vågehvalen, som finnes i alle verdenshav, er den minste av bardehvalene i finnhvalgruppen. De kjennetegnes ved at de er strømlinjeformede, raske svømmere med ryggfinne. Den blir kjønnsmoden når den er om lag fem år gammel, og det antas at hunnene fra da av får en unge hvert år. Vågehvalen er en vandrende art som tilbringer sommeren på høyere breddegrader for å dra nytte av den rike næringstilgangen. Vinteroppholdsstedene er i varmere farvann, der det antas at ungene fødes og parring finner sted. Vågehvalens vandringer er sterkt atskilt med hensyn til kjønn og lengde. Utenfor Spitsbergen finner vi nesten bare store kjønnsmodne hunner, likedan øst i Barentshavet. Langs kysten fra Finnmark og sørover er det et mer balansert forhold mellom kjønnene, og i Nordsjøen ser det ut til at hanner dominerer. Fordelingen av vågehval kan variere fra år til år mellom perioder med en dominerende østlig fordeling og perioder med en vestlig fordeling. Sannsynligvis er det næringstilgangen som påvirker dette. Nå synes vågehvalen å ha en vestlig fordeling, noe som kan ha sammenheng med store forekomster av beitende sild i Norskehavet. Vågehvalen er spesielt knyttet til sokkelområder, men finnes også over dypt vann i Norskehavet, særlig når den går etter sild. Som bardehval er vågehvalen spesielt tilpasset beiting på dyreplankton, men den er antakelig den minst spesialiserte av bardehvalene og må betegnes som altetende. Undersøkelser av mageinnhold i våre farvann viser at hovedretten varierer mellom krill, sild, lodde og sil, men også torsk, sei og polartorsk står på menyen.

Kontaktperson: Nils Øien | nils.oien@imr.no



# Øyepål



Foto: MA RENNØ

**Øyepål** – *Trisopterus esmarkii*  
**Andre norske navn:** Augnepål, øyepale  
**Familie:** Gadidae (torskefamilien)  
**Gyte- og leveområde:** Nordlige del av Nordsjøen  
**Føde:** Krepser, raudåte, krill og pilormer  
**Levetid:** Sjelden over 3 år  
**Maks størrelse:** 20 cm og 0,1 kg  
**Særtrekk:** Øyepål er en av våre minste, men mest tallrike torskefisk

### Nøkkeltall:

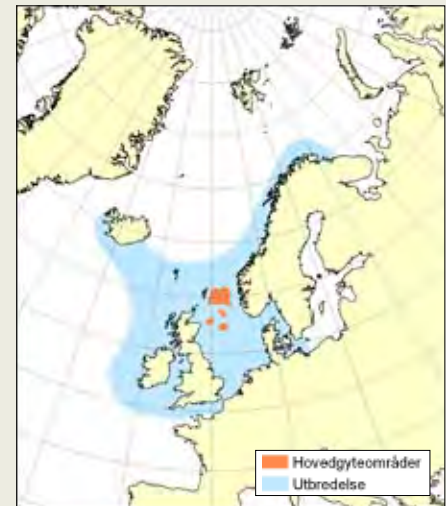
KVOTE 2013: EU-kvoten er 187 000 tonn, og norsk kvote er 137 000 tonn  
KVOTE 2011 (NORSKE FARTØY): 25 000 tonn, landet 4 564 tonn  
FANGSTVERDI 2011: (NORSKE FARTØY) 10,4 millioner kroner

### Status og råd

Gytebestanden av øyepål var under kritisk grense i perioden 2004–2006 etter flere år med svak rekruttering. Deretter fulgte en periode med bedre rekruttering, men i 2010 og 2011 var rekrutteringen igjen svak. Derimot er 2012-årsklassen sterk, og gytebestanden vil være trygt over kritisk grense i 2014. Ingen forvaltningsstrategi er avtalt for øyepål, og ICES gir derfor råd i henhold til tre biologisk bærekraftige forvaltningsstrategier; fast fiskedødelighet ( $F=0,35$ ), fast TAC (50 000 tonn) og en strategi for gjenværende biomasse (escapementstrategi) der gytebestand skal være større enn 150 000 tonn 1. januar etter avsluttet fiskeriår. Sistnevnte strategi har dannet grunnlaget for kvotefastsettelsen de senere år. Fordi øyepål er en kortlevd art og mest sannsynlig en éngangsgyter med en høy rekrutteringsvariasjon, kan gytebiomassen variere mye mellom år. Dette resulterer i en stor bestandsdynamikk, med sterkt varierende kvoter, uten muligheter til å gi pålitelige langtidsprognoser. Den svake rekrutteringen i 2010 og 2011 tilsa at gytebestanden i 2013 ville være langt under 150 000 tonn selv uten fiske i 2012, men med en meget sterk rekruttering i 2012 ble det åpnet opp for et begrenset fiskeri siste kvartal 2012. ICES tilrår en kvote på opptil 393 000 tonn for 2013, men på grunnlag av nye bestandsundersøkelser første kvartal 2013 vil det foreligge et oppdatert råd i løpet av første halvår 2013. ICES bemerker at det ut fra en økosystembetragtning er viktig å beholde en bestand som kan sikre matgrunnlaget for ulike predatorene.

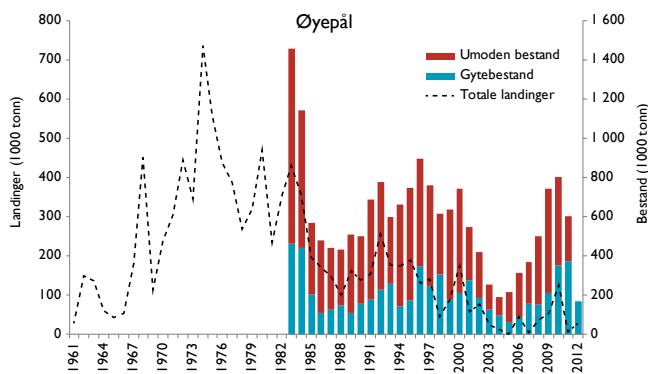
### Fiskeri

Fisket etter øyepål foregår med småmasket trål på dypt vann langs Norskerenna og over mot Fladen, ofte i kombinasjon med fisket etter kolmule. Utviklingen i landingene er vist i figuren. Det er i hovedsak Danmark og Norge som beskatter bestanden. Etter omfattende regulering, med blant annet avstengning av et stort område på Fladen øst for Shetland og begrensning av bifangst, avtok landingene betydelig fra en topp på 740 000 tonn i 1974. I 2010 ble det innført påbud om sorteringsrist i det norske øyepålfisket for å redusere bifangstene ytterligere. På 1990-tallet svingte de totale landingene rundt et gjennomsnitt på 150 000 tonn. I de senere årene har landingene vært beskjedne som følge av dårlig rekruttering og periodevis stenging av det direkte fisket. Fisket av øyepål var stengt i 2005, gjenåpnet i andre halvdel av 2006 og stengt på nytt i 2007. I 2010 landet norske fiskere 61 000 tonn, det høyeste siden 1994, mens danske landinger av øyepål i 2010 var 65 000. I 2011 og 2012 var de norske landingene henholdsvis 3000 og 4600 tonn, og de danske landingene henholdsvis 4000 og 23 000 tonn. Danskene har historisk også fisket øyepål i Skagerrak; gjennomsnittlig 20 000 tonn årlig i perioden 1979–1998. De fem siste årene har det imidlertid nesten ikke vært landet øyepål fra Skagerrak.



### Fakta om bestanden:

Øyepål er en liten, kortlevd torskefisk som lever i dyp fra 50 til 250 meter. Arten har vid utbredelse i østre deler av Nord-Atlanteren, men er mest tallrik i Nordsjøens nordlige deler, i området øst for Shetland (Fladen) og langs vestkanten av Norskerenna. Øyepål opptrer i store stimer, som regel over mudderbunn. Den spiser hovedsakelig krepser, og da særlig krill og raudåte. Øyepål blir selv spist av en rekke større fisk som torsk, hvitling og sei, og av sjøpattedyr. Arten er derfor et viktig bindeledd i næringskjeden. Gytingen foregår i området mellom Shetland og Norge i perioden januar–mai. Egg og larver driver med de frie vannmassene og transporteres blant annet inn i Skagerrak. Før kjønnsmodning vandrer øyepålen tilbake til de nordlige delene av Nordsjøen. Omkring 10 % av bestanden gyter første gang som ettåringer, mens resten blir kjønnsmoden som toåringer.



**Bestand og fangst av øyepål.**  
*Stock size and landings of Norway pout.*

**Kontaktperson:** Espen Johnsen | espen.johnsen@imr.no



Foto: Caroline Durif

### Status og råd

Det er registrert ål i 1788 vann og innsjøer fordelt på 361 nedbørsfeltområder i Norge, men siden mange områder og habitater ikke er undersøkt, er dette et minimumstall. Hos oss finnes ålen i kystnære områder, men i avtagende antall når en går nordover.

Europeisk ål har vært på den norske rødlista siden 2006 og er kategorisert som kritisk truet. Årsaken er en nedgang i registrerte forekomster i mange land over flere tiår. Nedgangen skyldes blant annet overfiske, tap av habitat, forurensning og vandringsbarrierer (for eksempel blir nedgangsål fanget i turbiner). For å beskytte ålen ble det laget en forvaltningsplan for ål i 2008. Flere kunnskapsbehov ble identifisert, blant annet nødvendigheten av å undersøke den delen av populasjonen som forblir i saltvann. Forvaltningsplanen førte til en beslutning om betydelig reduksjon i fangst av ål, og kvoten ble satt til 50 tonn i året.

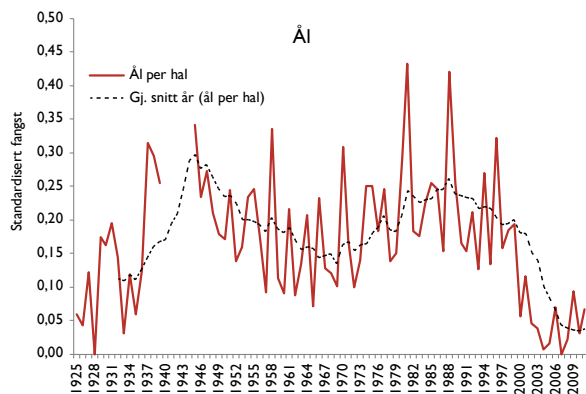
### Fiskeri

Alt fritidsfiske etter ål i ferskvann og marine områder i Norge ble stoppet fra 1. juli 2009 (ikke lov å fange, lande eller ha ål om bord). Den totale kvoten for kommersielt fiske i 2009 var 50 tonn, med stopp i fisket når denne kvoten ble nådd. Alt kommersielt fiske ble stoppet fra 1. januar 2010, men et vitenskapelig fiskeri på 50 tonn ble tillatt fra samme tidspunkt.

### Tidsserie

Ål er en katadrom fisk, dvs. at den gyter i havet, men tilbringer vekstfasen i ferskvann. En del ål utelater ferskvannsfasen uten at vi vet hvorfor. Andelen av ål som blir værende i sjøen synes å øke med økende breddegrad. Habitatene langs kysten er produktive, noe som gjør en oppvandring til ferskvann mindre attraktivt. Mye av ålen i Norge har derfor trolig kun en marin livssyklus.

Instituttets strandnottidsserie fra Skagerrakkysten er analysert for å studere eventuelle endringer i den marine delen av ålebestanden i Norge. Dette er det lengste fiskeriuavhengige datasettet vi har på ål. Hver høst undersøkes ca. 100 stasjoner langs Skagerrakkysten. Fisk blir fanget med standardiserte strandnotkast, identifisert og talt. Resultatene viser at svingningene følger en litt annen dynamikk enn i resten av Europa. En nedgang er observert, men er forsinket med rundt én generasjon i forhold til ål i Nederland, for eksempel. Antallet ål har blitt rekordlavt i de siste tiårene. I 2007 var det ingen ål som ble fanget. Svingninger i antall blir koblet til flere faktorer, slik som den nordatlantiske oscillasjonsindeks (NAO) og temperatur i gyteområdene i Sargassohavet. Høye temperaturer og høy NAO-indeks synes å ha en negativ effekt på nyklekte ålelarver.



Antallet ål (standardisert fangst) fra Skagerrak strandnotserie i perioden 1925–2011. Stiplet linje angir et glidende gjennomsnitt (periode = 8 år).

Number of eels (Standardized catch) from the Skagerrak beach seine survey in the period 1925–2011. The dashed line is a moving average (period = 8 years).

Kontaktperson: Caroline Durif | caroline.durif@imr.no

### Ål – *Anguilla anguilla*

**Familie:** Anguilla

**Maks størrelse:** 133 cm, 6 599 g

**Levetid:** 5–20 år avhengig av kjønn og levevilkår

**Leveområde:** Fra Afrika/Kanariøyene til Murmansk, i både ferskvann og saltvann

**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 være ute av vannet i over 24 timer, og den kan vandre over land i forbindelse med vandringsen fra ferskvann til sjø når de starter gytevandringen. Ål kan svømme bakover.



### Fakta om bestanden:

Det er rundt 19 arter ål i verden. Ål av slekten *Anguilla* er beskrevet som en katadrom fisk, det vil si at den gyter i saltvann og vokser opp i ferskvann (gulålstadiet). Etter gulålstadiet blir den blankål. På høsten, mens den fremdeles er seksuelt umoden, starter "vår" ål, *Anguilla anguilla*, gytevandringen. Den svømmer da ca. 6 000 km for å nå tilbake til Sargassohavet hvor den gyter.

Analysen av øresteiner fra europeisk (*A. anguilla*) og japansk ål (*A. japonica*) har avdekket at en del ål aldri vandrer opp i ferskvann. Selv om det er kjent 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 i forvaltningen. Fisket etter gulål og blankål foregår i elver og våtland nær kysten.

Ål kan ha et komplekst livsløp hvor den vandrer mellom ferskvann og brakkevann (semi-katadrom adferd). Det er bemerkelsesverdig, siden den dermed veksler mellom omgivelser som har helt forskjellig saltholdighet, temperatur, substrat, dybde og andre miljøforhold. Habitatkiftet skjer som oftest når ålen er 3 og 5 år gammel. Det er usikkert hva som avgjør ålens livsstrategi, men valget av vandringsmønster synes ikke å ha noe å gjøre med kjønn, siden både hunn- og hannålen viser vandringsfleksibilitet. En hypotese er at forskjeller i produktivitet mellom elver og saltvannsområder motiverer for at ål velger om den vil vandre mellom habitater i sjø og ferskvann (fakultativ diadrom). 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.



Foto: Øystein Paulsen



# OVERSIKTSTABELLER OG KART



## FORKORTELSER

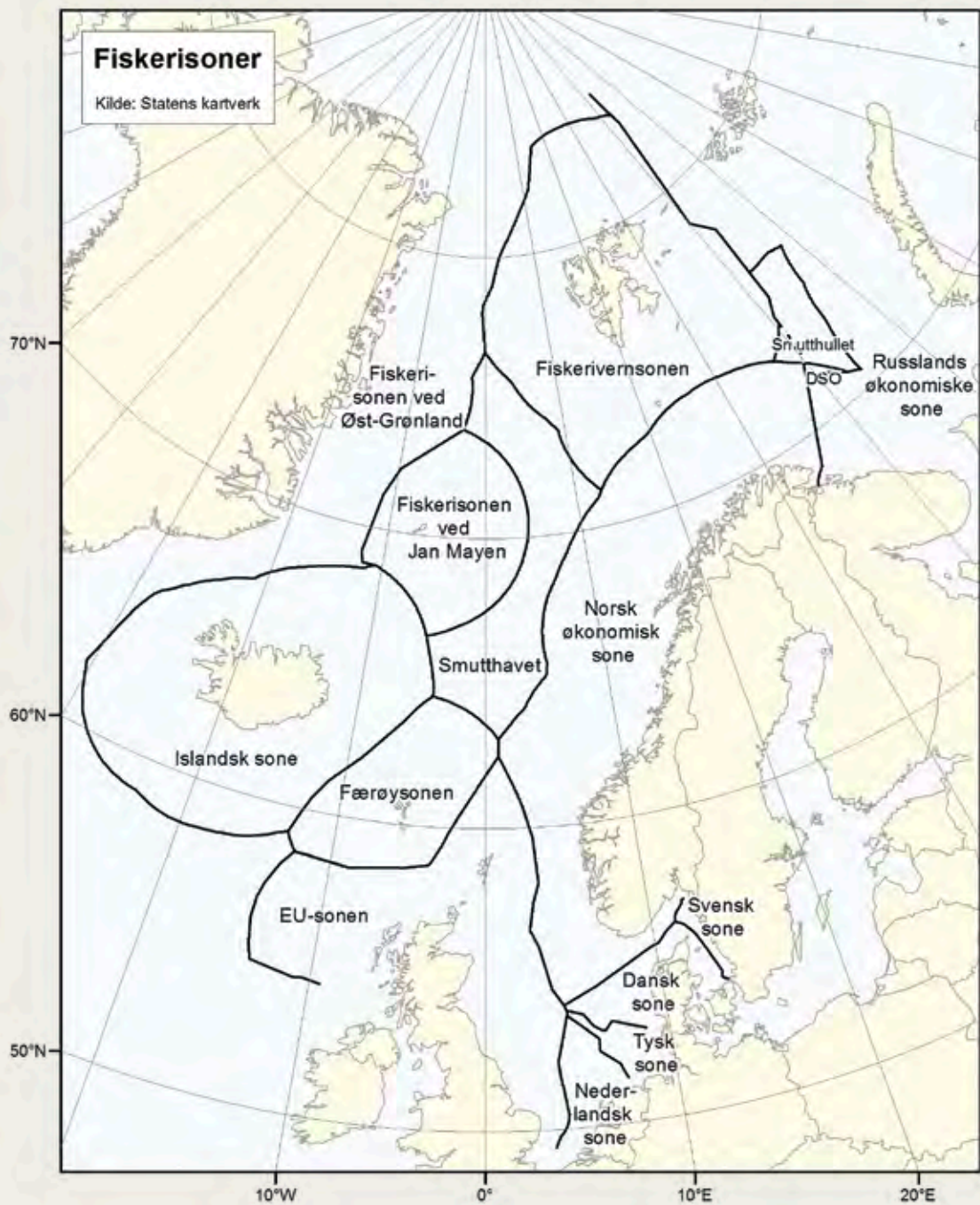
Sverdrup (Sv)	=	Enhet for transport av vann. 1 Sv er 1 million tonn vann per sekund, eller samme mengde vann som renner fra alle verdens elver ut i havene.
ACOM	=	<i>Advisory Committee</i> (ICES' rådgivende komité, erstatter tidligere rådgivningskomiteer ACFM, ACME, ACE)
CCAMLR	=	<i>Commission for the Conservation of Antarctic Marine Living Resources</i>
CPUE	=	<i>Catch Per Unit of Effort</i> (fangst per enhet innsats)
IBTS	=	<i>International Bottom Trawl Survey</i> (internasjonalt bunntråltokt i Nordsjøen)
ICES	=	<i>International Council for the Exploration of the Sea</i> (Det internasjonale råd for havforskning)
IUU-fiske	=	Illegalt, uregulert og urapportert fiske
IWC	=	<i>International Whaling Commission</i> (Den internasjonale hvalfangstkommisjon)
Klif	=	Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT)
NAFO	=	<i>Northwest Atlantic Fisheries Organization</i> (Den nordvestatlantiske fiskeriorganisasjon)
NAO	=	<i>Den nordatlantiske oscillasjonsindeks</i> (et uttrykk for sykliske fluktuasjoner i lufttrykket over Nord-Atlanteren)
NEAFC	=	<i>North-East Atlantic Fisheries Commission</i> (Den nordøstatlantiske fiskerikommisjon)
OSPAR	=	Konvensjonen om beskyttelse av det marine miljø i det nordøstlige Atlanterhav
PINRO	=	<i>Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography</i> (Havforskningsinstituttet i Murmansk)
NØS	=	Norsk økonomisk sone
RØS	=	Russlands økonomiske sone
SSB	=	<i>Spawning Stock Biomass</i> (gytebestand)
TAC	=	<i>Total Allowable Catch</i> (total fangstkvote)
F	=	Fiskedødelighet ( $F_{93}$ = fiskedødelighet i 1993)
$F_{max}$	=	Fiskedødelighet som gir maksimalt utbytte per rekrutt
$F_{MSY}$	=	<i>F corresponding to Maximum Sustainable Yield</i> Den fiskedødeligheten som fører til maksimal vedvarende fangst
$F_{lim}$	=	Fiskedødeligheten som i det lange løp gir en gytebestand lik $B_{lim}$
$F_{pa}$	=	En føre-var-grense for fiskedødeligheten
$F_{HCR}$	=	Fiskedødelighet i henhold til en <i>Harvest Control Rule</i> (beskatningsregel)
$B_{lim}$	=	Den laveste gytebestand som antas å gi rimelig god rekruttering
$B_{pa}$	=	En føre-var-grense for gytebestanden
VPA	=	Virtuell populasjonsanalyse er en metode for å tilbakeberegne den historiske utviklingen i fiskebestander blant annet basert på aldersstrukturerte fangstdata
IPN	=	Infeksiøs pankreasnekrose
PD	=	Pankreassyke
VNN	=	Viral nervevevsnekrose



## LISTE OVER ARTS-, SLEKTS- OG FAMILIENAVN

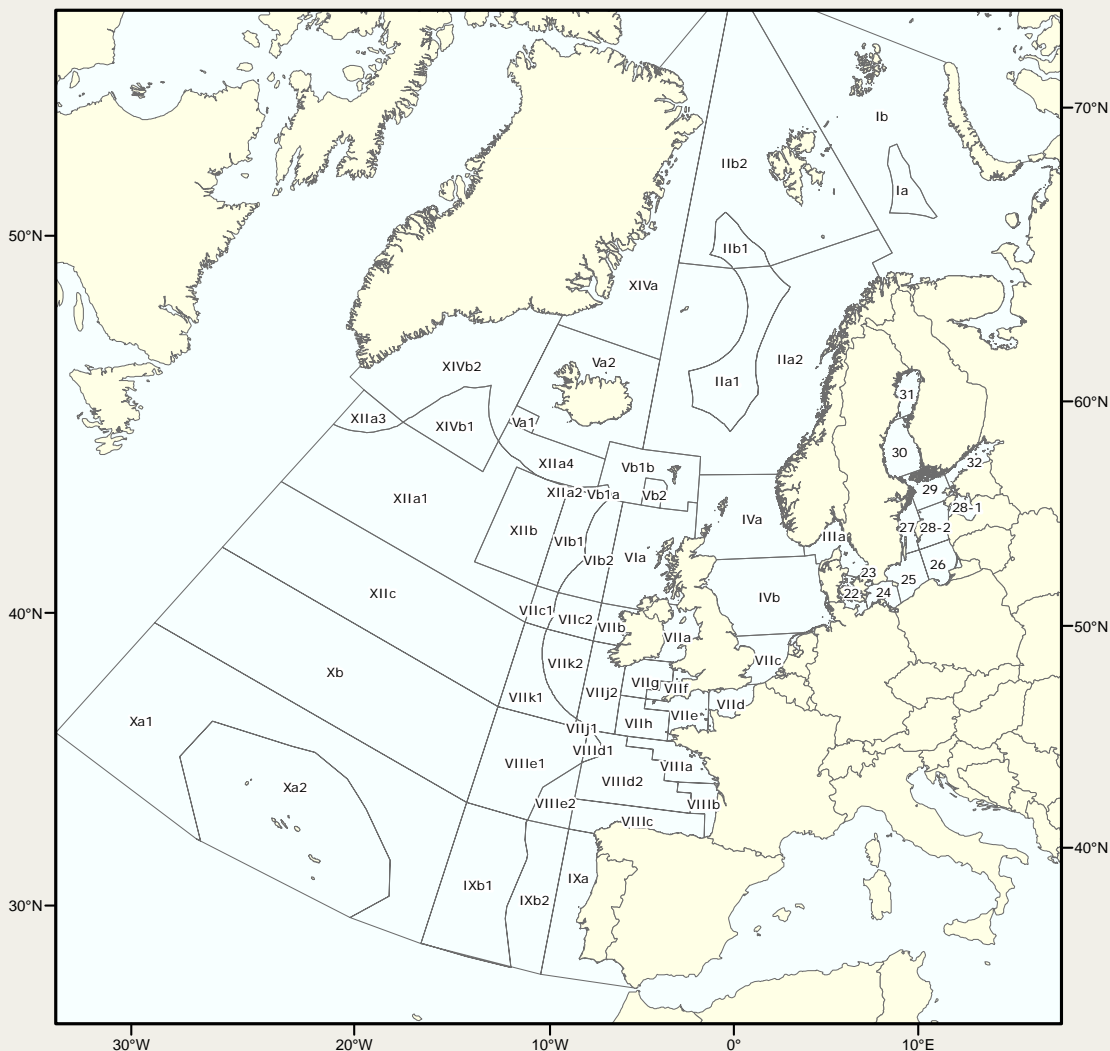
Norske navn	Vitenskapelige navn	Engelske navn
AMFIPODER	<i>Amphipoda</i>	amphipods
BARDEHVALER	<i>Mysticeti</i>	baleen whales
BLÅKVEITE	<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>	Greenland halibut
BLÅLANGE	<i>Molva dypterygia</i>	blue ling
BREIFLABB	<i>Lophius piscatorius</i>	anglerfish (monk)
BRISLING	<i>Sprattus sprattus</i>	sprat
BROSME	<i>Brosme brosme</i>	tusk
DELFIN	<i>Delphinus delphis</i>	common dolphin
DYPVANNISREKE	<i>Pandalus borealis</i>	deep-sea shrimp
FINNHVAL	<i>Balaenoptera physalus</i>	fin whale
FLEKKSTEINBIT	<i>Anarhichas minor</i>	spotted wolf-fish
GAPEFLYNDRE	<i>Hippoglossoides platessoides</i>	long rough dab
GRINDHVAL	<i>Globicephala melaena</i>	long-finned pilot whale
GRØNLANDSSEL	<i>Phoca groenlandica</i>	harp seal
GRÅSTEINBIT	<i>Anarhichas lupus</i>	wolf-fish
HAVERT	<i>Halichoerus grypus</i>	grey seal
HAVSIL (TOBIS)	<i>Ammodytes marinus</i>	lesser sandeel
HVALER	<i>Cetacea</i>	whales
HVITTING	<i>Merlangius merlangus</i>	whiting
HYSE	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	haddock
KLAPPMYSS	<i>Cystophora cristata</i>	hooded seal
KONGEKRABBE	<i>Paralithodes camtschaticus</i>	red king crab
KNØLHVAL	<i>Megaptera novaeangliae</i>	humpback whale
KOLMULE	<i>Micromesistius poutassou</i>	blue whiting
KRILL	<i>Euphausiacea</i>	krill
KVEITE	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	halibut
KVITNOS (SPRINGER)	<i>Lagenorhynchus albirostris</i>	whitebeaked dolphin
LANGE	<i>Molva molva</i>	ling
LEPPEFISK	<i>Labridae</i>	cleaner fish
LODDE	<i>Mallotus villosus</i>	capelin
LYR	<i>Pollachius pollachius</i>	pollack
LYSING	<i>Merluccius merluccius</i>	hake
LYSPRIKKFISKER	<i>Myctophiformes</i>	lantern fish
MAKRELL	<i>Scomber scombrus</i>	mackerel
NEBBHVAL	<i>Hyperoodon ampullatus</i>	northern bottlenose whale
NISE	<i>Phocoena phocoena</i>	harbour porpoise
PIGGHÅ	<i>Squalus acanthias</i>	spurdog
PIGGVAR	<i>Scophthalmus maximus</i>	turbot
POLARTORSK	<i>Boreogadus saida</i>	polar cod
RAUDÅTE	<i>Calanus finmarchicus</i>	
REKE	<i>Pandalus borealis</i>	deep-sea shrimp
RINGSSEL	<i>Phoca hispida</i>	ringed seal
RISSODELFIN	<i>Grampus griseus</i>	Risso's dolphin
ROGNKJEKS/-KALL	<i>Cyclopterus lumpus</i>	lumpsucker
RØDSPETTE	<i>Pleuronectes platessa</i>	european plaice
SEI	<i>Pollachius virens</i>	saithe
SELER	<i>Pinnipedia</i>	seals and walruses
SILD	<i>Clupea harengus</i>	Atlantic herring
SILFAMILIEN	<i>Ammodytidae</i>	sandeels
SJØKREPS	<i>Nephrops norvegicus</i>	Norway lobster
SKATER	<i>Rajiformes</i>	skates and rayes
SKOLEST	<i>Coryphaenoides rupestris</i>	roundnose grenadier
SMÅSIL	<i>Ammodytes tobianus</i>	small sandeel
SNABELUER	<i>Sebastes mentella</i>	deep-sea redfish
SPEKKHOGGER	<i>Orcinus orca</i>	killer whale
SPERMHVAL	<i>Physeter macrocephalus</i>	sperm whale
STEINBITSLEKTEN	<i>Anarhichas</i>	wolf-fishes
STEINKOBBE	<i>Phoca vitulina</i>	harbour seal, common seal
TAGGMAKRELL	<i>Trachurus trachurus</i>	horse mackerel
TOBIS (HAVSIL)	<i>Ammodytes marinus</i>	lesser sandeel
TORSK	<i>Gadus morhua</i>	cod
TUNGE	<i>Solea vulgaris</i>	sole
UER – VANLIG	<i>Sebastes marinus</i>	golden redfish
VASSILD	<i>Argentina silus</i>	greater argentine
VÅGEHVAL	<i>Balaenoptera acutorostrata</i>	minke whale
ØYEPÅL	<i>Trisopterus esmarkii</i>	Norway pout
ÅLEBROSME – VANLIG	<i>Lycodes vahlii</i>	vahl's eelpout

## FISKERISONER

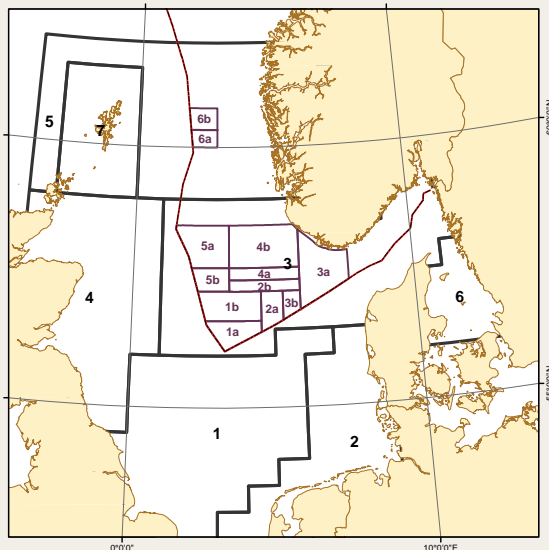


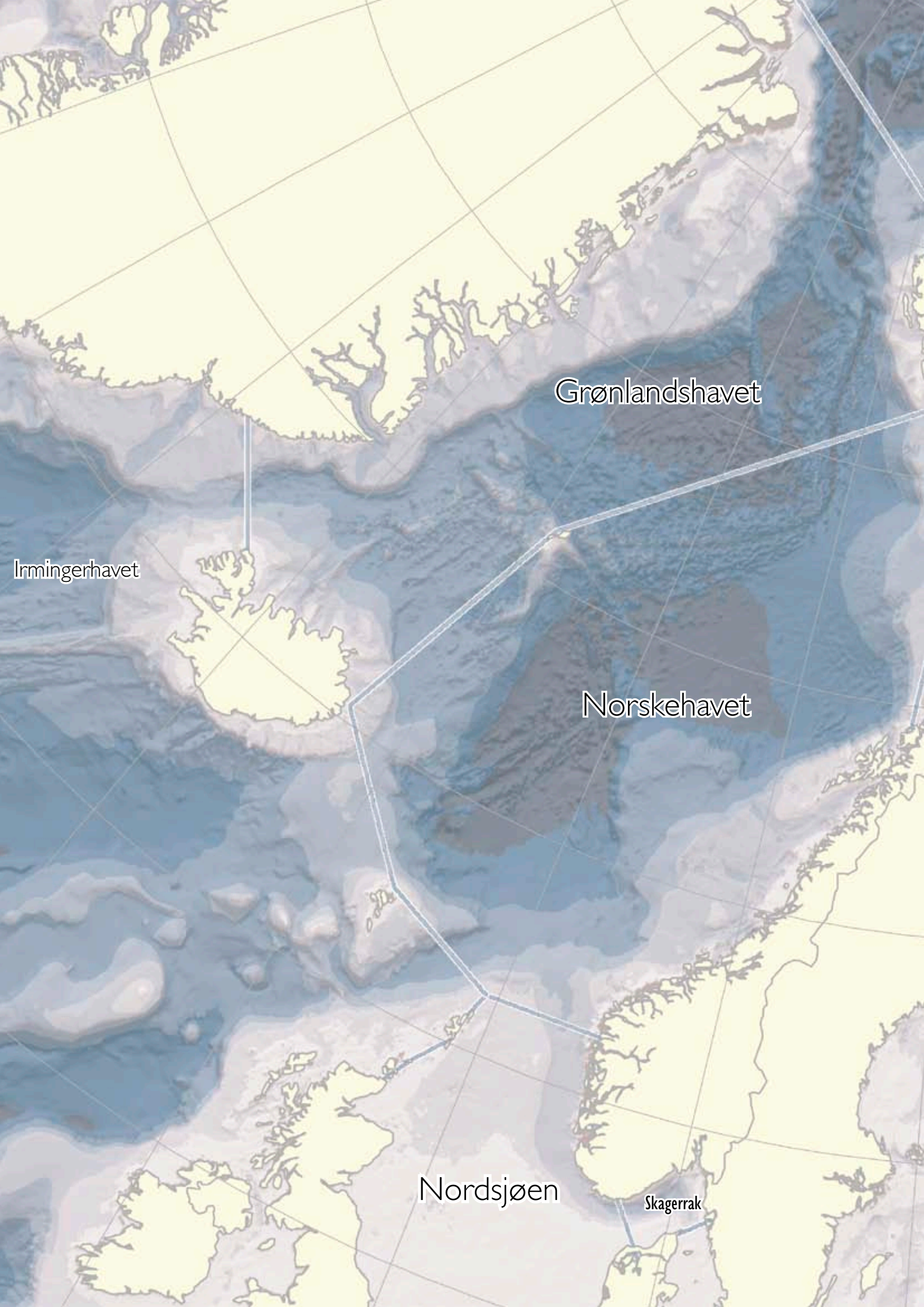


ICES' FISKERISTATISTISKE OMRÅDER



ICES sin inndeling av tobisbestandene i Nordsjøen (1-7, i svart), og de norske tobisforvaltningsområdene (1-6, i rødt).





Grønlandshavet

Irmingerhavet

Norskehavet

Nordsjøen

Skagerrak



## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Institute of Marine Research

Nordnesgaten 50 – Postboks 1870 Nordnes

NO-5817 Bergen

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 31

E-post: [post@imr.no](mailto:post@imr.no)

## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

### AVDELING TROMSØ

Sykehusveien 23, Postboks 6404

NO-9294 Tromsø

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 77 60 97 01

## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

### FORSKNINGSSTASJONEN FLØDEVIGEN

NO-4817 His

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 37 05 90 01

## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

### FORSKNINGSSTASJONEN AUSTEVOLL

NO-5392 Storebø

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 18 22 22

## HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

### FORSKNINGSSTASJONEN MATRE

NO-5984 Matredal

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 56 36 75 85

## REDERIAVDELINGEN

### Research Vessels Department

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 32

## FISKERIFAGLIG SENTER FOR UTVIKLINGSSAMARBEID

### Centre for Development Cooperation in Fisheries

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Fax: + 47 55 23 85 79

E-mail: [post@imr.no](mailto:post@imr.no)

## AVDELING FOR SAMFUNNSKONTAKT OG KOMMUNIKASJON

### Public Relations and Communication

Tlf.: +47 55 23 85 00 – Faks: +47 55 23 85 55

E-post: [informasjonen@imr.no](mailto:informasjonen@imr.no)

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

#### OMSLAGSFOTO

Sissel Andersen (bakgrunnsfoto, fluorisert larve av kamskjell)

Hilde Elise Heldal (toktaktivitet i Karahavet)

Robert A. Johansen, Marbank (eremittkreps)

Stillbilde-rigg, Havforskningsinstituttet (torsk)

Karin Kroon Boxaspen (oppdrettsanlegg)

MAREANO/ Havforskningsinstituttet (koraller)

Oystein Wjig (blåst fra granlandshval)

Børre Erstad (kveiteyngel)

Rebekka Birkeland (fisker i båt)

Guille Kloetzer (pingvin)

