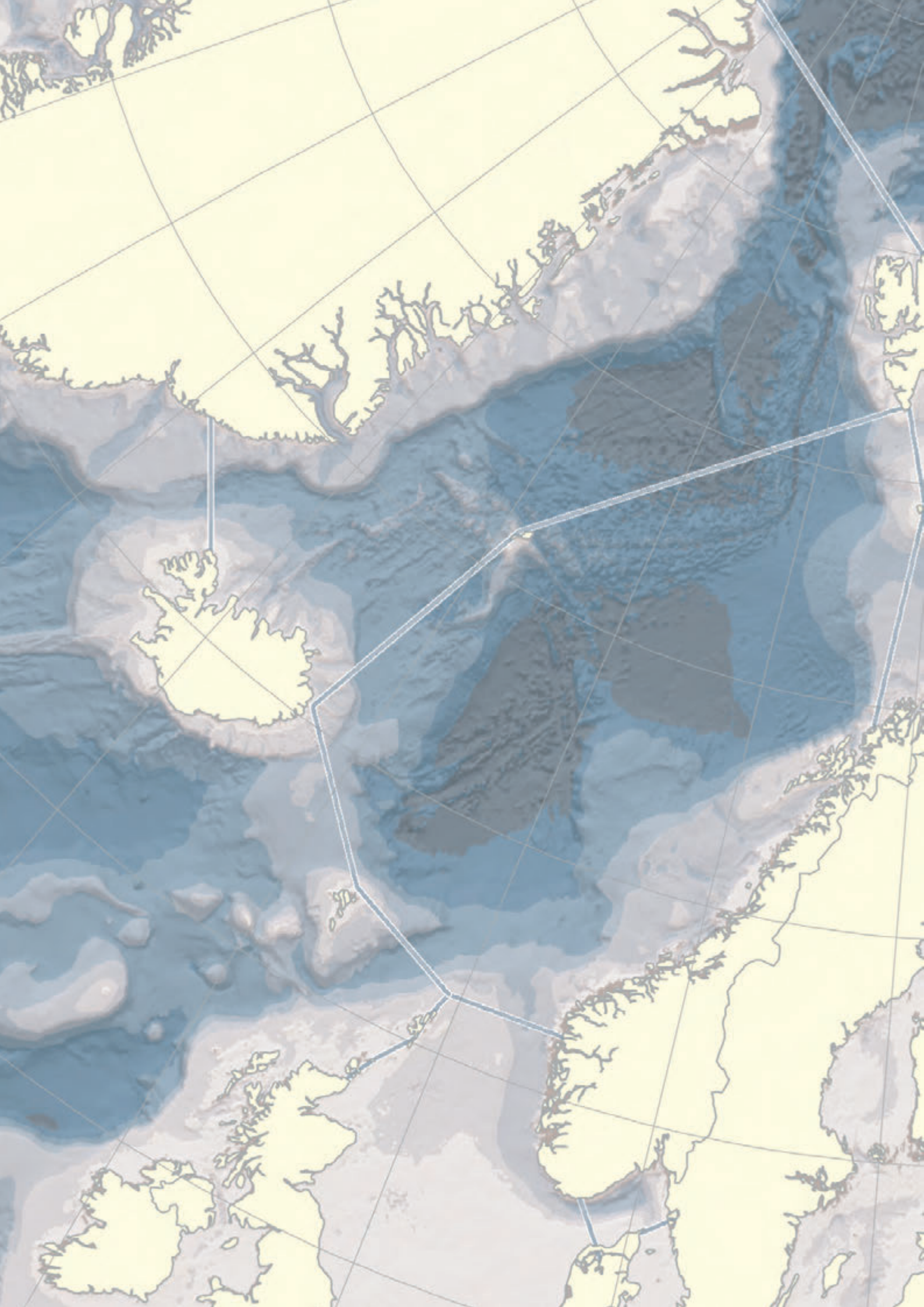



Havforskningsrapporten 2014

Fisken og havet, særnummer 1-2014



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 centered over the Barents Sea, and 'Karahavet' is centered over the Kara Sea.

Karahavet

Barentshavet

Fisken og havet, særnummer 1–2014

Havforskningsrapporten 2014

Ressurser, miljø og akvakultur på kysten og i havet

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



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET
INSTITUTE OF MARINE RESEARCH

www.imr.no

ISSN 0802 0620

Redaksjonen avsluttet mars 2014

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

Grafisk design: Harald E. Tørresen

Grafisk produksjon: John Ringstad og Aleksander Sandvik

Opplag: 2500

Trykk: A2G Grafisk

Innhold

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

AKVAKULTUR

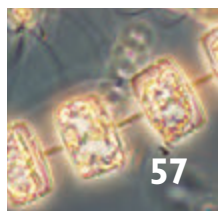
Tilstand akvakultur og forskningsbasert rådgivning.....	9
<i>T. Svåsand, K.K. Boxaspen og G.L. Taranger</i>	
Hvor mye rømt oppdrettslaks har krysset seg inn med villaks?.....	11
<i>K.A. Glover og Ø. Skaala</i>	
Amerikansk laksefelle; eit nyttig forvaltningsverktøy.....	14
<i>Ø. Skaala, S. Knutar, B.I. Tjelle, T.-E. Holmedal, B. Barlaup, K. Urdal og J. Merz</i>	
Hvor mange laks rømmer egentlig?.....	17
<i>O. Skilbrei, M. Heino og T. Svåsand</i>	
Maskeåpning, rømningsfare og fiskevelferd.....	19
<i>T. Harboe og O.F. Skulstad</i>	
Triploid laks krever tilpassete produksjonsbetingelser.....	21
<i>T. Hansen, T.W.K. Fraser, F. Sambraus og P.G. Fjelldal</i>	
Transport og utsettinger av levende leppefisk.....	23
<i>S. Mortensen, K. Glover, E. Karlsbakk og A.B. Skiftesvik</i>	
Utvikler modellsystem for å få kontroll på lusa.....	26
<i>P.A. Bjørn, L. Asplin, Ø. Karlsen, B. Finstad og G.L. Taranger</i>	
Lakselusen har ”mistet” to livsstadier.....	30
<i>S. Dalvin</i>	
Virusmitteovervåking av vill sjøørret.....	32
<i>A.S. Madhun og E. Karlsbakk</i>	
Snorkel gir mindre lakselus.....	35
<i>F. Oppedal, T. Dempster, S. Bui og L.H. Stien</i>	
Sykdom og parasitter i vill og oppdrettet rognkjeks.....	37
<i>E. Karlsbakk, M. Alarcón, H. Hansen og A. Nylund</i>	
Lakselusmiddel skader hummeren.....	40
<i>O. Samuelsen, A.-L. Agnalt, E.S. Grefsrud, E. Farestevit, B.T. Lunestad, B. Holmelid, T. Tjensvoll og R. Hannisdal</i>	
Sjekk strømmen i fjordene og langs kysten.....	42
<i>B. Ådlandsvik, L. Asplin, K. Fjellheim og I.A. Johnsen</i>	
Forsknings- og feltstasjoner: Grunnlag for forskning og råd.....	45
<i>Ø. Brun</i>	
Sekvensering av havet – fremtidens teknologi.....	48
<i>N. Sandlund, S. Dalvin, A.-C. Øvergård og R.B. Edvardsen</i>	
Vil samarbeide om bruk av laksegenomet.....	50
<i>G.L. Taranger</i>	



Rett maskeåpning hindrer rømming



Utvikler ny modell mot lakselus



En nøkkelorganisme i marine økosystemer

KYST

Tilstanden i økosystem kystsoner.....	51
<i>E. Dahl</i>	
Kystklima.....	54
<i>J. Aure</i>	
Kiselalger – en nøkkelorganisme i marine økosystemer.....	57
<i>L.-J. Naustvoll</i>	
Mange niser drukner i fiskegarn.....	60
<i>A. Bjørge og M. Skern-Mauritzen</i>	
Ny usikkerhet om bruken av fjorder som avfalls plass for gruver.....	62
<i>J.H. Fosså, L. Asplin, T. van der Meeren, S. Meier, T. Kutti og R. Bannister</i>	
Fremmede marine arter i nordområdene våre.....	65
<i>V. Husa og A.-L. Agnalt</i>	



Brennmaneter i sør:
stabil langtidstrend – store
mellomårige variasjoner



Færre sørlige dyre-
plankton i Norskehavet



Norsk-russisk
økosystemsam arbeid



Kartlegger sårbare
naturtyper i dypet

Tareskogen yter til økosystem og industri	68
<i>F.E. Moy og H. Steen</i>	
Er torskens vandringer påvirket av bunnvegetasjonen?.....	70
<i>A. Aglen og H.K. Strand</i>	
De ukjente polyppene bestemmer hvor mange maneter vi får fra år til år	72
<i>A. Hosia og T. Falkenhaus</i>	
Havforsuring fører til misdannelser hos hummerlarver og -yngel.....	75
<i>A.-L. Agnalt, E.S. Grefsrud, E. Faresteit, M. Larsen og F. Keulder</i>	
Kysttorsk og hummer gjør det godt i marine bevaringsområder – kan bedre plassering av områdene gi ytterligere effekt?	78
<i>E. Moland, E.M. Olsen, H. Knutsen, M.B.O. Huserbråten, S.H. Espeland, T. Bodvin og A.R. Kleiven</i>	
Kveitas vandringer og leveområde avsløres litt og litt med satellitt.....	82
<i>K. Michalsen og K.B. Eriksen</i>	
Ålen er på et historisk lavt nivå: Trolig fast inventar på rødlista i flere tiår til.....	86
<i>C. Durif og K. Nedreaas</i>	
Ny metode avslører blåskjelldietten.....	89
<i>Ø. Strand, T. Strohmeier, C. Troedsson og P. Balseiro</i>	

HAV

Tilstanden i økosystem Nordsjøen og Skagerrak.....	91
<i>L.J. Naustvoll</i>	
Tilstanden i økosystem Norskehavet.....	93
<i>I. Røttingen</i>	
Stoda i økosystema Barentshavet og Polhavet.....	95
<i>K. Sunnanå</i>	
Sirkulasjon, vannmasser og klima i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet	98
<i>J. Albreitsen, S.S. Hjøllo, M.D. Skogen, K.A. Mork og R. Ingvaldsen</i>	
Dyreplankton i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet.....	104
<i>T. Falkenhaus, C. Broms, P. Dalpadado og T. Knutsen</i>	
Ti år med økosystemtokt avdekker endringer i Barentshavet.....	111
<i>M. Fossheim, K. Sunnanå og G. Sætra</i>	
Makrellen beitar effektivt på sildelarvar – men med god taiming slepp larvane unna.....	114
<i>G. Skaret, H. Langøy, E.K. Stenevik, K.R. Utne og A. Slotte</i>	
Føre-var-mekanisme slår inn når sildebestanden minker – det gjør innhogg i sildekvoten	116
<i>E.K. Stenevik</i>	
Internasjonal stordugnad skaffet kunnskap til ny makrellrådgivning.....	118
<i>L. Nøttestad, K.R. Utne og A. Slotte</i>	
Urovekkende nivå av DNA-addukt i hyselever frå Nordsjøen.....	121
<i>B.E. Grøsvik og J. Klungsøyr</i>	
Nordlige Nordsjøen: Skal vi oppdage fremtidige klimaeffekter på fiskebestandene, må vi først kartlegge dagens gytefisk.....	123
<i>R. Nash</i>	
Ny tobisforvaltning: Sikrer årlig uttak og hindrer ”jojo”-kvoter.....	125
<i>E. Johnsen</i>	
Unik undersjøisk plattform: Observerer miljø og biologisk mangfold og sender informasjonen til land.....	127
<i>O.R. Godø, G. Macaulay og E. Grimsbø</i>	
Bredbåndsakustikk øker kvaliteten på mengdemålingene våre – på sikt kan det gi bedre kunnskap om økosystemene.....	129
<i>E. Ona og R.J. Korneliussen</i>	
Rekebestander i Nord-Atlanteren – bundet sammen av havstrømmer, isolert av bunntemperatur og fjordsystemer.....	132
<i>G. Søvik, H. Knutsen, P.E. Jorde, J.-I. Westgaard og J. Albreitsen</i>	
Isavhengige selarter påvirkes av minkende drivis.....	136
<i>T. Haug, K.T. Nilssen og T.A. Øigård</i>	
Havforsuring i arktiske farvann	139
<i>M. Chierici, A. Fransson, K.Y. Børsheim, P. Dalpadado og H. Browman</i>	
Havforsuringseksperimenter med krill.....	141
<i>P. Dalpadado, E. Sperfeld og A. Mangor-Jensen</i>	
Sårbare naturtyper i dypet	142
<i>G. Gonzalez-Mirelis, P. Buhl-Mortensen, L. Buhl-Mortensen og B. Holte</i>	



Høster mest kamskjell ved Hitra og Frøya



Bratt nedover for seibestanden



Lysingfangstene er mangedoblet



Snøkrabben brer om seg

RESSURSER

BLÅKVEITE – NORDØSTARKTISK 151 <i>E.H. Hallfredsson</i>	ROGNKJEKS/-KALL 180 <i>C. Durif</i>
BRISLING – KYST- OG FJORD 152 <i>C. Kvamme</i>	SEI – NORDAUSTARKTISK 181 <i>S. Mehl</i>
BRISLING I NORDSJØEN 153 <i>C. Kvamme</i>	SEI – NORDSJØEN/SKAGERRAK 182 <i>J. Devine og I. Huse</i>
BROSME, LANGE OG BLÅLANGE 154 <i>K. Helle</i>	SEL – GRØNLANDSSEL 183 <i>T. Haug og T.A. Øigård</i>
BREIFLABB 156 <i>O. Bjelland</i>	SEL – KLAPPMYSS 184 <i>T. Haug og T.A. Øigård</i>
HUMMER – EUROPEISK 157 <i>E.M. Olsen og A.R. Kleiven</i>	SEL – HAVERT OG STEINKOBBE 185 <i>K.T. Nilssen og A. Bjørge</i>
HYSE I NORDSJØEN/SKAGERRAK 158 <i>J. Devine og I. Huse</i>	SILD – NORDSJØSILD 187 <i>C. Kvamme</i>
HYSE – NORDØSTARKTISK 159 <i>G. Dingsør</i>	SILD – NORSK VÅRGYTENDE 188 <i>E.K. Stenevik</i>
KAMSKJELL 160 <i>Ø. Strand</i>	SJØKREPS – KYST/FJORD 189 <i>G. Søvik</i>
KOLMULE 161 <i>Å. Høines</i>	SJØKREPS – NORDSJØEN/SKAGERRAK 190 <i>G. Søvik</i>
KONGEKRABBE 162 <i>J.H. Sundet</i>	SNØKRABBE 191 <i>J. Sundet</i>
KRILL – ANTARKTISK 163 <i>B. Krafft, S.A. Iversen og O.R. Godø</i>	STEINBIT 192 <i>K. Nedreaas</i>
KVEITE – ATLANTISK 164 <i>E. Berg</i>	STORTARE 194 <i>H. Steen</i>
KVITING I NORDSJØEN/SKAGERRAK 165 <i>J. Devine og I. Huse</i>	TAGGMAKRELL 195 <i>L. Nøttestad</i>
LAKS – ATLANTISK 166 <i>V. Wennevik</i>	TASKEKRABBE 196 <i>G. Søvik</i>
LEPPEFISK 167 <i>A.B. Skiftesvik og K. Nedreaas</i>	TOBIS 197 <i>E. Johnsen</i>
LODDE – BARENTSHAVET 169 <i>S. Tjelmeland</i>	TORSK – KYSTTORSK NORD FOR 62°N 198 <i>A. Aglen</i>
LODDE VED ISLAND/ ØST-GRØNLAND/JAN MAYEN 170 <i>K. Enberg</i>	TORSK – KYSTTORSK SØR FOR 62°N 199 <i>H. Knutsen og E.M. Olsen</i>
LYSING 171 <i>A. Staby</i>	TORSK – NORDAUSTARKTISK 200 <i>B. Bogstad</i>
MAKRELL – NORDØSTATLANTISK 172 <i>L. Nøttestad</i>	TORSK I NORDSJØEN/SKAGERRAK 201 <i>J. Devine og I. Huse</i>
MAKRELLSTØRJE 173 <i>L. Nøttestad</i>	UER – SNABELUER I IRMINGERHAVET 202 <i>K. Nedreaas og B. Planque</i>
PIGGHÅ 174 <i>O.T. Albert</i>	UER – SNABELUER I NORSKEHAVET OG BARENTSHAVET 203 <i>B. Planque og K. Nedreaas</i>
POLARTORSK 175 <i>S. Tjelmeland</i>	UER – VANLEG UER 204 <i>B. Planque og K. Nedreaas</i>
RAUDSPETTE I NORDSJØEN/SKAGERRAK 176 <i>J. Devine og I. Huse</i>	VÅGEHVAL 205 <i>N. Øien</i>
REKE I BARENTSHAVET 177 <i>C. Hvingel</i>	ØYEPÅL 206 <i>E. Johnsen</i>
REKE I NORDSJØEN/SKAGERRAK 178 <i>G. Søvik</i>	ÅL – EUROPEISK 207 <i>C. Durif</i>
REKE – FJORD OG KYST 179 <i>C. Hvingel og G. Søvik</i>	

OVERSIKTSTABELLER OG KART

Forkortelser 210	Fiskerisoner 212
Liste over arts- og slektsnavn 211	ICES' fiskeristatistiske områder 213



Forord

Norge har et havområde som er nær sju ganger større enn landområdet og en av verdens lengste kystlinjer. Her dyrkes og høstes det fisk som gav en eksportverdi på 61 milliarder kroner i 2013. Og fortsatt er det mange muligheter under havoverflaten som vi ikke utnytter.

Havforskningsinstituttet studerer og overvåker kontinuerlig de store havøkosystemene for å forstå mer av samspillet mellom artene som lever der. Nå oppsummerer vi erfaringene fra ti år med økosystemtokt i Barentshavet sammen med russiske kolleger. Vi ser endringer både i temperatur, isutbredelse og hvor fisken befinner seg. Dette gode samarbeidet gjennom snart 60 år har bidratt til at vi nå har den største torskebestanden vi noen gang har målt i Barentshavet. Kvoten for 2014 er på hele én million tonn; det tilsvarer tre ganger vekten av den norske befolkning.

I Nordsjøen viser overvåkingen vår at hyse fra Tampen-området har skader på arvestoffet. Skadene skyldes mest sannsynlig produsert vann og annet oljeholdig avfall fra petroleumsindustri, landbaserte industrianlegg og skipsfart. Norskehavet huser makrell, sild og kolmule, tre store bestander som kniver om den samme maten. En ny studie viser at makrellen forsyner seg av sildeyngelen dersom den får mulighet. Det kan være en av grunnene til at silda ikke har klart å produsere en god årsklasse på ti år.

Havforskningsinstituttet er storforbruker av teknologi, og vi utvikler stadig nye metoder og instrument. Bredbåndsmetoder tas i bruk i nye ekkolodd for å gi sikrere mengdemålinger av fisk og plankton. Nye molekylærbiologiske metoder vil sette oss i stand til å løse tverrfaglige oppgaver bedre og mer effektivt i fremtiden.

Kystsonen er under stadig sterkere press fra mange interesser. Omfattende kartlegging, feltstudier og spennende tverrfaglige forskningsprosjekter lærer oss stadig mer om kystøkosystemene; de ulike naturtypene, dyrene som lever der og samspillet dem imellom. I årets rapport ser vi nærmere på kiselalgen som regnes for å være den viktigste gruppen av planteplankton i våre farvann. Disse mikroskopiske plantene, som ofte omtales som havets gress, er selve grunnlaget i næringskjeden.

Om lag hundre arter som er vanlige på kontinentet, er nå registrert som nye arter i Norge. Noen av dem kommer hit som en konsekvens av menneskelig aktivitet, først og fremst økt skipstrafikk. I nordområdene gir dette særlig store utfordringer fordi de relativt få artene som lever her, er spesielt tilpasset klimaet. Vi undersøker hvordan de nye artene virker på økosystemene.

I 2013 kunne forskere for første gang tallfeste hvor stor innblanding det er av rømt oppdrettslaks i enkelte elver over tid. Analysen ble gjort i 20 elver og viste innkrysning i ni av disse. Forsøk viser at det er økt risiko for rømming dersom det brukes feil maskevidde i nota ved utsetting av smolt i merd. Videoopptak viser at rømmingene skjedde i løpet av de to første dagene etter utsett, noe som sjelden registreres og dermed ikke kommer inn i statistikken.

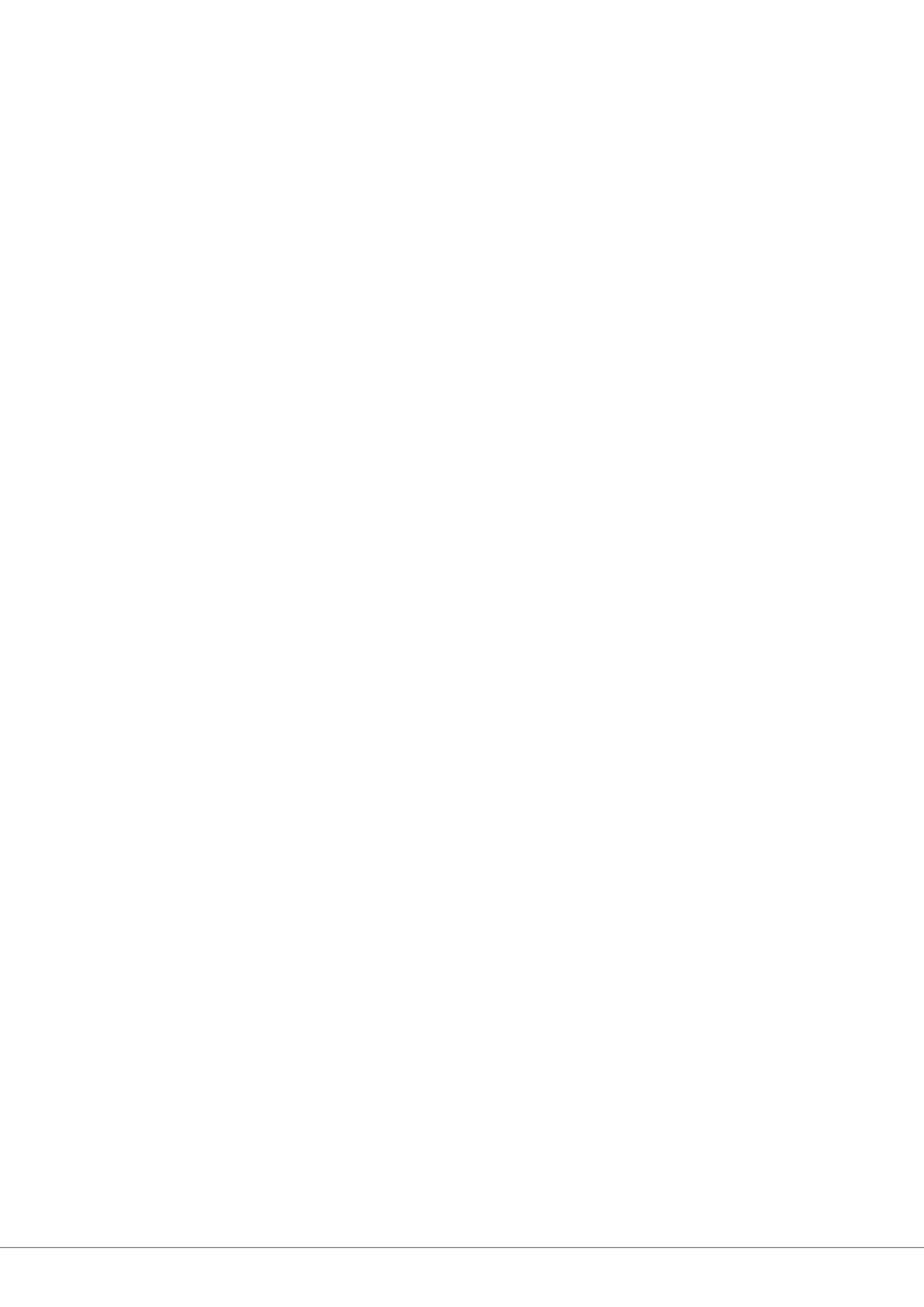
Siste del av rapporten inneholder oppdatert kunnskap og nøkkeltall om de kommersielle fiskebestandene og noen av de lite utnyttede ressursene langs kysten og i havet. I år har vi tatt inn lysing i listen. Ressursene er å finne i alfabetisk rekkefølge fra side 151. De som ønsker å gå enda dypere inn i forskningsmaterialet, inviteres til våre nettsider www.imr.no.

Redaksjonen har bestått av: Ingunn E. Bakketeig, Harald Gjøsæter, Marie Hauge, 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., Sunnset B.H. og Toft K.Ø. (red.) 2014.
Havforskningsrapporten 2014. Fisken og havet, særnr. 1–2014.



AKVAKULTUR



Tilstand akvakultur og forskningsbasert rådgivning

Akvakultur er blant de raskest voksende matsektorer i verden, og i Norge har næringen på noen få tiår vokst fra en pionervirksomhet til storindustri. I 2013 var den norske sjømateksporten på over 60 milliarder kroner, av dette utgjorde akvakultur nærmere 70 % (www.ssb.no). Den største oppdrettsarten er atlantisk laks, deretter regnbueørret og til slutt samlekategorien ”andre arter”. I 2012 ble det produsert 1 232 095 tonn laks, 74 583 tonn regnbueørret og 12 355 tonn andre arter, hovedsakelig atlantisk torsk (figur 1).

TERJE SVÅSAND | terje.svaasand@imr.no, programleder akvakultur

KARIN KROON BOXASPEN | karin.boxaspen@imr.no, forskningsdirektør akvakultur og kystøkologi

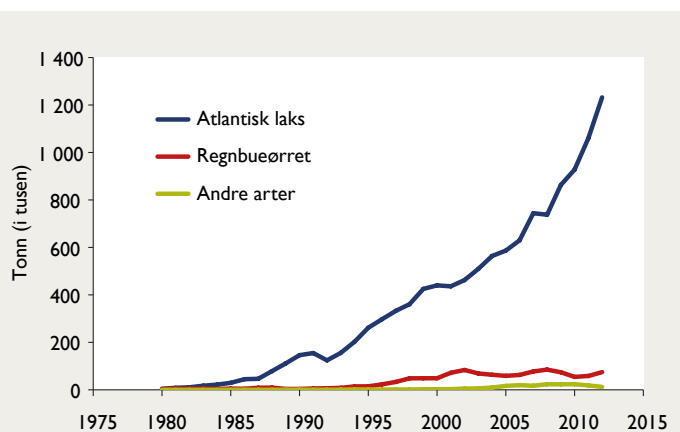
GEIR LASSE TARANGER | geir.lasse.taranger@imr.no, forskningsdirektør akvakultur, marint miljø og teknologi

Sammendrag

Akvakultur har et stort potensial, og det er et politisk ønske at næringen skal videreutvikles innen bærekraftige rammer. 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. Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet foreslo et sett med slike indikatorer og grenseverdier i mai 2012 på bestilling fra Fiskeri- og kystdepartementet. Indikatorene har siden blitt videreutviklet basert på ny kunnskap og konsensusprosesser.

Risikovurdering av norsk akvakultur 2013

I januar 2014 publiserte Havforskningsinstituttet risikovurdering av norsk akvakultur for fjerde år på rad. Også i år regnes smittepress av lakselus og genetisk påvirkning av rømt oppdrettslaks som de mest problematiske risikofaktorene knyttet til lakseoppdrett.



Figur 1. Produksjon av atlantisk laks, regnbueørret og andre arter i Norge i perioden 1980–2012. Kilde: www.fao.org; www.fiskeridir.no.
Production of Atlantic salmon, rainbow trout and other species in Norway in the period 1980–2012.

Risikovurderingen viser at det var lavt smittepress på utvandrende laksesmolt langs kysten i fjor unntatt i Nord-Trøndelag og Finnmark. Totalt er dette en bedring for laks, sammenlignet med perioden 2011–2012. På sjørrøret er det fortsatt moderate til store effekter av lakselusa mange steder. For å bedre forvaltningsrådgivningen, arbeider Havforskningsinstituttet med en bærekraftmodell som skal kunne predikere luserelatert dødelighet basert på oppdretternes ukentlige lusetellinger, temperaturdata og strømmodeller.

Nye resultater viser at de faktiske rømmingstallene for laks kan være flere ganger høyere enn det som rapporteres. Smolt som rømmer på grunn av for stor maskevidde ved utsett kan være en av forklaringene. Data fra høstundersøkelser i 34 elver i 2012 viser moderat til høy risiko for fortsatt genetisk påvirkning. I 20 elver har målt genetisk innkryssing med molekylære metoder variert fra 2 til 47 %, med en medianverdi på 9 %. Dette er lavere enn det tidligere modellberegninger har vist. I år blir overvåkingsprogrammet for rømt fisk utvidet og organisert i tråd med retningslinjer gitt i ”Sjømatmeldingen” og ”Kvalitetsnorm for ville bestander av atlantisk laks”.

Risikovurderingen gir også oppdatert kunnskapsstatus og risikovurdering av andre miljøvirkninger av norsk fiskeoppdrett (smitte, utslipp og interaksjoner mellom havbruk, fiskeressurser og gyteplasser), dyrevelferd i norsk lakseoppdrett, samt bruk av rensefisk i oppdrettsanleggene. Flere av disse problemstillingene kan du lese mer om i denne rapporten.

Kunnskapsbasert forvaltningsrådgivning

Utviklingen av akvakulturnæringen går fort. For å kunne gi råd om mulighetene for fortsatt vekst i norsk akvakultur innen bærekraftige rammer, er det et stort behov for å fylle viktige kunnskapshull. Dette gjelder både videreutvikling av bærekraftindikatorer og mer grunnleggende kunnskap for å kunne forstå oppdrettsorganismene sine krav til miljø, og hvordan oppdrett påvirker det omkringliggende miljøet.

Som en del av denne prosessen har Havforskningsinstituttet tatt initiativ til et Senter for bærekraftig akvakultur der det skal utvikles nye verktøy og metoder som støtter opp under forskning knyttet til utfordringer innen dyrevelferd,

fiskehelse, nye produksjonsmetoder og ulike miljøvirkninger. Det skjer store framskritt innen livsvitenskapene (hvor man studerer levende organismer i vid forstand med ulike naturvitenskapelige tilnærminger), og spesielt innen sekvenseringsteknologi og genombiologi er det en rivende utvikling. Kartleggingen av laksen og lakselusa sine genom (DNA), i tillegg til genomene til nye oppdrettsarter og en rekke sykdomsfremmende organismer, gir grunnlag for å lage nye verktøy for både forskning og forvaltning. Vi vil ta i bruk den nye kunnskapen om genomene og nye verktøy for å skaffe kunnskap om viktige utfordringer i oppdrettsnæringen, og for å kunne gi bedre kunnskapsstøtte til akvakulturforvaltningen.

På sikt vil dette gjøre kunnskapsinnhenting mer målrettet og effektiv, og dermed blir også rådgivningen bedre.

Aquaculture

Within just a few decades, Norwegian aquaculture has grown to be a major industry. In 2013, aquaculture accounted for nearly 70% of the Norwegian seafood export, totalling >60 billion NOK. In 2012, commercial production reached 1,232,095 tonnes of Atlantic salmon, 74,583 tonnes of rainbow trout and 12,355 tonnes of other marine species. Aquaculture has great potential and it is a political desire that the industry should be developed further, but in accordance with guidelines of sustainability. To assess the environmental sustainability of the Norwegian aquaculture industry, a first set of indicators and associated threshold levels for the effects of salmon lice and escaped salmon on wild salmonids have been developed. These are now used for the annual risk assessment of the Norwegian aquaculture industry. To be able to meet the future need for knowledge based management advice, IMR has initiated a Centre for Sustainable Aquaculture, aiming to develop new tools and methods that support research related to challenges in animal welfare, fish health, new production methods and various environmental challenges.



Hvor mye rømt oppdrettslaks har krysset seg inn med villaks?

Rømt oppdrettslaks og genetisk påvirkning på villaks er ett av de alvorligste miljøproblemene i oppdrettsnæringen. Likevel er det først nå at forskerne har klart å beregne hvor stor innblandingen er i enkelte utvalgte elver.

KEVIN A. GLOVER | kevin.glover@imr.no og ØYSTEIN SKAALA

Selv om det tidlig ble klart at rømt oppdrettslaks både kommer seg opp til gyte plassene i elvene og at noen individ kunne gyte sammen med villaksen, har det vært metodisk vanskelig å tallfeste genetisk innblanding. Helt siden oppdrettsnæringen ble etablert tidlig på 1970-tallet har det pågått en debatt om dette. I mangel på harde data har mange avvist både fenomenet og konsekvensene.

I begynnelsen på 70-tallet var spørsmålet om rømt laks ville finne veien til elvene og villaksens gyte plasser. Siden det tidlig ble igangsatt et vellykket avlsprogram på oppdrettslaks og den rømte laksen ikke var klekket i en elv, var det usikkert om den ville svømme opp elver. Rapporter fra fiskere og lakseforskere viste imidlertid at den rømte laksen i mange tilfeller finner en elv og vandrer opp – ofte

i store mengder. Etter hyppige observasjoner og fangster av oppdrettslaks i gyteområdene, ble det reist spørsmål ved om rømlingene faktisk ville gyte med villaks eller ikke. Men også det spørsmålet ble relativt raskt oppklart. Tidlig på 90-tallet ble det dokumentert at rømt laks hadde gytt i flere norske elver. Noen år etter disse observasjonene ble det dokumentert at rømt oppdrettslaks både hadde gytt og bidratt til genetiske endringer i flere ville laksebestander, først i Hardangerfjorden, senere i flere bestander langs kysten. Dermed var det klart at bekymringen for at rømt oppdrettslaks kunne krysse seg inn og forandre genetisk sammensetning i villaksbestander var velbegrunnet. Det er likevel først i 2013 vi har lyktes med å tallfeste innkryssingen i et utvalg på 20 bestander.



Figur 1. Norgeskart som viser de 20 undersøkte elvene.
Map of Norway showing the 20 rivers where the study was conducted.

Hvor mye har krysset seg inn?

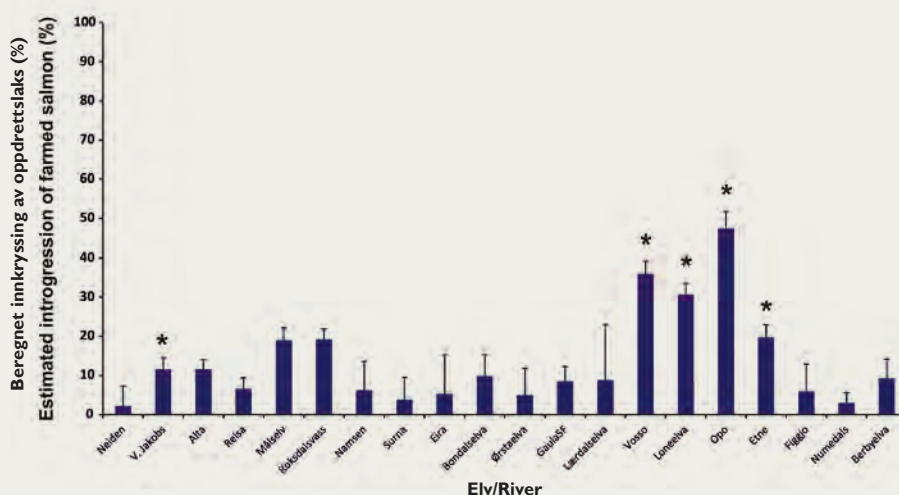
Arbeidet som ble utført ved Havforskningsinstituttet i 2013 representerer det første eksempelet på at man har greid å tallfeste prosentvis innkryssning av rømt oppdrettslaks i en vill laksebestand over tid. Dette ble gjort i 20 elver fra Finnmark til Østfold (figur 1) ved å analysere både historiske og nye prøver fra disse elvene med nye genetiske markører. Innkryssning av rømt oppdrettslaks i populasjonene ble beregnet ved bruk av avansert statistisk simuleringstøytøyt på oppdrettslaks og genetiske data for ville populasjoner i fortid og nåtid.

Analysen viste at i ni av de 20 elvene var innkryssningen av rømt oppdrettslaks fra 10 til nærmere 50 % (figur 2). En av elvene med høyest innkryssing er Opo i Hardanger der blandingen av gener fra henholdsvis rømt og vill laks

er omtrent 50/50. Dette er et meget høyt nivå av innkryssning. Men selv om det er flere elver på Vestlandet som er sterkt påvirket av rømt oppdrettslaks (f.eks. Vosso, Lone og Opo), og noen som er påvirket i mindre grad, kunne vi ikke påvise omfattende innkryssning i flertallet av de undersøkte laksepopulasjonene (figur 2).

Hvorfor varierer innkryssningen mellom villaksbestander?

Andel rømt oppdrettslaks på gyte plassene i hver enkelt elv kan forklare noe av innkryssningsmønsteret som man ser i figur 2, altså at jo mer rømt fisk det er i en elv, jo mer innkryssning av oppdrettslaks finner vi. Men bildet er noe mer nyansert. I noen elver har man sett store mengder rømt oppdrettslaks over lengre tid uten at vi kan påvise



Figur 2. Beregnet innkryssning (middelverdi og standardavvik) av oppdrettslaks i de 20 undersøkte villaksbestandene. Figuren viser elvene i rekkefølge fra nord til sør. * betyr genetisk forandring med 99 % sannsynlighet.

Estimated introgression (mean and SD) of farmed salmon in the 20 populations studied. The figure shows the rivers ordered North to South. * means that the genetic change was statistically significant at 99% level.

høy innkryssing. Dette kan skyldes både biologiske og tekniske forhold. Grunnlaget for beregning av andel rømt oppdrettslaks på gyteplassene er for eksempel avhengig av fangstinnstans, og derfor varierer presisjonen i datamaterialet fra elv til elv og fra år til år. Videre vet vi at det er usikkerhet i opplysninger om kjønnsmodning på en del av den fangete oppdrettslaksen, og dersom mye av den registrerte rømte fisken er umoden, vil den ikke etterlate seg avkom.

I tillegg til utfordringer knyttet til selve innsamlingen, er det biologiske forklaringer på den observerte variasjonen. Det er vist at rømt oppdrettslaks er svake konkurrenter på gyteområdene. Dette gjelder særlig hannlaks som har vært kort tid på rømmen. Det betyr at i elver med en naturlig tallrik villbestand, vil nyrømt oppdrettslaks ha redusert gytesuksess. Vi vet også at strømhastighet i elven kan virke ulikt på rømt og vill gytelaks. Også eggstørrelse har betydning for overlevelse, laks med små egg har lavere overleving. I en del tilfeller har domestisert laks redusert eggstørrelse, men det er ikke alltid slik, siden eggstørrelse er positivt korrelert til kroppsstørrelse hos hunnfisken. I praksis betyr dette at det er mange faktorer som påvirker relasjonen mellom observert andel rømt laks i gytebestand og genetisk forandring i etterfølgende årsklasse.

Biologiske konsekvenser av innkryssing

En av de mulige biologiske konsekvensene av innkryssing er en langsiktig reduksjon i bestandenes produktivitet. Det kommer av at de genetiske egenskapene forandres, og at det i tillegg blir en umiddelbar reduksjon i produksjonen av vill laks siden en elv bare har en viss kapasitet for smoltproduksjon. Når det kommer oppdrettslaks i elven, blir en del av denne kapasiteten beslaglagt til produksjon av avkom av oppdrettslaks eller hybrider.

Mange studier har vist at det er en positiv sammenheng mellom geografisk avstand og de genetiske forskjellene man påviser mellom laksebestandene. Jo større avstand, jo mer ulike er bestandene. Atlantisk laks fra øst- og vestsiden av Atlanterhavet er så ulike at de ofte omtales som forskjellige underarter, men også langs norskekysten og Nord-Russland er det en markert populasjonsstruktur der særlig bestander fra Nord-Norge og Russland avviker tydelig fra laksebestandene lenger sør i Norge.

Det er kjente evolusjonære mekanismer som migrasjon og naturlig utvalg som styrer disse genetiske forskjellene. De individene som er best tilpasset miljøet har best overlevelse og produserer flest avkom. Dermed får populasjonen over tid en tilpasning til miljøet sitt. Når det kommer oppdrettslaks opp i en slik elv, vil ikke deres avkom være tilpasset elven. Lokal tilpasning hos bestander er vanskelig å tallfeste innenfor et ordinært prosjekt, men i noen undersøkelser er betydningen av slik tilpasning både påvist og tallfestet.

Oppdrettslaks representerer ikke bare en fremmed bestand, den er i tillegg domestisert gjennom ca. 40 år med målrettet avl. Et eksempel på forskjellene er at oppdrettslaks vokser inntil tre ganger fortere enn vill laks i oppdrett. Samtidig har avkom fra oppdrettslaks redusert overlevelse i elven sammenliknet med avkom fra villaks.

De langsiktige konsekvensene som skyldes forandringer i bestandenes genetiske sammensetning er krevende å tallfeste. De kan enten måles direkte på DNA-nivå, eller de kan måles på fenotypiske karakterer som alder og vekst. Utfordringen med de fenotypiske karakterene er imidlertid at de er sterkt påvirket av miljøfaktorer som temperatur og mattilgang. Derfor ser vi at både vekst og alder ved gyting varierer mye mellom individ og mellom år innen samme bestand, av naturlige årsaker. De naturlige miljøfaktorene vil derfor medføre støy i resultatene når man skal tallfeste de biologiske konsekvensene av innkryssing.

Den umiddelbare konsekvensen av innkryssing som vi har dokumentert, er at deler av elvenes produksjonskapasitet går med til produksjon av avkom av oppdrettslaks og at produksjonen av vill smolt reduseres tilsvarende. En reduksjon av genetisk diversitet mellom ville laksebestander over tid som i hovedsak skyldes innkryssing av rømt oppdrettslaks, er også dokumentert.

How much farmed salmon have introgressed in wild populations?

Farmed escaped salmon and potential genetic interactions with wild salmon represents one of the most significant environmental threats from the Atlantic salmon farming industry. However, despite the fact that the consequences of genetic introgression have been discussed by scientists, policy makers and the general public for several decades, until the study by Glover et al. 2013, the degree of farmed salmon introgression in wild populations was not known. The study estimated introgression of farmed salmon in 20 Norwegian rivers. Estimates varied from 0–47% introgression of farmed salmon. While larger numbers of escapees in a given river increased the probability for introgression of farmed salmon in that population, competition with wild salmon, especially on the spawning grounds, is likely to reflect one of the main reasons for buffering the level of gene-flow that has occurred from farmed to wild salmon populations. Thus, in rivers where the wild spawning population is already decreased due to various factors, the lower level of competition on the spawning grounds means that introgression of farmed salmon is more likely.

Amerikansk laksefelle; eit nyttig forvaltningsverktøy

Figur 1. Fiskefella i Etne.
American salmon trap.

Havforskningsinstituttet har nyleg dokumentert det både fiskeri- og miljøforvaltninga har frykta lenge: rømt laks endrar arvematerialet i dei ville laksebestandane. I den mest påverka bestanden er om lag halvparten av arvematerialet skifta ut med arvemateriale frå oppdrettslaks. I dei fleste undersøkte bestandane er påverknaden framleis langt mindre.

ØYSTEIN SKAALA¹ | oystein.skaala@imr.no, SOFIE KNUTAR¹, BRITT IREN TJELLE¹, TOR-EGIL HOLMEDAL², BJØRN BARLAUP³, KURT URDAL⁴ og JOSEPH MERZ⁵

1. Havforskningsinstituttet, 2. Etne Jeger- og Fiskeforening, 3. Uni-Miljø, 4. Rådgivende Biologer, 5. University of California

I Etnevassdraget, som er eit nasjonalt laksevassdrag der laksen skal ha særskilt vern, og eit av dei største laksevassdraga på Vestlandet, viser resultatane at 20 % av arvematerialet no skriv seg frå oppdrettslaks. Med delfinansiering frå havbruksnæring og forvaltning, har Havforskningsinstituttet testa ut ein ny metode for å redusera påverknaden.

Endringar i arvematerialet i ein bestand som skuldast rømt oppdrettslaks, akkumulerer seg frå generasjon til generasjon, og med mindre mengda rømt fisk vert redusert, vil omfanget av genetiske endringar over tid auka i dei fleste ville laksebestandane.

Når husdyrlaksen kryssar seg med vill laks medfører dette redusert overleving i naturen. Samtidig blir delar av vassdraget sin produksjonskapasitet disponert til produksjon av fiskeungar med oppdrettsbakgrunn medan produksjonen av ville fiskeungar blir tilsvarande redusert.

Ei naturleg oppfølging av denne dokumentasjonen er å foreslå og testa ut tiltak som kan redusera problema. Det var difor interessant å teste ei fiskefelle utvikla i USA. Testen vart gjennomført i Etneelva, og målet var å:

- testa fella si evne til å hindre oppgang av rømt laks i Etnevassdraget
- framskaffa presise data på mengde, storleik, aldersfordeling og kjønnsmodning på rømt laks, vill laks og sjøaure
- framskaffa oversikt over det sannsynlege talet på ulike grupper rømt laks som vandrar opp i vassdraget.

Teknologisamarbeid med Nord-Amerika

Både i Etnevassdraget og i mange andre vassdrag blir det lagt ned ein stor innsats frå frivillige, lokale fiskerettshavarar og elveeigarar for å prøva å få den rømte laksen ut av gyteområda. Ein har testa ut kilenøter i ulike variantar, garn og harpun

i tillegg til det pågåande stangfisket i vassdraga som dels er retta mot rømt laks. Det er ulemper knytt til dei fleste metodane, og arbeidet under haustflaum reiser spørsmål om HMS, risiko og ansvarstilhøve.

Medan det i Noreg har vore lite fokus på teknologiutvikling på dette området, og i tillegg svært vanskeleg å finansiera slik utvikling, har det i USA føregått interessant utvikling av teknologi for innfangning av oppvandrande laksefisk i vassdrag. Fleire ulike system er i bruk for å registrera mengde gytefisk, overleving frå smolt til gyting, alders- og kjønnsfordeling, individstorleik, streifing og presisjon i heimvandring. Fellesystemet "Resistance board weir" (figur 1) er produsert av Cramer Fish Science. Det er eit flyttbart og lett system basert på flyterister, og har vore i drift i 25 år i USA. For å innhenta oppdatert informasjon om dette, vart professor Joseph Merz frå University of California våren 2011

invitert til Hardanger for å presentere konseptet. Fangstsystemet har vore i bruk av fiskeri- og miljøforvaltninga i mellom anna California, Oregon, Alaska og Canada, men det er første gong konseptet er testa i vassdrag utanfor Nord-Amerika, og første gong det er testa på atlantisk laks (*Salmo salar*) og aure (*Salmo trutta*).

Konstruksjonen er komplett levert frå produsent. Den er konstruert som eit flyteristsystem forankra i elvebotnen i den eine enden, og skråstilt med straumretninga. Ristene er påmontert ein "flaps" og fungerer som ei flyvenge. Jo raskare vasstraum, jo meir løft. Systemet krev ikkje tunge betongkonstruksjonar. Fella har fangstkammer for levande fisk i tillegg til fleire flyteelement. Ei sluse med ein kalv er installert for å sleppa oppvandrande fisk inn i fangstkammeret. Elveprofilen der fella er montert er flat, elva er 40 meter brei og djupna maks 1,5 meter. Fella har liten påverknad på hydrologiske tilhøve og flaumproblematikk i vassdraget.

For å kunne kontrollere den visuelle klassifiseringa av vill og rømt laks, blir det teke skjelpøver (2–4 skjel) som i tillegg gir opplysningar om alder og vekst. All fisk som vert sett ut igjen, får eit lite kutt ytst på feitfinnen. Det er eit synleg, men skånsamt merke slik at det i etterkant er mogeleg å skilja mellom fisk som er kontrollert i fella og fisk som har vandra forbi utan å bli registrert. Denne registreringa av kontrollert (merka) og ikkje-kontrollert (umerka) fisk er eit sentralt punkt for å evaluera effekten av fella. Etter at oppvandringa var avslutta, vart fella demontert, ettersett og lagra for neste sesong.

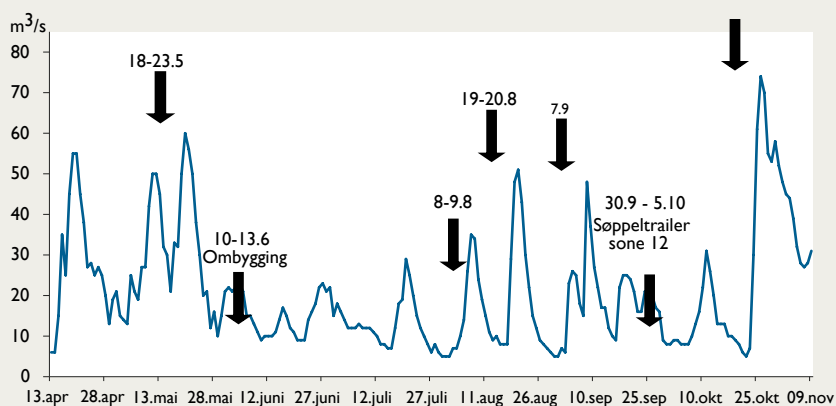
Frå dystre spådomar til suksess

Gjennom planlegginga av felleprosjektet var det mange diskusjonar lokalt om både plassering og utforming av fella. Sportsfiskarar er kjente for å ha klare og sterke meiningar om korleis laksen oppfører seg, og dette kom også til uttrykk i Etne. Fella vart montert av to personar frå produsenten i California med god hjelp av lokale fiskarar og elveeigarar i Etne. Vêret var også på fella si side, då det i manns minne knapt har vore så låg vassføring i Etnevassdraget på ettervinteren som i 2013. Men berre fire dagar etter at fella var plassert, auka vassføringa frå 4 til 55 m³ per sekund (figur 2). Dette vart ein elddåp for utstyret der flyterister og fangstkammer forsvant ut av syne, og det såg ei stund ut for at dei mest pessimistiske skulle få rett. Men, vassføringa avtok, og det viste seg at utstyret hadde takla sin første etneflaum med glans.

Lakseoppvandringa var uvanleg sein i 2013, og det var ein del bekymring for at fella faktisk skremte laksen frå å gå

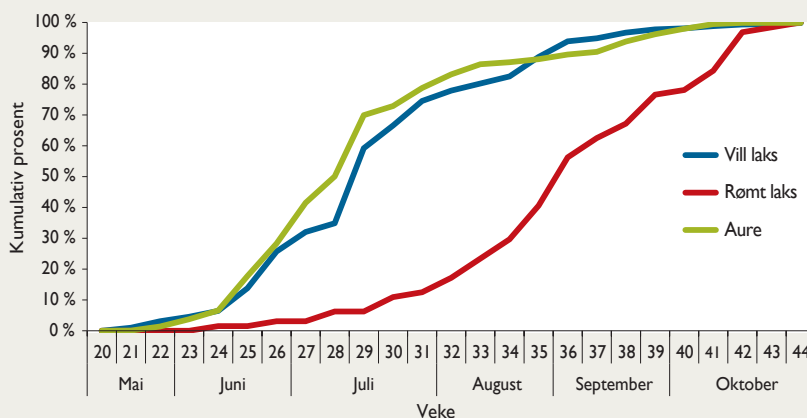
oppover i elva. Sidan dette er første gong denne teknologien er testa utanfor Nord-Amerika og på atlantisk laks og sjøaure, kunne ein sjølv sagt ikkje utelukka dette sjølv om det var usannsynleg. Etter kvart viste det seg at innsiget var fleire veker

forseinka også i andre vassdrag frå Jæren og nordover langs kysten. Første villaks gjekk i fella 18. mai, og i slutten på august hadde 90 % passert, medan mindre enn halvparten av oppdrettslaksen då var i elva (figur 3 og 4). Prosjektet har utløynt eit



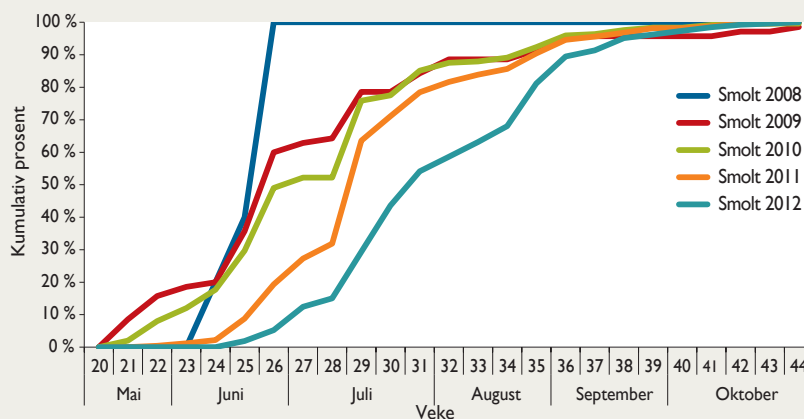
Figur 2. Fella var i drift frå 12. april til 24. november. Gjennom total driftsperiode på rundt 200 døgn, var det sju periodar (sjå svarte piler) med til saman 25 døgn (12 %) med redusert effektivitet av ulike årsaker. Mellom anna trengte den ei mindre ombygging, og i tillegg vart effektiviteten redusert då ein søppeltrailer velta ut i elva like ved fella.

The trap was operated from 12 April to 24 November, with seven instances (black arrows) of reduced efficiency due to various matters.



Figur 3. Kumulativ (%) oppvandring over fella. Klassifisert ved ytre kjenneteikn, vart det rapportert totalt 1154 oppvandrande villaks, 922 sjøaurar og 84 rømlingar i fella. Medan oppvandringa hos villaks og sjøaure fell saman i tid, kjem oppdrettslaksen seinare.

Cumulative percentage ascendance of fish. Classified by morphological traits, 1154 salmon, 922 sea-trout and 84 escaped farmed salmon were recorded. Escaped salmon ascend somewhat later than wild salmon and sea-trout.



Figur 4. Når vi splittar gytefiskene opp i smoltårsklassar, ser vi at dei eldste fiskane kjem tidlegast tilbake, og dei yngste kjem seinast. Resultata viser låg sjøtilvekst for 2011- og 2012-smoltårsklassane. I den yngste årsklassen var det overvekt hannar.

Splitting the wild spawners in smolt cohorts shows that the oldest individuals return first and the youngest return late in season.

positivt lokalt engasjement, og det finst knapt ein skulelev i Etne og omland som ikkje har vore på klassebesøk ved fella og fått føredrag om fella og laksen sitt forunderlege liv.

Unike datasett

Resultata frå fella gjev oss heilt unike datasett. Det finst knapt andre vassdrag med så store bestandar av laks og sjøaure der ein i prinsippet kan registrera og analysera kvart einaste individ. Klassifisert ved ytre kjenneteikn, vart det registrert totalt 1154 oppvandrande villaks og 922 sjøaurar. Hos villaksen varierte storleiken frå 0,5 til 12,7 kg. Etter første år i sjøen var fisken i snitt 1,6 kg med kondisjonsfaktor på 0,90, som er lågt. Etter to år i sjøen hadde fisken snittvekt på 3,6 kg og kondisjon på 0,95, og etter tre år i sjøen var laksen i snitt 6,3 kg med kondisjon 1,0.

Storleiken på den rømte laksen varierte også mykje, frå ca. 40 til 104 cm, noko som tyder på at dei har opphav i ulike rømingsepisodar. Sorteringa på fella viste

seg å samsvara svært godt med resultata frå skjelanalysane, då berre 10 (13 %) oppdrettslaksar var feilsortert som villaks og tilsvarande var 10 villaksar (under 1 %) feilsortert som oppdrettslaks. Prosentdel rømt laks auka sterkt utover i sesongen (figur 5). Sidan 2013 var første prøveår, og eit stort team var under opplæring i prøvetakinga, er vi godt nøgde med dette.

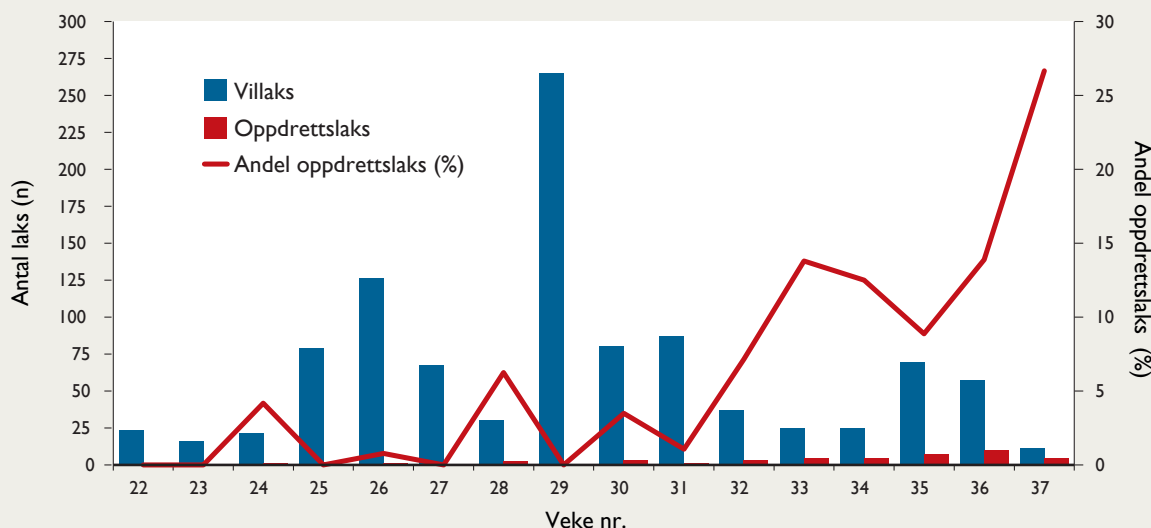
Fangsteffektiviteten vart målt med to ulike metodar. Sidan all fisk handtert på fella vart påført eit lite, men synleg kutt ytst på feitfinnen, ga registrering av ”merka” og ”umerka” fisk oppstraums for fella eit estimat på kor stor del av villaksen som vart registrert i fella og tilsvarande kor stor del som lurte seg forbi.

Foreløpige registreringar frå sportsfisket viste at 88 % var registrert på fella. Sidan det også vart gjennomført gytefiskteljing seinare på hausten, gav også dette oss høve til å registrera ”merka” og ”umerka” fisk. Resultata viser godt samsvar mellom dei to metodane. Det var nært samsvar mellom talet på registrerte

laks i fella og gytefiskteljingane. I 2013 blei det rapportert at 352 laksar vart fiska i Etneelva. Samla oppvandring var på rundt 1700 laksar, dermed har fangstuttaket vore ca. 26 %.

I gytefiskteljinga i 2013 blei det kun registrert sju rømlingar ovanfor fella. Også på dette punktet må vi vera godt nøgde, då fella har sortert ut 78 av 85 (92 %) rømlingar basert på ytre kjenneteikn. I tillegg til desse viste skjelanalysane at rundt ti oppdrettslaksar som morfologisk likna villaks, vart sendt opp i elva.

Den amerikanske laksefella Resistance Board Weir fungerer dermed godt for fangst av rømt laks, villaks og sjøaure, også i eit middels stort vestlandsvassdrag. Samstundes ser vi at konseptet kan vidareutviklast og optimaliserast for å auka effektivitet og redusera behov for personell. Dette føreset økonomiske ressursar til utvikling av sjølve fangstkonseptet og tilhøyrande utstyr.



Figur 5. Oppvandring av vill og rømt laks i fella per veke i perioden 27. juni til 15. september. Mengda rømt laks varierer sterkt frå veke til veke og aukar utover sesongen, noko som demonstrerer kor viktig det er at eit nasjonalt overvakingsprogram på rømt fisk i vassdrag er riktig utforma.
Recorded ascendance by week shows that proportion of escaped farmed salmon varies much and increase strongly towards the end of the season.

The American salmon trap; a useful tool for monitoring wild and farmed salmon

In three recent scientific papers, scientists from the Institute of Marine Research have documented and quantified a process that has been postulated for twenty years: gene pools of wild salmon populations in a number of rivers are being replaced by genetic material from escaped farmed salmon. As a mitigation effort, the Resistance

Board Weir, a portable salmon trap developed in North America, was tested in the River Etneelva, a national salmon river. The trap concept is based on floating panels which prevent the salmon from ascending beyond the trap, and at the same time guide the fish into a trap chamber. This is the first time the concept has been tested outside North America and on Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous trout (*Salmo trutta*). Altogether 1154 wild salmon,

85 escapees and 922 trout were captured. Catch efficiency of the trap was estimated by recapture rates by anglers and by counts of spawners performed by divers. Based on the two estimates, about 85 % of ascending salmon were captured in the first year operation, and 92 % of ascending escaped farmed salmon were removed. The catch rate by anglers was calculated at 26 %.

Hvor mange laks rømmer egentlig?

Antall rømlinger fra oppdrettsanlegg blir underestimert i rømmingsstatistikken. For å få bedre anslag har vi brukt data fra merkeforsøk for å beregne sannsynligheten for at rømt laks fanges, og statistikk for fangst fra elv og sjø for å estimere hvor mange som må ha rømt. Estimert over antall rømlinger blir 2–3, eller 4–5 ganger høyere enn offisiell statistikk, avhengig av om vi kompenserer for at statistikken for fangst av laks i sjø er mangelfull.

OVE SKILBREI | ove.skilbrei@imr.no, MIKKO HEINO og TERJE SVÅSAND

Laks rømmer i ulike stadier; både som yngel, smolt, post-smolt, voksne og stamfisk. Kunnskap om rømmingstidspunkt er viktig for forvaltningen og for det forebyggende arbeidet som næringen gjør. Ifølge oppdretternes rapportering er det mest voksne laks som rømmer (ca. 80 % av totalen), mens rømt smolt bidrar med under fire prosent (tabell 1). Dette forholdet samsvarer tilsynelatende ikke helt med en rapport fra Rådgivende Biologer AS fra 2006 som påpekte at mye av laksen i elvene hadde rømt som smolt. I tillegg antyder Havforskningsinstituttets egne undersøkelser i flere elver i 2010 og 2011 at rundt 30 % av laksen hadde rømt tidlig i livet.

Lettere å rømme for smolt

Dette kan tyde på at smoltløpinger blir sjeldnere rapportert enn rømming av voksen laks, noe som rett og slett kan skyldes at liten fisk unnslipper lettere og mer ubemerket enn stor fisk. Dessuten øker risikoen for rømming ved håndtering av fisken, som for eksempel ved transport av smolten fra

kar i smoltanlegg til merd i sjø. Bruk av ikke-optimal maskevidde i netene kan også bidra til smoltløpinger, og det kan være betydelig størrelsesvariasjon i en smoltleveranse som medfører risiko for at den minste smolten slipper gjennom. Forskere ved Havforskningsinstituttet har utarbeidet anbefalinger for valg av maskevidde i forhold til størrelsen på den minste fisken (se egen artikkel om dette).

Urappert og ukjent rømming

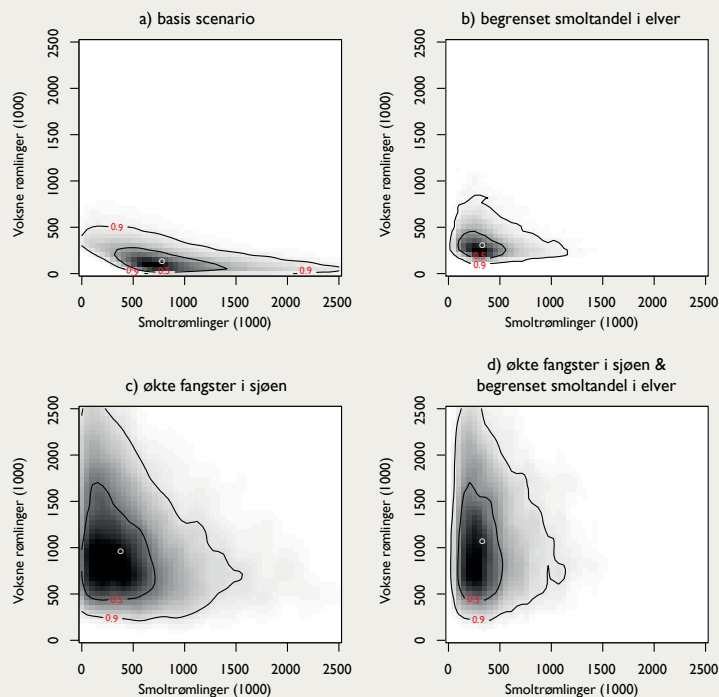
Den offisielle rømmingsstatistikken fanger ikke opp all rømming. Noen episoder blir ikke rapportert, fisk kan rømme ubemerket, og det kan være vanskelig å anslå antallet som rømte i ettertid fordi det er flere mulige årsaker til svinn av fisk. For å forsøke å beregne hvor mange som reelt rømmer, trenger man:

- 1) estimater for sannsynligheten for gjenfangst og
- 2) statistikk over hvor mange rømte laks som faktisk fanges i sjø og elv i Norge.

Tabell 1. Antall rømt laks rapportert til Fiskeridirektoratet 2006–2012. Kilde: Fiskeridirektoratet. Dataene er blitt klassifisert i henhold til antatt livstadium i henhold til dato og størrelse ved rømming.

Numbers of escaped farmed salmon reported to the Directorate of Fisheries 2006–2012. Source: The Directorate of Fisheries. The data have been classified according to life stage at escape according to date and size (Høstsmolt = autumn smolts, Voksne = adults).

ÅR (YEAR)	PRESMOLT	SMOLT (S)	POST-SMOLT (PS)	HØST-SMOLT	HØST PS	VOKSNE	UKJENT STØRRELSE	TOTAL
2006		5	1192	45801		868557	2000	917555
2007	36000	8757		500	30000	197378		272635
2008	890	2300		37500		72038		112728
2009	840	5732	70	1440	81074	105885		195041
2010	25782	66200		5052		209748		306782
2011	500		114134	17002		235606	2	367244
2012		62				38134	3	38199
Totalt n	64012	83056	115396	107295	111074	1727346	2005	2210184
Årlig snitt	12802	13843	38465	17883	55537	246764	668	315741
% av total	2,90	3,76	5,22	4,85	5,03	78,15	0,09	100



Figur 1. Fordeling av estimater over hvor mange smolt og voksne laks som rømmer hvert år. Modellen tar utgangspunkt i offisiell statistikk og merke-/gjenfangstdata fra 2006–2012. Figuren viser fire ulike modeller. I modell a og b brukes offisiell statistikk for fangst av rømt laks i sjø, mens modell c og d forutsetter at den reelle sjøfangsten er høyere. Modell b og d forutsetter at smoltrømlinger utgjør mindre enn 50 % av den rømte laksen i elvene. Medianen for anslagene for antall voksne og smoltrømlinger er vist med hvit sirkel.

Distribution of estimates of the numbers of smolts ("smoltrømlinger") and adults ("Voksne rømlinger") escaping each year from Norwegian fish farms. Based on official catches of salmon and tagrecapture data from 2006–2012. The figure shows 4 different models. Models a and b uses the official sea catch statistics, while models c and d are assuming that sea catches are higher than the official figures. The proportion of formerly smolts escapees among the river-caught escapees is constrained to be below 50 % in models b and d.

Forsøk med slipp av merket laks, både smolt og voksne laks, kan gi estimater for hvor mange prosent av rømt fisk som gjenfanges i sjø eller elv. Havforskningsinstituttet har gjennomført en rekke simulerte rømminger med oppdrettslaks for å framskaffe slike estimater.

Usikker statistikk

På grunnlag av fangststatistikk fra elvene samt bestemmelse av fiskens bakgrunn ved hjelp av lesing av skjellene til vill og oppdrettet laks, utarbeider Vitenskapelig råd for lakseforvaltning hvert år et anslag for hvor mye rømt laks som er fanget i elvene. Fangsten av rømt laks i sjø er mer usikker og sannsynligvis langt høyere enn det som framkommer i fangststatistikken. Vitenskapelig råd for lakseforvaltning estimerer innslaget av rømt laks i det tradisjonelle sjøfisket om sommeren med kilenot og krokarn. Dessuten samles det inn data fra høstfisket etter rømt oppdrettslaks som gjennomføres i noen områder (www.ssb.no). Det tradisjonelle fisket etter laks om sommeren er imidlertid regulert kraftig ned etter 2007, spesielt i Sør-Norge. Det kan ikke forventes at dette sesongbaserte og begrensede fisket fanger opp en vesentlig del av oppdrettslaks som potensielt kan rømme til alle årstider. I samsvar med dette har mer enn 80 % av rapportene i Havforskningsinstituttets forsøksserie om fangst av merket oppdrettslaks i sjøen kommet fra fiskere som har tatt fisken på andre årstider, med andre redskaper, eller av fiskere som ikke er registrert i de to fiskeriene. Fangsten fra gjenfangstfisket som settes i gang etter rømmingsepisoder blir heller ikke rapportert inn til noen offisiell statistikk.

Lager rømmingsmodell

Den åpenbare mangelen på statistikk over fangst av rømt oppdrettslaks i sjøen fører til at det blir utfordrende å estimere hvor mange laks som rømmer årlig. Vi har likevel satt opp modeller for å beregne hvor mange smolt og voksne laks som har rømt årlig fra 2005 til 2011. Modellene tar utgangspunkt i kunnskapen vi har fått fra merkestudiene om overlevelsen til både smolt og voksen laks som rømmer, estimatene for fangst av rømt laks i sjø og elv i perioden, og ulike anslag for fangsten i sjøen. Vi har også antatt at det er et innslag av smoltrømt laks i elvene.

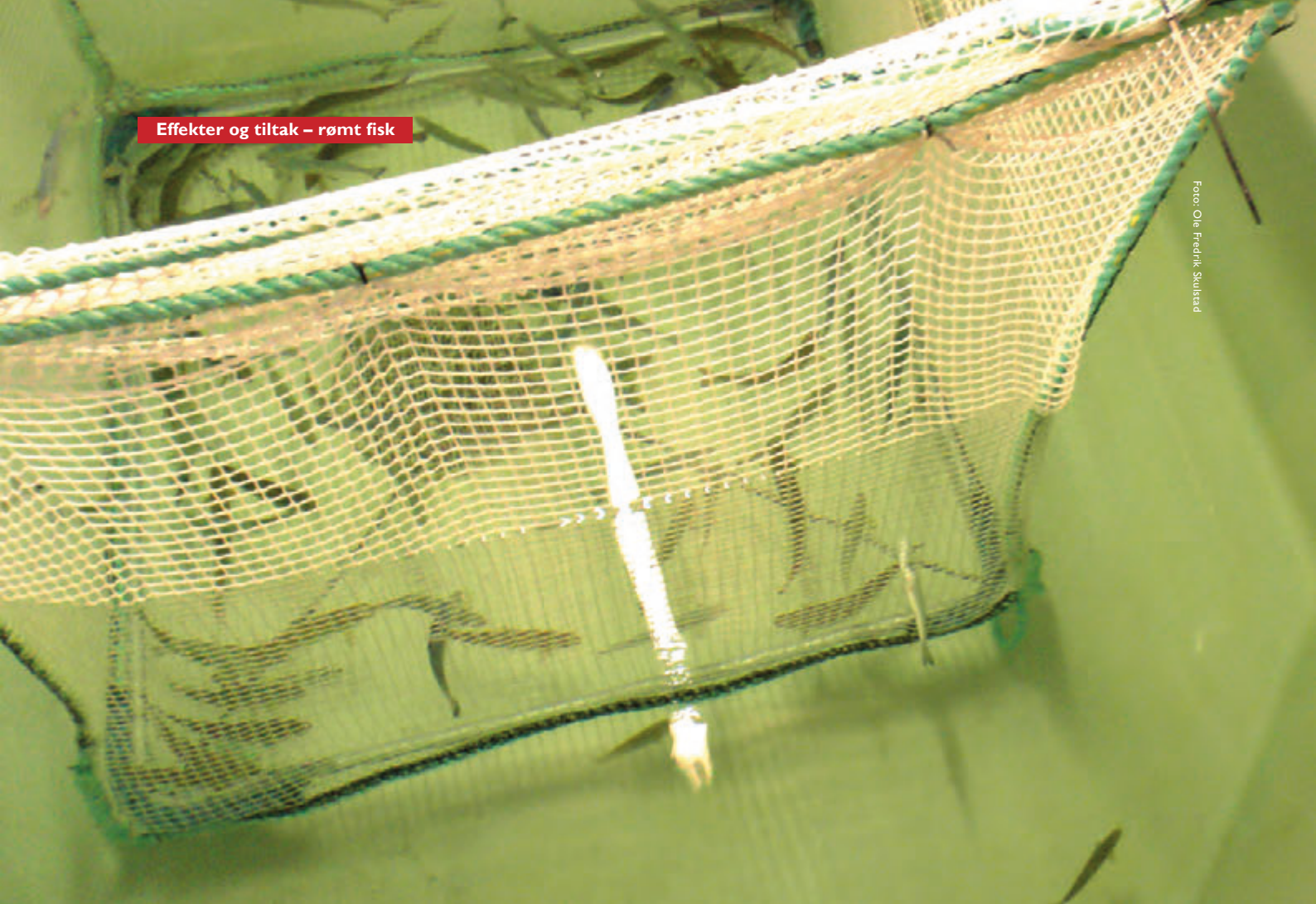
I modellen får vi det mest konservative anslaget for antall rømt laks når vi ikke kompenserer for at sjøstatistikken

er mangelfull. Anslaget for summen av smolt og voksne rømlinger ligger da på nesten 1 million årlig (figur 1, modell a) med en klar overvekt av smolt som rømmer. Når vi legger inn en forutsetning om at innslaget av laks som har rømt som smolt skal være under 50 % i elvene, så økes estimatet for voksne rømlinger, mens totalanslaget reduseres til ca. 700 000. Ved å justere opp sjøfangsten til det vi anser for å være et mer realistisk nivå (fra rundt 20 000 til over 100 000 fisk), øker totalanslaget til nærmere 1,5 millioner laks (figur 1, modell c og d), denne gangen med en overvekt av voksne rømlinger. Dette er ca. 4–5 ganger høyere enn det årlige gjennomsnittet av rapporterte rømminger i 2006–2012 som er ca. 316 000 (tabell 1). Det er stor usikkerhet i estimatene, men med de forutsetningene som er gjort, ligger anslaget med rimelig god sikkerhet mellom 1 og 2 millioner rømninger årlig (figur 1). Vi har ikke kunnet gå inn i en mer detaljert trendanalyse som eventuelt kunne fange opp at det har blitt observert mindre rømt laks i en del elver, i alle fall på Vestlandet, de siste par årene.

Til tross for usikkerheten i disse anslagene mener vi at det er svært sannsynlig at den reelle rømmingen er klart høyere enn den rapporterte, og at smoltrømming utgjør en større andel av rømmingene enn det som framkommer i rømmingsstatistikken (tabell 1). En forbedring av presisjonen i slike anslag krever bedre datagrunnlag for forekomsten av rømt laks i sjø samt mer informasjon om på hvilket livsstadium laksen har rømt.

How many salmon escape from net pens in sea?

Salmon escape during different phases of the production in net pens. The official numbers for the total escapements (~316 000 yearly) are based on reports from the fish farmers and are probably biased by unreported and unnoticed escape incidents. We have estimated the yearly escapement of smolts and adults in Norway by combining recapture estimates from release experiments with statistics of catches of escaped salmon in rivers and in sea. The sea catch statistics is however very limited, and our estimates of the total escapement are 2–3, or 4–5 higher than the official numbers dependent on whether we compensate for this or not.



Maskeåpning, rømningssfare og fiskevelferd

Økt risiko for rømning og uakseptabel fiskevelferd er resultatet dersom oppdretter bruker feil maskeåpning i nota ved utsett av smolt til merd i sjø. Valg av not kompliseres av at smoltstørrelsen varierer. Et annet problem er at det sjelden kan registreres når smolt rømmer på dette tidspunktet, dermed blir ikke rømlingene en del av rømningstatistikken.

TORSTEIN HARBOE | torstein.harboe@imr.no og OLE FREDRIK SKULSTAD

Før utsett av smolt til merd i sjø velger oppdretteren hvilken maskeåpning noten skal ha ut fra opplysninger om størrelsen på fisken som skal leveres. På oppdrag fra Fiskeridirektoratet har Havforskningsinstituttet gjennomført en undersøkelse for å avdekke hvilke maskeåpninger som kan benyttes ved gitte fiskestørrelser. I undersøkelsen har vi registrert både fisk som rømmer og fisk som er fanget i notmasker. I tillegg har vi også vurdert fisk som er for stor til å rømme, og fisk som har betydelige skader etter notmaskene. Videoopptak fra utvalgte kar i forsøksperioden viser når rømningene skjedde. Rømning skal ikke forekomme, og det er derfor minste fisk ved utsett som må være avgjørende for valg av maskeåpning.

Forsøksoppsett

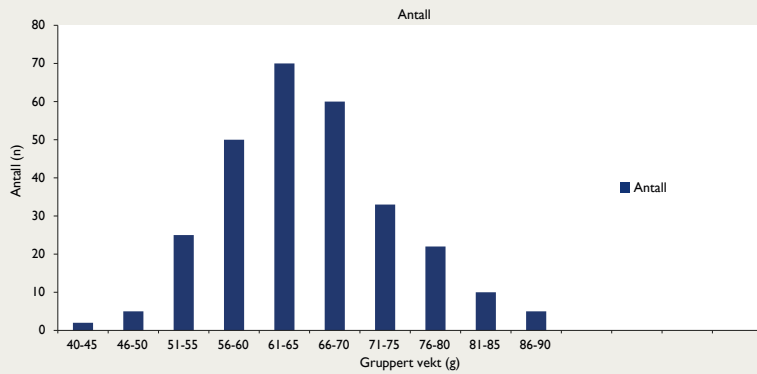
I forsøket testet vi laks med ulik størrelse i merder med forskjellige maskestørrelser. Merdene ble montert i kar som var tre meter i diameter. Det ble gjennomført tre forsøk som alle ble utført i triplikat (tre paralleller). Smolten varierte i størrelse fra sju til 642 gram. Ved første oppsett ble fisken plassert inne i merdene, og i andre oppsett ble fisken satt ut

i karene (utenfor merdene), slik at de kunne svømme inn i merdene. Varigheten av hvert forsøk var fem dager. Det ble også gjort ett forsøk som varte i 24 dager, for å se om fisken blir slankere og om dette kunne påvirke rømningssrisikoen. Totalt ble det benyttet over 6000 fisk i oppsettene.

Rømmer de to første døgnene

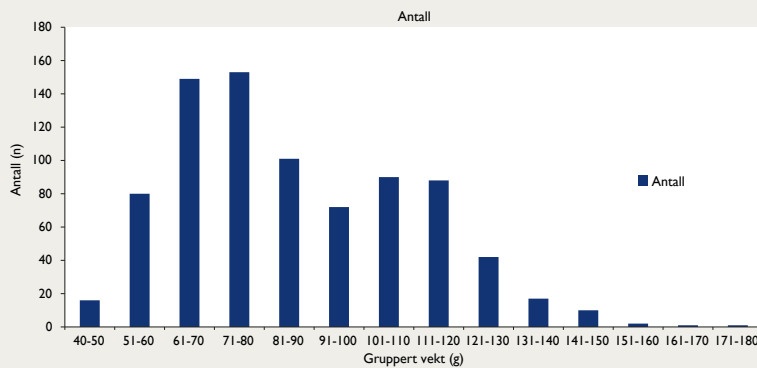
Laks kan svømme både inn og ut av merder med maskeåpninger brukt i kommersielt oppdrett. Våre forsøk ble gjennomført med atlantisk laks i tre ulike stadier; laksepar, smolt og postsmolt. Et fellestrekk er at det er omkrets av hode/skalle som avgjør om fisken prøver å rømme. Ettersom større fisk ikke ser ut til å prøve å rømme, må fisken på et eller annet vis ”sansse” hvor stor den er. Noen fisk som er for store til å rømme har imidlertid fått skader av noten, og må etter merkene å dømmes, ha prøvd å komme seg ut gjennom den. Videoopptakene viste også at rømningene skjedde i løpet av de to første døgnene etter utsett.

For å unngå rømning er det avgjørende hvor stor fisk som kan komme seg ut gjennom de ulike notene med tilhørende maskeåpning. Det må også tas hensyn til fis-



Figur 1. Vektfordeling og antall fisk per størrelsesgruppe av kommersielt produsert høstsmolt. Leveransen var på 33 000 fisk. Gjennomsnittsvekt var $67,1 \pm 8,6$ gram, og antallet som ble kontrollert var 282.

Size distribution of commercial produced smolt. Mean weight was 67.1 ± 8.6 g, $n=282$.



Figur 2. Vektfordeling og antall fisk per størrelsesgruppe av kommersielt produsert vårs smolt. Leveransen var på 90 000 fisk. Gjennomsnittsvekt var $87,1 \pm 23,7$ g, og antallet som ble kontrollert var 822.

Size distribution of commercial produced smolt. Mean weight was 87.1 ± 23.7 g, $n=822$.

kevelferd, ev. usikkerhet om en i alle tilfellene har funnet den potensielt største fisken samt variasjon i maskeåpning i samme not. Målingene av notene viste opptil 4 % variasjon i stolpelengde (mål på maskestørrelse) og også avvik fra oppgitt stolpelengde fra notprodusent. En fisk som står fast i maskene rett bak hodet, anses som rømt, ut ifra våre resultater. De tydelige notmerkene bak skallen viser at fisken satt fast i noten, dermed ville den sannsynligvis ha klart å rømme ved en eventuell reduksjon av kondisjonsfaktor (forholdet mellom vekt og lengde). I tillegg kommer velferdsaspektet. Fisk som har alvorlige notskader med skjelltap vurderer vi som et velferdsproblem, og som en mulig årsak til dødelighet.

Forsøket med varighet på 24 dager, hvor kondisjonsfaktor avtok, ivaretok aspektet med at fisken ved et ordinært utsett kan gå ned i vekt etter utsett. Det er imidlertid ingen grunn til å tro at fisken kan sulte ned skalle-/hodediameter slik at den dermed kan rømme på et senere tidspunkt. Funnene våre støtter dette siden vi ikke fant forskjeller mellom forsøkene med henholdsvis fem og 24 dagers varighet.

Ut fra disse vurderingene har vi gitt anbefaling til minste fiskestørrelse ved de ulike maskeåpningene (tabell 1). Utsett av fiskegrupper med individer som er mindre enn minstemålet i tabellen kan føre til smoltstrømming og eventuelt dårlig fiskevelferd.

Tabell 1. Anbefalt absolutt minste fisk (gram) ved gitte maskeåpninger.

Recommended smallest fish (gram) and additional size of meshes.

Maskeåpning (mm)	30,7	38,5	40,7	45,7	49,2	54,4
Vekt (g)	26	56	87	129	195	250

Ulik variasjon i fiskestørrelse ved smoltlevering

For å få et bilde av hvor stor variasjon det er i fiskestørrelse ved en smoltleveranse, gjorde vi en kontrollmåling av to leveranser fra en av Havforskningsinstituttets kommersielle leverandører. Denne målingen viste at oppgitt fiskestørrelse og spredning fra leverandør ikke er presise nok og kan føre til rømming. Ved levering av høstsmolt fra et kommersielt settefiskanlegg var vi forespeilet sortert jevn fisk med størrelse på 73 gram, mens målingene våre viste 67,5 gram med en normalfordelt gruppe fra 45 til 90 gram. Fisken i leveransen med vårs smolt var oppgitt å være i overkant av 100 gram, men en betydelig del av fisken var langt mindre. Denne fiskegruppen var heller ikke normalfordelt, noe som tyder på at den kommer fra ulike grupper hos produsenten. Settefisk (smolt) er ofte sortert og målt ved tidligere tidspunkt (vaksinering), slik at oppgitt vekt også kan være estimert ut ifra føring og vekstestimeringsprogramvare.

Dersom fisken i en leveranse er normalfordelt, kan en beregne minste fisk i gruppen og samtidig hvor stor andel som er innenfor de forskjellige størrelsesgruppene. Resultatene fra målingene av størrelsen på fisken på to leveranser med oppgitt snittvekt støtter opp om tidligere resultater fra andre om at kun hver fjerde til femte rømte oppdrettslaks havner i rønningsstatistikken.

Mesh size, fish escapes and welfare

When salmon smolts are delivered to sea cages, correct mesh size opening in the net pens is crucial to avoid escapes. Information of the size distribution of fishes in the deliverance from the smolt producer determines which sizes are going to be used. It is the smallest fish in the deliverance that is of most interest. Fish that escapes immediately after transferred to net pens in the sea will not be identified as escaped. In this experiment we have identified the smallest fish that can be transferred to six different mesh size openings (table 1). Fish welfare has also been taken into consideration.

Triploid laks krever tilpassete produksjonsbetingelser

De viktigste årsakene til at steril triploid laks ikke er vanlig i oppdrett er sannsynligvis knyttet til den forhøyede frekvensen av deformiteter og dårligere tilvekst i merd i sjøvann. Lavere temperatur på fiskeegget og litt annen sammensetning av føret til fisken løser noen av problemene.

TOM HANSEN | tomh@imr.no, THOMAS W. K. FRASER, FLORIAN SAMBRAUS og PER GUNNAR FJELLDAL

Oppdrett av steril triploid laksefisk er vanlig innen oppdrett av regnbueørret i flere land i Europa og brukes også i noen grad i land som Chile og Australia. I Norge har imidlertid ikke oppdrett av triploider vært vanlig. Triploider lages enkelt ved å utsette lakseeggene for høyt trykk ca. 40 minutter etter befruktning. Dette fører til at et ekstra sett av hunnens kromosomer blir i egget. Dermed får fisken tre sett med kromosomer (triploid) i motsetning til den normale tilstanden med to sett (diploid). Det er normalt at en finner triploider blant vanlig oppdrettslaks (opptil 3–4 %), det skyldes at triploider kan oppstå spontant grunnet blant annet dårlig eggkvalitet. Triploid fisk er steril, og erfaringene viser at i de aller fleste tilfellene skiller de seg lite fra vanlig laks. Imidlertid har en i noen tilfeller opplevd at triploid laks har noe høyere risiko for å utvikle deformiteter i ryggsoylen og underkjeven. Det finnes også sporadiske observasjoner på at triploider har høyere risiko for å utvikle katarakt (grå stær) og at de har noe lavere toleranse for høye temperaturer.

Den viktigste årsaken til at triploid laks ikke er blitt mer vanlig i oppdrett er knyttet til den forhøyede frekvensen av deformiteter, og dårligere tilvekst i merd i sjøvann. De kanskje to viktigste årsakene til at vanlig laks utvikler deformiteter i skjelettet er knyttet til temperaturen i vannet eggene holdes i frem til de klekker, og hvor mye fosfor fisken får i føret og hvor tilgjengelig dette fosforet er. Fosfor er et viktig beinmineral som fisken må få tilført via føret. Nyere forskning på Havforskningsinstituttet har vist at på disse to viktige områdene er triploid laks litt annerledes enn vanlig diploid laks, og resultatene er et betydelig gjennombrudd i arbeidet for å kunne produsere steril triploid laks innenfor akseptable velferdsmessige grenser.

Lavere temperatur til triploide egg

Tidligere forskning har vist at for høy inkubasjonstemperatur kan gi et betydelig innslag av deformiteter i ryggsoylen og fravær av membranen som skiller hjertesekken og bukhulen (*septum transversum*) hos vanlig laks. Det er derfor anbefalt å ikke inkubere lakseegg ved høyere temperatur enn 8 °C. Helt nye forsøk har vist at triploider som inkuberes på 8 °C får et lite innslag (3,3 %) av denne hjertedeformiteten, mens 4,2 % får innslag av synlige deformiteter i virvelsoylen og 5,5 % får deformiteter i underkjeven (figur 1). Vanlig laks utviklet ikke disse lidelsene ved samme inkubasjonstemperatur. Ved 6 °C var deformitetene fraværende i

både steril triploid fisk og i den normale diploide fisken.

Disse resultatene viser at triploide egg ikke bør inkuberes ved høyere temperatur enn 6 °C. Siden tiden det tar fra egget befruktes til det klekkes er avhengig av temperaturen, betyr dette at det tar ca. tre uker lenger tid å produsere en triploid lakseyngel enn en vanlig laks. Dette må oppdretter ta hensyn til under produksjonen av triploid laksesmolt. Sannsynligvis er denne temperaturfølsomheten knyttet til bestemte perioder i egg- og larveutviklingen. Framtidig forskning vil vise om temperaturen kan økes i de senere utviklingsstadiene.



Foto: Havforskningsinstituttet

Figur 1. Triploid laks med deformasjon i underkjeve. Dette er den oftest rapporterte deformasjonen hos triploid laks. Forsøk ved Havforskningsinstituttet har vist at denne lidelsen kan skyldes for høy inkubasjonstemperatur og for lite fosfor i føret i ferskvann.
Triploid salmon with lower jaw deformity. This is the most frequently reported deformity in triploid salmon. Studies from IMR show that this deformity can be related to too high incubation temperature and to low levels of dietary phosphorous in freshwater.

Tabell 1. Prosent fisk med ytre synlige rygggradsdeformasjoner. Virveldeformasjoner synlige vha. røntgen hos diploid og triploid laks som ble gitt før med 0,6 og 1,2 % tilgjengelig fosfor fra startfôring frem til overføring til sjøvann, og deretter fôret et vanlig oppdrettsfôr fram til slaktestørrelse.

Occurrence (%) of fish with externally visible spinal deformities. Spinal deformities disable on radiographs among diploid and triploid salmon fed 0.6 and 1.2 % available phosphorus from first feeding until seawater transfer, and then fed one common commercial diet thereafter until harvest size.

PARAMETER	0,6 % FOSFOR		1,2 % FOSFOR	
	Diploid	Triploid	Diploid	Triploid
YTRE	2 %	4 %	0,6 %	2 %
RØNTGEN	31 %	58 %	31 %	25 %

Triploid laks trenger mer fosfor

Erfaringene viser at triploid laks vanligvis vokser bedre enn vanlig laks i ferskvann, det kan bety at kravet til fôrsammensetning er litt annerledes. Når det gjelder deformiteter i virvelsøyle og underkjeve, er fosforinnholdet og tilgjengeligheten av fosfor tidligere identifisert som en av de viktigste risikofaktorene. I forsøk utført ved Havforskningsinstituttet har vi gitt diploid og triploid laks før med fosfornivå innenfor estimert behov av tilgjengelig fosfor (0,6 %) eller før hvor denne konsentrasjonen var doblet (1,2 %) fra startfôring og fram til fisken var ca. 50 gram. Deretter ble fisken overført til merder i sjøvann og fulgt fram til slaktestørrelse. Hos diploid og triploid laks som fikk før med 0,6 % fosfor, ble det ikke funnet forskjell i synlige deformiteter, men røntgenbilder av fisken viste mer deformasjoner blant de triploide (tabell 1). Da fosforinnholdet i dietten ble økt til 1,2 % ble det fortsatt ikke funnet forskjeller i synlige deformiteter, og det ble heller ikke funnet forskjeller mellom de diploide og de triploide når røntgenbildene ble analysert (tabell 1). Siden vi ikke har

testet dietter med mellom 0,6 og 1,2 % tilgjengelig fosfor, er det godt mulig at optimalkonsentrasjonen ligger mellom disse nivåene. I dette forsøket ble fisken fôret hele perioden i ferskvann. Om det er nok bare å føre spesifikke perioder i ferskvann og samtidig oppnå den samme positive effekten av fosfor, undersøkes i et pågående prosjekt ved Havforskningsinstituttet. Om triploid laks også trenger mer fosfor enn diploid laks i sjøvann er ikke undersøkt.

Nødvendige tilpasninger i sjøvann

De to siste områdene der det ser ut som at triploid laks har velferdsutfordringer, er på følsomheten for å utvikle katarakt og følsomheten for høye temperaturer. Det er tidligere vist at et økt innhold av histidin i fôret kan redusere mengden katarakt i vanlig laks. For å unngå problemer med høye vanntemperaturer om sommeren, kan det være best å unngå oppdrett av triploid laks i områder med stor sannsynlighet for lange perioder med høy temperatur. Dette blir undersøkt i et pågående fullskala prosjekt der resultater fra matfiskproduksjon av vanlig diploid laks og steril triploid laks i fem oppdretts-

anlegg langs norskekysten blir sammenlignet. I prosjektet følges anbefalingene våre om redusert inkubasjonstemperatur og høyere fosfornivå i fôret i ferskvann for å redusere risikoen for deformasjoner. Resultatene fra dette prosjektet vil helt klart være med på å bestemme fremtiden for triploid laks i norsk lakseoppdrett.

Fordeler med triploid laks

Triploid laks har større vekstpotensial enn diploid laks i ferskvann, noe som fører til betydelig høyere smoltvekt hos triploider. I kar med sjøvann har triploid laks vist høyere appetitt enn diploider ved 3, 6 og 9 °C, lik appetitt ved 12 °C, og lavere appetitt ved 15 og 18 °C. Triploider har også vist større vekstrespons ved bruk av kontinuerlig lys ved lave temperaturer i kar med sjøvann sammenlignet med diploider. I tillegg til at triploide hunner ikke kjønnsmodner, har flere forsøk vist at triploid hannlaks har lavere andel modning som postsmolt og tert (figur 2) sammenlignet med diploid laks. Rømt triploid laks har hatt lavere overlevelse i sjøvann, og kjønnsmodne hanner har hatt lavere tilbakevandingsfrekvens til gyteelver enn vanlig laks. Triploide hanner er sterile og kan ikke befrukte egg fra villaks.

Triploid salmon requires adjusted production

Production of sterile triploids makes up a considerable part of the production of rainbow trout in Europe, but has not been adopted by the salmon industry mainly due to concerns about a reported generally higher incidence of skeletal deformities. Earlier research on skeletal deformities in Atlantic salmon has identified incubation temperature and the availability of dietary phosphorus as risk factors. Recent research from the Institute of Marine Research has shown that the incubation temperature related deformities in triploid disappear if the temperature is lowered to 6 °C and the deformities related to dietary phosphorus disappear if the triploid is given a diet with increased phosphorus availability (in our study 1.2%, but this is probably lower).

Foto: Havforskningsinstituttet



Figur 2. Kjønnsmoden triploid hannlaks. Selv om triploide hanner kjønnsmodner, er de sterile og har lavere tilbakevandingsfrekvens til gyteelver sammenlignet med diploider. I tillegg er modningsfrekvens hos hanner som tert (etter en vinter i sjø) lavere for triploider, noe som kan være gunstig i oppdrett der tertmodning tidvis gir redusert lønnsomhet og velferd.

Sexually mature male triploid salmon. Although triploid males mature, they are functionally sterile and have lower return rates to spawning rivers when compared to diploids. In addition, the incidence of male grilse is lower among triploids, which is a beneficial trait for aquaculture, where grilse maturation occasionally reduces both welfare and profit.



Transport og utsettinger av levende leppefisk

Leppefisk brukes i stort omfang mot lakselus hos oppdrettslaks. Det drives et blandingsfiske etter berggyllt, grønngyllt, bergnebb og gressgyllt, og i 2012 ble det omsatt ca. 14 millioner leppefisk. I noen områder er det for lite leppefisk til å dekke oppdrettsnæringen sitt behov, derfor drives det omfattende transport av leppefisk med brønnbåter og tankbiler fra fiskeområder i sør (inkludert Sveriges vestkyst), til oppdrettsområder lenger nord.

STEIN MORTENSEN | stein.mortensen@imr.no, KEVIN GLOVER, EGIL KARLSBAKK og ANNE BERIT SKIFTESVIK

Det er et betydelig svinn av leppefisk i laksemerdene. Svinnet kompenseres med ”etterfylling” gjennom hele leppefisksesongen, noe som øker etterspørselen etter leppefisk. Årsaker til svinn er rømming, predasjon og dødelighet forårsaket av sulting, skader eller sykdom. Vi vet ikke hvilke årsaker som fører til mest svinn, men sannsynligvis varierer det gjennom sesongen og mellom oppdrettsanlegg.

Mange av leppefiskene som brukes er små, og hull i nøtene representerer en rømningsvei. Når oppdretterne skifter til nøter med større maskevidde, forsvinner gjerne små leppefisk ut av noten. I tillegg foregår det ifølge oppdrettere også aktiv utsetting av leppefisk siden noen oppdrettere

samlar inn leppefisk og slipper den fri i fjæresonen når laksen skal slaktes.

Transport av leppefisk fra Sør-Norge og Sverige

Fisket etter leppefisk starter tidligst i sør, og mange oppdrettere langs Vestlandet kjøper leppefisk derfra før fisket starter i eget distrikt. Leppefisk er varmekjære arter og utbredelsen avtar i Midt-Norge. I de nordligste områdene er det ikke nok leppefisk til å dekke etterspørselen, og store mengder leppefisk blir derfor fraktet fra områder på Sørlandet og Sverige og nordover, til området Møre–Nordland. Når leppefisk som er fraktet sydfra og nordover rømmer, kan de



blande seg med lokal fisk og potensielt endre den genetiske strukturen i bestandene. Det er også en mulighet for at det spres smitte, hvor nordlige leppefiskbestander kan bli utsatt for sykdom de har liten motstandskraft mot. Endringer i leppefiskfaunaen vil også trolig påvirke annen lokal fauna.

Bestandsgenetiske forhold

Leppefiskene har et kort, pelagisk larvestadium, og er knyttet til spesielle lokaliteter med bestemte bunnforhold. Vi tror at disse fiskene lever i mer eller mindre isolerte, lokale bestander. Det finnes få studier av genetisk struktur i bestander av de forskjellige leppefiskartene, men studier av bergnebb og grønngylt har vist klare forskjeller over relativt korte avstander langs norskekysten. Samtidig tyder nye studier av berggylt på at den kan bestå av to separate arter eller underarter.

Helsestatus og risiko for smittespredning

I forsøk på oppbevaring av leppefisk i kar og samlemerder ser vi at en betydelig andel av fisken dør av sykdom. Grønngylt ser ut til å være særlig sårbar. Vi har ennå ikke oversikt over utbredelsen av sykdommer, så den omfattende transporten av leppefisk skjer uten at vi kjenner fiskens helsestatus. Eventuelle sykdomsfremkallende organismer kan spres både fra rømlinger, utsatt fisk og død fisk. Det er derfor stor sannsynlighet for at smittebærende fisk og sykdomsfremkallende organismer fra fisken introduseres i nye miljøer.

Oppdrettsnæringen er opptatt av om rensefisk kan være bærere eller reservoarer av virus, bakterier og parasitter som kan infisere laksefisken. Det er foreløpig begrenset informasjon som kan belyse dette, men den tilgjengelige informasjonen tyder på at leppefisk og laksefisk stort sett har sine egne, spesifikke sykdommer. Noen sykdomsfremkallende organismer kan imidlertid finnes i mange varianter. Eksempler er nodavirus (VNN) (på marin fisk), infeksios pankreasnekrosevirus (IPNV), viral hemorragisk septikemivirus (VHSV) og bakterier som *Aeromonas salmonicida*, enkelte *Vibrio*-typer og amøben *Paramoeba perurans*. Noen sykdomsfremkallende organismer er kjent for å endre seg over tid, og endrede egenskaper kan sette dem i stand til å infisere nye vertsarter, noe som kan endre risikobildet i oppdrettsmiljøet.

Flyttinger og introduksjoner av uønskede "blindpassasjerer"

Ved transport av vann og fisk vil det bli flyttet en rekke andre organismer fra fiskelokalitet til utsettingslokalitet. Foruten sykdomsagens kan det følge med larver av virvelløse dyr som sekke dyr og stillehavsosters, små kammaneter, maneter og drivtang. Overlevelsen vil i transportfasen være avhengig av forhold som volum, temperatur og tid. Når vannet slippes ut eller skiftes, vil overlevelsen i stor grad være bestemt av forholdene på utslippstedet. Gjentatte transporter øker sannsynligheten for etablering av de organismene som transporteres.

Behov for mer kunnskap

Havforskningsinstituttet har i sin risikovurdering av norsk fiskeoppdrett beskrevet mulige miljøeffekter av bruken av rensefisk. Her fremstår det et klart behov for mer kunnskap på flere områder knyttet til både fiske og bruk av leppefisk, inklusiv transport og utsettinger av ikke-stedegen fisk.

De ulike leppefiskartene har ulik livshistorie. Et intensivt fiske vil ha forskjellig innvirkning på artene, men vi har ikke nok kunnskap til å forutsi hva disse forskjellene vil være. Vi bør derfor kartlegge hvilke effekter fisket har på leppefiskartene.

Bestandsgenetisk struktur, og de eventuelle funksjonelle genetiske forskjeller og lokale tilpasninger mellom bestander hos de viktigste leppefiskartene, bør også kartlegges. I tillegg bør vi etablere en aktivitet som belyser om rømt og utsatt leppefisk overlever og eventuelt blander seg med lokale bestander. Det er etablert oppdrett av berggyllt for å sikre en fremtidig tilgang på rensefisk. Det er derfor behov for en grundigere genetisk karakterisering av underartene av berggyllt, også med tanke på finne hvilken type som er tatt inn i oppdrettsprogrammene.

Det er behov for mer kunnskap som kan bidra til å redusere risiko for smitte mellom laksefisk og leppefisk og mellom ulike leppefiskbestander. Særlig aktuelt er det å avklare smittefaren representert av amøben *P. perurans*, som finnes hos viltfanget berggyllt. Samme amøbe forårsaker amøbisk gjellesykdom hos laks (AGD). Smitteforsøk og genetiske studier av amøbene kan belyse dette. For å vurdere nærmere risikoen med den utbredte praksisen med å flytte

leppefisk mellom ulike regioner, er det viktig å kartlegge helsestatus hos de mest flyttede artene – særlig i Sør-Norge og på den svenske vestkysten.

Wrasses used as cleaner-fish to de-louse farmed salmon

A large scale wrasse fishery has developed in southern and Mid-Norway, supplying the aquaculture industry with cleaner fish. The fishery is carried out with fyke nets and pots on shallow water, catching ballan, corkwing, goldsinny wrasse and rock cook. In 2012, more than 14 million wrasses were delivered to the fish farms. Some areas with large salmon production are not self supplied with locally caught wrasse, and wrasses are therefore transported from fishing areas in the south to farming areas further north. Every summer, several million wrasses caught along the Swedish west coast and the southern Norwegian coast are transported by trucks and dwell boats to fish farming areas further north. Genetic studies have shown that wrasses occur as local, often genetically distinct populations. There is a possibility that fish that escape or are released after transport may mix with the local stocks. The health status of the fish is unknown. We fear that transports may result in the spreading of diseases, either with the fish or the transport water.



Utvikler modellsystem for å få kontroll på lusa

Forskere fra Havforskningsinstituttet samarbeider med Mattilsynet om å utvikle et nytt system for overvåkning, rådgivning og forvaltning av lakselus på oppdrettet og vill laksefisk. Målet er å kunne beregne hvor mye lakselus det er i fjordene våre og om de er mange nok til å utgjøre en fare.

PÅL ARNE BJØRN | paal.arne.bjorn@imr.no, LARS ASPLIN,
ØRJAN KARLSEN, BENGT FINSTAD' og GEIR LASSE TARANGER
'NINA

Regjeringens mål er å øke produksjonen av oppdrettsfisk innenfor rammen av miljømessig bærekraft. For å nå dette målet må det utvikles et nytt system for rådgivning og forvaltning av lakselus på vill og oppdrettet laksefisk langs hele norskekysten. Et slikt system vil etter hvert gi grunnlag for mer presise forvaltningsråd knyttet til smittespredning og konsekvens av lakselus på vill og oppdrettet laksefisk

innenfor et definert område. Dette verktøyet vil derfor både legge til rette for bærekraftig vekst i områder som tåler økt produksjon og for tiltak i områder som har nådd bærekraftgrensen. Dette vil være viktig i arbeidet med å utvikle oppdrettsnæringen i Norge for fremtiden slik Sjømatmeldingen legger opp til. I tillegg gjør et slikt system det mulig å nå Norges internasjonale forpliktelser knyttet til miljømålene fastsatt i EU sitt vanndirektiv og den norske vannforskriften, samt sikre at våre nasjonale laksefjorder fungerer optimalt.

Smittsomme oppdrettslus

Infeksjonsnivå av lakselus i oppdrettsanlegg, og dermed også behovet for tiltak for å bekjempe lus i anlegg, avhenger blant annet av tetthet av oppdrettslaks i et område. Oppdrettsfisk har stor produksjon av smittsomme lusestadier, dermed blir smittepresset av lakselus høyt i oppdrettstette områder. En omfattende statistisk analyse av data fra luseovervåkingen på vill laksefisk i Norge fra 2004 til 2010 viser at både smittetrykk fra oppdrett, temperatur og ferskvannsavrenning påvirker lakseluspåslaget på villfisk. Også nyere data fra 2010–2012 viser økt lakselusinfeksjon på vill sjørret som følge av lakselusproduksjon fra nærliggende oppdrettslokaliteter. Disse dataene er basert på luseregistreringer på sjørret fra mange forskjellige fjordsystemer langs hele norskekysten, kombinert med estimert luseproduksjon i hvert oppdrettsanlegg.

Foto: Rune Nilsen



Figur 1. Lakselus på vill sjørret fra Hardangerfjorden. Høy tetthet og størrelse av oppdrettsverter i området samt høy saltholdighet og temperatur er de viktigste faktorene for høy lakselusinfeksjon på vill laksefisk.
Salmon lice on wild sea trout from the Hardangerfjord. High density and size of farmed fish in the area and high salinity and temperature are the most important factors for high salmon lice infections on wild salmonids.

Mindre lus i store laksefjorder

Resultatene viser også at infeksjonen var lav i store nasjonale laksefjorder, og trolig var det ingen negativ effekt på bestandene av vill sjøørret i disse fjordene. I små nasjonale laksefjorder, hvor det ikke er oppdrettsanlegg, var infeksjonen ofte avhengig av produksjonsintensiteten i nærliggende oppdrettsanlegg. Enkelte år og på enkelte lokaliteter var det sannsynligvis stor negativ effekt på bestanden av sjøørret. Oppsummert viser de ulike analysene at tetthet og størrelse av oppdrettsverter i området samt høy saltholdighet og temperatur er de viktigste faktorene for smittepress på både oppdrettet og vill laksefisk.

Foreslår nytt forvaltningssystem

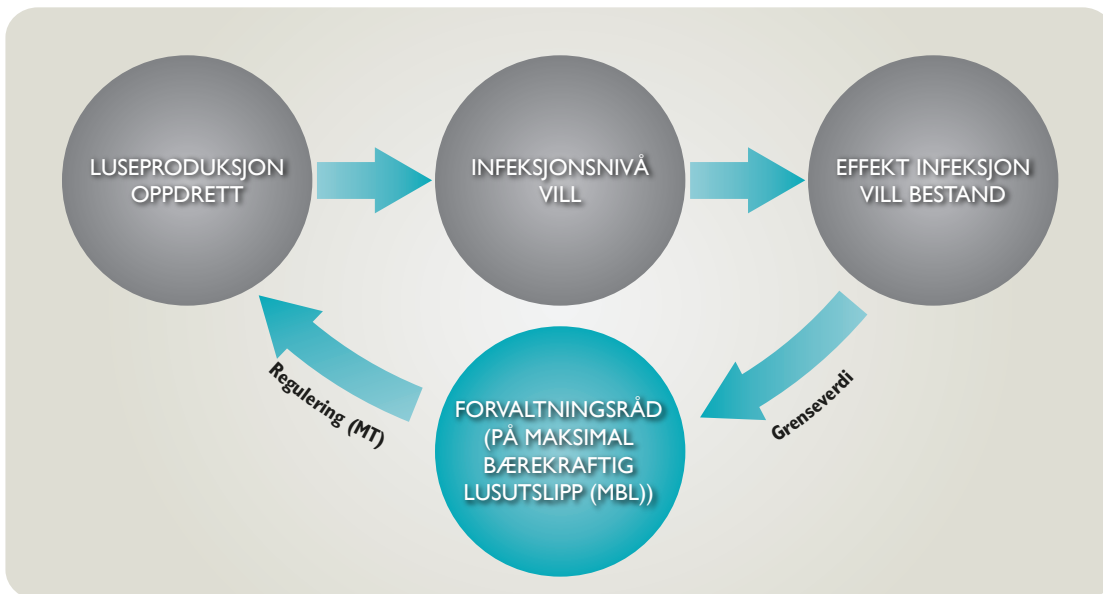
Forvaltningen av lakselus i oppdrettsnæringen har blitt gjort på enkeltkonsesjoner og lokaliteter uten at det er tatt tilstrekkelig hensyn til helheten når det gjelder mulige effekter på villfisk. Tiltaksgrensen for lakselus er et godt eksempel på dette. Denne er satt til 0,5 kjønnsmodne hunnlus i snitt i merdene uavhengig av om det produseres ca. 10 000 (Lyngenfjordsystemet) eller ca. 100 000 (Hardangerfjordsystemet) tonn laks i fjorden per år. Havforskningsinstituttet og Veterinærinstituttet har derfor foreslått et nytt overvåkings-, rådgivnings- og forvaltningssystem for lakselus på oppdrag fra daværende Fiskeri- og

kystdepartementet. Målet er å utvikle et nytt system for overvåkning og rådgivning, styrke kunnskapsgrunnlaget og etablere grunnlag for en bedre og mer hensiktsmessig forvaltning av lakselus. Et slikt system vil etter hvert gi grunnlag for mer presise forvaltningsråd knyttet til smittespredning og konsekvenser av lakselus på vill og oppdrettet laksefisk innenfor et definert produksjonsområde.

Det nye systemet er allerede under utvikling, og ble med hell testet ut i Hardanger i 2012. Systemet er basert på varsling av høyt smittepress gjennom estimert produksjon av lus i oppdrettsanlegg. Smittepresset verifiseres gjennom måling av infeksjonsnivå på vill laksefisk. I tillegg brukes strøm- og spredningsmodeller for å estimere geografisk fordeling av smittsomme lakselus. Basert på disse resultatene kan forskerne finne forventet effekt av infeksjonsnivået på ville bestander av laksefisk (figur 2, fase I), og dermed foreta en risikovurdering som igjen er grunnlaget for påfølgende forvaltningsrådgivning. Etter hvert som kunnskapen øker og de nødvendige strøm- og spredningsmodellene blir etablert og verifisert, vil en i større grad kunne basere risikovurderingen og forvaltningsrådgivningen på bærekraftmodeller (figur 2, fase II) i definerte produksjonsområder, vannregioner eller vannområder langs norskekysten.

Modell for områdebasert forvaltningsråd i henhold til miljømessig bærekraft og miljømål

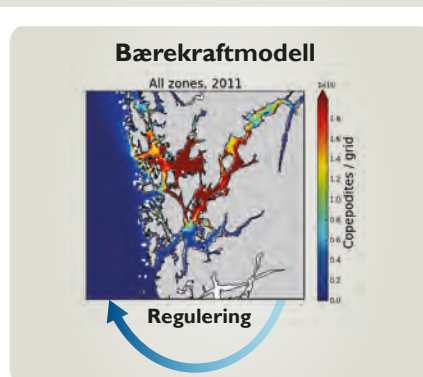
Fase I: 2015

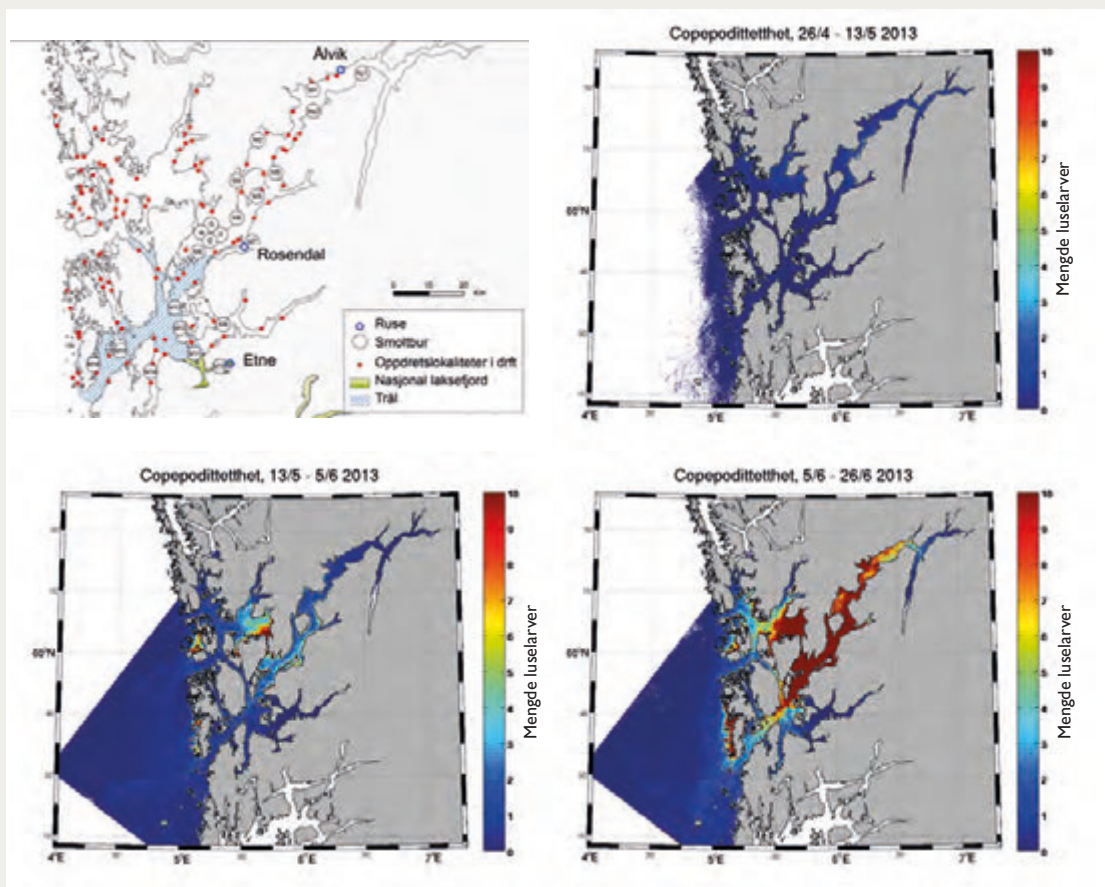


Fase II: 2017

Figur 2. Prinsippskisse av nytt system for overvåkning, rådgivning og forvaltning av lakselus på vill og oppdrettet laksefisk langs norskekysten.

The principles behind a new model system for monitoring, counseling, and management of salmon lice on wild and farmed salmonids along the Norwegian coast.





Figur 3. Utvikling av tetthet av lakseluslarver (relative verdier) i Hardanger og områdene rundt beregnet med den hydrodynamiske spredningsmodellen for lakselus for våren og forsommeren 2013.
 Development of copepodite-density (relative values) in Hardanger and surrounding areas estimated using the hydrodynamic dispersion model for salmon lice during spring an early summer.



Rengjøring av ruse som brukes til levende fangst av ørret.
 Cleaning of purse for live capture of sea trout.

Vellykket utprøving

Erfaringene fra 2012 viste at dette systemet (dvs. fase I) ser ut til å fungere som forutsatt. I 2013 har vi derfor, i overensstemmelse med Mattilsynet, valgt å prioritere videreutviklingen av nytt system for overvåkning og rådgivning av lakselus. Vi har spesielt intensivert arbeidet i enkelte modellfjorder langs hele norskekysten (Hardangerfjord-, Romsdalsfjord-, Namsenfjord- og Altafjordssystemet) slik at vi skaffer robuste overvåkingsdata og god nok systemforståelse til at dette kan brukes i utvikling og validering av et nytt rådgivningssystem.

De foreløpige modellresultatene fra 2013 er også oppløftende i forhold til å kunne validere og kalibrere modellert infeksjon mot observert infeksjon, både på vill laksefisk og på smolt holdt i små merder i området (figur 3), men det gjenstår betydelig forskning og utviklingsarbeid der hovedutfordringene er:

- Systemet med bruk av oppdrettsdata og smittepress av lakselus til varsling av problemområder må utvikles videre og operasjonaliseres, og systemer for risikobasert og tilpasset overvåkning på vill laksefisk må videreutvikles.
- Smittemodellene må valideres og kalibreres mot observert infeksjonsnivå på vill laksefisk.
- Kunnskapen om økologiske effekter av et gitt smittepress på bestander av vill laksefisk må økes, slik at mer presise grenseverdier kan utvikles.



Telling av lakselus på sjørret som er fanget levende.
Counting of salmon lice on live captured sea trout.

Videre arbeid

I 2014 vil vi teste fase I i utvalgte områder langs norskekysten i samarbeid med Mattilsynet. Målet er å ta i bruk fase I langs hele norskekysten i 2015 slik Sjømatmeldingen legger opp til. Dette systemet kan imidlertid ikke iverksettes langs hele kysten i 2015 innenfor de eksisterende rammene til verken Mattilsynet eller Havforskningsinstituttet.

Etter hvert som validering, kalibrering og implementering av en slik risikobasert overvåkning (fase I) gjennomføres, vil mer av overvåkingen kunne legges over på en bærekraftmodell (fase II) og mindre på fangst av vill laksefisk. Dette er en krevende oppgave, og et slikt modellsystem må videreutvikles i årene framover for å øke presisjonen og redusere usikkerheten. Det er derfor behov for å styrke utviklingen av ny bærekraftmodell for lakselus ved Havforskningsinstituttet, samt styrke Mattilsynet med tanke på å implementere forvaltningsråd til nytt operasjonelt forvaltningssystem for lakselus.

Til slutt vil vi få et system som er i stand til å simulere og kvantifisere hovedtyngden av infeksjonspress av lakselus innenfor et område i rom og tid, slik at vi kan gi råd om maksimalt bærekraftige luseutslipp eller "lusekvoter". Dette systemet vil derfor legge til rette for bærekraftig vekst i områder som tåler økt produksjon samt tiltak og maksimert produksjon i områder som har nådd grensen for bærekraftig vekst.

Developing hydrodynamic dispersal model to combat lice

Institute of Marine Research aim to predict the risk and consequences of salmon lice from salmon farms on wild salmonid populations. The goal is to provide management advice to ensure an environmentally sustainable development of the aquaculture industry. Using hydrodynamical lice dispersion models and updated sources of produced salmon lice at farms, the regional distribution of salmon lice copepodids and the infestation risk can be estimated. These estimates may then be verified by surveillance of wild salmonids. Preliminary analyses look promising, though extensive calibrations and verifications as well as model development are still needed.

Lakselusen har "mistet" to livsstadier

Lakselus er et stort problem for akvakulturnæringen i Norge. Til tross for at det årlig brukes milliarder av kroner på håndtering av lakselus, er det overraskende lite vi vet om dette lille dyret. Ny forskning viser at lakselusen har åtte og ikke ti livsstadier slik man har trodd fram til nå. Hvordan kan et dyr "miste" to livsstadier, og hva er egentlig livsstadier?

SUSSIE DALVIN | sussie.dalvin@imr.no

Lakselusen har ikke et indre skjelett slik som mennesker, pattedyr og fisk. I stedet har den et eksoskjelett. Ekso betyr "ytre" og lakselusen har altså sitt skjelett på utsiden av kroppen. Dette gir god beskyttelse mot miljøet som den lever i, men det gjør det også vanskelig for dyret å vokse. For å vokse og få et større skall (eksoskjelett), må dyret

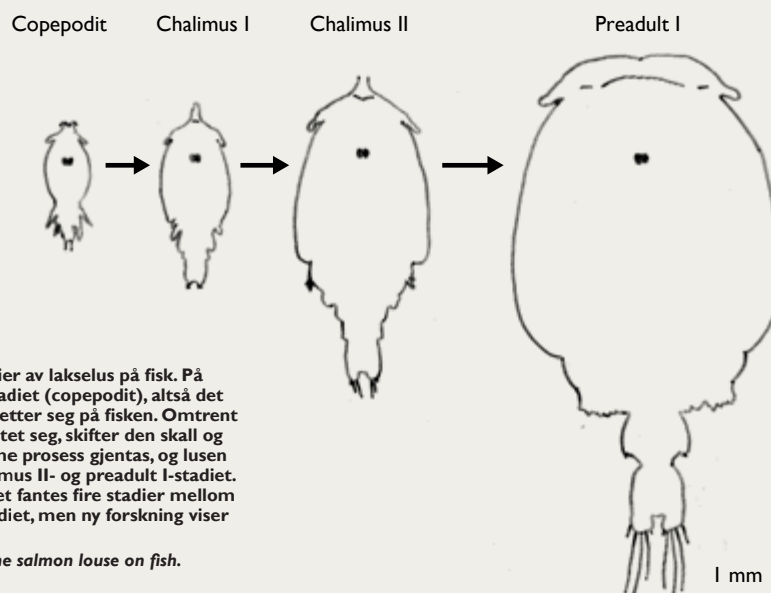
gjennomgå et skallskifte. Et nytt skall dannes da under det gamle. Når det nye skallet er ferdig, brytes det gamle ned og vrenses av (figur 1). Det nydannede skallet er fremdeles elastisk og kan også være foldet slik at det kan bli større enn det gamle. Når dyret har skiftet skall, begynner det et nytt livsstadium.

Figur 1. Chalimus som skifter skall. På bildet holder chalimuslarven på å vrenge av det gamle skallet. Forrest på dyret ses filamentet som larven bruker til å holde seg fast på fisken under skallskiftet.

A chalimus larvae undergoing molt. The filament that the larvae use to attach to the fish is visible in the front of the animal.

Foto: R. Steen-Mauritzen og C. Marlowe





Figur 2. De første fire stadier av lakselus på fisk. På figuren ses det infektive stadiet (copepodit), altså det livsstadiet der lakselusen setter seg på fisken. Omtrent en uke etter at den har festet seg, skifter den skall og blir til en chalmus I. Samme prosess gjentas, og lusen skifter videre skall til chalmus II- og preadult I-stadiet. Tidligere trodde man at det fantes fire stadier mellom copepodid- og preadultstadiet, men ny forskning viser at det bare er to stadier.

The first four lifestages of the salmon louse on fish.

Livsstadier

Noen ganger endrer dyr radikalt form i forbindelse med et skallskifte, slik som vi for eksempel kjenner det fra sommerfugler og mygg, hvor larver etter et skallskifte blir til flyvende insekter. Andre skallskifter er mindre spektakulære, og den største forskjellen før og etter skallskiftet er at dyret blir større. Dette kan for eksempel observeres hos voksne krabber.

Hos lakselus finner vi begge typene av skallskifter i løpet av livssyklusen. De første to stadiene svømmer fritt i vannmassene. Deretter kommer det infektive stadiet, altså stadiet hvor lakselusen finner og setter seg fast på laks eller ørret. Siden lever lakselusen resten av livet sitt på fisken hvor den skifter skall adskillige ganger og til slutt blir kjønnsmodne hanner og hunner.

Ny livssyklus hos lakselusen

Ifølge gammel beskrivelse hadde lakselusen ti livsstadier, altså ti stadier med forskjellig størrelse og form adskilt av ni skallskifter. De to første skallskiftene er vanlige, men deretter var lakselusen og dens aller nærmeste slektninger litt spesielle, med syv skallskifter etter det såkalte copepodidstadiet. Andre dyr i hoppekrepsfamilien skifter vanligvis skall bare fem ganger etter copepodidstadiet. Dette ga forskerne en mistanke om at den gamle beskrivelsen av livsstadier og antall skallskifter kanskje kunne være feil, og det ble gjort nye undersøkelser for å avgjøre hvor mange skallskifter lakselusen egentlig har.

Et eksperiment blir til

Studiet av lakselusens skallskifter ble satt opp med hovedfokus på skallskifter i de tidligere beskrevne fire chalmusstadiene. Chalmus er stadier hvor lakselusen sitter fast i fisken med et lite vedheng slik at den ikke faller av når den skifter skall. Grunnen til at man ville studere disse, var at

disse stadiene er veldig like og derfor var der mistanke om at de ikke var stadier adskilt av skallskifter. Eksperimentet ble utført ved å sjekke lakselus på fisken hver dag i en periode, måle dem og notere når hver enkelt skiftet skall. Resultatet av analysen ble at man nå har fastslått at lakselusen har åtte livsstadier atskilt av sju skallskifter. Lakselusen har altså færre livsstadier enn man trodde tidligere.

Hvorfor er antall livsstadier viktig?

Et av de viktigste målene innen dagens lakselusforskning er å finne måter å bekjempe lakselus på og dermed redusere de skadelige virkningene den har på laksefisk.

Viten om lakselusens biologi er essensiell for utviklingen av innovative bekjempelsesmetoder. Skallskiftet er et godt eksempel på en prosess som ikke bare er interessant å studere fra en biolog sitt synspunkt. Under skallskiftene er lakselusen sårbar og enklere å bekjempe enn ellers, noe som kanskje kan utnyttes i bekjempelsen av den. Ved å studere slike prosesser kan vi utvikle effektive behandlinger til bruk i akvakultur.

Salmon lice “lost” two lifestages

Infection of salmonoids with the parasite *Lepeophtheirus salmonis* (salmon lice) is a major problem in aquaculture. To be able to create new treatment methods, studies of salmon louse biology are essential. The salmon louse has an exoskeleton and it therefore needs to molt to grow. New studies have revealed that the previously used lifecycle indicating ten lifestages separated by nine molts is incorrect. In the new description, the salmon louse has only two and not four chalmus stages. The lifecycle of the salmon louse thus consist of eight lifestages separated by seven molts.

Virusmitteovervåking av vill sjørørret

Sjørørret kan bli utsatt for smitte av virus fra oppdrettslaks. Vi har undersøkt om sjørørret samlet inn gjennom overvåkingen av lakselus var smittet med laksevirusene PRV og SAV. SAV ble ikke påvist, mens PRV forekom i 1,3 % av sjørørreten.

ABDULLAH S. MADHUN | abdullah.madhun@imr.no og EGIL KARLSBAKK

Sykdomsutbrudd i oppdrettsanlegg kan føre til en betydelig økning i smittepress på nabolokaliteter og på villfisk. Mottakelig villfisk kan da vise økt forekomst (prevalens) av sykdomsframkallende organismer (patogener), og muligens i økt grad utvikle sykdom.

Vanskelig å påvise sykdom hos villfisk

Et viktig spørsmål er om smitte fra oppdrett kan ha bestandsregulerende effekt på villfiskpopulasjoner. I dag er det begrensede data om utbredelsen av patogener i ville laksefiskbestander i Norge. Det er vanskelig å påvise og kvantifisere innslag av infeksjøs sykdom hos villfisk fordi syke individer kan forsvinne ubemerket (dør eller blir spist). Ved prøvetaking vil en normalt kun være i stand til å samle inn fisk og påvise at den er smittet, men ikke syk. Det er økende bevis for patogenoverføring fra oppdretts- til villfisk. Imidlertid er hyppigheten og konsekvenser av smitte med virus stort sett ukjent.

Sjørørret vandrer mellom elv og sjø i løpet av livssyklusen. Om sommeren beiter den vanligvis i sjøområdene nær opphavselven. Mange patogener som forårsaker sykdom hos oppdrettslaks kan også infisere andre laksefisk, deriblant ørret. Sjørørret fra utvalgte områder undersøkes årlig for å vurdere det lokale smittepresset av lakselus. Hvis sjørørreten er eksponert og er mottakelig for et virus, kan den også benyttes som indikator for virusoverføring fra

fiskeoppdrett (smittepress). I dette tilfellet må viruset kunne påvises en periode etter at fisken er smittet, selv om fisken er frisk (f.eks. at den har blitt bærer av viruset). Endringer i smittestatus i sjørørretbestandene kan evalueres på lokalt nivå ved å sammenligne forekomsten av patogener i ørret før og etter sykdomsutbrudd i oppdrett, eller fra områder med ulikt smittepress eller oppdrettsbelastning.

SAV og PRV

Salmonid alphavirus (SAV) forårsaker pankreassykdom (PD) som er et stort problem for oppdrettsnæringen i Norge. I 2012 ble det registrert 137 utbrudd i oppdrettsanlegg. Mange av utbruddene var på Vestlandet, og spesielt i Hordaland.

Hjerte- og skjelettmuskelbetennelse (HSMB) er en annen sykdom som er forbundet med et nylig oppdaget virus; piscint reovirus (PRV). Hvilken rolle dette viruset spiller i HSMB er ikke fullstendig kartlagt. Det kan også være mye PRV-virus i klinisk frisk fisk. HSMB er et betydelig problem i fiskeoppdrett i Norge med 142 registrerte utbrudd i 2012. PRV er også blitt påvist i villaks, sjørørret og visse marine fiskearter. Lite er kjent om mekanismen for overføring av viruset, men modellering har antydnet at oppdrettsintensitet i en region er en viktig risikofaktor for HSMB-utbrudd.

Vi undersøkte forekomsten til de to virusene i ville populasjoner av sjørørret. Målet var å avklare i hvilket



omfang ørreten var smittet i viktige oppdrettsområder, for eventuelt å bruke smittestatusen til sjørret (virusprevalens) som en indikator for lokalt smittepress med disse virusene.

Totalt 833 sjørret ble fanget i sjøen en rekke steder i Rogaland, Hordaland, Sogn og Fjordane og Finnmark (figur 1). Sjørreten brukt i denne undersøkelsen ble samlet inn som en del av det nasjonale overvåkingsprogrammet av lakselus. Hjerterprøver ble analysert med real-time RT-PCR for virus (RNA).

Tabell 1. Antall og innsamlingsområder av sjørret som ble testet for SAV og PRV.

The numbers and the collection sites of sea trout that have been tested for SAV and PRV.

FYLKE	LOKALITET	ÅR	N
Finnmark	Skillefjord	2012	30
	Talvik	2012	29
Sogn og Fjordane	Dingja	2012	52
	Balestrand	2012	48
Hordaland	Etne	2011-2013	171
	Rosendal	2011-2013	150
	Ålvik	2012-2013	88
	Granvin	2011	17
Rogaland	Vikedal	2011-2012	42
	Hellvik	2011-2013	108
	Forsand	2011-2012	79
	Nedstrand	2013	19
Totalt			833



Figur 1. Kartet viser innsamlingslokaliteter i ulike kystområder. Map showing the collection sites in different coastal areas.



Figur2. Kartet viser innsamlingslokaliteter (rød sirkel) i Rogaland.
Map showing the collection sites (red circle) in Rogaland.

SAV ble ikke påvist i sjørørret

Det ble ikke påvist SAV i hjerteprøver fra de testede sjørørretene (tabell 1). Et betydelig antall av denne fisken ble fanget i områder der SAV-infeksjoner og hyppige utbrudd av PD er vanlig. Både våre resultater og tidligere publiserte rapporter tyder på at sjørørret ikke smittes med SAV.

Utbredelse av PRV i vill sjørørret

PRV ble påvist i kun 11 av de 833 undersøkte sjørørretene (1,3 %). I tillegg hadde smittet fisk en meget lav mengde virus. Alle sjørørretene som hadde positiv PRV-prøve ble fanget i Rogaland.

I Rogaland ble fisken fanget i fire områder; Nedstrand, Forsand, Hellvik og Vikedal. Hellvik er et åpent kystområde uten lakseoppdrett. Området kan dermed betraktes som et kontrollområde med hensyn til smitte fra lakseoppdrett (figur 2). Nedstrand, Forsand og Vikedal ligger i den indre delen av Boknafjord-systemet der det er høy tetthet av lakseoppdrett. Det var ingen sammenheng mellom PRV-prevalens og intensitet av lakseoppdrett i området. En annen studie av PRV-infeksjoner i sjørørret (2007–2009) fant også at prevalensen var lav sammenlignet med villaksen.

Både våre og andre sine resultater tyder på at sjørørret kan være smittet av PRV, men så langt er kun lette infeksjoner påvist. Et viktig spørsmål er i hvilken grad viruset som påvises i ørret er det samme (genotype) som infiserer laks. De begrensede dataene som er tilgjengelig tyder på at overføring av PRV fra oppdrettsfisk til sjørørret kan forekomme, men at omfanget er lite. Kontrollerte smitteforsøk vil være viktig for å klargjøre ørretens mottakelighet og rolle som vert for både PRV og SAV. Resultatene våre indikerer at sjørørret sannsynligvis er lite eller ikke mottakelig for disse virusene, alternativt at smittepresset fra oppdrettslaks til sjørørret er lavt. Derfor synes ørret lite egnet som indikatorart for lokalt smittepress av disse virusene.

Viral infection monitoring of wild sea trout

Sea trout can be exposed to pathogens dispersed from salmon farms. We have investigated the extent to which trout were infected with two prevalent salmon viruses; PRV and SAV. SAV was not detected in any of the fish, while PRV occurred in 1.3 % of the tested sea trout.

Snorkel gir mindre lakselus

I en oppdrettsmerd med snorkel blir laksen forhindret fra å svømme i overflatevannet. Den får dermed mindre lus, men kan samtidig fylle luft i svømmeblæren.

FRODE OPPEDAL | frodeo@imr.no, TIM DEMPSTER¹, SAMANTHA BUI¹ og LARS H. STIEN¹
1. Universitetet i Melbourne

I en snorkelmerd holdes laksen unna overflatevannet hvor tettheten av lakseluslarver er størst. Et tak av not monteres på tre meters dyp inne i merden, og en liten åpning ("snorkel") til overflaten gir laksen mulighet til å fylle luft i svømmeblæren. Metoden er forebyggende og utnytter laksens naturlige atferd, og det brukes ikke kjemikalier. Resultatene ser lovende ut, og metoden kan være aktuell for de fleste oppdrettsanlegg.

Det er gjennomført tre mellomskala forsøk. Resultatene viser opptil 84 % reduksjon av lakselus på fisk i snorkelmerdene sammenlignet med kontrollmerder og tilnærmet normal atferd og tilvekst hos fisken.

Lakselus som problem

Lakseoppdrett i åpne merder er verdensomspennende, men delvis kontroversielt på grunn av negativ miljøpåvirkning. Parasitten lakselus (*Lepeotheirus salmonis*) infiserer laksens hud og kan føre til nedsatt fiskevelferd, sår, svakere immunforsvar og økt dødelighet. Oppdrettsanlegg kan fungere som "drivhus" for lakselusproduksjon.

Utslipp av egg og luselarver infiserer både nabomerder, andre oppdrettsanlegg og villfisk, noe som igjen kan påvirke bestandene av villfisk. Således er det kritisk både for produksjon av laks og for de ville bestandene at nivå av lakselus i oppdrettsanlegg er på et minimum.

Dagens metoder for å fjerne lakselus i merdene er svært kostbare og innebærer bruk av rensefisk og ulike avlusingsmidler i fôr eller kjemiske bad. Disse er kun delvis effektive, rensefiskens velferd er ikke optimal, kjemiske giftstoff slippes ut i miljøet rundt og kan påvirke andre ("non-target") organismer. Avlusingsmidlene og håndtering er stressende for laksen, og kan gi redusert vekst og økt dødelighet.

Laks trenger luft

De fritt svømmende larvene til lakselus finnes hovedsakelig i de øverste vannlagene, men de unngår brakkvannslaget som ofte dannes i overflaten i fjorder. Laks som svømmer dypt

får dermed mindre påslag av lus enn laks nær overflaten. Laks i nedsenkede merder får mindre påslag av lus, men flere forsøk har vist at laks ikke kan oppdrettes uten jevnlig tilgang til å fylle luft i svømmeblæren fra overflaten. Vi har derfor testet om et system hvor laksen har delvis tilgang til overflaten gjennom en snorkel, men hvor den er adskilt fra det omkringliggende overflatevannet (se bilde 1a og 1b), reduserer påslag av lus.



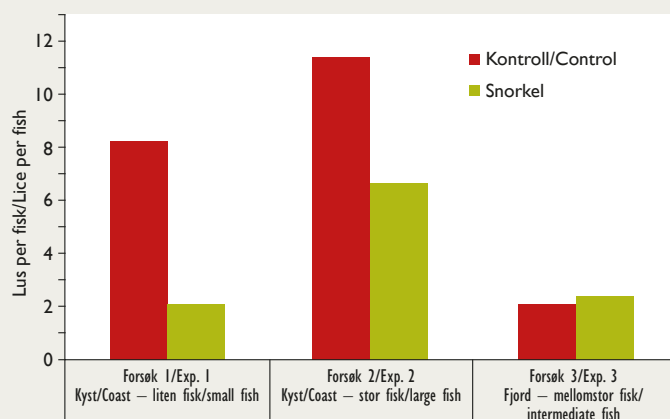
Foto: Jan Erik Fosseidengen



Foto: Lars Stien

Bilde 1a og b. Snorkelens åpning mot overflaten ses i to ulike utgaver med tak av not på 3–4 m dyp. Laksen kan svømme opp gjennom snorkelen og fylle svømmeblæren uten å komme i kontakt med det omkringliggende overflatevannet der mesteparten av luselarvene er.

Set-up for three large-scale experiments with two different prototypes of snorkels extending 3–4 m underwater, with a roof net extending from the snorkel's base to the sea-cage wall. Salmon swim up through the snorkel to the surface and refill their swim bladders without coming in contact with surface waters where most sea lice larvae are found.



Figur 1. Antall lakselus per fisk i vanlige oppdrettsmerder (Kontroll) og med innsydd tak på 3–4 m dyp og åpning til overflaten (snorkel). Gjennomsnitt mengde lus er beregnet basert på tre merder per behandling, telling av nye lusepåslag hver tredje uke i forsøk 1 og 2 og totalt antall lus i forsøk 3.

Average number of sea lice per fish in standard sea-cages (Control) or sea-cages with a roof at 3–4 m depth and an opening to the surface (snorkel). Average numbers of lice are based on three replicate cages per treatment, with counting of new lice infectious stages every third week in Exp. 1 and 2 and at the end of Exp. 3.

Om forsøkene

Forsøk 1 og 2 ble gjennomført i et typisk kystmiljø (Austevoll) og varte henholdsvis fra mai til august med 90–600 grams fisk og fra september til desember med 2,3–4,6 kilos fisk. Dette er en kystlokalitet som normalt ikke har et vesentlig brakkvannslag og høyt smittepress av lus. Forsøk 3 ble gjennomført i et fjordmiljø (Masfjorden) med brakkvannslag ned til 3–4 meters dyp, fra februar til april og med fisk som var 1,4–2,2 kg.

Færre lus

Gjennomsnittlig nivå av lusepåslag (antall lus) for hvert enkelt forsøk er vist i figur 1. Telling av lus hver tredje uke viste en reduksjon på henholdsvis 80, 84, 71, 84 og 66 % i forsøk 1 og 65, 24, 42 og 54 % i forsøk 2. Periodene med lavest reduksjon i lusepåslag korresponderte med et observert brakkvannslag. Dette samsvarer med at det var likt lusepåslag i forsøk 3 hvor det var et stabilt brakkvannslag tilsvarende snorkelens dybde.

Atferd og svømmeblærefylling

Svømmemønster, -hastigheter og stimatferd var på dagtid tilnærmet lik mellom merdene i forsøk 1 og 2. Overflateaktiviteten var generelt lavere i snorkelmerkene enn i kontrollgruppene, men innenfor normale frekvenser. I forsøk 3 observerte vi lavere overflateaktivitet i snorkelen. Dette kan skyldes at det var få, mette fisk i merden som svømte dypt på dagtid, og at enkeltindividets bruk av snorkelen dermed var mer utfordrende enn i de andre forsøkene. I tillegg indikerte overvåkingen som vi gjorde med ekkolodd at laksens svømmeblærevolum ble redusert i forsøk 3. Hvis laksen ikke får fylt svømmeblæren får den problemer med likevekten og må svømme fortere for å unngå å synke. Siden tidligere forsøk har vist at svømmeblæren tømmes helt i løpet av tre uker dersom laksen ikke har tilgang til overflaten, må fisken likevel delvis ha klart å fylle svømmeblæren.

Tilvekst og dødelighet

I forsøk 1 vokste laksen dårligere i snorkelmerkene, sannsynligvis som konsekvens av underfôring. Intensiv fôring ga tilnærmet lik appetitt og tilvekst (10 % reduksjon) i forsøket med den mellomstore fisken, mens den store laksen med appetittbasert undervannsfôring viste lik tilvekst. Nyutsatt smolt hadde lavere dødelighet i snorkelmerder (4,5 %) i forhold til kontroll (9,5 %), samt færre taperfisk. Denne positive effekten kan skyldes en rekke faktorer som mindre

kontakt med sykdomsfremkallende bakterier og virus som det er mer av i overflaten. I de to andre forsøkene var dødeligheten lav, og det var ikke forskjell mellom gruppene.

Fremtidig fokus og videreutvikling

Totalt sett viser forsøkene at lusepåslaget reduseres betraktelig ved en kystlokalitet når laksen holdes dypere enn 3–4 meter. Ved et høyt og stabilt brakkvannslag, som er vanlig i fjordene, kunne vi ikke se noen effekt. Her trengs sannsynligvis en dypere snorkel som går et stykke under brakkvannslaget. Det er også sannsynlig at en dypere snorkel ved kystlokaliteten ville gitt enda lavere lusepåslag. Dette bør undersøkes i videre forsøk. Et overordnet mål er å utvikle metoden slik at det er mulig å holde så lave lusenivå at annen behandling mot lus for det meste skal være unødvendig.

Ved noen oppdrettslokaliteter er det tidvis nedadgående eller oppadgående vannstrømmer, for eksempel som følge av kraftig pålands- eller fralandsvind. Dersom overflatelaget med lusearver blandes nedover i vannmassene vil effekten av snorkel sannsynligvis være mer begrenset enn ved lokaliteter som har mer stabile vannmasser.

Både næringen og Forskningsrådet har bidratt med støtte til forsøkene.

Snorkel cage sustains sea lice reduction

A new sea cage technology, the ‘snorkel cage’, is an environmentally friendly way to reduce sea lice. Three experiments completed with support from the industry and the Research Council of Norway found up to 84% reduction of lice, with normal fish behaviour and growth. The method works by keeping the salmon away from the surface waters, which contain most of the infectious lice larvae. A net roof held at 3 m holds the fish deep, while a central snorkel ensures the fish to reach the surface to refill swim bladders. Experiments 1 and 2 were done in a typical coastal environment from May to August with 90–600 g fish and from September to December with 2.3–4.6 kg fish. Experiment 3 was done in a typical fjord environment with a brackish water layer from the surface to 3–4 metres depth from February to April with 1.4–2.2 kg fish. The method uses no chemicals, works with natural behaviour of salmon and can be adapted to most current sea cage farms.



Sykdom og parasitter i vill og oppdrettet rognkjeks

Rognkjeks spiser lakselus fra oppdrettslaks, og kan dermed fungere som rensefisk. I motsetning til flere av leppefiskene som brukes til dette, finnes rognkjeks naturlig i de nordlige delene av landet, og den er aktiv også ved lave temperaturer. Samtidig er sykdomsutbrudd hos arten et problem.

EGIL KARLSBAKK | egil.karlsbakk@imr.no, MARTA ALARCÓN¹,
HAAKON HANSEN² og ARE NYLUND³

1. Veterinærinstituttet, Harstad, 2. Veterinærinstituttet, Oslo, 3. Universitetet i Bergen

Et økende antall anlegg produserer nå små rognkjeks for bruk i oppdrettsnæringen. Hittil er ingen virusinfeksjoner kjent hos arten, men i oppdrett har en hatt problemer med flere typer bakterieinfeksjoner. Rognkjeks er også vert for minst 59 parasittarter. Den kan være infisert med skottelus (*Caligus elongatus*) i naturen, og kan bli infisert med amøben *Paramoeba perurans* når den går sammen med infisert laks. Ingen av de andre parasittene kjent fra rognkjeks utgjør en reell smittefare for laksefisk.

Som del av det FHF-finansierte prosjektet *Rensefiskhelse – tapsårsaker og smittemodeller* ble det laget en oversikt over sykdomsagens og parasitter rapportert fra rognkjeks. Under gir vi en kort

oversikt over det som er kjent, supplert med forfatternes egne funn.

Virus

Vi vet lite om virusinfeksjoner hos rognkjeks. Som vi har erfart gjennom oppdrett av laks, finnes det ganske sikkert en rekke virustyper også hos denne arten. Disse kan bli oppdaget gjennom studier av syk fisk. Et begrenset antall rognkjeks er undersøkt for VHS-viruset og noen av de vanlige laksevirusene, men ingen av disse er påvist.

Bakterier

All fisk er vert for et stort antall bakterietyper som lever på huden og inni tarmen. Mange av bakteriene som forårsaker

sykdom, spres i fiskekroppen med blodet, og kan påvises ved dyrking fra nyren. Hittil er det isolert elleve arter bakterier fra oppdrettet rognkjeks eller syk rognkjeks holdt i akvarier. I tillegg er det oppdaget en ny art chlamydia-bakterie som danner gjellecyster (epitheliocystis) hos rognkjeks.

Størst problemer har en hatt med vibriose (*Vibrio anguillarum* O1), pasteurellose (*Pasteurella* sp.) og atypisk furunkulose (*Aeromonas salmonicida*). Disse bakterietypene er også kjent fra laks, men det ser ut til at rognkjeks infiseres av spesielle "rognkjeks"-stammer. Oppdrettslaks er vanligvis vaksinert mot *V. anguillarum* og typisk *A. salmonicida*. Det arbeides nå med å lage vaksiner mot

de viktigste bakteriesykdommene hos rognkjeks.

Parasitter

Ni arter naturlig forekommende encellede parasitter er funnet hos rognkjeks, med ett unntak er disse trolig harmløse.

Mikrosporidier er svært små parasitter som utvikler sporer inne i vertens celler. De har vist seg å være nærmest beslektet med soppene. Arten *Nucleospora cyclopteri* er kun kjent fra rognkjeks. Parasitten utvikler seg inne i kjernene til fiskens hvite blodceller (leukocytter) (figur 2–4). Før den danner sporer, oppformerer parasitten seg ved å få verts-cellene til å dele seg uhemmet, og parasitten inni dem deler seg samtidig. Infiserte rognkjeks kan derfor utvikle svært svulne nyrer, fullpakket med parasiterte leukocytter (figur 1). Parasitten er flere ganger funnet hos viltfanget rognkjeks langs norskekysten. I Canada er den knyttet til dødelighet hos oppdrettet rognkjeks, som viste de

karakteristiske svulne nyrene, tegn på anemi (blodfattig) og ofte utstående øyne. Denne parasitten smitter trolig direkte mellom fisk, og kan dermed bli et betydelig problem i rognkjeksoppdrett også i Norge.

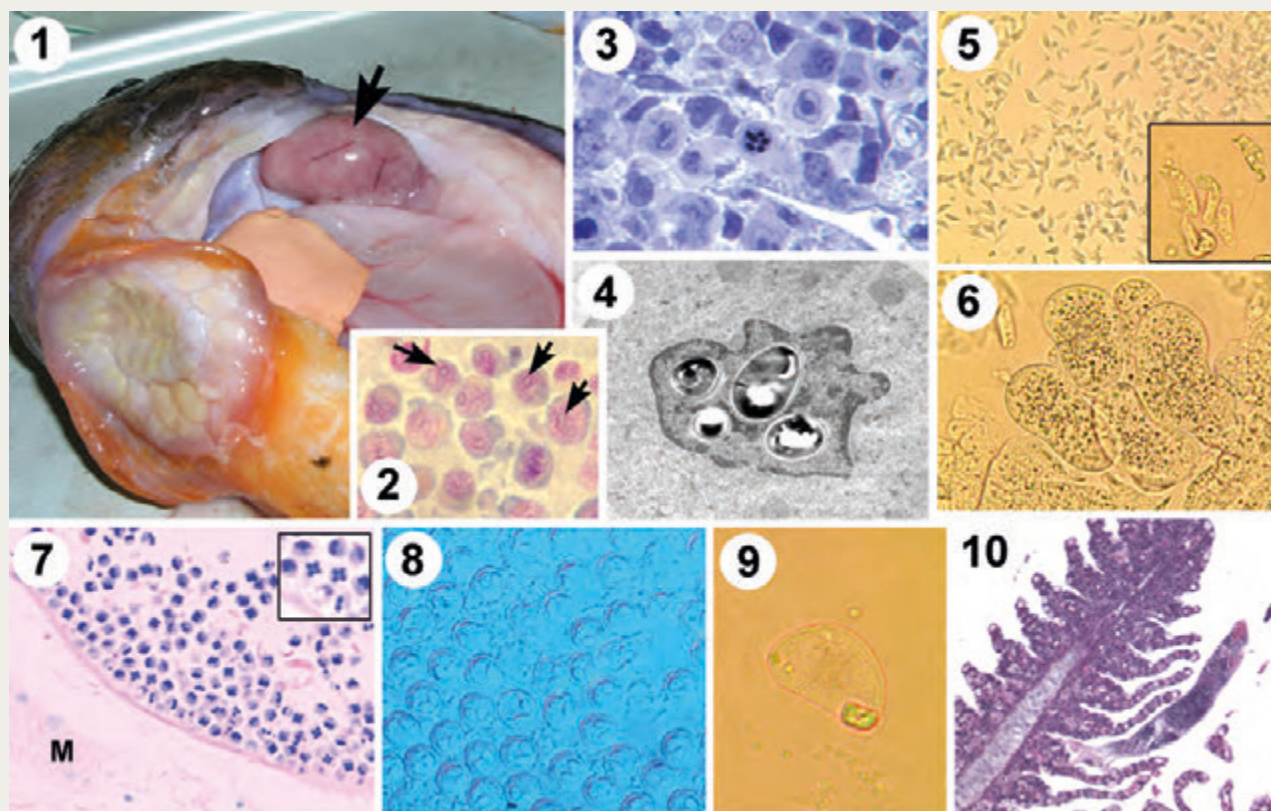
I magen til vill rognkjeks ser en ofte en hvitaktig væske. Denne kan være helt full av encellede flagellater (*Cryptobia dahli*) (figur 5) og inneholder også en soppaktig parasitt (*Cycloptericola marina*) (figur 6). Disse er sannsynligvis harmløse. I tarmen forekommer også en annen flagellat, *Spiroucleus* sp.

To arter ciliater (flimmerdyr) er alminnelige på gjellene: *Trichodina cyclopteri* og *T. galyae*. Den førstnevnte kan forekomme i enorme mengder på gjellene hos tilsynelatende frisk vill rognkjeks. Gjelleflagellater (*costia*, *Ichthyobodo* spp.) er alminnelige på mange fiskearter, men forskjellige typer fisk infiseres gjerne av egne arter. *Ichthyobodo* sp. på gjellene av rognkjeks er en egen art, mens laks i

sjø infiseres av *Ichthyobodo salmonis*. Det er dermed neppe smittefare mellom disse fiskeartene. *Paramoeba perurans*, amøben som forårsaker amøbisk gjellesyke (AGD) hos laks, regnbueaure og berggyllt, skal også være påvist hos rognkjeks fra en merd med infisert laks (Skottland).

Haptormakken *Gyrodactylus salaris* er velkjent i Norge som en trussel mot vill-laksen. Andre typer *Gyrodactylus* infiserer marin fisk som torsk og steinbit, og har iblant forårsaket alvorlige infeksjoner. Rognkjeks blir infisert av en egen art, *Gyrodactylus cyclopteri*, som kan forekomme i mengder på gjellene (figur 10). Parasitten er ofte påvist hos oppdrettet rognkjeks sammen med *Trichodina* spp. En annen art *Gyrodactylus*, muligens en ny art, forekommer iblant på huden hos oppdrettet rognkjeks.

Myxosporidier er flercellede men mikroskopiske sporedannende parasitter hos fisk. Rognkjeks er vert for flere typer som trolig kun infiserer denne arten, i galle



Figur 1. 2, 5, 6, 8, 9 og 10: E. Karlsen, 3 og 4: A. Nylund og K. Væranha, 7: M. Arncen

Figur 1. Parasitter hos rognkjeks (*Cyclopterus lumpus*). 1–4. *Nucleospora cyclopteri* (NC) infeksjon. 1. Rognkall fra Hordaland med svært svulne nyre (pil) på grunn av NC. 2. Farget nyreimprint, der mange leukocyttilignende celler inneholder små tidlige stadier av NC (piler) inni cellekjernene. 3. Semitynt nyresnitt med en cellekjerne som inneholder modne NC-sporer. 4. Transmisjon-elektron mikroskopibilde NC-sporer i cellekjerne. 5. Magevæskens hos rognkjeks inneholder ofte enorme mengder encellede flagellater av arten *Cryptobia dahli*. Innrammet: detalj av flagellatene, ca. 16–21 µm lange. 6. Den sopp-lignende parasitten *Cycloptericola marina* kan dekke mageslimhinnen. 7. Perfierien av en pseudocyst full av *Kudoa* sp.-sporer. Hver spore inneholder fire sterkt fargede polkapsler, typisk for slekten *Kudoa*. M=muskelceller. 8. Sporer av *Myxobolus aeglefini*, en brusparasitt. 9. Spore av myxosporidien *Parvicapsula asymmetrica*, en spesifikk rognkjeksparasitt (urinprøve). 10. Gjellesnitt fra oppdrettsrognkjeks, med *Gyrodactylus* sp.

Parasites from lumpfish (*Cyclopterus lumpus*). 1–4. *Nucleospora cyclopteri* (NC) infections. 1. Fish from Hordaland with swollen kidney (arrow) due to NC infection. 2. Stained kidney-imprint, with cells containing intranuclear early stages of NC (arrows). 3. Semithin kidney section with nucleus containing mature NC spores. 4. TEM of NC spores in nucleus. 5. The stomach fluid of wild lumpfish contains enormous numbers of flagellates, *Cryptobia dahli*. Inset: detail of flagellates, ca. 16–21 µm long. 6. The fungus-like symbiont *Cycloptericola marina* may cover the stomach mucosa. 7. Part of a *Kudoa* sp. pseudocyst in the musculature of lumpfish, filled with spores. Each spore with 4 intensely stained polar capsules. M=muscle cells. Paraffin-section. 8. Spores of *Myxobolus aeglefini*, a parasite of cartilaginous tissues. 9. Spore of the myxosporidian *Parvicapsula asymmetrica*, a specific parasite from lumpfish (in urine). 10. Gill section from farmed lumpfish, with *Gyrodactylus* sp.

og urinveier (figur 9). Men to arter som kan parasittere flere typer fisk, angriper også rognkjeks. Infeksjon med *Kudoa* sp. i muskulaturen (figur 7) er ikke dødelig for fisken, men er et problem dersom den skal brukes som mat. *Kudoa* sp. forårsaker histolyse, det vil si at den infiserte muskulaturen blir nærmest flytende og uappetittlig etter at fisken er død ("soft-flesh"). Parasitten har vært et problem i rekling-produksjon på Island, når en bruker rognkjeks og gråsteinbit. Den forekommer hos begge disse fiskeartene langs norskekysten, og infiserer oppdrettet fisk i kar via svevesporer som kommer inn med vannet. Myxosporidien *Myxobolus aeglefini* infiserer brusk hos rognkjeks og annen fisk (figur 8). Den er heller ikke kjent å være dødelig, men kan skade deler av skjelettet og gi øyefeksjoner som kan føre til utstående øyne.

Større innvendige parasitter (helminter, "makk") er vanlige i viltfanget rognkjeks, men ikke kjent hos oppdrettet fisk. Fisken blir infisert ved å spise byttedyr som er infisert med larver fra parasitten. I magen og tarmen forekommer en rekke iktearter som fisken får i seg ved å spise krepsdyr (reker) eller maneter med iktelarver. Bendelormlarver finnes ofte i tarmen, men voksne bendelorm er ikke kjent fra rognkjeks. Larver og voksne individ av rundormen *Hysterothylacium aduncum* lever inne i mage og tarm. Innekapslede rundorm-larver er også alminnelige i innvollene hos rognkjeks, særlig *H. aduncum*. Det er ikke uvanlig med kveis på leveren (*Anisakis simplex*, hvalorm), men kveis i muskulaturen er sjelden (*Pseudoterranova* spp., selorm).

Rognkjeks er svært ofte parasittert av skottelus på huden, deriblant ofte store mengder av luselarver (chalimus) festet til hudens beinplater. En har funnet at det finnes to genetisk forskjellige varianter av skottelus, og den ene synes særlig knyttet til nettopp rognkjeks. På gjellene har rognkjeks ofte svært omfattende infeksjoner med tidlige stadier av torskens gjellemakk (*Lernaocera branchialis*). Det kan være over 200 per gjellebue. Tross navnet er parasitten en copepod (en type krepsdyr). Små befruktete hunner av copepoden forlater rognkjeksene, og oppsøker torsk. Der fester den seg i gjelleregionen og forvandles til en flere cm stor makklignende parasitt som produserer egg.

Smittefare?

Foreløpig er vår kunnskap om sykdomsagens hos rognkjeks i oppdrett begrenset, og en har ikke full oversikt over disse. Det gjenstår å avklare i hvilken grad det er smittefare mellom rognkjeks og laksefisk med enkelte bakterier, og om denne rensefisken kan være vert/bærer for laksevirus.

Blant parasittene er det bare amøben *P. perurans* som utgjør en mulig smittefare. En vet ennå ikke om rognkjeks er en reell vert for amøben. Siden amøben utgjør et problem kun i de sørlige og varmere delene av Norge, er det mest aktuelt med smitte fra laks til rognkjeks når denne brukes som rensefisk i sør. Hvorvidt rognkjeks kan være naturlig infisert med amøben og kan utvikle amøbisk gjellesyke (AGD), er ukjent.

Rognkjeks vokser raskt, så det vil neppe bli aktuelt med gjenbruk som ren-

sefisk. Det kan derimot tenkes at fisken kan føres frem for annen bruk, f.eks. nisjeprodukter som kaviar og rekling. De nevnte myxosporidie-infeksjonene kan da muligens forårsake problemer, ved å være kvalitetsreducerende.

Diseases and parasites of lumpsucker (*Cyclopterus lumpus*)

Lumpsucker is farmed in Norway for use as cleaner fish in salmonid aquaculture. The present account provides a brief overview of the disease agents and parasites known from this fish. Viral infections have not been detected in this species so far, but some of the 12 bacteria known to infect lumpsucker cause disease, notably *Vibrio anguillarum*, atypical *Aeromonas salmonicida* and *Pasteurella* sp. At least 59 species of parasites are known from lumpsucker, mostly from wild fish. The microsporidian *Nucleospora cyclopteri* appears to be common along the Norwegian coast, usually associated with greatly enlarged kidneys. This parasite may cause disease problems in lumpsucker farming. *Kudoa* sp. infections occur in the musculature of lumpsucker in Norway. This myxosporean is not known to cause mortality, but may become a problem in a use of lumpsucker fillets for human consumption by causing 'soft-flesh'.

Lakselusmiddel skader hummeren

Hummerungel fikk før tilsatt legemiddelet teflubenzuron i syv dager for å simulere en avlusningsbehandling for laks. Omtrent halvparten av yngelen som fikk i seg stoffet ble påvirket, enten ved at de døde eller ved at de utviklet misdannelser. Følsomheten for stoffet varierte mellom individer, noe som medførte at det var umulig å finne en grenseverdi for målbar effekt.

OLE SAMUELSEN | oles@imr.no, ANN-LISBETH AGNALT, ELLEN S. GREFSRUD, EVA FARESTVEIT, BJØRN T. LUNESTAD¹, BJARTE HOLMELID¹, TORE TJENSVOLL¹ og RITA HANNISDAL¹
I. NIFES

I norsk oppdrett er utvendige parasitter som lakselus og skottelus et stort helseproblem for laksen. Til bekjempelse av lakselus kan det brukes både biologiske metoder som levende leppefisk som spiser lus, eller kjemikalier (legemidler) som dreper den. Legemidler kan gis enten som bad eller blandet inn i lakseføret. Utstrakt bruk av legemidler har reist spørsmål om kjemikaliene kan påvirke miljøet og andre organismer rundt oppdrettsanleggene.

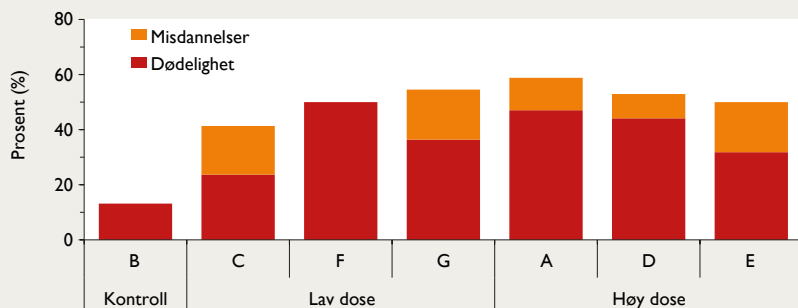
Legemiddelet teflubenzuron er mye brukt mot lakselus. Stoffet hemmer produksjonen av kitin som er en viktig kom-

ponent i oppbyggingen av skallet til lusen. Europeisk hummer (*Homarus gammarus*; heretter kalt hummer) er en viktig kystressurs, og ved Havforskningsinstituttet er det etablerte rutiner for klekking og yngelproduksjon av denne arten. Både hummer og lakselus er skalldyr, og de stoffene som virker på lus kan også påvirke hummer. Vi undersøkte effekten av teflubenzuron på 3–6 cm stor yngel. Hummerungel ble gitt to konsentrasjoner med teflubenzuron. De ble gitt samme konsentrasjon som tilsettes føret til laksen (lav dose), samt en konsentrasjon som

tilsvarer det som blir skilt ut i ekskrementene til laks som er under behandling (høy dose). Hummerungelen fikk pellet med legemidler i sju dager for å simulere behandling av laks i merd. Formålet med undersøkelsen var å vurdere effekten, og om effekten kan relateres til en bestemt mengde av teflubenzuron.

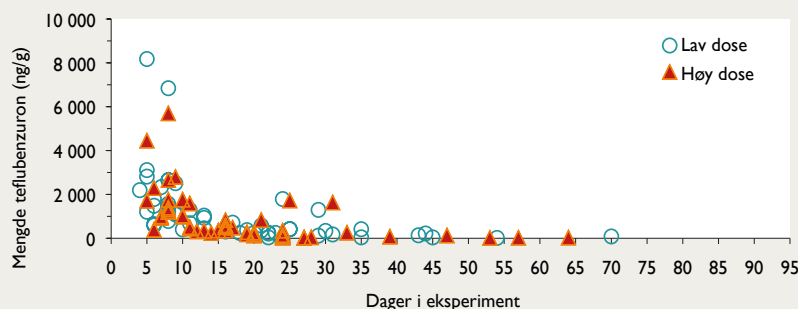
Omtrent halvparten av yngelen som ble gitt før tilsatt teflubenzuron ble påvirket i løpet av de tre månedene forsøket varte. Av yngelen som ble gitt høy dose døde i snitt 38 %, og tilsvarende 41 % ved lav dose (figur 1). Det viste seg at opptil 15 % av den overlevende hummeren som ble gitt medisinfør utviklet seinskader i form av misdannelser. Dette viste seg som skader på ryggskjoldet, gangbein, klør, halen og antenner (figur 2). Disse skadene vil kunne påvirke hummerens evne til å finne og lokalisere mat (antenner, klør og gangbein), puste (ryggskjoldet som blir utbulet) og evne til å bevege seg og svømme (gangbeina, halen og halefiften).

Hummer som døde inneholdt teflubenzuron, og konsentrasjonene varierte fra 8175 ng/g til 14 ng/g (figur 2). Innholdet avtok jo lenger tid det var siden inntaket. Det er tidligere funnet at halveringstiden av teflubenzuron i hummerungel er 3,4 dager. Mengde teflubenzuron ble også analysert i de første 12 dyrene som overlevde skallskifte. De inneholdt alle stoffet, alt fra konsentrasjoner på 40 til 251 ng/g teflubenzuron. Vi klarte altså ikke å finne én konsentrasjon av teflubenzuron som resulterte i dødelighet, eller én konsentrasjon som garanterte at hummeren ville overleve. Dette viser at følsomheten overfor stoffet varierer mellom individer. Det er nærliggende å tro at dette kan ha sammenheng med skallskiftet og hvor i skallskiftesyklusen de ulike hummerne var ved inntak av teflubenzuron. Hummeren som overlevde medisineringsen og var uten seinskader, skiftet skall og vokste like mye ved hvert



Figur 1. Andel død hummerungel og andel med misdannelser ved dag 93 da eksperimentet ble avsluttet.

Ratio of % cumulative mortality and senescent damages between replicates of European lobster (*Homarus gammarus*) juveniles at day 93 when the experiment was terminated.



Figur 2. Mengde teflubenzuron i hummerungel som døde i løpet av eksperimentet. Teflubenzuron ble gitt fra dag 1 til dag 7. Lav dose tilsvarer 10 mg/kg og representerer dose som blir gitt behandlet laks, mens høy dose på 20 mg/kg representerer den dosen som er funnet i ekskrementer fra laks som er gitt medisinfør.

Concentration of teflubenzuron (ng/g) in the juvenile European lobster (*Homarus gammarus*) that died during the experiment. Teflubenzuron was administered from day 1 to 7. The lower dose (10 mg/kg) corresponds to the dose administered to the salmon whereas the high dose (20 mg/kg) is similar to the concentration found in faecal material from salmon undergoing medication.

Figur 3. Det øverste bildet viser en normal yngel. De påfølgende bildene viser yngel med misdannelse, dvs. skader som følge av inntak av teflubenzuron. Misdannelser ble funnet på ryggskjoldet, gangføtter og klørne (vist med piler).

The upper picture is showing a normal lobster juvenile without any deformities. The following three pictures show juveniles with deformities in the carapace, walking legs, claws and antenna (shown with arrows).

A) Normal yngel uten misdannelser.
Normal juvenile without deformities.

B) Stive gangbein og oppblåst ryggskjold.
Stiff walking legs and swollen carapace.

C) Oppblåst ryggskjold ved gjellene.
Swollen carapace.

D) Misdannet høyre knuseklo og stive gangbein.
Deformed right cheliped and stiff walking legs.



skallskifte som hummeren gitt før uten tilsetning av teflubenzuron. Videre arbeid vil fokusere på å etablere en grenseverdi for målbar effekt (NOEC; no observable effect concentration).

Teflubenzuron er lite vannoppløselig og bindes lett til organiske partikler. Stoffet vil derfor ikke forsvinne så lett hvis det når havbunnen som pellet og ekskrementer. Studier gjennomført i Skottland har vist at halveringstiden av teflubenzuron var 115 dager i marine sedimenter. Undersøkelser gjennomført ved fem oppdrettsanlegg i Norge viste at den høyeste konsentrasjonen funnet like i nærheten av anlegget, var 40 mg/kg. Analyser av ulike krepsdyr fanget i et område på rundt 300 meter fra et oppdrettsanlegg som lusebehandlet laksen, viste at individene inneholdt teflubenzuron. Høyeste konsentrasjon var 200 ng/g i dypvannsreke (*Pandalus borealis*), 319 ng/g i sjøkreps (*Nephrops*), 393 ng/g i trollhummer (*Munida* sp) og 865 ng/g i trollkrabbe (*Lithodes maja*). I våre laboratorieforsøk døde hummeryngel med lave konsentrasjoner på 14 ng/g, men noen overlevde også med konsentrasjoner på 251 ng/g. Det er aldri funnet hummeryngel som er under 10 cm i naturen. Det er derfor umulig å vite om det faktisk finnes hummeryngel i nærheten av oppdrettsanlegg, eller om hvor mye hummer som vil

kunne bli påvirket av teflubenzuron ute i naturen. Vi ønsker av den grunn å utvide undersøkelsene med teflubenzuron med andre kommersielle arter som blant annet dypvannsreke og sjøkreps.

FAKTA

Legemidler mot lakselus

I Norge ble legemidler som inneholder diflubenzuron og teflubenzuron brukt mot lakselus seint på 1990-tallet og fram til 2001. Fra 2002 gikk man over til litt andre typer legemidler som blant annet emamektin benzoat og pyretroider. På grunn av økt resistens mot disse stoffene ble flubezuroner reintrodusert i 2009. Den toksiske effekten er begrenset til dyr som har skall (inkludert skallskifte) bestående av kitin. Forbruket av flubezuroner var i årene 2009 til 2012 på henholdsvis 2028, 1018, 26 og 751 kg av det aktive stoffet (www.fhi.no). Den anbefalte behandlingen for laks er å gi 10 mg teflubenzuron per kg fisk daglig i sju dager.

Effects of the delousing treatment containing teflubenzuron on European lobster juveniles

Experiments were carried out to examine effects of the antiparasitic drug teflubenzuron, used in delousing farmed salmon, on a non-target species, the European lobster (*Homarus gammarus*). Juveniles of sizes 3–6 cm total length were fed either of two doses of teflubenzuron for seven days. One dose corresponded to standard medication of salmon (10 mg/kg day) and twice this dose corresponded to the concentration found in faecal particles from treated salmon. Monitoring lasted three months and included one moulting. After 20 days, about 30% of the juveniles had died, and mortality continued to increase to 40% at day 70. We could not determine a break point where higher concentrations induced mortality and lower concentrations ensured survival. Deformities were found in surviving juveniles in carapace, walking legs, cheliped, tail fan, abdomen and antenna. Juveniles that survived medication without deformities moulted and increased in size at each moult equally well as the unmedicated controls.

Sjekk strømmen i fjordene og langs kysten

I strømkatalogen kan interesserte sjekke strømforholdene i et utvalgt område, og i tillegg se hvordan for eksempel lakselus spres med strømmen. Katalogen ligger fritt tilgjengelig på Internett, og i løpet av året skal det meste av kysten være dekt.

BJØRN ÅDLANDSVIK | bjorn@imr.no, LARS ASPLIN, KJETIL FJELLHEIM og INGRID A. JOHNSEN

Katalogen (<http://www.imr.no/stromkatalogen>) skal være et hjelpemiddel under planlegging og bruk av kysten og fjordene, for eksempel når det gjelder plassering av oppdrettsanlegg og i forbindelse med ulike utslipp fra menneskelig aktivitet. Målgruppene er forvaltning, næringsutvikling og interesserte generelt. Katalogen presenterer informasjon om strømforhold både som kart og i enkeltposisjoner. I tillegg er det utviklet en *spredningsmodul* som viser i kart hvordan strømmen spres ulike smittestoffer, som for eksempel lakselus.

Kunnskap om strømmen i fjord- og kystområdene er viktig for å ha en god bruk av kysten. Sjøvannet utgjør omgivelsene fisk og andre dyr lever i, og kvaliteten på dette vannet (f.eks. temperatur- og oksygenforhold) har

stor betydning. Sjøvannet fører dessuten med seg mulige smittestoff som bakterier og virus, parasitter som lakselus og annen forurensning. Strøm utgjør også en mekanisk belastning på eksempelvis kaier, broer og oppdrettsanlegg.

Utvikler nasjonal strømkatalog

Havforskningsinstituttet har fått i oppdrag å lede utviklingen av den nasjonale strømkatalogen. En prototype med begrenset geografisk dekning som viser Rogaland og Hordaland, med en oppløsning på 800 meter, er alt utviklet. I løpet av 2014 vil katalogen bli landsdekkende.

Brukergrensesnittet (figur 1) presenterer informasjon i form av kart som kan zoomes og panoreres. En kan velge posisjoner ved å klikke i kartet eller taste inn bredde- og



Figur 1. Strømkatalogens brukergrensesnitt. Området i den røde boksen dekkes av prototypen. Bildet viser gjennomsnittlig strømstyrke på fem meters dyp. Den røde markøren viser en valgt posisjon. Til venstre er det menyer for å velge hva som presenteres i kart, strømstatistikk fra enkeltposisjoner eller bestilling av spredningskart.

Web user interface for the Current Information System. The main panel shows a map of the prototype domain with median current speed at 5 meter depth. The red marker shows a selected position. To the left there are menus for selection for different kinds of map, current statistics at selected positions, and ordering of spreading maps.

lengdegrad. I disse posisjonene kan det vises vertikallprofiler av strøm og ulike plott av strømforholdene i forskjellige dyp. Som eksempel viser figur 2 en strømrose der en kan se hvor ofte strømmen har ulik retning og styrke.

Strøm i fjord- og kystområder

Strømmen i fjord- og kystområdene varierer mye både geografisk og med tiden. To posisjoner, bare 100 meter fra hverandre, kan ha totalt forskjellige strømforhold. Vertikalt kan strømmen endres betydelig over bare noen få meter, særlig i de øverste 10–20 meterne. Tidevann, passerende virvler og skiftende vindforhold gjør at strømmen varierer mye på kort tid, time for time eller enda raskere.

De viktigste drivkreftene for strøm i kystnære områder er vind, tidevann og ferskvannsavrenning. Havoverflaten, salt-holdighet og temperatur spiller også inn. Disse drivkreftene har ulike variasjonsmønstre, med tidevannet som den mest velordnede med regelmessig høyvann og lavvann. Summen av påvirkningen fra alle drivkreftene skaper totalstrømmen i vannmassene.

Observasjoner og modeller

For å skaffe informasjon om strømmen i et område er det to metoder som benyttes; observasjoner eller strømmodeller. Metodene har ulike styrker og svakheter, og for detaljerte undersøkelser i et område anbefales det å kombinere metodene.

Strømkatalogen er i første omgang modellbasert. Siden observasjoner bare er gyldig i nærområdet, er modellering den eneste metoden som kan gi informasjon langs hele kysten. Observasjoner brukes til å sjekke hvor godt modellresultatene stemmer overens med virkeligheten. I framtidige versjoner av strømkatalogen kan det bli aktuelt å også gjøre observasjonene tilgjengelige. Prototypen bruker strøm fra modellsystemet Norkyst-800 (se Havforskningsrapporten 2012 for mer informasjon).

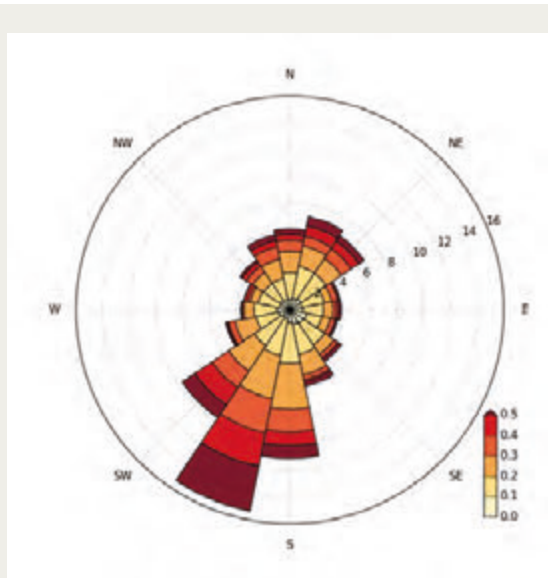
Strømmodeller kan på mange måter sammenlignes med modeller for værvarsling, og i likhet med værmeldingen er det viktig å påpeke at modellresultater for strøm ikke alltid gjenspeiler virkeligheten. Det kan være vanskelig å gjenskape riktig strøm til riktig tid. Erfaring viser at resultatene som oftest er bedre på strømstatistikk som midlere strømstyrke, dominerende strømretning og hvor mye strømforholdene varierer. Resultatene blir kvalitets-sikret med observasjoner så langt som mulig. Etter hvert som antallet observasjoner øker, vil målet på resultatens usikkerhet bli forbedret.

Begrensninger

Strømkatalogen er ikke ment som hjelpemiddel i akutt-situasjoner med søk etter personer eller skadelige utslipp, men sier noe om hvordan strømmen normalt går i området og hvor mye den kan variere. Havforskningsinstituttet har et nært samarbeid med Meteorologisk institutt om strømmodellering til nytte for både strømkatalogen og de operasjonelle modellkjøringene. Den aktuelle strømmen for siste døgn og varsler for et par døgn framover håndteres av Meteorologisk institutt som har operasjonell beredskap døgnet rundt.

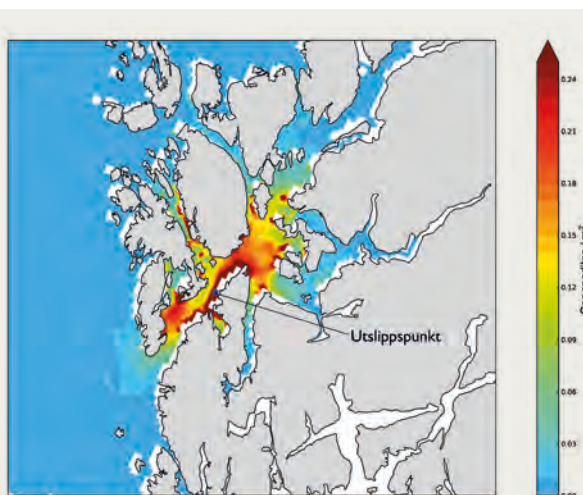
Avslører smittespredning

En viktig anvendelse av strømkatalogen vil være knyttet til lokalisering av oppdrettsanlegg og smittespredning. Katalogen gir mulighet til å simulere hvordan et smittestoff med begrenset levetid sprer seg med strømmen. Dette kan



Figur 2. Eksempel på strømstatistikk fra enkeltposisjon. Strømrose i 5 meters dyp fra posisjon 59,49°N, 4,88°Ø. Strømmen går som oftest langs akse fra SSV til NNØ, med den sterkeste strømmen mot SSV. Fargeskalaen viser strømstyrke i m/s og den radielle utstrekning av sektorene viser hyppighet av strøm med angitt retning og styrke.

Example of current statistics at a single location. Current rose at 5 meter depth from the position 59.49°N, 4.88°E. The current follows mainly the axis from SSW to NNE, with the strongest current towards SSW.



Figur 3. Eksempel på modellert spredningskart. Kartet viser influensområdet til lakselus fra et punkt nær Valevåg i Sveio. Fargene viser antall smittefarlige lus per kvadratmeter. Vi finner sterkeste konsentrasjon i nærområdet, men betydelige konsentrasjoner i begge retninger fra Bømlo til Halsnøy.

Example on a modelled spreading map. The map shows the influence area of salmon lice from a location near Valevåg. The colours indicate the number of infectious copepodites per square meter. The strongest concentration is found near the starting location, but there are considerable concentrations in both directions.

varierte fra bakterier og virus med levetid på få timer til lakselus som kan leve 2–3 uker.

I strømkatalogen kan brukerne selv velge utslippspunktet for et smittestoff. En spredningsmodell beregner deretter et typisk influensområde (figur 3). Dette tar noen timer på en kraftig datamaskin. Siden vi ikke kan forutsi hvilke utslippspunkter som blir etterspurt, kan ikke disse resultatene forhåndslegges. Brukeren må derfor oppgi en e-postadresse

og vil bli varslet når resultatene er ferdige. Spredningskartet presenteres så i strøm katalogens kartsystem. Vi vil også legge inn mulighetene for å eksportere resultatene til brukers geografiske informasjonssystemer (GIS).

Siden strømmen i kystområdet varierer mye både på kort tid og over korte avstander, kan smittestoff som slippes ut i ett punkt, ende opp i flere retninger. Hvis vi simulerer spredning av smittestoffet for alle ulike strømmønstre, vil vi beregne et areal som avgrenser utbredelsen. Dette kaller vi smittestoffets influensområde. Siden influensområdet tar høyde for ulike strømsituasjoner, vil det vanligvis være større enn den faktiske spredningen ved et konkret utslipp.

Veien framover

Havforskningsinstituttet ønsker at strøm katalogen skal være et nasjonalt verktøy og at flere institusjoner samarbeider om videreutviklingen. Norge har en lang kystlinje, og det er en rekke institusjoner langs hele kysten som har spesialkunnskap om forholdene i bestemte regioner. Slik kunnskap vil være verdifull å inkludere i katalogen.

En fullversjon av strøm katalogen skal være landsdekkende. Prototypens geografiske område må utvides til en grunndekning av hele norskekysten med 800 meters oppløsning. Dette er utilstrekkelig i trange fjordfarvann, derfor vil det bli supplert med oppløsning på 200 meter eller finere i utvalgte fjordområder.

Spredningsmodulen vil etter hvert inkludere mer kunnskap om smittespredning, influensområde og infeksjons-

dynamikk. Den bør også utvides til partikler med synke hastighet for å kunne anvendes på spredning av andre substanser som for eksempel dumping av gruveavfall.

The Norwegian Current Information System for coast and fjords

The activity in Norwegian coastal and fjord areas is large and increasing. Many of these activities need information on currents, both directly and possibly even more on the transport by the current of water quality properties, contagious substances, parasites and other contamination. To contribute to the development and management of the coastal areas, we are developing the Norwegian Current Information System "Strømkatalogen", an information system for currents and associated spreading.

The current information system presents model based current information with a friendly graphical user-interface. The target users are industry development and coastal management, but hopefully the system may have public interest. The system is available at Internet: <http://www.imr.no/stromkatalogen>.

Presently this is only a prototype, covering a limited area, but work is ongoing to extend the system to the whole Norwegian coast with increased resolution in selected fjord areas.



Foto: Lars Asplin

FORSKNINGS- OG FELTSTASJONER:

Grunnlag for forskning og råd

For å drive forskning i verdensklasse og god rådgivning er forskere avhengige av moderne forsøksstasjoner, laboratorium og ikke minst personell som kan drive disse. Havforskningsinstituttet har to store forskningsstasjoner og flere mindre fasiliteter som brukes av både instituttets egne ansatte og samarbeidspartnere fra inn- og utland.

ØYSTEIN BRUN | oystein.brun@imr.no

De store forskningsstasjonene er lokalisert på Matre og på Austevoll. Stasjonen på Matre ble etablert i 1971, og har vært sentral i utviklingen av lakseoppdrett, mens stasjonen på Austevoll ble etablert i 1978 og har vært innrettet primært mot marine arter. Instituttet har også viktige forsøksfasiliteter for fiskehelse i Bergen og for feltstudier i Flødevigen. I tillegg er det etablert små og spesialiserte fasiliteter på steder med naturgitte forutsetninger;

Parisvatnet med en poll, Rosendal med fisketeller, Lysefjorden med anlegg for oppvelling og Porsangerfjorden med basefasiliteter for å drive studier i nærområdet.

Hvilke fasiliteter trengs?

Utviklingen av nye forsøksfasiliteter har vært drevet frem av både spesifikke forskningsbehov og for å støtte en langsiktig utvikling. I dag har vi fasiliteter der det kan gjennomføres eksperimenter innen

tema som utvikling av en bærekraftig akvakulturnæring, miljøeffekter, fangst og økosystemene i havet og langs kysten.

Små tilpasninger og trinnvis utvikling av de grunnleggende funksjonene har gjennom flere år bidratt til de stasjonene vi har i dag. Men det har også vært større satsinger som for eksempel utbyggingen i Matre, med en ny avansert forsøkshall med laboratorier som var ferdig i 2006. Sistnevnte utbygging har gitt unike mu-



Illustrasjon: Harald Tørrisen

Kart som viser Havforskningsinstituttets ulike stasjoner. I tillegg har vi et kontor i Longyearbyen på Svalbard.
Map showing where IMR is located in Norway. We also have an office at Longyearbyen, Svalbard.



Merdmiljølaboratoriet på Matre.
Cage Environment Laboratory at Matre.

ligheter for nøyaktig styring og kontroll av flere parametere i forsøkene, samt gitt god tilgang på store mengder ferskvann og saltvann. I tillegg har stasjonen to moderne oppdrettsanlegg i sjø med et merdmiljølaboratorium hvor fisken observeres og omgivelsene kan måles. Prøver av fisk kan bearbejdes og analyseres i et topp moderne laboratorium.

Selv om det var i Flødevigen de første forsøkene med klekking av torskeegg ble gjennomført for over hundre år siden, er det på stasjonen i Austevoll at utviklingen av torske- og kveiteoppdrett har skjedd. Innenfor marine arter har

Forskningsstasjonen Austevoll vært ledende i over 40 år. Det har vært en trinnvis utbygging som senest i 2011 ga ny vannforsyning, ny varmepumpe og en generell oppgradering av byggene med blant annet nye hygieneskiller og en ny forsøkshall med mulighet for dagslys. Stasjonen er dermed godt rustet til å møte nye utfordringer.

Gode fasiliteter med høy aktivitet

Investeringer over flere år har resultert i at det ligger store verdier i fasilitetene. Det har gitt økt oppmerksomhet på at fasilitetene blir brukt og forvaltet på

en god måte. For å få en mer effektiv drift er det stort fokus på aktiviteter som skal forbedre effektivitet og kvalitet på stasjonene. Godt samarbeid mellom stasjonene og med brukerne, samt gode felles løsninger er målet. Viktige elementer er forbedring av prosesser, instruksjoner, prosedyrer, teknologi og ikke minst utvikling av kompetanse.

Som regel er det rift om å få bruke de beste forsøksfasilitetene. Etterspørselen er stor og økende. De siste årene er det registrert over 257 000 kar- og merddøgn med forsøk. Hvis Havforskningsinstituttets egen forskning ikke fyller kapasiteten, blir ledige kar og merder gjort tilgjengelige for eksterne oppdragsgivere dersom det ikke går på bekostning av instituttets egen forskning eller habilitet. I et svingende og usikkert marked er det flere kommersielle aktører som ønsker å kjøre forsøk ved stasjonene våre. Det er en god indikator på at kvaliteten på forskningsstasjonene er god og at fasilitetene er relevante.

Dagens utfordringer

Akvakultur er en relativt ny næring der utviklingen har vært avhengig av kunnskap, både for å øke produksjon og for å drive på en bærekraftig måte. Ettersom produksjonen har økt, har kunnskapsbehovet knyttet til bærekraft blitt stadig mer sentralt. Forskningsstasjonene har vist seg å være svært godt egnet og attraktive for å støtte forskning både rettet mot økt produksjon og bærekraft.

En effekt av at akvakultur som næring har utviklet seg, er at den er blitt gjen-



Moderne forsøkskar på Matre.
Modern fish tank at Matre.



Forskningsstasjonen Austevoll – biologiske fasiliteter.
Biologic facilities at Austevoll Research Station.

stand for en omfattende regulering. Det er få forsøk på stasjonene som er like, og mange krever tilpasninger av fasilitetene som avviker fra kommersielt oppdrett. Like fullt sikrer vi at forskningsstasjonene tilfredsstillende kravene forvaltningen stiller til akvakulturanlegg.

Fleksible løsninger

I Stortingsmelding 22 (2012–2013) – Verdens fremste sjømatnasjon, pekes det på økt behov for forskning og kunnskap om bærekraftig forvaltning av naturressursene. Regjeringens ambisjon er blant annet at man skal "... utnytte potensialet for bærekraftig verdiskapingsom ligger i Norges kyst- og havområder".

Meldingen sier videre:

"Norges rike hav- og kystområder inneholder alt fra fisk, pattedyr og skalldyr, til bakterier, sopp, alger, plankton, krepsdyr og bløtdyr... Med ambisjon om å være verdens fremste sjømatnasjon har regjeringen styrket satsingen på flere av disse områdene som et ledd i sitt arbeid med å legge til rette for og videreutvikle næringer som kan gi en ny marin vekst."

Hvilken utfordring gir så det for driften av forskningsfasiliteter? De siste årene har det vært redusert fokus på nye arter i oppdrett, men fokus på bærekraft og miljøeffekter har likevel medført forsøk med nye arter. Mangfoldet i arter og nye og komplekse problemstillinger stiller krav til fleksibilitet og utvikling av forsknings-

fasilitetene. I dag støttes aktiviteter som omfatter alt fra mikroorganismer, skalldyr, svamp og fisk. Økosystemstudier, reproduksjon, vekst, helse og velferd er sentrale forskningstema som støttes. Noen ganger kan eksisterende fasiliteter utnyttes slik de er, men det må også gjøres eksperimentelle oppsett som krever både prøving og feiling før forsøkene lykkes. Et eksempel på det er bruken av en enkel kjølekonteiner i Austevoll for å kunne levere vann med lav nok temperatur til et forsøk med små arktiske organismer.

Hva gjør forskningsstasjonene virkelig gode?

I tillegg til teknologien som ligger til grunn for en forsknings- eller feltstasjon, må en også ha råvarer og kompetanse til å utnytte fasiliteten.

Råvarene kan ses på som fisken, eller de biologiske organismene, som skal inngå i forsøk. Det brukes derfor betydelige ressurser på å produsere fisk og organismer. Ofte må fisken ha spesielle eller kjente egenskaper som gjør den egnet for et forsøk. Å produsere slik fisk er ikke bare ressurskrevende, det medfører også risiko for økonomisk tap og forsinkelser på grunn av sykdom eller andre hendelser man må regne med i oppdrett. Selv om en gjør alt for å redusere risiko for tap, vil nye, ukjente og overraskende hendelser likevel medføre en risiko man må leve med i driften av forskningsstasjoner. Et viktig

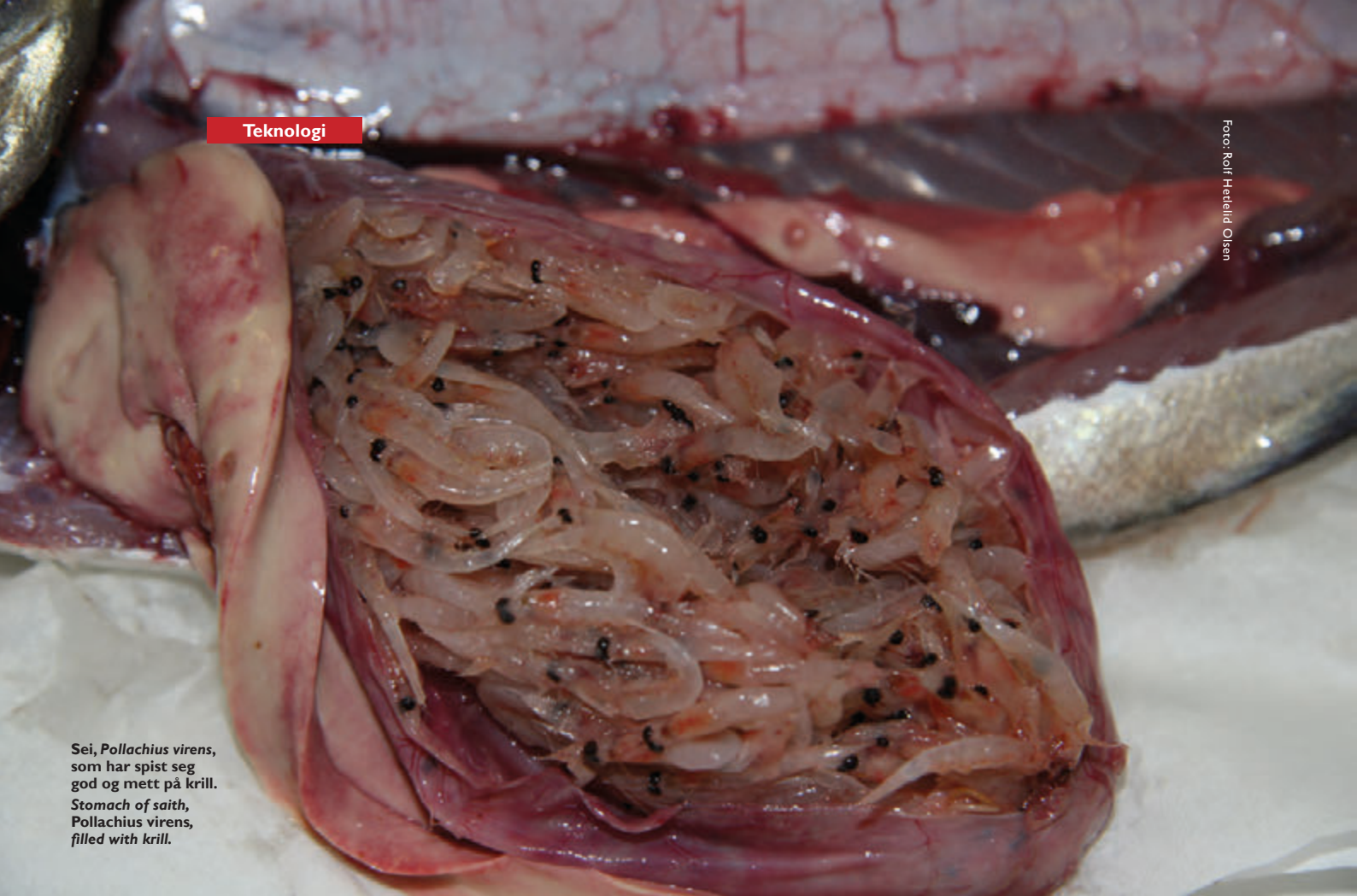
tiltak for god forsøksfisk er å fokusere på vannkvalitet, fiskehelse og hygiene.

Ved stasjonene blir det gjennomført forsøk der en både bruker og bygger forskningskompetanse som i mange tilfeller er helt unik. For å utnytte stasjonene best mulig må en også kjenne hvilke muligheter og begrensninger de har. Det stiller krav til de ansatte som skal hjelpe til under forsøkene. Ved Havforskningsinstituttets forskningsstasjoner er det en stab som er motivert, lærevillig, erfaren og som har relevant kompetanse i forhold til de fleste utfordringer gjennomføringen av forsøk krever.

Kreative løsninger, godt samarbeid og samspill mellom alle som deltar i forbindelse med forsøk, er avgjørende for om forskningsstasjonene og fasilitetene er virkelig gode.

Facilities and laboratories

In order to do advanced research and provide advice to Norwegian authorities, the scientists need modern facilities, laboratories and personnel to run these. The Norwegian Institute of Marine Research has two major and several minor facilities. These are in constant use by scientists from our own institute as well as scientists from all over the world.



Sei, *Pollachius virens*, som har spist seg god og mett på krill.
Stomach of saith, *Pollachius virens*, filled with krill.

Sekvensering av havet – fremtidens teknologi

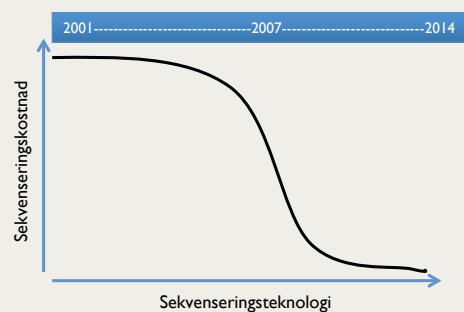
Stadig flere tverrfaglige oppgaver krever at forskerne tar i bruk ny teknologi. Et av de viktigste verktøyene er molekylærbiologiske metoder – et fagområde i rask utvikling som kan forbedre og effektivisere eksisterende arbeidsoppgaver.

NINA SANDLUND | nina.sandlund@imr.no, SUSSIE DALVIN, AINA-CATHRINE ØVERGÅRD og ROLF BRUDVIK EDVARDSEN

Som forsker ved Havforskningsinstituttet er arbeidsoppgavene mange og varierte. Oppgavene våre innebærer forskning og overvåkning, som igjen danner grunnlaget for rådgivningen vår. Problemstillingene er i økende grad tverrfaglige, noe som betyr mer komplekse faglige utfordringer. De tradisjonelle metodene er ofte tid- og ressurskrevende.

Gjennom tokt, feltarbeid og laboratorieforsøk opparbeides og samles det inn store mengder biologisk prøvemateriale. Mye analyseres med hensyn på bare ett eller få parametre, og noe analyseres kanskje ikke i det hele tatt. Dagens og fremtidens utfordringer ligger i å utnytte det innsamlede materialet best mulig, også på tvers av fagfelt. Spesielt gjelder dette kanskje artsidentifikasjon og mengdeberegning av mikroorganismer og plankton. En del av løsningen kan være bruk av moderne molekylærbiologiske verktøy, som blant annet innebærer studier av DNA, gener og genomer. Innen dette fagfeltet har det vært en rivende utvikling det siste tiåret.

Figur 1.



Mer for pengene

For ti år siden ble det menneskelige genomet kartlagt. Dette var en viktig driver for utviklingen av ny DNA-sekvenseringsteknologi. Samtidig som metodeutviklingen har skutt i været har prisene falt (figur 1), noe som gjør det

mulig å analysere store mengder data til en rimelig pris. De siste årene er arvematerialet til en rekke organismer kartlagt, for eksempel marine organismer som torsk, laks og lakselus, i tillegg til flere sykdomsfremkallende (patogene) organismer.

Fundamentet i Havforskningsinstituttets forskning bygger på forståelsen av økosystemene i havet, hvordan disse påvirker hverandre og i tillegg hvordan menneskelig aktivitet som fiskeri, havbruk og aktivitet på land virker inn. Det er god kunnskap om den øverste delen av næringspyramiden, men den nederste delen som omfatter de aller minste organismene, bakterier, virus, parasitter og mikroalger, er ”et sort hull”. Dette er mye på grunn av manglende metodikk for å identifisere og kvantifisere disse organismene. Man regner med at det for eksempel bare er ca. 1 % av alle bakterier som lar seg dyrke i laboratoriet. Med nye metoder for DNA-sekvensering vil de resterende 99 % kunne bli identifisert på en rimelig og effektiv måte. I tillegg er moderne metoder mer sensitive, noe som gjør det mulig å identifisere selv små mengder smittestoff. Dette er helt avgjørende for arbeidet som gjøres rundt problematikken med smittespredning mellom oppdretts- og villfisk og reservoar av smitte i det marine miljø. Denne metoden kan også hjelpe med å besvare spørsmål som hvor syk villfisken egentlig er og hvor mange villfisk som dør av sykdom.

Avslører de minste delene i næringskjeden

En viktig del av Havforskningsinstituttets mange tokt er analyser av vannprøver for å identifisere og mengdebestemme plante- og dyreplankton. I tillegg kommer for eksempel analyser av mageprøve fra fisk som gir oss viktig informasjon om hvem som spiser hva og i hvilken grad. Begge disse analysene er basert på visuell bestemmelse og derfor svært tidkrevende. De nye sekvenseringsmetodene

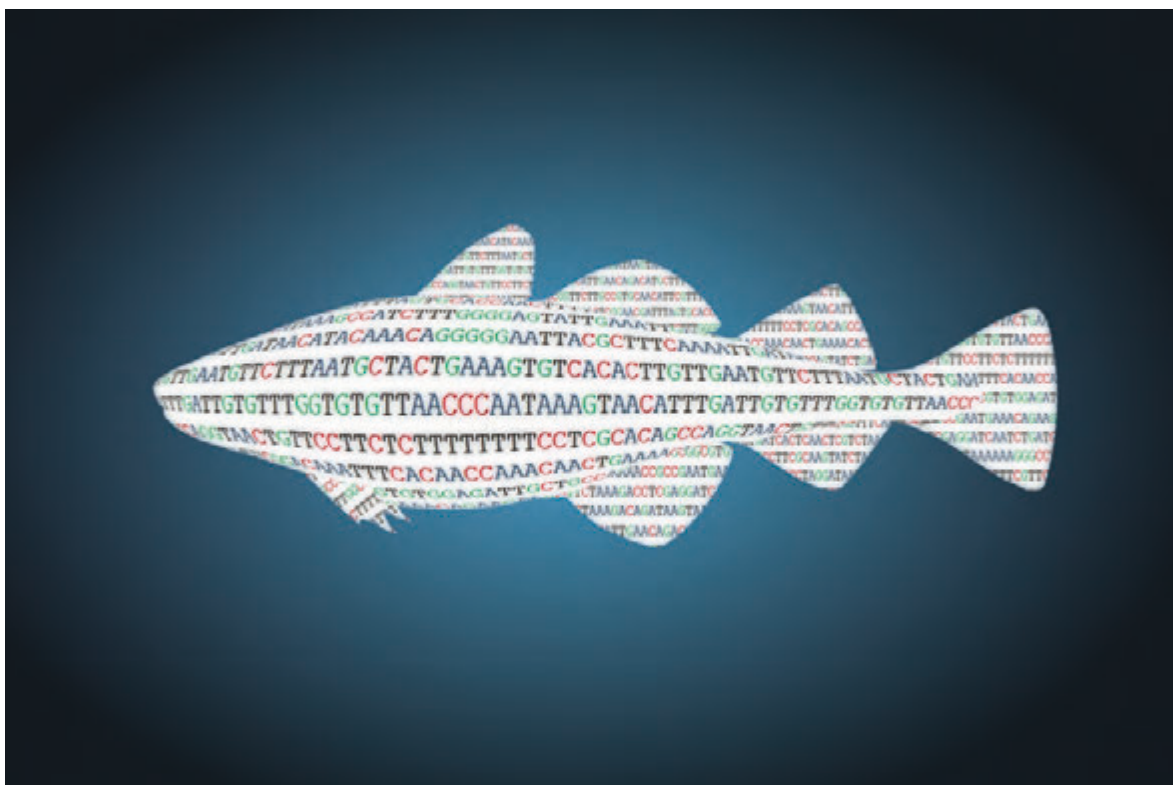
kan supplere dette arbeidet og i tillegg være tidsbesparende. Den visuelle identifiseringen av mageprøver vanskeliggjøres ytterligere av delvis fordøyd mageinnhold. DNA blir også fordøyd, men kan brukes til identifisering av arter selv om det er brutt ned til små biter. En av nøklene til en bedre og mer helhetlig forståelse av hvordan økosystemet fungerer vil være å rette blikket mot alle deler av næringskjeden, også de laveste nivåene. Dette har fram til nå vært en oppgave som har vært metodisk vanskelig og svært ressurskrevende.

Nye muligheter

De nye og forbedrede molekylærbiologiske metodene åpner nye muligheter og gjør oss i stand til å forbedre og effektivisere eksisterende arbeidsoppgaver. Dette vil også muliggjøre en større og bredere utnyttelse av allerede innsamlet prøvemateriale. I tillegg vil det gjøre oss i stand til å undersøke nisjer og problemstillinger vi tidligere ikke har hatt mulighet til å se på.

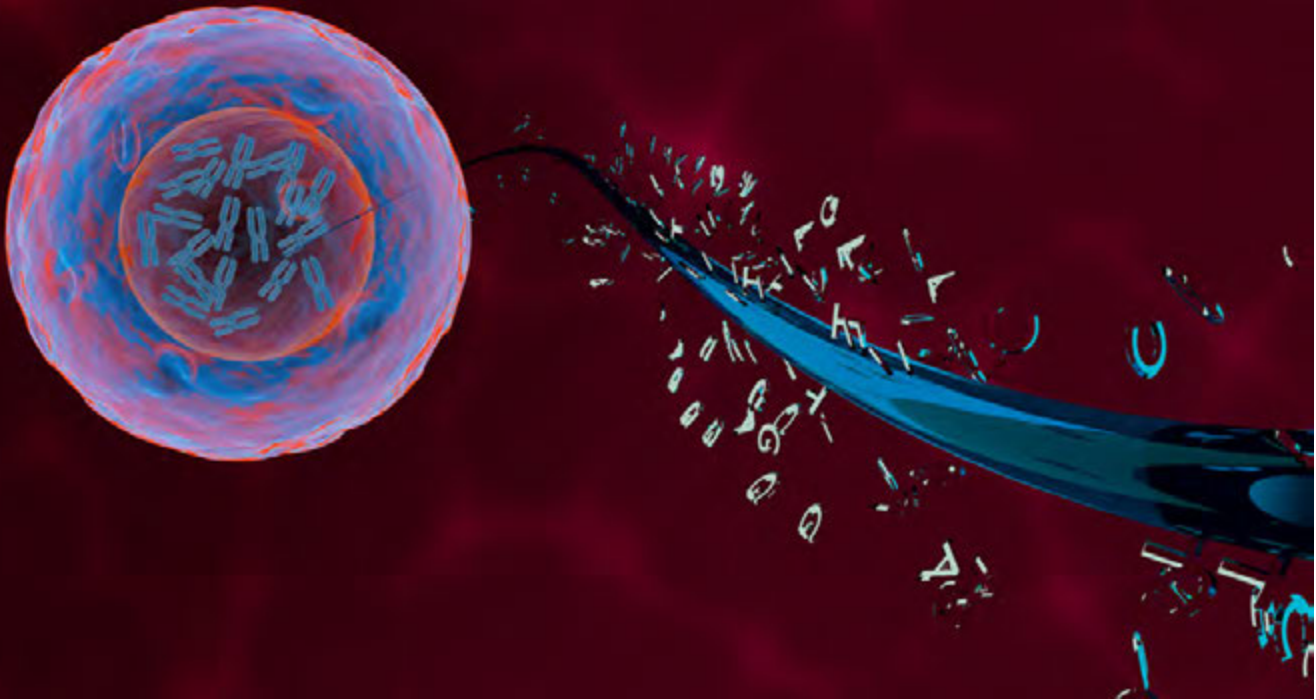
Sequencing the sea – technology for the future

Every year a large number of environmental samples are collected by the Institute of Marine Research. The analysis of these samples is expensive and time consuming, but key to the research performed at the institute. The use of new methods based on molecular biology offers cheap and efficient analysis of a variety of samples taken in the field. This includes identification and quantification of known and unknown organisms such as marine bacteria, infectious agents, zoo- and phytoplankton and (partial degraded) stomach contents of fish. The implementation of these methods must therefore be explored.



Illustrasjon: Rolf B. Edvardsen og John Ringstad

Ny teknologi gjør det mulig å undersøke byggesteinene (ATCG) i arvematerialet.
New technology uncovers the secrets encoded in the building blocks of DNA (A, T, C and G).



Vil samarbeide om bruk av laksegenomet

Det pågår en stor revolusjon innen livsvitenskapene knyttet til bruk av storskala sekvensering og genomdata. Dette er forskning som også er viktig for næringsutvikling og forvaltning knyttet til akvakultur og marin ressursutnyttelse.

GEIR LASSE TARANGER | geir.lasse.taranger@imr.no

De siste årene har Havforskningsinstituttet vært tungt involvert i å kartlegge arvestoffet (genomet) i viktige arter som torsk og lakselus. Laksegenomet blir kartlagt i et samarbeid mellom Norge, Canada og Chile, og ventes publisert i juni 2014.

Genomdata er alt tatt i bruk i arbeidet med viktige problemstillinger knyttet til forvaltning av lakseoppdrett i Norge. Et nytt sett med genetiske markører har gjort det mulig å tallfeste innkryssning av rømt oppdrettslaks i et utvalg av 20 norske elver. Dette er et viktig bidrag for å vurdere genetisk integritet hos villaksstammene. Data relatert til laksegenomet blir også brukt på en rekke andre områder som vaksinetesting, testing av nye førkilder og studier av fiskevelferd.

De nye teknikkene knyttet til genomforskning representerer imidlertid en utfordring når det gjelder håndtering av store datamengder, samt tolkning og visualisering av disse. Dette innebærer at forskere og andre som skal bruke disse nye metodene trenger tilgang til bl.a. bedre datainfrastruktur og kompetanse innen bioinformatikk. For å få dette til, må den nasjonale samhandlingen og samarbeidet på dette feltet forbedres. I tillegg må det lages koblinger opp mot ulike internasjonale nettverk som jobber med tilsvarende problemstillinger både på laks og andre arter.

Tidligere i år fikk Fiskeri- og havbruksnæringsens forskningsfond overlevert en utredning knyttet til dette temaet fra en arbeidsgruppe ledet av professor Jon Vidar Helvik ved Universitetet i Bergen. En rekke tiltak for å øke bruken av laksegenomet innen forskning, næringsutvikling og forvaltning ble foreslått. Som en oppfølging av dette har en ny arbeidsgruppe bestående av representanter fra flere av de sentrale norske forskningsmiljøene og fra oppdrettsnæringen, foreslått en nasjonal forskningsplattform som kalles SALMONBASE. Den skal stimulere til nasjonalt og internasjonalt samarbeid rundt laksegenomet. Dette innebærer å bygge opp felles databaser, felles hjelpetjenester og ulike møteplasser. Havforskningsinstituttet arbeider aktivt for å få på plass en slik plattform for å støtte opp under bruken av laksegenomet.

SALMONBASE

IMR has contributed in a proposal for a common research platform, SALMONBASE, in order to utilise salmon genome data in research and management advice related to farmed salmon and interactions with wild salmon.



Tilstanden i økosystem kystsone

Det er et økende press på kystsonen. Hummer og kysttorsk er stadig på lavt nivå, og bestandene er flere steder utsatt for hard beskatning; ikke minst fra fritidsfisket. Garnfisket langs kysten tar livet av mye kystsæl og niser. Havforskningsinstituttet advarer mot bruk av fjorder som avfallsplass for gruveavgang. Per i dag har vi for lite kunnskap om hvordan gruveavgangen påvirker fjordsystemene og organismene som lever der.

EINAR DAHL | enar.dahl@imr.no, leder for forsknings- og rådgivningsprogram økosystem kystsone

Tilstand

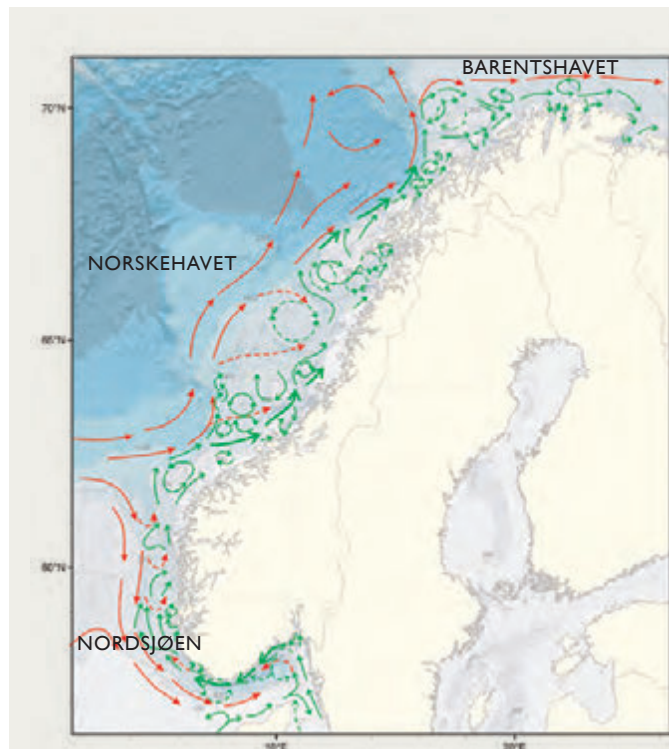
Kystsonen er sammensatt av mange ulike økosystemer: små poller og fjorder med grunne terskler, store fjorder og åpen, eksponert kyst. En variert topografi gir rom for mange forskjellige naturtyper og leveområder; fra grunne til dype områder og fra meget beskyttede til sterkt eksponerte områder. Kysten er viktig for mange arter, og den har 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 beiteområder.

Strømforhold

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

Forurensning

Langs kysten av Skagerrak er det fortsatt høyt oksygenforbruk i noen fjordbasseng, et tegn på eutrofiering (overgjødning). Men mengden langtransporterte næringsalter er på vei tilbake. Langs Vestlandet og nordover synes ikke næringsalter fra fiskeoppdrett å medføre regional eutrofiering, men de kan gi helt lokale effekter.



Figur 1. Hovedtrekkene i strømforholdene i kyststrømmen er vist som grønne piler. Røde piler er atlantisk vann. Green arrows show main current conditions in The Norwegian coastal current. Red arrows represent Atlantic water.

Tilstand i økosystem Nordsjøen og Skagerrak

Første halvdel av 2013 var preget av relativt kjølig vann og lav innstrømming av atlantiske vannmasser i Nordsjøen og Skagerrak. Noe mindre dyreplankton- og planteplanktonmengder ble registrert i 2013, og det ble observert få varmekjære planktonarter. Øyepål har relativt god rekruttering, mens den fortsatt er dårlig for tobis og torsk. Gytebestandene av hyse, sei og høstgrytende nordsjøsilde anses å være i god forfatning. Bestanden av torsk har gradvis økt, men er fortsatt regnet som lav.

LARS JOHAN NAUSTVOLL | larsjn@imr.no, leder for program Nordsjøen

Sammendrag

Temperatur

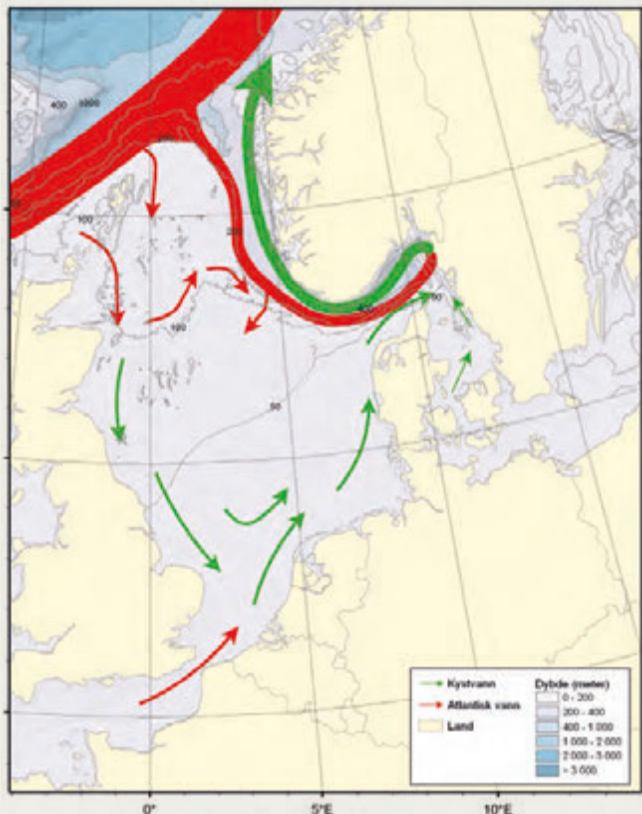
Overflatevannet vinteren og våren 2013 var kaldt i Nordsjøen og Skagerrak, 1–2 grader under langtidsmiddelet. I samme periode var innstrømmingen av atlantisk vann lav. Til tross for de lave temperaturene nær overflaten, var dypvannet i Skagerrak relativt varmt vinteren og våren 2013. Sammenlignet med tidligere år var temperaturen nær overflaten relativt høye fra sommeren og ut året. Siste halvår økte også innstrømmingen av atlantisk vann til Nordsjøen, mens dypvannet i Skagerrak fikk redusert temperatur og saltholdighet til nær normale verdier. Varmetapet i Nordsjøen og Skagerrak var relativt stort første halvår i 2013, og varmeinnholdet ble noe redusert for året sett under ett.

Plankton

Etter flere år med tidligere våroppblomstring i Skagerrak, har oppblomstringen de to siste årene funnet sted i den normale perioden (mars–april). Oppblomstringen i 2013 var dominert av de vanlige artene, men også sommer-/høst-slekten *Rhizosolenia* var fremtredende. For resten av året ble det registrert noe lavere planteplanktonbiomasse enn normalt, med unntak av en kort oppblomstring i mai. Biomassen i høstoppblomstringen var lavere enn normalt. Heller ikke i 2013 ble det registrert større oppblomstringer av potensielt skadelige alger i Nordsjøen og Skagerrak.

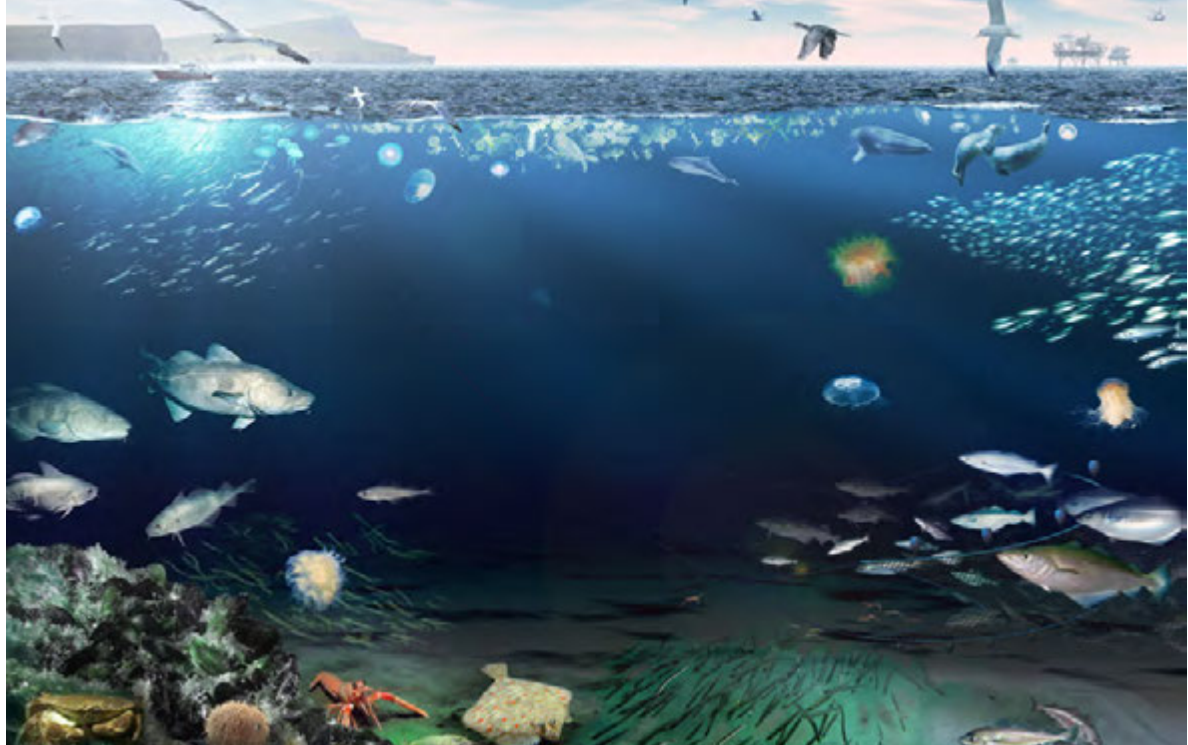
I Skagerrak og østlige deler av Nordsjøen er det tidligere registrert høye konsentrasjoner av næringssalter, først og fremst nitrogen. Fra midten av 1990-tallet ble det gradvis mindre nitrogen i Skagerrak. Denne trenden fortsatte i 2013 med konsentrasjoner under normalen hele året unntatt en kort periode i mai–juni da konsentrasjonene lå over middelverdien.

I Nordsjøen lever raudåta og slektningen *C. helgolandicus* i utkanten av sitt utbredelsesområde, og de er derfor følsomme for temperaturendringer. I varme perioder øker utbredelsen av *C. helgolandicus* nordover, mens forekom-



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

Main characteristics of the circulation patterns and depth in the North Sea and Skagerrak.



Illustrasjon: Arild Sæther

Forði 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.
Since the North Sea is shallow, the processes taking place on the sea bed and in higher waters often are closely linked. This contributes to a rich production. As shown in the illustration the North Sea is also strongly influenced by human activity.

sten av raudåte går tilbake. Lavere sjøtemperaturer i første halvdel av 2013 forklarer sannsynligvis hvorfor raudåta var den dominerende i 2013.

Gjennomsnittsbiomassen for hele det undersøkte området var på samme nivå som i 2012, med de største konsentrasjonene i de nordlige og sentrale områdene av nordsjøplataet. I de vestlige og østlige områdene (over Norskerenna) var konsentrasjonene vesentlig lavere enn i foregående år. Dette kan skyldes forholdsvis lav transport av atlantisk vann inn i Nordsjøen og Skagerrak i denne perioden.

Forurensningsnivå

Omtrent 60 prosent av produsert vann på norsk sokkel blir sluppet ut på Tampen, og det er påvist forhøyete nivåer av DNA-addukter i lever av hyse og torsk tatt her 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 disse effektene skyldes utslipp av produsert vann eller eldre synder (for eksempel bruk av oljeholdig borevæske). Resultater 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 er mer belastet av PAH-forurensning. Nivåene av radioaktiv forurensning er lave i alle norske havområder, men i Kattegat, Skagerrak og Nordsjøen er nivåene høyest. Det skyldes nærheten til viktige kilder som utstrømmende østersjøvann forurenset av Tsjernobyl-nedfall, utslipp fra Sellafield og La Hague samt europeiske gjenvinningsanlegg for brukt kjernefysisk brensel. I dag transporteres utslippene fra Sellafield og lekkasjer fra forurensete sedimenter ut i Nordsjøen med havstrømmer.

Fiskeforekomster

Fra 2011 behandles tobis i Nordsjøen, Shetland og Skagerrak/Kattegat som sju separate bestander. I tillegg har Norge en eksperimentell, områdebasert forvaltning i norsk økonomisk sone. Målet er å bygge opp en bærekraftig gytebestand i viktige tobisfelt. I 2012 og 2013 har dårlig rekruttering ført til en markant nedgang i tobismengden.

Gytebestanden for øyepål har vist store svingninger det siste tiåret. Etter to år med svak rekruttering regnes årsklassen fra 2012 som sterk, mens årsklassen fra 2013 er middels sterk.

Bestanden av høstgytende nordsjøild har full reproduksjonskapasitet og høstes bærekraftig. Gytebestanden anses som god, men rekrutteringen vurderes fortsatt som lav tatt i betraktning størrelsen på gytebestanden. Bestanden av hyse vurderes å være i god forfatning, og høstes i dag bærekraftig. Rekrutteringen har sporadisk vært god, men har vært lav de siste årene. Gytebestanden av torsk har økt sakte etter det kritisk lave nivået i 2006, men er fortsatt godt under føre-var-nivået. Rekrutteringen har vært svak helt siden 2000, det kan muligens komme av endret fødetilgang for torskelarvene og økt predasjon. Tilstanden i gytebestanden av sei har forverret seg de siste årene, og den ligger nå under føre-var-nivået. Fiskedødeligheten har gått noe ned, mens rekrutteringen har vært svært lav de senere årene.

Forvaltningsplan Nordsjøen og Skagerrak

Med fremleggelsen av forvaltningsplan for Nordsjøen–Skagerrak i 2013 er det etablert forvaltningsplaner for alle norske havområder. Forvaltningsplanene skal legge til rette for verdiskaping gjennom bærekraftig bruk og vern av ressurser, økosystemenes struktur, virkemåte og mangfold.

Ecosystem in the North Sea and Skagerrak

In the first half of 2013, the sea surface temperature was relatively cool compared to the long time average and the inflow of Atlantic water to the sea area was low. The average zooplankton and phytoplankton biomass in 2013 were less than observed in former years, and only a few warm water species of plankton were observed. Pout has relatively good recruitment, whereas the recruitment is still low for sandeel and cod. The spawning stock of haddock, saithe and North Sea herring is considered to be in good condition. The stock of cod is still considered low.

Tilstanden i økosystem Norskehavet

Etter mange år med nedgang i dyreplanktonmengden i Norskehavet, er det registrert en liten økning to år på rad. Andre sentrale trekk er veksten og ekspansjonen i makrellbestanden, en redusert sildebestand og en betydelig nedgang i bestanden av kolmule. For kolmula sin del har imidlertid de to gode årsklassene fra 2010 og 2011 hjulpet på. Vanlig uer er sterkt truet, og ytterligere restriksjoner i fisket er nødvendig.

INGOLF RØTTINGEN | ingolf.roettingen@imr.no, leder for program Norskehavet

Sammendrag

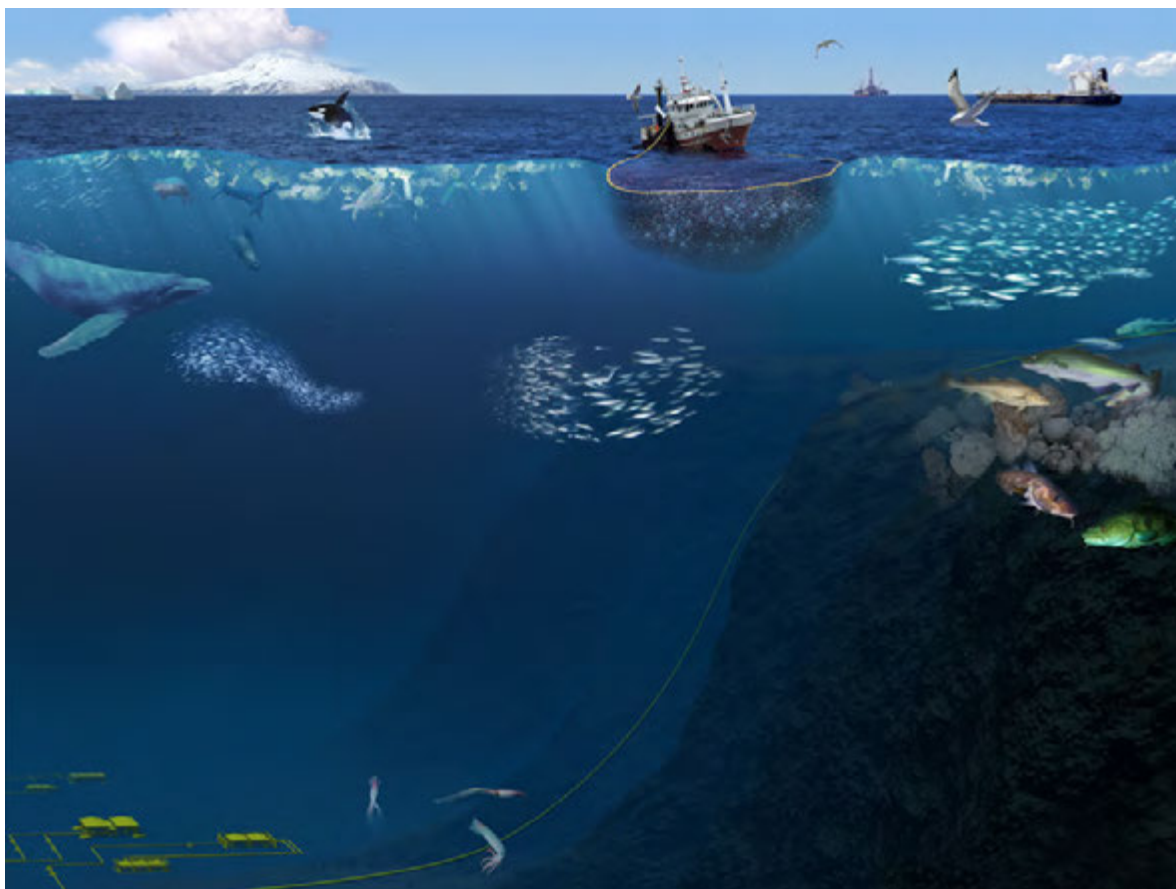
Temperaturen har økt siste tiåret

Det fysiske miljøet setter de grunnleggende rammene for de økologiske prosessene i Norskehavet. De klimatiske forholdene påvirkes i stor grad av temperatur, saltholdighet og styrke i strømmen av varmt atlantehavsvann som går nordover langs den norske kontinentalskråningen øst i havområdet. De siste 20 årene er det registrert en økning både i temperaturen og saltholdigheten. Temperaturen i årsgjennomsnittet er ca. 1 °C høyere etter 2001, og saltholdigheten har fått et økt årsgjennomsnitt på 0,1 promille. Den markerte økningen begynte i midten av 1990-årene.

Siden 2007 har en fått ny kunnskap om forsurening i Norskehavet. Hovedkonklusjonen er at påvirkningen fra økt CO₂-innhold i atmosfæren nå er målbar som forsurening i Norskehavet.

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 (som små krepsdyr og forskjellige mesopelagisk fisk og lysprikkfisk),



De store dybdeforskjellene i Norskehavet gir en variert bunnsfauna 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.

The big differences in depths give a highly variable bottom fauna in the Norwegian Sea, including some big coral reefs on the shelf. The biodiversity is relatively low, but the dominant species are quite abundant. Human impact is mainly related to oil activities, shipping and fisheries.

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 bunndyr har i Barentshavet og i Nordsjøen.

Samme planktontetthet i Norskehavet som i Barentshavet

Planteplankton danner grunnlaget for livet i havet og er hovedprimærprodusenten i havet. Planktonmålingene varierer til dels mye både i det enkelte år og mellom år. Det er fortsatt ikke data for mange nok år til å vurdere om det foreligger noen trender når det gjelder tidspunktet for våroppblomstringen og artssammensetningen hos planteplankton.

Dyreplankton er det neste leddet næringskjeden, og er et viktig næringsgrunnlag for alle senere ledd: planktonspisende fisk, pattedyr og fugl. Dyreplanktonmengdene har vist en nedadgående trend siden tidlig på 2000-tallet og fram til 2009. De siste årene har nedgangen imidlertid flatet ut, og i 2012 og 2013 var det en liten økning. Gjennomsnittlige mengder av dyreplankton i Norskehavet i mai 2013 var 7,2 g tørrvekt per m². Dette er det samme nivået som en har på planktontettheten i Barentshavet.

Forskjellig utvikling for de store fiskebestandene

Fiskesamfunnet i Norskehavet domineres av de tre pelagiske fiskeartene norsk vårgytende sild, nordøstatlantisk makrell og kolmule. Noen av de viktigste endringene i økosystemet siden 2007 er derfor veksten og ekspansjonen i makrellbestanden, nedgangen i sildebestanden etter 2009 og en betydelig nedgang i bestanden av kolmule. For kolmule gir imidlertid gode årsklasser født i 2010 og 2011 igjen en betydelig økning i bestanden i de årene. For makrell er det konstatert en økning i utbredelse i Norskehavet, men vi har i øyeblikket ingen gode mål på bestandsstørrelsen. Den individuelle veksten hos makrell er redusert de siste årene. Nedgangen i bestanden av sei, i forhold til de historisk høye bestandsmålingene i første del av 2000-tallet, er også et viktig trekk. Andre sentrale endringer siden 2007 er at bestanden av snabeluer har økt og nå vurderes å være på et bærekraftig reproduksjonsnivå, og at nedgangen i bestanden av vanlig uer har fortsatt. Mens vanlig uer var klassifisert som sårbar i rødlista for 2006, er den klassifisert som sterkt

truet i 2010-rødlista. Det er nødvendig med ytterligere restriksjoner i fiske på denne arten. Blålange er også på rødlista, her er det siden 2009 innført totalforbud i fisket. Datagrunnlaget for utviklingen av brosme og lange tyder på en bedring i bestandssituasjonen.

Mye grønlandssel og lite klappmyss i Norskehavet

Havforskningsinstituttet gjennomførte vellykkede tellinger av grønlandssel og klappmyss i Vesterisen i 2012. Tellingene ga lavere ungeproduksjonsestimater enn ved tidligere tellinger for begge arter. Ved modellbetraktninger er nåværende størrelse på grønlandsselbestanden beregnet til rundt 627 000 individer, mens klappmyssbestanden teller rundt 83 000 dyr. Resultatene danner nå grunnlag for rådgivning på de to selbestandene. Grønlandsselbestanden beskattes, mens klappmyssen fremdeles er fredet fordi bestanden ligger på et nivå som antakelig er mindre enn 10 prosent av nivået for 70 år siden.

Forekomstene av vågehval i Norskehavet har holdt seg stabile. Telletoktene for vågehval registrerer også andre hvalarter; de hyppigst forekommende er knølhval, spermhval og finnhval. Forekomstene av disse har vært svakt stigende siden tellingene begynte i 1988.

Nye korallrev og korallskoger

Kunnskapen om bunnsamfunnene i Norskehavet har økt de siste årene. I 2013 har MAREANO-prosjektet kartlagt deler av Mørebankene og Eggakanten i det østlige Norskehavet. Det er gjort en rekke nye funn av korallrev, korallskog og svamp. I tillegg er det funnet svamphabitater, sjøfjærbunn og korallskog. Norskehavet er et dynamisk og produktivt økosystem. Det er alltid i endring, og utbredelse og mengde av organismene samt det fysiske miljøet i økosystemet er i stadig i forandring. Slik er situasjonen også i 2014, og det er ingen indikasjoner på at økosystemet eller komponentene er i krise (med unntak for vanlig uer). Våren 2014 vil rapporten "Det faglige grunnlaget for oppdatering av forvaltningsplanen for Norskehavet" foreligge. Den vil gi en grundig beskrivelse av økosystemet og den menneskelige aktivitet i Norskehavet. Havforskningsinstituttet er en viktig bidragsyter til rapporten.

Status of the Norwegian Sea ecosystem

There has been an increase in temperature and salinity in the Norwegian Sea the last 20 years. The plankton production decreased from 2000 to 2009, but has since increased. At present the plankton density in the Norwegian Sea seems to be at the same level as in the Barents Sea.

There has been a decrease of the Norwegian spring spawning herring stock, and a decrease followed by a large increase of the blue whiting stock in the last years. There is also an increase in the mackerel stock,

with regard to both stock size and the extent of the summer feeding distribution area.

An increase in the stock of beaked redfish in the eastern part of the Norwegian Sea, is recorded. The latest investigations of sea mammals indicate a large and stable population of harp seals, but a hooded seal population of only 10 % of the level 70 years ago.

There are no indications in 2014 that any of the ecosystem components are in critical state; with a possible exception of the stock of golden redfish which presently is at a very low level.

Stoda i økosystema Barentshavet og Polhavet

Torsk og lodde har no den nordlegaste utbreiinga som er registrert i Havforskningsinstituttet sine målingar. Det skuldast i hovudsak at det er meir varmt atlantehavsvatn nord i Barentshavet og nord om Svalbard enn nokon gong. Noreg og Russland har eit særst godt samarbeid om forskning i Barentshavet, og dette gjev god kunnskap om fiskestammene og økosystemet.

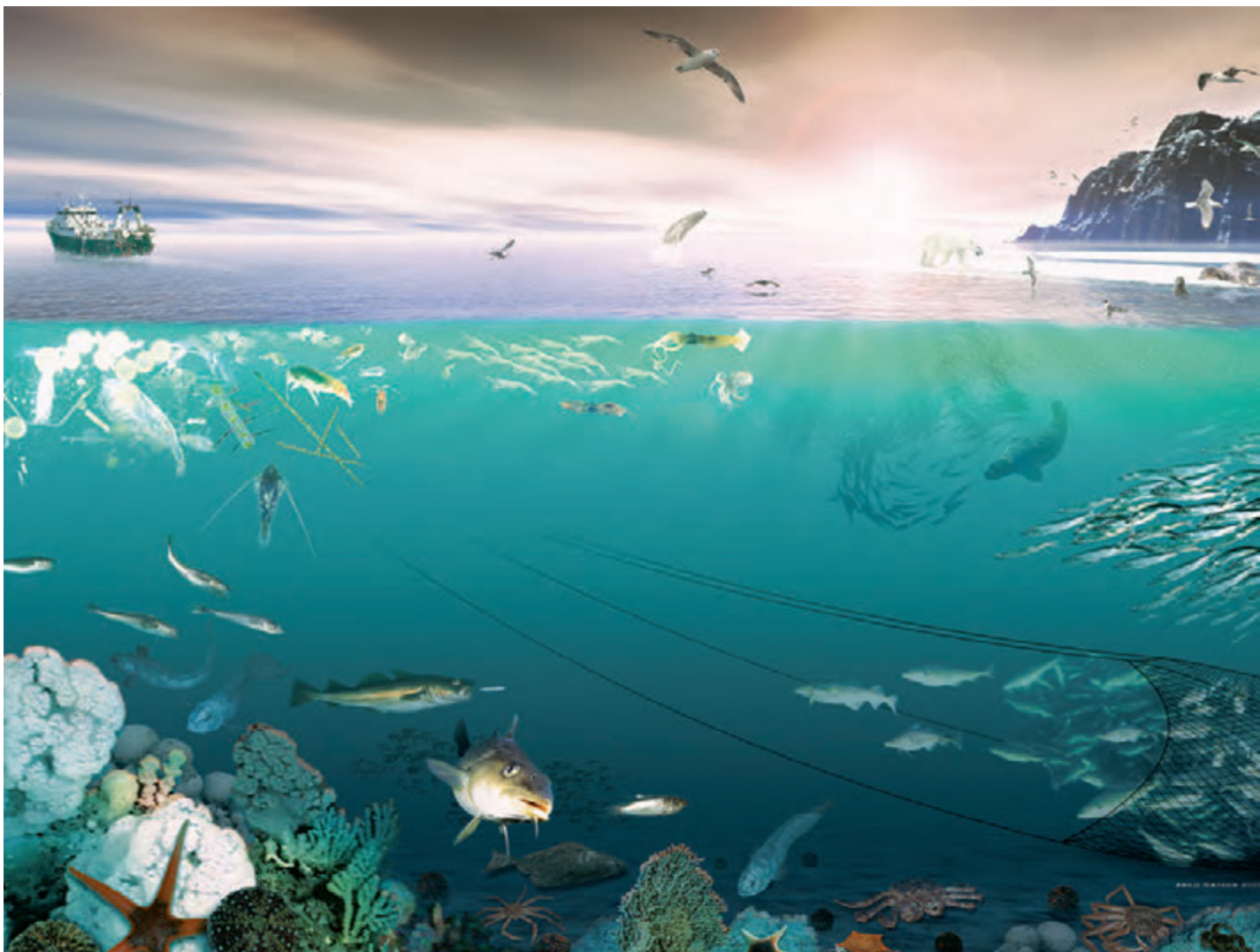
KNUT SUNNANÅ | knut.sunnanaa@imr.no, leiar for program Barentshavet og Polhavet

Samandrag

I Barentshavet finn vi no dei største mengdene vaksen torsk (skrei) som nokon gong er målte. Dette synest å henge saman med ein sterk straum av vatn opp langs kysten av Noreg og inn frå Norskehavet. Det er framleis høg temperatur i vatnet og lite is langt mot nord både sumar og vinter. Det varme vatnet svingar også inn i Polhavet; og dermed

er det tenkjeleg at også plankton og fisk kan breie seg dit. Det er stor produksjon av plankton og godt med mat, både til lodde og torsk. Straumen av vatn inn i Barentshavet har store variasjonar frå år til år. Desse variasjonane er viktige for korleis temperaturen og isdekket utviklar seg, og det var noko kaldare og meir is i 2013 enn året før.

Illustrasjon: Arild Sæther



Illustrasjonen viser det mangfaldige livet i Barentshavet og korleis organismane påverkar kvarandre. The illustration shows the abundant and varied life of the Barents Sea, and how the species influence each other.

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. Her vert òg det arktiske vatnet varma opp av det atlantiske vatnet som kjem frå nord, og på det viset vert heile vassøyla oppvarma. Då vert også dei produktive areala mykje større, og dette er med på å auke utbreiinga av lodde og torsk i nord og nordaust.

Produksjonen av algar (planteplankton) er jamvel 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 òg blitt klar over at det er svært stor produksjon i smeltevatnet langs iskanten. Eit minkande isdekke kan dermed vere 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 i Barentshavet er blitt lågare, og at det er mindre auke av varmt vatn i det nordlege Barentshavet.

Dyreplankton (raudåte, marflo og krill) 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. I det kalde arktiske vatnet opp mot Polhavet gjer polartorsken seg nytte av meir arktiske dyreplanktonartar. Det er uvisst korleis klimaendringane vil påverke produksjonen i Polhavet, og det vert lagt meir vekt på dette forskingsfeltet. Produksjonen av dyreplankton 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, særleg ikkje i den islagte delen av 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 den samla 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 dette økosystemet. Barentshavet er frå 200 til 500 meter djupt, som er høveleg djupne for botnfisk som torsk, hyse og flatfisk. Bentos er difor særskilt viktig mat for desse artane. I Polhavet er botnen frå 2000 til 4000 meter, og på slike djupner lever ikkje dei kjende artane av botnfisk.

Noreg og Russland samarbeider breitt for å kartleggje biomassane av bentos. 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.

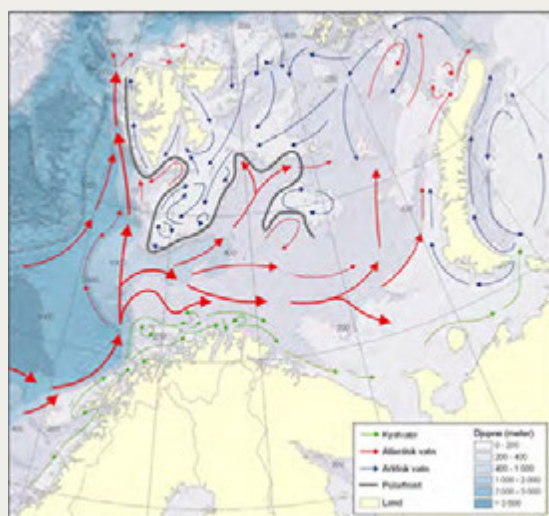
Lodde, torsk og sild er dei tre viktigaste fiskeartane i Barentshavet, sjølv om silda berre tidvis finst her, og då berre som ungsild. Lodda et mykje dyreplankton, både raudåte og krill. Når det er mykje lodde, beitar ho så sterkt på desse artane at vi måler ein klar nedgang i dyreplanktonmengda på tokta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

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 trekkje 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 daud 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. Ei årsak til svikten i loddestammen kan vere at silda et larvane til lodda. For tida er det lite 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 om ungfisk. Den gode balansen mellom artane i havet og ein høg temperatur i vatnet sørgjer for at det gode forvaltningssamarbeidet med Russland ber frukt. Dei seinare åra er det gjort eit stort, forskingsbasert arbeid for å laga felles haustingsreglar for fiskeslaga i Barentshavet. Forvaltninga har vore vellukka, og vi haustar i dag ein torskevot på vel ein million tonn.

Men om fiskestammene er i god stand, så er det likevel dårlege tider for sjøfugl. Lomvi og krykkje minkar sterkt; særleg i dei sørvestlege delane av Barentshavet. Lenger nord og aust i havet er stoda betre. Dette kan ha samanheng med trenden som viser at den aukande mengda varmt vatn har flytta dei produktive områda lenger nord og aust. Vi ser òg mykje kval nord for Svalbard, og slike observasjonar fell saman med høg produksjon i varmt vatn frå sør. Ringsel og grønlandssel syner teikn på svikt i reproduksjon og dårleg kondisjon. Vi har ikkje den fulle forklaringa på kvifor dette skjer, men endringane i isdekket er ei mulig årsak.

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



Dei viktigaste trekka ved sirkulasjonen og djupnetilhøva i Barentshavet.
Main characteristics of the circulation patterns and depth in the Barents Sea.

situasjonen den same, og det er sett i verk særlege tiltak for å rette opp stoda for desse fiskeslaga. Fleire artar av sjøfugl og sjøpattedyr står på «Norsk raudliste» over truga dyreartar. Blant dei truga naturtypane 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. Nokre dyr på toppen av næringskjeda lyt riktignok tåle høge nivå av miljøgifter, men jamt over ligg nivået av miljøgifter langt under dei nasjonale og internasjonale grenseverdiane. Ein kan trygt ete fisk og skaldyr frå Barentshavet.

Ecosystem in the Barents Sea and Arctic Ocean

Warm Atlantic water is propagating further to the north in the Barents Sea than ever observed. Several important stocks of commercial fish and shellfish show a corresponding change in their distribution, e.g. cod and capelin. As there is now warm water on the northern side of Svalbard, it is observed a high production of plankton in this area. The production is, however, still strongest in the southwest parts of the Barents sea and the dominant distribution pattern of biomass is maintained. Some new species are observed in the Barents Sea, and especially the snow crab is now invading the area from northeast. Sea birds and sea mammals show signs of having poor life conditions.



Foto: Øystein Paulsen

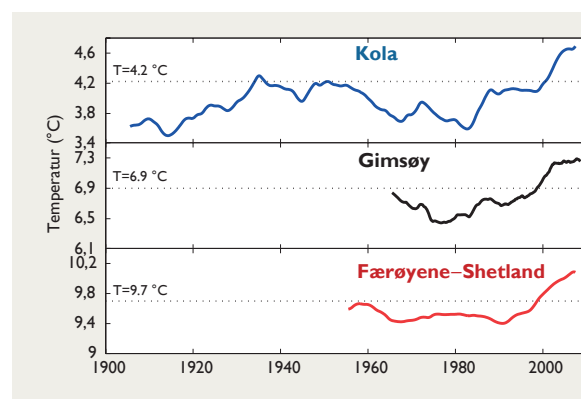
Sirkulasjon, vannmasser og klima i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet

Første halvdel av 2013 var det kaldt i Nordsjøen og Skagerrak, og innstrømmingen av atlantehavsvann var lav. Forholdene normaliserte seg siste del av året. I Norskehavet var temperaturen og transporten av det innstrømmende atlantehavsvannet i 2013 omtrent som normalt. Hele Barentshavet var varmere enn normalt, men hadde lavere temperaturer enn året før.

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 den 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. 1900–1930 og 1960–1990 var kalde perioder, mens det har vært varmt mellom 1930 og 1960 og fra 1990 og frem til i dag. Siden 2000 har det vært bemerkelsesverdig varmt både i Norskehavet og Barentshavet, og de varmeste årene som noensinne er observert i Norskehavet og Barentshavet har vært i løpet av denne perioden.

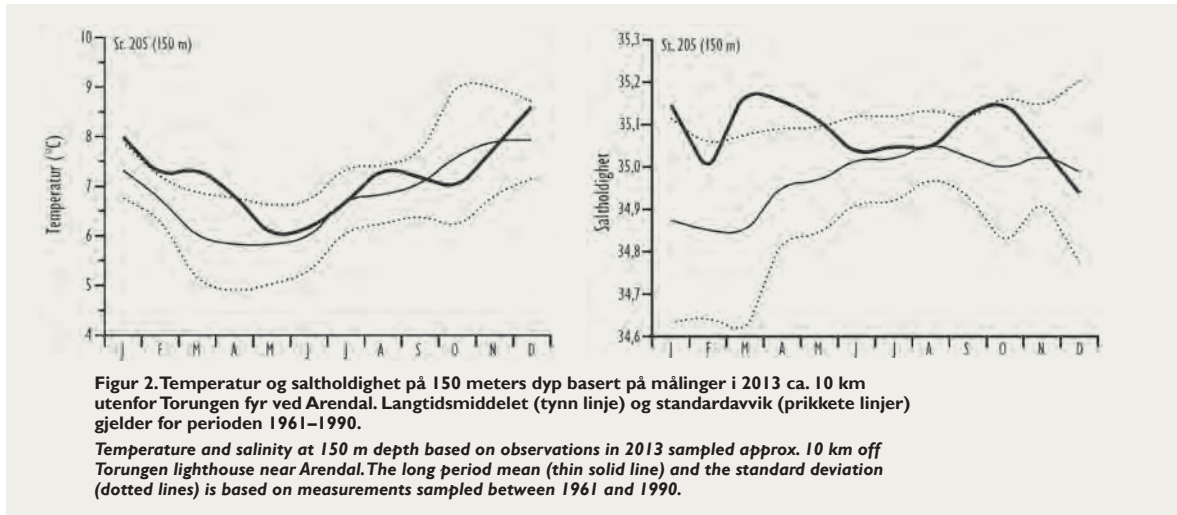


Figur 1. Temperatur i atlantehavsvannet mellom Færøylene og Shetland (rød kurve), i Gimsøysnittet (svart kurve), og i Kolasnittet (blå kurve). Langtidsmidlene, beregnet fra 1981–2010, er henholdsvis 9,7 °C, 6,9 °C og 4,2 °C. Tidsseriene er ti års glidende midler. (Gjengitt med tillatelse fra FRS Marine Laboratory, Aberdeen og PINRO, Murmansk.)
Ten years running mean temperature in Atlantic water in the three transects: Faeroe–Shetland (red), Gimsøy (black) and Kola (blue). Long term mean (1981–2010) is 9.7, 6.9 and 4.2 degrees C respectively. (Courtesy of the FRS Marine Laboratory, Aberdeen and PINRO, Murmansk.)

Nordsjøen og Skagerrak

Vinteren 2013 var relativt kald i Nordsjøen og Skagerrak, og innstrømmingen av atlantehavsvann var lav. Til tross for de lave temperaturene nær overflaten, var dypvannet i Skagerrak relativt varmt og saltholdig første halvår; på samme måte som i hele 2012. Fra sommeren 2013 og ut året hadde Nordsjøen og Skagerrak relativt høye temperaturer nær overflaten. Siste halvår økte også innstrømmingen av atlantehavsvann til Nordsjøen, mens dypvannet i Skagerrak fikk redusert temperatur og saltholdighet til nær normale verdier. Varmetapet i Nordsjøen og Skagerrak var relativt stort første halvår i 2013, og varmeinnholdet ble noe redusert for året sett under ett.

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



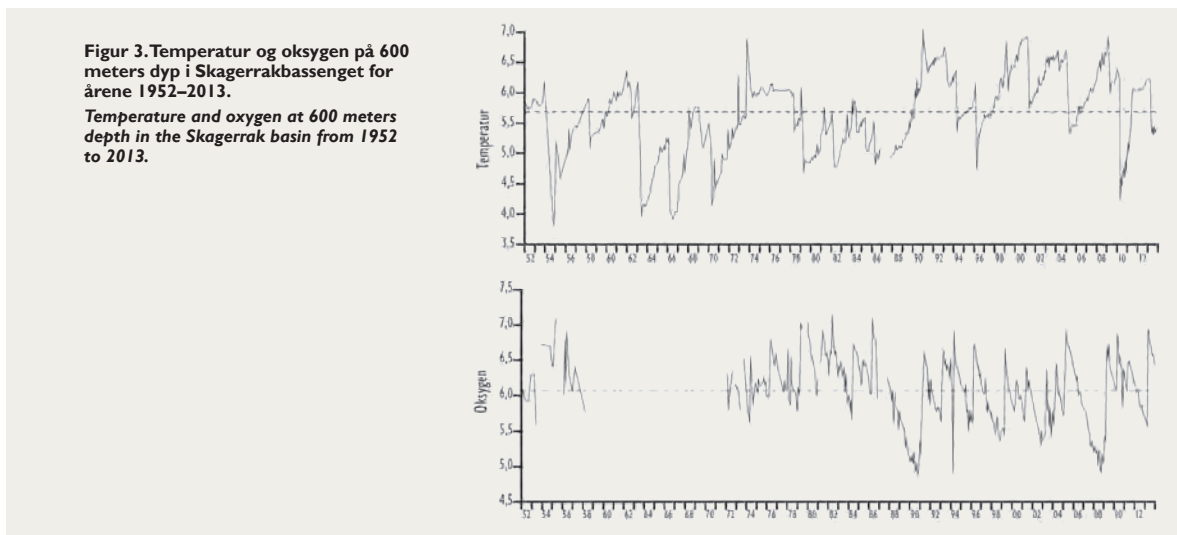
Sjøtemperaturene i overflaten i Skagerrak lå 1–2 grader under langtidsmiddelet (1970–1990) gjennom vinteren 2013, mens Nordsjøen hadde temperaturer rundt normalen både i januar og februar. Perioden mars til juni var kald både i Skagerrak og Nordsjøen med temperaturer 1–2 grader under langtidsmiddelet. Spesielt sørlige Nordsjøen var kald til og med juni. Fra juli og ut året lå derimot sjøtemperaturene i både Nordsjøen og Skagerrak 1 til 2 grader over normalen.

Både temperatur og saltholdighet i de atlantiske vannmassene i dypvannet (100–200 meter) i Skagerrak utenfor Flødevigen lå over 1961–1990-normalen helt frem til og med mai 2013, på samme måte som i hele 2012. Spesielt i mars og april hadde de atlantiske vannmassene i Skagerrak

høye verdier. Fra juni 2013 og ut året var derimot både temperatur og saltholdighet nær de normale verdiene med unntak av en økning i saltholdighet i september og oktober (figur 2).

Etter bunnvannsutskiftning i Skagerrak våren 2010 med kaldt nordsjøvann og våren 2011 med varmere atlantehavsvann, skjedde det en ny utskiftning i mars/april 2013, også denne gangen med innstrømmende atlantehavsvann. Det nye bunnvannet førte med seg oksygenrike vannmasser og en liten økning i saltholdighet, og i tillegg ble det observert et fall i temperaturen i Skagerrakbassenget på rundt én grad (figur 3).

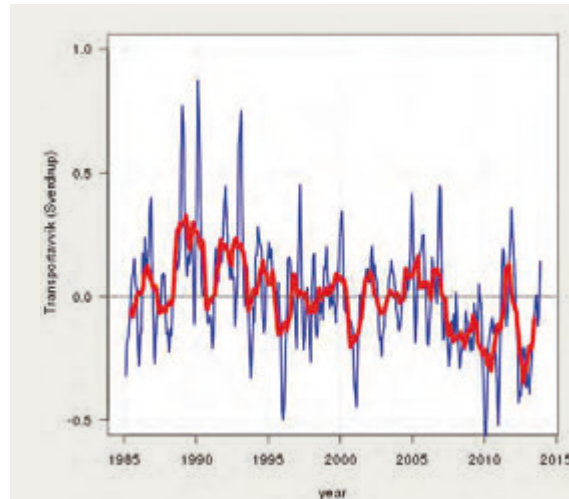
Havsirkulasjonsmodellen NORWECOM er brukt for å beregne transport av atlantehavsvann gjennom et tverr-



snitt mellom Utsira og Orknøyene samt varmeinnholdet i Nordsjøen. Modellberegningene viser at atlantehavsinnstrømmingen til Nordsjøen var relativt lav i 2013; spesielt i første halvår. 2010 er det eneste året etter 1985 som har hatt lavere innstrømming i løpet av første halvår. Resten av 2013 var innstrømmingen noe over langtidsmiddelet med de største transportene mot slutten av året. Gjennom Den engelske kanalen var transportene lave hele året (figur 4).

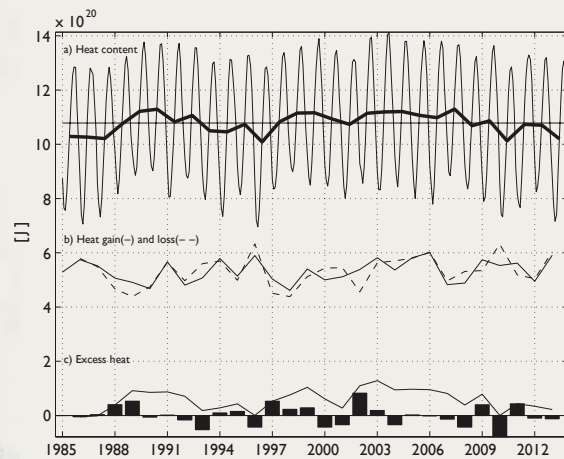
Det modellerte varmeinnholdet for hele Nordsjøen og Skagerrak for perioden 1985–2013 viser både sesongva-

riasjoner (økt varmeinnhold om sommeren samt tap av varme og derfor varmeinnholdsminimum om vinteren) og langperiodiske svingninger. I 2013 var vinteravkjølingen totalt sett blant de største siden 1985. Til sammenlikning var varmetapet større enn vinteren 2010, og det er kun vintrene 1986 og 1996 som hadde større varmetap. Oppvarmingen gjennom sommeren og høsten 2013 kompenserte noe for den kraftige avkjølingen, men året sett under ett ga et lite varmetap for Nordsjøen og Skagerrak (figur 5).



Figur 4. Modellert avvik i transporten inn i Nordsjøen gjennom snittet Orknøyene–Utsira mellom 1985 og 2013. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m³/s). Tre måneders (blå linje) og 12 måneders (rød linje) glidende middel er vist.

Modelled transport anomaly through the section Orkney-Utsira between 1985 and 2013. The three months (blue line) and 12 months (red line) running averages are displayed.



Figur 5. a) Modellert varmeinnhold i Nordsjøen for perioden 1985–2013. Månedss- 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.

a) Modelled North Sea heat content for the period 1985–2013. Monthly (thin line) and annual (thick line) values are shown. b) Heat gain (solid) and loss (dashed line). Heat gain is defined as difference between heat content maximum (in August or September) and minimum (in February or March) for each year. Heat loss is defined as the absolute value of the difference between heat content minimum and maximum the year before. c) Excess heat (bars) and accumulated excess heat (line). Positive values mean a net heat gain, i.e., the North Sea summertime heat gain is larger than the heat loss the winter before.

The North Sea and Skagerrak

The North Sea and Skagerrak surface waters were relatively cold during the winter 2013, and the inflow of Atlantic water between the Orkneys and Norway was low. Although the near surface temperatures were low, the Skagerrak deep water was relatively warm and saline during the first half of 2013; similar to the entire 2012.

During summer and autumn the surface temperatures in the North Sea and Skagerrak were relatively high along with an increased inflow of Atlantic water. The heat content for the entire North Sea and Skagerrak was considerably reduced during winter and spring leading to an overall loss of heat for 2013.

Norskehavet

Det innstrømmende atlantehavsvannet langs kontinentalskråningen var i 2013 fortsatt noe varmere enn normalt i sør, mens lenger nord var temperaturen i vannet som normalt. I sørlige Norskehavet, nordøst for Færøyene og Island, var temperaturen betydelig over normalen – opptil 1 grad over. Innstrømmingen av atlantehavsvannet var svakere enn normalt vinteren og våren 2013, men sterkere enn normalt resten av året. Det gjorde at årsmiddelet ble det samme som langtidsmiddelet.

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

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 én Sv er definert som transporten av én 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 Færøyrenna og inn i Norskehavet.

Etter 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 årsmiddelet vært nær langtidsmiddelet med unntak av 2009 og rundt 2010–2011, hvor det lå henholdsvis litt under og litt over. Vinteren og våren 2013 var innstrømmingen svakere enn normalt, 0,5 Sv under normalen, antakelig som et resultat av svakere sørvestlige vinder enn normalt på denne årstiden. Resten av året var innstrømmingen derimot litt sterkere enn normalt, slik at snittet for perioden januar–oktober 2013, som er slutten på tidsserien, var lik langtidsgjennomsnittet.

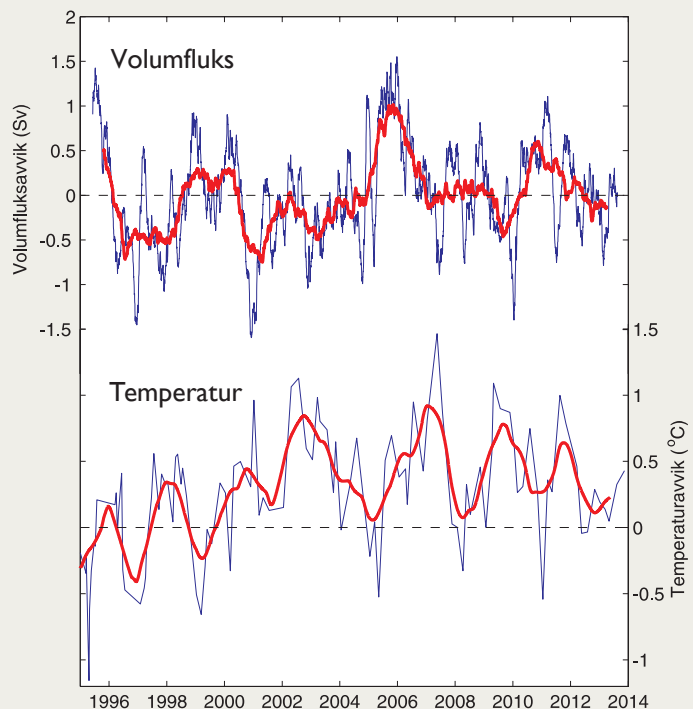
Temperatur

I samme område 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 det har vært flere svingninger med 2–5 års varighet. Temperaturen var 0,4 °C over langtidsmiddelet i 2011, men sank ytterligere de neste to årene og har så vidt vært over langtidsmiddelet i 2012 og 2013. De høye temperaturverdiene som har vært observert på 2000-tallet skyldes hovedsakelig varmere og saltere innstrømmende vann fra Nord-Atlanteren inn i Norskehavet.

På Svinøysnittet var temperaturen nær eller over normalen gjennom hele 2013 (figur 7). Sammenlignet med året før var temperaturen lavere på våren, men høyere senere i året. I gjennomsnitt var temperaturen for 2013 på Svinøysnittet

Figur 6. Øverst: Avvik i transporten av atlantehavsvann som strømmer gjennom Svinøysnittet ved Eggakanten i Sverdrup (1 Sv = 1 million m³/s). 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).

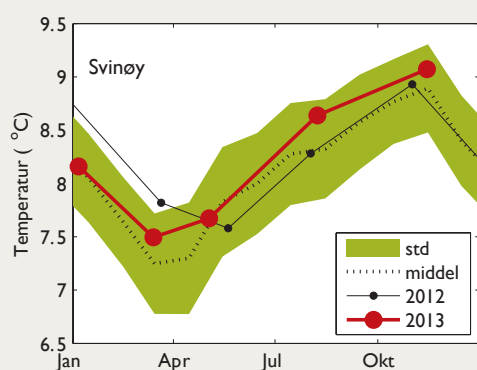
Upper figure: Volume transport anomalies of Atlantic water at the shelf edge through the Svinøy transect in Sverdrup (1 Sv = 1 million m³/s). Three months (blue) and one year (red) moving averages are shown. Courtesy of the Geophysical Department, University of Bergen. Lower figure: Temperature anomalies, averaged between 50 and 200 m, in the core of the Atlantic water in the transect Svinøy–NW. The single observations (blue line) and one year moving averages (red line) are shown.



0,2 °C over normalen, som var tilsvarende som året før. I andre snitt lenger nord langs kontinentkråningen var temperaturen i det innstrømmende atlantehavsvannet lavere og høyere enn normalen for henholdsvis vår og sommer 2013. Temperaturen der var også betydelig lavere i 2013 sammenlignet med 2012. Saltholdigheten i de faste snittene var i 2013 lavere enn i 2012, men fortsatt noe høyere enn normalen.

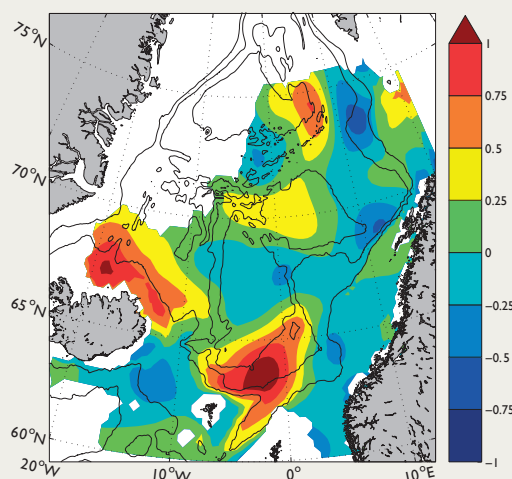
Målinger fra Norskehavet våren 2013 viser at temperaturen i de øvre 50 til 200 meter var over og under normalen i

forskjellige områder (figur 8). De største positive avvikene var i sørlige Norskehavet med opptil 1 grad over langtidsmiddelet nordøst for Færøyene og Island. Disse områdene er påvirket av transport av arktisk vann fra vest med Den østislandske strømmen, og store årlige temperaturvariasjoner blir observert her. For eksempel ble det i fjor i samme område, nordøst for Færøyene, observert temperaturer mer enn 2 grader under langtidsmiddelet.



Figur 7. Temperaturutviklingen i kjernen av atlantehavsvannet for Svinøysnittet i 2013 og 2012. Verdiene er et gjennomsnitt for temperaturene mellom 50 og 200 meters dyp. Langtidsmiddelet (sort stiplede linje) og standardavvik (grønt felt) gjelder for perioden 1981–2010.

Temperature, averaged between 50 and 200 meters, in the core of the Atlantic water in the transect Svinøy–NW during 2013 and 2012.



Figur 8. Temperaturavvik, midlet over 50–200 meters dyp, for mai 2013 i forhold til gjennomsnittet for perioden 1995–2013. Konturintervall er 0,25 °C.

The distribution of temperature anomaly, averaged between 50–200 m depth, in May 2013 compared to the long term mean (1995–2013).

The Norwegian Sea

The temperatures in the Atlantic water along the Norwegian continental shelf were in 2013 about normal. In the southern Norwegian Sea, Northeast of the Faroese and Iceland, the temperatures were considerable

higher than normal, as high as one degree Celcius above the long-term mean. The volume transport of Atlantic water to the Norwegian Sea was in 2013 equal to the long-term mean.

Barentshavet

Havtemperaturen i Barentshavet var lavere, men fremdeles over langtidsmiddelet i 2013. Sett under ett var innstrømmingen noe høyere, havtemperaturene lavere og isdekket om vinteren litt større i 2013 enn i 2012. I det østlige Barentshavet er det fremdeles betydelig varmere enn langtidsgjennomsnittet.

RANDI INGVALDSEN | randi.ingvaldsen@imr.no

Temperatur og mengde innstrømmende atlantehavsvann til Barentshavet er avgjørende for temperaturforholdene i havområdet, men de to forholdene varierer ikke nødvendigvis i takt (figur 9). 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 nordvind. 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 9 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. Høsten 2011 og vinteren 2012 var innstrømmingen spesielt lav, men økte frem mot våren 2013. Måleserien har foreløpig bare data tilgjengelig frem til våren 2013, så det er ikke kjent hvordan innstrømmingen har vært høsten 2013.

Temperatur

Snittene Fugløya–Bjørnøya og Vardø–Nord, som fanger opp alt atlantehavsvann som går inn i Barentshavet i vest, viser at atlantehavsvannet som strømmet inn i Barentshavet fra sør hadde temperaturer på 0,3–0,7 °C over langtidsmiddelet i 2013 (figur 9 b). Dette er lavere enn det som er blitt observert de siste to, tre årene.

Målinger fra sensommeren i hele Barentshavet viste rekordhøye temperaturer i overflaten i 2013, spesielt i østlige deler av havet. Dette hadde sammenheng med særdeles høye lufttemperaturer i området sommeren 2013. Lenger nede i dypet var temperaturene mer normale, og i 50–200 meters dyp var det mellom 0 og 0,5 °C varmere enn langtidsmiddelet i hele den vestlige delen av havet (figur 10). Dette er lavere enn det som har vært observert i de siste årene. I det østlige Barentshavet var temperaturene opptil 2 °C over langtidsmiddelet.

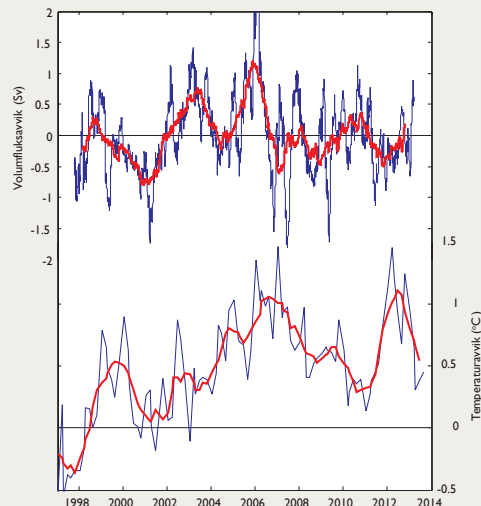
Is

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 11). Vinteren 2013

hadde litt mer is enn året før, sannsynligvis på grunn av de litt lavere temperaturene. Sensommeren 2013 var omtrent hele Barentshavet isfritt slik det også var i 2011 og 2012.

The Barents Sea

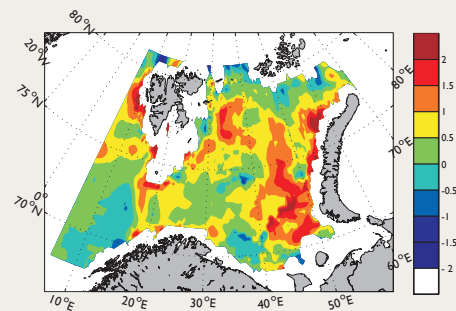
The ocean temperatures in the Barents Sea were lower, but still above the long term mean in 2013. Highest temperatures were observed in the eastern Barents Sea. Over the year the inflow was somewhat higher, the temperatures lower and the ice cover was slightly larger during winter; compared to 2012.



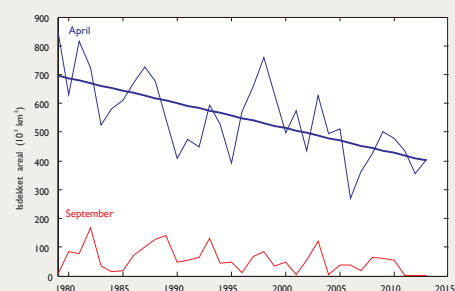
Figur 9. Øverst: Avvik i transporten av atlantehavsvann som strømmer inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya–Bjørnøya-snittet). Avviket er målt i forhold til middelet over perioden 1977–2013 og transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m³/s). 3 måneders (blå 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 m dyp og tilsvarende målte verdier (blå linje) og 1 års glidende middel (rød linje).

Upper panel: Volume flux anomalies (in Sv) in the Atlantic Water in the south-western entrance to the Barents Sea. The lines show 3 months (blue) and 1 year (red) moving average. **Lower panel:** Temperature anomalies in the Atlantic Water in the 50–200 m layer. The lines show measured values (blue) and 1 year (red) moving average.

Figur 10. Temperaturavvik i 50–200 m dyp i august–september 2013 i forhold til langtidsmiddelet (1977–2006). Temperature anomalies in 50–200 m depth in August–September 2013 (compared to the mean from 1977–2006).



Figur 11. 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. Ice area in the Barents Sea (10–60°E, 72–82°N) at maximum (April) and minimum (September) ice coverage. The thick blue line shows the linear trend.



Dyreplankton i Nordsjøen

I 2013 ble det målt noe lavere mengder av raudåte i Nordsjøen forhold til foregående år, og færre varmekjære arter. Den totale mengden av dyreplankton i Skagerrak var lavere enn tidligere år.

TONE FALKENHAUG | tone.falkenhaus@imr.no

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

Biomasse

Gjennomsnittsbioassen for hele det undersøkte området i april 2013 var om lag på samme nivå (4,8 g/m²) som i fjor (5,0 g/m²), men den romlige fordelingen skilte seg fra foregående år (figur 1). I 2013 ble de største konsentrasjonene observert i de nordlige og sentrale områdene av nordsjøplataet. I de vestlige (ved De britiske øyer) og østlige områdene (over Norskerenna) var konsentrasjonene vesentlig lavere enn i foregående år. Dette kan skyldes forholdsvis lav transport av atlantisk vann inn i Nordsjøen og Skagerrak i denne perioden.

Årlig gjennomsnittlig dyreplanktonbiomasse ved skagerrakkysten har variert fra 0,68 til 1,58 g/m² for årene 1994 til 2013. Årene 2010 til 2012 lå bioassen over langtidsmidelen, men i 2013 var gjennomsnittsbioassen noe lavere enn året før. Dette skyldes fremfor alt lave mengder av den største fraksjonen (>1000 µm) i vårsesongen.

Calanus

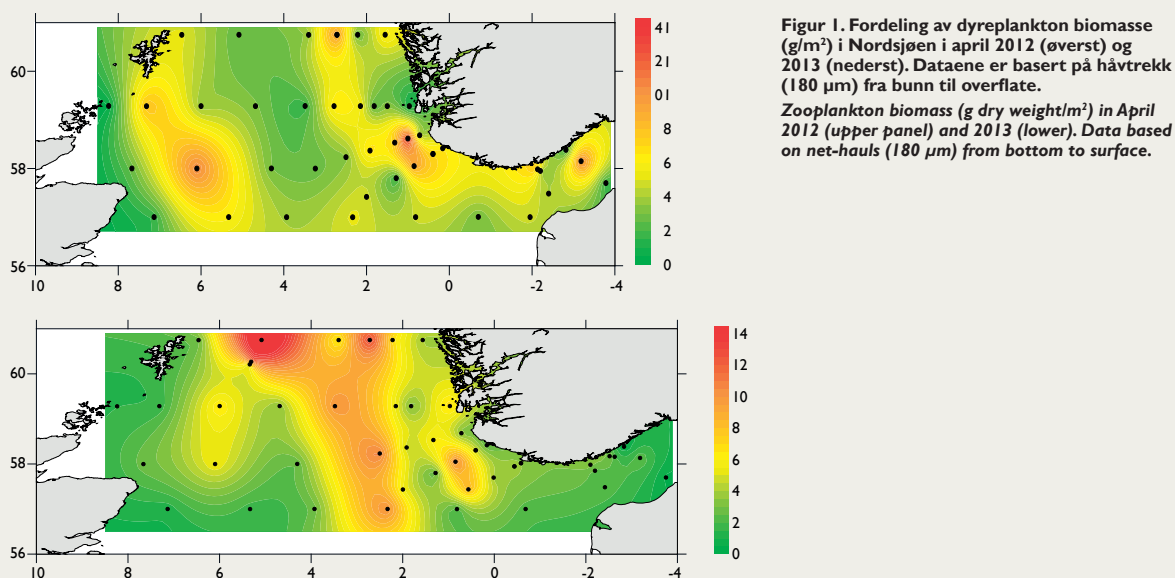
Raudåte (*Calanus finmarchicus*) og dens nære slektning *C. helgolandicus* lever begge i Nordsjøen og Skagerrak, med opptil 80 prosent av den totale bioassen av dyreplankton i vårsesongen. I Nordsjøen lever begge artene i utkanten av sitt biogeografiske utbredelsesområde, og de er derfor følsomme for klimatiske endringer. I varme perioder øker

utbredelsen av *C. helgolandicus* nordover, mens forekomsten av *C. finmarchicus* går tilbake. Variasjoner i forholdet *C. finmarchicus*/*C. helgolandicus* er derfor en god indikator på endringer i havklima. I tillegg til temperatur, har innstrømmingen av atlantisk vann stor betydning for å opprettholde bestanden av raudåte i Nordsjøen og Skagerrak. Denne innstrømmingen var spesielt lav i første halvdel av 2013. Det ble registrert lavere mengder av raudåte i 2013 sammenlignet med foregående år, særlig i de østlige områdene mot norskekysten og i kystvannet langs skagerrakkysten. Men til tross for lave tettheter, var raudåta den dominerende *Calanus*-arten i nordlige Nordsjøen gjennom hele vår- og sommersesongen (60–99 prosent).

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 om høsten, slik at den vanlige sekundære oppblomstringen av hoppekreps i august–september er kraftig redusert de siste årene. *Pseudocalanus* er en av de mest tallrike hoppekrepsene i Nordsjøen. På sensommeren kan *Pseudocalanus* dominere dyreplanktonet både i antall og i biomasse. Den regnes som den viktigste hoppekrepsen i næringskjeden i Nordsjøen etter *Calanus*.

Arter som forekommer i lavt antall betyr lite i forhold til den totale bioassen eller produksjonen av dyreplank-



ton. Imidlertid er flere av artene karakteristiske for ulike vannmasser og miljøforhold, og de kan derfor brukes som indikator på endringer i temperatur eller vanntransport. De varmekjære hoppekrepse *Mecynocera clausi*, *Mesocalanus tenuicornis* og *Calocalanus* registreres jevnlig i Nordsjøen, og indikerer atlantiske vannmasser knyttet til Den nordatlantiske drift. Ingen av disse artene ble registrert i 2013, og det tyder på lav innstrømming av atlantisk vann i området.

I 2013 ble det registrert moderate mengder av brennmaneter langs skagerrakkysten, og svært lite glassmaneter. Om høsten og vinteren ble det imidlertid observert forholdsvis mange krystallmaneter (*Aequorea sp.*) langs kysten av Skagerrak og Nordsjøen (se faktaboks).

Zooplankton in the North Sea

The average zooplankton biomass measured in the northern North Sea in April 2013 was close to the long-term mean. In the eastern part of the area, and in coastal waters of Skagerrak, low abundances of *Calanus spp* was observed and the average biomass was below the long term average. The abundances of the species group *Pseudocalanus/Paracalanus* has been declining after 2003, and was still below average in 2013. Few records of warm-temperate copepod species, associated with inflow of Atlantic water, were made in 2013.

FAKTA

Fra manet til selvlysende akvariefisk



Foto: Øystein Paulsen

Aequorea sp. (krystallmanet).
Crystal jelly.

Krystallmaneten *Aequorea* (fra latin *aequoreus* 'fra havet') observeres oftest utover høsten og vinteren i våre farvann. I 2013 ble maneten registrert forholdsvis hyppig langs kysten av Skagerrak og Nordsjøen. Slekten *Aequorea* omfatter minst 23 beskrevne arter, men slektsforholdet er usikkert. I Nordsjøen er *A. vitrina* og *A. forskalea* de vanligste artene. *A. victoria* er en stillehavsart som forekommer på vestkysten av Nord-Amerika.

Aequorea spiser dyreplankton, inkludert geléplankton som glassmaneter og ribbmaneter. Krystallmaneten kan derfor ha en viktig økologisk rolle ved å redusere populasjonene til andre maneter.

Aequorea har den spesielle egenskapen at den avgir grønt lys. Det grønne lyset produseres ved hjelp av såkalt grønt fluorescerende¹ protein (GFP) som kan utnyttes ved cellebiologiske studier. Ved å koble GFP til ulike proteiner, viser det fluorescerende lyset om proteinene er aktive og hvordan de beveger seg i levende celler. I 2008 gikk Nobelprisen i kjemi til forskerne som oppdaget GFP i *A. victoria* og utviklet GFP-teknologien. I senere år er manetproteinene også brukt for å få frem genmodifisert selvlysende akvariefisk.

¹ fluorescens = utsending av lys fra et stoff når stoffet bestråles.

Dyreplankton i Norskehavet

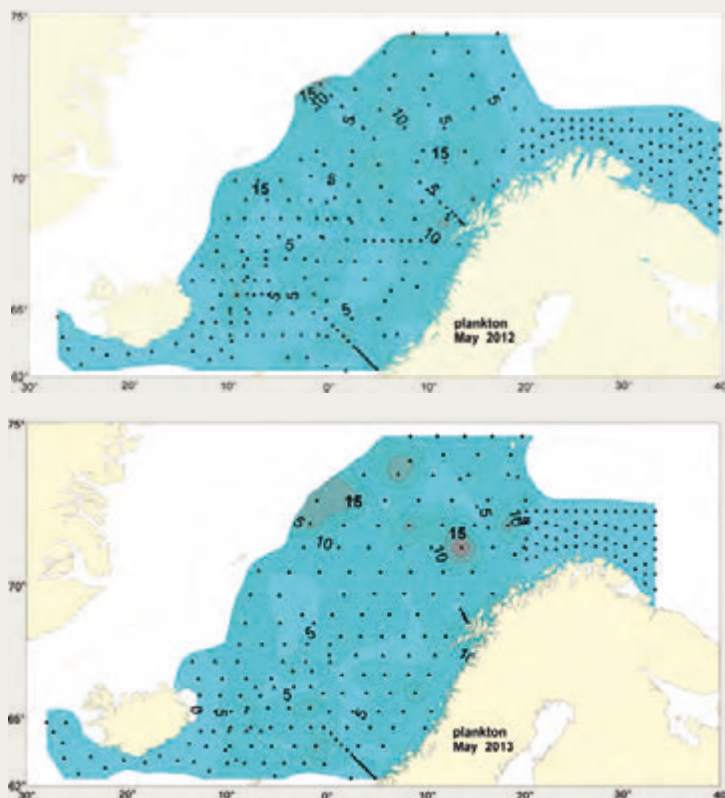
Nedgangen i mengden dyreplankton i Norskehavet har flatet ut etter 2009, og de siste årene har det vært en tendens til at mengden øker. Etter noen år med en økning i antall ”nye” sørlige arter i Norskehavet, er det de siste årene observert færre sørlige arter. Denne trenden fortsatte i 2013, og skyldes trolig skifte i temperatur eller vanntransport sørfra på grunn av klimaendringer eller mellomårlege variasjoner.

CECILIE BROMS | cecilieb@imr.no

Dyreplanktonmengdene i store deler av Norskehavet måles med håv i de øvre 200 meterne. Dekningen i mai 2013 var tilsvarende dekkningen i 2012, 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. Denne trenden fortsatte frem til 2009, deretter har den flatet ut, og i de siste årene, inkludert 2013, har det vært en tendens til en økning. Dyreplanktonbiomassen i 2013 var på 7,2 g tørrvekt/m², og er nå noe over halvparten av langtidsgjennomsnittet for perioden 1997–2013. I mai 2013 ble de største konsentrasjonene observert i det arktiske frontområdet nordøst for Jan Mayen og i atlantisk vann nord for Lofoten (figur 1). Fordelingen i mai 2013 var liknende til fordelingen i mai 2012.

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 endringsmønster 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. Mengdeberegningen for 2013 ble imidlertid ikke inndelt i de ulike vannmassene, men er gitt som total



Figur 1. Dyreplanktonfordeling (g tørrvekt/m²) i De nordiske hav i de øvre 200 meterne i mai 2012 (øverste figur) og 2013 (nederste figur) fra ICES-koordinerte tokt.

Zooplankton distribution (g dry weight/m²) in the upper 200 meters in the Nordic Seas in May 2012 (upper figure) and 2013 (lower figure) from ICES coordinated surveys.

mengde. For 2011 og 2012 viste beregningene at det har vært en økning i planktonmengden i arktisk vann, men verdien for 2012 bygger bare på én stasjon. I atlantisk vann holdt planktonmengden seg i 2011 og 2012 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

Generelt har planktonarter som tidligere var vanlige i Nordsjøen og lenger sør, i økende grad blitt observert sør i Norskehavet, og også lenger nordover langs kysten. Dette gjelder særlig hoppekreps som *Mesocalanus tenuicornis*, *Phaenna spinifera*, *Euchaeta hebes*, *Scottocalanus securifrons*, *Undeuchaeta plumosa*, *Comantenna sp.*, *Metridia brevicaudata*, *Eucalanus crassus* og *E. longatus*. *Lucicutia ovalis* ble først funnet på Svinøysnittet i 2010. Vingesneglen *Cymbulia peroni* er også regelmessig blitt funnet i Norskehavet. I Nordsjøen og langs vestlandskysten har forskerne sett et økende innslag av den sørlige hoppekrepsen *Calanus helgolandicus*. Denne er nær beslektet med *Calanus finmarchicus*, som er den dominerende hoppekrepsen i Norskehavet.

I 2011 og 2012 ble det derimot observert færre sørlige arter. *Eucalanus spp*, *Mesocalanus tenuicornis* og *Calocalanus spp* ble fortsatt observert, men sjeldnere enn tidligere. Andre sørlige hoppekreps fant man sjelden eller aldri i prøvene fra 2011 og 2012. Vingesneglen *Cymbulia peroni* ble bare observert én gang på Svinøysnittet i 2012. I 2013 ble enda færre sørlige arter observert, og bare følgende hoppekreps ble funnet i små mengder: *Mesocalanus sp.* (figur 2), *Calocalanus sp.* og *Lucicutia sp.* *Calanus helgolandicus* finnes fortsatt i det sørøstlige Norskehavet, men det må opparbeides flere prøver fra de tidligste årene

og gjøres flere analyser før vi kan si noe sikkert om trender og mellomårslige variasjoner.

Ribbemaneten *Mnemiopsis leidyi* er også observert sjeldnere de siste årene. *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. Det gjøres ikke regelmessig overvåkning av *M. leidyi* i Norskehavet, inkludert kystområdene. *M. leidyi* ble i 2009 og 2010 observert langs norskekysten nordover til Trondheimsfjorden, og den hadde dermed en fordeling som strakte seg lenger nordover enn tidligere observert. I 2011 og 2012 har det derimot vært få eller ingen observasjoner av *M. leydyi* 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 2013 er det ikke observert *M. leidyi* i norske havområder.

Endringer i forekomsten av sørlige arter i Norskehavet kan skyldes endringer i temperatur eller vanntransport sørfra som følge av klimaendringer eller mellomårslige variasjoner.

Zooplankton in the Norwegian Sea

The decrease in the zooplankton biomass in the Norwegian Sea has stabilized after 2009, and in recent years there has been a tendency of increase. After some years with an increase in the number of “new” southern species in the Norwegian Sea, fewer southern species have been observed during the last few years. This trend continued in 2013, and is probably caused by changes in temperature or water transport from south, due to climate changes or interannual variations.



Figur 2. *Mesocalanus sp.* var en av få "nye" sørlige hoppekreps som fortsatt ble observert i Norskehavet i 2013.

Mesocalanus sp. was one of the few "new" southern copepods which were still observed in the Norwegian Sea in 2013.

Foto: Havforskningsinstituttet

Dyreplankton i Barentshavet

I 2013 ble det målt en klar nedgang i mengde dyreplankton i Barentshavet i den delen som overvåkes av Norge; særlig i atlantiske vannmasser og polarfrontvann. Ikke siden 1992 er det observert tilsvarende lave forekomster. Et sterkt beitepress fra den store loddebestanden antas å ha medvirket til den lave dyreplanktonbiomassen, men det kan også ha vært mindre dyreplankton enn normalt i atlanterhavsvannet som strømmer inn mellom Fugløya og Bjørnøya. Dette kan ha bidradd til lavere lokal produksjon og stående biomasse sentralt i havet.

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

Fordelingen av dyreplanktonet i 2013 er relativt lik den som er observert i tidligere år. Det er flekkvis høye verdier i den sørlige delen av Barentshavet, likeens i nord og nordvestlige områder, hvor biomassene i enkelte områder er over 10 gram tørrvekt/m². Et annet karakteristisk trekk i 2013 som

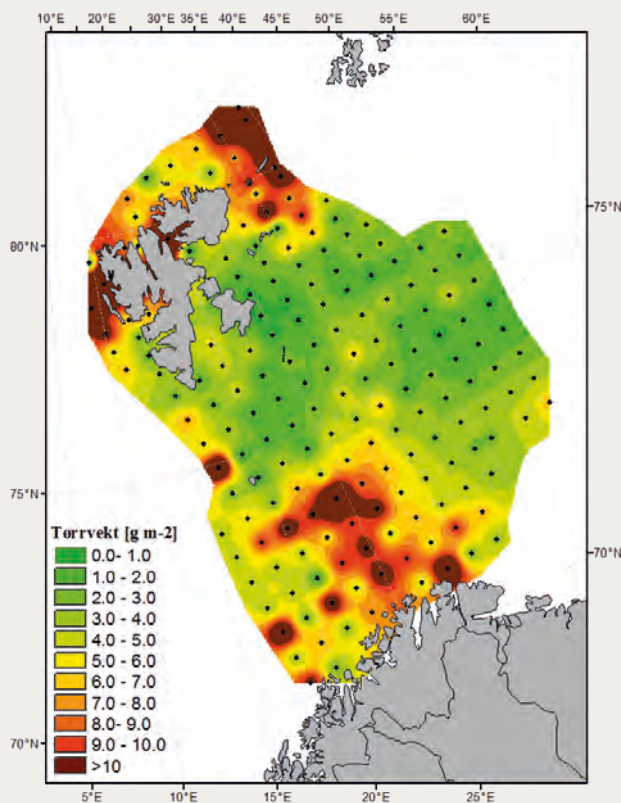
tidligere år, er de svært lave dyreplanktonmengdene (under 2 gram tørrvekt/m²) i sentrale og østlige deler av det undersøkte området, særlig knyttet til de store, grunne bankene og tilgrensende områder (figur 1). Det synes imidlertid som om områdene med lav biomasse har en større utbredelse i 2013 enn foregående år, noe som kan indikere et betydelig beitepress i disse områdene siste sesong. Vi observerer at loddebestanden har holdt seg ganske høy i en lengre periode. I snitt har bestanden vært på ca. 3,8 millioner tonn de siste seks årene, og vi antar at et betydelig beitepress fra lodde og andre viktige predatorer vil påvirke variasjonen fra år til år i mengden av dyreplankton i Barentshavet.

Nedgangen i planktonmengdene finner sted i alle størrelsesfraksjoner. Mest merkelig er nedgangen i den største fraksjonen (>2000 µm) som i 2013 var den laveste som er observert siden 1988 (figur 2). Den største fraksjonen består hovedsakelig av større hoppekrepsarter som *Calanus glacialis* (ishavsåte), *C. hyperboreus*, *Metridia*-arter, *Pareuchaeta*-arter og pilormer. 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. Biomassen i størrelsesfraksjonen 1000–2000 µm består i stor grad av raudåte i atlantiske vannmasser, mens ishavsåta, en nær slektning av raudåta, oftest dominerer i arktiske vannmasser. Små planktonorganismer som ikke lar seg fange i standardhåver med en maskevidde på 180 µm, vil nok tidvis være tallrike, men ha langt mindre betydning for den stående biomassen som måles.

Totalt sett er dyreplanktonmengdene i 2013 i de delene av Barentshavet som Norge overvåker, de laveste som er observert siden 1992, i snitt 5,16 gram/m² tørrvekt. Dette er en klar nedgang fra de noe usikre målingene i 2012, men også klart lavere enn gjennomsnittet for perioden 2006–2011 (6,75 gram/m² tørrvekt), så vel som langtidsmiddelet for hele tidsserien på 6,92 gram/m² tørrvekt.

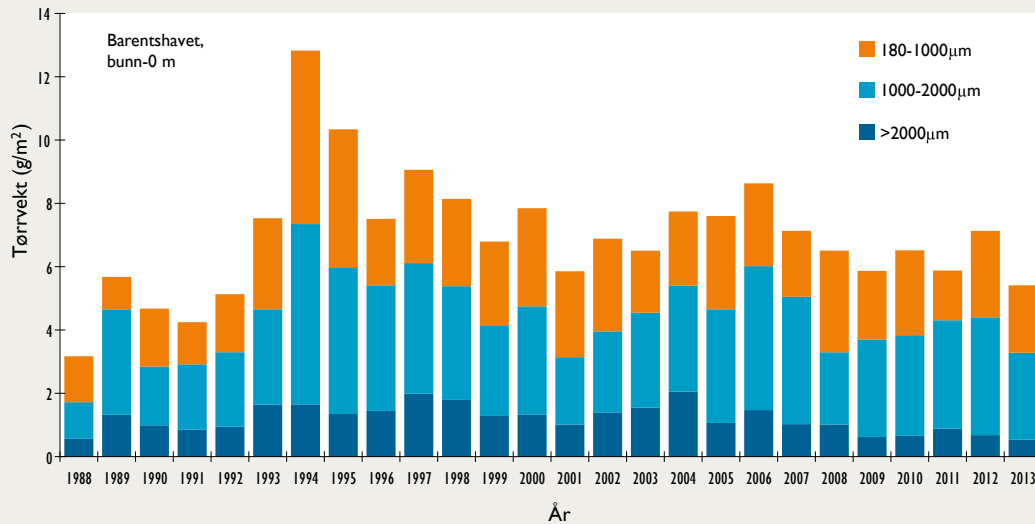
Dersom vi betrakter dyreplanktonbiomasse i forhold til vannmasstyper, er nedgangen spesielt tydelig i det som klassifiseres som atlantiske vannmasser; fra 11,3 gram/m² i 2006 til 5,85 siste år. I polarfrontvann har dyreplanktonbiomasse gått ned fra 7,7 i 2005 til 3,8 gram/m² tørrvekt i 2013. Disse resultatene støtter det vi observerer for totalbiomassen, og viser at vi har hatt en tilnærmet halvering av biomassen i disse vannmassene siden 2006.

De hydrografiske forholdene i områdene med høye planktonmengder nord for ca. 79°N er kompliserte. De



Figur 1. Fordeling av dyreplankton biomasse (g/m² tørrvekt) i Barentshavet i 2013 fra bunn til 0 meter.

Distribution of zooplankton biomass (g/m² dry weight) in the Barents Sea in 2013 from bottom to 0 meters.



Figur 2. Størrelsesfraksjonert biomasse (g/m² tørrvekt) av dyreplankton i Barentshavet i perioden 1988–2013.
Size fractionated zooplankton biomass (g/m² dry weight) in the Barents Sea in the period 1988–2013.

er influert av varmere atlantiske vannmasser i øvre del av vannsøylen som kommer inn fra sørligere områder i Barentshavet, og av arktisk vann intermediært fra nord og atlantiske vannmasser som er introdusert via den dypere delen av vannsøylen fra vest rundt Svalbard. Tilførsel av raudåte fra vest eller gode produksjonsforhold for arten kan ha bidratt til de høye biomassene som er observert i området. Det kan heller ikke utelukkes at også ishavsåta og andre kaldtvannarter av dyreplankton bidrar vesentlig i disse områdene som er tydelig influert av arktiske vannmasser.

Tidligere år har det til dels vært observert store planktonforekomster i vest mellom Bjørnøya og Spitsbergen mot Storfjorden, men i 2013 ble det observert relativt små mengder i området (figur 1). Dette er atypisk, og kan skyldes redusert tilførsel av raudåte med atlantiske vannmasser, dårlige produksjonsforhold lokalt eller muligens økt predasjon.

Artssammensetningen av *Calanus* på snittet Fugløya–Bjørnøya viser at den boreale raudåta dominerer og at mengden av arten ikke har endret seg mye i perioden fra 1995 til 2013, med et gjennomsnitt på ca. 27 000 individer per m². Imidlertid ser vi en klar nedgang i 2013 (i gjennomsnitt 7900 individer per m²) i forhold til i 2012 (i gjennomsnitt 46 300 individer per m²). Dette synes å være i tråd med at planktonbiomassen målt i hele Barentshavet også var svært lav i 2013 (se over). Imidlertid må disse resultatene tolkes med forsiktighet siden tallene for snittet Fugløya–Bjørnøya i 2013 er noe mer usikre, da de kun er basert på tre dekninger mot 5–6 dekninger tidligere år. Andelen av de arktiske artene ishavsåte og *C. hyperboreus* er mer variabel med gjennomsnittlige tettheter ned mot henholdsvis 107 og 21 individer per m² i 2013. Tendensen er at mengdene av disse artene går ned. Dette kan skyldes vedvarende høy innstrømming av varmere vann til Barentshavet kombinert med en svakere tilførsel av kaldere vannmasser fra nord. Nedgangen er spesielt merkbar i den

sørlige delen av snittet Fugløya–Bjørnøya, der de arktiske artene har vært mer eller mindre fraværende siden 2008. Når det gjelder *C. helgolandicus*, en periodisk immigrant fra sør, er denne i varierende grad til stede ved inngangen til Barentshavet, særlig i tidsrommet desember–januar. Våre data (1995–2013) viser generelt en høy prosentvis forekomst av denne arten om vinteren, en periode hvor raudåta overvintrer på dypt vann og er inaktiv. Det er imidlertid ingen økning i den relative forekomsten av *C. helgolandicus* i denne perioden, noe som antyder at arten heller ikke har økt i absolutt mengde ved inngangen til Barentshavet.

Zooplankton in the Barents Sea

Zooplankton species play a key role in the Barents Sea ecosystem by channeling food from primary producers to animals higher up the food web. The average zooplankton biomass in 2013, in the Norwegian sector, shows a clear decrease in biomass (5.16 g/m² dry weight) compared to the long term mean of 6.92 g/m² dry weight, monitored since 1988. The decrease in biomass was especially notable in the Atlantic and Polar Front waters. Zooplankton biomass can vary considerably between years and appears to be controlled largely by predation pressure e.g. capelin, although its yearly impact could also vary between regions. The capelin stock size has been relatively high during the last 6 years, exerting a high predation pressure on zooplankton. In addition, transport of plankton from the Norwegian Sea into the Barents Sea may have been low, and could at least partly be responsible for the low local biomass observed in the central Barents Sea.

Krillen vokser ut av skallet

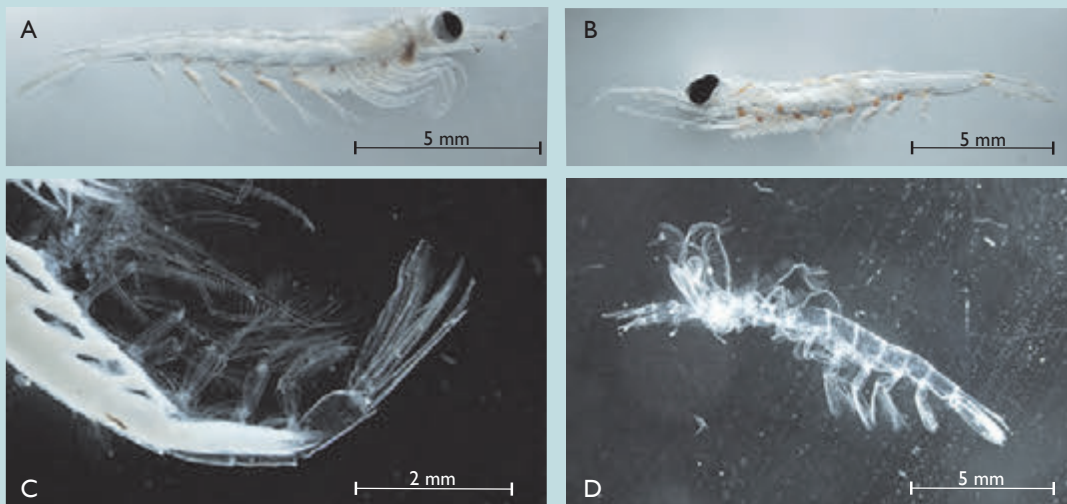


Foto: Erik Sperfeld

Den største gruppen marine organismer tilhører gruppen Crustacea (krepser), og inkluderer hummer, krabbe, reker, krill, kopepoder og mange andre. Alle krepser har et ytre skjelett eller skall, som består av kitin, kalsium og andre komponenter som gir beskyttelse og feste for musklene. Et krepsdyr vokser og går igjennom en rekke veldefinerte stadier fra nyklekket larve til voksent individ, men skallet vokser ikke. Derfor må dyret skifte skall slik at det blir plass til den voksende kroppen. Skallskiftet er kontrollert av hormoner. En kan måle veksten hos f.eks. krill ved å måle størrelsen på det tomme skallet eller deler av dette, f.eks. haledelen, i laboratoriet. Karakteristiske kjennetegn på skallet gir viktig informasjon om kjønn, modningsgrad og stadium. Hyppigheten av skallskiftene vil være avhengig av hvilke vanntemperaturer og næringsbetingelser krepsdyret lever under.

Krepser har stor direkte og indirekte betydning for mennesket. Store krepser som reke, hummer og krabbe benyttes som mat over hele verden. Mindre krepser som lever i vannsøylen (dyreplankton), for eksempel kopepoder og krill, er et viktig bindeledd i den marine næringskjeden. De overfører energi fra primærprodusentene (planteplankton) til dyr høyere oppe i næringskjeden.

padmini.dalpadado@imr.no

Figur 1. Bilder av *Meganyctiphanes norvegica* (A), *Thysanoessa longicaudata* (B), krill i ferd med å skifte skall (C), og et tomt skall etter skallskiftet (D).

Images of *Meganyctiphanes norvegica* (A), *Thysanoessa longicaudata* (B), krill in the process of shedding the exoskeleton (C), and fully detached exoskeleton (D).

Crustaceans shed their exoskeleton

Although crustaceans such as copepods and krill grows and develops through a series of stages throughout its lifespan from newly hatched larvae to an adult individual, its exoskeleton does not, so the animal must shed their exoskeleton or moult in order to make room for its growing body. This process is controlled by hormones. One can monitor individual growth by measuring the size of the moult (e.g. tail end) under experimental conditions. In addition, particular features on the moults can provide specific information on the individual's sex, maturity state and developmental stage. The period between moults; usually referred to as "inter-moult period", may considerably depend on water temperature and ambient food conditions.



Ti år med økosystemtokt avdekker endringer i Barentshavet

Livet i Barentshavet er i endring. Det skjer i et av områdene på kloden hvor klimaendringene merkes tydeligst. Norske og russiske havforskere har dokumentert at torsken står lenger nord og øst enn tidligere. Økosystemtoktet har også avdekket at andre arter er på flyttefot.

MARIA FOSSHEIM | maria.fossheim@imr.no, KNUT SUNNANÅ og GUNNAR SÆTRA

Høsten 2003 gikk startskuddet for det første økosystemtoktet i regi av Havforskningsinstituttet og det russiske søsterinstituttet PINRO (Det polare vitenskapelige instituttet for oseanografi og fiskerier) i Murmansk. I ti år har Barentshavet blitt undersøkt «fra a til å» og fra «topp til tå». Det har blant annet gitt nyhetsmeldinger om verdensrekord i nordlig torskeutbredelse (tatt i trålprøve på 82 grader og 30 minutter nordlig bredde i 2012), og en tilsvarende verdensrekord i østlig torskeutbredelse i 2013. Da observerte russiske havforskere nordøstarktisk torsk på 79 grader og 36 minutter østlig lengde. I de samme områdene har man også sett at lodda har flyttet seg svært langt mot nord og øst. Rekebestanden har flyttet seg østover de siste årene, noe som fører til at trålerne må inn i russisk sone for å fiske reker.

Stor satsing

Økosystemtoktet er en av de største satsingene Havforskningsinstituttet har gjennomført de siste årene. Vi har kalt dette for økosystemtoktet fordi de norske og russiske forskningsfartøyene dekker hele økosystemet i geografisk utstrekning i tillegg til økosystemets mange nivåer og funksjoner. Vi undersøker alle organismer fra planteplankton til kvaler, vi tar prøver

fra bunnen og til havoverflata, vi måler strøm, temperatur og saltholdighet, tar prøver som analyseres for forurensning av ulikt slag, vi måler radioaktivitet og registrerer søppel.

Etableringen av et slikt altomfattende tokt er styrt av hensynet til at vår forvaltning av havets ressurser skal være økosystembasert. Strategien for innsamling av data på økosystemtoktet har vært et spleiselag av mange forskjellige faglige tilnærminger. Det viktige utgangspunktet har vært at alt av målinger, prøvetaking og overvåking skjer i de samme posisjonene slik at man i ettertid kan sammenholde dataene og undersøke om det er sammenhenger. Derfor har økosystemtoktet gitt oss en unik dataserie som dekker hele næringskjeden i Barentshavet.

Varmeste tiårsperiode

Dataserien blir mer verdifull for hvert år, og sist høst (2013) passerte den ti år. Samme tiårsperiode har vært den varmeste som er målt i Barentshavet. Som følge av klimaendringer ventes det store endringer i økosystemene i Arktis, der oppvarmingen i snitt er over dobbelt så stor som det globale gjennomsnittet. Denne oppvarmingen påvirker hele næringskjeden. Derfor er det viktig med tidsserier som samler inn data fra flere nivå i næringskjeden (trofiske

nivå) samtidig, og der både kommersielle og ikke-kommersielle arter er med.

Det vi vet per i dag er at gjennomsnittstemperaturen i Barentshavet stiger pga. økt innstrømming av varmere atlantisk vann. Sjøisen har vært i kraftig tilbakegang, og produksjonen øker, særlig i det nordlige Barentshavet. Både plante- og dyreplankton vokser i antall og biomasse, men det er i hovedsak de sørlige, varmekjære artene som øker sin utbredelse, muligens på bekostning av de mer kuldetolerante planktonartene. Det er også tegn på at bunnsamfunnene er i endring. I tillegg til torsk og lodde som er nevnt tidligere, er det en tydelig forflytning av fiskesamfunnene nordover i Barentshavet. De økologiske endringene er sammenfallende med skifter i habitatene og ofte direkte relatert til endring i hydrografiske mønstre. Om dette vil endre større deler av økosystemet, er et åpent spørsmål. Dataserien fra økosystemtoktet gir en unik mulighet til å studere nettopp hvordan oppvarmingen påvirker næringsnettet.

Unik mulighet

Det er lite belyst hvordan effektene av oppvarmingen forplanter seg gjennom næringsnettet – selv om vi har god kjennskap til de viktigste koblingene i næringskjedene. Kunnskapen vi har om



Foto: Gunnar Sætra

Alt skal med. Trålen ristes grundig etter prøvetaking.
Nothing is spilled. The trawl aboard "Johan Hjort" is shaken thoroughly after sampling.

svingninger mellom kalde og varme perioder i Barentshavet, har gitt oss viktig informasjon om hvordan de biologiske organismene (f.eks. kommersielle arter som torsk, hyse, uer, lodde, blåkveite og sel) reagerer på endringer i miljøet. Vi vet mindre om hvordan klimaendringene bidrar til endringer gjennom næringsnettet, og vi støtter oss på modeller når vi ønsker å si noe om fremtiden. Det er derfor betimelig at vi anvender tidsserien fra økosystemtoktet på alle trofiske nivå for å få bedre oversikt. Her kan vi kartlegge hvilke mekanismer som ser ut til å dominere i en oppvarmingsperiode som går ut over det vi er vant til. Dette vil kunne gi oss ny kunnskap som vi kan bruke i rådgivningen vår, og det vil gi bidrag til modellering av økosystemene. Forvaltningen er interessert i at vi fordyper oss i spørsmål om hvilke regioner, trofiske nivå og arter som er mest sårbare for klimaendringer, og hvilke konsekvenser dette kan ha for fiskerier og annen næringsvirksomhet.

Videre utvikling

I samarbeidet med andre institusjoner verden over er det blitt ganske klart at andre miljøer ser på økosystemtoktet i Barentshavet som et av de mest avanserte toktene i verden, og at det er mye å lære fra dette toktet. Samtidig er utfordringen å utnytte denne avanserte plattformen til å utvikle nye sider av ressurs- og miljøovervåkingen. Slik kan vi i større grad oppfylle målet om at forvaltningen av ressurser og miljø i Barentshavet skal være basert på god økologisk kunnskap – at den er økosystembasert. Målet med en videre utvikling av økosystemtoktet er derfor å finne strategier og metoder som gjør oss

i stand til å måle økologiske prosesser mens de skjer. Dette krever at toktet også må inneholde svært lokale studier over tid, der det geografiske området er sterkt begrenset og innsatsen er stor. En mulig strategi for å oppnå dette vil være å gjennomføre toktet med forskjellig utforming fra år til år.

Større område

Data om fysiske forhold, både vannstrømmer og temperatur i vannet, er nok det som viser de største endringene og som er lettest å illustrere. Spesielt har fraværet av is i Barentshavet om høsten bidratt til at toktet har fått en større geografisk utbredelse de siste årene. Dette har i sin tur ført til at toktet blir mer kostnadskreven, og det er i seg selv en utfordring. Vi ser nå et endret sirkulasjonsmønster for det varme atlantehavsvannet, som også påvirker sirkulasjonen av kaldt vann fra Polhavet. Mye varmt vann strømmer oppover på vestsiden av Spitsbergen og dreier østover på nordsiden. Her blir dette varme vannet noe avkjølt og litt tyngre før det dukker ned under det kalde vannet og dreier sørover i dypet mellom Nordaustlandet og Frans Josefs land. Noe av varmen smitter over på det kalde vannet som ligger oppå, og dette gir grunnlag for økt planktonproduksjon og lodde som beiter på planktonet. Deretter kommer torsken og beiter på lodda.

Teknologiutvikling

Produksjonen av planteplankton er utgangspunktet for alt liv i havet – matfattet som alle skal dele. Dyreplankton beiter på denne maten og blir selv mat for fisk. Det er en vanskelig prosess å få prøver av

alle dyr som beiter på forskjellige nivåer i havet, både nivåer av næringskjede og på varierende dyp. Vi har etter hvert skjont at det må utvikles mer avansert metodikk for slik innsamling. Derfor er teknologiutvikling blitt et sentralt tema knyttet til økosystemtoktet.

Ny innsikt på bunnen

Et av de nye feltene som ble tatt inn i økosystemtoktet er måling av de dyrene som befinner seg på og i havbunnen. Når trålen dras over bunnen, virvles det opp både sand, grus og smådyr. Sortering og identifisering av disse dyrene har gitt oss ny innsikt om økosystemet i Barentshavet. I tillegg tas det også prøver med grabb og annen redskap for å undersøke hvilke dyr som lever dypere i havbunnen. Dette er et arbeid som russerne har lang tradisjon for, og gjennom disse ti årene er det utarbeidet et felles program for innsamling av bunndyr. Det er arbeidskrevende å identifisere dyrene. Derfor kan det ikke gjøres omfattende innsamlinger hvert år, men det samles inn fra trålen og sorteres til nærmeste artsgruppe hvert år, slik at vi kan følge med mengden og eventuelle endringer.

The ecosystem survey reveals changes in the Barents Sea

Large scale changes of abundance and distribution of commercial fish and shellfish in the Barents Sea have been observed during the recent 10-year period. Observations of these changes have come from the joint Russian Norwegian ecosystem survey in the autumn. This annual scientific survey by 4–5 research vessels are one of the most demanding activities conducted by the Institute of Marine Research (IMR) in Norway and the Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO) in Russia. The urge for ecosystem based advice on quotas and management of natural resources together with the rapid climate changes are the main factors influencing the development of this survey into perhaps the most advanced survey of its kind in the world. Knowledge on changes of pelagic production and plankton biomass as well as benthic fauna diversity and abundance are among the results of 10 year of activity, as well as a thorough oceanographic investigation of the large changes of water mass distribution taking place in the Barents Sea and adjacent Polar waters.

55 år med norsk-russisk samarbeid

Havforskningsinstituttet og PINRO har hatt formelt samarbeid sia 1958. Økosystemtoktet er en videreutvikling av de tidligere fellestoktene mellom de to instituttene. De første startet så tidlig som i 1965, og kartla utviklingen av de viktigste artene. Toktene dekket yngel for alle arter (1965), reker (1965), lodde (1973), torsk (1980), ungsild (1984), kval (1987), sel (1990), blåkkeite (1992) og kongekrabbe (1994). Det gjennomføres også tokt på andre tider av året som tar opp i seg noen av de gamle toktene. Det arbeides for å gjøre disse toktene mer økosystembaserte.

Resultatene fra toktene blir hvert år presentert i en felles rapport som Havforskningen og PINRO gir ut i en egen rapportserie. På denne måten har økosystemtoktet også vært en av bærebjelkene i det norsk-russiske samarbeidet, selv om starten på dette samarbeidet går mer enn 50 år bakover i historien. Det arbeides nå fremover mot en betydelig større samordning av toktvirksomheten i Barentshavet. I fremtiden kan vi ende opp med at alle tokt er felles mellom Norge og Russland, og at de er basert på en felles strategi for økosystembaserte undersøkelser. Dette vil også kunne bety at de lange tidsseriene vi har fra vintertoktet i Barentshavet suppleres med data fra økosystemtoktet, og gir grunnlag for en mer helhetlig vurdering i rådgivingen.



Foto: Gunnar Sætra

Norske og russiske havforskere i praktisk samarbeid. Elena Eriksen fra Havforskningsinstituttet (t.v.) og Tatjana Prokhorova fra Pinro sorterer ulike arter etter et hal med flytetrålen.

Norwegian and Russian marine scientists cooperate in practice. Elena Eriksen, IMR, (left) and Tatyana Prokhorova from PINRO classify species after a haul with the pelagic trawl.

Slik brukes dataene

En lang rekke prosjekter ved Havforskningsinstituttet gjør bruk av data som er samlet inn i løpet av de ti årene med økosystemtokt. Noen av prosjektene har kanskje ikke dette toktet som hovedkilde – men er likevel avhengige av disse dataene.

To store satsinger skal arbeide med videre utforskning av Polhavet og Barentshavet og opp mot en økosystembasert forvaltning av disse områdene. Her vil såkalte samordna fastsettelse (integrated assessment) være sentrale, og datatilfanget fra økosystemtoktet er avgjørende for å kunne starte en slik prosess.

Innenfor ICES arbeides det mye med samordna fastsettelse, og i 2013 ble det opprettet en arbeidsgruppe som skal arbeide med dette i Barentshavet. Denne arbeidsgruppen vil i hovedsak hente sine data fra økosystemtoktet, og det vil kunne gi en direkte kobling mellom økosystembaserte undersøkelser og råd om forvaltning av Barentshavet.

Flere store interne satsinger på Havforskningsinstituttet arbeider med studier av produksjonen i havet og samspillet mellom plankton, pelagisk fisk, bentos (bunndyr) og fisk. Disse satsingene utnytter data fra toktet, men er samtidig premissleverandører for videre utvikling av toktet, spesielt rettet mot teknologisk utvikling.

Økosystemtoktet er også en viktig brikke i utvikling av samarbeidet innenfor miljøforvaltning, der overvåking av havområdene er viktig. Her ønsker vi å måle andre parametre, og det kan gjennomføres på den felles arbeidsplattformen som økosystemtoktet utgjør. Med mange

aktiviteter som skal dekkes samtidig, er det imidlertid et sterkt behov for å utvikle strategier som gjør at ikke alle undersøkelser må gjennomføres hvert år.

Vi trenger å identifisere viktige geografiske områder der det skjer tydelige biologiske endringer relatert til klima (hot spots). Det vil også være viktig å finne de geografiske områdene der bestandsnivåene hos viktige arter endres mest. Slik kan vi få et tidlig varsel om endringer.



Foto: Gunnar Sætra

Rognkjeksyngel fra Billefjorden på Svalbard.
Lumpfish fry from Billefjorden in Svalbard.

Makrellen beitar effektivt på sildelarvar – men med god taiming slepp larvane unna

Ein ny studie viser at makrellen tek kraftig for seg av sildelarvane. Ein fersk studie viser at grovt estimert ville det tatt makrellen ni dagar å beita ned sildelarvane i eit 20 000 km² stort område. Håpet til larvane er at straumen tar dei med seg nordover før makrellen er på plass.

GEORG SKARET | georg.skaret@imr.no, HERDIS LANGØY, ERLING KÅRE STENEVIK, KJELL RONG UTNE og ARIL SLOTTE

Makrell er kjent for å vera opportunistisk i fødeinntaket, og dei siste åra har bestanden hatt ein kraftig ekspansjon mot nord i beiteområdet sitt. Forskarane har derfor stilt seg spørsmålet om makrellbeiting kan påverka overlevinga hos sildelarvane som driv nordover langs norskekysten seint på våren.

Makrell over alt

Havforskningsinstituttet har studert overlappen i utbreiing mellom makrell og sildelarvar samt dietten til makrell langs norskekysten mellom 66° og 69°N. Undersøkingane blei gjort i starten av juni 2013, og eit kursnett med hyppige prøvetakingsstasjonar blei repetert to gonger.

Resultata viste at makrell var fordelt over heile studieområdet, men i lause konsentrasjonar og nær overflata. Under rutineovervakingstoktet ein måned tidlegare var det ikkje registrert makrell i

studieområdet. Sildelarvane på den andre sida, var meir talrike i nord enn i sør, meir talrike under første enn andre dekning og endå meir talrike, særleg i sør, under overvakingstoktet ein måned tidlegare.

Sildelarvar ikkje makrellens viktigaste bytte

Hoppekreps, særleg raudåte, var samla sett dei viktigaste byttedyra til makrellen, men sildelarvar stod for høvesvis 23 og 6,5 prosent av det totale fødekonsumet under dei to dekningane. 45 prosent av makrellmagane inneheldt sildelarvar, med 225 som det høgste registrerte talet på larvar i ein einsleg mage. Resultata indikerer vidare at både mengda av larvar i magane og talet på makrellmagar som inneheldt larvar, auka med tilgjenging på larvar. Det blei derimot ikkje funne nokon samanheng mellom mengda av makrell og mengda av sildelarvar. Dette tyder på

at makrellen ikkje selektivt jagar sildelarvar på regional skala, men at beitinga på larvar heller er opportunistisk.

Må stemma i tid og rom

Svært grovt estimert vil makrellen, gitt den overlappen i fordeling og det konsumet som blei observert under vår første dekning, vera i stand til å beita ned larvane i studieområdet på ni dagar. Sjølv om det store fleirtalet av larvane etter alt å døma var ute av området på dette tidspunktet, illustrerer det kor effektivt makrellen beitar. Det poengterer også at innverknaden makrell kan ha på sildelarvar er heilt avhengig av graden av overlapp mellom desse artane i tid og rom. Overlappen i 2013 var truleg avgrensa; våre resultat tyder på at makrellen kom inn i vandringsbana til sildelarvane på eit relativt seint tidspunkt.

Figur 1. Beitefrekvens og mengd av sildelarvar i makrellmagar. Dei vertikale stolpane indikerer andelen av makrell som har sildelarvar i magen; ein stolpe som går heilt til topps markerer ein andel på 100 %. Storleiken på dei raude sirklane er proporsjonal med kvadratrotta av totalvekt av sildelarvar i magen og viser gjennomsnitt per stasjon (berre magar som inneheldt larvar er inkluderte). 10 makrell blei undersøkt per stasjon.

Feeding incidence and amount of larvae in mackerel guts. The vertical bars denote the proportion of mackerel stomachs containing herring larvae, where a proportion of 100 % is indicated by equal height of bar and y-axis line. The size of the red circle is proportional to the square root of the total weight of herring larvae in the guts and shows mean weight per station (only guts containing larvae included). 10 mackerels were investigated for each station.

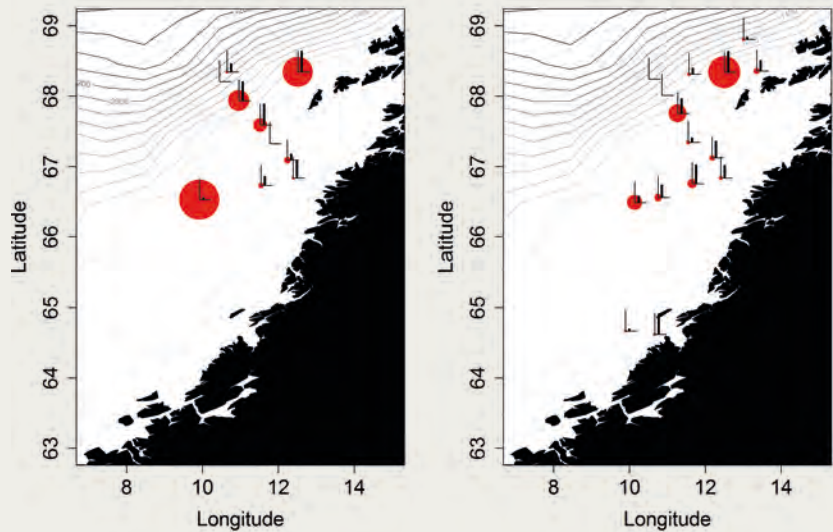


Foto: Karsten Hansen

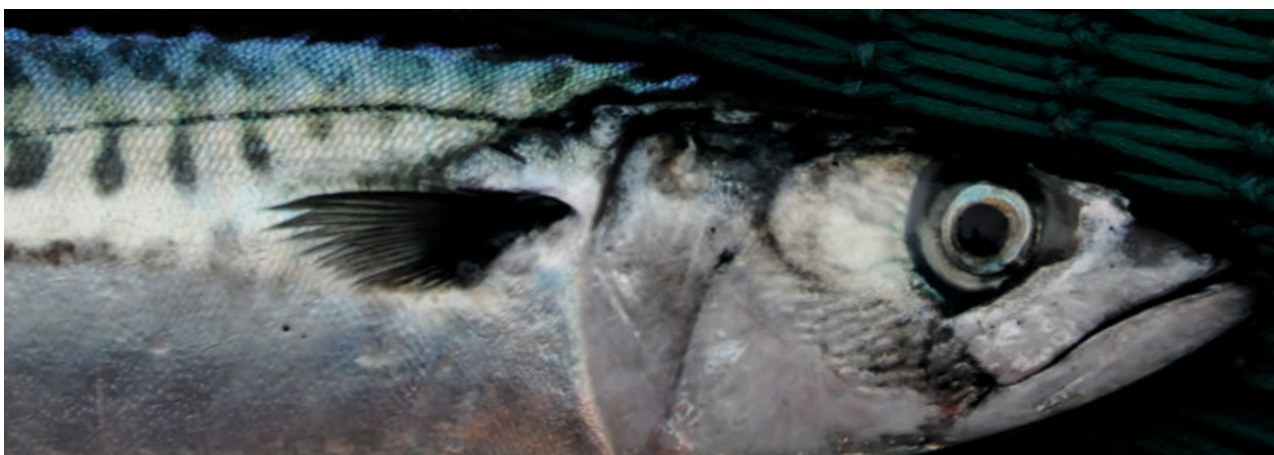


Sildelarve.
Herring larvae.

Mackerel feed on herring larvae – good timing may save the larvae

Atlantic mackerel is an opportunistic feeder and with the recent expansion in distribution area during feeding, its potential predatory impact on herring larvae has been debated. The present study shows that mackerel feed opportunistically on herring larvae, and may therefore have a huge impact on larval survival, largely depending upon the degree of overlap in time and space. In 2013 the overlap seemed to be limited since mackerel arrived late in the larvae drift trajectory.

Foto: Leif Nættestad



Makrellen – ein opportunistisk jeger.
The mackerel – an opportunistic hunter.



Føre-var-mekanisme slår inn når sildebestanden minker – det gjør innhogg i sildekvoten

Silda er en typisk stimfisk, som står spesielt tett på gytefeltene. Dermed er silda svært tilgjengelig på fiskefeltene; også i de periodene bestanden minsker. Det kan føre til at kvotene oppleves som altfor restriktive, og det stilles spørsmål ved havforskernes bestandsestimater. For silda sin del er kvotene styrt av en høstingsregel som skal sikre at sildebestanden ikke synker under 2,5 millioner tonn.

ERLING KÅRE STENEVIK | erling.kare.stenevik@imr.no

Gytebestanden av norsk vårgytende sild (nvg-sild) har vært i nedgang siden 2009, og er i 2014 beregnet til 4,1 millioner tonn. Det vil si at gytebestanden nå er kommet under referansepunktet på fem millioner tonn.

Fiskedødeligheten blir redusert

Referansepunktet på fem millioner tonn er fastlagt i en høstingsregel bestemt av kyststatene som fisker nvg-sild. Når bestanden er under fem millioner tonn, sier høstingsregelen at uttaket

(fiskedødeligheten) skal reduseres. Høstingsregelen ble først vedtatt i 2001, og da regelen ble vurdert på nytt i 2013 bestemte kyststatene seg for å beholde den. Høstingsregelen ble vedtatt fordi man ønsket å unngå for høyt fiskepress i en situasjon der bestanden er i nedgang, akkurat som vi opplever nå. I 2014 er det anbefalt en sildekvote på 419 000 tonn, som er vel 200 000 tonn lavere enn 2013-rådet. Fiskedødeligheten er redusert fra 0,125 til 0,099. Dette bidrar ytterligere til den betydelige nedgangen i

kvoteanbefalingen for 2014, og kommer i tillegg til nedgangen som følger direkte av en mindre bestand.

Mange år uten gode årsklasser

Det er alltid usikkerhet knyttet til beregninger av størrelsen på gytebestanden, men det er rimelig sikkert at sildebestanden er i nedgang. Vi har ingen toktdata som skulle tilsi at det er produsert en stor årsklasse etter 2004, og da må bestanden minke. Det må en betydelig årsklasse til for å snu utviklingen. Vi vet at det er en del

fisk fra 2009-årsklassen inne i fiskeriet, men denne årsklassen er ikke observert som stor i våre tokt; verken i Barentshavet eller i Norskehavet. Dette er sannsynligvis en årsklasse som har hatt kystnære oppvekstområder og som dermed har vært lett tilgjengelig for fisket helt siden den var to år gammel. Historien forteller oss at ingen store årsklasser har kommet fra oppvekstområder langs kysten.

Mye sild relativt sett

Nå er jo ca. 4 millioner tonn fortsatt relativt mye sild. Dette er en art som klumper seg sammen i stimer, og dersom man er der fisken er, vil det alltid oppleves som mye fisk. Spesielt gjelder dette på gytefeltene, der fisken har begrensede områder hvor den kan gyte og tetthetene kan bli høye. Da bestanden kollapset på 1960-tallet var fisket i 1966 på nesten 2 millioner tonn, mens gytebestanden var på 2,8 millioner tonn og på full fart nedover. Dette viser at silda er svært lett tilgjengelig for fiske selv om bestanden er minkende. Vi har regnet ut hvor stor en stim vil være dersom den inneholdt all silda. Silda vil selvsagt ikke ligge som sild i tønne eller i en tankbåt, men vil svømme med en viss avstand mellom hver fisk som all stimfisk gjør. En slik stim vil, dersom den er 20 meter dyp og 1000 meter bred, strekke seg 615 km, som tilsvarer omtrent avstanden mellom Røst og gytefeltene på Mørkekysten. Økosystemtoktet i Norskehavet i mai gir den beste dekningen av sildebestanden,

og de fem deltagende fartøyene legger til grunn en enorm innsats. Her blir hele bestanden dekket på beitevandringen, der den står lett tilgjengelig for akustisk måling. Dette toktet viser klart en nedgang i bestanden siden 2009. Vi får et nytt mål på bestanden i mai. Vi kjørte i mange år tokt i februar og fulgte silda på gytevandringen. Dette toktet ble avsluttet for noen år siden fordi det gav lave estimat sammenlignet med toktet i mai.

Mye som skal klaffe

Nedgangen i sildebestanden kommer som sagt etter flere år uten at sterke årsklasser er født. Dette er et mønster som er vanlig i denne bestanden. Også tidligere har vi hatt lengre perioder uten sterke årsklasser selv om gytebestanden har vært stor. Vi har lenge forsøkt å finne forklaringen på hvorfor årsklassestyrken varierer slik, men dette er et utfordrende arbeid. Svært mange ulike faktorer påvirker overlevelsen til de nyfødte larvene, og hvilke faktorer som er viktige kan variere fra år til år. Silda gyter relativt tidlig på året, og de nyklekte larvene trenger mat tidnok for å overleve. Det er nok ikke i alle år at dette klaffer; noen år kommer våroppblomstringen for sent for larvene. I tillegg tror vi at faktorer som påvirker larvene sin driftsbane nordover fra gytefeltene til oppvekstområdene i Barentshavet er viktige. Mye tyder på at først når flere av disse faktorene faller gunstig ut, vil silda igjen produsere en stor årsklasse.



Foto: Øyvind Tangen

Precautionary herring harvest control rule

Herring is a pelagic schooling fish which concentrate in dense aggregations particularly during spawning. It is therefore easily available for fishing on the spawning grounds, even during periods when the stock is declining. As a result of this, it can be difficult for the fishing fleet to understand why quotas are reduced when the stock is declining. For Norwegian spring-spawning herring there is a harvest control rule which aims to keep the stock above 2.5 million tonnes.



Foto: David Shale

Sild.
Herring.

Internasjonal stordugnad skaffet kunnskap til ny makrellrådgivning



I februar 2014 gjennomførte Det internasjonale råd for havforskning en såkalt benchmark på nordøstatlantisk makrell. Det ble en skikkelig dugnad med gjennomgang av to nye bestandsberegningsmodeller, tre ulike fiskeriuavhengige metoder for bestandsestimering og en rekke andre datakilder. Grundige diskusjoner ga til slutt en kompromissløsning om makrellbestandens vitenskapelige status. Det ble også bestemt at bestandsberegningssmodellen State-space assessment model skal legges til grunn for den fremtidige makrellrådgivningen.

LEIF NØTTESTAD | leif.nottestad@imr.no, KJELL RONG UTNE og ARIL SLOTTE

Makrellbestanden er den kommersielt mest verdifulle arten i Atlanterhavet. I tillegg har den en svært sentral økologisk betydning for flere kyst- og havområder i Nordøst-Atlanteren.

Utilstrekkelig og kritikkverdig rådgivning

De siste årene er det stilt en rekke kritiske spørsmål om kunnskapsgrunnlaget og rådgivningen av makrellbestanden. Havforskningsinstituttet ønsket å bidra med nye årlige fiskeriuavhengige metoder, og har de siste årene satsset på storskala forskning og utvikling av swept area-trålmetode og merke-gjefangst-metode for bedre mengdemåling av makrellbestanden. Fram til makrellrådgivningen fra Det internasjonale råd for havforskning (ICES) i oktober 2013, hadde forskerne svært begrensede mengder fiskeriuavhengige data de kunne inkludere i grunnlaget for bestandsberegningene og rådgiv-

ningen til denne viktige fiskebestanden. Rådgivningen ble utelukkende basert på en indirekte eggmetode hvert tredje år med usikkerhet i romlig og temporær dekning. I tillegg har makrellbestanden hatt en av Europas dårligste og minst troverdige fangststatistikker med store mørketall tilbake i tid – uten tilgjengelige operative årlige rekrutteringsindekser og årlige fiskeriuavhengige dataserier på bestandsstørrelse. Rådgivningen var med andre ord vitenskapelig utilstrekkelig og kritikkverdig, og det var på høy tid med en full gjennomgang og evaluering. Nyutviklet og oppdatert modellverktøy, nye og gamle fiskeriuavhengige dataserier pluss tilgjengelig fiskeristatistikk for perioden 1980–2013 ble gjennomgått.

Makrellkvote basert på landingsnivået

Etter en lang prosess besluttet ICES å forkaste den tradisjonelle bestandsestimeringssmodellen for makrell i oktober

2013. Da kunne ICES ikke sette en makrellkvote for 2014 basert på vanlig vitenskapelig informasjon og datakilder. Siden ICES forkastet den gamle modellen, er ikke gytebestandsnivået og fiske-dødeligheten kjent, og høstingsregelen for makrellbestanden kunne da heller ikke anvendes. ICES tilrådte i stedet at landingene av makrell ikke skulle overstige 889 886 tonn i 2014, basert på utviklingen og gjennomsnittet av landingsnivået i 2010–2012. Dette nivået ble valgt fordi det så bærekraftig ut ved at bestanden hadde tålt dette landingsnivået i tre år uten dramatiske effekter.

Nye dataserier

Under benchmarken i februar prioriterte Norge å få inn to nye dataserier: merke-gjefangst-data og swept-area-toktet. Merke-gjefangst-metoden (se figur) går ut på å merke mellom 20 000 og 30 000 makrell i året med bitte små

elektroniske merker med radiofrekvens-identifikasjon (RFID-merker). Deretter blir fanget makrell automatisk registrert med antennesystemer på fiskemottakene som er linket til en sentral database på Havforskningsinstituttet. Swept-area-toktet er basert på systematisk tråling i de nordiske hav- og kystområdene. Begge dataseriene kan gi oss svært nyttige data om bestandsstørrelse og styrkeforholdet mellom ulike årsklasser. Merke-gjenfangst kan i tillegg gi informasjon om naturlig dødelighet i bestanden.

Går for ny bestandsberegningsmodell

I forkant av benchmarken ble det utarbeidet flere vitenskapelige arbeidsdokumenter og manuskripter. Disse ble gjennomgått og evaluert av eksterne eksperter fra USA og Frankrike under benchmarken. Selve benchmarken vekket stor interesse hos internasjonal fiskerinæring, forvaltere fra de ulike kyststatene, media og ikke minst hos internasjonale havforskere. Underveis ble det arbeidet målbevisst og intensivt med å komme fram til en ny og forbedret bestandsberegningsmodell, nye innovative målemetoder og nye tids-serier for bestandsestimater og historisk fangststatistikk. I løpet av uken ble det besluttet at bestandsberegningsmodellen SAM (State-space assessment model) skal danne grunnlaget for fremtidige bestandsvurderinger og kvotegrunnlag for nordøstatlantisk makrell (se mer om SAM-modellen i egen faktaboks).

Kompromiss ble inngått

Flere ulike fiskeriuavhengige dataserier for estimering av makrellens bestandsstørrelse ble gått etter i sømmene og evaluert ut fra ulike vitenskapelige kriterier. Det



Figur 1. Sporing med radiofrekvens-identifikasjon (RFID-merker). Tracking with Radio Frequency Identification (RFID-tags).

har aldri tidligere vært tilgjengelig så mye og anvendelige fiskeriuavhengige data og metoder for bestandsestimering for makrellbestanden. En analyse viste at swept-area-toktet var bra til å følge utviklingen til makrell som er seks år eller eldre, men dårligere for de yngre årsklassene. Det ble derfor besluttet å gå videre med estimert antall ved alder for de eldste aldersgruppene (6–12+ år gamle individer). Swept-area-toktet ble også kritisert for at dekningsområdene i vest og nord var mangelfulle i 2011 og delvis i 2012 og 2013 (i vest). For at dette toktet skulle brukes i forvaltningen, ble det inngått et kompromiss, der man gjorde om indeksen fra et mengdemål til et tetthetsmål ved å dividere mengden makrell med arealet som har blitt dekket av toktet hvert år.

Venter med å inkludere nye RFID-merke-data

Det var en lang diskusjon om hvilke tidsserier som skulle inkluderes i forvaltningsmodellen. Hovedgrunnen var at mens indeksen fra makrelleggtoktet bare viser en svak økning i bestanden de siste årene, er det en kraftig økning i indeksene fra merke-gjenfangst- og swept-area-toktet fra 2007 til 2013. Når alle indeksene ble tatt inn i modellen samtidig, ble resultatet dermed at de siste målingene med merke-gjenfangst og alle med swept-area trakk i samme retning, men med ulike krefter og stigning. For å kunne benytte de fleste fiskeriuavhengige datakildene, besluttet man å beholde både eggtoktet og swept-area-indeksen i forvaltningsmodellen. Derimot ble de siste års merke-gjenfangst-data ikke inkludert

Foto: Leif Nøttestad



FAKTA

Benchmarking

Uttrykket benchmarking kommer egentlig fra bedriftsøkonomi, og betyr at en organisasjon evaluerer sin virksomhet og sammenligner seg med de beste innen en viss bransje. I ICES-sammenheng er en benchmark en svært grundig evaluering av et forvaltningsområde. Man gjennomgår eksisterende og nyutviklede modellverktøy, nye og gamle dataserier, statistikker etc. med det mål å øke kvaliteten på kunnskapen som ligger til grunn for den aktuelle forvaltningen.

ICES offentliggjør rapporten og hovedresultatene fra makrell-benchmarken ca. 15. mai 2014.

i modellen. Den nye tidsserien basert på RFID-teknologi startet i 2011 og er dermed for kort (kun to år). Det ble også argumentert med at dødeligheten under fiske etter makrell for merking ble endret som følge av en modifisert fiskemetodikk fra 2007. I tillegg har det vært mulige endringer i hvor effektivt RFID-merkene ble fanget opp på mottakene sammenlignet med stålmerkene som ble brukt før 2011. Merke-gjenfangst-metoden skal vurderes på nytt senere – kanskje allerede i 2016.

Norske stålmerkedata avgjørende for bestandsutvikling før 2000

ICES er kjent med at det skjer utkast og slipping av makrell, men kjenner ikke nivået på dette uttaket av makrellbestanden. Det medfører at vi ikke vet hvor stor dødeligheten er i makrellfiskeriet internasjonalt sammenlignet med de faktiske landingene. Økt kontroll har avdekket at tapet av makrell i fiskeriene kan være langt større enn fangststatistikken forteller på grunn av utkast, slipping etc. Det er ventet at dette tapet er redusert etter 2005, men her trenger vi oppdaterte tall og bedre kvantitative estimater. I forvaltningsmodellen ble effekten av fiskeridata nedvektet for årene før 2000. Her var det norske bidraget med en lang tidsserie med stålmerkedata fra 1977–2006 av avgjørende betydning for den modellerte bestandsutviklingen. I tiden før 2000 ble gytebestandsstørrelsen da i stor grad basert på disse merke-gjenfangst-dataene og en fastsatt naturlig dødelighet beregnet i 1978 som det er knyttet stor usikkerhet til.

Makrellforvaltning på rett vei

Det har ikke vært inngått noen kyststatsavtale på makrell siden 2009, og noen avtale ble heller ikke inngått i 2013. Norge og EU ble enige om makrellkvoter for

2013. Norge, EU og Færøyene inngikk en trepartsavtale 12. mars 2014. Norges makrellkvote for 2014 ble satt til 279 115 tonn.

Det er viktig at anslagene for makrellbestanden er så gode som mulig. Disse anslagene er nemlig det vitenskapelige fundamentet for kvotene, som til syvende og sist bestemmer hvor mye makrell som kan fiskes. Uten en god og mest mulig sannferdig internasjonal fiskeristatistikk er det veldig vanskelig for havforskerne å gi gode råd. Da blir det ”søppeldata inn og søppelråd ut”. Fremdeles er det et stykke igjen før forvaltningen av makrell er i verdensklasse. Men benchmarken har åpnet muligheten for at det kan komme inn flere dataserier som vil gi bedre råd og forvaltning for den økonomisk og økologisk svært viktige makrellbestanden.

Joint effort gave new mackerel assessment model

The International Council for the Exploration of the Sea (ICES) had an international benchmark meeting and evaluation of the Northeast Atlantic mackerel in February 2014. The group went through and discussed two new stock assessment models, three different fisheries independent methods for abundance estimation and various other data sources. Thorough discussions ended finally in a compromised solution concerning the scientific state of the mackerel stock. The benchmark group also decided that the State-space assessment model (SAM) will be used as a new assessment model for future scientific advice of the mackerel stock.

FAKTA

SAM (State-space assessment model)

Bestandsberegningsmodellen SAM (State-space assessment model) er en forvaltningsmodell som ikke baserer seg på VPA (Virtual Population Analyses), slik de fleste forvaltningsmodellene man har brukt tidligere gjør. Kort fortalt estimerer SAM bestandsstørrelse og fiskedødelighetsrate (states) ved å bruke observasjoner som for eksempel fangster og toktindekser. Fordelene med SAM er mange: Modellen tillater selektivitet til å utvikle seg gradvis over tid, og den har færre modellparametre enn en full parametrisert statistisk bestandsberegningsmodell, hvor bl.a. rekruttering og fiskedødelighet er modellert som tilfeldige effekter. Man trenger ikke å gjøre så mye parameterestimering utenfor modellen, og det er mye lettere for flere å jobbe med samme modellen siden den ligger lett tilgjengelig på internett med tilhørende brukergrensesnitt.



Foto: Øystein Paulsen

Urovekkende nivå av DNA-addukt i hyselever frå Nordsjøen



Sjølv om vi finn lite oljekomponentar og PAH-forureining i hyse i Nordsjøen, vert det framleis målt høge verdiar av DNA-addukt. DNA-addukt er ein skade på arvestoffet som kjem frå PAH-forureining. Slik forureining stammar mest sannsynleg frå produsert vatn og anna oljehaldig avfall frå olje- og gassverksemd. Laboratorieforsøk viser at fisk som er eksponert for olje eller produsert vatn, får tilsvarende høge nivå med DNA-addukt. Det kan medføre feilutvikling og seinskarar på fisken.

BJØRN EINAR GRØSVIK | bjorn.einar.grosvik@imr.no og JARLE KLUNGSØYR

Havforskningsinstituttet har sidan 2002 hatt ansvar for overvaking av villfanga fisk i Nordsjøen. Overvakinga skal dokumentere om utslipp frå olje- og gassverksemda blir teke opp i og kan påverke villfanga fisk.

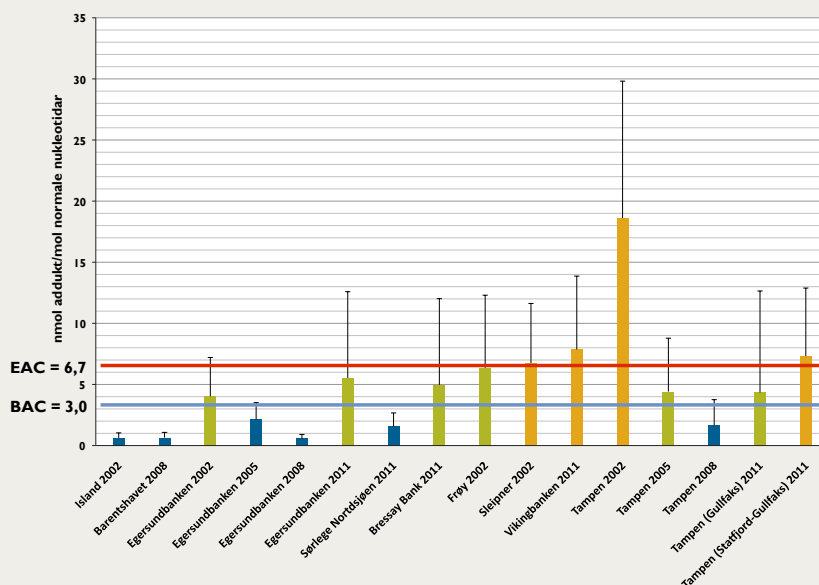
Stort utslipp av produsert vatn

Det største bidraget til operasjonelle utslipp av olje i Nordsjøen er produsert vatn. Produsert vatn kjem opp saman med olje eller gass frå reservoaret, og blir reinsa slik at det inneheld under 30

mg olje per liter. Utsleppet av produsert vatn er årsak til bekymring fordi det utgjer eit såpass stort volum som ca. 130 mill. m³/år frå norsk sektor, medan utslippet frå britisk sektor er på 196 mill. m³/år. Summen av løyste og finfordelte

Figur 1. Samanlikning av DNA-addukt nivå målt i hyselever frå 2002 til 2011. Data gitt som gjennomsnitt + standardavvik. Blå søyler: Nivå under bakgrunnsnivå (BAC) (3,0 nmol per normale nukleotidar). Grøne søyler: nivå under "Environmental Assessment Criteria" (EAC) (6,7 nmol per normale nukleotidar). Oransje søyler: Nivå over EAC. (Data er henta frå Balk et al. 2011 og Grøsvik et al. 2012).

Comparison of DNA adduct levels measured in haddock liver from 2002 till 2011. Data given as average + std dev. Blue bars: Levels below Background Assessment Criteria (BAC) (3.0 nmol per normal nucleotides), green bars; levels below Environmental Assessment Criteria (EAC) (6.7 nmol per normal nucleotides), orange bars: Levels above EAC. (Data taken from Balk et al. 2011 and Grøsvik et al. 2012).



(dispergerte) oljeforbindelsar frå desse utsleppa til saman er estimert til ca. åtte tonn oljeutslepp i året. Frå norsk side har vi hatt fokus på Tampen-området (nord i Nordsjøen), sidan om lag 60 prosent av dei norske utsleppa av produsert vatn skjer frå installasjonar her.

Skadar på arvestoff i hyselever

Resultat frå overvakinga viser skadar på arvestoffet i hyselever frå Nordsjøen – målt som høgare nivå av DNA-addukt (sjå figur) enn kva ein skulle vente i fisk frå opne havområde. Spesielt gjeld dette hyse fiska på Tampen i 2002, 2005 og 2008. Overvakinga i 2011 viste generelt høgre nivå frå alle stasjonane i Nordsjøen bortsett frå ein stasjon i den sørlege delen.

Mulige effektar på overleving og kondisjon

ICES har definert at eit nivå av DNA-addukt i hyselever på over 6,7 (nmol addukt per mol normale nukleotidar) gir grunn til bekymring, og at det i desse tilfella bør setjast i gang oppfølgjande studiar. Laboratoriestudier har vist at olje- eller PAH-eksponering på tidlege utviklingsstadium av torskefisk som tilsvarar ICES sin grenseverdi, kan gje effektar på overleving eller kondisjon. Tilsvarande er bakgrunnsnivået eller Background Assessment Criteria (BAC) av DNA-addukt i hyselever frå reine havområde sett til 3,0 (nmol addukt per mol normale nukleotidar).

Høge verdiar i Tampen-området

Resultat frå DNA-addukt i hyselever frå Nordsjøen i perioden 2002 til 2011 er vist i figur 1, der vi også har samanlikna med nivå frå Barentshavet og Island. Vi ser at det var spesielt høge nivå av DNA-addukt på Tampen i 2002, men at to stasjonar frå Tampen-området (Vikingbanken og stasjonen mellom Statfjord og Gullfaks) framleis ligg over grenseverdien til ICES i 2011. Vi har også gjort målingar på andre effektparametrar som viser at PAH-komponentar frå olje eller produsert vatn blir tekne opp og omsette i fisken.

Truleg effektar av samla påverknad frå operasjonelle utslepp

Det har vore vanskeleg å identifisere om desse effektane stammar frå utslepp av produsert vatn eller om dei skuldast små, meir generelle oljeutslepp i samband med olje- og gassutvinning, små lekkasjar frå olje- og gassfelt eller bruk av oljehaldig borevæske som var brukt i produksjonen i Nordsjøen fram til 1993. Den siste kjelda til oljeforureining ligg framleis tilgjengeleg i kakshaugar rundt installasjonane. Nordsjøen er også utsett for utslepp frå skipsfart, landbaserte anlegg og atmosfærisk nedfall. Mest sannsynleg skuldast dei målte nivåa av DNA-addukt i hyse summen av kjelder som inneheld olje og PAH. Resultata tilseier at det bør setjast inn meir innsats på å finne ut om dei målte nivåa tilfredsstiller god miljøstandard i Nordsjøen.

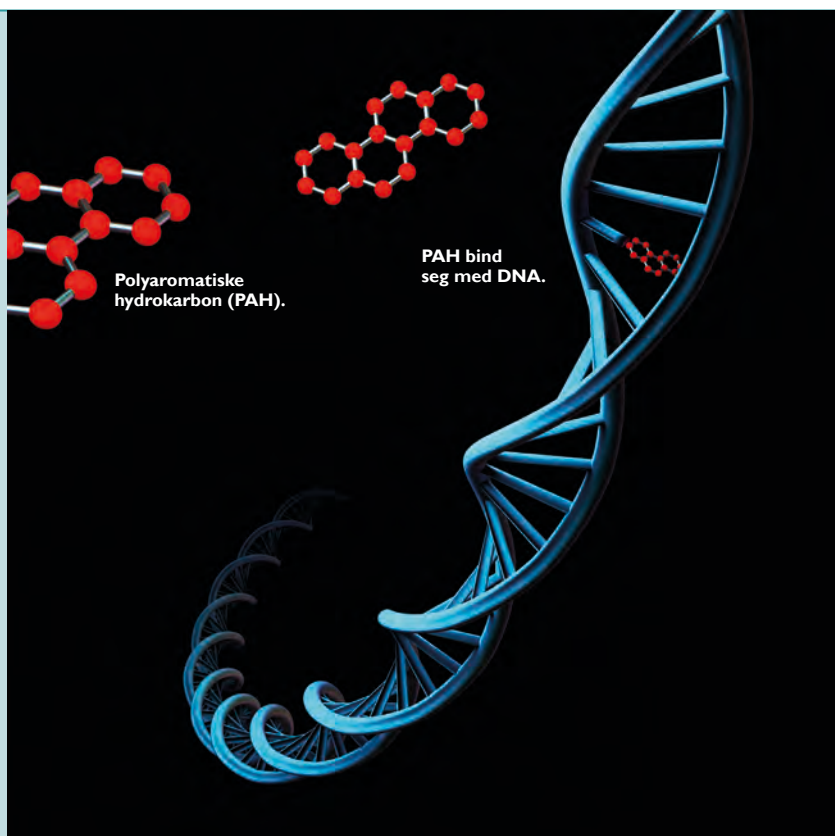
Levels of DNA adducts detected in haddock liver from the North Sea give rise for environmental concern

At the Tampen region in the North Sea we still measure values of DNA adducts in haddock liver at levels of environmental concern. DNA adducts origins from PAH exposures when PAHs are taken up by the fish, are metabolized and bound covalently to DNA. Sources to PAHs in the North Sea are operational discharges including produced water, earlier discharges of oil based cutting piles, small oil leakages, discharges from ship traffic, run off from land and atmospheric fall out. Most likely the measured DNA adducts in haddock liver are due to sum of PAH and oil related exposures. The results warrant further studies on sources and on whether these effects satisfy standards for good environmental status in the North Sea.

FAKTA

DNA-addukt

Det kan dannast DNA-addukt når enkelte stoff, som til dømes visse polyaromatiske hydrokarbon (PAH), blir tekne opp i ein organisme og metabolisert. Slik metabolisering kan gje eit mellomprodukt som kan reagere med DNA-molekylet. Det dannar seg ei binding som kan føre til feil i avlesinga av DNA-et når cella deler seg. I sin tur kan det gje opphav til DNA-skade.



Illustrasjon: John Ringstad



NORDLIGE NORDSJØEN:

Skal vi oppdage fremtidige klimaeffekter på fiskebestandene, må vi først kartlegge dagens gytefisk

Vi må vite mer om gyteplassene og gytetidene til de forskjellige fiskeartene i den nordlige Nordsjøen dersom vi skal klare å fange opp eventuelle forandringer forårsaket av klimaendringer. Informasjon om gyteplasser og fordeling av egg og larver kan også brukes til å modellere fremtidige fordelingsmønstre og andre scenarioer. Det kan hjelpe oss med å forutsi både den nære fremtiden for nordsjøartene og hvordan de vil bli påvirket av klimaendringene på lengre sikt.

RICHARD M. NASH | richard.nash@imr.no

Nordsjøen er omgitt av en rekke land, hvor de fleste er medlem av EU. Havområdet har flere verdifulle fiskerier, og er nøye studert av forskere. Vi har lange tidsserier av data, men for mange av fiskeartene, særlig de kommersielle, finnes det lite detaljert informasjon om de årlige variasjonene i gytetider og gyteplasser. Det er noe overraskende med tanke på den omfattende høstingen av både fornybare og ikke-fornybare ressurser som har vært i Nordsjøen over flere tiår.

Gyter sent nord i Nordsjøen

Vi har en viss idé om hvor og når nordsjøartene gyter, men dette er i stor grad

basert på gamle og lite oppdaterte data. Vår kunnskap om den nordlige Nordsjøen er faktisk veldig begrenset. Mesteparten av det vi vet, kommer fra den sørlige Nordsjøen hvor det er blitt undersøkt langt grundigere. De fleste kommersielle artene i den nordlige Nordsjøen gyter sent på vinteren eller om våren. Dette gjelder blant annet fisk i torskefamilien som torsk, hyse og sei og flatfiskene rødspette, gapfelyndre med flere. I tillegg er det en del arter som generelt gyter om sommeren, som f.eks. taggmakrell, makrell og lysing. Nordsjøild er vanligvis høst- og vintergytende. Den nordligste sildebestanden rundt Orknøyene og Shetland gyter først,

mens den sørligste, som befinner seg i Den engelske kanal, gyter sist.

Gyteplassen bestemmes av miljøforhold

I motsetning til i mange andre tempererte hav, finnes det fiskeegg – og ikke minst larver – i de frie vannmassene nesten hele året rundt i deler av Nordsjøen. Havstrømmene frakter egg og larver fra gyteplassene til de forskjellige oppvekstområdene. De fleste fiskeartene legger egg i de frie vannmassene, men sild og tobis legger dem på havbunnen, slik at det først er i larve- og yngelstadiene at disse artene kan spres med vannet. Larvene

til høstgytende sild fra vestkysten av De britiske øyer kan nå den nordlige Nordsjøen fra vinteren og utover tidlig vår. Sild og tobis har normalt faste gyte-plasser, men de kan variere noe fra år til år på grunn av endringer i miljøforhold og bestandsstørrelse. Et godt eksempel på dette er norsk vårgytende sild, som gyter i den nordlige Nordsjøen utenfor Karmøy under visse forhold; hvis be-standen er stor. Ellers er gytingen lenger nord. Gyteplassene til andre arter som legger sine egg blant tang og tare, varierer også av tilsvarende årsaker, selv om de nøyaktige gyteplassene sannsynligvis er mer fleksible.

Data fra forskningstokt og fiskeriene

For noen arter er det aldri foretatt noen detaljert kartlegging av gyteplasser i den nordlige Nordsjøen. Dette gjelder bl.a. sei og lysing. Hvordan kan vi da fastsette gyte-plass og gytetid? En mulighet er å finne ut hvor gytefisken befinner seg. Vi kan få denne informasjonen fra forskningstokt eller fra kommersielle fiskerier. ICES samler hvert år bunntålprøver, og disse forteller oss om fordelingen av fisk om vinteren/våren og sommeren. Prøvene tas i det samme, korte tidsrommet hvert år, og derfor kan vi ikke fastslå eksakt hvor gyteplassene befinner seg og når gytingen skjer. En annen teknikk er å kartlegge de

forskjellige artenes utbredelse og vertikale fordeling under egg- og larvestadiet. Hvis dette gjentas årlig over en lengre periode, kan det også fortelle oss om mellomårlige variasjoner. I 2004 og 2009 ble det tatt prøver fra hele Nordsjøen. Dette ga oss relativt god informasjon om gyteplas-sene til torsk og rødspette, og indikerte også mulige endringer i gyteplasser og gyteintensitet.

Konsekvensene av klimaendringer

Et problem med å studere fiskeplank-ton er at egg av fisk i torskefamilien (torsk, hyse, hvitting, sei, øyepål osv.) er identiske i de yngste eggfasene, dvs. like etter befruktning. Eggstørrelsene overlapper også, så man kan ikke bruke eggene alene til artsidentifisering. De siste årene har nye, genetiske teknikker gjort det mulig å identifisere eggene til torsk, hyse og hvitting. Nylig er det også utviklet en teknikk for øyepål, og vi har kunnet identifisere gyteplassene til denne arten i den nordlige Nordsjøen. Det er håp om at det også vil være mulig å identifisere seiegg i nær fremtid. Hvorfor trenger vi å fastsette gyteplas-sene og gytetidene til de forskjellige fiskeartene i den nordlige Nordsjøen? Det er behov for å følge opp eventuelle forandringer forårsaket av klimaendringer. Siden både ikke-fornybare og fornybare

ressurser utnyttes intensivt i den nord-lige Nordsjøen, trenger vi faglige råd om hvordan vi kan beskytte fiskebestandene der fra overfiske. Informasjon om gyteplasser og om egg- og larvefordeling (herunder vertikal fordeling) kan også brukes i nye datamodeller for å fastsette fordelingsmønstre og simulere scenarier som kan hjelpe oss med å forutsi både den umiddelbare situasjonen og konse-kvensene av klimaendringer i fremtiden.

The northern North Sea: To forecast future environmental changes on fish stocks, we need to map today's spawning fish

With a very heavy usage of the north-ern North Sea for both non-renewable and renewable resources, there is a need to provide scientific advice for conservation of the fish stocks. In addition data on spawning grounds, egg and larvae distributions, includ-ing depth in the water column, can be used in new generation computer models to determine distribution pat-terns and simulate scenarios that can forecast the immediate future and the consequences of environmental change.

NY TOBISFORVALTNING:

Sikrer årlig uttak og hindrer ”jojo”-kvoter

Erfaringene etter tre år med områdebasert rådgivning og vekselbruk i norsk tobisforvaltning er gode. Selv om rekrutteringen de siste årene har vært veldig svak, er det opprettholdt et årlig uttak fordi fisk har overlevd og ”jojo”-regulering av kvotene er unngått.

ESPEN JOHNSEN | espen.johnsen@imr.no

Tobis er et viktig byttedyr for fisk, sjøfugl og hval, og er sterkt knyttet til områder med sandbunn med gode oksygenforhold. Her graver den seg ned om natten og går i dvale utenfor beitesesongen. Den sterke tilhørigheten til et slikt spesielt egnet habitat medfører at voksne individer ikke forflytter seg over store områder selv om tobis svømmer i stimer under beitesesongen.

Tobiskollaps i norsk sone

Tobisbestanden i norsk sone av Nordsjøen hadde en alvorlig tilbakegang fra begynnelsen av 2000-tallet da mange historiske viktige fiskefelt ikke lenger hadde drivverdige forekomster av tobis. Årsaken til kollapsen er sammensatt. I tillegg til høyt fiskepress er det mye som tyder på at en nedgang i mengden hoppekreps i økosystemet førte til langt dårligere vekst og rekruttering for tobisen. I seg selv er ikke dette grunnlag for en bestandskollaps, fordi naturlige svingninger i tilgangen av byttedyr forekommer for alle fiskebestander. Det er noe en god fiskeriforvaltning må innrette seg etter.

Mot områdebasert forvaltning

På tross av en vitenskapelig aksept for at det finnes separerte bestander og store områdeforskjeller i bestandsutviklingen, ble ikke denne kunnskapen inkludert i

tobisforvaltningen tidligere. Da ble det kun gitt ett kvoteråd for hele Nordsjøen. Fra midten av 2000-tallet ble dette grundig diskutert i ICES. I perioden 2005–2009 satte Norge inn egne nasjonale tiltak for å redusere uttaket i norsk sone, og en nasjonal områdebasert forvaltningsmodell ble brukt i norsk farvann første gang i 2010. Områdeforskjellene fikk også et økt fokus i ICES, som – med utgangspunkt i larvedriftmodeller og kunnskap om vekstforskjeller – delte Nordsjøen inn i syv områder med individuelle bestandsvurderinger fra 2010. Områdeinndelingen var imidlertid ikke detaljert nok til å beskytte de delene av norsk sone som var i særlig dårlig forfatning, og Norge innførte en egen eksperimentell områdeforvaltning av tobis i Nordsjøen.

Den norske modellen

Kort oppsummert ble norsk sone delt inn i seks tobisområder (figur 1) på grunnlag av forskjeller i rekrutterings- og gytebestandsutviklingen. Historiske data viste tydelig at rekrutteringen sviktet i områder uten lokal gytebestand. Et hovedmål i forvaltningsmodellen var å bygge opp gytebestanden i alle disse historisk viktige tobisområdene for å sikre et bedre langtidsutbytte gjennom et større og mer stabilt rekrutteringspotensial.

Det er vanskelig å komme opp med et nøyaktig bestandsanslag, men i forkant av hver fiskerisesong gjøres det mengdeberegninger per område. Dersom et område har nok tobis til å tåle et fiskeri, åpnes det ene underområdet opp for fiske. Tanken er at det stengte underområdet alltid vil sikre at mye fisk overlever og kan gyte. Fisket er i tillegg regulert med kvote. I begynnelsen av hver fiskerisesong gjennomfører Havforskningsinstituttet et akustisk tokt der mengde og utbredelse av tobis kartlegges. På toktet innhentes oppdatert informasjon om utviklingen i tobisbestanden med et særlig fokus på mengden av ettåringer i tobisområdene (fjorårets årsklasse). Før toktet i april–mai finnes det ikke informasjon om styrken på denne årsklassen, og toktresultatene gir derfor det faglige grunnlaget for et oppdatert råd.

Da den nye forvaltningsplanen ble testet ut for første gang i 2010, var det fremdeles stor usikkerhet knyttet til hvor godt man kunne kartlegge utviklingen av mengde og utbredelse av tobis ved hjelp av akustiske tokt. Fra 2005 til 2011 ble det arbeidet intenst med å utvikle en robust toktmetodikk, og de senere år viser at kvaliteten på toktresultatene er høy. Derfor er toktet helt sentralt når vi skal beregne utbredelse, bestandsstørrelse og rekrutteringsvariasjon hos tobis. Kombinert med data fra

fiskeriflåten gjør disse beregningene det mulig å analysere effekten av fiskeuttak versus naturlige svingninger.

Rask tobisrespons fra forvaltningen

I 2009 var hele den norske sonen stengt for tobisfiske grunnet en begrenset geografisk utbredelse av bestanden. En sterk rekruttering av 2009-årsklassen medførte en kraftig ekspansjon av utbredelsen til tobis i norsk sone i 2010, og gav grunnlag for høye kvoter i 2010 og 2011. På tross av at man fikk bygget opp en gytebestand med en mye større utbredelse enn hva man hadde for eksempel i 2009, ble rekrutteringen av 2010- og 2011-årsklassene elendig, og utbredelsen begynte å skrumpe inn. Denne utviklingen synliggjør tydelig hvordan forvaltningen må respondere på ugunstige rekrutteringsforhold. I 2012 og 2013 ble kvotene derfor kraftig redusert, og det var færre åpne områder. Mengden tobis i norsk sone per 2013 er svært liten, for selv om 2012-årsklassestyrken kan karakteriseres som middels, har den gjennomsnittlige rekrutteringen de siste årene totalt sett vært veldig svak. Likevel, det er positivt at man har opprettholdt et årlig uttak og unngått en "jojo"-regulering av kvotene. Det hadde vært situasjonen dersom vi ikke hadde etablert en egen norsk forvaltning. Det er oppsviktsvekkende at det er fisket

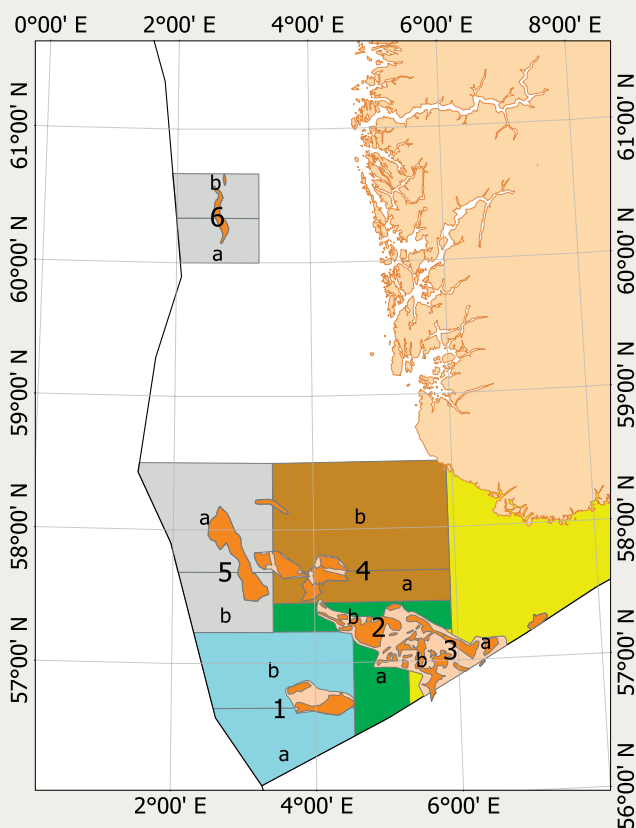
betydelig mengder av 2009-årsklassen hvert år frem til 2013 med tanke på at man tidligere nesten aldri fisket på annet enn ett- og toåringer grunnet det høye uttaket av ungfisk. Dette illustrerer den totale endringen som har skjedd i overvåkningen og forvaltningen med den nye modellen; vi har i dag en god overvåkning av bestandsutviklingen, et godt samarbeid mellom fiskere, forskere og forvaltere og – kanskje aller viktigst – en forvaltning som responderer på bestandsendringer på en relevant måte.

Hvor mye tobis spiser makrellen?

I løpet av 2014 skal det skje en grundig evaluering av forvaltningsplanen. Våre toktdata viser at forflyttingen av fisk i noen områder er noe større enn tidligere antatt, og det vil bli undersøkt om denne kunnskapen tilsier at tobisområdene skal ha en annen avgrensning enn dagens modell. Et annet spørsmål som fiskere og forskere ofte stiller, er hvordan økningen av makrellbestanden påvirker tobisbestanden. En økt mengde makrell på tobisfeltene har de siste to sesongene medført vanskeligheter med å fiske tobisfangster. Vi bør vurdere om det skal tas flere mageprøver av makrell. Det vil gi et datagrunnlag som kan si noe om hvor stor effekt makrellbestanden har på vekstforhold og rekruttering av tobis.

The Norwegian closed area rotation management enables annual quotas of sandeel despite failing recruitment

Based on historical fishing patterns and local stock development, 6 areas – with a and b sub-areas – are defined in Norwegian waters of the North Sea. The management plan aims to rebuild the six spawning stocks and thereby enhance the total recruitment and catch potential. If acoustic surveys show that the spawning stock is large and widely distributed within an area, one of the adjacent subareas is opened. If the spawning stock is strong the following year, the other subarea is opened. Prior to the fishing season a preliminary TAC is given, and within the open subareas the fleet can operate freely. The acoustic surveys carried out in the current year will be used to validate previous biomass estimates and to estimate the recruitment strength of the 1-year old sandeels. Based on this up-dated survey information, the TAC within the current year can be increased and new areas (subareas) opened.



Figur 1. Kart over viktig fiskefelt (lys oransje) og kjente tobisområder (oransje) vist sammen med de norske tobisforvaltningsområdene i Nordsjøen.

Map of Norwegian sandeel management areas, fishing grounds (light orange), and important sandeel habitats (orange).



UNIK UNDERSJØISK PLATTFORM:

Observerer miljø og biologisk mangfold og sender informasjonen til land

På korallrevet Hola utanfor Vesterålen følgjer vi med på alt som skjer når det skjer. Dette er moglege takk vere ein høgteknologisk observatorieplattform som er utplassert ved sjølve revet. Den kontinuerlege overvakinga syter for detaljert informasjon om korleis miljøet endrar seg; både variasjonar i åtferda til dei levande organismane og skifte i dei fysiske forholda. På sikt kan det hjelpe oss å skilje effektar av klimaendringar frå dei naturlege variasjonane i havet.

OLAV RUNE GODØ | olav.rune.godo@imr.no, GAVIN MACAULAY og ENDRE GRIMSBØ

LoVe (samntids overvaking i Lofoten–Vesterålen) er eit samarbeidsprosjekt der Havforskningsinstituttet og Statoil deltek. Prosjektet arbeider med nye metodar for ressurs- og miljøovervaking med bruk av observatorieteknologi.

Fotograferer, observerer og overvakar

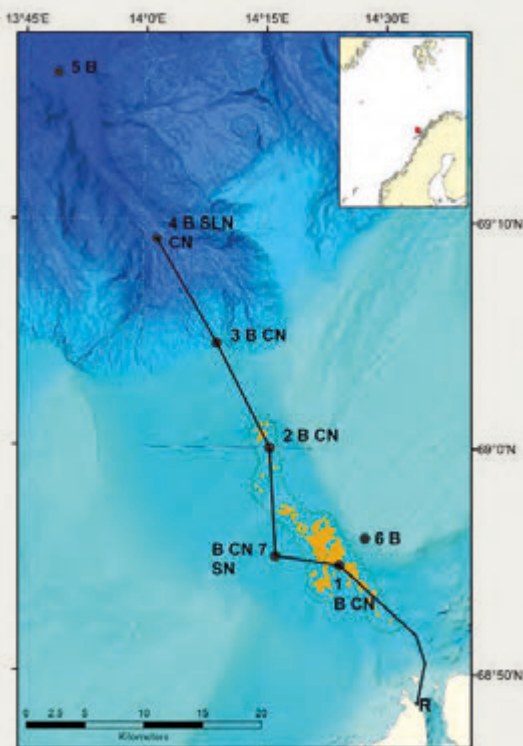
Det er lagt ein kabel frå Hovden i Vesterålen og ut til korallrevet Hola på 260 meters djup (figur 1). Der har vi plassert ein nyutvikla observatorieplattform med mange forskjellige sensorar. Eit kamera tar bilete ein gong i timen (eller så ofte vi ønskjer), eit ekkolodd observerer livet i vassøyla, medan ein hydrofon lyttar på fisk og forbipasserande farty. Dessutan er det ulike miljøsensorar som fortel om temperatur, salt, lys og straum. Saman overvakar desse sensorane kontinuerleg dei fysiske og biologiske tilhøva på og rundt korallrevet. Kabel og observatorium vart plasserte ut i september 2013, og har samla data om livet ved og omkring korallrevet sidan då.

Ser havbestandar passere

Kameraet formidlar det grande livet på og ved eit korallrev: Ei brosme har funne sin trygge heim med ein taskekrabbe som nabo, medan tusenvis av reker svermar

Figur 1. Geografisk plassering av observatoriet i Hola, Vesterålen (merkt med 1). Det er planlagt eit snitt med mange nodar. Per i dag er berre node 1 realisert. Den ligg ved eit korallrev, og overvakar livet der frå dag til dag. Dei andre nodane vil ha andre spesifikke mål. Til saman utgjer nodane eit snitt som vi gjerne kallar "porten til nordområda". Vatnet som passerer her fortel oss kva utvikling vi kan vente i havklimaet i Barentshavet. Sensorane vil også fortelje om mengde av fisk som passerer snittet til og frå gyteområda langs norskekysten.

Geographic location of the ocean observatory in Hola, Vesterålen (tagged 1). We plan a section composed of multiple nodes. Presently, only node 1 is established. This is positioned at a coral reef with the main task of observing marine life at and around such reefs. The other nodes will also have specific objectives. The nodes crossing the shelf make up a section we call "The gateway to the High North". The water masses passing the section inform us about the development of the environment in the Barents Sea later the same year. The sensors will also support assessment of the amount of fish passing the section back and forth to the spawning areas along the Norwegian coast.



rundt polyppane til korallane (figur 2). Vi ventar at dette biletmaterialet vil gi oss unik informasjon om kva korallreva betyr for det biologiske mangfaldet i området og korleis korallane lever, veks og døyr.

Eit ekkolodd kikkar mot overflata og fortel kva som er i vassøyla, eit anna ser horisontalt langs botn og fortel om livet der. Desse ekkolodda gir informasjon

HER FINN DU OBSERVASJONANE:

Besøk observatoriet på <http://love.statoil.com>



Figur 2. Fotografi frå korallrevet teke med kamera på observatoriet.
Photo from the deep water coral reef taken with the observatory camera.

om dynamikken i økosystemet ved eit korallrev, og viser korleis store havbestandar som torsk og sild passerer gjennom området på veg mot gyting og beiting. Vi tjuvstarta litt sist vinter og sette ut ei tilsvarande plattform som gjekk på batteri. Då fekk vi unike ekkogram av skrei som kom til denne staden i februar; dei siste forlét området 14. april (sjå meir i eigen boks).

Overføringsverdi til forskningstokta

Når vi kan samanlikne den biologiske tilstanden på revet og i vassmassane direkte med dei fysiske tilhøva (temperatur, salt, straum, lys etc.), vonar vi å kunne etablere samanhengar mellom fysikk og biologi som vi ikkje får gjort med konvensjonell metodikk. Den kontinuerlege overvakinga gir detaljert informasjon om variasjonar i miljøet. Når observatoriet er utbygd med alle nodane (sjå boks), trur vi det kan hjelpe oss å isolere effektar av klimaendringar frå dei naturlege variasjonane gjennom dagen, årstidene og året. Per i dag er observatorieteknologien eit supplement til våre rutinetokt. Når vi har direkte samband mellom land og instrumenta på havbotnen, kan det gjerast forsøk der vi nyttar informasjon frå observatoriet. I neste omgang kan desse forsøka hjelpe oss å planlegge tokt med forskingsfarty. Dersom vi får utvikle denne metoden vidare og bygge ut med fleire slike system, kan vi i framtida bruke metoden for å effektivisere feltaktivitet med forskingsfarty, og kanskje redusere denne store utgiftsposten i overvakinga.

Det neste steget i planane våre er å forlengje kabelen til utanfor sokkelen. Slik får vi fem plattformer som dekkjer eit snitt frå kysten til djupet av Norskehavet. Eit slikt snitt av sensorar ville kunne fortelje oss og talfeste mengda av varmt atlantisk vatn som går til Barentshavet. Vi får også vite kva fisk som går til og frå norskekysten for å gyte. Vi ser for oss at observatorieteknologien kan svare på fleire av dei vanskelege spørsmåla knytta til å overvake og forvalte heile økosystemet, ikkje berre dei kommersielt utnytta fiskebestandane.

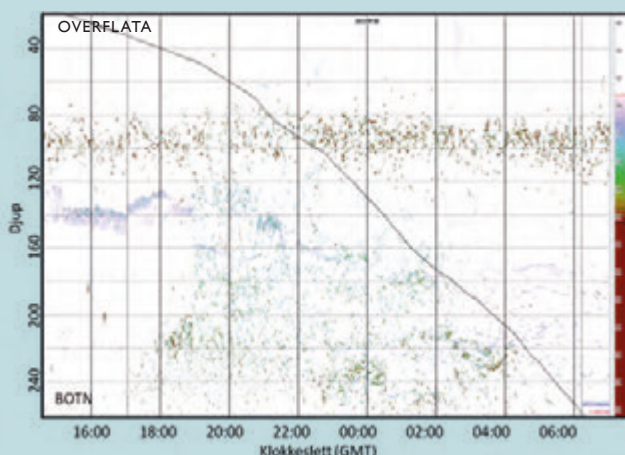
Submarine observatory monitors marine resources

Thanks to a cooperation project between Statoil and Institute of Marine Research (IMR), we now have established a unique observatory off Vesterålen in a deep water coral reef location. Here you can click and watch what the skrei (mature oceanic cod) and other species do during the day, the season and the year as a whole. For the first time a cabled observatory has been developed to cover environmental and marine resources in a biological and oceanographic hotspot. We expect that the technology will be further developed and expanded. Over time this is expected to become an important tool for IMR in monitoring the marine environment and its resources.

FAKTA

Har oppdaga ulik åtferd hos skreien

Skreitoktet til Havforskningsinstituttet dekkjer gytebestanden i den perioden då mesteparten av skreien er samla på gyteområda. Vi veit lite om kva fisken faktisk gjer akkurat på den staden han oppheld seg gjennom gytesesongen. Figur 3 viser skreilaget på 50 til 100 meters djup. Det er også eit lag av fisk som vandrar frå botnen og opp mot overflata på nattetid. Vi har fangst av fisken i det øvre laget som viser at det er skrei. Mykje tyder på at den fisken som vertikalvandrar om natta også er skrei. Denne vertikalvandrande fraksjonen vert tydeleg først langt ut i mars; det tyder på at åtferda kan ha samanheng med gyteprosessen. Det ser ut som at fisken går så nær botn om natta at den vert usynleg for våre svingargar som ikkje startar å registrere før eit par meter over botn. I komande sesong, når informasjonen er tilgjengeleg i sann tid, kan vi planlegge tokt som identifiserer desse registreringane med trål. Vi kan då eventuelt svare på spørsmål om kvifor skreien deler seg i to fraksjonar (på 50 til 100 meters djup og dei som vandrar frå botnen og opp), og kva som skil dei frå kvarandre.



Figur 3. Ekkogram av skrei under gytesesongen 2013 (batteridrivne plattform). Det viser skrei som er fordelt på 50 til 100 meters djup. Om natta vandrar ein fraksjon med skrei frå botnen og opp til skreien som held seg høgare oppe (toppfraksjonen). Den vandrande skreien returnerer til botnen ved daggr.

Echogram of skrei during the 2013 spawning season observed with a battery powered platform. The picture shows cod distributed at 50 to 100 meters depth during the day. During night, a fraction appears close to bottom migrating towards the top layer at about midnight and return to bottom during next day.

Bredbåndsakustikk øker kvaliteten på mengdemålingene våre – på sikt kan det gi bedre kunnskap om økosystemene

Neste generasjon ekkolodd bruker bredbåndsmetodikk. Oppløsningen på registreringen er vesentlig bedre enn dagens, og den nye teknologien vil gi langt sikrere akustiske mengdemål av fisk og dyreplankton, særlig når forekomstene er blandet og tolkingen usikker.

EGIL ONA | egil.ona@imr.no, og ROLF J. KORNELIUSSEN

Forskere og fiskere bruker ekkolodd til å mengdemåle og kartlegge fiskebestander og til å velge ut fisk før fangsting. Havforskningsinstituttet har kartlagt fiskebestander med ekkolodd siden 1935, og har lenge samarbeidet med utstyrsindustrien for å videreutvikle utstyr og målemetodikk. I dag blir dette brukt til årvisse mengdemålinger av våre viktigste pelagiske fiskeslag og som støttemålinger i mengdemålinger med annen metodikk. Utstyret og metodene blir også brukt internasjonalt i alle havområder. Ekkoloddene og prinsippene som benyttes her er naturlig nok begrenset av fysiske lover for lyd i sjø, men over tid tas den forbedrede elektronikken og den økte tilgangen på datakraft i bruk i nye systemer.

Kan skille mellom ulike fiskearter

Dagens ekkolodd sender ut bare én frekvens. Det kan gi et godt bilde av tetthet, styrke og hvor i sjøen fisken eller målet står, men informerer bare i begrenset grad om målets refleksjonsegenskaper.

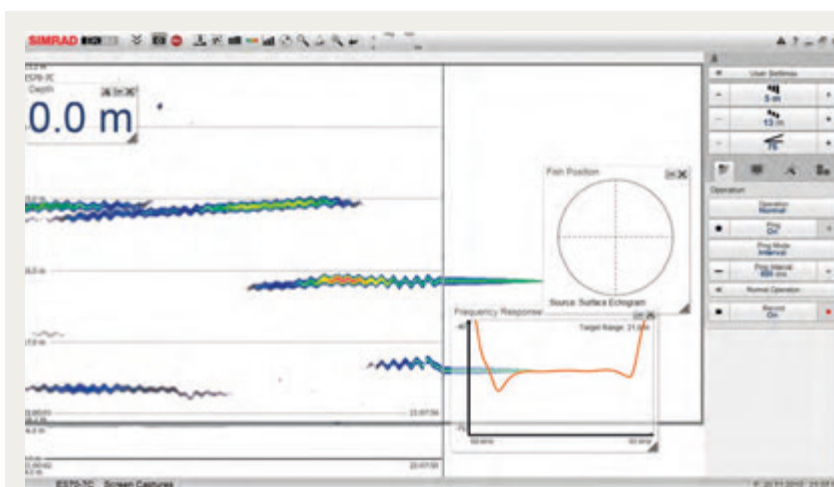
Hvis vi derimot bruker mange ekkolodd som sender samtidig, men med ulik frekvens, kan vi observere at ulike fiskeslag og for eksempel dyreplankton gir svært forskjellige ekkorespons eller frekvensrespons. Dette betyr at ekkone, og derved ekkogrammet, er annerledes på ulike frekvenser, og dermed overføres mer informasjon om målets størrelse, oppførsel eller kroppsphysiologi til observatøren om bord som skal tolke dataene. Vi har på en måte fått fargesyn. Multifrekvensanalyse med opptil seks frekvenser blir derfor brukt på tokt i dag. Slik kan vi skille sild, makrell, lodde, tobis og enkelte dyreplanktongrupper som krill og raudåte direkte på nye, syntetiske ekkogrammer. En datamaskin analyserer alle

ekkoagrammene samtidig, og sammenligner ekkoresponsen med et kjent materiale. Vi har derved trent datamaskinen opp til å kunne skille mellom disse artene. Vi har likevel bare punktmålinger i ekkospekteret fra de seks valgte frekvensene, og ingenting imellom.

Prøver ut bredbånds-ekkolodd

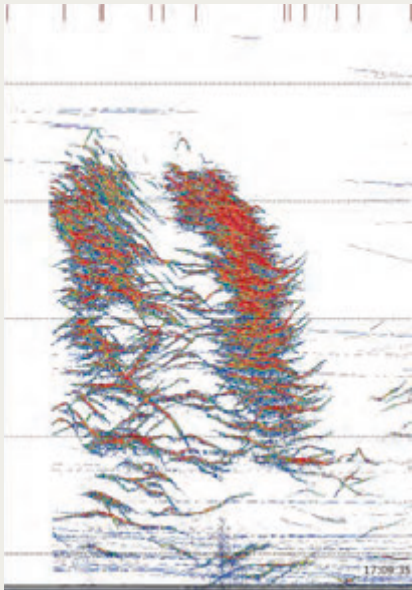
I et nytt ekkoloddprosjekt har vi prøvd ut enda en ny måte å sende ut ekkoloddssignalet. Denne måten ligner mer på det vi gjør når vi synger eller det hvalene gjør når de inspiserer byttet; nemlig å sende et frekvensmodulert signal ut på svingeren (senderen) noenlunde samtidig eller i en kort puls. En ”chirp” betyr en lydimpuls der frekvensen varierer over tid, og kan

oversettes til et kvitter fra en fugl. Her er det selve svingeren som er begrensningen, fordi den normalt er konstruert for å ha høy ytelse på en spesiell frekvens. Effektiv båndbredde er det som definerer frekvensbåndet svingeren kan sende over med høyt lydtrykk – på samme måte som vi definerer stemmegruppene i et kor. Ytelsen, gitt ved signal/støyforholdet av et eventuelt ekko, blir fort dårligere i ytterkanten av spekteret (som når basen prøver seg på sopranstemmen eller omvendt). Husk at svingeren her både skal produsere lyd og – rett etterpå – fungere som et øre; som en mikrofon. Ytelse og sensitivitet vil gi det endelige produktet, altså signalet, inn til ekkoloddet.



Figur 1. Ekkogram av oppløste forekomster av lysprikkfisk på 200 meters dyp med frekvensrespons fra 65 til 85 kHz. Osterfjorden, november 2010.

Echogram of resolved concentrations of myctophids at 200 meters depth with the frequency response from 65 to 85 kHz. Osterfjord, November 2010.



Figur 2. Oppløste stimer av sei på 40 til 100 meters avstand fra sonden.
Resolved schools of saithe at 40 to 100 meters range from the sonde.

Ekkoloddsvingerne på de høyeste frekvensene vi bruker, fra 70 kHz og oppover til 333 kHz, er allerede konstruerte for å kunne sende i et rimelig bredt frekvensspekter. Derfor var det naturlig først å fokusere på disse siden de er best egnet for målinger av dyreplankton på litt kortere avstander.

Trengte nye kalibreringsmål

Før vi kan bruke ekkoloddene til mengdemålinger, må de kalibreres. Etter 1980 har dette vært utført med såkalte standardmål. For eksempel har vi brukt en kule av kopper på nøyaktig 60 mm diameter, som senkes til omtrent 20 meters dyp under fartøyet. Ekkot registreres når kulen henger midt i ekkoloddstrålen og sammenlignes med en kjent verdi. For å få et stabilt ekko over hele bredbåndet måtte vi nå utvikle nye kalibreringsmål. Både strålebredde og ekkonivå vil variere med frekvens, og for at brukeren ikke skal bli belemret med alle variablene, ville det være best å fjerne dem i en standard kalibreringsprosedyre. Enkelt sagt ville vi at når målet blir observert inne i den smale ekkoloddstrålen, så skulle den reelle ekkoresponsen kunne måles direkte – uavhengig av målets posisjon inne i strålen.

Chirp gir mye bedre oppløsning

Den romlige oppløsningen til dagens fiskeri-ekkolodd er begrenset av varigheten på den utsendte lydimpulsen og åpningsvinkelen til strålen. En typisk lydimpuls som vi bruker på tokt på for eksempel 38 kHz

varer i et millisekund (1/1000 sekund), noe som gir en romlig oppløsning på om lag 0,75 m i dybderetningen inne i strålen. Fisk som står nærmere hverandre enn dette vertikalt, vil bli oppfattet som ett ekko, blandet. Grunnleggende fysiske prinsipper sier imidlertid at romlig oppløsning er begrenset av bølgelengde, ikke av pulslengden. Bølgelengden er ca. 3 mm for 450 kHz og 3 cm for 50 kHz.

Dersom vi nå sender et signal som starter med en lav frekvens og øker jevnt mot slutten av pulsen, en chirp, så kan signalbehandling gi mye bedre oppløsning. Ved å sammenligne utsendt puls med mottatt ekko (= pulskompresjon i signalanalyse) er det mulig å oppnå en romlig oppløsning som er nær den minste bølgelengden i pulsen. I praksis betyr dette at vi nå kan oppløse enkeltfisk i mye tettere registreringer enn før, men fremdeles begrenset av strålebredden. Når pulsvolumet er lite, kan vi i noen tilfeller også se enkeltindivider av dyreplankton på kortere avstand.

Vil måle i hele vannsøylen

Hvis vi skal se dypt med ekkolodd må vi bruke lave frekvenser. Det er fordi absorpsjonen er lav for disse, mens effektiv rekkevidde for høyfrekvente ekkolodd fort blir begrenset til ca. 200 meter (200 kHz) eller 50 meter (500 kHz) når vi er interessert i ekkoet fra små mål i vannsøylen, og ikke bare i å måle avstanden til det kraftige ekkoet fra bunnen. Når vi skal måle i hele vannsøylen samtidig med flere ekkolodd over hele spekteret, er det de høyfrekvente ekkoloddene som setter begrensninger for rekkevidden. Ved å bygge ekkoloddene inn i en trykksterk sonde (probe) og senke både ekkolodd og svingere ned til registreringene, kunne vi dra fordel både av den høye pulsopløsningen og arealet som ble belyst av strålen, slik at pulsvolumet er lite og veldefinert. Sondene har fiberoptisk kabel for full datakommunikasjon til overflaten, slik at alt som observeres der nede blir vist direkte om bord. Ved å observere bare til om lag 50 meter under eller til siden kan vi bruke høy ping-rate eller sende ny puls fem til ti ganger per sekund, og samtidig ta stereo-bilder av registreringen. Såkalt probing av vannkolonnen fra overflaten til bunnen med akustikk har vist seg å gi flotte bilder og tetthetsmål av vertikalfordeling av fisk og plankton. Siden det meste er oppløst i enkeltmål, vil størrelsesmåling av fisk vertikalt bli enklere og mer nøyaktig enn fra skipets ekkoloddssystemer.

Artsidentifisering

De beste metodene for akustisk artsidentifisering er per i dag basert på multifrekvensanalyse. Ofte er det et begrenset

frekvensområde som er mest effektivt for å identifisere en bestemt art, men dette frekvensområdet er forskjellig fra art til art. For identifikasjon av makrell er det mellom 70 og 200 kHz som er best, mens det for tobis er mellom 18 og 70 kHz. For sikker identifisering av mange arter bør derfor et bredt frekvensområde dekkes, men samtidig bør det ikke være for langt mellom frekvensene. Dersom man er riktig uheldig kan frekvensene være plassert på en slik måte at det er vanskelig å identifisere en bestemt art. For enkelte dyreplankton kan faktisk både størrelse og artsgruppe bestemmes, men det har vært vanskelig å få nok frekvenser til sikker størrelsesbestemmelse. Bredbånddata dekker hele frekvensområdet kontinuerlig, så artsidentifiseringen blir sikrere enn før. Det gjelder også størrelsesmålingen av dyreplankton.

Nytteverdi og anvendelse

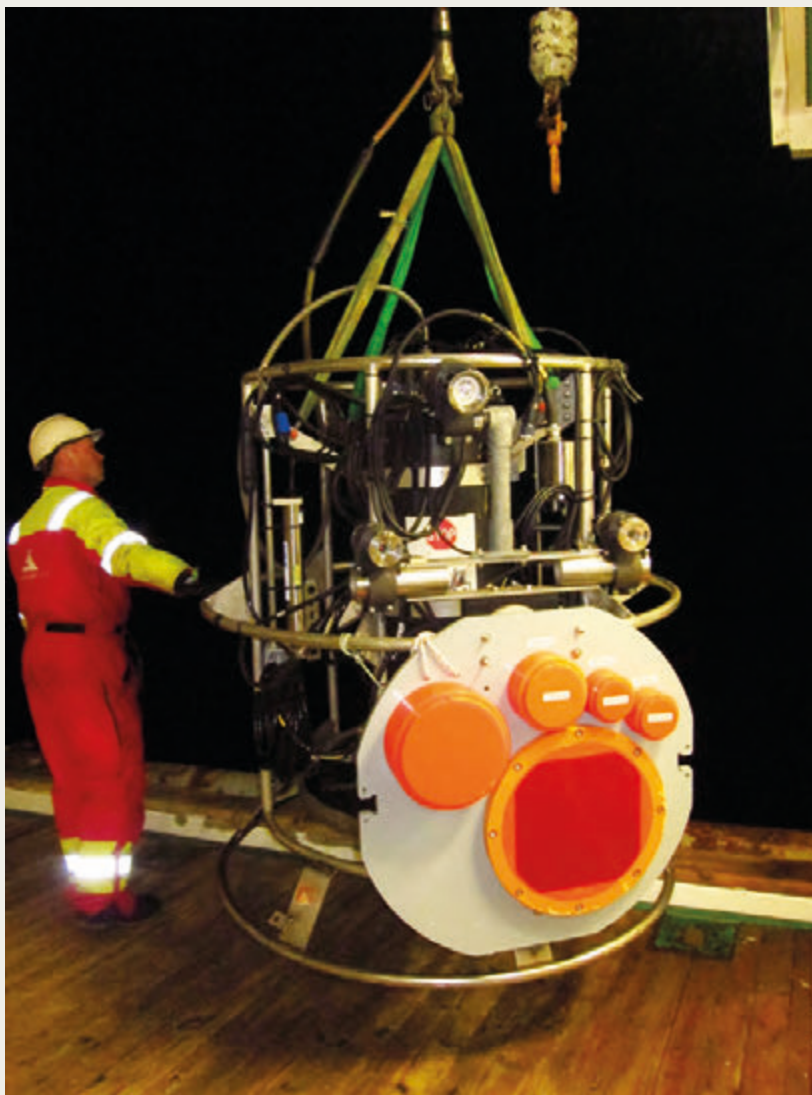
Ny bredbåndsekkoloddmetodik vil forbedre dagens akustiske mengdemål av fisk og dyreplankton, særlig der forekomstene er blandet og tolkingen er usikker. Oppløsningen av registreringene er vesentlig bedre med ny signalbehandling, og metoden for akustisk størrelsesmåling av fisk vil bli sikrere. Dette vil også gi bedre data til fiskerne, som ofte ønsker å fiske på bestemte størrelser. For økosystemundersøkelser vil en bygge videre på et utvidet sonde-system, der tettheten av ulike organismer kan måles akustisk i hele vannsøylen ved å montere bredbåndsekkolodd på en slags CTD, som i dag bare måler temperatur og saltholdighet idet den senkes gjennom vannsøylen. Trykkmessig kan dagens ekkoloddssystem på sonde tåle om lag 1500 meters dyp.

New broadband acoustics improve the quality of our fish abundance estimates – and may give better future knowledge in ocean ecosystems

Next generation echo sounders use broadband methods. The resolution is significantly better and will improve acoustic density estimates of fish and zooplankton, particularly in volumes where the organisms are found in mixed concentrations and the scrutinizing is uncertain. The basic principles and advantages over single and multi-frequency are briefly described with some examples from a recent, three years research project exploiting this new method.

Figur 3. Ekkolodd-sonde med fire bredbåndsekkolodd, 70, 120, 200 og 333 kHz, som sammen dekker frekvensbåndet 60–450 kHz. Bildet er fra kalibreringsmålinger.

Echo sounder sonde with four broadband echo sounders, 70, 120, 200 and 333 kHz, covering the frequency band 60 to 450 kHz. Picture from calibration measurements.



FAKTA

Litt resultater fra ekkoloddprosjektet

Prosjektet har gjennomført tre forskningstokt, der det nye ekkoloddet er testet ut på konsentrasjoner av krill, mesopelagisk fisk og mindre registreringer av sild, sei og kolmule. Det er også gjennomført kontrollerte målinger av krill i en 800 m³ stor måletank på Forskningsstasjonen Austevoll.

Fire enheter som er montert i en trykksterk tank i en sonde dekker kontinuerlig et frekvensområde fra 50 kHz til 450 kHz. Dataopptak fra sonden på dyptet krever optiske kommunikasjonslinjer. Det skyldes de store datamengdene fra ekkoloddene; hvert system må levere 500 ganger mer datamengde enn et tilsvarende én-frekvens forsknings-ekkolodd.

Ekkorespons fra enkeltdyr og stimer er målt for krill, laksesild, mesopelagisk fisk, sild, sei og kolmule, og vil bli

brukt for å lage identifikasjonssystemer for disse. Metoder for kalibrering av ekkoloddene er ferdig utviklet, og selve ekkoloddet er ombygget fra prototype til kommersiell versjon i løpet av prosjektperioden. Det er utviklet prototype analysesystemer for bredbåndsdatta, hovedsakelig i programsystemet MatLab, men her gjenstår en del arbeid før metoden kan tas i bruk på regulære tokt. Det kommersielle produktet EK80; neste generasjons ekkolodd, blir markedsført av Simrad høsten 2014.

Både isbryteren Kronprins Haakon og det nye forskningsfartøyet Dr. Fridtjof Nansen, som begge er under bygging, vil få installert slike ekkolodd. Siden ekkoloddet kan sende flere typer pulsformer, kan en i starten også bruke gammel metodikk ved å simulere en standard EK60.



Rekebestander i Nord-Atlanteren – bundet sammen av havstrømmer, isolert av bunntemperatur og fjordsystemer

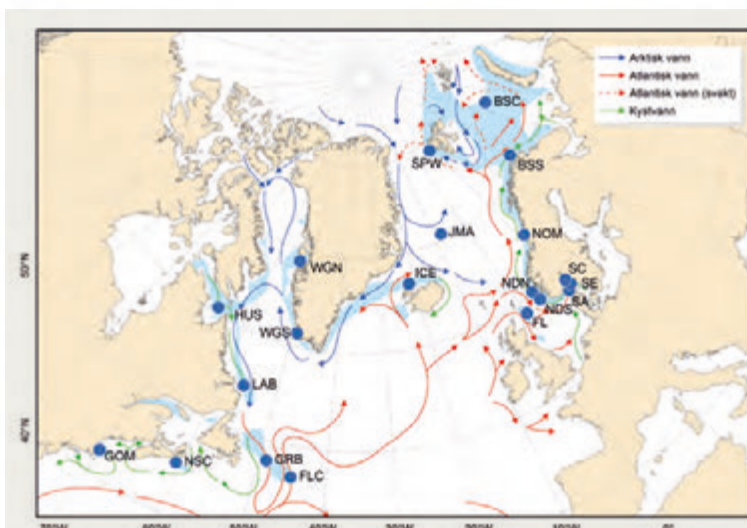
I Nord-Atlanteren har vi funnet flere genetisk distinkte grupper av dypvannsreke. Rekelarver som driver med havstrømmer binder store områder sammen i genetisk ensartede grupper eller bestander, men rekelarvene på ”vandring” ser ikke ut til å kunne bunnslå og overleve i områder med svært forskjellig bunntemperatur fra deres fødeområde. På en mindre skala i Skagerrak- og Nordsjøområdet ser vi at fjordbestandene skiller seg fra hverandre, og fra reke i de åpne havområdene. Reke i det åpne havet i Skagerrak og Norskerenna skiller seg derimot ikke fra hverandre, og tilhører trolig samme bestand.

GULDBORG SØVIK | guldborg.soevik@imr.no, HALVOR KNUITSEN, PER ERIK JORDE, JON-IVAR WESTGAARD og JON ALBREITSEN

Reke, eller dypvannsreke som den egentlig heter på norsk, er et krepsdyr som de aller fleste har et forhold til. Man kan kjøpe lokale reker på bryggekanalen på Sørlandet eller store importerte grønlandsreker i butikken.

Mange typer reker – én art

Til tross for størrelsesforskjellen tilhører både Skagerrakreke og Grønlandsreke samme art: dypvannsreke (*Pandalus borealis*). Reke er utbredt på kontinentalsoklene på begge sider av Nord-Atlanteren (figur 1). I alle disse områdene utgjør reken en økonomisk viktig ressurs, og det brukes mye tid og ressurser på å overvåke bestandene samt å utarbeide gode råd til myndighetene om hvor mye reke som kan fiskes. Rådgivningen foregår på enkeltbestander. Tradisjonelt er oppdelingen i bestander basert på geografiske og økonomiske enheter, og ikke nødvendigvis på biologiske realiteter. For eksempel regnes reken som er utbredt langs hele vestkysten av Grønland, som én bestand, mens reken i det mye mindre Nordsjøen- og Skagerrakområdet er delt opp i tre separate bestander.



Figur 1. Dypvannsrekens utbredelse i Nord-Atlanteren (blått), fremherskende havstrømmer og lokaliteter for innsamling av prøver, der FL = Fladengrunn; SA = Skagerrak A; SC = Skagerrak C; SE = Skagerrak E; NDS = Norskerenna sør; NDN = Norskerenna nord; NOM = Namsos; BSS = Barentshavet sør; BSC = Barentshavet sentralt; SPW = Spitsbergen vest; JMA = Jan Mayen; ICE = Island; WGS = Vest-Grønland sør; WGN = Vest-Grønland nord; HUS = Hudson Strait; LAB = Labrador; GRB = Grand Banks; FLC = Flemish Cap; NSC = Nova Scotia; og GOM = Gulf of Maine. Lokaliteter for fjordprøver i Skagerrak er vist i figur 2. Hvert punkt tilsvarer en prøve på ca. 100 reker.

Distribution of northern shrimp in the North-Atlantic (blue), prevailing ocean currents, and sampling locations, where FL = Fladen Ground; SA = Skagerrak A; SC = Skagerrak C; SE = Skagerrak E; NDS = Norwegian Deep south; NDN = Norwegian Deep north; NOM = Namsos; BSS = Barents Sea south; BSC = Barents Sea central; SPW = Spitsbergen west; JMA = Jan Mayen; ICE = Iceland; WGS = West-Greenland south; WGN = West-Greenland north; HUS = Hudson Strait; LAB = Labrador; GRB = Grand Banks; FLC = Flemish Cap; NSC = Nova Scotia; and GOM = Gulf of Maine. Locations of fjord samples in Skagerrak are shown in figure 2. Each point represents a sample of approximately 100 shrimp.

Behov for genetiske bestandsstudier

Modellene som brukes til å beregne bærekraftig uttak, forutsetter at den bestanden som vurderes, utgjør en lukket enhet uten innvandring eller utvandring av individer. For veldig mange bestander vet man imidlertid ikke om dette er tilfellet. På 1990-tallet påpekte derfor Det internasjonale havforskningsrådet at det var behov for å fastslå utbredelsen av de forskjellige rekebestandene i Nord-Atlanteren.

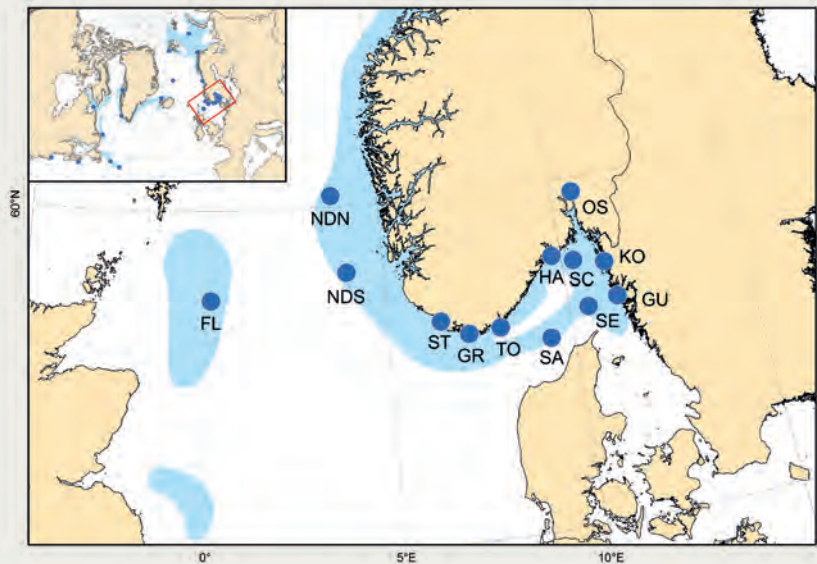
En metode for å avdekke ulike bestander innen en art som har vist seg lovende for en rekke organismer, er genetiske metoder (se egen sak). Disse metodene er basert på det faktum at individer som er nært i slekt med hverandre, er genetisk mer like hverandre enn individer med fjernere slektskap, og på at individer innen samme bestand er mer beslektet med hverandre enn med andre. Genetiske likheter og forskjeller, og dermed bestandstilhørighet, kan bestemmes ved hjelp av moderne DNA-teknologi.

To forskningsprosjekter

I 2010 ble to prosjekter startet opp med det formål å studere den genetiske bestandsstrukturen til reke, både over hele utbredelsesområdet i Nord-Atlanteren (*POPBOREALIS*, finansiert av Norges forskningsråd), og på en mindre og mer detaljert skala i Skagerrak- og Nordsjøområdet (*Bærekraftig rekefiske i Skagerrak*, finansiert av EUs interregionale fond, Interreg IVa). Med god hjelp fra internasjonale kollegaer samlet vi inn rekeprøver fra hele artens utbredelsesområde (figur 1 og 2). Hundre reker ble samlet inn fra hvert område og analysert for genetisk variasjon i såkalte DNA-mikrosatellitter. For å sjekke om eventuelle genetiske forskjeller holdt seg stabile over tid, innhentet vi rekeprøver fra flere av områdene i to ulike år (Fladengrunn, Stolsfjorden, Håøya, Oslofjorden, Skagerrak, Spitsbergen, Island, Labrador, Grand Banks, Flemish Cap og Gulf of Maine).

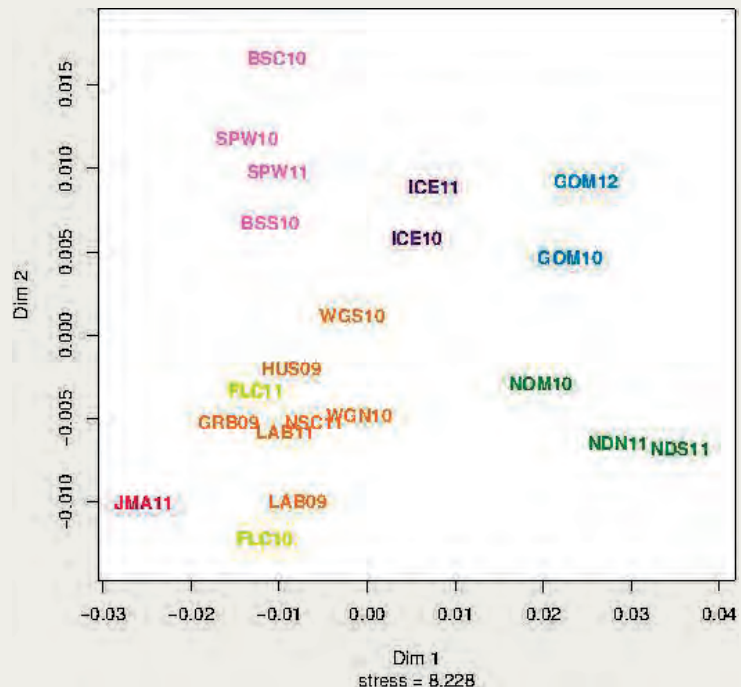
Flere rekebestander i Nord-Atlanteren

Vi fant stor genetisk variasjon mellom rekene i Nord-Atlanteren, både mellom individer innen samme område og enda større mellom individer fra ulike områder. Minst sju genetisk forskjellige områder peker seg ut: Norskerenna og norskekysten (grønn i figur 3 og 4), Barentshavet og Spitsbergen (rosa), Jan Mayen (rød), Island (lilla), Vest-Grønland (muligens to bestander) og den canadiske østkysten (oransje), Flemish Cap (gul) og Gulf of Maine (lyseblå). Langt på vei kan denne bestandsstrukturen forklares ved



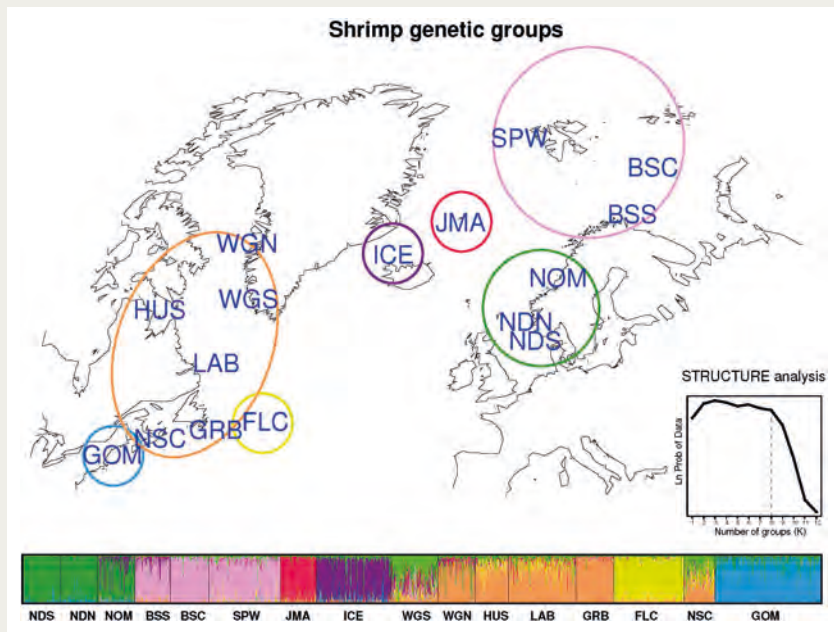
Figur 2. Dypvannsrekens utbredelse i Skagerrak og Nordsjøen (blått) og lokaliteter for innsamling av prøver, der FL = Fladengrunn; NDN = Norskerenna nord; NDS = Norskerenna sør (tilsvarer h.h.v. NN og NS i figur 5); ST = Stolsfjorden; GR = Grønnsfjorden; TO = Topdalsfjorden; HA = Håøya; OS = Oslofjorden; KO = Koster-Våderøfjorden; GU = Gullmarsfjorden; SA = Skagerrak A; SC = Skagerrak C; og SE = Skagerrak E. Hvert punkt tilsvarer et utvalg på ca 100 reker.

Distribution of northern shrimp in Skagerrak and the North Sea (blue) and sampling locations, where FL = Fladen Ground; NDN = Norwegian Deep north; NDS = Norwegian Deep south (correspond to respectively NN and NS in Figure 5); ST = Stols Fjord; GR = Grønns Fjord; TO = Topdals Fjord; HA = Hå Island; OS = Oslo Fjord; KO = Koster-Våderö Fjord; GU = Gullmars Fjord; SA = Skagerrak A; SC = Skagerrak C; og SE = Skagerrak E. Each point represents a sample of approximately 100 shrimp.



Figur 3. Grafisk framstilling ("multidimensjonal skalering", MDS) av genetisk bestandsstruktur, basert på parvise genetiske forskjeller mellom rekeprøver. Prøvene er identifisert med lokalitet (forkortet) og år, og er fargekodet etter genetisk tilhørighet (se figur 4). Eksempel: rekeprøvene fra sentrale (BSC_2010) og sørlige Barentshavet (BSS_2010) samt vestre Spitsbergen (SPW_2010 og SPW_2011) er genetisk like seg imellom, men skiller seg fra øvrige prøver.

Graphical presentation ("multidimensional scaling", MDS) of genetic stock structure, based on pairwise genetic differences between shrimp samples. The samples are identified by location (abbreviated) and year, and are colour coded after genetic affiliation (see figure 4). Example: the shrimp samples from the central (BSC_2010) and southern Barents Sea (BSS_2010) as well as western Spitsbergen (SPW_2010 and SPW_2011) are genetically similar, but can be distinguished from the rest of the samples.



Figur 4. Hovedgrupper (fargede sirkler) av reker i Nord-Atlanteren basert på såkalt "strukturanalyse". Innfelt nede til høyre: sannsynlighetsfordeling for antall rekegrupper (antall, $K=8$, valgt siden sannsynligheten faller raskt for høyere verdier). Nederst: hvert enkelt individs tilhørighet (fargekodet) i de 8 gruppene, basert på deres genetiske sammensetting og fangststed (parameter: LOCPRIOR). Forkortelser som i figur 1.

Main groupings (coloured circles) of shrimp in the North Atlantic based on so-called STRUCTURE analysis. Insert, lower right: probability distribution of number of shrimp groups (number, $K=8$, chosen because the probability drops fast for higher K). Below: individual membership (colour coded) in the 8 groups, inferred from their genetic composition and sample information (parameter: LOCPRIOR). Abbreviations as in figure 1.

fremherskende havstrømmer. Reken har frittflytende larvestadier som driver med havstrømmene. Og modellering av larvedrift basert på disse strømmene, forklarer mye av likhetene og forskjellene mellom de forskjellige rekeprøvene (og dermed rekebestandene) i Nord-Atlanteren, men andre faktorer spiller også inn.

Rekebestander i Nordvest-Atlanteren

I Nordvest-Atlanteren forklarer den nordgående havstrømmen langs Grønlands vestkyst (figur 1) likheten mellom reke fra sør og nord på denne kyststrømen (figur 3 og 4). Denne havstrømmen bøyer vestover og slår seg sammen med den kalde, sørgående Labradorstrømmen langs Canadas østkyst, og drift av larver sørover er trolig forklaringen på den genetiske likheten vi finner mellom reker samlet inn langs hele den canadiske østkysten. De sammenhengende strømsystemene langs Grønland og Canada forklarer altså likheten mellom reke i hele dette store området. "Strukturanalysen" (figur 4) viser faktisk at reke fra Discobukta nord på Grønlands vestkyst er mer lik reke fra Canadas østkyst enn reke fra sør på Grønland. Reke som vi samlet inn fra Flemish Cap, er derimot forskjellige fra alle de andre reke fra østkysten av Canada, og skiller seg dermed ut som en egen bestand. Dette sees tydeligst i "strukturanalysen" (figur 4). I MDS-plottet (figur 3) ligger Flemish Cap-reke i nærheten av reke fra Canada og Grønland, noe som betyr at selv om de er forskjellige fra disse, er forskjellen liten. Forskjellen mellom reke i Gulf of Maine og reke

ved Canada og Grønland er derimot stor (figur 3 og 4). Kyststrømmer forbinder den isolerte Gulf of Maine med canadiske rekeområder lenger nord (figur 1). Larvedriftssimuleringene våre viser da også at larver nordfra kan nå Gulf of Maine. Hvorfor ligner ikke reke i Gulf of Maine mer på reke fra resten av Nordvest-Atlanteren? En forklaring kan være den store temperaturforskjellen i bunnvannet mellom Gulf of Maine (6–8 °C) og de nordligere områdene (0–4 °C). De rekelarvene som driver inn i Gulf of Maine nordfra overlever sannsynligvis ikke i det varme bunnvannet.

Island og Jan Mayen

Rekelarvedriftssimuleringene våre viste ingen tilførsel av larver utenfra til Jan Mayen, så dette ser ut til å være en svært isolert bestand, en iakttagelse som samsvarer med de genetiske funnene. Reke nord for Island er, i likhet med Jan Mayen-reke, forskjellig fra alle de andre rekeprøvene, noe som tyder på at også Islandsreke utgjør en separat bestand. Larvedriftssimuleringene viser at området nord for Island mottar rekelarver utenfra, og muligens er reke nord for Island beslektet med reke øst for Grønland. Denne muligheten fikk vi imidlertid ikke undersøkt nærmere i dette studiet.

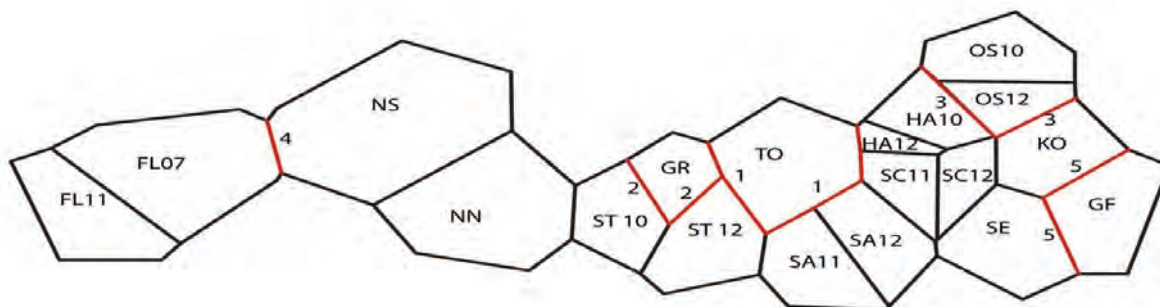
Noen reker vil ha det varmt

I Nordøst-Atlanteren bringer den norske kyststrømmen med seg larver fra Skagerrak og Norskerenna nordover, og dette forklarer den genetiske likheten mellom reke langs norskekysten, fra Skagerrak og minst helt opp til utenfor

Namsos (figur 3 og 4). Videre forklarer rekelarvedrift nordover og østover i Barentshavet, pga. den nordatlantiske havstrømmen, likheten mellom reke sør og sentralt i Barentshavet og ved nordvestkysten av Spitsbergen. At reke i Barentshavet og Svalbardområdet utgjør én bestand, stemmer overens med tidligere genetiske studier (se egen sak). Imidlertid antar vi at den sterke, nordgående strømmen langs norskekysten medfører stor transport av larver og dermed en mye større genetisk likhet mellom reke i Nordsjøen og Barentshavet enn det vi har funnet. Den store forskjellen har sannsynligvis samme forklaring som ulikheten mellom reke i Gulf of Maine og langs Canadas østkyst: Reke i Nordsjøen og Skagerrak lever i relativt varmt vann med en bunntemperatur på 6–8 °C, mens reke i Barentshavet lever under mye lavere temperaturer, 0–4 °C. Sannsynligvis er reke tilpasset de lokale temperaturforholdene, og selv om larver fra områder langs norskekysten driver inn i Barentshavet, så ser det ikke ut til at de overlever i det kalde bunnvannet. Hvor grensen går mellom den sørlige og den nordlige bestanden langs norskekysten vet vi imidlertid ikke.

Egne bestander i Skagerrakfjordene

Vi studerte rekes bestandsstruktur i Skagerrak og Nordsjøen i detalj, med innsamling av reke fra tre områder i det åpne Skagerrak, fra Fladengrunn, og fra sju fjorder rundt Skagerrak i et eget prosjekt (figur 2). Disse dataene ble slått sammen med dataene fra Norskerenna (POPBOREALIS-prosjektet) slik at vi



Figur 5. Grafisk fremstilling ("barriereanalyse") av genetiske barrierer mellom rekeprøver innen Skagerrak og Nordsjøen. De røde linjene viser over hvilke grenser de største genetiske forskjellene ble funnet. Tallet 1 indikerer den største barrieren og 5 den minste. Se figur 2 for forklaringer på forkortelsene i figuren.

Graphical presentation (barrier analysis) of genetic barriers among shrimp samples within Skagerrak and the North Sea. Numbers denote the rank of importance of the respective barriers where 1 is the largest difference, and 5 the smallest. See figure 2 for explanations of abbreviations in the figure.

kunne danne oss et komplett bilde av bestandsstrukturen i hele den sørligste delen av rekens utbredelsesområde i våre farvann.

De genetiske forskjellene vi finner blant reker innen dette området, er naturlig nok mye mindre enn forskjellene over hele Nord-Atlanteren. Resultatene våre viser at rekene i Skagerrak og Norskerenna vest for Lindesnes er svært like og trolig utgjør én genetisk bestand (figur 5). De

bør sannsynligvis derfor fortsatt forvaltes som én enhet, slik man har gjort de senere årene. Rekene på Fladengrunn skiller seg derimot svakt fra rekene i Skagerrak og Norskerenna. Dette bekrefter tidligere antagelser om at rekene på Fladengrunn utgjør en egen bestand.

De største forskjellene fant vi imidlertid mellom reker i de forskjellige Skagerrakfjordene, og mellom reker i fjordene og i åpne havområder (figur

5). Fjordene utgjør trolig dermed egne bestander, med begrenset utveksling både med hverandre og til havområdet utenfor. De genetiske forskjellene her er likevel relativt små, og det er mulig at enkelte av fjordene kan ha en del utveksling av reker med havet utenfor. Vi vet derfor foreløpig lite om hvor sårbare hver enkelt av disse bestandene er for eventuelt overfiske.

FAKTA

Bestandsstruktur basert på utseende og enzymer

Tidligere studier av rekens bestandsstruktur var basert på morfologiske (utseende) forskjeller mellom reker fra forskjellige havområder. Slik morfologisk variasjon påvirkes imidlertid av lokale miljøfaktorer uten nødvendigvis å reflektere underliggende genetiske forskjeller. Bestandsstrukturen bør derfor heller undersøkes med genetiske metoder. De første genetiske studiene av reke ble utført på 1990-tallet i Barentshavet, rundt Island og langs Canadas østkyst, og baserte seg på såkalte allozym- og RAPD-fingerprinting-metoder. Disse studiene fant forskjeller mellom reker i norske fjorder og i Barentshavet, og mellom åpent hav og fjorder på Island, men ingen forskjeller innen Barentshavet eller langs Canadas østkyst. Resultatene fra studiene i Barentshavet gjorde at man konkluderte med at det i hele Barentshavet finnes én stor rekebestand.

North-Atlantic:

Many different shrimp units

Two research projects have mapped the genetic stock structure of shrimp in the whole North-Atlantic, with special emphasis on the North Sea and Skagerrak area. We found large genetic variation within the North-Atlantic, with at least seven distinct units of shrimp. Oceanic currents connect areas by transport of pelagic larvae. However, on both sides of the Atlantic shrimp in southern areas with high bottom temperatures were genetically different from shrimp in northern areas, although the areas were connected by currents. This suggests adaptation to local temperature conditions and poor survival of larvae drifting into too warm or too cold water.

Grønlandssel med unge i Vesterisen – vanskelige isforhold gjør morsrollen krevende.
Harp seal female with pup in the West Ice – poor ice makes it challenging to look after the small ones.

Isavhengige selarter påvirkes av minkende drivis

Det er gjort observasjoner som tyder på at flere av selbestandene i Nord-Atlanteren allerede kan ha problemer relatert til klimaendringer. Årsakssammenhengen er uavklart, og det haster med å få kartlagt dagens utbredelse og nye yngle- og beiteområder. Det må også undersøkes om selene får i seg nok energirik mat, eventuelle endringer i reproduksjonsevnen og mulige forurensningsbelastninger.

TOR HAUG | tore.haug@imr.no, KJELL TORMOD NILSSEN og TOR ARNE ØIGÅRD

Telling av klappmyss og grønlandssel som Havforskningsinstituttet gjennomførte i Vesterisen i 2012, viser at klappmyss, som har vært fredet siden 2007, stadig sliter med lave bestandstall. Grønlandssselbestanden har økt jevnt etter 1970, men tellingen i 2012 kan være et varsel om stagnasjon. Det skjer selv om fangsten i flere tiår har ligget langt under det nivået som skal til for å stabilisere dagens bestandsstørrelse.

I Barentshavet er det også en annen grønlandssselbestand som yngler i

Kvitsjøen (østisbestanden). Russiske flybaserte tellinger indikerer en dramatisk nedgang i bestandens ungeproduksjon de siste ti årene. I områdene ved Newfoundland i Canada finner vi den tredje grønlandssselbestanden i Nord-Atlanteren. Nye canadiske tellinger gjennomført i 2012 tyder på dramatisk nedgang i ungeproduksjonen også der.

På tynn is

I et varmere Arktis vil levevilkårene for sjøpattedyr endres. Økte temperaturer

i vann og luft kan: 1) føre til at det blir mindre drivis; 2) få konsekvenser for sjøpattedyrenes diett fordi sammensetning og tilgjengelighet av byttedyr endres; 3) medføre økt konkurranse fra andre arter som tradisjonelt har hatt tilhold lenger sør og 4) øke risiko for rovdyrangrep. Reduksjon i isdekket i arktiske havområder kan få særlig merkbare konsekvenser for de såkalt pagofile (iselskende) artene. Dette er arter som er spesielt avhengige av sjøis i hele eller deler av livssyklusen. Ringsel og storkobbe er slike pagofile

arter, og begge har nå store problemer i de stadig mer isfrie farvannene rundt Svalbard. De pagofile ishavsselene grønlandssel og klappmyss samles i store konsentrasjoner i avgrensede områder på drivisen i yngleperioden mars–april. Derfor har begge artene vært viktige for tradisjonell selfangst. Forvaltningen baseres på rådgivning fra ICES, og begge artene overvåkes ved at bestandsstørrelse, reproduksjonsevne og kondisjon måles med jevne mellomrom (ca. hvert femte år). Jevnlig overvåking har gitt betydelig innsikt i både bestandsstatus og -utvikling, inkludert noen observasjoner som kan være signal om at klimaendringer og isreduksjon bokstavelig talt har ført disse to selartene ut på tynn is.

Drivisen viktig

Mens klappmyssbestanden i Vesterisen har ligget på et lavt nivå i flere tiår, kan det se ut som om grønlandsselbestandens vekst etter fangstreduksjonen på 1970-tallet har nådd en topp der økosystemenes bæreevne utfordres. Vi kan heller ikke se bort fra at problemene til både grønlandssel og klappmyss kan ha sammenheng med reduksjonen i isdekket. Isdekket i Vesterisen er i dag betydelig mindre enn for 20–30 år siden; iskanten i mars/april ligger nå gjerne nærmere 150–200 nautiske mil vest for Jan Mayen, mens den for bare noen få tiår siden lå helt ute ved øya. Isdekket i Kvitsjøen fryser i dag til betydelig seinere på vinteren enn for bare 5–10 år siden, og isen er gjennomgående mye tynnere enn før. Kombinasjonen mindre tilgjengelig drivis, som i tillegg

er mer åpen (lengre mellom flakene) og med betydelig tynnere flak, representerer utvilsomt en forringelse av det livsviktige ynglehabitatet for grønlandssel og klappmyss. I Canada har det vært observert massedødelighet blant grønlandsselunger i enkelte år med vanskelige isforhold. Lignende forhold er også observert i Kvitsjøen, der kombinasjonen dårlig is og uheldige strømforhold i enkelte år kunne slå ut store deler av grønlandsselenes ungekull.

Mindre is, endret predasjon

Reduksjonen i isdekke gjør også selungene mer sårbare for predasjon. I vesterisområdet er det observert at isbjørn nå spiser mindre ringsel, vanligvis dens viktigste matkilde, og mer grønlandssel- og klappmyssunger enn tidligere. Dette kan skyldes redusert isutbredelse, og at yngleområdene dermed er nærmere Øst-Grønland, hvor tettheten av isbjørner er større. Siden slutten av 1990-årene har det vært vanlig å se isbjørner i selkastene, det er observert av både forskere og selfangerne. Langs kysten av Øst-Grønland er det også observert økende nærvær av spekkhoggere. De jaktes av lokale fangstmenn, og mageprøver viser at spekkhoggerne først og fremst spiser grønlandsselunger i dette området.

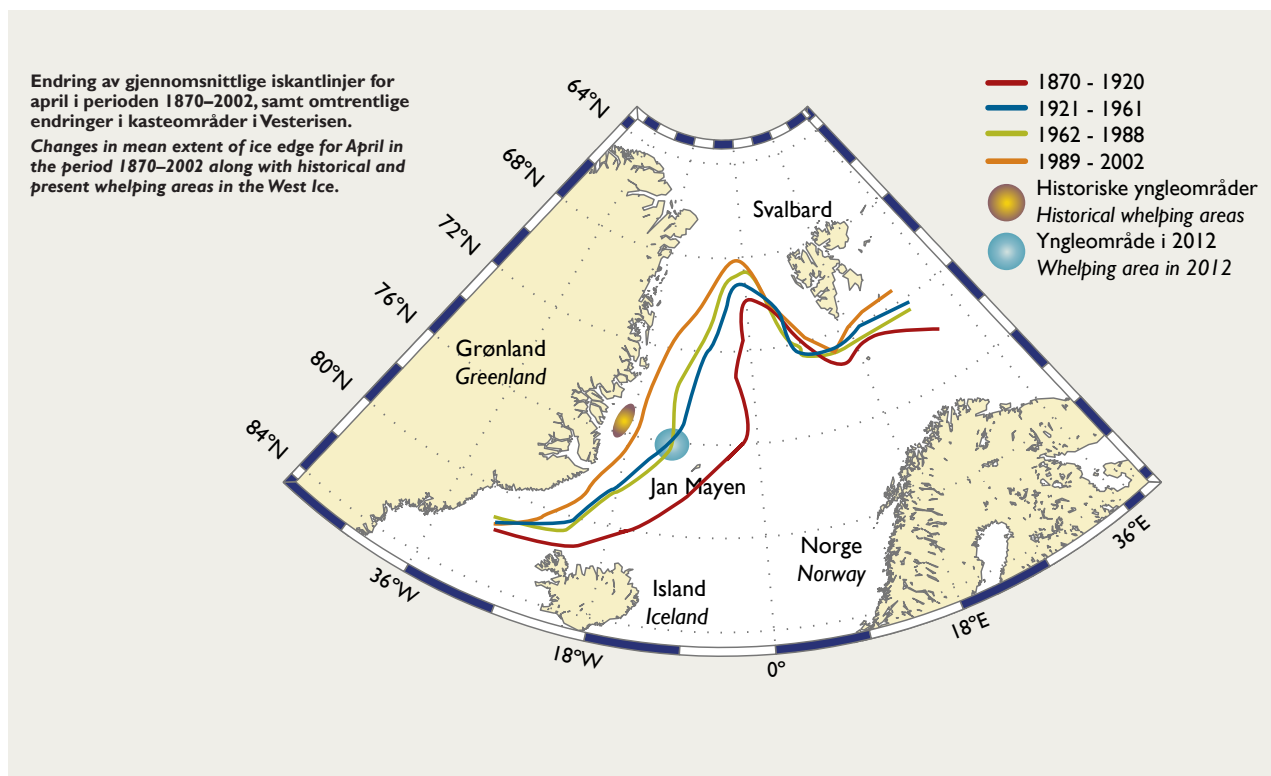
Etableres det nye yngleområder?

Et og annet år med stor ungedødelighet og lav rekruttering er nok både klappmyss- og grønlandsselbestandene i stand til å tåle. Med klimaendringenes mer permanente reduksjon av is kan slik

rekrutteringssvikt bli regelen snarere enn unntaket. Vil da selene fortsette å søke til tradisjonelle yngleområder eller vil de se seg om etter is med nødvendig kvalitet andre steder? I 2007 ble det oppdaget et helt nytt yngleområde for grønlandssel ved sørpissens av Grønland, altså langt sør for de tradisjonelle områdene i Vesterisen, der både yngling og fangst har foregått i over 200 år. Yngling i det nye området i sør har fortsatt også i årene etter 2007. Kan også deler av klappmyssbestanden i Vesterisen ha etablert seg i nye områder? Den store reduksjonen i grønlandsselens ungeproduksjon i Kvitsjøen etter 2003 har reist spørsmål om også deler av denne bestanden kan ha etablert nye kasteområder, for eksempel nord i Barentshavet, der dyrene tradisjonelt beiter om sommer og høst, eventuelt i de sørøstlige områder av Barentshavet eller kanskje til og med så langt øst som til Karahavet.

Tynnere spekklag

Områdene øst for Svalbard og nord i Barentshavet har tradisjonelt vært de viktigste beiteområdene for både øst- og vesterisbestandene av grønlandssel. Tilgjengelighet av byttedyr med høyt fettinnhold (og dermed også energi) i de nordlige områdene om sommer og høst er antakelig den viktigste årsaken til at grønlandsselene hver vår foretar sin lange beitevandring fra yngle- og røyteområdene i Kvitsjøen og det sørøstlige Barentshavet til iskanten i nord. På grunn av store sesongmessige variasjoner i mattilgangen legger grønlandsselene opp energireserver i form av spekk om



sommeren og høsten. I nord beiter de intensivt for å bygge opp et spekklag som de kan tære på om vinteren og våren når matinntaket er mye lavere.

Havforskningsinstituttet har målt spekktykkelsen hos sel som ble tatt i den kommersielle selfangsten i Østisen. Målingene tyder på at spekklaget har blitt betydelig tynnere det siste tiåret. Derfor kan man spørre seg om grønlandsselene får i seg nok næring, og om dårlig kondisjon hos selene kan knyttes til de klimadrevne endringene som er observert i Barentshavet de seinere åra. Nærhet til drivis er viktig i grønlandsselens livs-syklus. Både i yngleperioden og i den påfølgende røyteperioden (fra februar til mai) må de opp av sjøen og finne isflak å ligge på. Drivisen er også viktig for grønlandsselene i beiteområdene i nord. Isflakene brukes til kvileplasser, og selene beiter ofte nær iskanten. I Barentshavet er isdekket på sitt årlige minimum om sommeren og høsten. Områder uten drivis har blitt langt større de siste årene, ofte med iskanten i Polhavet. I tillegg har noen fiskearter, særlig torsk, utvidet utbredelsesområdet sitt nordover. Slike endringer kan ha redusert grønlandsselens mulighet til å bygge opp energireserver i form av spekk i løpet av sommerens beiteperiode. Under Havforskningsinstituttets årlige økosystemtokt om høsten er det de siste årene observert at grønlandssel ikke lenger beiter i områder øst av Svalbard, slik de gjorde for bare 10–15 år siden. Disse områdene er nå isfrie sommer og høst, og domineres av torsk. Muligens har redusert isdekke, kanskje også økt konkurranse fra torsk, tvunget selene til lengre vandringer mot nord, kanskje så

langt som ut i Polhavet nord for Svalbard. Økt energiforbruk som følge av lengre transportetappe mellom sør og nord kan ha bidratt til at selene i dag er i dårligere kondisjon enn på 1990-tallet. Dårligere tilgang på drivis kan også medføre at hårfellingen delvis må gjennomføres i vannet – dette er fysiologisk sett en dårlig løsning som også er mer energikrevende enn hårfelling på isflak.

Fettrik kost viktig

Marine arktiske dyrearter har stor evne til å ta opp og lagre energireserver i form av fett i den lyse, produktive årstida. Ved økte sjøtemperaturer vil disse artene få konkurranse med andre arter fra mer tempererte områder lenger sør, der denne strategien for energilagring verken er like påkrevet eller velutviklet. For selene på toppen av næringskjeden kan dette innebære en overgang fra fettrik til mindre energirik mat. I første omgang kan denne påtvungne ”junk food”-dietten påvirke dyrenes muligheter til å bygge opp nødvendige fettreserver i spekket, i neste omgang deres evne til å produsere levedyktig avkom. Det er verdt å merke seg at den kraftige reduksjonen i grønlandsselens årlige ungeproduksjon i Kvitsjøen i årene etter 2003 faller sammen med voksendyrenes reduserte kondisjon. Redusert kondisjon kan ha påvirket hunnenes fertilitet, og dermed ført til redusert ungeproduksjon hos grønlandssel i Barentshavet.

Åpenbare hasteopp-gaver

Det er altså gjort observasjoner som tyder på at flere av selbestandene i Nord-Atlanteren allerede kan ha problemer relatert til klimaendringer. Mulige årsaker er

imidlertid ennå uavklarte, og representerer store utfordringer for de vitenskapelige miljøene som i dag driver forvaltningsrettet overvåkning og forskning på sel og andre arter. Kartlegging av mulige nye yngleområder, avklaring av selens utbredelse og hvor de nå har sine beiteområder, selens generelle kondisjon (altså om de får i seg nok energirik mat), samt deres reproduksjonsevne, helsetilstand og mulige forurensningsbelastning er derfor åpenbare hasteopp-gaver. Selene befinner seg høyt i den marine næringskjeden – observasjonene som er gjort kan være signaler på at selene sliter med endringer i økosystemene de lever i.

Ice breeding seals suffer from drift ice reduction

Recent surveys indicate that the ice breeding seals are experiencing difficulties. The last decades, the drift ice extent and ice quality have changed substantially. Changes in temperature have reduced the amount of suitable drift ice for whelping, and made the seals more woundable for predation as they are forced to whelp closer to shore. Measurements indicate that harp seals in the White Sea have become thinner the last decade. Increased sea temperature may result in changes in prey availability and seal diet. Also increased prey competition from species used to warmer waters might have affected the body condition of the seals.

Foto: Monika Blikås



Operafjellet på Svalbard i januar.
I forgrunnen ses bunnen av Adventfjorden.
*The Opera Mountain in Svalbard in January.
In front: the Adventfjorden (Advent Bay).*

Havforsuring i arktiske farvann

Havforskningsinstituttet deltar i to store havforsuringsprosjekter i nordområdene: OA^{STATE}, som blant annet skal bidra med tidsserier som viser havforsuringstrender i norsk Arktis, og SICCA, som undersøker hvordan sjøisprosesser og smeltevann fra breer påvirker havkjemien.

MELISSA CHIERICI | melissa.chierici@imr.no, AGNETA FRANSSON¹, KNUT YNGVE BØRSHEIM, PADMINI DALPADADO og HOWARD BROWMAN
1. Norsk Polarinstitutt

Havforsuring er en direkte konsekvens av at konsentrasjonen av karbondioksid (CO₂) i havet øker som følge av utslipene til atmosfæren. Denne utviklingen reiser en rekke spørsmål om effekter på organismer og det marine økosystemet.

Forskyves mot en mer sur tilstand

Kalde polare hav med ferskere vannmasser er spesielt følsomme for endringer. De har allerede lave konsentrasjoner av karbonationer, som er avgjørende når marine organismer skal bygge harde deler av kalsiumkarbonat (CaCO₃) som skjelett og skjell. Det er også slik at kaldt vann kan ta opp mer CO₂ enn varmere vann. Dette gjør at polare havområder trolig er de første til å oppleve en betydelig nedgang i pH. Det får spesielt konsekvenser for kalsifiserende organismer.

Når CO₂ oppløses i vann blir det karbonsyre (som er svakt sur). Karbonsyren blir raskt til bikarbonat på grunn av en

kjemisk reaksjon, og det frigis hydrogenioner. Dette forårsaker en reduksjon i pH-verdien (et mål på havets surhetsgrad: $\text{pH} = -\log_{10} [\text{H}^+]$). For å kompensere for det sure hydrogenionet forbrukes det karbonationer. Det marine karbonatsystemet bufrer sjøvannet, men fordi havets innhold av CO₂ har økt raskt på en kort tidsskala, er havets kjemi forskjøvet til en mer sur tilstand.

Mørketid og is hindrer observasjoner

Det arktiske klimasystemet er i rask endring. Mest tydelig blir dette observert i havisen som tynnes ut, og ved oppvarming, økt avrenning fra elvene og økt tilførsel av terrestrisk (landbasert) karbon. Disse faktorene vil sannsynligvis endre flere prosesser som er relevante for karbonbudsjettet i Polhavet. Påvirkningene er komplekse, og konsekvensene er vanskelige å forutsi. På grunn av de krevende forholdene med sesongmessig

havisdekke og mørketid finnes det lite observasjoner fra Polhavet sammenlignet med andre havområder. Derfor har vi svært lite bakgrunnsinformasjon om den naturlige baselinjen for karbonatsystemet og status for havforsuring i Polhavet.

Havisen er viktig

Fra tidligere arbeid i Polhavet vet vi at CaCO₃-metning (estimat av CaCO₃-oppløsning) i overflatevannet er avhengig av beliggenhet og sesong, og er nært knyttet til endringer i biogeokjemiske prosesser; særlig primærproduksjon og respirasjon. Sjøis som smelter fører til naturlig lav CaCO₃-metning i enkelte områder. Havisen er viktig for havforsuring siden den har potensial til å konsentrere alkalinitet. Når isen smelter, blir alkaliniteten sluppet ut i overflatevannet, og potensialet for opptak av CO₂ øker. Når mer CO₂ tas opp i overflatevannet, reduseres CaCO₃-metningstilstanden, noe som fører til at



Figur 1. Det tas vannprøver under isen. Til prøvetakingen brukes en vannhenter.
Taking water samples under the ice, a water collector is used.

Foto: Agneta Fransson, NPI

mindre karbonationer blir tilgjengelige for marine organismer for å bygge kalkskall og skjeletter. Disse endringene vil i sin tur også påvirke de marine økosystemene ved høye breddegrader.

OA^{STATE} og SICCA – studerer havforsuring

Havforskningsinstituttet er involvert i to større prosjekter som undersøker karbonatsystemet og statusen for havforsuring i Arktis. Det gjøres i samarbeid med Norsk Polarinstitutt i Flaggskipet Havforsuring og økosystemer i nordlige farvann (organisert i Framsenteret). Prosjektet OA^{STATE} undersøker den nåværende status og baseline av havforsuringstilstanden i Arktis og hvordan biogeokjemiske prosesser virker inn på havforsuringstilstanden (karbonatsystemet). OA^{STATE} bidrar også til etableringen av tidsserier som skal vise trender i havforsuringen i norsk Arktis.

I OA^{STATE} overvåker Havforskningsinstituttet også havforsuringstilstanden i Svalbard-fjordene. Det skjer i samarbeid med Norsk Polarinstitutt i MOSJ-programmet (Monitoring Svalbard fjords and Jan Mayen). Her ser vi også at kalkfiserende organismer som *Limacina helicina* (vingesnegl) er spesielt utsatt for havforsuring. Denne dyregruppen er viktig for næringskjeden i enkelte deler av Polhavet.

Det andre prosjektet, SICCA, har som hovedmål å undersøke hvordan sjøisprosesser og smeltevann fra breer (særlig dannelse og smelting) påvirker havets karbonatsystem, CO₂-fluksen i luft og sjø og havforsuringstilstanden. Undersøkelsene gjøres på ekspedisjoner og feltarbeid i og rundt Svalbard. Det er krevende oppgaver å samle ulike prøver av sjøis, sjøvann på flere dybder, snø, saltlake og frostroser og analysere disse prøvene i feltet eller hjemme i laboratoriet.

Det er vist at sjøisen påvirker havforsuringstilstanden blant annet ved å transportere CO₂ til underliggende vann gjennom transport av saltlake. Økt transport av CO₂ bidrar til lavere pH og kalsiumkarbonatmetning.

Må skille menneskeskapte og naturlige prosesser

Innenfor OA^{STATE} har vi etablert to snitt i Framstredet: ett som går 79°N, 10°Ø til 15°V og et som er noe nord for Svalbard, 80°–83°N, hvor Havforskningsinstituttet måler total alkalinitet og totalt uorganisk karbon i vannsøylen. Disse to parametrene anvendes til å studere forsuringstilstanden. De angir også pH og kalsiumkarbonatmetningen. Målingene er del av et globalt nettverk for havforsuringsobservasjoner (Global network for Ocean Acidification Observations/GOA ON).

Foreløpige funn fra de utstrømmende arktiske vannmassene viste et lag med lav pH og lav CaCO₃-metning (høy CO₂). Dette falt sammen med høyt innhold av organisk materiale og høy saltfraksjon, som sannsynligvis skyldes en kombinasjon av bakterierespirasjon og transport av overflate-CO₂ til dypere lag via saltløsning (sjøisdannelse). Dette laget bekrefter at det polare vannet har det laveste metningsnivået for aragonitt blant vannmassene i området. Videre studier vil avdekke trender i pH og kalsiumkarbonatmetning, og sammen med tilleggsdata (næringsstoffer, saltholdighet og temperatur) kan vi fastslå årsakene for trendene. Snittet nord for Svalbard viser påvirkning av varmt, innflytende atlantehavsvann som også inneholder mye CO₂. For å påvise trender er det viktig å skille mellom menneskeskapte og naturlige prosesser, og derfor trengs lange tidsserier.

Havforskningsinstituttet leder også programmet Havforsuringsovervåking i norske farvann med støtte fra Miljødirektoratet. I programmet tas det vannprøver fra faste snitt i norske havområder, og i 2012 startet vi opp vannprøvetaking langs snittet Vardø–Nord for å studere den delen av Barentshavet som er påvirket av polart vann. Data fra 2012 viser at det polare vannet har lavt innhold av karbonationer, og er derfor det som er mest utsatt for videre havforsuring.

Havforskningsinstituttet er involvert i flere studier av effekter på arktiske organismer knyttet til aktiviteter i havforsuringsflaggskipet i Framsenteret. Det gjelder blant annet på krill (se egen sak), *Calanus glacialis* og andre subboreale arter.

Ocean acidification in the Arctic Ocean

The Arctic Ocean is believed to be particularly vulnerable for increased ocean carbon dioxide concentrations referred as ocean acidification. However, there is still large uncertainty about the fate processes and effect in the Arctic Ocean due to lack of long term monitoring. Long term monitoring is needed to assess change and to understand the processes that control the carbon dioxide variability. The projects within the Fram Centre, IMR and the Norwegian Polar Institute have established one of few time series in the Arctic to measure and monitor changes in ocean chemistry to follow the fate and effect of increased ocean CO₂.

Havforsuringeksperimenter med krill

PADMINI DALPADADO | padmini.dalpadado@imr.no, ERIK SPERFELD og ANDERS MANGOR-JENSEN

Krill er et viktig byttedyr for mange fiskeslag av stor økologisk og økonomisk betydning i Barentshavet, som lodde, torsk og ung sild. De vanligste krillartene i Barentshavet spiser i hovedsak planteplankton og medvirker dermed til en kort og effektiv næringskjede; planteplankton → krill → fisk. På bakgrunn av krillens betydning er det viktig og interessant å undersøke i hvilken grad den vil bli påvirket av den forventede forsuringen av havet.

Eksperimentelle undersøkelser ble gjennomført for å vurdere virkninger av havforsuring på krill. Krillen *Nyctiphanes couchii* ble fanget i lysfeller i nærheten av Forskningsstasjonen Austevoll, og utsatt for fire ulike konsentrasjoner av CO₂ (430, 800, 1100 og 1700 µatm) i omtrent en måned. Oppsettet besto av fire 50 liters-tanker, en for hver av de ulike CO₂-konsentrasjonene. I hver tank ble det plassert seks énliters-beholdere, hver med én krill, med konstant gjennomstrømming av vann. Det ble foretatt tre replikater for hvert CO₂-nivå. Krillen ble regelmessig føret med en blanding av tre ulike alger og *Artemia*. Karbonkjemien (total alkalinitet, pH, DIC osv.) ble regelmessig målt på Havforskningsinstituttets

laboratorier i Bergen og på Austevoll. Dødelighet, hyppighet av skallskifter og svømmeegenskaper ble overvåket daglig i løpet av eksperimentet.

Forsuringeksperimentet på krill synes å indikere at det ikke var noen signifikant effekt på dødelighet, tid mellom skallskiftene, vekst eller svømmeegenskaper ved CO₂-nivåer på høyde med de som er anslått å opptre på slutten av dette århundret (ca. 1000 µatm). Imidlertid viste eksperimentene at dødelighet i forbindelse med skallskifter økte med økende CO₂-nivåer. For øvrig ble dødelighet og svømmeegenskaper påvirket kun ved urealistisk høye CO₂-nivåer som 1700 µatm. Resultatene indikerer at *Nyctiphanes couchii* ikke vil påvirkes dramatisk av endringene i CO₂-nivåene i nærmeste framtid. Ytterligere eksperimenter er nødvendige for å undersøke om de resultatene som er oppnådd her også gjelder for andre nordlige krillarter, som for eksempel nøkkelarten *Meganyctiphanes norvegica* eller en mer sub-arktisk art som *Thysanoessa inermis*, siden arktiske vannmasser muligens påvirkes hurtigere av en framtidig havforsuring.



Laboratory ocean acidification experiments on krill

Laboratory experiments were conducted on Atlantic krill, *Nyctiphanes couchii*, using four different ocean acidification levels (pCO₂; 430, 800, 1100, and 1700 µatm) for five weeks under sufficient food conditions. Several responses such as survival, swimming ability, inter-moult period, growth and length parameters were monitored. Our results

indicate that adult *N. couchii* may not suffer severely from expected environmental changes in pCO₂ in the near future. However, deaths associated with moulting processes may be affected with increasing pCO₂. Long term experiments on both Atlantic and sub-Arctic krill including all life stages are needed in order to investigate their potential sensitivity to increasing ocean acidification.

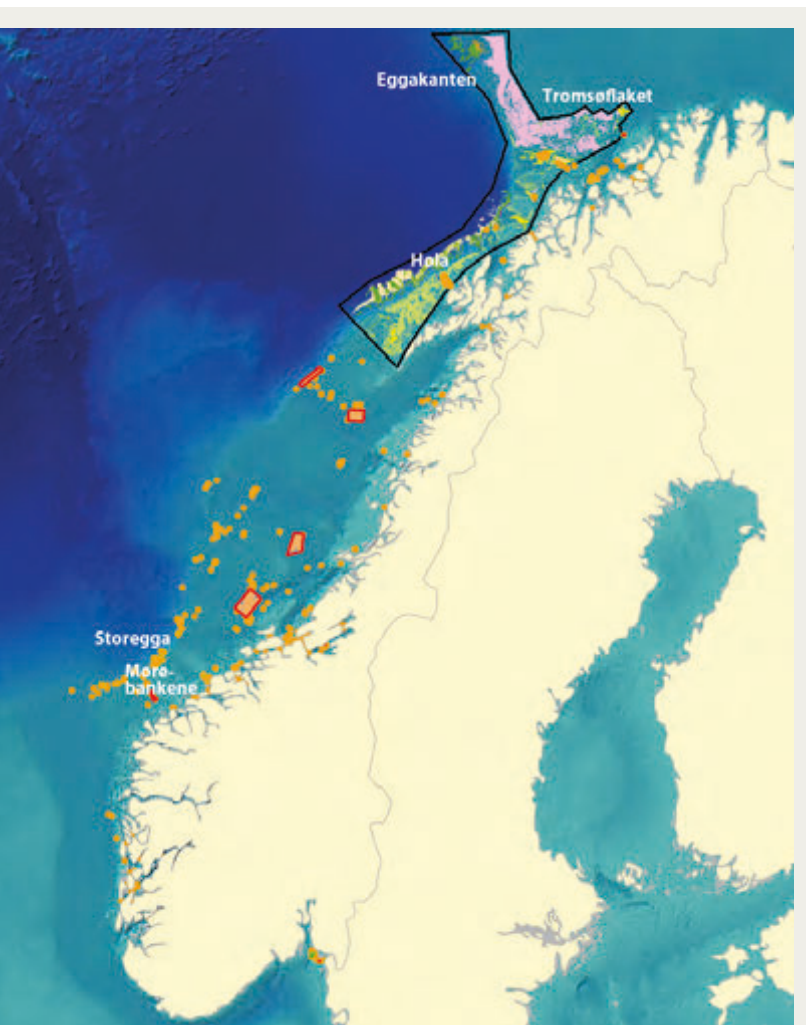
Sårbare naturtyper i dypet

Store, skjøre arter av svamp, korall og sjøfjær er karakteristiske for sårbare naturtyper på dypt vann (dypere enn ca. 50 meter). Her presenterer vi en oversikt over hva MAREANO har funnet ut om sårbare naturtyper på dypt vann gjennom kartlegging og analyser av observasjoner fra havbunnen.

GENOVEVA GONZALEZ-MIRELIS | genoveva@imr.no, PÅL BUHL-MORTENSEN, LENE BUHL-MORTENSEN og BØRGE HOLTE

Naturtyper på havbunnen kan klassifiseres som sårbare ut ifra hvor lett de blir skadet av fysisk påvirkning fra menneskelige aktiviteter som fiske med bunnredskap og utvinning av olje og gass. De kan også være følsomme for

økte mengder partikler i vannet, for eksempel som følge av utslipp av boreslam, avfall fra akvakultur og avrenning fra land. Kunnskap om utbredelse av naturtyper er avhengig av kartlegging og modellering.



Figur 1. Utbredelse av sårbare naturtyper på dypt vann i Norge. Observerte *Lophelia*-korallrev er vist med oransje punkt. Vernede korallrevområder er angitt med rød ramme. Den sorte rammen viser området der utbredelsen av syv andre sårbare naturtyper er modellert. Fargebruken for disse naturtypene er forklart i detaljkartet i figur 2.

*Distribution of vulnerable habitats in Norwegian deep water. Verified *Lophelia* reefs are indicated with orange points. Protected reef areas are outlined in red. The black outlined area shows where MAREANO has modelled the distribution of seven other vulnerable habitats. The symbol colours are explained in the detailed map in figure 2.*

FAKTA

Naturtyper

Naturen kan deles inn på mange måter, med eller uten levende organismer. Når den levende delen inkluderes, kan det lett bli et mangfold av uklare begrep, for eksempel habitat, biotop og naturtype.

Habitat er leveområder for arter eller samfunn, og karakteriseres ved de avgjørende miljøbetingelsene for hver art eller samfunn. Habitater som beskrives kun basert på bunntype og dyp, omfatter gjerne en rekke organismesamfunn og forskjellige miljø. Disse representerer derfor enheter som er varierte og for lite spesifikke til å kunne brukes målrettet av forvaltningen. Derfor er mange av leveområdene definert ut fra hvilke nøkkelarter som forekommer der. Slike habitater (tareskog, ålegressenger, korallrev, blåskjellbanker, osv.) er klart definerte enheter på et mer detaljert nivå enn habitater definert av bunntyper.

Biotoper er organismesamfunn som forekommer i bestemte miljøer, og ofte brukes begrepene habitat og biotop om de samme enhetene.

Naturtyper beskrives i ulike målestokker fra lokale biotoper til landskap. I Norge arbeider Artsdatabanken med å sette sammen et enhetlig system som passer for norsk natur, kalt Naturtyper i Norge. I dette kapittelet bruker vi naturtyper synonymt med begrepet biotop.



Foto: MAREANO/Havforskningsinstituttet

Nye sårbare naturtyper

Til nå har MAREANO funnet åtte ulike naturtyper i havet utenfor Norge som kan klassifiseres som sårbare. Seks av disse representerer nye typer som tidligere har vært betraktet som del av fire mer generelle naturtyper.

Bortsett fra korallrev, er det laget data-modeller som kan angi hvor man kan forvente å finne de ulike naturtypene.

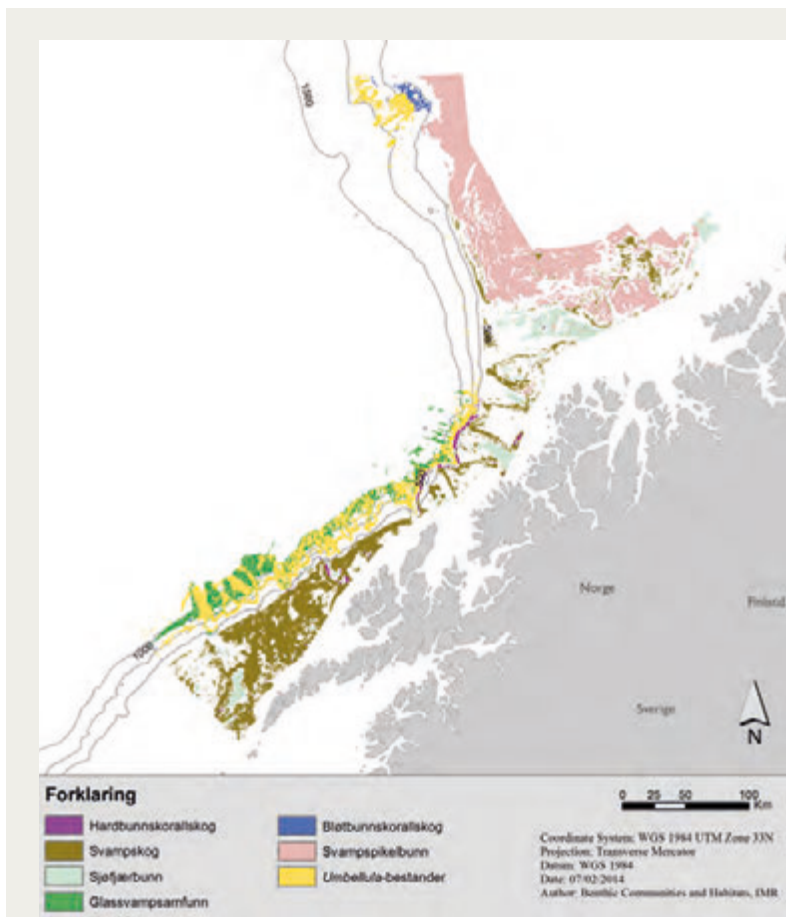
Utbredelsen av korallrev er etter hvert godt kjent fra tolking av detaljerte terrengekart laget med flerstråleekkolodd. Disse kartene er sikrere enn resultater fra modellert utbredelse av korallrev. Det er derfor ikke nødvendig å modellere den sannsynlige eller foreventede utbredelse av korallrev ved hjelp av dataverktøy.

De ”nye” sårbare naturtypene er en oppsplitting av de to generelle naturtypene ”svampsamfunn” og ”korallskog”, samt en nyopprettet type for dyphavssjøfjæren *Umbellula encrinus*. Disse naturtypene er beskrevet nedenfor.

Oversikt over de åtte sårbare naturtypene:

1. Svampspikelbunn

Denne naturtypen består av ulike arter av store svamper (*Geodia* spp., *Aplysilla sulfurea*, *Stryphnus ponderosus* og *Stelletta* sp.). Svampspikelbunn, også kalt ”oste-bunn” eller ”soppholer”, finnes rundt Færøyene og utenfor Midt- og Nord-Norge, men den er vanligst på Tromsøflaket. På Tromsøflaket og Eggakanten er det gjennom MAREANO påvist at disse svampene danner et underlag av mudder og svampspikler. Spiklene hos disse svampene er små nåleformete skjellletter laget av kisel.



Figur 2. Kart med modellert utbredelse av sårbare naturtyper på havbunnen. Modellen er basert på utbredelse og mengdefordeling av organismer analysert fra videoopptak.

Map showing modelled distribution of vulnerable benthic biotopes. The model is based on distribution and abundance of organisms analyses from video records.



Foto: MAREANO/Havforskningsinstituttet

Figur 3. Svampspikelbunn på vestlig del av Tromsøflaket, ca. 250 meters dyp. På bildet ser vi blant annet *Geodia baretii* og *G. atlantica*.

”Soft bottom sponge garden” on the western side of Tromsøflaket, ca. 250 m depth. Among several sponge species, the image shows *Geodia baretii* and *G. atlantica*.



Figur 4. Typisk svampskog med både griseøre, begersvamp og flere andre arter.
Typical "hard bottom sponge garden" with *Phakellia*, *Axinella* and several other species.



Figur 5. Glassvampen *Caulophacus arcticus*, eller kantarellsvampen, er vanlig på dypt vann i nordlige områder. Her er den fotografert på ca. 1900 meters dyp utenfor Vesterålen.
The glass sponge *Caulophacus arcticus* is common in the deep sea in northern areas. This specimen was observed at ca. 1900 m depth off Vesterålen.



Figur 6. Hanefot, *Kophobelemnon stelliferum*, er en vanlig sjøfjær i fjorder og i de dype rennene ute på kontinentalsokkelen.
Kophobelemnon stelliferum is a common sea pen in fjords and troughs crossing the continental shelf.

2. Svampskog

Svampskog består av flere middels store svamper karakterisert av griseøre, begersvamp og fingersvamp (*Phakellia*, *Axinella* og *Antho*). Disse forekommer på ulike harde bunntyper dominert av stein eller fjell.

3. Glassvampsamfunn

På dypt vann forekommer flere arter av glassvamp relativt tett. For sikker artsbestemmelse, må som oftest de mikroskopiske spiklene studeres. Spiklene er skjulletet, og hos glassvampene er det laget av silisium. En av de vanligste store artene glassvamp er *Caulophacus arcticus*. Den vokser som oftest på hardbunn på den nedre del av kontinentalskråningen.

4. Sjøfjærbunn

I området kartlagt gjennom MAREANO utgjøres denne naturtypen hovedsakelig av sjøfjærene *Funiculina quadrangularis*, *Virgularia mirabilis*, *Pennatula phosforea* og *Kophobelemnon stelliferum*. Sjøkreps (*Nephrops norvegicus*), trollhummer (*Munida sarsi*) og rødpølse (*Stichopus tremulus*) er vanlige arter i denne naturtypen.

5. Umbellula-bestander

Dyphavssjøfjæren *Umbellula encrinus* forekommer stedvis relativt tett fra midtre kontinentalskråning (ca. 800 meters dyp) og nedover. Den kan bli over to meter høy og tilsvarer dyphavets svar på naturtypen "sjøfjærbunn" som finnes noe grunnere. Ofte forekommer det høye tettheter av hulebyggende amfipoder (samme krepsdyrgruppe som tanglopper tilhører) i områder med *Umbellula*.



Figur 7. *Umbellula encrinus* er en stor sjøfjær som kun finnes på bløtbunn i dyphavet. *Umbellula encrinus* is a large sea pen only occurring on soft bottom in the deep sea.

6. Hardbunnskorallskog

På strømrrike steder med hardbunn kan det forekomme hornkoraller som danner habitat for fisk, slangestjerner og små krepsdyr. Hardbunnskorallskog dannes oftest av hornkorallene *Paragorgia arborea*, *Primnoa resedaeformis*, *Paramuricea placomus* og *Swiftia* spp. I området undersøkt av MAREANO er ikke *Swiftia* påvist med sikkerhet. Denne korallen er vanligere på relativt grunt vann i Rogaland. Selv om artsmangfoldet knyttet til denne naturtypen er mindre enn for korallrev, så kan faunaen betraktes som både individrik og rik på vertsspesifikke arter som ikke forekommer i andre naturtyper.

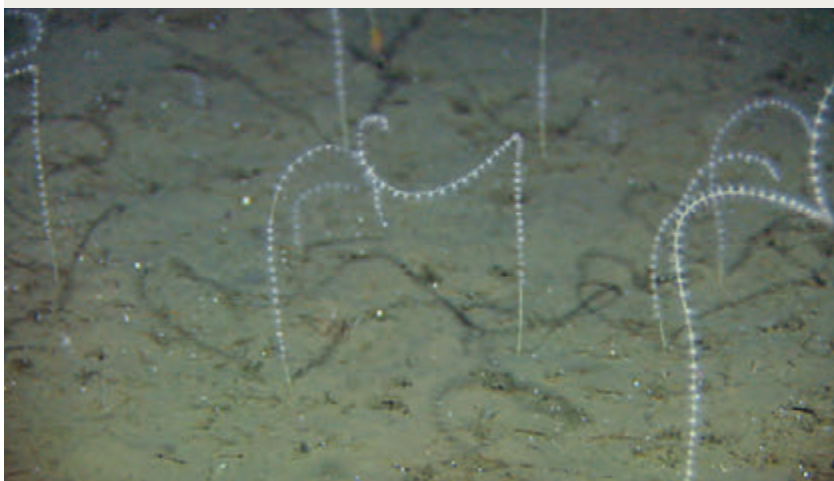


Figur 8. Sjøtre (*Paragorgia arborea*) og risengrynkoral (*Primnoa resedaeformis*) er de vanligste hornkorallene som danner hardbunnskorallskog i norske farvann.

The bubblegum coral (Paragorgia arborea) and seacorn (Primnoa resedaeformis) are the most common gorgonians forming "hard bottom coral gardens" in Norwegian waters.

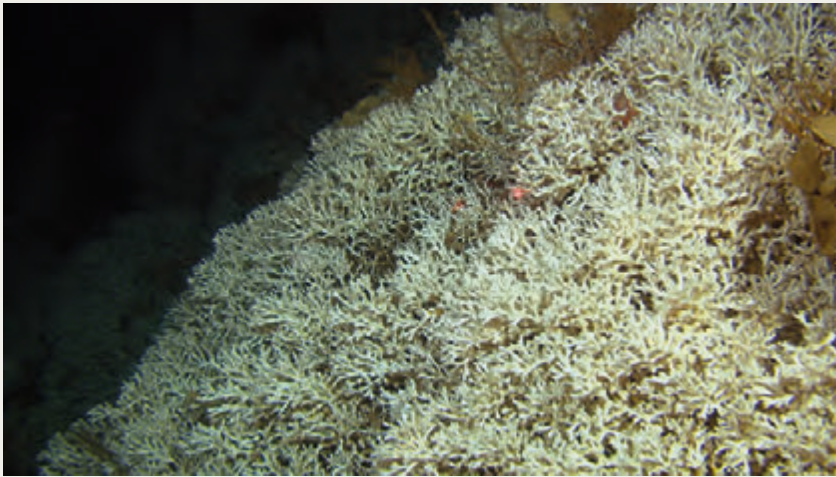
7. Bløtbunnskorallskog

Hornkorallene grisehalekorall (*Radicipes gracilis*) og bambuskorall (*Isidella lofotensis*) kan danne tette bestander på sandig bløtbunn i norske farvann. Grisehalekorall ble funnet for første gang i Norge i området kalt Bjørnøyaset på et MAREANO-tokt. I OSPAR blir alle korallsamfunn med en viss tetthet av kolonier kalt Coral garden (korallhage). Disse finnes på både bløtbunn og hardbunn, og inkluderer et stort antall svært forskjellige arter og grupper av koraller. Havforskningsinstituttet har foreslått å dele denne løst definerte naturtypen inn i "bløtbunnskorallskog" og "hardbunnskorallskog".



Figur 9. *Radicipes gracilis* er en hornkorall som i Norge kun er funnet i Bjørnøyaset i nordlig del av Eggakanten-området (700–900 meters dyp). Den danner "skoger" på bløtbunn og utgjør sammen med *Isidella lofotensis* naturtypen "bløtbunnskorallskog".

Radicipes gracilis is a gorgonian coral in Norway only found in the Bjørnøya slide area, halfway between the Norwegian main land and Bjørnøya isle (700–900 meter depth). It forms "gardens" on soft bottom similar to *Isidella lofotensis* in some Norwegian fjords. The habitats formed by these two species is termed "soft bottom coral garden" in Norway.



Figur 10. Korallrev dannes av steinkorallen *Lophelia pertusa*. Revene kan bli 35 meter høye og ca. én km lange. Områder hvor revene står tett omtales som korallrevområder. Holarevet og Røstrevet er eksempler på slike områder. Disse bildene er fra Hola (øverst) og Vesthola, nord for Fugløybanken.

Cold-water coral reefs are built by the stony coral *Lophelia pertusa*. In Norway, the reefs can be up to 35 m tall and one km long. Areas where the reefs occur close to each other are referred to as coral reef areas. The Hola and Røst reefs are examples of such. These images are from the Hola Reef (top) and Vesthola just north of Fugløybanken.

8. Korallrev

Lophelia pertusa er en steinkorall som over tid kan bygge korallrev. De norske revene som er aldersbestemt er fra 3000 til 9000 år gamle. De kan være opptil 35 meter høye og rundt én kilometer lange. *Lophelia pertusa* kan danne enkeltrev eller revområder hvor revene står så tett at det stedvis er vanskelig å skille revene fra hverandre. I Hola utenfor Vesterålen er det gjennom MAREANO kartlagt et revområde med over 350 enkeltrev, i tillegg er det de senere årene gjort funn av enkeltrev i andre områder som for eksempel på Storegga, Mørebankene, Malangstryggen og ytterst i Malangsdypet. I tillegg til *Lophelia*-korallen som danner selve revet, bidrar andre arter som siksak-korall (*Madrepora oculata*), sjøtre og risengrynkorall til å øke variasjonen i lokale miljøforhold og kompleksiteten i den romlige strukturen. Dette gir rom for et høyt biologisk mangfold. Korallrevene er leveområder til en rekke større og mindre dyr og organismer, alt fra fisk til mindre arter som bare lever på korallene.



MAREANOs kartlegging av sårbare naturtyper

Siden 2006 er det samlet inn biologiske, geologiske og kjemiske data fra havbunnen utenfor Norge som en del av bunnkartleggingen som gjøres av Havforskningsinstituttet, Norges geologiske undersøkelse og Kartverket gjennom MAREANO-programmet (Marin arealdatabase for norske kyst- og havområder). Resultatene brukes blant annet til å kartlegge sårbare biotoper og er tilgjengelig på www.mareano.no.

Hittil er ca. 130 000 km² kartlagt, og det er produsert kart der store deler av de kartlagte bunnområdene er klassifisert i biotoper. Biotopene er definert både av sammensetningen av arter og bunnforhold.

Flatedekkende dybdemålinger med flerstråleekkolodd er viktig for å kunne modellere kart som viser hvor vi kan forvente å finne de ulike biotopene. Når alle de innsamlede opplysningene er behandlet, er resultatet flatedekkende biotopinformasjon. MAREANOs resultater om forekomst av arter som sammen utgjør sårbare biotoper, blir brukt i mange sammenhenger både nasjonalt og internasjonalt.

Havforskningsinstituttet deltar i arbeidet med å vurdere habitatene som OSPAR-kommisjonen har definert som sårbare, og har foreslått endringer i tråd med de nye habitatene som omtales i denne artikkelen. Nye definisjoner av habitat må baseres på god dokumentasjon av arts- og mengdefordeling.

Resultatene fra MAREANO brukes aktivt av forvaltningen, for eksempel i oppdateringen av Forvaltningsplanen for Norskehavet i år.

Fra spredte observasjoner til flatedekning

Det er mange utfordringer knyttet til systematisk modellering av en arts utbredelse i områder som ligger mellom observasjonspunktene. Slik modellering er kun mulig dersom det finnes flatedekkende miljødata (dyp, bunntyper, strømforhold, temperatur og saltholdighet etc.) med tilstrekkelig detaljeringsgrad innenfor området som skal modelleres. Utbredelsen av en art kan da modelleres med om lag tilsvarende sikkerhet som de underliggende miljødata har. I tillegg til enkeltarter kan også biotoper modelleres. Forutsetningen er imidlertid at miljøfaktorene som styrer utbredelsen av de enkelte biotoper er identifisert fra analyser av innsamlet materiale. Dette gjøres ved å analysere sammenhengen mellom fordelingen av biotopene og verdiene for de enkelte miljøfaktorene i alle punkter hvor det har blitt tatt prøver. Modellering av biotoper utføres som et samarbeid mellom NGU og Havforskningsinstituttet, og der Kartverket bidrar med dybde- og rådata om bunnterrenget.

Modelleringsarbeidet starter med dokumentasjon av hvilke arter som lever på eller i bunnen, og måling av havmiljøet. Informasjon om artenes trivselsfaktorer, for eksempel strømhastighet, saltholdighet, temperatur og bunnforhold, hjelper oss med å forstå i hvilke områder vi kan forvente å finne disse artene. Ved hjelp av analyser av store datasett kan statistisk baserte modeller gi oss detaljert informasjon om arters og biotopers sannsynlige utbredelse.

Videoriggeren som brukes i MAREANO-kartleggingen gir detaljert kunnskap om artenes geografiske forekomst. Datamaterialet er velegnet til analyser av biologisk mang-

fold, og blir brukt til å klassifisere biotoper i norske farvann. Samtidig danner de grunnlaget for å forstå hvilke miljøfaktorer som regulerer artsutbredelse.

Modeller – et kostnadseffektivt verktøy

Ovennevnte datatilfang danner grunnlaget for å modellere fordelingen av biotoper. For modellering av biotoper karakterisert av sårbare enkeltarter har MAREANO valgt å benytte en såkalt ”maskin-læringsmetode” der datamodellen gjennom gjentatte repetisjoner bruker resultatene fra én ”kjøring” til å forbedre den neste. Til slutt har datamodellen laget et sett med detaljerte regler for å regne seg frem til grupper av organismer som opptrer sammen under bestemte miljøforhold.

Utrustet med en økende mengde dataregler som dannes under modellkjøringene, kan en raskt komme frem til den mest sannsynlige utbredelsen av en dyreart (eller biotop). Det siste trinnet i modelleringen er at dataprogrammet illustrerer resultatet ved å beskrive tettheten av organismene ved hjelp av varierende fargevalører på kartet.

Resultatene fra modelleringene inkluderer også mål for nøyaktighet. I tillegg til å gi opplysning om dette er det viktig at resultatet lett kan sjekkes mot reelle data fra observasjoner på havbunnen.

Biologiske og geologiske punktobservasjoner og flatedekkende dybdemålinger, gir et solid grunnlag for å oppnå pålitelige og kostnadseffektive resultater ved produksjon av biotopkart.

Forvaltning av havbunnen krever gode kart

Norsk forvaltning ønsker å beskytte sjeldne, viktige og truede naturtyper og biotoper. Det krever kunnskap og en bevisst holdning til at alle deler av økosystemene bidrar til å opprettholde artsrikdom og produksjon. Økosystembasert forvaltning er derfor tatt med i lov- og forskriftsverk, og er innført som et forvaltningsmål for norske myndigheter. Hver del av et økosystem har innflytelse på helheten, også sjeldne og sårbare bunndyrssamfunn. Dette er også en del av bakgrunnen for myndighetenes mål om å opprettholde det biologiske mangfoldet, samt vern dersom fare truer (jf. Rio-konvensjonen fra 1992).

Forvaltningstiltak mot menneskeskapt påvirkning krever selvsagt kunnskap om hva som finnes på havbunnen og tiltakenes forventede effekt over tid. Det samme gjelder vern av sårbare arter og naturtyper. Innhenting av kunnskap om hvordan helsetilstand og biomangfold er i utgangspunktet er derfor viktig. Siden det er dyrt og tidkrevende å undersøke hele havbunnen, blir det bare tatt et forholdsvis begrenset antall prøver per flateenhet. For å møte forvaltningens behov for informasjon om naturverdier også til havs, er det

nødvendig å kunne generalisere eller modellere resultatene slik at de dekker større flater.

På havbunnen er biotopene i de fleste tilfellene definert ved artssammensetningen av store og lett synlige dyr (megafauna) og karakteristiske trekk i havbunnsmiljøet. Internasjonalt er det brukt store ressurser for å klassifisere og beskrive marine biotoper regionalt og globalt. Dette gir myndighetene et rammeverk som de trenger for å forvalte

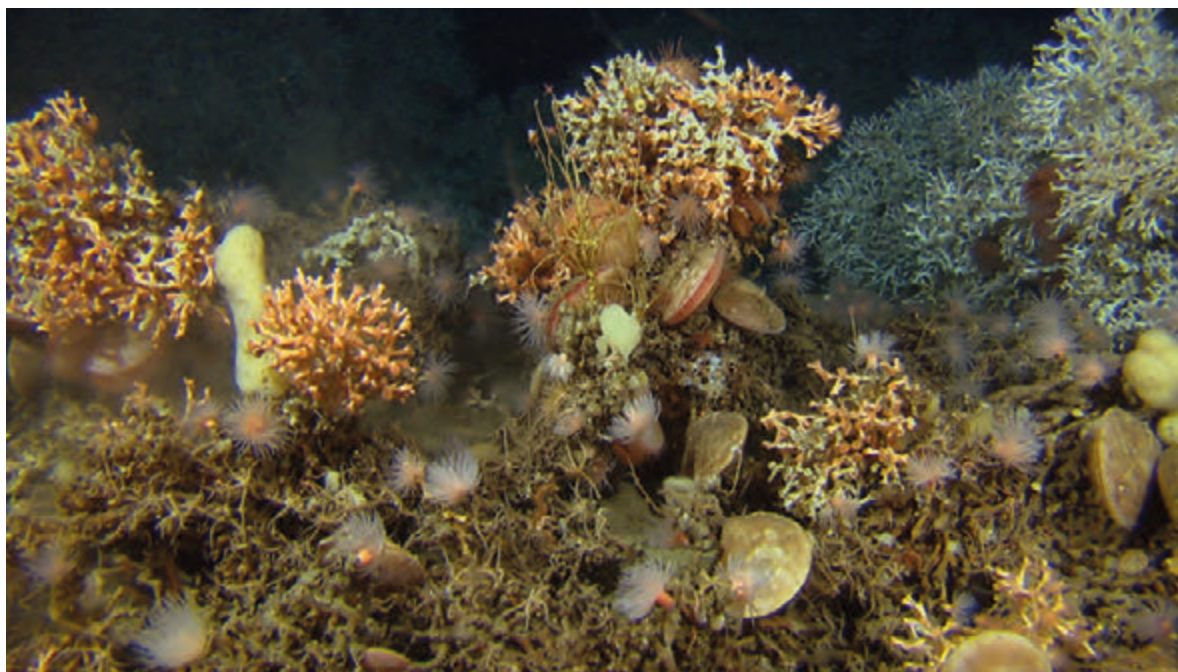
ressursene i havet i samsvar med internasjonale regler om bevaring av biologisk mangfold. Eksempler på lister over naturtyper med forvaltningsmessig prioritet finnes i EUs habitatdirektiv (land og hav) og i OSPARs biotopliste ("habitatene"). OSPAR, eller Oslo-Paris-konvensjonen, arbeider for internasjonalt samarbeid om beskyttelse av det marine miljøet i det nordøstlige Atlanterhavet.

Vulnerable habitats

"Vulnerable habitats" have been defined by the national mapping program MAREANO (Marine areal database for Norwegian waters) based on species composition and substrate properties. These include demosponge, glass sponge, and seapen communities, hard and soft bottom coral gardens, and Umbrellula stands. Now, we have modelled the spatial distributions of all these biotopes using machine learning methods. A conditional inference forest was created for each type of biotope, and all

models were tested against field observations that had not been used to fit the models. We then determined density thresholds and minimum patch sizes to flag priority areas from model results.

This information can be invaluable for selecting protection areas and to give appropriate advice for mitigation of negative effects on habitat and biota. The outcomes of predictive modelling are also being used to improve definitions of vulnerable benthic habitats for OSPAR.





Miljøgifter langs kysten finnes rundt gamle industribedrifter og i nærheten av byer, særlig i havneområder, men det meste av kysten er relativt lite påvirket. Et unntak er nivåene av dioksiner og dioksinlignende PCB. I fiskelever flere steder langs kysten er det målt nivåer av disse stoffene som overskrider grenseverdiene for trygg sjømat.

Nivåene av radioaktiv forurensning er generelt lave i kystnære områder. Vi finner imidlertid fremdeles forhøyede nivåer av cesium-137 i enkelte fjorder i Midt-Norge, som mottok mye nedfall etter Tsjernobyl-ulykken.

Havforskningsinstituttet advarer mot bruk av fjorder som avfalls plass for gruveavgang ut fra dagens kunnskapsgrunnlag.

Klima

Fra 1990 og frem til 2010 har temperaturen steget til ca. 0,7 over det normale i det dypere liggende, atlantiske vannet i kyststrømmen. Global oppvarming ser ut til å ha bidratt med 0,5 °C av temperaturøkningen, mens resten er knyttet til naturlige temperaturvariasjoner. Den forhøyede temperaturen i dypet (200 meter) har stort sett holdt seg på samme nivå etter 2010. I de øvre lag av kyststrømmen har imidlertid de siste, relativt kalde årene ført til at temperaturen på 10 meter har sunket mot 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. I 2013 var oppblomstringen langs kysten innenfor normal periode. Det ble ikke registrert skadelige

algeoppblomstringer med effekter på fisk. Problemene knyttet til algegifter i skjell varierer langs kysten og mellom år. I 2013 var de relativt små.

Tareskog og makroalger

Hvert år høstes det ca. 150 000 tonn stortare langs kysten. Taren, som overvåkes årlig fra Rogaland til Trøndelag, er i hovedsak i god forfatning. Langs kysten av Sør-Trøndelag er tarevegetasjonen delvis redusert som følge av beiting av rød kråkebolle. I Nordland, særlig i de sørlige 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

En nasjonal kartlegging av naturtyper gir stadig bedre kunnskap om forekomstene, og til dels rekrutteringen av kamskjell langs kysten. Kamskjell høstes ved dykking, særlig i Sør-Trøndelag. Høstingen vurderes å være bærekraftig. Det er påvist flere store flatøstersbanker (mer enn 50 østers per kvadratmeter) i Hafrsfjord. De er i samme størrelsesorden som de tidligere registrerte forekomstene i Sørlandsleia i Arendal kommune. De første begynnende revdannelsene av stillehavsøsters ble påvist ved Hui i Tjøme kommune i 2013. Maks tetthet ble målt til 110 østers per kvadratmeter. Tre bestander av stillehavsøsters er påvist i Rogaland; i tillegg er det gjort en rekke funn av enkeltskjell. Det er derfor sannsynlig at stillehavsøstersen vil spre seg videre nordover langs Vestlandet de nærmeste årene.



Situasjonen for kongekrabben bedret seg betydelig i 2013 med tanke på et stabilt langtidsutbytte i det kvoteregulerte området. Vest for Nordkapp ser det ut til at det frie fisket fortsatt begrenser videre spredning. Forskning på bunnfaunaeffekter av kongekrabben 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. Ut fra tilgjengelige data vurderes bestanden av taskekrabbe langs kysten å være stabil, men for noen kystområder er datagrunnlaget tynt. Det siste tiåret har taskekrabbefisket bredt seg nordover, trolig som følge av høyere temperaturer de senere år.

Det er fortsatt nokså lite hummer langs kysten, med tegn på best utvikling øst i Skagerrak. De små bevaringsområdene for hummer langs kysten av Skagerrak virker godt. Utenfor bevaringsområdene er fisketrykket til dels svært høyt, og fisket foregår tett inntil områdene. Det pågår en evaluering av bestandsstatusen for hummer.

Det er et lite rekefiske i kystsonen. Rekene er oppdelt i egne fjordbestander, og mange steder kjenner vi ikke bestandssituasjonen. Sjøkreps fiskes i økende grad langs kysten fra svenskegrensen til Trøndelag. Fisket skjer i stor grad med teiner og av fritidsfiskere. Kunnskap om bestandssituasjonen er mangelfull. En innsamling av data fra fritidsfisket av sjøkreps startet opp i 2013.

Fiskebestander

Kysttorskene er delt opp i mange lokale bestander. Totalmengden av kysttorsk nord for 62°N har vært på om lag samme lave nivå siden 2003. Det er en gjenoppbyggingsplan for den nordlige kysttorskene. 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 svake årsklasser både i 2012 og 2013. Det er aktuelt med nye forvaltningstiltak for å styrke også den sørlige kysttorskene.

Kveite er mer tallrik nord enn sør for 62°N. I sør er kveitebestanden stadig på et lavt nivå. For første gang er det dokumentert gyting av kveite inne i store fjorder (Sognefjorden).

Norsk fiske av breiflabb foregår med stormasket garn, mest nord for 62°N. Landingene er på vei nedover etter en topp i 2010.

Rognkjeks fiskes særlig i nord. Både fiskepress og temperaturforhold synes å påvirke bestanden. Havforskningsinstituttets råd er å begrense antall deltagende fartøy til maksimalt 300 og fangsten av rognkjeks til et antall som maksimalt gir 400 tonn rå rogn.

Ål er på et lavt nivå i hele Europa og på rødlisten som kritisk truet. Mye av ålen i Norge lever trolig hele livet i havet, uten å vandre opp i ferskvann. Det er åpnet for et vitenskapelig fiskeri på opptil 50 tonn, men det fiskes lite på grunn av manglende eksportmuligheter.

Det foreligger ikke estimat for brislingbestandene i fjordene.

De siste årene har det vært et stort og viktig fiske etter leppefisk, som sannsynligvis er oppdelt i mange små, lokale bestander. Vi jobber med å øke kunnskapen om biologi, bestandsstørrelser og bestandsstrukturer for ulike leppefiskarter, slik at vi kan gi råd for et bærekraftig fiske.

Sjøpattedyr – kystsel og nise

Bestandene av kystselene 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. I tillegg til jaktkvoter viser analyser at det årlig drukner 300–500 steinkobber og 100–200 havert i garn langs kysten. Antall niser som drukner i fiskegarn er beregnet til 6 900.

The status of the coastal zone

Deeper parts (200 meters) of The Norwegian coastal current are still about 0.7 °C above normal, while the temperatures in the upper layers (10 meters) have decreased to normal levels in recent years. Problems from pollution along the coast are mostly local, except for dioxins and dioxin like PCBs in fish liver; they are above seafood safety levels in large areas. The pressure from human activities in the Norwegian coastal zone increases. Popular resources such as European lobster and Norwegian coastal cod are overexploited and kept at low levels in many areas, not at least by leisure fisheries. Many harbour- and grey seals, and especially porpoises, are caught in gill nets. The IMR do not recommend that the mining industry is allowed to use fjords as dumping areas. We lack knowledge about the environmental impacts from mine tailings dumped into fjords.

Kystklima

Temperaturen i det atlantiske vannet i den norske kyststrømmen økte betydelig etter 1990, og frem mot 2010 steg den til ca. 0,7 grader over det normale. Vel 0,5 °C av denne temperaturøkningen ser ut til å komme fra global oppvarming, mens resten skyldes naturlige temperaturvariasjoner. Etter 2010 har økningen stoppet opp, men temperaturene ligger på samme høye nivå.

JAN AURE | jan.aure@imr.no

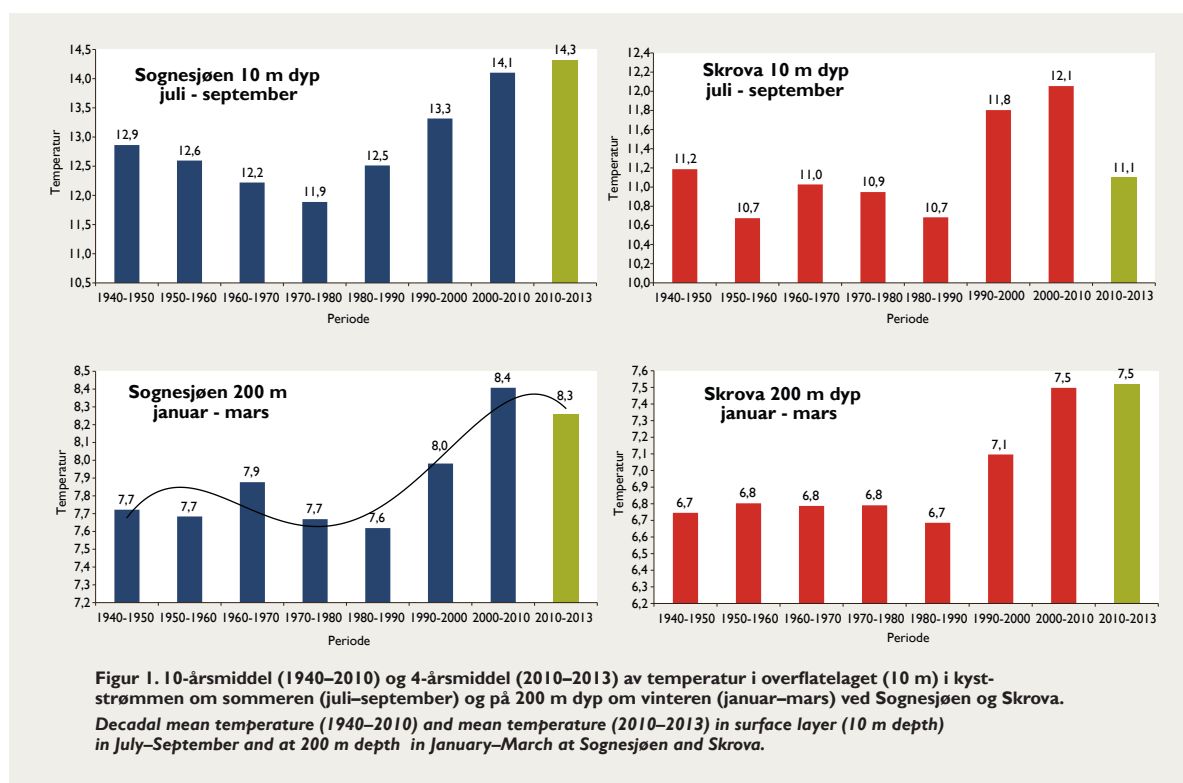
Klimatilstanden i kystfarvannene observeres to til fire ganger per måned på faste hydrografiske stasjoner fra Skagerrak til Finnmark. I Flødevigen ved Arendal måles temperaturen tilnærmet kontinuerlig på 1, 19 og 75 meters dyp.

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 (januar–mars) for Sognesjøen og Skrova (figur 1) som representative for temperaturutvik-

lingen i innstrømmende atlantisk vann fra 1940 til 2010. Temperaturutviklingen etter 2010 er vist samme figur.

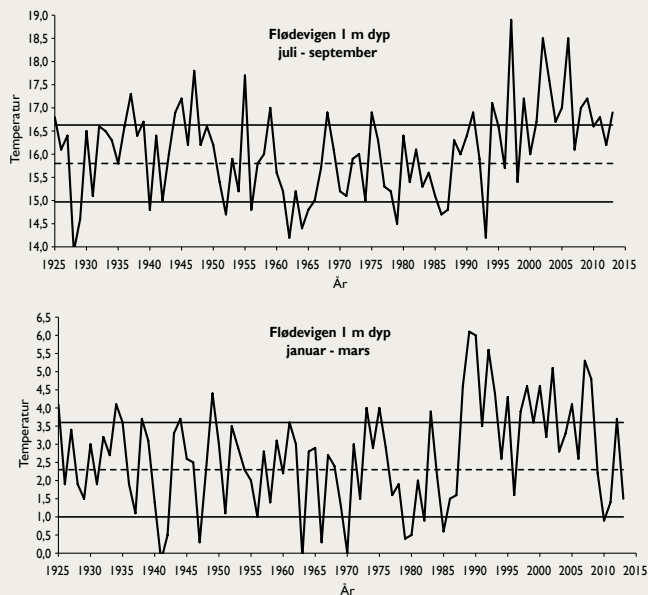
Figur 1 viser at det før 1990 var små variasjoner i middeltemperaturene langs kysten på 200 meters dyp. For eksempel varierte 10-årsmiddelet for Sognesjøen mellom 7,6 og 7,9 °C og Skrova mellom 6,7 og 6,8 °C. Etter 1990 har det vært en betydelig temperaturøkning i det atlantiske vannet langs norskekysten. 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. Temperaturøkningen i atlantisk vann gjør seg også gjeldende i dypere lag av fjordene langs norskekysten. 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 (0,2 °C) er knyttet til naturlige temperaturvariasjoner i innstrømmende atlantisk vann. 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 kystvannet er i større grad enn dypvannet påvirket av lokale meteorologiske forhold. Figur 1 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 1,7 og 1,2 °C over normalen. I perioden 2010–2013 har middeltemperaturene på 10 meters dyp i Sognesjøen stabilisert seg på om lag samme nivå som i perioden 2000–2010, mens sommertemperaturene ved Skrova var redusert til det normale for årstiden.

Både vinter- og sommertemperaturene i øvre vannlag ved Flødevigen på Skagerrakkysten mellom 1990 og 2010 er de høyeste siden målingene startet i 1925, og trolig i de siste hundre årene (figur 2). Det var blant annet uvanlig høye sommertemperaturer i 1997, 2002 og 2006; ca. 3 °C over normalen. Etter 2008 falt vintertemperaturene til det normale, mens sommertemperaturene fortsatt lå over det normale for årstiden.



Figur 2. Midlere årlig vintertemperatur (januar–mars) og sommertemperatur (juli–september) på 1 m dyp i Flødevigen for perioden 1925–2013. Prikket linje angir middelveidien (1930–1990), og hel linje angir +/- 1 standardavvik.
Mean winter and summer temperature in the surface layer at Flødevigen, Arendal 1925–2013. The dotted line represents the mean value (1930–1990) and solid lines +/- one standard deviation.

Etterspurte temperaturdata

De lange kysttemperaturseriene fra Havforskningsinstituttet har fått et nytt bruksområde. De benyttes i planleggingen av anlegg for avkjøling av luft (og eventuelt dataanlegg o.a.) i større bygg. Sjøvann hentes opp gjennom store rør og sendes gjennom et kjøleanlegg. Kurvene med temperaturdata over året viser temperaturer i hvilke dyp som er optimale for at kjøleanleggene skal få best mulig utnyttelse av

frikjøling (dvs. "gratis" kjøling med sjøvann). I praksis gir det enøk: huseieren sparer strøm når det trengs mindre driftstid på kjøleanlegget.

In recent years the long coastal temperature series from the IMR come in handy in a new area. They are used when constructors plan large buildings with cooling from seawater.



Temperaturforholdene i 2013

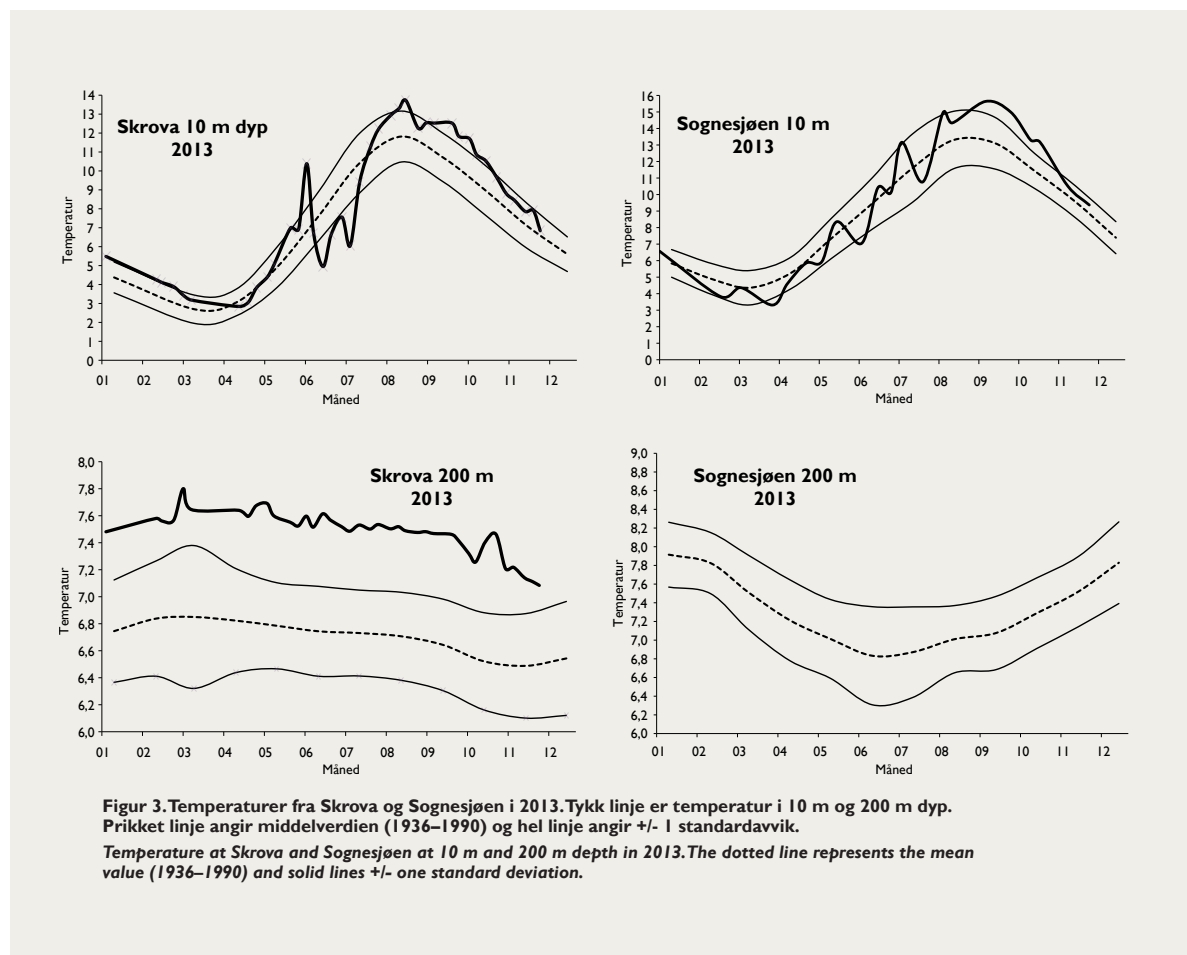
Som et resultat av den kalde vinteren 2013 i Sør-Norge, var det lavere temperaturer enn normalt i øvre lag av kystvannet (10 meters dyp) ved Sognesjøen fra januar til mai/juni. Lenger nord langs kysten ved Skrova var det forholdsvis høye vintertemperaturer. Den varme høsten 2013 førte til temperaturer i kystvannet på 1–2 °C over normalen, både ved Sognesjøen og Skrova (figur 3). I Flødevigen lå vintertemperaturen i øvre vannlag under normalen for årstiden, mens sommeren 2013 var forholdsvis varm (figur 2). I dype lag av kystvannet (200 meter), dominert av atlantisk vann, var det i løpet av 2013 om lag samme temperaturer som i 2012, men med noe lavere temperaturer i den sørlige delen ved Sognesjøen.

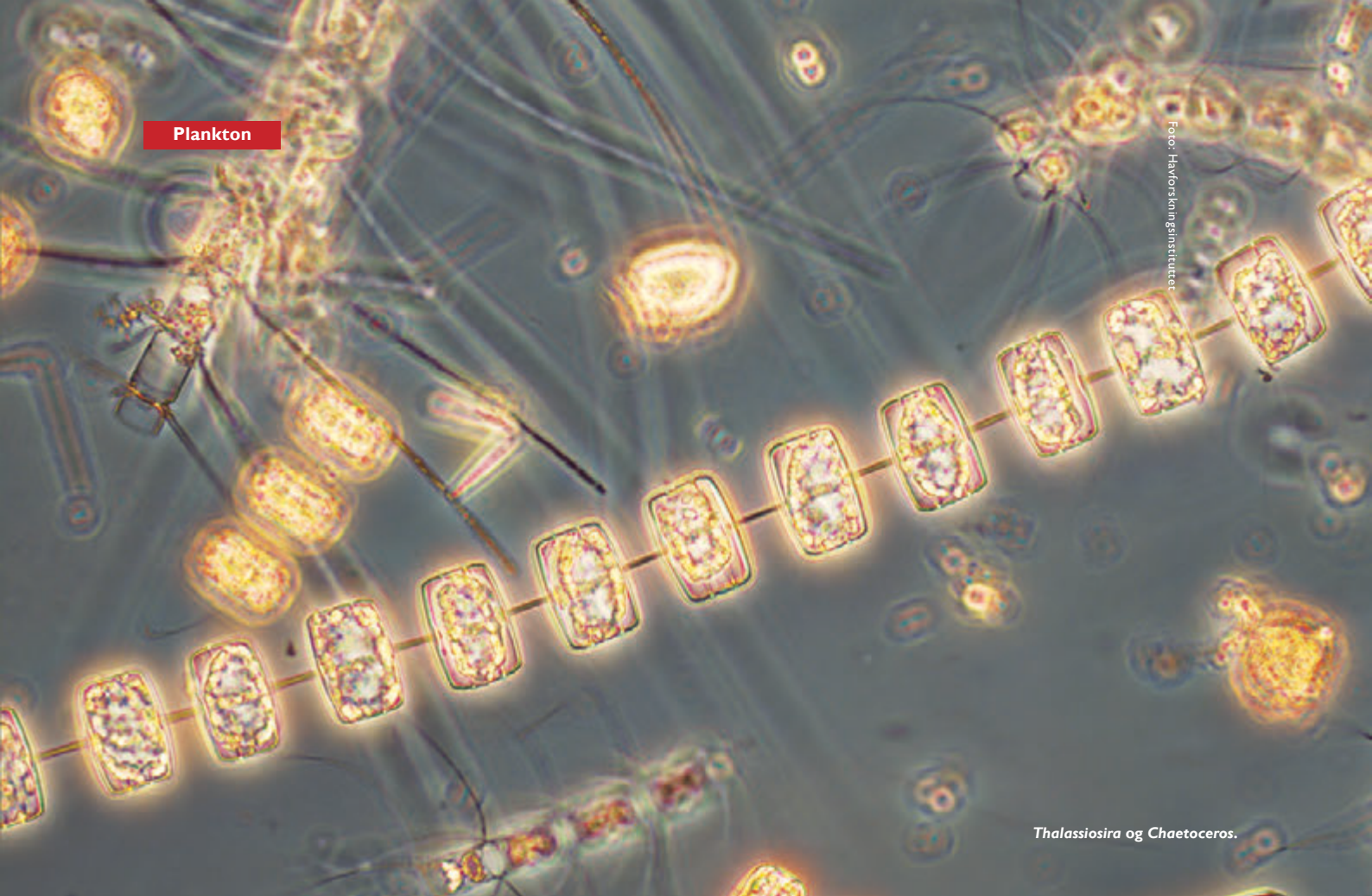
Ventet temperaturutvikling i 2014

I øvre lag av kystvannet ventes det sjøtemperaturer omkring det normale for årstidene. I dypere vannlag (>100 m), som påvirkes av atlantisk vann, ventes det fortsatt forholdsvis høye sjøtemperaturer gjennom hele 2014.

Climatic conditions in coastal waters

The climatic conditions in the Norwegian coastal waters are observed on a regular basis at a set of hydrographical stations from Skagerrak to Finnmark. After 1990, observations show a significant temperature increase in the Atlantic water along the Norwegian coast. Between 2000 and 2010, the mean temperature had increased to about 0.7 °C above normal. About 0.5 °C of the temperature increase seems to be connected to global warming and 0.2 °C to natural variations. After 2010, the temperature in the Atlantic water along the coast seems to have stabilized on the same high level as in the period 2000–2010. In 2013, winter temperatures in the upper layer (0–10 meters) were below normal at the southern coast and above normal in northern part. The mild autumn in 2013 resulted in surface temperatures above normal along the entire Norwegian coast. In the deep water (200 m), dominated by Atlantic water, temperatures were about the same as in 2012, but with a slightly decrease at the southern coast.





Thalassiosira og Chaetoceros.

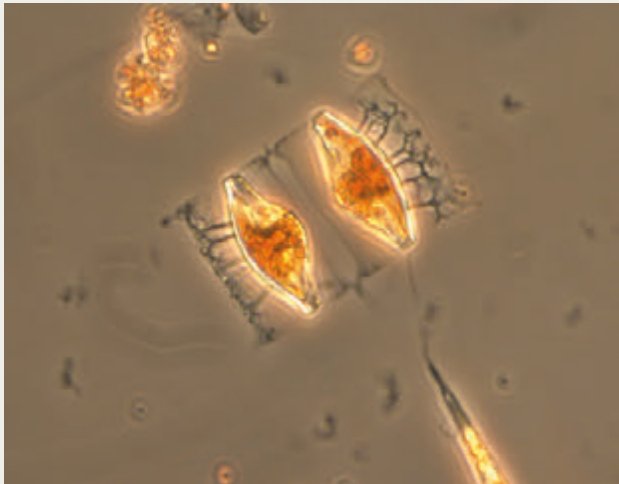
Kiselalger – en nøkkelorganisme i marine økosystemer

Planteplankton er den viktigste primærprodusenten i havet. Disse mikroskopiske plantene er selve basisen i den marine næringskjeden, og kalles havets gress. De er viktig føde for arter som lever i de frie vannmassene (f.eks. hoppekreps) og for bunntilknyttede dyr ved å tilføre karbon til havbunnen ved sedimentasjon. En viktig gruppe planteplankton er kiselalger.

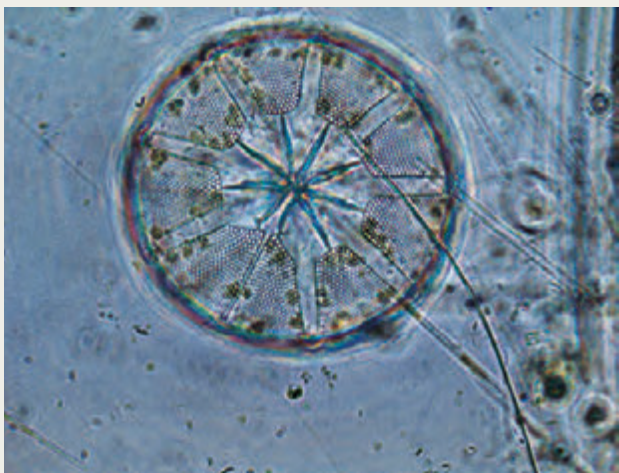
LARS J. NAUSTVOLL | larsjn@imr.no

Planteplankton deles inn i fire grupper, hver med sine særegenheter: fureflagellater, kiselalger, coccolithophorider og flagellater/monader. I våre farvann blir kiselalger trukket frem som den viktigste gruppen mikroalger med stor økologisk betydning. På verdensbasis er det ca. 220 slekter og omtrent 100 000 beskrevne arter av kiselalger. I norske farvann er det registrert omtrent 700 arter. Kiselalger finnes i mange størrelsesgrupper fra to mikrometer til fem millimeter. De kan leve i saltvann, ferskvann, fuktig jord eller trestammer. I marine systemer har de en rekke levesteder (biotoper); fritt i vannmassene, knyttet til hardbunn og bløtbunn, på og i dyr og alger og på/inne i is. Celler som lever på bunnen har oftest spesielle strukturer og tilpasninger. Hos kiselalgen *Licmophora* (figur 1) er cellen festet i bunnen med en stilk. Dette er en tilpasning til et liv på bunnen som medfører at algen kommer litt opp fra bunnen og sikrer seg bedre vannoverstrømning.

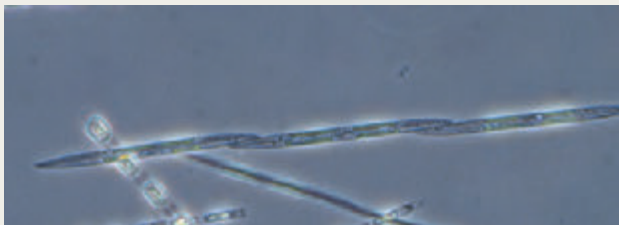
Figur 1. *Licmophora* sp



Figur 2. Hvilespore
Resting spores



Figur 3. *Asteromphalus* sp



Figur 4. *Pseudo-nitzschia*



Figur 5. *Chaetoceros affinis*

Danner "frøbank"

Kiselalger former seg ved todeling. Denne delingen fører til at størrelsen på cellen gradvis blir mindre. Når cellene når en minimumsstørrelse, dannes en spore, som oftest resultat av kjønnnet formering. Denne gir opphav til en celle med maksimumsstørrelse for arten. Deretter fortsetter den med todeling. Kiselalger vil i perioder med dårlige forhold kunne danne hvilesporer. Dette er sterkt forkislete celler, hvor mange har pigger og utvekster. Disse hvilesporene (figur 2) kan synke til bunnen og danne en "frøbank" på og i sedimentene. Når miljøforholdene er optimale igjen, vil disse hvilesporene spire. Basert på slike hvilesporer og fossile kiselkall er det funnet spor av kiselalger så langt tilbake som til Juraperioden.

Mange ulike former

Gruppen kiselalger har svært ulike former, og flere slekter har en rekke utvekster som gir dem et spesielt og artsspesifikt utseende. Alle kiselalger har en cellevegg av kisel – derav navnet. En celle er satt sammen av to skallhalvdeler som en eske med lokk og bunn, begge av kisel. Studerer man lokk og bunn med stor forstørrelse kan man observere spesielle mønstre (figur 3). Basisformene (tverrsnitt) innen kiselalger deles oftest inn i sirkelrunde (sentriske kiselalger, figur 3) og avlange (pennate kiselalger, figur 4), men det finnes stor variasjon som dekker ovale former, båtfomede eller flerkantede. Enkelte arter forekommer bare som enkeltceller (figur 3), mens andre danner lange kjeder/kolonier bestående av en rekke enkeltceller (figur 5). Koloniene holdes sammen av utvekster fra celleveggen eller andre strukturer ("slimputer"). De mest kjente og karakteristiske kjededannende kiselalgene finner man innen slekten *Chaetoceros*. Fra kanten av hver celle sitt lokk og bunn vokser det ut børster. Disse gir slekten det karakteristiske utseendet (figur 6). For enkelte arter er disse tykke og rette, mens andre arter har tynne og mer bølgede børster. Andre arter har ikke børster, men én eller flere "pigger", på fagspråk omtalt som "prosesser". Disse strukturene kan man finne hos enkeltceller og hos kjededannende arter, hvor utforming av "prosessene" er artsspesifikk (figur 7). Selv arter som ved første øyeblikk ikke ser ut til å ha strukturer på eller i kiselkallet, har som oftest spesielle strukturer bare forstørrelsen blir høy nok. Hos kiselalgene som vi omtaler som "pennate" kiselalger, for eksempel *Pseudo-nitzschia*, finnes det en rekke ulike typer utforminger i skallet. Dette kan være langsgående spalter, punkter med kompakt kisel, kanaler eller "broer" av kisel. Disse strukturene gjør at cellene ser ut til å ha langsgående og tversgående striper. Kiselkallet som omgir cellen er svært sterkt og er lett synlig i tarm hos dyr som beiter på disse og bevares i sedimentene.

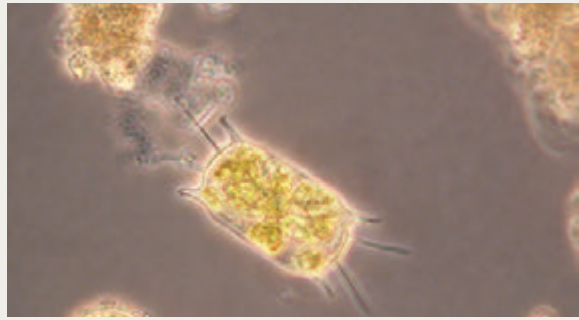
Våroppblomstring

Kiselalger er en viktig primærprodusent og er til stede i store mengder i næringsrike havområder. Det er estimert at kiselalger kan stå for så mye som 45 % av den totale marine primærproduksjon. I våre farvann observeres de største mengdene av kiselalger om våren i forbindelse med våroppblomstringen. Våroppblomstringen er starten på primærproduksjon i våre farvann. Oppblomstringen finner sted tidlig på våren når de fysiske og kjemiske forholdene ligger til rette for oppbygging av store mengder planteplankton i overflaten.

Kiselalger er helt avhengig av næringssaltet silikat, i tillegg til nitrogen og fosfat. I forbindelse med våroppblomstringen vil det meste av silikaten bli forbrukt, og mengden av kiselalger reduseres kraftig. En del av produksjonen



Figur 6. *Chaetoceros debilis*



Figur 7. *Odontella mobiliensis*

omsettes i de frie vannmassene og inngår som karbonkilde for en rekke dyr. En stor del av produksjonen som finner sted i våroppblomstringen, blir ikke spist og synker til bunnen. Gjennom sedimentasjon vil de tilføre bunnsamfunn et viktig karbonbidrag.

I perioden etter våroppblomstringen kan kiselalger danne større eller mindre lokale oppblomstringer i våre farvann dersom ny silikat blir tilgjengelig fra dypvannet eller med elvene.

De aller fleste kiselalger anses som ufarlige, men noen få slekter/arter kan ha en negativ effekt for oss mennesker eller andre marine organismer. Kiselalgen *Pseudo-nitzschia* kan produsere et giftstoff (ASP-toksin) som oppkonsentreres i marine organismer (for eksempel blåskjell). Ved konsum kan dette resultere i mageproblem, men også føre til nevrologiske endringer (hukommelsestap). For marine fisk er det først og fremst slekten *Chaetoceros* som har forårsaket problem. Arter som har stive, robuste børster vil i stor tetthet kunne føre til mekaniske skader på gjellene hos fisk, noe som påvirker oksygenopptaket hos fisken.

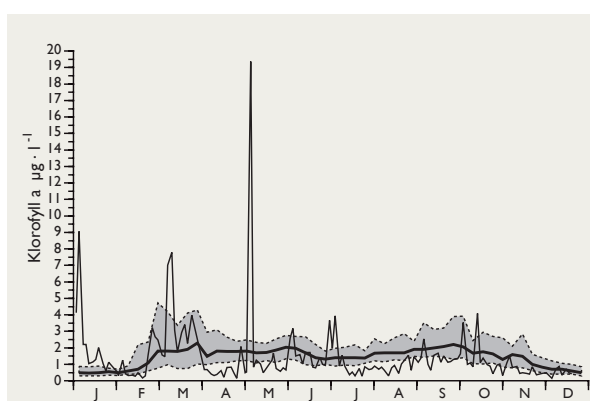
Algeovervåking 2013

Havforskningsinstituttet gjennomfører overvåkingsprogram i havområdene og utvalgte kystområder som fremskaffer kunnskap om sammensetning og mengde planteplankton. Figur 8 viser hvordan mengden av planteplankton, uttrykt som klorofyll *a*, varierte gjennom 2013 i forhold til et "normalår".

Den årvisse våroppblomstringen av kiselalger var ikke så kraftig i 2013. Tidspunktet for oppblomstringen da var innen den "normale" perioden, etter en rekke år med tidlige våroppblomstringer. Som vanlig var den dominert av kiselalger (*Skeletonema*, *Chaetoceros*, *Thalassiosira*).

Helt i begynnelsen av januar 2013 fant det sted en oppblomstring av fureflagellaten *Ceratium lineatum*. Dette er ikke et vanlig tidspunkt å finne denne arten på. Funnet var siste rest av en oppblomstring i desember 2012, også det uvanlig, siden det er litt sent på året for denne slekten.

Fra våroppblomstringen til høsten samme år kan det av og til registreres kortvarige oppblomstringer av ulike arter. I 2013 ble det registrert store mengder av kiselalgen *Licmophora* og *Thalassionema* i begynnelsen av mai. Dette er arter som vanligvis er knyttet til bunnen, men som i perioder etter mye vind kan være forholdsvis vanlige i de frie vannmasser. Oppblomstringen forsvant raskt og ble etterfulgt av to kortvarige oppblomstringer av kiselalgene *Dactyliosolen*, *Skeletonema* og *Chaetoceros* i juni–juli. Dette er arter som er vanlige på sommeren og som ved riktige betingelser kan danne oppblomstringer i kystvannet. Høsten og vinteren 2013 var forholdsvis normal med noen korte og relativt sett små oppblomstringer, én dominert av kiselalger og én av fureflagellater, før mengden planteplankton avtok mot desember.



Figur 8. Klorofyll *a* i Flødevigen, 0–3 m dyp. Tynn heltrukken linje er målinger i 2013. Tykk heltrukken linje er gjennomsnittlig verdi (normale) for perioden 1989–2012. Stiplet linje er første og tredje kvartiler.

Chlophyll a in Flødevigen, 0–3 m depth. Thin line is data from 2013. Thick line is average value for the period 1989–2012. Dotted lines are first and third quartiles.

I regi av Mattilsynet er det et landsdekkende overvåkingsprogram for skadelige alger. Dette programmet bidrar også med generelle data på mengde og sammensetning av alger. Interesserte kan abonnere på et ukentlig nyhetsbrev i overvåkingsperioden (<http://algeinfo.imr.no>).

Phytoplankton

Phytoplankton is the most important primary producer in open ocean and coastal waters, forming the base of marine food webs. In Norwegian waters, the phytoplankton group "diatoms" is the ecological most important group. Diatoms are important food source for zooplankton and microzooplankton as well as contributing with carbon to benthic ecosystems through sedimentation. Within the group diatoms there is a large variability in shape, structures, and size, forming chains of cells or occurred as single cells. Common for all diatoms is the silicified walls of the cells which build up a box (frustrule) with a top and bottom part. The fine structures of the frustrule and different types of processes are species specific, making it possible to identify the different species with high magnification. In Norwegian coastal waters, the main diatom bloom, spring bloom, take place normally between late February to mid May, appearing earliest in the southern parts of the coastline and in the fjords. During the summer, several local blooms of phytoplankton are observed in the fjord and coastal water, due to freshwater runoff rich in silicate, a key nutrient for diatoms.



Mange niser drukner i fiskegarn

Årlig fanges så mye som 6900 niser i fiskeriene etter torsk og breiflabb langs norskekysten. Så lenge vi ikke vet størrelsen på nisebestanden, kan vi ikke si om nivået på bifangsten er bærekraftig.

ARNE BJØRGE | arne.bjorge@imr.no og METTE SKERN-MAURITZEN

Bifangst i fiskeredskaper regnes som den største trusselen mot sjøpattedyr i dag. Beregninger for perioden 1990–1994 viser at globalt druknet 655 000 sjøpattedyr – 310 000 hvaler og 345 000 seler – på denne måten årlig.

Går i garn og drukner

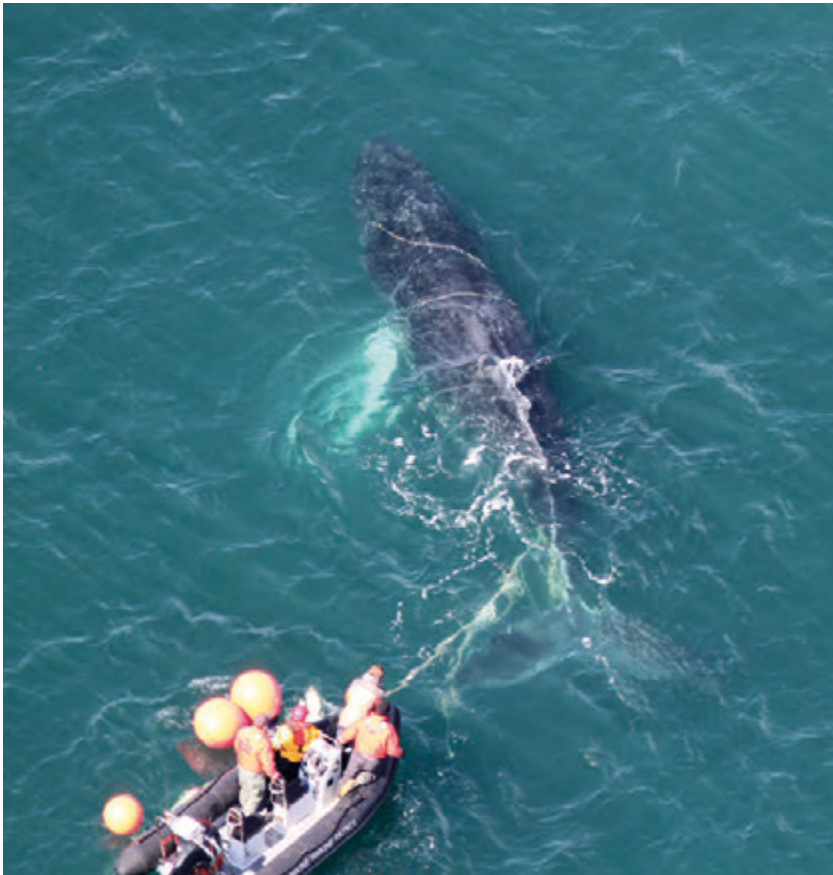
Det er hovedsakelig garn som fanger sjøpattedyr, selv om noen også blir tatt i trål og på line. I USA blir 84 prosent av alle hvaler og 98 prosent av alle seler som bifanges tatt på garn. Når sjøpattedyra går seg fast i bunn garn,

kan de ikke komme til overflaten for å puste, og dermed drukner de. I Maine-gulven er det et stort problem at knølhval og retthval vikler seg fast i tauverket til hummerteiner. Her er ikke problemet at hvalene drukner, men at tauene skjærer seg inn i kroppen og danner dype sår. Hvalene kan slepe på tauverket i flere uker før de går en langsom død i møte. Dette er et stort dyrevelferdsproblem, og det er derfor etablert et responsteam som rykker ut for å forsøke å sette hvalene fri. Det er utviklet spesielle redskaper for kutting av tau til dette formålet (se bilde).

Situasjonen i Norge

Her til lands har enkelte episoder med bifangst av sjøpattedyr fått stor oppmerksomhet, mens andre former for bifangst går mer upåaktet hen. Blant annet er det lite snakk om de tusenvis av niser som hvert år fanges i fiskegarn langs norskekysten.

I årene 1987 og 1988 druknet minimum 76 000 grønlandssel i garn i Finnmark. Dette skyldtes invasjon av flere hundre tusen grønlandssel på kysten samtidig som vårtorskefisket pågikk. Denne episoden fikk stor oppmerksomhet både i



Arbeid med å frigjøre en knølhval fra fiskeredskap i Gulf of Maine.
Disentangling a humpback whale from fishing gear in Gulf of Maine.

media og politisk, og det ble etablert en kompensasjonsordning for fiskere som fikk fisket ødelagt på grunn av sel i garn.

Midt på 1990-tallet viste rapporter fra Fiskeridirektoratets observatører om bord på den havgående fiskeflåten at det var liten risiko for bifangst av sjøpattedyr på line, trål og ringnot. I samme periode ble noen kystfiskere spurt om hvilke fiskerier som har størst risiko for bifangst av sjøpattedyr. De trakk frem tre garnfiskerier: kystnært garnfiske etter torsk, breiflabb og rognkjeks. Tre arter sjøpattedyr ble nevnt: nise, steinkobbe og havert.

Kystreferanseflåten skaffer nisedata

Nisene er notorisk utsatt for bifangst i hele sitt utbredelsesområde. Arten, som blir ca. 150 cm lang og veier rundt 60 kg,

finnes i kystnære farvann i det nordlige Stillehavet, Nord-Atlanteren, Østersjøen og Svartehavet. De blir kjønnsmodne i tre–fireårsalderen, og hunnene får en unge hvert år. Nisene blir sjelden eldre enn ca. ti år, selv om noen kan leve til de er tjuer år gamle. I Nordsjøen, som regnes som det viktigste nisehabitatet i Nordøst-Atlanteren, er det ca. 1/3 million niser. Langs norskekysten og i Barentshavet har vi ikke estimater for tallrikheten.

Internasjonale organisasjoner som ICES og IWCs Vitenskapskomité anbefaler uavhengige observatører om bord for å få data til å beregne bifangst av sjøpattedyr. Imidlertid kan det være praktisk vanskelig og uforholdsmessig dyrt å plassere en ekstra person om bord på kystfiskebåter (som gjerne er mindre

Marine mammals drown in fishing gear

Bycatch in fishing gear is currently the most important threat to marine mammals. Globally about 655 000 mammals annually are estimated to drown in fishing gear. Most of these are incidentally caught in gill nets. In Norway, the most frequently bycaught mammal is the harbour porpoise. We

aimed at estimating the porpoise bycatch in two large fisheries: for cod and monkfish. A monitored segment of the fleet of coastal gillnetters were used to estimate bycatch rates, and based on landings statistics for the same vessel and gear types we extrapolated to entire fisheries. The total annual bycatch in these two fisheries was estimated to 6900 porpoises.

enn 15 meter), for å observere hendinger som skjer med svært lang tids mellomrom. Derfor ba Havforskningsinstituttet Kystreferanseflåten rapportere om bifangst av niser og andre sjøpattedyr mens de driftet etter torsk og breiflabb.

Stor bifangst av niser

Torskefisket pågår fra februar til april, mens breiflabbfisket hovedsakelig foregår fra juli til desember. Fra kystreferanseflåten fikk vi data på bifangst av sjøpattedyr, fangst av mållart (torsk og breiflabb), dato, sted og hvor lenge og dypt garnet stod.

Beregningene (se faktaboks for metode) viser at mellom 2006 og 2008 ble det hvert år tatt ca. 6900 niser i disse to fiskeriene (usikkerheten i estimatet tilsvarer 30 prosent). Dette er et svært høyt tall. Det må en stor bestand til for at bifangster på dette nivået skal være bærekraftige – slik at bifangstene ikke reduserer og til slutt utrydder bestanden.

Garnrestriksjoner kan hindre bifangst

Vi fant også at det er en sammenheng mellom fiskedyp og bifangstrate. I torskefisket avtok bifangstraten raskt med økende dyp ned til femti meter for så å flate ut. I breiflabbfisket avtok bifangstraten med dypet over hele dybdeområdet det ble fisket på. Det har vært en vanlig oppfatning at niser ikke dykker dypere enn 200 meter. Våre data tyder på at de kan dykke så dypt som 400 meter. Det betyr at nisene er utsatt for bifangst også i garn som står dypere enn 200 meter.

Restriksjoner på bruk av stormaskede garn i grunne områder kan redusere bifangstene av niser. Bruk av akustiske alarmer på garn er en annen metode som har vist seg effektiv i andre og grunnere farvann. Høsten 2013 gjennomførte vi et eksperiment for å se hvordan slike alarmer fungerer under norske forhold. Resultatene er ventet sommeren 2014.

FAKTA

Metoden

Vi benyttet såkalte *generelle additive* modeller til å estimere bifangstraten, det vil si antall niser per kg fangst av mållarten i forhold til fiskeri (torsk versus breiflabb), sesong på året og geografisk område. Disse bifangstretene ble så multiplisert med totale fangster av torsk og breiflabb tatt av samme fartøygruppe og med samme redskapstype. Det vil si fartøyer mindre enn 15 meter total lengde og torsk tatt med torskegarn og breiflabb tatt med breiflabbgarn (fra Fiskeridirektoratets statistikk).



Førdefjorden og Vevring sett fra Engebøfjellet.
The Førdefjord and Vevring (Western Norway) viewed from the Engebø mountain.

Ny usikkerhet om bruken av fjorder som avfalls plass for gruver

Vi vet lite om hvordan gruveavgang i sjø påvirker kystnær fisk og andre marine arter. En økende bevissthet om partikkelbelastning – både fra naturlige og industrielt fremstilte partikler – kompliserer bildet ytterligere. Vi bør vente med nye store gruveprosjekter til kunnskapshullene er tettet og det er funnet miljøvennlige metoder for utvinning og bruk av avgangen.

JAN HELGE FOSSÅ | jan.helge.fossaa@imr.no, LARS ASPLIN, TERJE VAN DER MEEREN, SONNICH MEIER, TINA KUTTI og RAYMOND BANNISTER

Nåværende regjering har – som den forrige – som mål at norsk gruveindustri skal drive miljøvennlig og fremtidsrettet. Samtidig fortsetter praksisen med fjorddeponier. Per i dag er fjorddeponi ikke forenelig med miljøvennlig gruve drift. Det er flere grunner til det. Slike deponi består av enorme mengder avfall i blanding med prosesskjemikalier (ikke alle er tilfredsstillende miljøtestet), og de belaster fjordbunnen med unaturlig stor avleiring. Deponiene inneholder rester av tungmetaller som kan gi giftige tilstander i fjordbunnen og gjøre de mest berørte områdene uproduktive. Fine partikler av tungmetaller kan dessuten spres langt utover det som defineres som deponiområdet.

Hvordan takler fisk gruveavfall?

Det er bare i liten grad undersøkt hvordan fisk reagerer på gruveavgang. Før vi kan gå i gang med å kartlegge hvilken effekt selve gruveavgangen har på fisk, trenger vi kunnskap om fiskens gytefelt, leveområder for de tidlige livsstadene og oppvekstområder for yngel (les mer i faktaboks).

Noen av gruveprosjektene planlegger å dumpe avfallet i eller rett ved gytefelt for torsk. Kysttorsken er truet, og vi har ingen gytefelt eller oppvekstområder å miste. Direkte dumping i et gytefelt endrer topografien, bunnforholdene og partikkelkonsentrasjonen i vannet på en omfattende måte. Det er ikke kjent hvordan dette påvirker gyteatferden til den voksne fisken og livsbetingelsene og overlevelsen til fiskelarvene og -yngelen. Det er også viktig å vite hvordan torsken bruker området rundt gytefeltet. Kan det for eksempel tenkes at torskens gytevandring blir forstyrret hvis den må svømme gjennom et dumpefelt?

Svamp reagerer på gruvepartikler

Havforskningsinstituttet studerer effektene av økte partikkelmengder (fra gruveavfall eller borekaks fra oljeindustrien) i sjøvann med svamper som testorganismer. Svampene er meget vanlige bunndyr som sitter festet til fjell, stein eller på bløtbunn. Svampene får mat og oksygen ved å filtrere vann som trekkes inn gjennom tusenvis av små åpninger

Svak, men langvarig strøm kan gi stor spredning fra sjødeponi

Bedre måleinstrumenter for strøm, og ikke minst avanserte numeriske beregningsmodeller, viser at de dype vannmassene i fjordene er mer dynamiske enn antatt. Drivkrefter for strøm i dypet er hovedsakelig tidevannskraften og variasjoner av lagdelingen i kystvannmassene. Total strøm er summen av de ulike strømkomponentene. Tidevannsstrømmen er ikke noen effektiv transportmekanisme siden den skifter retning så ofte. Strømmer skapt av endringer i kystvannmassene vil derimot kunne skape svake, men relativt langvarige strømmer (varighet på flere dager). Dette er av betydning for vannutsiftning, og selv en strøm på bare 5 cm/sekund vil flytte vannmassene nesten 5 km i løpet av ett døgn.

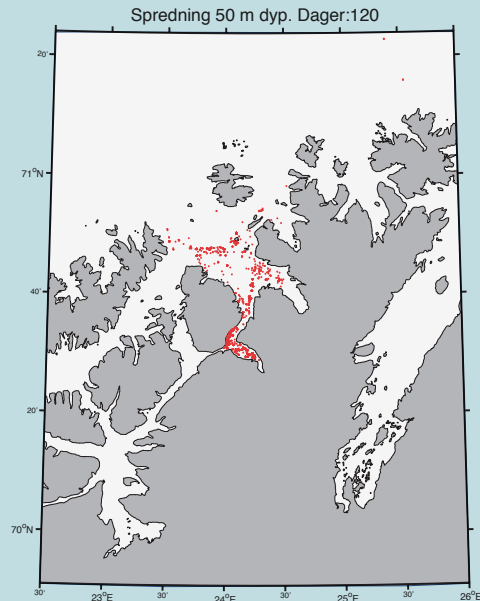
Et eksempel på lekkasjer fra et sjødeponi er hentet fra Repparfjorden i Finnmark. Med en strømmodell som inkluderer alle nødvendige drivkrefter, har vi beregnet strøm time for time i tidsrommet mars–august 2013. Sentralt i det foreslåtte deponiområdet slipper vi 10 passivt drivende partikler hver time. Partiklene har ingen vertikalbevegelse, men vil drive i 50 meter hele tiden. Synking av partikler er ikke lagt inn fordi vi vil vise skjebnen til de minste partiklene som har liten synkehastighet. Små partikler som svever lenge og langt av gårde kan utgjøre en betydelig andel av partiklene i gruveslam.

Etter 120 dagers kontinuerlig tilførsel og drift av partikler finner vi at de fordeler seg ikke bare i deponiområdet i Repparfjorden, men et godt stykke utover i kystøkosystemet (figur 1).

Teller vi opp partiklene som forlater Repparfjorden time for time, og skalerer verdien i forhold til det totale antallet partikler som er i drift til enhver tid, finner vi at det sjelden er mer enn halvparten av de tilførte partiklene som befinner seg inne i fjorden (figur 2). Vi legger også merke til at store endringer foregår relativt raskt, noe som er forenlig med at spredningsstrømmen er skapt av en tyngdeendring i kystvannmassene.

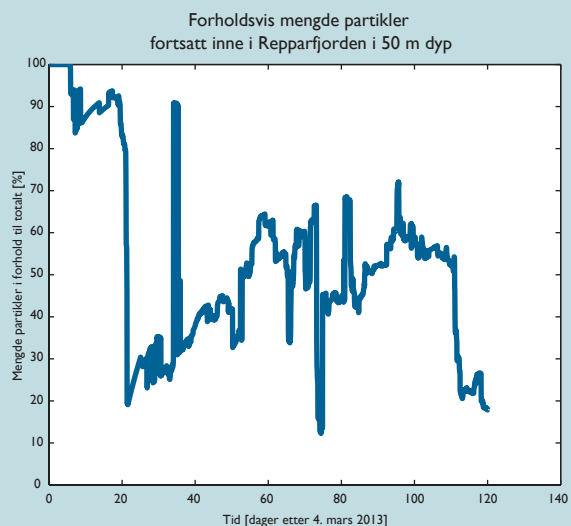
Slike forhold er sannsynligvis vanlig langs store deler av den dynamiske norskekysten, og etter vår oppfatning gjør dette etablering av sjødeponi for gruveavfall risikofylt.

New methods allow us to investigate water exchange at depth in fjords and coastal areas with a better resolution and extension in time and space. They show more dynamic conditions than earlier believed. This implies that establishment of deposition areas for mine waste in fjord basins must be considered with care.



Figur 1. Posisjonen til partiklene (røde prikker) drivende i 50 m dyp etter 120 døgn med konstant utslipp av 10 partikler pr. time sentralt i fjorddeponiområdet i Repparfjorden.

Particle distribution (red dots) after 120 days drift at 50 m constant depth with a release of 10 particles per hour from a location central in the deposition area.



Figur 2. Relativt antall partikler (%) inne i Repparfjorden i 50 m dyp mellom 3. mars og 15. august 2013.

The relative number of particles (%) drifting at 50 m depth inside the Repparfjord for the simulation between March 3 and August 15, 2013.

på overflaten. Vannet og maten fordeles gjennom mange små kanaler til spesielle rom hvor fødeopptaket skjer. Det ”brukte” vannet pumpes videre ut gjennom kanaler til en stor utstrømningsåpning.

Det er ikke vanskelig å tenke seg at svampenes filter kan tettes av partikler i vannet, og det er tidligere vist at økte partikkelmengder kan føre til at svampen slutter å pumpe vann og på den måten isolerer seg. Man regner med at dette er en respons på naturlige partikkelbelastninger nede ved bunnen, hvor strømmene kan virvle opp mye partikler.

For å etterligne partikler fra gruveavfall brukte vi små restpartikler fra sandproduksjon ved Fana Stein AS. Til sammenligning brukte vi også partikler fra naturlige sedimenter. Svampene reagerte forskjellig på ”gruvepartiklene” og de naturlige. Etter 50 dager med økte partikkelmengder var svampene upåvirket av naturlige sedimentpartikler, mens gruvepartiklene førte til en tydelig redusert metabolisme og tegn på redusert lagringsenergi i svampvevet.

Denne studien varte i relativt kort tid og vi brukte inerte mineralpartikler, dvs. partikler som ikke danner forbindelse med andre stoffer. I virkeligheten vil partikler fra gruveindustrien ofte ha forhøyede verdier av tungmetaller, for eksempel kobber fra kobbergruver, og være iblandet kjemikalier som er brukt i prosessen. Siden utslippene kan foregå i mange tiår, kan slik langtidseksponering få helt andre konsekvenser enn det vi har sett i eksperimentene.

Nanopartikler – en ny problemstilling

Nanopartikler er i størrelsen 1–100 nm (1 nm = 0,000001 mm). Partiklene kan være naturlige, skapt som biprodukt (gruveavfall) eller industrielt fremstilt. Industrielt fremstilte nanopartikler har spesielle egenskaper som gjør dem ettertraktet i en rekke produkter, blant annet kosmetikk, medisin, kommunikasjonsteknologi og energilagring. Mulige negative miljøeffekter har fått stor oppmerksomhet, og det er en økende forskning på industrielt fremstilte nanopartikler.

Havforskningsinstituttet har etterlyst en beskrivelse av den industrielle prosessen for Førdefjorden for å få kjennskap til størrelsesfordelingen på avgangen og hvilke kjemikalier som kommer til å bli brukt. Så lenge disse opplysningene ikke foreligger, vet vi ikke hvor mye partikler med nanostørrelse som kommer til å bli sluppet ut. Dette gjelder også for Nussir-prosjektet i Repparfjorden.

Små nanopartikler er mer skadelig

Gruveindustrien slipper ut såkalte minerale nanopartikler. De er et resultat av bearbeidingen, nedmalingen av berget eller råvarene. I USA har de startet et eget forskningsprogram som studerer effekten av gruveindustriens utslipp av nanopartikler. Disse studiene viser betydelige mengder med minerale nanopartikler i elver som mottar avrenning fra nedlagte metallgruver. Det er også funnet en sammenheng mellom partikkelstørrelse og nivåene av skadelige tungmetaller. De minste partiklene i nanoområdet har et betydelig høyere relativt nivå av tungmetaller enn større partikler. Det trengs mer forskning på hvordan minerale nanopartikler påvirker biologisk opptak av tungmetaller og giftigheten av gruveavrenning.

De mulige miljøskadene fra TiO₂-partikler (nanopartikler av titandioksid) vekker stor interesse. Det er grunn til å undersøke om minerale nanopartikler fra titandioksidgruver, som for eksempel Titania Gruver i Jøssingfjord eller den planlagte graven i Førdefjorden, kan ha tilsvarende skadelige effekter på marine organismer som de industrielle TiO₂-partiklene. Jøssingfjorden har i dag store deponier av gruveslam, og kan tenkes å være et brukbart naturlig laboratorium for å studere nanopartikler fra en titandioksidgruve.

New uncertainty about the environmental impact of mine tailings dumped into fjords

The mining industry produces large amounts of wastes that some places are dumped into fjord environments. The tailings (up to 5 million tonnes a year in one place) consist of considerable quantities of small mineral particles, including nano-sized components. Very little is known about the environmental impact of mineral nano particles, however, experiments indicate severe negative impacts from for example TiO₂ nano particles. Possible impact from suspended mine tailings is discussed for fish and sponges. Knowledge gaps are identified. Experiments with sponges in the laboratory show that increased concentrations of man-made mineral particles lower the metabolic rate of the sponges.

FAKTA

Konsekvensutredning for fisk

En konsekvensutredning (KU) for gruedrift bør – etter Havforskningsinstituttets syn – inneholde følgende informasjon: fjordens fiskefauna, gyte- og oppvekstområder for de viktige kommersielle artene og planktonforekomster som er føde for fiskelarver. Modellering av egg- og planktondrift bør gjennomføres for å identifisere områder i fjorden hvor det forekommer tilbakeholdelse (retensjon) av egg, larver og plankton. Slike områder kan være særlig verdifulle da disse øker sannsynligheten for forekomst av stedegne fiskebestander. Vi vet at variasjonen i mengden egg, larver og yngel er svært stor fra år til år. Kartlegging av disse tidlige livsstadiene hos fisk må derfor gjennomføres over flere år før et fjorddeponi etableres, også på et referanseområde som ikke vil bli berørt av et deponi. Da kan eventuelle effekter på tidlige livsstadier og rekruttering hos fisk bestemmes med mye større nøyaktighet.



Foto: Terje van der Meer

Fremmede marine arter i nordområdene våre

Risikoen for at fremmede arter etablerer seg i nordområdene øker med økt menneskelig aktivitet. Cruiseturisme, olje- og gruveaktivitet medfører skipstrafikk, og nettopp skipstrafikk er en av de viktigste overføringsmekanismene for fremmede marine arter fra ett område til et annet.

VIVIAN HUSA | vivian.husa@imr.no og ANN-LISBETH AGNALT

Noen marine arter trives langs hele norskekysten, mens mange arter bare finnes i sør fordi de krever varmere vann for å kunne leve og reprodusere. Andre arter trives bare i nordområdene fordi de ikke tåler så høye sommertemperaturer. Artsrikdommen i den lokale marine fauna og flora er derfor ulik i nord og sør. I nordområdene er det relativt få arter i de kystnære bunnsamfunnene, men de artene som lever her er spesielt tilpasset klimaet. Noen av artene i våre polarområder er endemiske, det vil si at de bare finnes her. Disse samfunnene blir av den grunn særlig sårbare for endringer. Alle nye arter som etablerer seg i et økosystem vil ha en effekt på en eller annen skala, det kan være fra et ”pust i sivet” til store endringer i økosystemene. For eksempel må vi regne med betydelige økosystemeffekter av at to store predatorer som kongekrabbe og snøkrabbe etablerer seg i et system som naturlig mangler store krepssdyr. Å påvise slike effekter er imidlertid svært vanskelig, da det i hovedsak er mangel på kunnskap om hvordan bunnsamfunnene var før invasjonen og om naturlige variasjoner i disse.

Klimaendringer og naturlig vandrings

De siste klimaprognosene viser at særlig nordområdene vil bli påvirket av høyere sjøtemperaturer i årene som kommer. Allerede i dag observeres markante endringer i temperaturen langs norskekysten – og varmekjære arter, som for eksempel makrell, sprer seg stadig lenger nordover. I tillegg har om lag hundre nye marine arter som er vanlige på kontinentet eller på De britiske øyer, nå blitt registrert i Norge. Disse kalles naturlige vandrere, altså arter som endrer utbredelsesområdet sitt når de fysiske betingelsene endrer seg. Det er ventet at en rekke varmekjære arter vil etablere seg i nordområdene etter hvert som sjøtemperaturen øker, mens nordlige arter vil trekke seg lenger nordover eller forsvinne.

Hva er en fremmed art?

Vi definerer en fremmed art som en art som har forflyttet seg lenger enn den kan klare på naturlig vis. En fremmed art har da fått hjelp av menneskelig aktivitet (en vektor) for å klare å etablere seg i et nytt område. Fremmede marine arter kan være satt ut av mennesker med hensikt

(akvakultur, matauk) eller kan være blindpassasjerer på båter og installasjoner (ballastvann, skipsbegroing, fiskegarn og -redskap, akvakulturinstallasjoner, rigger). Mange arter har kommet til Europa som følgearter med østers som ble importert fra Stillehavet.

Hva gjøres for å forhindre innførsel av fremmede arter?

I 2009 ble alle skip som kommer til norske havner fra utlandet pålagt å skifte ut ballastvannet underveis i åpent farvann, og om noen år skal alle skip ha renseslett for ballastvannet om bord. Dette minsker risikoen for at arter overføres med ballastvann, men fremdeles er begroing på fartøy et betydelig problem. Skip som ligger og venter på å komme til kai i Norge, benytter ofte tiden til å få rensket kroket for begroingsorganismer. Ny renseteknologi samler opp mellom 40 til 70 % av avfallet, men en betydelig del havner i sjøen. Rensingen må utføres i rolig sjø, det fører til at organismer som lever på fartøyene havner i fjæresteinene. Begroing på saktegående fartøy slik som lektere og arbeidsrigger, er gjerne et større problem enn på båtskrog fordi de ligger lengre i ro i ulike havner. I dag er det ikke lov å sette ut arter i sjø i Norge uten akvakulturkonsesjon, og det er heller ikke lovlig å selge levende amerikansk hummer over disk. Men fortsatt utgjør levende salgsvare som amerikansk hummer, kongekrabbe og stillehavsøsters som oppbevares i kummer med gjennomstrømmende vann, en betydelig risiko for etablering av fremmede arter ved at dyrene kan spre gyteprodukter eller sykdom til naturen via avløpsvannet.

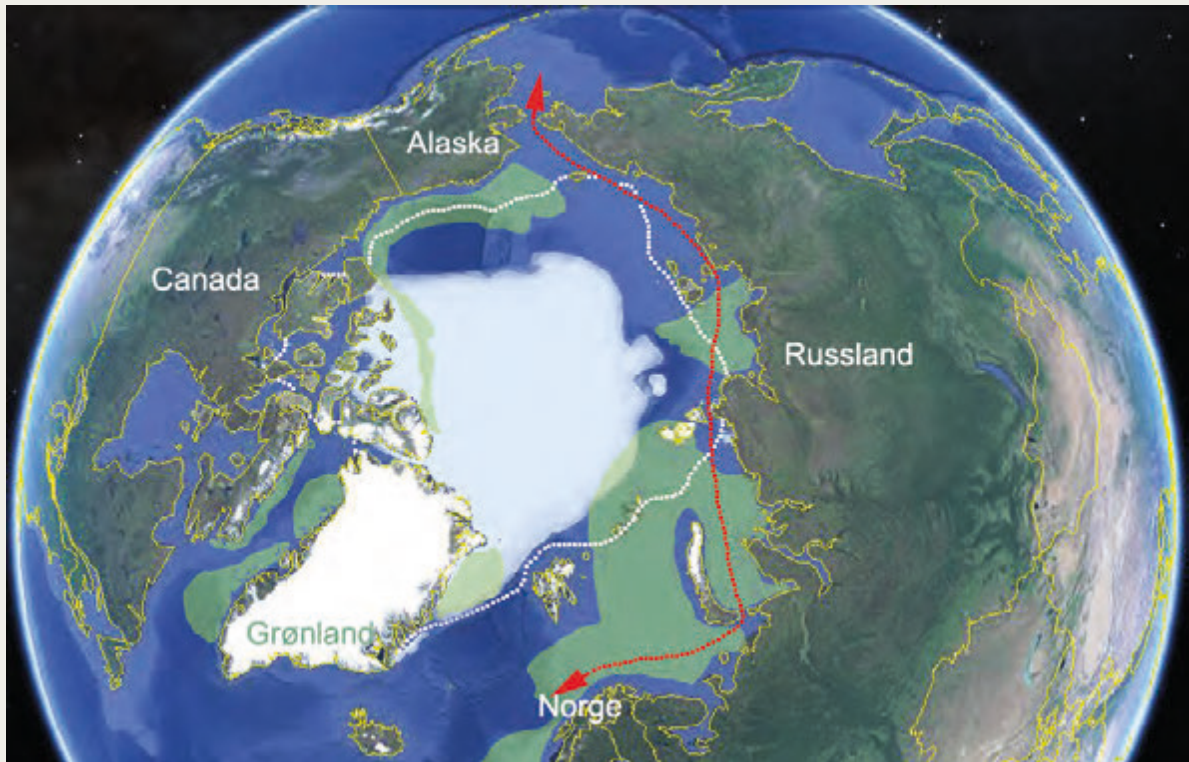
Økt marin aktivitet i nord

I nordområdene våre er det få spredningsmekanismer for fremmede arter. Båttrafikken er i hovedsak begrenset til mindre fiskefartøy som beveger seg til og fra fiskefeltene. Narvik og Hammerfest er de havnene i nord som har størst internasjonal skipsaktivitet. Mens aktiviteten i Hammerfest er av nyere dato (2007), har Narvik vært utskipsingshavn for jernmalm fra gruvene i Kiruna siden 1902 (figur 1). Begge havnene mottar årlig 3 til 4 millioner tonn ballastvann.



Figur 1. Malmbåt til kai i Narvik havn.
Cargo ship loading minerals from the Kiruna mines in Narvik harbour.

Foto: Rudolf Svensen



Figur 2. Isdekket i Polhavet hadde minimal utbredelse i september 2012. Hvit stiplet linje viser gjennomsnittlig isdekke i perioden 1979–2012 (data fra NASA), rød stiplet linje viser seilingsruten gjennom Nordøstpassasjen og grønne felt viser potensielle områder med olje og gass. Data fra US, Geological Survey, modifisert kart fra Google Earth.

The ice cover in the Polar Sea showed a minimum in September 2012. White dotted line shows mean average ice cover in the period 1979–2012 (Source: NASA), red dotted line shows the North Eastern shipping route and green areas are potential oil and gas resources in the Arctic. Source: US, Geological Survey, Map: modified from Google Earth.

Barentshavet inneholder flere lovende oljefelt, og økt aktivitet vil føre til økt skipstrafikk i form av tankbåter og andre typer fartøy som yter tjenester til oljeindustrien. På Svalbard utgjør den økende cruisetrafikken en risiko for overføring av arter fra kontinentet. Isdekket i Polhavet er halvert siden 1980-tallet, og verdens rederier ser med stor interesse på å seile gjennom Nordøstpassasjen fra det

nordlige Stillehav langs kysten av Sibir til havner i Europa (figur 2). Siden 2009 har trafikken langs denne seilingsruten økt; i 2012 seilte 40 skip denne ruten og i 2013 var tallet 72, men fremdeles er det for risikofyllt å bruke den til vanlige handelsfartøy. Med økt behov for å transportere olje og mineraler fra nordområdene vil sannsynligvis denne ruten bli mer trafikkert i fremtiden. Overføring av fremmede arter med skipstrafikk fra det nordlige Stillehav til det nordlige Atlanterhav vurderes som særlig risikofyllt, fordi artene har samme temperaturløstoleranse. De vil derfor lettere kunne etablere seg. Økt trafikk i form av servicefartøy og utstyr til oljeindustrien fra Canada og Nord-Amerika som har lignende temperaturforhold som oss, kan også ventes i årene som kommer.

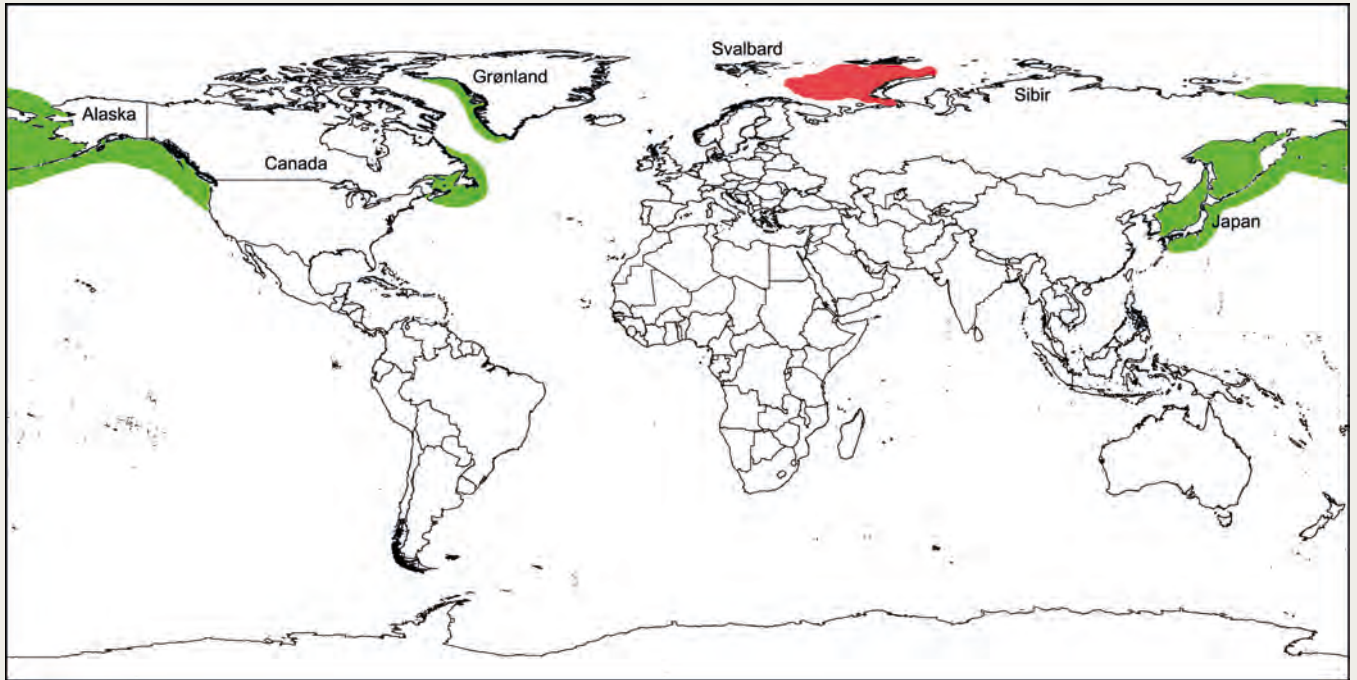
Få fremmede arter i nord

Det er registrert få fremmede marine arter i nordområdene våre, men siden kysten er lite undersøkt kan det være langt flere som foreløpig ikke er oppdaget. I tillegg til få spredningsmekanismer, spiller også sjøtemperaturene en viktig rolle. De fleste fremmede marine arter som er etablert i Norge krever høyere temperaturer enn vi finner i nord. I fjor ble havnen i Narvik undersøkt (figur 3), men det ble ikke gjort noen funn av fremmede arter på tross av betydelige utslipp av ballastvann gjennom hundre år. En sannsynlig årsak til dette er at ballastvannet har sin opprinnelse i land som er langt varmere enn vannet i Ofotfjorden, siden det meste av eksporten går til Europa, Middelhavet og land i Midtøsten. En endring av markedet med eksport til havner med samme temperaturforhold kan endre dette.



Foto: Oliver Floerli

Figur 3. På jakt etter fremmede arter på malmkaia i Narvik. Field work at Narvik harbour in the search for introduced species.



Figur 4. Utbredelse av snøkrabbe. Grønne felter viser opprinnelig utbredelse av arten, rødt felt viser den nye distribusjonen i Barentshavet.
Distribution of snow crab. Green area shows original distribution, while red area shows the new distribution in the Barents Sea.

Hvem er de og hvor kommer de fra?

Nord for polarsirkelen er det registrert fem fremmede marine arter. I tillegg til kongekrabbe og snøkrabbe finner vi to algearter (*Codium fragile* og *Bonnemaissonia hamifera*). Algene ble innført til Sør-Norge for over femti år siden og har siden spredd seg naturlig nordover kysten til Troms. Den japanske spøkelseskrepsen (*Caprella mutica*), som mest sannsynlig sprer seg ved flytting av oppdrettsanlegg, er observert nord til Troms fylke. Kongekrabben (*Paralithodes camtschaticus*) ble satt ut med hensikt på russiske side i Barentshavet på 1960-tallet og har spredd seg vestover til Troms. Hvor snøkrabben (*Chionoecetes opilio*) kommer fra, er fremdeles ukjent.

Snøkrabben har hatt en eksplosjonsartet vekst etter at den ble funnet for første gang i Barentshavet i 1996. Det naturlige utbredelsesområdet er i det nordlige Stillehavet og på vestsiden av det nordlige Atlanterhavet fra Canada til Cascobukten i USA, men også langs vestkysten av Grønland (figur 4). Genetiske analyser har vist at den genetiske avstanden mellom Barentshavet og Grønland er langt større enn avstanden mellom Barentshavet og Stillehavet. Det ble også funnet genetiske forskjeller mellom snøkrabber fanget i forskjellige år i Barentshavet. Det er spesielt 2011 som skiller seg fra de øvrige årene, det kan indikere at det har skjedd flere introduksjoner. Det er fremdeles et mysterium om snøkrabben som har kommet til Barentshavet er introdusert via ballastvann eller om den har kommet naturlig gjennom Beringstredet. Er avstanden for stor til at voksne individ kan ha vandret på egen hånd? Og hva med larvedrift over denne strekningen? Arten

er en kaldtvannsort som tåler høye temperaturer dårlig, derfor er det lite sannsynlig at larver kan overleve en tur i ballastvann gjennom varme farvann. Arten ble funnet i Barentshavet før trafikken gjennom Nordøstpassasjen ble betydelig, men det kan ha vært sporadisk trafikk her tidligere i perioder med lite is.

Framtidig fokus

Klimaendringer og økt menneskelig aktivitet i nord øker risikoen for innførsel av fremmede marine arter. Når risikoen for å innføre nye arter med ballastvann minker, er det viktig å rette søkelyset på andre vektorer. Begroing på fartøy og andre installasjoner som slepes rundt langs kysten utgjør en betydelig risiko.

Introduced species in the high north

Increased human activity and new shipping routes in the high north raises concern for the risk of introducing new species to this relatively pristine area. Only five alien species have established here, but among those are the red king crab and the snow crab which both show highly invasive traits. While ballast water management are minimizing the risk for new introductions, biofouling on vessels and containment of alien species for consume is still hazardous. A study in the port of Narvik shows that temperature mismatch between donor and receiving region most likely prevents establishment of new species.

Tareskogen yter til økosystem og industri

Norge forvalter Europas største arealer av tareskog. Tareskogen er oppvekstområde og et rikt matfat for kystnær fisk og en unik ressurs for høsting, matproduksjon og CO₂-fangst. Den høyproduktive og artsrike tareskogen vokser på en smal stripe av kysten. Det gjør denne naturtypen sårbar for menneskelige inngrep og aktiviteter i kystsonen.

FRITHJOF E. MOY | moy@imr.no og HENNING STEEN

Norges lange klippekyst med kaldt, næringsrikt havvann er vårt naturgitte grunnlag for friske og rike tareskoger. Tareskogen er en av klodens mest produktive økosystemer og betegnes, på grunn av dette og sin artsrikdom, ofte som havets regnskog.

Våre tareskoger domineres av stortare, mens sukkertare vokser i mer bølgebeskyttede fjordområder. Fingertare og butare kan i tillegg danne tette bestander på grunnere vann. Stortaren vokser fra lavvannsmirket og ned til 30–40 meters dyp, bestemt av vannets klarhet. Stortaren

kan bli mer enn 15 år gammel og opptil 3 meter høy. Alder og spesielt stilkengde påvirkes av de lokale miljøforholdene. Størst er taren på åpen kyst i Midt-Norge. Innover i fjordene er tarestilkene mindre, og i Skagerrak er de sjelden mer enn halvmeteren høye.

Løsrevet tare omformes til næring

Stortaren skaper tredimensjonale rom og leveområder for et rikt biologisk mangfold av fastvoksende og mobile organismer. De kraftige tarestilkene er tett bevokst med alger og dyr, som igjen er bosted og matfat for tusenvis av mobile smådyr – opptil 100 000 per kvadratmeter – mange av dem ypperlig føde for fisk. Det store, fingerflikede tarebladet danner tak over skogen. Fisk, både unge stadier og stor rovfisk, bruker bladdekket som skjul og til jakt. Også stortarens rotliknende festeorgan skaper rom og beskyttelse for mange smådyr, bl.a. svært unge taskekrabber.

Foruten enkelte kråkeboller og snegler, er det få arter som spiser direkte på taren. Men etter stormfelling skylles løsrevne tareplanter opp på stranden i tangvoller eller ut på dypt vann til tarekirkegårder, hvor de brytes ned av mikroorganismer. Slik omformes taren til næring og energi i næringskjeder til fisk og fugl.

Tap av tareskog – tap av matproduksjon

Vi tenker kanskje ikke over det i det daglige, men fotosyntesen i tareskogene og hos de andre primærprodusentene – fra



Tareskogen (stortare, *Laminaria hyperborea*) skaper et tredimensjonalt rom på sjøbunnen.
The kelp forest (*Laminaria hyperborea*) creates a three-dimensional habitat at the sea floor.

planteplankton i havet til trær på land – produserer alt oksygen og all energi som alle dyr, også vi mennesker, lever av. Tap av primærproduksjon er kritisk. Stortaren har en svært høy primærproduksjon (1–4 kg karbon per m² og år), og biomassen kan variere fra 5 til 40 kg per kvadratmeter. Produksjon og stående biomasse varierer avhengig av en rekke faktorer som lys, næring, dyp, bunnforhold og eksponering for bølger og strøm. Primærproduksjonen fra taren og dens påvekstalgler går inn i mange næringskjeder, blant annet til krepsdyr, fisk og ulike arter av sjøfugl. Teoretisk produserer tareskogen næring tilsvarende 1–2 millioner tonn torsk årlig. Tap av tareskog betyr derfor også et økonomisk tap.

Kråkeboller spiser opp tareskogen

Tareskogøkosystemet er ikke bare drevet nedenfra og opp: fra primærproduksjon til sekundærproduksjon og videre opp i næringskjeden til høstbare arter som torsk og sei. Disse topp-predatorene har også en viktig funksjon for den økologiske balansen i tareskogene – ovenfra og ned. De store rovfiskene spiser småfisk, som igjen spiser små algespisende krepsdyr og snegl. Fisker vi ut den store rovfisken, endres balansen mellom nivåene i næringskjeden, og det kan få uante konsekvenser, som oppblomstring av trådformede alger (pseudo-eutrofi).

En ubalanse i økosystemet som følge av reduserte bestander av kysttorsk, rødspette, steinbit og hyse, kan være en mulig forklaring på oppblomstringen av kråkeboller og nedbeiting av tareskog på kysten av Nord-Norge tidlig på 1970-tallet. Kollapsen i bestanden av norsk vårgytende sild på slutten av 1960-tallet kan ha bidratt til økt overlevelse av planktoniske kråkebollelarver og økt kråkebolleerkruttering. I våre nordligste fylker har tareskogen mange steder vært snaubeitet i nærmere 40 år, mens det i de senere år er observert tilbakegang i kråkebollebestandene og framvekst av tareskoger på ytre kyst i Midt-Norge. Det er sannsynligvis flere årsaker til at det er blitt færre kråkeboller. Klimaendringer



Trålspor etter tarehøsting med tilvekst av ny stortare og enkelte gamle tareplanter.
Trawl track from kelp harvesting with regrowth of new kelp and some old remaining plants.

med varmere vann er én faktor og endring i bestander av planktonspisende fisk en annen.

Det er estimert at kråkebollebeitingen står for et tap på 20 millioner tonn stortare med dertil tap av årlig produksjon og leveområder for fisk og skalldyr. Flere undersøkelser er i gang, og eksperimentell kalkbehandling mot kråkeboller testes ut i Porsangerfjorden.

Ressurs med mange bruksfelt

Stortaren yter ikke bare økosystemtjenester, men er også en viktig høstbar ressurs. Det er anslått at våre stortareskoger i dag har en stående biomasse på 50–60 millioner tonn. Av dette høstes det ca. 150 000 tonn stortare årlig. Det utvinnes alginat som brukes i farmasøytiske produkter, mat (softis!), fôr, jordforbedring og maling.

Selv om det er gjennomført mange økologiske studier i stortaresamfunnene, så er det fortsatt huller i vår kunnskap om det komplekse samspillet artene imellom og mellom arter og miljø. Det er imidlertid klart at tareskogens høye produksjon, store artsrikdom og viktige økologiske funksjoner knyttet til en smal kyststripe, gjør at dette økosystemet er svært sårbart for menneskelige inngrep og aktiviteter i kystsonen. Samtidig kan restaurering av ødelagt tareskog gi økt biologisk mangfold, nye oppvekstområder for fisk, mer høstbar biomasse, CO₂-fangst og ikke minst lokalprodusert mat fra havet.

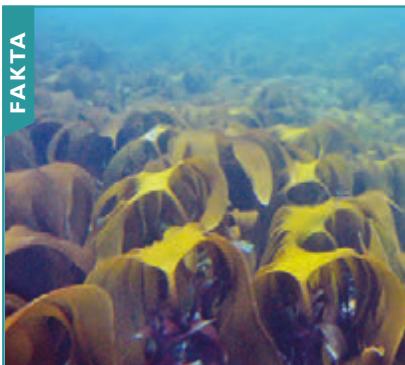


Kråkeboller (*Strongylocentrotus droebachiensis*) og naken sjøbunn.
Sea urchins (*Strongylocentrotus droebachiensis*) and barren ground.

The kelp forest serves the ecosystem and industry

Kelp forests are highly productive and species rich coastal ecosystems, and create important nursery and feeding grounds for many species of fish and crustaceans. The standing biomass along the Norwegian coast is estimated to approximately 50–60 million tonnes and is by far the largest in Europe. Along the coast of northern Norway large areas have been grazed down by sea urchins, leaving behind barren grounds. There are signs of declining sea urchin populations and kelp forest recovery along the outer coast of Mid-Norway, although many fjords are still in a barren state.

FAKTA



Kartlegging og overvåking

Utbredelsen av stortare kartlegges i "Nasjonalt program for kartlegging av biologisk mangfold kyst". Over halvparten av landets fylker er ferdig kartlagt, og forekomster av naturtypen publiseres fortløpende i den nasjonale Naturbasen. Havforskningsinstituttet overvåker årlig tarevegetasjonen i Sør- og Midt-Norge, spesielt i forbindelse med høsting av stortare (se Ressurser, Stortare i denne rapporten). Fra 1. januar 2014 er fartøy som driver høsting av tare, og fartøy som mottar slik fangst, pålagt posisjons- og elektronisk rapportering av fangst.

Er torskens vandringer påvirket av bunnvegetasjonen?

Tiden torskeyngelen tilbringer i bunnvegetasjonen kan være viktig av flere grunner. Det kan tenkes at dette oppholdet skaper minner hos torskeyngelen og en indre drift til å vende tilbake til hjemstedet som voksen, gytemoden torsk. Når bunnvegetasjonen endres eller forsvinner helt, kan det skape problem for gytevandringen.

ASGEIR AGLÉN | asgeir.aglen@imr.no og HANS KRISTIAN STRAND

Ålegress og tareskog har stor verdi som oppvekstområder for yngel av diverse fiskearter. Tareskog er mest typisk i bølgeeksponerte områder, mens ålegress er begrenset til mer skjermete områder.

Utsatte naturtyper

Ålegress har skapt konflikter i forbindelse med fiskeoppdrett og anleggsvirksomhet som mudring og steinfyllinger. På 1970-tallet fikk tareskogen i våre fire nordligste fylker stor oppmerksomhet da den ble kraftig nedbeitet av en sterkt voksende bestand av kråkeboller. Først nå i de siste årene er det registrert gjenvekst av tare i deler av dette området. Det har også vært reist en del kritiske spørsmål til tarehøsting, som foregår sør for de regionene hvor nedbeiting har vært et synlig problem.

Gir skjul og mat

Bunnvegetasjon er trolig viktig for fiskeyngel, både som vern mot jegere (for eksempel rovfisk, sel og sjøfugl) og som et område hvor yngelen selv kan finne mat. Vi vet ikke sikkert hvor mye eller hvilken type vegetasjon som er mest gunstig for yngel av torsk og annen fisk. Tareskogen er blant klodens mest produktive naturtyper. Når denne produksjonen omsettes videre i økosystemet, fører det til høye konsentrasjoner av blant annet små krepsdyr som er egnet mat for yngel. Det er gjort enkelte studier i gruntvannsområder som viser at det er mer fiskeyngel (deriblant torsk) i områder med vegetasjon enn i områder uten, men det er ikke avklart for de enkelte artene om det er mat eller skjul som er viktigst. Kanskje ligger gevinsten i kombinasjonen av de to faktorene: Tilgang på skjulesteder vil

alltid være en fordel, og yngel med god tilgang på mat vil i tillegg raskere legge den sårbare småfiskperioden bak seg.

Skrei, fjordtorsk og annen kysttorsk

Nordøstarktisk torsk (skrei) er vår største og økonomisk viktigste torskebestand. Den vokser opp i Barentshavet og foretar gytevandring til Lofoten; enkelte år helt sør til Mørekyten. Nordøstarktisk torsk på gytevandring og beitevandring langs kysten blir fisket sammen med kysttorsk. Kysttorsk utgjør ikke, som skreien, én stor bestand, men kan heller beskrives som et bestandskompleks som består av ulike bestander/gytekomponenter.

Kyststrømmen transporterer skreien sine egg og larver fra gytefeltene og helt inn i Barentshavet. Der bunnslår yngelen seg på ganske store dyp uten vegetasjon. Egg og larver av kysttorsk som gyter i

ytre kyststrøk, vil også i noen grad ha en nordlig transport på grunn av kyststrømmen, men yngelen vil typisk bunnslå seg i gruntvannsområder i kyststrøkene. Egg og larver av fjordtorsk, kysttorsk som gyter i fjordene, blir i all hovedsak holdt igjen i fjordene, hvor yngelen på sensommeren bunnslå seg i strandsonen.

Hva er torskens hjem?

Selv om fjordtorsken kan vandre ut av sin fjord på beitevandring og blande seg med individer fra andre kysttorskbestander, bryter den opp fra fellesskapet og svømmer hjem til sin fjord når tiden for gyting nærmer seg. Hvordan vet fjordtorsken i det hele tatt at den har et hjem? Kan det være slik at området hvor fjordtorsknyngelen først bunnslå og siden tilbringer deler av ungdomstiden, preger yngelen slik at den kan skille en fjord fra den neste? I så fall kan bunnvegetasjonen være et viktig element når kysttorsken – gjennom nedarvete instinkter – skal gjenkjenne sitt hjem. Endringer i bunnvegetasjon kan dermed tenkes å skape problem for hjemvandringen.

Fjordtorskens gyteområde ligger nært oppvekstområdet, og dermed vil tilbakevandring til oppvekstområdet også føre den i retning av gyteområdet. Kysttorsk som gyter i ytre strøk, vil ha et oppvekstområde noe lenger bort fra gyteområdet, og tilbakevandring vil dermed bare føre

den et stykke på vei til gyteområdet. En videre motstrøms vandring kreves før den når helt fram. For nordøstarktisk torsk er hele gytevandringen en lang reise motstrøms. Her er det mindre trolig at barndomsminner spiller særlig rolle.

Endringer i bestandene

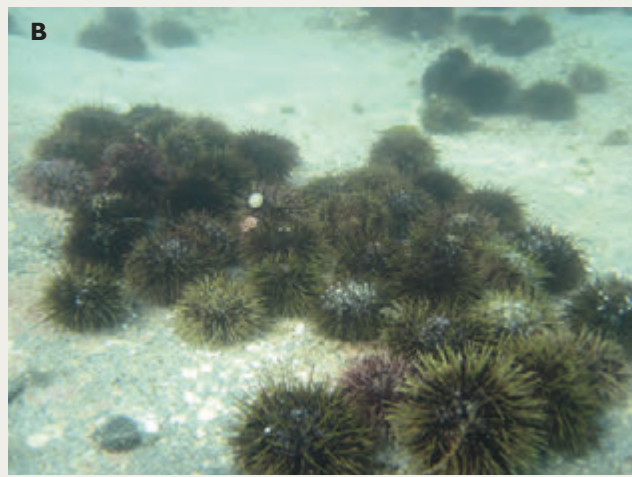
Bestanden av nordøstarktisk torsk er for tiden rekordhøy, mens tilstanden for kysttorsken er dårlig. Overvåkingen av kysttorsk nord for 62-graden viser at bestandskomplekset (en blanding av fjordtorsk og ytre kysttorsk) minket på slutten av 1990-tallet og har vært lavt siden. Dårlig rekruttering ser ut til å være hovedårsaken til at kysttorsken ikke har tatt seg opp igjen. Datagrunnlaget er ikke godt nok til å skille mellom typisk fjordtorsk og kysttorsk ute i skjærgården, men det er en utbredt oppfatning at det står dårligst til med fjordtorsken. Det finnes ingen lange tidsserier med systematisk overvåking av bunnvegetasjon, men den kraftige reduksjonen av bunnvegetasjonen i de fire nordligste fylkene i 1970-årene, spesielt inne i fjordene og på beskyttede lokaliteter, er likevel godt dokumentert.

Taren ble altså nedbeitet en god stund før rekrutteringene til kysttorsken ble tydelig redusert. Dermed kan ikke fraværet av tareskogen alene forklare nedgangen. Det er imidlertid tenkelig at flere år med fravær av tareskog kan ha ført til en

gradvis, men betydelig endring av økosystemet i viktige oppvekstområder for kysttorsken. Arbeidet med å finne ut av disse spørsmålene foregår i dag på flere fronter, og målet er å bringe kysttorsken tilbake til fordums høyder.

Are cod migrations influenced by the sea floor vegetation?

The Norwegian coastal cod stock complex is for the time being at a historic low level, while the stock of Northeast Arctic cod (skrei) is very abundant. Even though some of the skrei spawning areas are quite close to areas where coastal cod spawn, the drift of eggs and larvae is quite different. This leads to settlement of skrei juveniles in the Barents Sea in late autumn at quite large bottom depths (200–300 m), while coastal cod juveniles settle close to the shore in shallow water in late summer. It is speculated whether the quality of the settlement habitat for coastal cod has been severely reduced due to sea urchins grazing down macroalgae, in particular kelp, in the coastal areas and fjords. Reduced feeding opportunities, refuge and also retention time in the fjords might have affected survival as well as homing capabilities for the coastal cod.



Figur 1. Kråkeboller som beiter på tareskog (A) og nedbeitet område med kråkeboller som har blitt drept ved hjelp av brent kalk (B). Bilde C viser det kalkbehandlede området med ny tare og yngel, som har vokst fram mindre enn ett år etter behandlingen. Alle foto fra Porsangerfjorden i Finnmark.

Sea urchins feeding on kelps (A) and sea urchins in grazed areas killed with quick lime (B). Less than a year after treatment, the previously denuded area is teeming with life – not least new kelp and fish fry (C). All photos are from Porsangerfjord in Finnmark.



De ukjente polyppene bestemmer hvor mange maneter vi får fra år til år

«Maneter» er et samlebegrep for en mangfoldig gruppe dyr, som inkluderer de vanlige brenn- og glassmanetene og andre stormaneter, småmaneter, kolonimaneter og ribbemaneter. Per i dag mangler vi kunnskap om selv våre mest alminnelige maneter. Spesielt vet vi lite om den bunnlevende polyppgenerasjonen som produserer de frittstående manetene vi vanligvis ser.

AINO HOSIA | aino.hosia@gmail.com og TONE FALKENHAUG

Mange har sikkert hørt påstanden om at maneter er på fremmarsj verden over, og at fremtiden til havene våre er *gelatinøs*. Men dette sensasjonelle budskapet er faktisk heftig diskutert blant manetforskere. De spør seg om det egentlig er mulig å påvise noen global endring i antall maneter i det hele tatt. Dessverre finnes det lite data for å teste hypotesen.

Flere eller færre maneter?

Maneter var lenge et oversett felt innenfor planktonforskning. Derfor finnes det få lange tidsserier på maneter, og lite grunnlag for å si noe om trender i antall. Nyere analyser av det magre datagrunnlaget som er tilgjengelig har resultert i sprikende konklusjoner. Blant annet er det gjort en analyse av kvantitative tidsserier og

mer anekdotisk informasjon som viser en oppgang i antall maneter i over halvparten av verdens store marine økosystemer; riktignok med en del usikkerhet knyttet til tallene. Dette er trukket i tvil i andre studier, som konkluderer med at det ikke er grunnlag nok for å påstå at det har foregått en reell økning. Det som er blitt tolket som en global oppgang er, hevdes



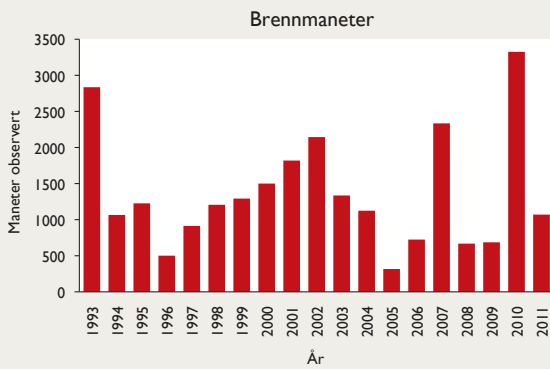
Manettelling fra kaien.
Counting jellies from the pier.



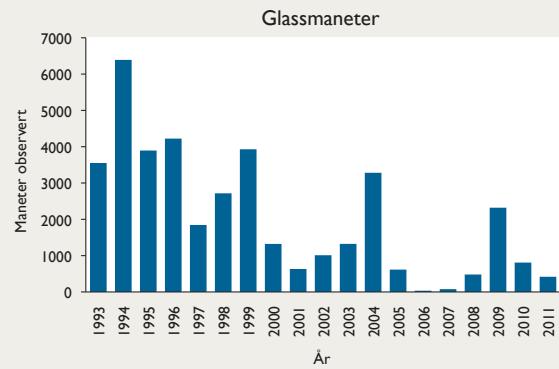
Brennmanet (*Cyanea capillata*).
Lion's mane jelly (*Cyanea capillata*).



Glassmanet (*Aurelia aurita*).
Moon jelly (*Aurelia aurita*).



Figur 1. Årlig totalantall brennmaneter (*Cyanea spp.*) observert i Flødevigen ved daglig telling fra kaien.
Annual total of lion's mane jellies (*Cyanea spp.*) observed at Flødevigen during daily counts from a pier.



Figur 2. Årlig totalantall glassmaneter (*Aurelia aurita*) observert i Flødevigen ved daglig telling fra kaien.
Annual total of moon jellies (*Aurelia aurita*) observed at Flødevigen during daily counts from a pier.

det, heller del av en naturlig – flere tiår lang – syklus i manetmengder.

Verdifulle norske tidsserier

Havforskningsinstituttet har i de seneste årene bidratt til det spede datagrunnlaget med to tidsserier på maneter. Den ene stammer fra årlig bifangst av uspesifiserte stormaneter (sannsynligvis mest brennmaneter) veid under 0-gruppeundersøkelser i Barentshavet i 1980–2010, mens den andre består av daglig telling av brenn- og glassmaneter fra kaien i Flødevigen i 1992–2011. Denne typen tidsserier er gull verdt for manetforskerne!

Konklusjonene fra disse to tidsseriene er heller ikke entydige. I Barentshavet ser det ut til å ha vært en kraftig økning i total biomasse av stormaneter på slutten av 1990-tallet, fulgt av en jevn nedgang etter toppåret 2001. I Flødevigen viser de to observerte artene forskjellige trender. Det er ingen tegn til at det er blitt verken mer eller mindre brennmaneter i løpet av de 19 årene, men mengdene har variert mye fra år til år. Denne mellomårsvariasjonen har økt de siste årene. Den ekstreme «manetsommeren» i 2010, som mange kanskje husker, er også godt synlig i brennmanetdataene fra Flødevigen.

Tendens til færre maneter

I motsetning til trusselbildet med maneteksplosjon har det faktisk vært en betydelig reduksjon i antall glassmaneter i Flødevigen. Totalantall av observerte glassmaneter har avtatt fra flere tusen per år i begynnelsen av 1990-tallet til bare noen titalls i årene 2006 og 2007. Dessuten ser det ut som om glassmanetpopulasjonen følger en femårsrykklus i observasjonsperioden. Reduksjonen stemmer godt med rapporter fra publikum om fravær av glassmaneter i Nordsjøområdet. Denne nedgangen er heller ikke unik: En fersk global analyse av lange manetidsserier viser at mens 27 prosent av de undersøkte lokalitetene hadde en økning i antall maneter over tid, hadde

16 prosent en nedgang av tilsvarende størrelse.

I vår analyse av manetdataene fra Flødevigen har vi også prøvd å koble manetobservasjoner til miljøparameter som temperatur, saltholdighet, klorofyll *a*-konsentrasjon og dyreplanktonbiomasse. Mens varmere temperatur og bedre fødetilgang i form av dyreplankton ser ut til å bidra til flere brennmaneter, kunne ingen av de undersøkte variablene forklare verken nedgangen eller variasjonen i antall glassmaneter. Det var heller ikke sammenheng mellom manetartenes forekomster, selv om brennmanet er kjent som predator på glassmanet.

Flere maneter når temperaturen stiger?

Det finnes en mengde hypoteser om hvordan menneskelig påvirkning på miljøet kan føre til en økning i antall maneter, i hvert fall lokalt. Disse inkluderer klimaendringer, redusert konkurranse om dyreplankton på grunn av overfiske, økt mattilgang på grunn av eutrofiering (fra nærings salt), konkurransefortrinn sammenlignet med fisk ved redusert sikt og dårligere oksygenforhold, introduksjon av fremmede arter og flere undervannskonstruksjoner som gir økt feste for polypper (manetenes bunnlevende avkom; les mer i avsnitt under). Det finnes færre forklaringer på hvorfor man finner en nedgang i maneter. Selvfølgelig vil effekten av for eksempel økende temperatur være avhengig av arten og dens preferanser. Det som er gunstig for en varmeelskende, temperert art, er ikke nødvendigvis det for en arktisk kaldtvannsmantet. Men hvis dette forklarer resultatene fra Flødevigen, hadde vi heller ventet en reduksjon i antall boreale brennmaneter enn i kosmopolitiske glassmaneter som jo trives i varmen. Det er tydelig at det her finnes viktige faktorer som ikke er med i våre modeller; f.eks. biologiske interaksjoner eller tetthetsavhengig vekst av polyppgenerasjonen.

Polyppene bestemmer manetmengdene

En del av problemet er at de fritt svømmende manetene, som vi som oftest observerer, bare utgjør én del av livssyklusen til mange av stormanetene, deriblant våre brenn- og glassmaneter. Mens manetene dukker opp årlig for å sørge for produksjon av gameter (kjønnceller) og seksuell formering, slår de resulterende larvene seg til ro på bunnen eller andre harde overflater og forvandles til ukjønnet polypper. De bitte små polyppene er ofte flerårige og gjerne godt gjemt på undersiden av ting og tang. De er nesten umulig å artsbestemme med det blotte øye. Dermed har de stort sett fått være i fred fra ivrige forskere, og vi vet ekstremt lite om f.eks. utbredelsen og populasjonsstørrelsen til stormanetpolyppene langs den norske kysten.

Polyppene kan dele seg i flere polypper, samt produsere hvilecyster som klekker ut i hopetall under gunstige forhold. Strobilasjonen – en prosess der små ephyra («manetlarver») avsnøres fra polyppene – kan bl.a. bli påvirket av temperatur og fødetilgang. Jo flere og mer fornøyde polypper det finnes, jo flere maneter produserer de. De bunnlevende polyppene må konkurrere om plassen med andre bunnlevende dyr og alger, og de blir også beitet på av f.eks. noen nakensnegler. Paradoksalt nok vet vi aller minst om økologien til dette stadiet, som til syvende og sist er ansvarlig for hvor mange, eller få, maneter vi har i vente fra år til år.

Resultatene fra Flødevigen viser at heller enn å stole på globale trusselbilder, er det – i tillegg til å tette kunnskapshull om polypper spesielt og maneter generelt – viktig å ta i betraktning både regionale forhold og artsforskjeller når vi skal forklare endringene i manetbestandene.

Changes in jellyfish abundances

Long term trends in jellyfish abundances are difficult to substantiate due to lack of time series. In recent years, IMR has contributed with two jellyfish time series. Jellyfish bycatch from the Barents Sea (1980–2010) shows a sharp increase in jellyfish biomass in the late 1990s, followed by a steady decline since 2001. In Flødevigen (Skagerrak, 1992–2011), lion's mane jellies show no trend in abundance, but an increase in year to year fluctuation. Moon jelly abundances in Flødevigen have fallen dramatically, from several thousand annual observations in the early 1990s to just a few dozen in the minimum years 2006–2007.

FAKTA

Maneter er til stor plage

Å følge utviklingen i antall maneter og identifisere faktorer som påvirker dette er ikke bare av akademisk interesse. Store mengder av maneter kan ha uønskede sosioøkonomiske følger. De kan påvirke fiskebestander negativt, være til fysisk hindring for fiskerier, påføre tap for oppdrettsnæring og sjenere turister og andre fritidsbrukere av kysten. Manetene kan også tette kjølevannsinntak, og har forårsaket både fergestopp og stenging av kraftverk, også i Norden.

Havforsuring fører til misdannelser hos hummerlarver og -yngel

Hummerlarver og -yngel som vokser opp i vann med CO₂-nivåer som er ventet i havet om 80 til 180 år, utvikler misdannelser. Jo surere havet blir, desto større andel av yngelen vil bli påvirket. Noen av misdannelsene kan påvirke ”pusting” (respirasjonen), andre evnen til å finne mat og partner seinere i livet. Også evnen til å svømme blir påvirket, noe som sannsynligvis reduserer muligheten til å unngå rovdyr.

ANN-LISBETH AGNALT | ann-lisbeth.agnalt@imr.no, ELLEN S. GREFSRUD, EVA FARESTVEIT, MARITA LARSEN og FELICIA KEULDER

Havet tar opp CO₂ fra luft, og når CO₂ øker i jordens atmosfære, medfører det økt opptak også i havene. En av virkningene er redusert pH, derav navnet havforsuring. På grunn av menneskeskapt utslipp av CO₂ skjer opptaket i havet raskere enn tidligere observert i historisk tid. Selv om havforsuringen alt har begynt, vet vi lite om hvordan det vil påvirke de marine økosystemene. En annen viktig effekt av CO₂-økningen er at mengden tilgjengelig kalsium i sjøvann blir redusert. Kalsium er en viktig ”byggstein” for marine organismer som har skall, dermed har skalldyr stor risiko for å bli negativt påvirket av havforsuring.

Effektstudier viktig

Siden 2011 har Havforskningsinstituttet undersøkt hvilke effekter redusert pH kan få på marine organismer som torsk, kamskjell, krill, hoppekreps og hummer.

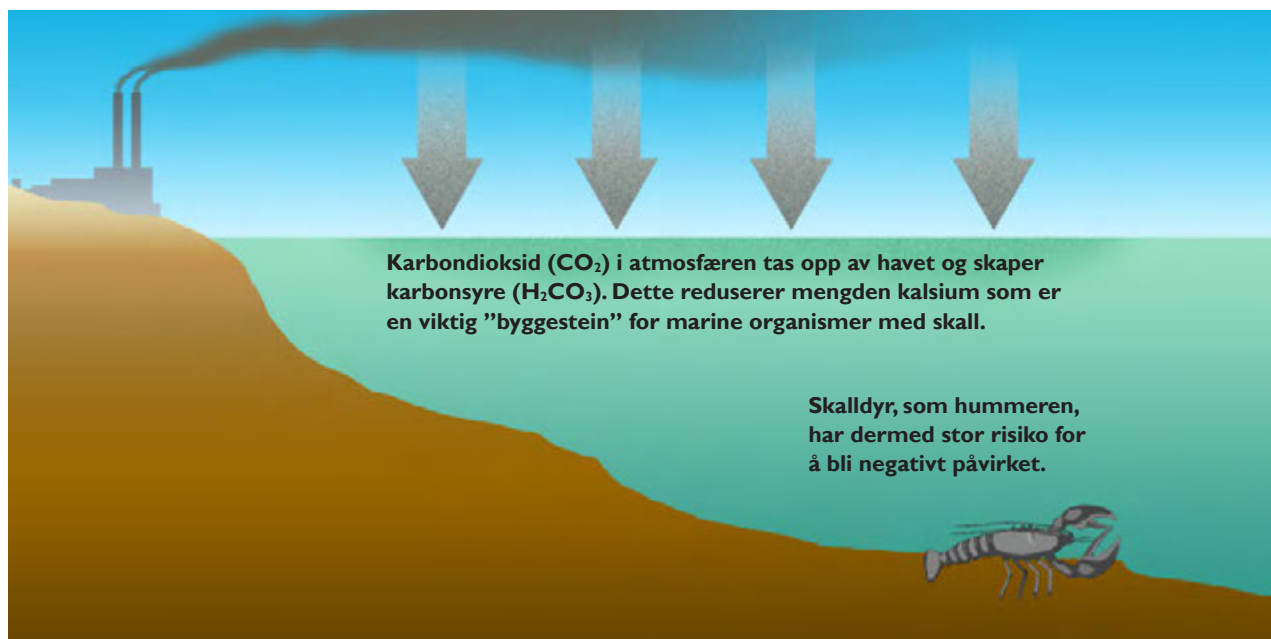
De første fossilene av dyregruppen som hummer tilhører, ble funnet i mellomjura-perioden for mellom 175 og 165 millioner år siden, i den tiden nye dinosaurarter utviklet seg på land. Det er derfor ingen tvil om at hummer som art, tidligere i historien har vært utsatt for store svingninger i både pH og temperatur. Gjør dette hummer spesielt hardfør mot havforsuring?

Den europeiske hummeren (*Homarus gammarus*) finnes langs kysten av Europa fra varme områder nær Marokko og til mer kjølige områder rundt polarsirkelen i Tysfjord og Nordfolda i Nordland. Alle stadier av hummer vokser ved å skifte skall. Når hummereggen klekkes, svømmer de første levestadiene (larvene) fritt rundt i vannmassene fra to til fire/fem uker avhengig av temperatur. Deretter søker de mot bunnen, for så å forbli bunnlevende resten av livet. Til tross for iherdig leting i områder i Norge, Storbritannia

og Irland – de to sistnevnte har bærekraftig hummerfiske – finner man ikke europeisk hummer under 10 cm total-lengde i naturen. Dermed vet vi lite om småhummerens liv i sjøen. Det antas at det er viktig å leve i skjul for å unngå å bli spist av rovdyr. I laboratorier kan vi derimot studere hummeryngel, og nettopp dette har Havforskningsinstituttet dratt nytte av for å undersøke hvordan hummer påvirkes av havforsuring.

Ingen effekt på størrelsen

Forsøringsstudiene med hummer ble gjennomført ved Forskningsstasjonen Matre. Hummer ble eksponert for tre nivåer av CO₂ og to temperaturer fram til de var fem måneder gamle. Naturlig sjøvann ble pumpet opp fra 90 meters dyp i Masfjorden og tilsatt CO₂ for å oppnå det ønskede nivået. I tillegg til dagens nivå i Masfjorden, undersøkte vi fremtidens



Illustrasjon: John Ringstad



Figur 1. Larver av europeisk hummer (*Homarus gammarus*). a) Normalt utviklet og b) misdannet med krøllet skall/ryggskjold pga. eksponert for sjøvann med forhøyet mengde CO₂.

Larvae of European lobster (Homarus gammarus). a) Normally developed (stage I) and b) deformed larvae (stage III) with curled carapace (arrow) that was exposed to elevated pCO₂.

a) Normale larver (stadium I).



b) Misdannet larve (stadium III). Pilen viser krøll på skallet.

scenario i 2100 og 2200, dvs. middels og høy eksponering. Temperaturene som ble valgt var 10 °C, som representerte en nedre biologisk grense for vekst og overlevelse, og 18 °C, som representerer optimale forhold for vekst og overlevelse. Nyklekte larver ble overført til naturlig sjøvann, middels eksponering (ca. 750 μatm og pH=7,79) og høy eksponering (ca. 1200 μatm og pH=7,62). I forsøkene viste det seg at pH-verdiene varierte i sjøvannet som kom fra fjorden utenfor stasjonen, og var i deler av eksperimentet relativt surt.

Larvestadiet, fra nyklekt til bunnsøkende, varte 14–16 dager ved 18 °C – som ventet ved optimale pH- og temperaturforhold. Ved 10 °C vokste larvene seint, og bare noen få larver nådde det siste stadiet. Det var ingen klar effekt av forhøyet CO₂ på størrelsen av larvene eller yngelen. Det var bare larvene som var i vann med 18 °C som utviklet seg til yngel, og som kunne observeres over fem måneder med eksponering i surt vann. Overlevelse fram til de var fem måneder gamle var 46 % i naturlig sjøvann, 17 % i middels og 61 % i høy eksponering.

Utvikler misdannelser

Misdannelser er feilutvikling av deler eller hele kroppen. Vi fant misdannelser som følge av forhøyet CO₂-eksponering både på larver og yngel. Andelen av larver med misdannelser økte med økende eksponering, uavhengig av temperaturen. De misdannede larvene fikk problemer med krøllete skall og at haleviften ble helt eller delvis oppsmuldret. Yngelen fikk i tillegg problemer med stive gangbein, vridde klør, stiv kropp og stive antenner. 23 % av larvene i middels og 43 % i høy eksponering utviklet misdannelser.

Alle larvene som ble holdt i sjøvann med pH høyere enn 7,9 utviklet seg normalt. Blant de misdannede larvene hadde 60 % utviklet krøll på skallet (figur 1b). Av all yngelen som levde etter fem måneders eksponering, hadde 28 % fått misdannelser. I middels eksponering var 44 % av yngelen avvikende fra normal yngel, sammenlignet med 21 % i høy eksponering. De aller fleste hadde utviklet unormale klør (56 %), men mange hadde også stive og vanskapte gangbein (39 %) og oppsvulmet ryggskjold (39 %). Blant yngelen som var eksponert for høy CO₂ var oppsvulmet ryggskjold mest vanlig (71 %). Mange av yngelene hadde utviklet flere misdannelser (figur 2), dette skjedde oftere ved høy (70 %) enn ved middels (37 %) eksponering.

Hva med andre studier?

Misdannelser på hummer er ikke tidligere dokumentert som en effekt av forsuring. I England er det gjort undersøkelser på larvestadier til europeisk hummer ved 17–19 °C. De fant reduserte mengder kalsium i skallet på larver som hadde vært i surt vann i ca. to uker. Undersøkelser på larvestadiet hos amerikansk hummer (*H. americanus*) viste at det tok litt lenger tid å skifte skall når larvene var utsatt for surt vann. I tillegg ble det funnet at de amerikanske larvene ikke vokste seg like store i surt vann som i sjøvann med pH over 8,0. Det kan være at disse to artene reagerer ulikt på surt vann. Amerikansk hummer reagerer med å redusere størrelsen og forlenge skallskifteperioden, mens europeisk hummer opprettholder veksten på bekostning av mineralisering i skallet, derav utvikling av misdannelser. Det er startet undersøkelser for å se om økt temperatur ytterligere kan påvirke hummeren og andelen som utvikler misdannelser. Vi undersøker samtidig hva som skjer i kalsiumlageret til hummeren når den blir påvirket av forhøydde nivåer av CO₂.



a) Normal yngel.



b) Yngel med misdannelser; mangler antenner, klør og mange gangføtter.



c) Yngel med misdannelser; stive gangbein, oppsvulmet skall ved gjellene og mangler antenner.

Figur 2. Fem måneder gammel hummeryngel (*Homarus gammarus*). a) Normalt utviklet og b–c) misdannet etter langtidseksponering for sjøvann med forhøyet innhold av CO₂.

Five months old lobster juveniles (*Homarus gammarus*). a) Normally developed and b–c) deformed juvenile due to long-term exposure to elevated pCO₂.

European lobster (*Homarus gammarus*) develop deformities when exposed to ocean acidification; larva and juveniles

Lobster larvae and juveniles raised in water with elevated pCO₂ levels developed deformities. At medium exposure (750 μatm, pH=7.79) 23% of the larvae were deformed and at high exposure (1200 μatm, pH=7.62) 43%. The de-

formed larvae developed curled carapace, bent rostrum or had damages to the tail fan. There were no clear effects of pCO₂ treatment on size. All larvae exposed to ambient conditions of pH>7.9 developed normally, while deformities were observed in larvae and juveniles in treatment groups. After 5 months of exposure, 44% of the juveniles at medium exposure were deformed, compared with

21% at high exposure. The deformed juveniles displayed swollen carapace, damages to the tail fan, stiff walking legs, twisted claws, stiff abdomen and stiff antennae. Some of the damages will possibly affect ability to respire, while others may affect ability to locate food and later in life a sexual partner. Tail fan damages will affect the ability to swim, i.e. anti-predator behaviour.



Kysttorsk og hummer gjør det godt i marine bevaringsområder – kan bedre plassering av områdene gi ytterligere effekt?

Vern i begrensede områder virker positivt på lokale bestander av hummer og kysttorsk, inne i områdene. Men hva skjer med hummeren og kysttorsken *utenfor* de vernede områdene? Hvor vidt vandrer de, hvor langt sprer de avkommet sitt og hvordan høstes de? Denne kunnskapen er avgjørende når større nettverk av marine bevaringsområder skal utformes og plasseres.

EVEN MOLAND | even.moland@imr.no, ESBEN MOLAND OLSEN, HALVOR KNUITSEN, MATS BROCKSTEDT OLSEN HUSERBRÅTEN, SIGURD HEIBERG ESPELAND, TORJAN BODVIN og ALF RING KLEIVEN

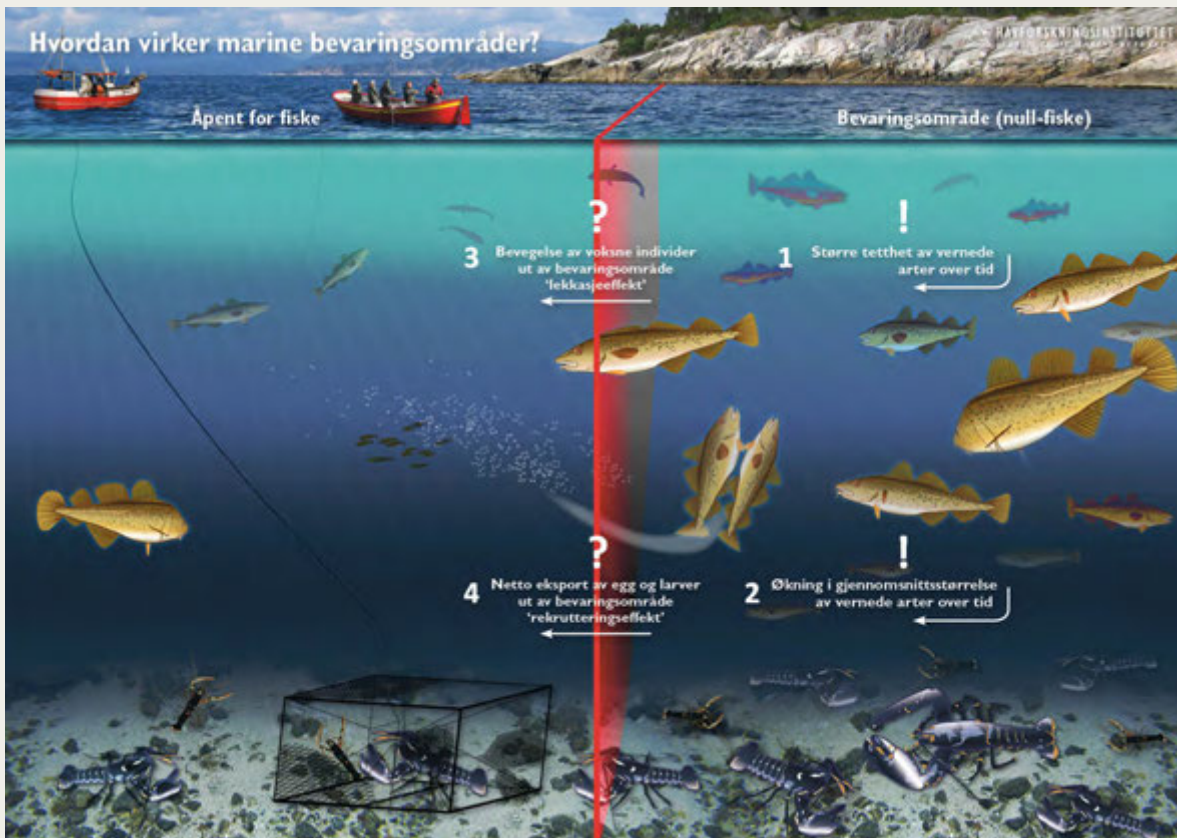
Kystsonen og artene som lever der har fått fornyet forskningsfokus. Det skyldes økt press på kystområdene kombinert med større forståelse for hva kysten betyr for livshistorien til de ulike artene. Mange arter har gyteområder nær kysten eller innerst i fjorder. Dette er ikke tilfeldig. Flere av disse artene har tilbrakt deler av eller hele oppveksten i de samme fjordene, vikene og buktene som de senere bruker til gyteområde. Noen lever hele livet på samme sted.

245 prosent mer hummer

Den menneskelige påvirkningen på kystsonen har aldri vært større enn nå. Konsekvensene er i mange tilfeller overfiske og skader på kystøkosystemene. Samtidig får marine bevaringsområder (se faktaboks) stadig mer faglig oppmerksomhet. I 2006 opprettet Fiskeridirektoratet marine bevaringsområ-

der i Skagerrak med vern av hummer og delvis vern av fisk gjennom redskapsbegrensninger (bare tillatt med krok- og snørefiske). Fire år etter hadde hummerbestanden inne i bevaringsområdene økt med 245 prosent eller blitt tilnærmet 3,5 ganger så stor, og gjennomsnittsstørrelsen hadde økt med 13 prosent. I samme periode vandret minst fem prosent av hummeren (som var merket inne i bevaringsområdene) ut i ikke-vernede områder, hvor den ble fanget og innrapportert av hummerfiskere.

Redskapsbegrensningene medførte delvis vern av fisk i bevaringsområdet utenfor Flødevigen i Aust-Agder. Effekten av dette var bestandsøkning og økning i gjennomsnittsstørrelse for kysttorsk sammenlignet med kontrollområdene fra Lillesand til Risør. Studien viser at selv små marine bevaringsområder kan være nyttige verktøy i



Figur 1. Dokumenterte og ventede effekter av marine bevaringsområder: Oppbygging av høyere bestandstetthet (1) og økt gjennomsnittsstørrelse (2) inne i bevaringsområder, sammenlignet med områder utenfor, er demonstrert for hummer og kysttorsk i Skagerrak. Det er ventet at økt tetthet av vernede arter vil resultere i lekkasjeeffekt (3) eller "spillover-effekt" (når voksne individer beveger seg ut av bevaringsområdet). Kombinasjonen av høyere tetthet og økt gjennomsnittsstørrelse (1 + 2) kan skape et økt reproduksjonspotensial (flere og større foreldre) i forhold til tilgrensede områder, som igjen kan resultere i netto eksport av egg, larver og/eller juveniler ut av bevaringsområder (4).

Documented and expected effects of marine protected areas (MPAs). Build-up of higher density (1) and increased mean size (2) has been demonstrated for lobster and cod in experimental MPAs in Skagerrak. It is expected that an increase in density inside MPAs will result in adult spillover (3), whereas increased density and mean size (1 + 2) will result in increased spawning potential in MPAs relative to adjacent areas, potentially resulting in net export of eggs, larvae and/or juveniles (4) out of MPAs (the recruitment effect of MPAs).

gjenoppbygging og forvaltning av nedfiskede bestander som hummer og kysttorsk i nordlige farvann.

Langtidseffekter av bevaringsområder

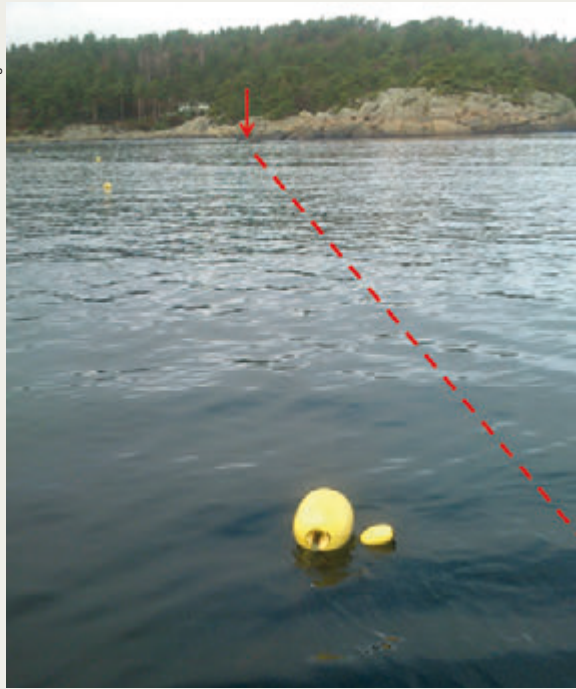
Det finnes lite informasjon om hvordan marine bevaringsområder påvirker demografien (overlevelse, alders- og kjønnsfordeling) til bestander som får være i fred over tid. I samarbeid med svenske forskere har vi analysert merkegjengfangstdata på hummer fra Kåvra for å studere slike langtidseffekter. Kåvra er et bevaringsområde for hummer utenfor Lysekil; etablert i 1989. Funnene viste en positiv trend i overlevelse gjennom en lengre periode (1994–2007). Dette tyder på at vernet har stabilisert den lokale bestanden over tid, og at den gradvis er blitt mer robust overfor naturlig dødelighet. Studien viste også at hanner hadde lavere overlevelse, og kanskje lever farligere enn hunner. Arbeidet er viktig fordi det støtter opp om bevaringsområder som en motvekt til fiskeridrevet seleksjon (se avsnittet Marine bevaringsområder i et evolusjonært perspektiv). Dessuten kan det se ut som de gamle anekdotene om svært stor tetthet av hummer kan være riktige, og at vi mangler kunnskap om hva som er bæreevnen i et gitt område. Det samme kan sies å gjelde for en rekke andre arter som er utsatt for hardt fiskepress, og som vi mangler informasjon om i naturlig tilstand. I denne sammenhengen kan de marine bevaringsområdene fungere som kontrollområder som kan sammenlignes med fiskeriene.

Bevegelse, bestandsstruktur og design av marine bevaringsområder

Merkestudier har vist at de fleste voksne individer av kysttorsk og hummer har begrensede leveområder, og man snakker gjerne om disse som stedbundne arter. Denne kunnskapen er sentral for utformingen og plasseringen av marine bevaringsområder, og en forutsetning for at slike områder har en effekt på bestandene. Andre viktige elementer er artenes evne til å spre sitt avkom og i hvor stor grad larver og juvenile (unger) blir holdt tilbake lokalt. Genetiske studier har vist at flere arter har lokal tilhørighet, gjerne i mer beskyttede områder som for eksempel fjorder. Da bevaringsområdene for hummer ble planlagt og etablert var slike hensyn ikke tatt med i vurderingene. I eventuelle fremtidige prosesser bør vi ta i bruk den beste tilgjengelige kunnskapen om larvetransport for sentrale arter langs kysten. Blant annet bør ikke bevaringsområder plasseres i soner som kun mottar larver fra andre bestander. Identifisering av kildebestander, deres gyteområder og bevegelsesmønstre (habitatbruk) er viktig for å forstå denne dynamikken. I sum må alt dette, sammen med informasjon om hvordan kystvannet beveger seg, bestemme utformingen av marine bevaringsområder, enkeltstående eller i nettverk.

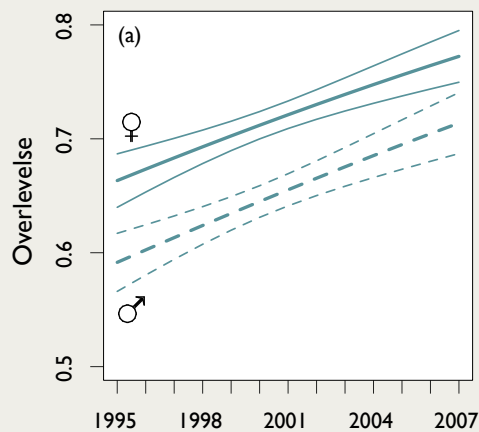
Marine bevaringsområder i et evolusjonært perspektiv

Arter er tilpasset sitt miljø gjennom naturlig utvalg og evolusjon over mange generasjoner. Vi mennesker utsetter

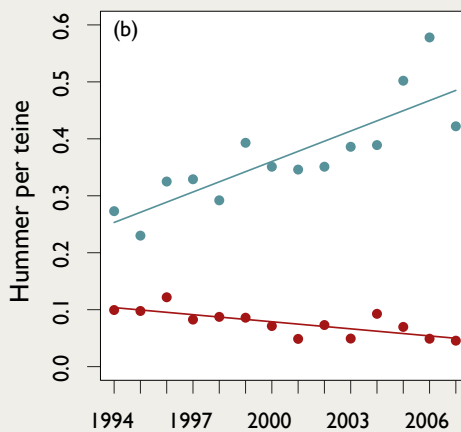


Figur 2. Fishing the line – fiske langs grensen. Forventninger om gode fangster, som følge av spillover-effekten, fører ofte til et fenomen kalt "fishing the line" der fiskere konsentrerer innsatsen nær inntil grensen av marine bevaringsområder. Her fra bevaringsområdet for hummer utenfor Flødevigen, der en fisker har satt teiner nær inntil grensen mot vest (markert med rød pil og stiple linje) i hummerfisket 2013.

Fishing the line. Expectations of increased catches due to spillover can lead to a phenomenon termed 'fishing the line' where fishers concentrate effort along the borders of MPAs. Here from the MPA outside IMR Flødevigen, where a fisher has deployed traps along the western boundary (red arrow and red dashed line) during the 2013 lobstering season.



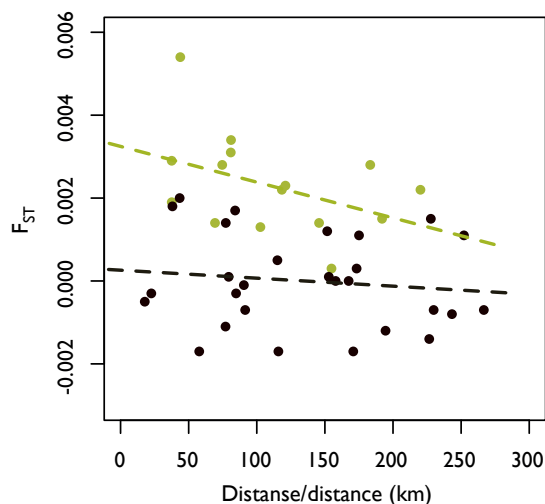
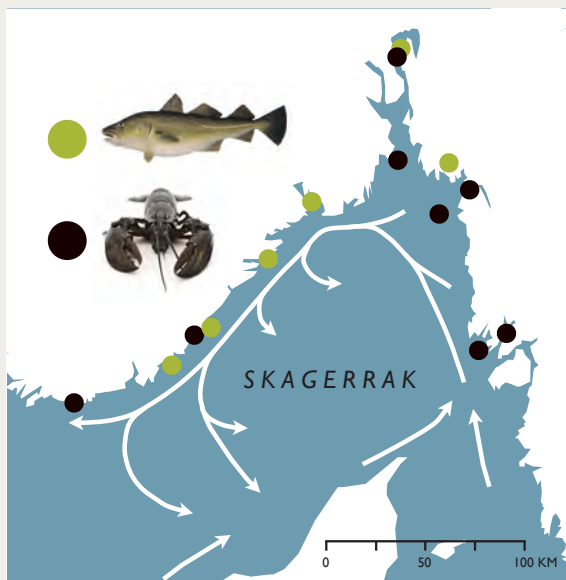
Figur 3. Langtidseffekter av hummerfredning i det svenske bevaringsområdet Kåvra (innført i 1989) førte til en positiv utvikling i overlevelse (a), og viste dessuten at hunner hadde høyere overlevelse enn hanner. Økning i overlevelse har sammenheng med at bestanden har fått stadig flere store, eldre dyr som opplever lavere nivåer av naturlig dødelighet enn sine mindre artsfrender. Hummerbestanden i Kåvra (b), målt som hummer per teine, har hatt en jevn økning (grønne punkter), mens fangstene i områdene rundt har gått svakt nedover (røde punkter).



Mark-recapture of European lobster in Kåvra, a Swedish MPA protected since 1989, revealed a positive trend in survival (a). Survival was sex specific, with higher survival in female lobsters. Long-term increase in survival is probably linked to an increasing proportion of larger, older animals experiencing lower levels of mortality than their smaller conspecifics. During the same period, lobster population density in Kåvra (b), measured as lobster per trap, has increased (green symbols), whereas catches in surrounding areas has decreased (red symbols).

også høstede arter for et evolusjonært press. For eksempel kan fiske og fangst over tid føre til evolusjonære endringer slik som sen vekst og tidlig kjønnsmodning fordi fiskerierne ofte kun fanger stor og gammel fisk. Underforstått vil fisk som kjønnsmodner tidlig og ikke blir store, ha høyere sjans til å overleve fram til de får formert seg og videreført sine gener. Nye studier har vist at slike tilpasninger kan gå svært raskt, slik at økologiske og evolusjonære prosesser nærmest går side om side. Mye tyder også på at evolusjonære endringer drevet fram av fiskerier kan føre til nedsatt produktivitet i bestanden (små gytefisk produserer relativt få avkom) og kan være vanskelige å reversere. Marine bevaringsområder, der alle livsstadiene til en eller flere

arter blir beskyttet, har potensial til å veie opp for slike endringer ved at den genetiske variasjonen og den naturlige dynamikken i bestandene opprettholdes. Når vi ser at det er mer stor hummer inne i bevaringsområdene, så tyder det på at det selektive (evolusjonære) "landskapet" har endret karakter slik at også store individer kan overleve og føre sine "bli stor"-gener videre. På den annen side er det en mulighet for at marine bevaringsområder kan lede til en evolusjonær fragmentering av høstede bestander: Individer som er disponert for en stasjonær adferd kan bli favorisert ved at de ikke vandrer ut av reservatet (unngår fiskeredskap) og får et langt liv med høy reprodutiv suksess. Dette er spørsmål vi kommer til å arbeide med de neste årene.



Figur 4. Genene til kysttorsk og hummer i Skagerrak forteller to ulike historier. Kysttorsk viser lav, men nokså jevn genetisk forskjell (F_{ST}) langs kysten. Forskjellen er stor nok til at vi kan si at hver fjord har sin lokale torskbestand. Det at slike forskjeller opprettholdes over tid tyder på at kysttorskens avkom vokser opp i foreldrenes leveområde – i mange generasjoner. For hummer ser det ikke ut til å finnes genetisk forskjell langs Skagerrakkysten. Hummerlarver driver trolig med kyststrømmen, og kan vokse opp langt unna foreldrenes leveområder. Dermed viskes forskjeller ut over tid. Denne typen kunnskap har betydning for utforming og plassering av marine bevaringsområder. Runde symboler viser hvor i Skagerrak genetiske prøver er samlet inn fra torsk (grønn) og hummer (svart).

Genes of coastal Atlantic cod and European lobster in Skagerrak tell different stories. Cod is showing low but even genetic differentiation (F_{ST}) along the coast. The differences are sufficient to say that each fjord contains its own local cod population. Maintenance of such differences over time suggests that cod larvae tend to recruit to the same local population – over several generations. European lobster does not display genetic differentiation along the Skagerrak coast. Lobster larvae are probably transported further with the coastal current, and may recruit to areas away from their parents' home range. Over time, this will act to erase genetic difference. This knowledge has bearing on design and placement of MPAs. Filled circles indicate where in Skagerrak samples were collected from cod (green) and lobster (black).

FAKTA

Marine bevaringsområder i Norge

- Generelt vil et marint bevaringsområde innebære et geografisk avgrenset område som er regulert slik at det begrenser noen eller alle former for fiske innenfor grensene.
- Et bevaringsområde for hummer er et område hvor det ikke foregår fiske på hummer, regulert ved forbud mot fiske med faste redskaper (teiner, ruser, garn).



Foto: Espen Berrud

Northern marine protected areas: how they work and science gaps

The coastal zone and the species inhabiting it are subject to renewed scientific inquiry. This is due to increased human pressure and better understanding of the importance of coastal areas for the life histories of species using coastal habitats. Marine protected areas (MPAs), in which harvesting is limited or prohibited, is a management tool with potential to increase the resilience of coastal ecosystems by taking into account the different requirements of target species throughout their life histories. Protection of shellfish and partial protection of fish in small scale Skagerrak MPAs have recently been shown to confer reserve effects (body size and population increase) on European lobster (*Homarus gammarus*) and coastal Atlantic cod (*Gadus morhua*). Mark-recapture and telemetry studies show high site fidelity in adult coastal cod and lobster, although at least five percent of lobsters tagged inside MPAs were captured by fishers

in surrounding areas (spillover). Population genetics suggest that while larval retention is likely in local cod populations, lobster larvae are prone to be transported further away from their parents. This type of knowledge, along with information about habitat availability and behaviour of coastal water bodies, has bearing on how MPAs should be designed and placed. Thus, there are still knowledge gaps that to some degree impede the use of MPAs as full scale fisheries management tools, spread out as standalone management measures or in coherent networks along the coast. At IMR we will pursue these in the time to come, particularly with regard to reserve effects on adjacent fished areas, connectivity and eco-evolutionary effects of protection versus harvesting. At the same time, IMR will continue to collaborate with management authorities and local government to guide processes where local communities in Norway have initiated plans to establish MPAs in their coastal waters.



Kveitas vandringer og leveområde avsløres litt og litt med satellitt

Satellittmerkeforsøk gir oss et unikt innblikk i kveitas utbredelse og vandringer. Blant annet viser det seg at ei av de merkede kveitene har vært inne i fjorden helt siden den ble sluppet ut. Kveita har oppholdt seg på 900 meters dyp i over to måneder; bare avbrutt av korte turer til overflaten. Etter alt å dømme har kveita også gytt i denne perioden. Dette er første gang vi har registrert kveitegyting inne i fjorden.

KATHRINE MICHALSEN | kathrine.michalsen@imr.no og KIRSTI B. ERIKSEN

Kveite har en spesiell status i Norge, både i fiskeriene og i folkeminnet. Den er en av de best betalte matfiskene våre og et yndet mål for både yrkes- og fritidsfiskere.

Stabilisere i nord, øke i sør

I de siste årene har det vært meldt om store fangster av kveite i Nord-Norge. Flere usedvanlig store individer på over 200 kg er fanget. Selv om fangstene i nord har vært høye, har vi ikke sett en tilsvarende økning i sør, og kveita er kommet på rødlisten i dette området. På tidligere kjente fiskeplasser for kveite inne i fjordene får en i dag sjelden kveite.

Vil kveita fra nord vandre sørover og øke bestandsstørrelsen? Eller er det her snakk om to adskilte populasjoner

– genetisk forskjellige og med ulik livshistoriestrategi? Skal vi lykkes med å stabilisere bestandsnivået i nord og øke bestanden i sør, er det viktig å få mer kunnskap om utbredelse og vandring; også mellom de ulike fjordene langs kysten. Dette har vært utgangspunktet for et merkeforsøk som Havforskningsinstituttet startet i 2004, der yrkesfiskere sa seg villige til å merke og sette ut igjen all undermåls kveite (mindre enn 80 cm), mens fritidsfiskere var behjelpelig med å merke kveite av alle størrelser. Det samles også inn genetisk materiale og øresteinere for å undersøke om det skjer genetisk utveksling mellom fjordene langs kysten, altså om kveita vandrer tilbake til sitt eget fødested for å gyte.

Yrkes- og fritidsfiskere rapporterer

Siden vi begynte å merke kveite i 2004, er det totalt merket 2600 kveiter. De siste årene er det yrkes- og hobbyfiskere som har stått for mesteparten av merkingen. Ca. 13 prosent – 350 stykker – av de utsatte kveitene er blitt gjenfanget, så vi begynner nå å få svar på noen av de mange spørsmålene knyttet til kveita. I løpet av de siste årene har vi samlet vevsprøver fra gytemoden kveite. Disse prøvene er nå analysert ved hjelp av genetiske metoder (mikrosatellitter). I tillegg har vi merket noen av kveitene med Data Storage Tags (DST), som registrerer dyp og temperatur hvert tiende minutt, og satellittmerker.

To tredjedeler av all gjenfangsten kommer fra fritidsfiskere; i all hoved-

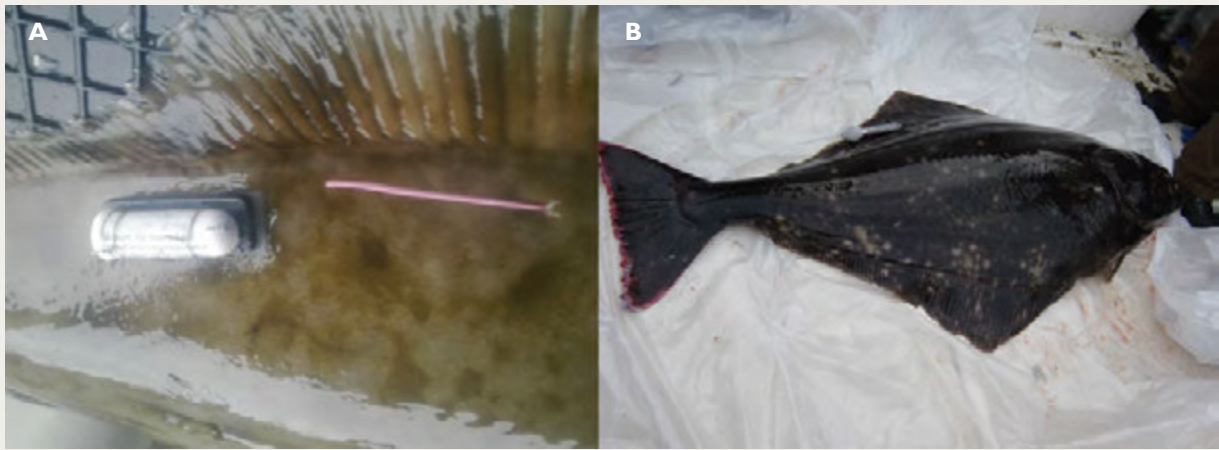


Foto: Torstein Halstensen

Figur 1. Viser plasseringen av **A)** et datalagringsmerke og et kommersielt plastmerke, **B)** satellittmerke festet til kveite.
Position of A) Data Storage Tag and a commercial tag and B) satellite tag on a halibut.

sak pensjonerte fiskere og hytteeiere. Innrapporteringen fra fritidsfiskerne kommer året rundt, med en topp på sommeren, mens rapportene om gjenfangst fra yrkesfiskerne er flest på seinhøsten. Merkeforsøkene viser at det er størst gjenfangst for kveite fanget med line, men at også kveite fanget på stang, trål og snurrevad overlever det å bli gjenutsatt. Lavest gjenfangst er det for merket kveite fanget med garn. Det er langt flere kveiter under 90 cm som er satt ut enn det er av de største individene; 76 prosent av kveitene er mindre enn 90 cm. De største merkede individene er fanget på stang. Det så lenge ut som om gjenfangsten av disse individene var lav, men i løpet av høsten er det rapportert om gjenfangst av flere store individer, noe som tyder på at store kveiter også tåler påkjenningen med å bli fanget og satt ut igjen.

Vandring og utbredelse

Distansen som de 350 gjenfangede kveitene vandret mellom utsetting og gjenfangst, viser at halvparten av kveitene er

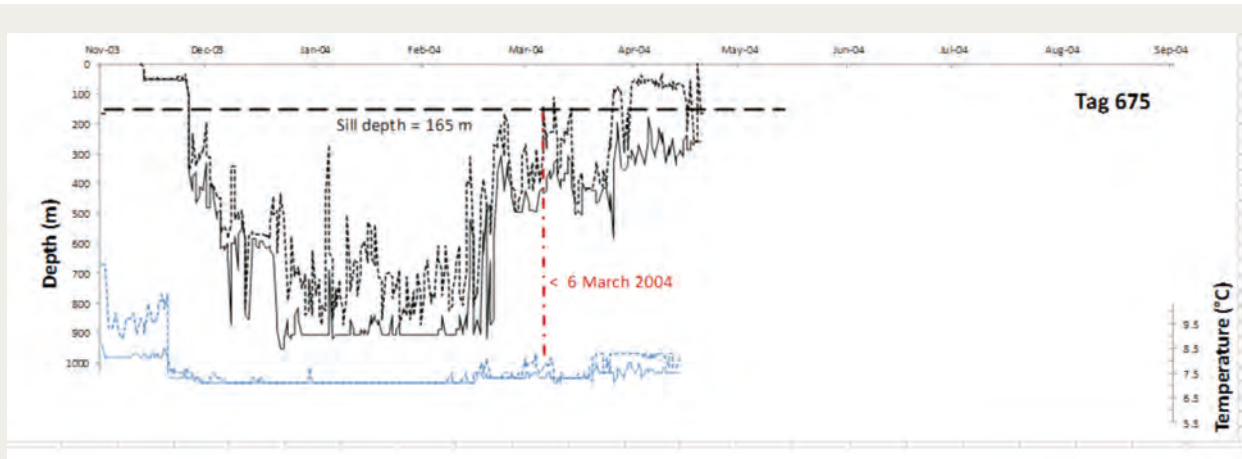
gjenfanget innenfor en radius på 10 km fra merkelokaliteten. Dette gjelder selv om de har vært lenge i sjøen. Resten av kveitene vandrer lenger, og den lengste distansen vi har registrert er på 1100 km. Dette var ei kveite som ble merket på Senja i november 2005 og gjenfanget utenfor kysten av Møre i august 2012. Da hadde den vært sju år i sjøen og vokst fra 61 cm ved utsetting til 100 cm ved gjenfangst. Ei anna kveite har gitt oss informasjon om at det er mulig å avlegge en distanse på 368 km i løpet av 69 dager. Det var ei kveite som vandret fra Sognefjorden til Trondheimsfjorden. Det ser ut til at det er ungdommene – kveiter mellom 5 og 7 år og 50 til 70 cm – som har klart størst utferdslstrang, mens de yngste og de største individene vandrer kortere distanser.

Konvensjonelle merker gir kun informasjon om posisjon for utsetting og gjenfangst, men forteller ikke noe om hvordan adferden til kveita har vært mellom disse to punktene. Ved å ta i bruk mer avanserte merker som registrerer dyp og temperatur

der fisken er, vil vi få langt mer kunnskap om adferden til kveita og hva den gjør mellom utsetting og gjenfangst. Vi har tatt i bruk både satellittmerker og datalagringsmerker. Satellittmerkene slipper kveita ved en gitt dato, stiger til overflaten og sender all informasjon til en satellitt som vi igjen kan kalle opp for å få lastet ned informasjonen. Datalagringsmerkene (DST) lagrer alle data i merket, og vi er avhengig av at fiskerne leverer merket til oss når kveita blir gjenfanget.

Kveita gyter inne i fjordene også i sør

Det første forsøket med bruk av satellittmerker på kveite ble gjennomført i Sognefjorden i november 2003. Da ble seks voksne kveiter merket og satt ut igjen. Alle merkene steg opp til overflaten og sendte data, mens ei kveite ble gjenfanget i april, ikke så langt fra utsettingsområdet. Temperatur- og dybderegistreringene i merket (figur 2) forteller oss at kveita har vært inne i fjorden helt siden utsetting, men den har gått ned på dypet og oppholdt seg på mer enn 900



Figur 2. Maksimums- og minimumsverdier av dyp og temperatur registrert av Norges første satellittmerkede kveite.
Maximum and minimum depth and temperature values, registered by the first satellite tagged halibut in Norway.

meter i over to måneder. Siden det er sjelden man setter line på så dypt vann inne fjorden, har man trodd at all kveite vandret ut av fjorden om høsten for så å vende tilbake om våren. Isteden har altså kveita vært på dypt vann og antakelig har gytingen foregått i denne perioden. Det kan vi anta basert på de sporadiske og raske vertikale vandringene registrert i denne perioden, med oppstigninger på mange 100 meter i løpet av få minutter. Dette er dermed første gang vi har kunnet registrere gyting inne i fjorden. Dette

støttes også av at gonadene var utgytt da kveita ble fanget i april.

En hannkveite som ble merket i mars 2011 i Hardangerfjorden hadde rennende melke ved utsetting. Den ble merket med et DST-merke og gjenfanget på samme lokalitet nøyaktig ett år etter. Den hadde da bare vokst to cm, men hadde også nå rennende melke. Nytt DST-merke ble satt på før den fikk slippe fri. Temperatur- og dybderegistreringene lagret i merket tyder på at kveita har vært i fjorden hele året: den har ikke vært grunnere enn 200 meter

og dermed ikke passert noen av de grunnere tersklene i fjorden. Dette støttes ved at en annen kveite merket på samme tid og sted ble gjenfanget inne i fjorden på sommeren. Fra september–mars oppholdt også denne merkede kveita seg i dype områder. Nok en gang kan vi bekrefte at kveita gyter inne i fjordene også i Sør-Norge og ikke ute i havet som først antatt. I tillegg bekrefter denne gjenfangsten at kveita kan gyte på samme sted/gytegrep to år på rad. Eller det vil si, den ble faktisk fanget for tredje gang på samme sted og

Mangslungen adferd hos kveita



Foto: Keno Ferrer

Kart er en god måte å illustrere vandringsmønsteret til kveita på. Enkelte av kveitene har blitt gjenfanget opptil flere ganger, og med tiden har de fått sin egen historie;

- I Tromsøysundet er det blitt merket flere mindre kveiter, som er blitt gjenfanget på sørpissen av Tromsøya ca. ett år etter. Da de ble merket var de mellom 85 og 105 cm, og i løpet av året har de vokst ca. 15 cm. To litt større kveiter på henholdsvis 106 og 129 cm ble også merket i Tromsøysundet. Den minste ble gjenfanget to år etterpå, rett utenfor Skarven. Da var den blitt 145 cm lang, og var full i rogn. Den andre kveita ble også gjenfanget to år etterpå i Grøtsundet, nord for Tromsø. Den hadde vokst til 150 cm og hadde også rogn. Ut ifra disse gjenfangstene ser vi at adferden til kveita ikke er ensartet, men avhenger av mange ulike faktorer som alder, modning, mattilgang, strømforhold, bunntype og tid på året.

- Ei av kveitene i Sogn ble fanget på nordsida av fjorden, fraktet over fjorden og sluppet ut på sørsiden i februar. Den ble gjenfanget på nordsiden av fjorden to måneder etterpå, på nesten eksakt samme plass som den ble fanget første gang.
- Selv om de fleste lange vandringene som er registrert kommer fra områdene rundt Senja, er andre kveiter fra dette området mer stedbundne. Ei av kveitene ble gjenfanget på eksakt samme lokalitet på samme årstid to år på rad, før den plutselig ble gjenfanget på finnmarkskysten. Det eneste vi vet om denne fisken er at den vokste 25 cm i løpet av de tre årene.

tid på året. Merket satt seg fast i garnet, men kveita kom seg løs. Forhåpentligvis svømmer den fortsatt rundt i fjorden.

Fremtidig forvaltning

Kveite er stedbunden og gyter ofte innenfor et svært begrenset område. Når kveitene samler seg på gytefeltet i såkalte gytegroper, er de et lett bytte for fiskerne. Det finnes flere eksempler på at en garnlenke på tvers av en slik ansamling av kveiter kan gjøre uopprettelig skade. For noen år siden fikk en fisker 1200 kilo kveite på 20 garn, mens det i ettertid ikke har vært ei kveite å få i dette området. Kjennskap til slike gytegroper er en godt bevart hemmelighet blant fiskerne og går ofte i arv. I norske farvann har fangstene vært betydelig i tidligere perioder, men på

1980- og 1990-tallet var landingene svært lave. I sør er det fortsatt lave fangster, mens man i nord har rapportert om gode fangster og uttak av rekordstore individer. Dette kan tyde på en økning i bestanden, men det finnes per i dag ikke noen kunnskap om bestandsstørrelse på kveite eller utvikling i fangst per enhet innsats i dette fisket. Det er forbudt å fiske kveite i gyteperioden (20. desember til 31. mars), men det er mange eksempler på at stor og gytemoden kveite blir fanget i denne perioden allikevel. Ofte er det fritidsfiskere som setter garn og line for å sikre seg en fangst. For å opprettholde kveitebestanden (og dermed biodiversiteten) i Sør-Norge, er det viktig at dette forbudet blir kontrollert/overvåket. I tillegg er det viktig å øke forskningsinnsatsen i dette

området både ved å merke flere individer, samle inn genetiske prøver og å kartlegge gyteplassene.

PAT tags reveal the Atlantic halibut spawning areas and wanderings

Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) in a Norwegian fjord were tagged with pop-up archival transmitting (PAT) tags to investigate whether they join offshore spawning events with halibut from other regions. All fish remained in the fjord throughout the spawning season, suggesting that they may be reproductively segregated from other stocks.

FAKTA

Kveita i historien

I steinalderen ble bilder av kveita risset inn i fjellet sammen med andre viktige byttedyr. Kveita har også vært viktig som handelsvare med utlandet, men det var først på begynnelsen av 1900-tallet at fangstene virkelig tok seg opp. Bare på Bjørnøyfeltet ble det i 1928 fanget 1300 tonn kveite, mens det i hele Nordsjøbassenget ble

fanget 2500 tonn kveite samme år. I 1937 slo Finn Devold, en av den tids store havforskere, fast at kveitebestanden var på rask retur etter at svært effektive kveitegarn var tatt i bruk året før. Han etterlyste strengere reguleringer og kunnskap om kveita sin utbredelse, og satte i gang med omfattende merkeforsøk.



Illustrasjon: Ase Husabo og Kirsti B. Eriksen

FAKTA

Fanget en merket eller veldig stor kveite?

Dette gjør du:

Send informasjon om gjenfangstposisjon, lengde, vekt og kjønn til Havforskningsinstituttet i Bergen. Merk med Kathrine Michalsen.

Vi er også svært interesserte i øresteiner (otolitter) eller finneklipp (Sør-Norge) fra alle store kveiter.

Finnerlønn er et skrapelodd samt informasjon om hvor kveita først ble satt ut.

Les mer om merket fisk og andre merke-gjenfangst-forsøk på www.imr.no





ÅLEN ER PÅ ET HISTORISK LAVT NIVÅ:

Trolig fast inventar på rødlista i flere tiår til

For hardt fiske, klimaendringer, fysiske hindre og sykdom er mulige forklaringer på at ålen er endt opp på rødlista som kritisk truet. Før ålebestanden kan friskmeldes, må nedgangen stoppe opp og bestanden holdes stabil i minst 30 år.

CAROLINE DURIF | caroline.durif@imr.no og KJELL NEDREAAS

Det unike gyteområdet og det faktum at ålen bare gyter én gang i livet, gjør ålen, som egentlig er svært tilpassningsdyktig, sårbar for klimaendringer og menneskeskapte trusler.

Kraftig nedgang siden 1980-tallet

Den europeiske bestanden av ål har vært jevnt nedadgående siden 1980-tallet, muligens tidligere. På 1990-tallet var estimert årlig totalfangst av ål i Europa og Nord-Afrika på gjennomsnittlig 15 262 tonn per år. I 1994 rapporterte Tyskland alene 5 000 tonn. I 2012 var rapportert landing for Europa totalt bare 3 100 tonn. Vitenskapelige beregninger tyder på at rekrutteringen av glassål er redusert til mellom en og fem prosent av 1980-nivået,

og at bestanden av gulål og blankål er i ferd med å falle. Norske overvåkningsdata fra en ålefelle i Imsa i Rogaland viser en nedgang på 99 prosent i løpet av tre generasjoner (60 år).

Det internasjonale råd for havforskning sier at bestanden har vært utenfor sikre biologiske grenser siden 1999. I 2007 ble handelen av europeisk ål begrenset, og de siste fem årene har mange europeiske land utarbeidet forvaltningsplaner for ål. Planene følger opp et EU-regulativ som skal sørge for gjenoppbygging av den europeiske ålen. I 2010 ble europeisk ål registrert i kategorien *kritisk truet* på IUCNs rødliste over truede arter (IUCN: The International Union for Conservation of Nature).

Klimaendringer, fysiske hindre og sykdom

Flere studier har knyttet bestandsnedgangen til endringer i klima og NAO-indeksen. NAO-indeksen viser forskjellen mellom bakketrykk målt på Azorene og Island. Lav NAO-indeks gir kaldt og tørt klima, mens høy indeks betyr at det er varmt og vått. Høy NAO-indeks ser ut til å ha en negativ effekt på larvene når de driver til kontinentalsokkelen, og dermed rekruttering langs kysten og til ferskvannsmiljøene.

Vandringshindre i elver er et annet stort problem for ål. I tillegg til å begrense deres naturlige miljø, kan hindringer som vannkraftverk forårsake fysisk skade og

dødelighet hos blankål på gytevandring tilbake til havet.

Forurensning og sykdommer – mer spesifikt rundormparasitten *Anguillicola crassus* – har også bidratt til nedgangen. *Anguillicola crassus* er en svømmeblæreparasitt som ble innført til Europa i forbindelse med import av japansk ål (*A. japonica*) i 1980. Parasitten antas å svekke ålens svømmeytelse og evne til å tåle de store påkjenningene under gytevandringen til Sargassohavet.

Andre trusler er ulike virusarter, opphoping av kjemisk forurensning som senere begrenser ålens svømmeytelse og reproduksjonsevne og et økende antall rovdyr over hele Europa; spesielt skarv.

Ålens mystiske reproduksjon

På grunn av ålens komplekse livssyklus er det vanskelig å gi de eksakte årsakene til at ålebestanden har endret seg. Forholdet mellom rekruttering, fersk- og saltvannspopulasjoner og utvandring er dårlig forstått. Perioden fra glassålen rekrutteres til kyst- og innlandshabitatene til blankålen vandrer ut i havet, er lang og skiftende. Utvandring fra et område betyr ikke nødvendigvis rekruttering av glassål tilbake til det samme området. Videre er det ukjent hvor stor andel av bestanden som tilbringer hele sin livssyklus i saltvann. Dermed er det vanskelig å anslå den faktiske bestanden og hvordan den påvirkes av vandringshindre og ferskvannsparasitter. Det diskuteres fortsatt hvordan oseaniske forhold påvirker ålepopulasjoner i ferskvann, og de eksakte gyteplassene er ennå ikke funnet. Forskerne er spesielt opptatt av

ålens reproduksjon. Mer kunnskap på dette feltet vil øke mulighetene for både å gjenoppbygge bestanden og å skaffe levedyktig yngel til oppdrett. Både Danmark og Tyskland sender nå forskningsfartøyer til Sargassohavet for å finne ut mer om gytingen.

Usikker på effekten av omplassering

Mange av EUs medlemsland har iverksatt såkalt restocking for å gjenoppbygge bestanden. Restocking innebærer at åle-yngelen flyttes fra steder der de er tallrike til utarmede områder. Dette medfører ofte forflytninger på flere tusen kilometer fra kystsonen til intrikate elvesystemer og innsjøer. I dag er det ukjent om slik omplassert ål finner veien tilbake til gyteområdene og bidrar til gytebestanden. Det trengs mer kunnskap om hvordan ålen navigerer før vi kan si med sikkerhet hvilken effekt restocking har på ålebestanden. Noen land tillater fremdeles fangst av godt betalt glassål, og dette reduserer effekten av både restocking og gjenoppbygging av blankålbestanden.

I Norge er det hovedsakelig bare i Imsvassdraget i Rogaland at rekrutterende glassål og gulål og utvandrende blankål systematisk registreres. Denne type data bør registreres fra minst ett vassdrag til for at man skal kunne kvantifisere rekruttering og utvandring til og fra norske farvann mer sikkert.

I tillegg har ål blitt registrert i de årlige strandnottekkene som er gjort på Skagerrakkysten siden 1919, og som fangstrater i deler av det norske kommersielle fisket så lenge det pågikk.

Også på norsk rødliste

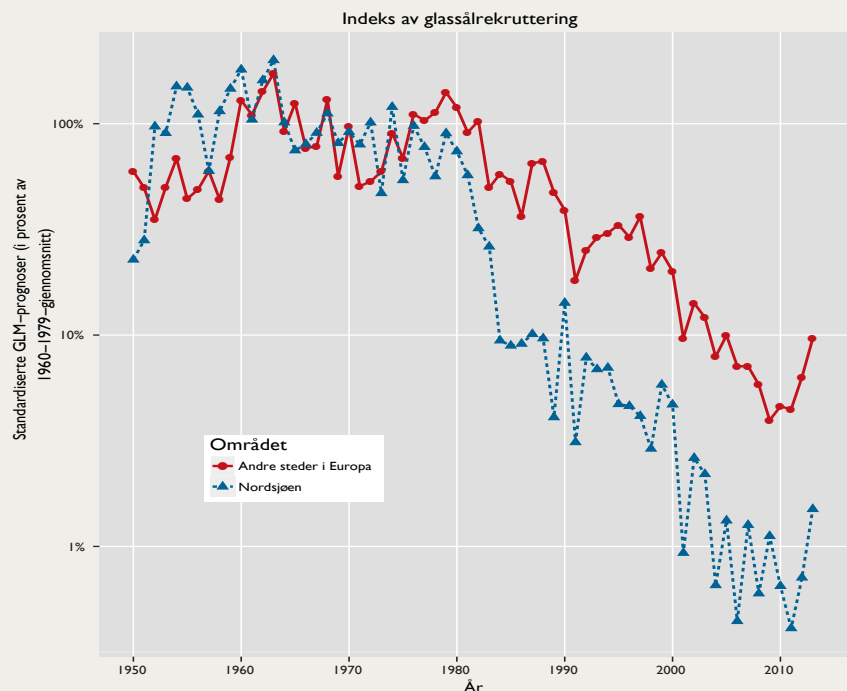
Ålen reproducerer som kjent ikke i norske farvann, men man mener, basert på historisk fangststatistikk, at mengden ål i norske farvann utgjør mer enn to prosent av all ål i Europa. Det gjør at denne bestanden også blir tatt med i de norske rødliste-vurderingene, som bare omfatter norske farvann.

Det er antatt at gjennomsnittsalderen i den kjønnsmodne bestanden er på 20 år. Utviklingen av ålebestanden blir derfor vurdert over en periode på 60 år; det vil si tre generasjoner. Utviklingen i de norske dataseriene som er nevnt i avsnittet over, tilsier at ålen kommer på den norske rødlista. Det er den lave rekrutteringen av glassål til Imsvassdraget og strandnotserien på Skagerrakkysten som gjør at den kommer i kategorien ”sterkt truet” (CR). Så lenge det er forbudt å fiske ål i Norge har vi et maksimalt vern som bidrar til gjenoppbyggingen av bestanden. Vi må derfor se om mer kan gjøres med vandringshindre, forurensning og sykdommer/parasitter. Det bør også utforskes hvor stor andel av den norske ålen som ikke går opp i elver og ferskvann, og som likevel vandrer tilbake til Sargassohavet og bidrar til gytingen der.

Sen kjønnsmodning og lang generasjonstid gjør at det vil ta lang tid før ålen blir tatt ut av rødlista. Dersom bestandsnedgangen stanses og ålebestanden stabiliserer seg på nåværende historisk lave nivå i 30 til 40 år til, så kan den fjernes som truet art fra rødlista. Alle tegn til økt rekruttering i denne perioden vil også bidra til det. Ny norsk rødliste kommer i 2015.

Figur 1. Rekruttering av glassål til 45 europeiske elver siden 1950. Tidsseriene er skalert i forhold til 1979-1994-gjennomsnittet. Legg merke til logaritmisk skala på y-aksen. Kilde: ICES 2013. Report of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), CM 2013/ACOM: 18, Sukarietta, Spain and Copenhagen, Denmark, p. 875.

Time-series of the glass eel index for recruitment in 45 European rivers since 1950. Each series has been scaled to its 1979-1994 average. Note the logarithmic scale on the y-axis. From ICES 2013. Report of the Joint EIFAAC/ICES Working Group on Eels (WGEEL), CM 2013/ACOM: 18, Sukarietta, Spain and Copenhagen, Denmark, p. 875.





Ål ble lenge regnet som et skadedyr av fiskere på grunn av den glupske appetitten og posisjonen som konkurrent til laksefisk. Tallrikheten skyldtes sannsynligvis ålens ekstraordinære evne til å tilpasse seg et bredt spekter av saltholdighet og temperatur. I tidligere tider var det så mye glassål at den ble brukt til produksjon av lim i Spania.

Ålen er i hovedsak katadrom. Det vil si at den lever store deler av livet i ferskvann, men gyter i saltvann. Et betydelig antall ål vandrer imidlertid aldri opp i ferskvann, men forblir hele livet i salt- eller brakkvann. Andre individer vandrer mellom begge miljøene. Denne fleksible atferden har gjort at ålen har spredd seg over hele Europa, noen ganger flere tusen kilometer oppstrøms i elver og vassdrag. Selv i dag finnes det ål fra Nordkapp i Norge og helt sør til det varme Middelhavet. Men selv om ålen er vidt utbredt, har den kun ett gyteområde; det er i Sargassohavet, som befinner seg vest i Nord-Atlanteren. Gyteområdet er faktisk aldri funnet; ingen reproduserende

voksne er observert i naturen. Forskerne har likevel klart å lokalisere gyteområdet. Det er gjort med utgangspunkt i ålelarvene og hvordan de fordeler seg etter størrelse i Atlanterhavet. At det er snakk om kun ett gyteområde er senere bekreftet av genetiske studier.

Ål har blitt fisket siden forhistorisk tid, og i dag sysselsetter fiskeriet anslagsvis 25 000 personer i Europa. Alle livsstadier blir fisket. Glassål, yngelen som rekrutterer til kysten, blir fanget i det sørvestlige Europa. Fangsten går hovedsakelig til akvakulturnæringen, som er avhengig av villfanget yngel. En stor kvote går til utplassering av ål i områder hvor bestanden er kraftig redusert. Gulål, som er ål i vekstfasen, og blankål, kjønnsmoden ål som vandrer til gytefeltet for å produsere nye årsklasser, blir spist fersk eller røkt; hovedsakelig i Nord-Europa og rundt Østersjøen. En stor del glass- og gulål blir eksportert til Asia. I 1994 ble opptil 15 636 tonn ål eksportert til Japan.

Eel at an all time low level

The stock of *A. anguilla*, the European eel, has been steadily declining since the 1980s, and is registered as critically endangered on the Norwegian Red List and the IUCN Red List of Threatened Species. There has been a slight increase in the glass eel index for the past two years, but the stock is still dangerously low.

The decline has several causes: over-exploitation, climate change, migration barriers in rivers, pollution, diseases, viruses, accumulation of chemical pollutants which limits swimming and reproductive capacities, and an increasing number of predators. The relationship between recruitment, fresh and saltwater populations and escapement is poorly understood. Many EU states have estab-

lished management plans with extensive restocking measures. At present, it is not known whether restocked eels find their way back to the breeding grounds and contribute to the spawning stock.



Ny metode avslører blåskjelldietten

Det er kjent at blåskjell har en enorm filtreringskapasitet og raskt tilpasser seg ”dagens meny” av planteplankton. Men hvilke planktonarter foretrekker blåskjell, og er de i stand til å velge bort uinteressant føde? En ny metode – som kombinerer tradisjonelle eksperiment med molekylære teknikker – kan gi svar.

ØIVIND STRAND | oivind.strand@imr.no, TORE STROHMEIER, CHRISTOFER TROEDSSON¹ og PABLO BALSEIRO²
1. UNI Research, 2. Biologisk institutt, Universitetet i Bergen

Blåskjell representerer en gruppe dyr som spiser ved å filtrere ut partikler fra sjøvann. Små bevegelige hår på gjelleoverflaten trekker vann inn i dyret. Inn- og utførselskanalen (sifon) kan ses mellom skalldelene på blåskjell (figur 1). Vannstrømmen passerer gjellene, for deretter å ta med seg avfallsstoffer som forlater dyret gjennom utførselskanalen. Gjellene har en stor overflate for at fødepartikler effektivt skal tas opp fra vannet. Fødepartiklene fanges ved hjelp av små hår på gjellenes gitterstruktur og en klebrig væske (mucus), og føres deretter frem til munnen.

Blåskjellet er tilpasningsdyktig

Et fem cm langt blåskjell kan fange alle partikler fra om lag fem liter vann per time. Skjell har en variert diett bestående av planteplankton, fragmenter av døde planter og dyr, bakterier, dyreplankton og oppløste organiske stoffer. Planteplankton er vanligvis den viktigste føden. På steder hvor det er mye partikler i vannet, slik som grunne områder med mye vannbevegelse



Foto: Øivind Strand

Figur 1. Utførselskanalen hos blåskjell har glatt kant, mens innførselskanalen (i enden av skallåpningen) har frynset kant.

Exhalant siphon has a smooth rim, while the inhalant siphon has fringed rim.



Foto: Havforskningsinstituttet

Figur 2. Feltstasjonen i Lysefjorden i Rogaland. Her foregår forsøkene med fødeopptak og oppstrømning av dypvann.
The fieldstation in the Lysefjord in Rogaland County, where studies on mussel feeding and upwelling takes place.

som virvler opp sedimentet, kan blåskjell til en viss grad sortere og selektere mellom partikler. Dette gjøres på gjeller og munddelar som leder bort tunge og store partikler som for eksempel sandkorn. Materialet som føres vekk fra munnen har normalt liten fødeverdi og det betegnes som falsk avføring.

Mengden av planteplankton og sammensetningen av de ulike artene varierer mye gjennom året og mellom geografiske områder. Blåskjell, som er en av de mest studerte filtrerende organismene, har stor evne til å tilpasse fødeopptaket sitt; det gjelder både hvor mye det er av føden og kvaliteten på den. Det er blant annet vist at blåskjell tilpasser seg de lave fødekonsentrasjonene vi ofte finner i norske kyst- og fjordområder.

Ettersom sammensetningen av planteplanktonet endres i kyst- og fjordvannet gjennom året, vet vi lite om hvilke typer av planteplankton som er viktigst for blåskjellene. Vi vet heller ikke om skjellene har evnen til å velge mellom ulike arter av planteplankton. Vi trenger denne kunnskapen for å forstå hvordan planteplanktonet omsettes videre i næringsnett, også etter at det er fortært av organismer som skjell, dyreplankton, geléplankton og svamp.

Hvilket planteplankton foretrekker blåskjellet?

Fødeopptaket hos filtrerende organismer regulerer i stor grad omsetning av planteplankton i næringsnett. Kunnskap om

denne omsetningen er en forutsetning for å kunne lage gode økologiske modeller som anvendes i forvaltningen av areal, miljø og levende marine ressurser; for eksempel i fiskeriene og akvakulturnæringen.

Skal vi klare å utvikle pålitelige modeller må vi ha data med tilstrekkelig oppløsning og presisjon. I de fleste modeller er opptaket av planteplankton som føde representert ved en enkel funksjon som sjelden klarer å gjenskape feltobservasjoner. Dermed risikerer man at beregningene i modellen blir unøyaktige, som i sin tur kan føre til upålitelige råd. Dette er bakgrunnen for prosjektet TRAPH (Tracing phytoplankton grazed by mussels using molecular methods to identify preys and improve modelling), hvor vi bestemmer typer og mengde av planteplankton som spises av blåskjell. Vi bruker blåskjell som en modellart som representerer filtrerende organismer i næringsnett. Forsøkene gjennomføres i Lysefjorden i Rogaland fordi det her er god tilgang på planteplankton som er stimulert gjennom oppstrømning av næringsrikt dypere vann.

I prosjektet kombinerer vi konvensjonelle eksperimentelle metoder, som lysmikroskopi, med nye molekylære metoder (bruk av DNA-prøver til å kjenne igjen planteplanktonartene). På den måten får vi høyoppløselige og presise data om fødeopptak og spiseadferd under naturlige betingelser. Målet er et bedre kunnskapsgrunnlag for å beskrive fødeopptaket i modellsystemet Dynamic Energy Budget

(DEB). DEB-modellen benyttes for ulike marine arter og kan også anvendes i økosystemmodeller. Første innsamling av data ble gjennomført i juni 2013 (figur 2), og analyser pågår.

Påvirker miljøet fødeopptaket?

I DEB er karakterisering av føde og prosesser knyttet til fødeopptak avgjørende for hvordan modellen gjengir vekst hos skjell. Vi bruker sekvenseringsteknologi til å analysere prøver fra vannet som trekkes inn og forlater blåskjellet, samt fra to områder i fordøyelsessystemet. Sekvenseringsteknologi betyr – enkelt forklart – at vi ser på deler av DNA-et til de enkelte planteplanktonene. Slik får vi detaljert informasjon om blåskjellenes fødepreferanser. Videre ønsker vi – ved hjelp av kvantitative analyser – å lære mer om hvordan miljøet påvirker fødeopptaket hos blåskjell. Resultatene vil bli brukt til å videreutvikle DEB, som i sin tur vil styrke utviklingen av de økologiske modellene.

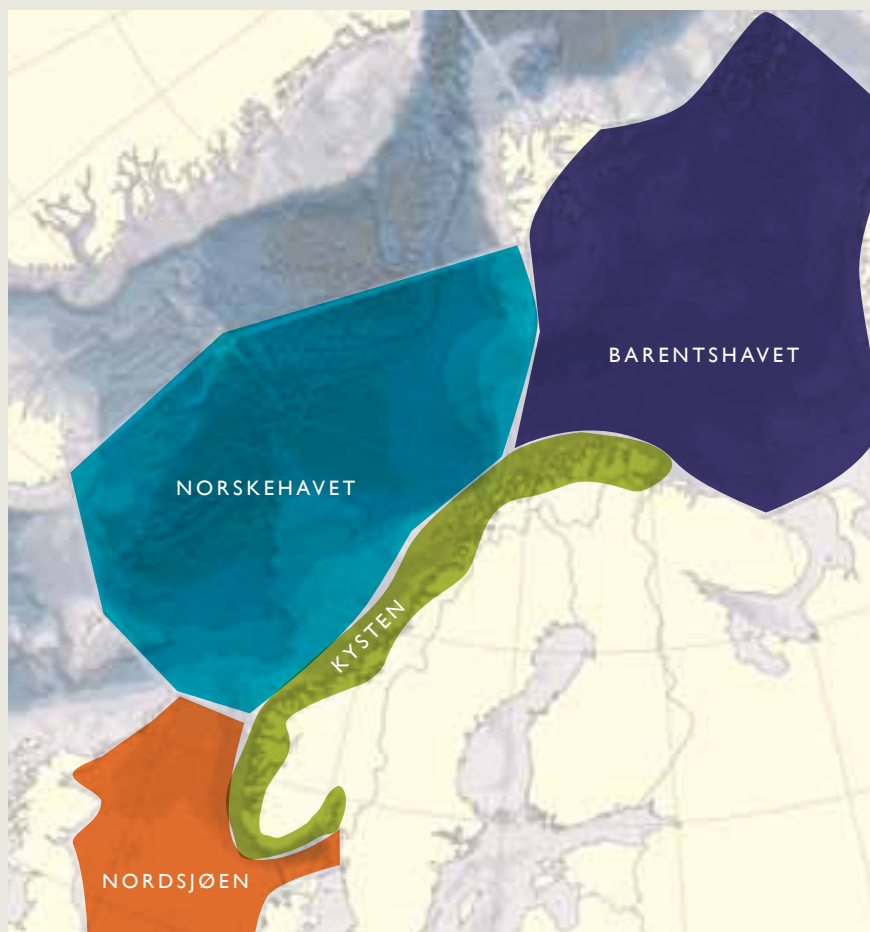
I prosjektets molekylære arbeid er mengden av høyoppløselige sekvenseringsdata kritisk for resultatene, og prosjektet deltar også i utvikling av Ion Torrent sekvenseringsplattform ved Skidaway Institute of Oceanography i USA. Denne teknologien har kapasitet til å analysere langt flere slike høyoppløselige prøver enn tradisjonell sekvensering.

New method reveals food preference in mussels

The feeding capacity in mussels is enormous and they quickly adapt to changes in supply of their “phytoplankton dish”. However, do they prefer some phytoplankton to others, and are they able to select food particles? A new method combining the conventional experimental approach and molecular techniques may provide answers to these questions. This approach may therefore contribute to improve parameters describing feeding processes in growth models (DEB) which will contribute to our understanding of mussel grazing, resulting in robust and reliable ecosystem models.

A large fishing net is shown from a boat's perspective, filled with a massive quantity of small fish. The net is dark and stretches across the frame, with a line of yellow floats along its edge. The background shows the open sea under a cloudy sky.

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 km². 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 km² 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 norskekysten finnes store korallrev.</p>	<p>Barentshavet er et sokkelhav som bare er 230 meter dypt i gjennomsnitt. Den vestlige delen er dypest, der skjærer dype renner seg inn. Havet dekker et areal på 1,4 mill. km². 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>

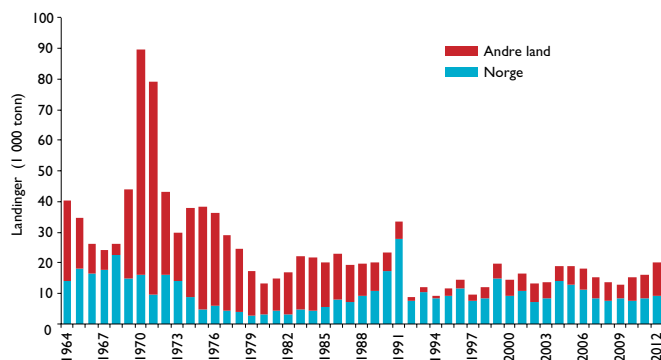


Status og råd

Rådgivningsgrunnlaget for blåkveitebestanden er for tiden noe usikkert, og bestanden vurderes ikke i henhold til referansepunkter. Anbefalingen fra ICES for 2014 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, som videreføres for 2014. I Norge avsettes kvote til et begrenset kystfiske for fartøy under 28 meter på 5 600 tonn i 2014, og 450 tonn til forskning. Total internasjonal fangst i 2012 var 20 100 tonn. Av dette utgjorde norsk fangst 9 100 tonn og russisk fangst 10 000 tonn. I 2012 ble om lag 60 % av fangsten tatt med bunntål, 28 % med line og 12 % med garn eller andre redskaper.



Utvikling i rapporterte landinger av nordøstarktisk blåkveite. Det foreligger ingen godkjent bestandsvurdering og bestandsstørrelsen er derfor ukjent.

Development in landings of Greenland halibut. No approved stock assessment exists and stock size is, therefore, unknown.

Blåkveite – *Reinhardtius hippoglossoides* –

Greenland halibut

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:

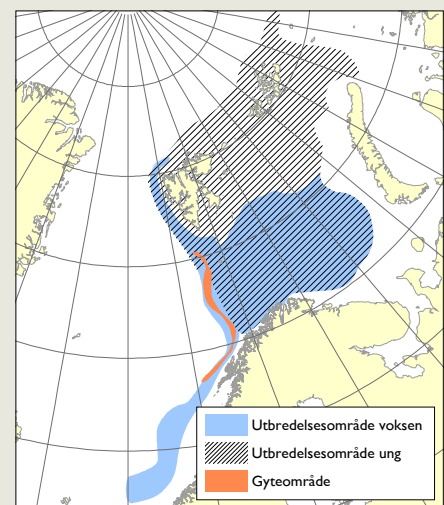
KVOTERÅD 2014: Mindre enn 15 000 tonn

KVOTE 2014: Total: 19 000 tonn, norsk 9 165 tonn

FANGST 2012: Total: 20 100 tonn, norsk: 9 100 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 295 millioner kroner

(kilde: 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 blindsidene 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.

Brisling



Foto: Toralf Fallreien/NTNU

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 tre 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). Avtalte kvoter mellom EU og Norge for 2014 gir norske fiskere 2 496 tonn i Skagerrak/Kattegat. 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 i Skagerrak uten observatør om bord.

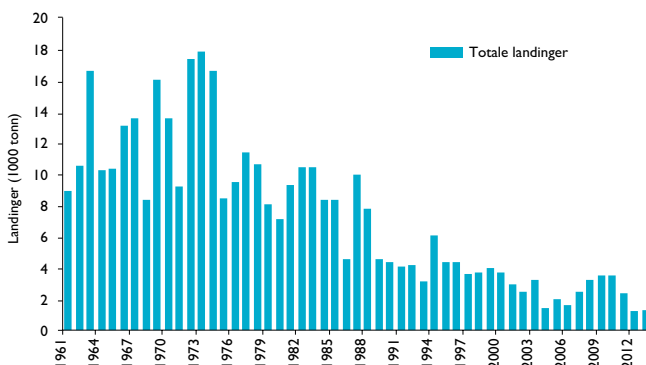
I årene 1969–2008 har Havforskningsinstituttet årlig foretatt akustisk kartlegging langs kysten av utbredelse og mengde av brislingyngel som grunnlag for prognoser for neste års fiske. Høsten 2009 og 2010 ble denne kartleggingen kun gjennomført i Hardanger–Sunnhordland. Etter 2010 har det ikke vært gjennomført noen kartlegging.

Fiskeri

Foreløpige fangstdata for 2013 viser at det totalt ble landet 1305 tonn brisling, en økning på 6 % fra 2012. 57 % ble tatt langs kysten utenfor Larvik–Horten, 34 % i Sognefjorden og 8 % utenfor Risør–Kragerev. Hardangerfjorden og Oslofjorden er tradisjonelt viktige områder for brislingfisket, men var hhv. uten og med svært små fangster i 2013. I Sognefjorden var det en betydelig økning i fangstene fra 134 tonn i 2012 til 447 tonn i 2013.

Fisket på kyst- og fjordbrisling foregår hovedsakelig med kystnørfartøy (< 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.

Den stabile nedgangen i totalfangstene fra 1961 til 2004 kan ha sammenheng med endringer i miljøforhold. Etter 2004 økte landingene noe frem til 2009–2010, men landingene har de tre siste årene igjen vist en nedgang og var i 2012–2013 på et historisk lavmål.



Brislinglandinger (tonn) i norske kyst- og fjordområder.
Sprat landings (tonnes) in Norwegian coastal and fjord areas.

KYST OG FJORD

Brisling – *Sprattus sprattus* – Sprat

Familie: Clupeidae

Maks størrelse: 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.

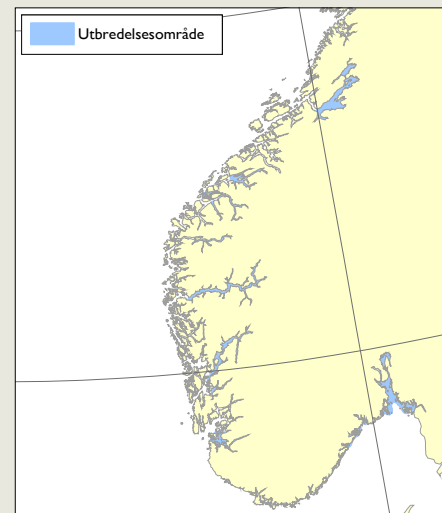
Hovedgyteområde: I våre nærområder gyter brislingen pelagisk i Nordsjøen, Skagerrak–Kattegat og i fjordene.

Gytedidspunkt: 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.

Nøkkeltall:

KVOTE 2014: 33 280 tonn for Skagerrak/Kattegat



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 vertikallvandring hos byttedyr. Når det mørkner trekker den mot overflaten. Om sommeren står den høyt i sjøen, ofte nær/overflaten.

Brisling i våre farvann blir sjelden eldre enn 4–5 år med dominans av 0- og 1 år gammel 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 bestandstilholdighet, 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.

Brisling



NORDSJØEN

Brisling – *Sprattus sprattus* – Sprat
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

Nøkeltall:

NORSK KVOTE 2014: 9000 tonn
NORSK FANGSTVERDI HAVBRISLING 2013:
5,1 millioner kroner (1670 tonn)
(Kilde: Sildelaget)

Status og råd

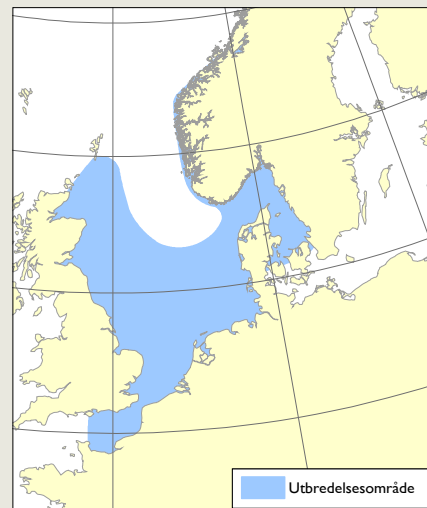
ICES gir råd om at fangstene av brisling i Nordsjøen i perioden juli 2013 til juni 2014, ikke bør overstige 144 000 tonn (basert på maksimalt langtidsutbytte (MSY)). I 2013 ble det avholdt et arbeidsmøte (benchmark) der tilgjengelig informasjon for brislingbestandene i Nordsjøen og Skagerrak/Kattegat ble vurdert. For brisling i Nordsjøen ble dataene for første gang siden 2008 vurdert som tilstrekkelige til å gjennomføre en analytisk bestandsvurdering. For å få bedre tilpasning til brislingens livssyklus, ble bestandsvurderingsåret endret fra januar–desember til juli–juni, noe som bedrer bestandsmodellens tilpasning. Gytebestanden ble estimert til 220 000 tonn i 2013 (B_{pa} estimert til 142 000 tonn), og den har hatt full reproduksjonskapasitet etter 2004. Avtalte kvoter mellom EU og Norge for 2014 gir norske fiskere 9000 tonn i Nordsjøen.

Brislingfisket foregår på ung brisling og er avhengig av størrelsen på innkommende årsklasser.

Fiskeri

Det meste av brislingen blir tatt i det danske industritrålfisket. Det norske fisket er hovedsakelig et direkte fiske med ringnotfartøy eller industritrål. De totale brislingfangstene 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 innblandingen av småsild være stor i brislingfangstene, men fra 1996 regnes tallene 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 perioden 1996–2012 har totale landinger variert mellom 61 000 (2008) og 208 000 tonn (2005). I 2012 var landingene 86 000 tonn, en nedgang på 36 % fra året før.

Brislingen har i praksis vært regulert ut fra hensynet til nordsjø-sildbestanden (regler for maksimal innblanding, bifangstkvote osv.). Det har også vært maksimalkvoter for deltakende fartøy og forbud mot å fiske brisling i norsk økonomisk sone i Nordsjøen før kvoten i EU-sonen er fisket opp.

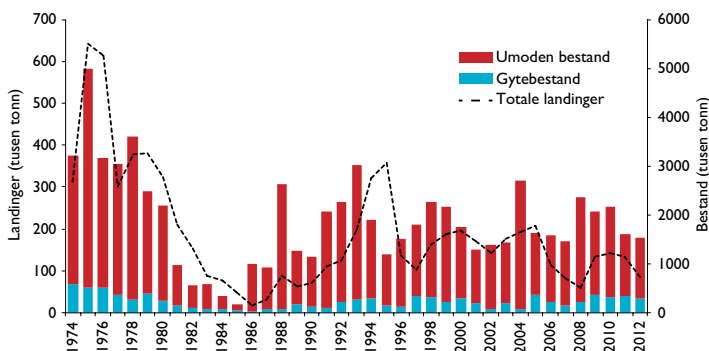


Fakta om bestanden:

Brisling er en pelagisk stimfisk. Den lever av små dyreplankton og er selv viktig næring for arter som hving, 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 det er behov for av en bestand for å opprettholde mattilbudet for andre arter (fisk, sjøfugl).

Hovedtyngden av bestanden finnes i sentrale og sørøstlige deler av Nordsjøen.



Utviklingen av gytebestand og rapporterte landinger av brisling fra Nordsjøen.
Spawning stock and reported landings of sprat in the North Sea.

Kontaktperson: Cecilie Kvamme | cecilie.kvamme@imr.no

Brosme, lange og blålange

Status og råd

Selv om brosmes, lange 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 brosmes siden 2004. Hovedmengden lange og brosmes fiskes av de store linefartøylene. 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. Nye standardiserte CPUE-indeks for brosmes og lange viser samme positive utvikling som den gamle indeksen.

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 2012 var henholdsvis 8 800 og 15 800 tonn i disse områdene. For brosmes 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 reguleringsiltak for å redusere bifangst i blandingsfiskerier.

Fiskeri

Norge har i 2014 kvoter i EU-sonen og i islandsk sone. I norske områder er det ingen kvoteregulering av fisket etter brosmes, lange og blålange for norske fartøyer, mens det for fartøyer fra andre land blir fastsatt kvoter årlig. For 2014 var det per 06.03.14 ingen enighet om kvoter mellom Norge og EU. Kvoteforhandlingene med EU for 2013 ga Norge 2 923 tonn brosmes, 6 140 tonn lange og 150 tonn blålange. Forhandlingene med Færøyene brøt sammen i 2011, og etter det har Norge ikke hatt kvote i færøysk sone. I islandsk sone kan Norge fiske 500 tonn lange og brosmes. Rapporterte norske fangster i 2012 var totalt 12 900 tonn brosmes, 15 300 tonn lange og 324 tonn blålange. Foreløpige tall for 2013 er 11 200 tonn brosmes, 15 400 tonn lange og 277 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 brosmes, men også Færøyene og Island fisker vesentlige mengder. I 1998 ble det totalt fisket 29 000 tonn brosmes. Deretter sank fangstene fram til 2004 da det ble tatt 19 000 tonn. Siden har fangstene gått opp og lå i 2012 på 25 500 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 brosmes de siste ti årene: rundt 45 000 tonn i begynnelsen, nedgang til 32 000 tonn i 2004 for så å øke til litt over 43 000 tonn i 2012. 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 fisketetheten er høyest, men også i en rekke blandingsfiskerier.



Brosme – *Brosme brosme* – Tusk

Familie: Gadidae (torskefamilien)

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-kvotet i norsk sone: 170 tonn, norsk kvote i EU: 2 923 tonn, Island: 500 tonn lange og brosmes

SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK: Totalt 25 500 tonn, norsk: 12 900 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2012): 105 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.

**Lange** – *Molva molva* – Ling**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, Island: 500 tonn lange og brosme

SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK:

Totalt 42 900 tonn, norsk: 15 300 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2012): 177 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.

**Blålange** – *Molva dipterygia* – Blue ling**Andre navn:** Bjørkelonge, blålong**Familie:** Gadidae (torskefamilien)**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-kvote: 150 tonn.

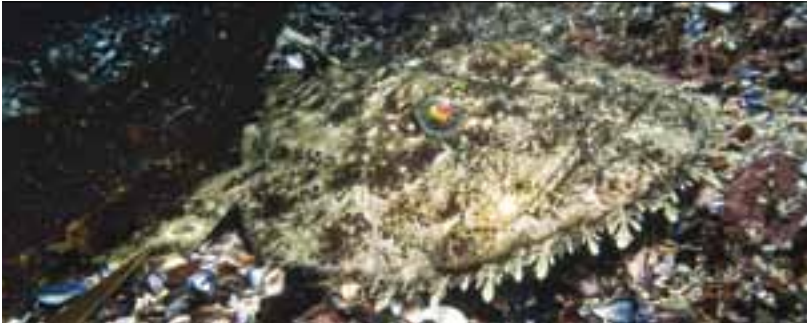
SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK:

Totalt 9 100 tonn i 2012, norsk: 324 tonn

NORSK FANGSTVERDI (2012): 2,4 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 brosme opptrer blålange spesielt konsentrert i gyteperioden.

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.

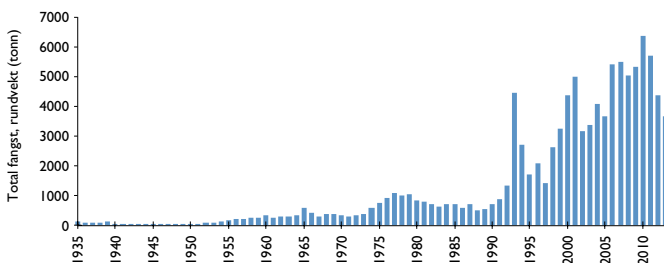
Dei siste åra har ICES gitt råd for to breiflabbbestandar, ein sørleg som strekkjer seg frå Portugal/Spania og nordover til Irland, og ein i området vest for Skottland og Nordsjøen/Skagerrak. Bestanden nord for Stad heng nok til ein viss grad saman med den vi finn i Nordsjøen, men vert førebels rekna som ein eigen bestand. Denne vart for første gong vurdert av arbeidsgruppa for nordaustarktiske bestandar i 2013. Med ei framtidig betring av datagrunnlaget vil målsettinga vere at arbeidsgruppa legg fram råd om forvaltning av denne bestanden.

Fiskeri

Den norske totalfangsten av breiflabb i 2013 var på ca. 3 700 tonn. Det er 2 700 tonn mindre enn toppen ein hadde i 2010. Fram til 2010 hadde fangstane auka jamt og meir enn tredobla seg sidan 1997. Etter 2010 har vi tatt ein jamn, kraftig nedgang i fangstane.

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 fangstar (i tonn rundvekt) av breiflabb.

Norwegian catches (tonnes) of anglerfish (*Lophius piscatorius*).

Breiflabb – *Lophius piscatorius* – Anglerfish

Andre namn: Flabb, marulk, ulke, sjødjevel, havtaske og storkjeft

Familie: Lophiidae (breiflabbfamilien)

Gyteområde: Kontinentalskrånga (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 soge inn i gapet på fisken når han opnar kjeften.

Nøkketal:

NORSK FANGSTVERDI 2013: Ca. 80 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 botnen og nyttar havstraumane i samband med nærings- og gytevandring. Den kan treffast i strandsona og vidare nedover i djupe fjordar. Lenger sør i Atlanterhavet er den også vanleg ned til djupner på over 1000 meter. Breiflabben 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 Færøyane, 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.



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 er registrert en oppgang i fangstrate i årene etter, men fangstraten er likevel fortsatt betydelig lavere enn den var for 50 år siden.

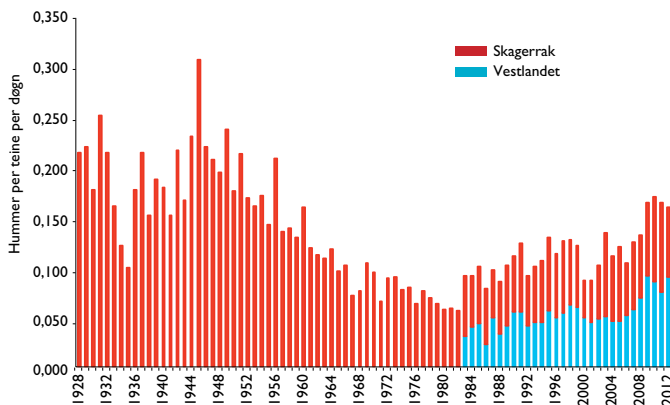
Bestandssituasjonen

Hummerbestanden langs norskekysten overvåkes av Havforskningsinstituttet. Overvåkingen baserer seg på innsamling av fangstdata fra ca. 80 hummerfiskere fra Hvaler til Møre, 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 2012. Fiskeridirektoratet nedsatte i 2013 en arbeidsgruppe som skal evaluere bestandssituasjonen og eventuelt foreslå nye forvaltningstiltak.

I 2007 startet Havforskningsinstituttet et samarbeid med fritidsfiskere for å evaluere effektene av de nye reguleringene i 2008. De siste årene har det kommet inn 200–250 rapporter som gir oss mulighet til å følge utviklingen i hummerfangster på regionnivå. Fangstrapportene viser ingen nevneverdig oppgang i perioden 2008 til 2013. I Agder-fylkene var fangstraten relativt stabil i samme periode. Nye studier i Skagerrak viser at fangstene er 10–14 ganger høyere enn offisielle landinger, og skyldes hovedsakelig at fritidsfisket dominerer fisket.

Små bevaringsområder virker godt

I 2006 fikk hummeren, som første norske art, egne «naturreserverater». Fiskeri- og kystdepartementet opprettet fire bevaringsområder for hummer i Aust-Agder, Vestfold og Østfold. Instituttet gjennomfører årlig prøvofiske i tre av disse, samt i kontrollområder som er åpne for regulært fiske. Kun fiske med stang og snøre er lov i bevaringsområdene, som er 0,5–1 km² store. Etter fire år var forsøksfangstene av hummer i bevaringsområdene 3,5 ganger så store som da studien startet. I tillegg økte gjennomsnittsstørrelsen på hummeren med 13 %. I 2012 ble det også etablert bevaringsområde i Tvedestrand.



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).

Kontaktpersoner: Esben Moland Olsen | esben.moland.olsen@imr.no og Alf Ring Kleiven

Hummer – *Homarus gammarus* – Lobster

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, f.eks. 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 befructede 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 2013:

58 tonn (i 2012: 62 tonn)

VERDI AV HUMMER I 2013: 11,5 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 vandringer 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 hjemmemråder av begrenset størrelse (10–50 000 m²). Bevaringsområder for hummer i Skagerrak har vist god effekt på bestanden innenfor områdene.



Foto: Thomas de Lange/Wenmed

Status og råd

Ifølge ICES er bestanden i god forfatning og vert hausta berekraftig. Gytebestanden er godt over føre-var-nivået. Fiskedøyringsraten har sidan 2001 vore langt under føre-var-nivået, og har det siste året også vore under målet på $F=0,3$ som er spesifisert i forvaltingsplanen vedteken av Noreg og EU. Rekrutteringa har sporadisk vore sterk og har gjeve dominerande årsklasser i fiskeria. Bortsett frå 2005- og 2009-årsklassene som var middels gode, har rekrutteringa dei siste åra vore låg.

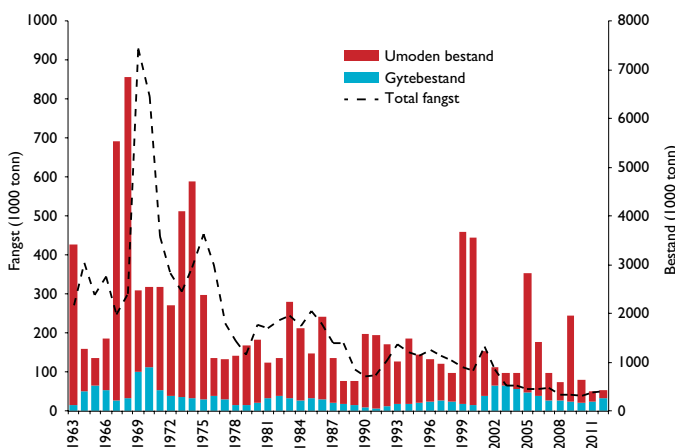
ICES gjev råd i samsvar med forvaltingsplanen som gjev landingar på 40 639 tonn i 2014. Dersom nivået på utkast og bifangst i industrifisket ikkje endrar seg frå dei tre siste åra, impliserer dette ein total fangst på 45 318 tonn.

I forvaltinga vert hyse i Nordsjøen halden åtskilt frå hyse i Skagerrak. 6 % av kvoten kan takast i Skagerrak og 94 % i Nordsjøen. Totalkvotene vert fastsette gjennom årlege forhandlingar mellom EU og Noreg. EU disponerer 77 % og Noreg 23 % av totalkvoten i Nordsjøen. Noreg har vanlegvis disponert litt over 4 % av kvoten som vert avsett til Skagerrak. I 2012 var totalkvoten i Nordsjøen 39 166 tonn og i Skagerrak 2 409 tonn. For 2013 var totalkvoten i Nordsjøen 45 041 tonn, av dette 10 359 tonn til Noreg. Totalkvoten i Skagerrak var 2 770 tonn, av dette 117 tonn til Noreg.

Ifølge forvaltingsplanen bør totalkvoten for 2014 bli på 38 201 tonn i Nordsjøen og 2 438 tonn i Skagerrak.

Fiskeri

Hyse blir hovudsakleg fanga med botntrål og i mindre grad også med snurrevad. Hyse er målart for delar av flåten, men blir også fanga i blandingsfiskeri saman med mellom anna torsk, kviting og krepser.



Bestand og fangst (inkludert utkast og bifangst i industritrål) av hyse i Nordsjøen/Skagerrak.

Stock size and catch (including discards) of haddock in the North Sea and Skagerrak.

NORDSJØEN/SKAGERRAK

Hyse – *Melanogrammus aeglefinus* – Haddock

Familie: Gadidae (torskfamilien)

Andre namn: Kolje

Maks storleik: 60 cm og 4 kg

Levetid: 15 år

Leveområde: Nordsjøen/Skagerrak

Gyteområde: Sentrale Nordsjøen

Gytetidspunkt: Mars–mai

Føde: Botndyr, sildeegg og fisk

Nøkkeltal:

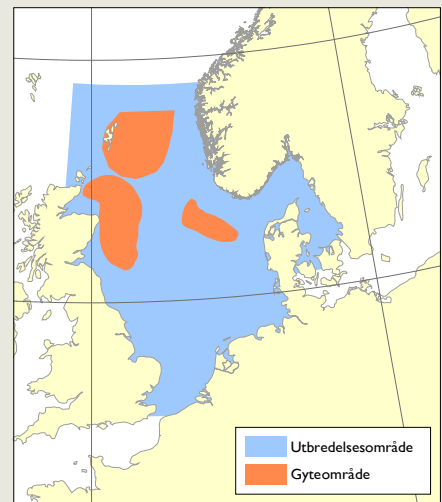
KVOTERÅD 2014: 45 318 tonn (40 639 til konsum)

TOTALKVOTE 2014: Forhandlingar har ikkje funne stad

NORSK KVOTE 2013: 10 359 tonn (Nordsjøen) og 117 tonn (Skagerrak)

TOTALFANGST/NORSK FANGST 2012: 37 561/1 272 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: Ca. 8,6 mill. kroner (Nordsjøen), 2,7 mill. kroner (Skagerrak)



Fakta om bestanden:

Hysa finst på begge sider av Atlanterhavet og er stort sett oppdelt i dei same bestandane som torsk, bortsett frå at det ikkje finst nokon hysbestand i Austersjøen.

Nordsjøhysa gyt i perioden mars–mai i dei sentrale delane av Nordsjøen. Oppvekstområde er kystnære område i Moray Firth, kring Orknøyane og Shetland og langs Eggakanten på ca. 200 meters djup frå Shetland til Skagerrak. Hysa produserer med ujamne mellomrom særst sterke årsklasser som kan dominere fangst og bestand gjennom fleire år.

I motsetning til torsk veks hyse i Nordsjøen mykje seinare enn i Barentshavet. Til trass for dette vert nordsjøhysa tidlegare kjønnsmoden, stort sett når ho er to til tre år gamal.

Hysa er hovudsakleg botndyr som børstemark, muslingar og slangestjerner, men tobis og sildeegg står også på menyen.

Dei siste 50 åra har utbreiinga av nordsjøhysa endra seg. Tidlegare fanst det ganske mykje hysa sør i Nordsjøen, men no lever det meste nord for ei linje mellom Newcastle og Hanstholm.



Status og råd

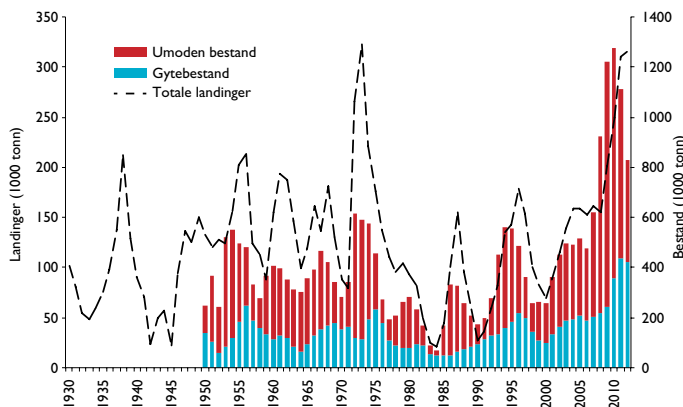
Bestanden av nordøstarktisk hyse er de siste årene beregnet til å være på et historisk høyt nivå. Rekrutteringen har vært høyere eller lik langtidsgjennomsnittet siden 2000. Årsklassene 2004–2006 er alle sterke, mens de påfølgende årsklassene er mindre. Bestanden har historisk variert mye, og er i dag på vei ned fra et historisk toppnivå. 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 og andeler av bestanden som står utenfor dekkede områder i toktene. Likevel vet vi nok til å si at gytebestanden er over langtidsgjennomsnittet. Det ser altså forholdsvis lyst ut de nærmeste årene dersom bestanden forvaltes i henhold til vedtatte regler. I 2013 klassifiserte ICES hysebestanden til å ha god reproduksjonsevne, men beskatningen er for tiden for høy til å være bærekraftig. Ved å redusere fiskepresset kan man utnytte vekstpotensialet bedre.

Kvoterådet for 2014 ble utarbeidet på bakgrunn av den vedtatte høstingsregelen og tilsier at det bør fiskes mindre enn 150 000 tonn hyse. Avtalt kvote for 2014 er satt til 178 500 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 2012 var på 318 000 tonn, mens den rapporterte fangsten var 315 000 tonn. Av dette utgjorde den norske fangsten ca. 160 000 tonn. For 2013 ble totalkvoten satt til 200 000 tonn. Totalfangsten for 2013 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 bunntrål.



Bestand og landinger av nordøstarktisk hyse.
Stock size and landings of Northeast Arctic haddock.

Hyse – *Melanogrammus aeglefinus* – Haddock

Andre navn: Kolje

Familie: Gadidae (torskefamilien)

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 2014: Mindre enn 150 000 tonn

TOTALKVOTE 2014: 178 500 tonn

NORSK KVOTE 2014: 88 115 tonn

SISTE ÅRS FANGST, TOTAL OG NORSK 2013:

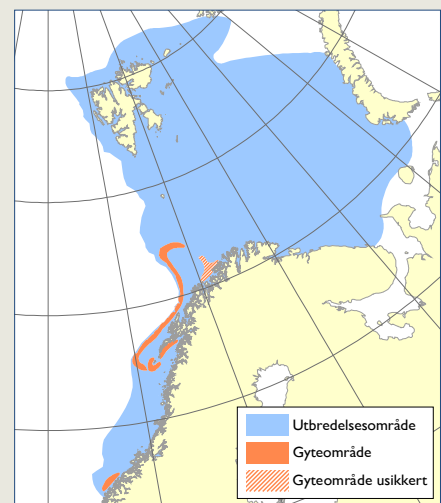
Rapportert totalfangst ikke beregnet,

norsk fangst = ca. 99 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI: Gjennomsnitt for

2001–2012 er 758 millioner kroner,

for 2012 var verdien 1304 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.



Foto: Øivind Strand

Status og råd

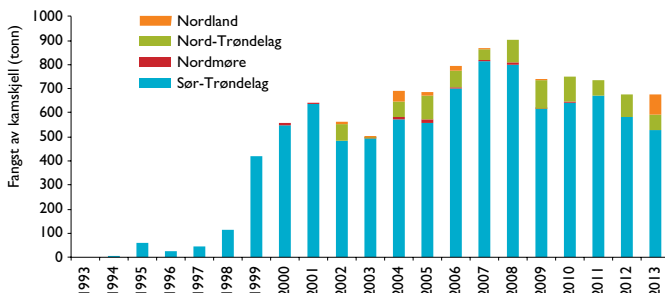
I Norge høstes stort kamskjell kun ved dykking. Kjerneområdet er i Sør-Trøndelag, og totalfangsten var på 678 tonn i 2013, samme fangstmengde som i 2012. Fangstene i Nordland er tilbake med 85 tonn, det dobbelte av toppåret 2004. Viktig kunnskap om reproduksjonsevne og rekruttering har tidligere vært fremskaffet gjennom Havforskningsinstituttets 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 2013 ble det i samarbeid med fangstselskaper bearbeidet 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 kartlegging av større kamskjellforekomster 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.

Med bakgrunn i observasjoner siste tiår 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 2013 var fangstene på til sammen 678 tonn. 80 % 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* – Great scallop

Familie: Pectinidae

Levetid: Over 20 år, 17–18 cm skallhøyde, maks vekt 500–600 gram.

Leveområde: Lever i en fordyppning i bunnsedimentet og delvis dekket av sediment.

Gyteområde og -tid: Gyter i sommerhalvåret. Befrukning fritt i vannmassene hvor larvene utvikler seg og bunnslår etter mer enn én måned.

Føde: Skjellenes føde består av både plante og dyreplankton, bakterier, andre mikroorganismer og dødt organisk materiale.

Nøkkeltall:

FANGST 2013: 678 tonn

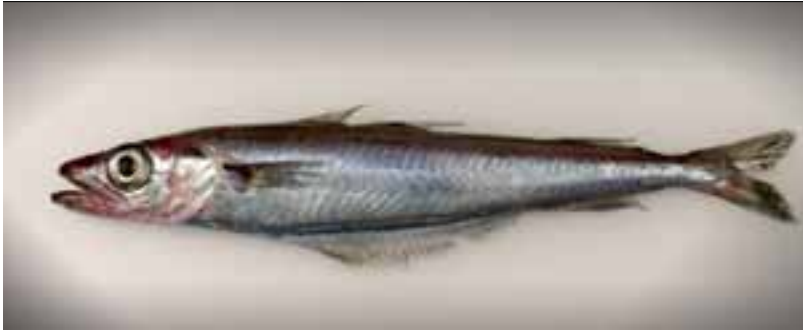


Fakta om bestanden:

Stort kamskjell er utbredt langs kysten av det nordøstlige Atlanterhavet fra Den iberiske halvøy i sør til Lofoten 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 fordyppning 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 bunnsubstratet 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.

Kolmule



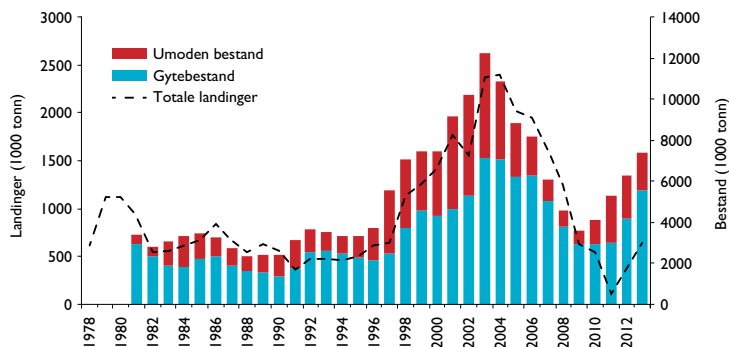
Status og råd

Gytebestanden av kolmule nådde en topp på 7,2 millioner tonn i 2003, og ble kraftig redusert frem til 2010. Denne trenden synes nå å være snudd, og en økning har blitt observert etter dette. Gytebestanden ble beregnet til å være over føre-var-nivået (B_{pa}) på 5,5 millioner tonn tidlig i 2013. All tilgjengelig informasjon tilsier at årsklassene som ble gytt i 2005–2008 er svært svake sammenlignet med de ti foregående årene. Rekrutteringen etter 2008 har vært vesentlig bedre. 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 målsettingene i forvaltningsplanen til å være i tråd med føre-var-tilnærmingen.

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 2013 var 643 000 tonn, og foreløpig statistikk indikerer at dette vil være totalfangsten. Den rapporterte norske fangsten i 2013 var 194 972 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. 34 % 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 landinger av kolmule.

Stock size and landings of blue whiting.

Kolmule – *Micromesistius poutassou* – Blue whiting

Andre 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

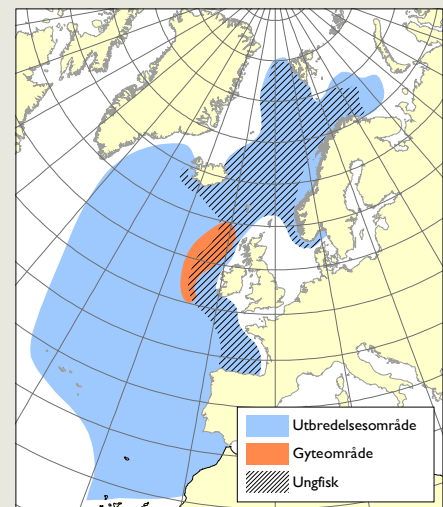
Nøkkeltall:

KVOTERÅD 2014: 949 000 tonn

KVOTE 2013: 643 000 tonn

NORSK FANGST 2013: 194 972 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 277 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 delelinje 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 oppe 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.

Kongekrabbe



Status og råd

Kongekrabbe i norsk sone forvaltes av norske myndigheter. Forvaltningen har to målsetninger: 1) å opprettholde et langsiktig fiskeri innenfor et avgrenset område i Øst-Finnmark, og 2) begrense spredning av kongekrabbe utenfor dette området. Høsten 2013 kartla Havforskningsinstituttet bestanden av kongekrabbe i fjordene mellom Varanger og Porsanger samt de ytre områdene fra 26°Ø til grensen mot Russland.

I bestandsrådgivningen på kongekrabbe benyttes en produksjonsmodell som beregner relativ bestandsstørrelse og utbytte (i tonn) ved forskjellige bestandsstørrelser. Figuren under viser at den relative bestandsstørrelsen av fangstbar hannkrabbe (skjoldlengde > 130 mm) er redusert siden 2004 og ligger nå under nivået som gir høyest langtidsutbytte. Fiskedødeligheten økte fram til 2008, men er redusert den senere tid. En ytterligere nedgang i 2013 er sannsynligvis årsaken til en liten økning i bestandsstørrelsen i 2013. Dagens bestandsnivå er lavt og fiskedødeligheten er høy. Denne situasjonen bidrar til lave kvoter, men samtidig reduseres sjansene for en videre spredning av krabben.

Fiskeri

Kongekrabbe fiskes med teiner, hovedsakelig i fjordene og i kystnært farvann langs Øst-Finnmark. I 2013 deltok 474 fartøyer i det kvoteregulerte fisket. Kvoten var på 900 tonn hannkrabber og fangsten var ca. 1000 tonn. Utenfor det kvoteregulerte området er det fritt fiskeri.

Spredning og økosystemeffekter

Forskningen på økosystemeffekter av kongekrabbe er konsentrert om spredningen og effekter på bunnsfaunaen. Spredningen nordover i Barentshavet er liten, mens det foregår en viss spredning av krabben vestover langs kysten.

Forskning på kongekrabbens effekter 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. Dette gjelder spesielt pigghuder, børstemark og større muslinger. 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 – *Paralithodes camtschaticus* – King crab

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: Bunndyr og alger. Børstemark og små muslinger står øverst på listen over byttedyr.

Kvoteråd 2014: Kvoten bør ikke overstige 900 tonn hannkrabber (som i 2013).

Kvote 2014/15: Kvoten er enda ikke fastsatt.

Fangst 2013: Ca. 1000 tonn.



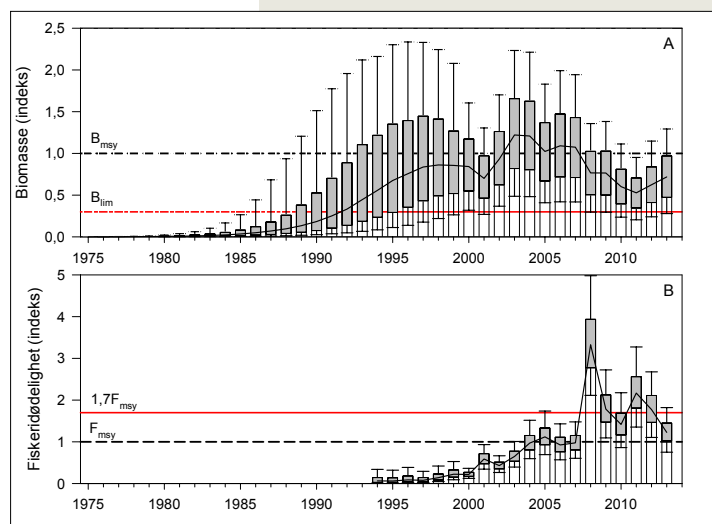
Fakta om bestanden:

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 (1–4 °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.

Utvikling i bestandsstørrelse av hannkongekrabber over fangstbar størrelse i norsk sone 1975–2013 (A), og fiskedødeligheten (B) i samme periode. Stiplede horisontale linjer angir biologiske referansepunkter som benyttes i rådgivningen. Vertikale linjer angir variasjonen i estimatene (95 % konfidensintervall) og vertikale søyler er interkvartiler (25–75 %). Heltrukken linje angir medianen.

Development in relative stock size of legal male king crabs in Norwegian waters 1975–2013. Horizontal stipled lines indicate biological reference points related to the assessment of the crab stock. Vertical lines indicate variation in estimates (95 % CI) and vertical bars are interquartiles (25–75 %). Solid line show median of estimates.



Kontaktperson: Jan H. Sundet | jan.h.sundet@imr.no



Foto: Kjetil Mørstvedt

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 lite benyttet. For områdene 48.1–48.4 er det satt en tiltaksgrense 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. Det drives i dag olympisk fiske hvor kvoten ikke deles mellom de enkelte fiskerinasjonene, men alt fiske stanses når kvoten er fylt.

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 Havforskningsinstituttets AKES-prosjekt (2008–2011). I forvaltningssystemet er det viktig å kartlegge krillens utbredelse, mengde og demografi i ulike habitat. Etablering og opprettholdelse av slike datatidsserier er uvurderlig for å kunne forstå fysiske og biologiske faktorer påvirkningsevne samt kunne predikere framtidige endringer i krillens populasjonsdynamikk. Det er nå 14 år siden krillbestanden i dagens fiskeriområder sist ble mengdemålt på slik stor skala, og det er på høy tid å gjenta dette.

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 tre årene Havforskningsinstituttet har undersøkt krillmengdene rundt Sør-Orknøyene er biomassen beregnet til 8 millioner tonn i 2011 og 21 millioner tonn i 2012. I 2013-sesongen var store deler av havområdet rundt Sør-Orknøyene dekket av flerårig pakkis. Det ble dermed vanskelig å komme til med båt for å gjøre målinger av totalmengden krill i området som var sammenlignbare med tallene fra tidligere sesonger. I dette arbeidet får vi stor hjelp av de norske krillrederiene som stiller et fiskefartøy gratis til disposisjon for denne årlige vitenskapelige undersøkelsen.

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 tre fartøyer i fisket i 2012/13-sesongen og var den største aktøren med 128 856 tonn, deretter fulgte Sør-Korea med 43 794 tonn og Kina med 31 944 tonn (figur). Av krillen blir det hovedsakelig produsert mel og olje, som i sin tur går til fiskefôr, kosttilskudd, kosmetikk og medisiner.

Antarktisk krill – *Euphausia superba* – Krill

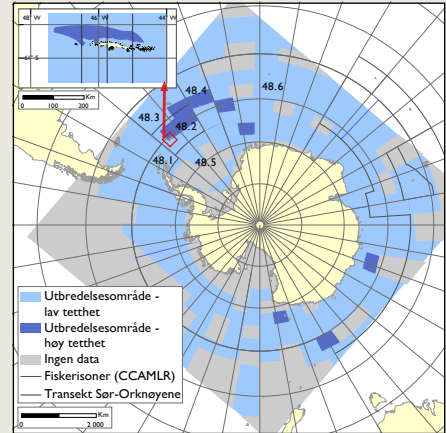
Maks størrelse: 6 cm og 2 gram

Levetid: 6–7 år

Leveområde: Finnes i de kalde vannmassene sør for Polarfronten i Sørishavet, som omgir det antarktiske kontinent.

Gytemråde og -tidspunkt: Øvre vannmasser i perioden november–mars.

Føde: Plante- og dyreplankton.



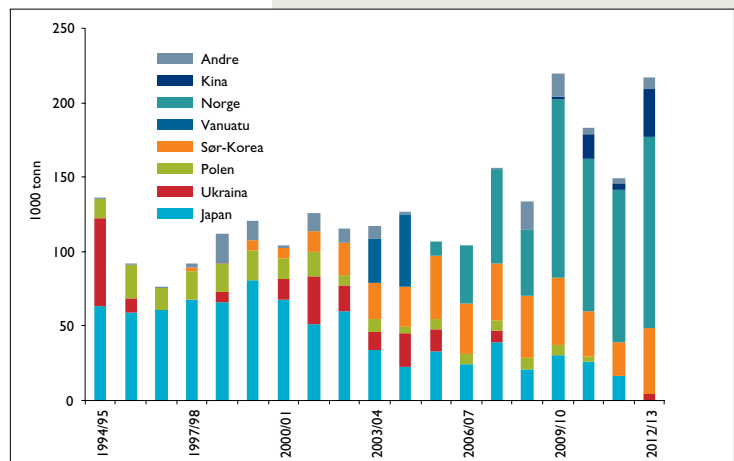
Grenser for CCAMLRs statistiske rapporteringsområder i Sørishavet.
Boundaries of the CCAMLRs Statistical Reporting Areas in the Southern Ocean.

Fakta om bestanden:

Store deler av økosystemet i Sørishavet omtales som krillsentrert. Antarktisk krill er en viktig matkilde både for fisk, sjøpattedyr og sjøfugl.

I isfrie områder observeres de vanligvis i store stimer ned til 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 krillstimer vanligvis opptrer med fire ulike 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 en lagt mer vekt på å kartlegge krillforekomster på dypere vann. Den tradisjonelle oppfatning har vært at dypet ikke er et spesielt egnet habitat for krill, men med hjelp av nye metoder og teknologi, ser man at betydelige mengder oppholder seg også på dypt vann, særlig ved bunnen.

Fastis er et viktig habitat, spesielt for yngre krillstadier som finner føde og beskyttelse mot predatorer under isen.



Sesongmessig fangst av antarktisk krill.
Annual catch of Antarctic krill.



Status og råd

Kveite fiskes over store deler av Nord-Atlanteren, og informasjon om bestandens utbredelse og størrelse kommer fra fiskeriene. Kommersielle fangster nord for 62°N økte gjennomsnittlig med 20 % hvert år de siste ti årene fram til 2008, sank litt i 2009, økte igjen i perioden 2010–2012, men gikk litt ned i 2013. Fangstene i sør er fortsatt lave, men økte jevnt i perioden 2003–2009 for så å avta noe i 2010. I perioden etterpå har fangsten vært stabil (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.

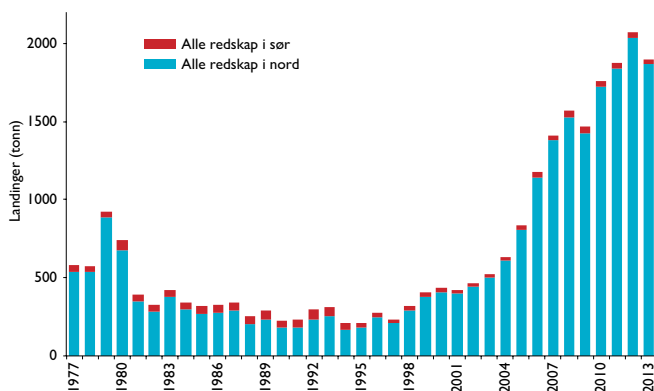
Havforskningsinstituttets årlige kysttokt gir en indikasjon på utviklingen til den yngre delen av bestanden nord for 62°N. Både utbredelse og antall kveiter økte frem til 2007, gikk noe ned fra 2007 til 2008, og har deretter økt igjen.

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.



Landinger av kveite i nord og sør.

Halibut landings in northern and southern areas.

Atlantisk kveite – *Hippoglossus hippoglossus* – Halibut

Andre navn: Hellefisk, helleflyndre, kvitkveite

Familie: Pleuronectidae (flyndrefamilien)

Maksimal størrelse: Hunnene: over 3,5 m og nærmere 350 kilo. Hannene: opptil 50 kilo.

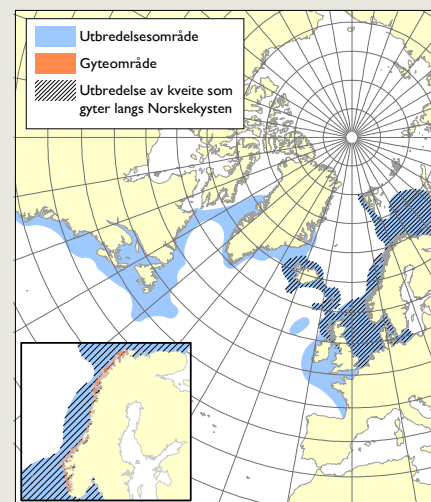
Levetid: Opptil 60 år. Hunnene blir betydelig eldre enn hannene.

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 rovfish 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 gytegrøpene 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 gytegrøper, 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/populasjonens 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).



Foto: Jan de Lange

Status og råd

ICES har ikkje kunnskap til å vurdere gytebestand og effekt av fiske i høve til føre-var-nivå. Gytebestanden har vore over grensenivået B_{lim} , men har vore under gjennomsnittet sidan 2003, medan fiskedøyringsraten har gått ned sidan 2006. Rekrutteringa har vore langt under gjennomsnittet sidan 2003.

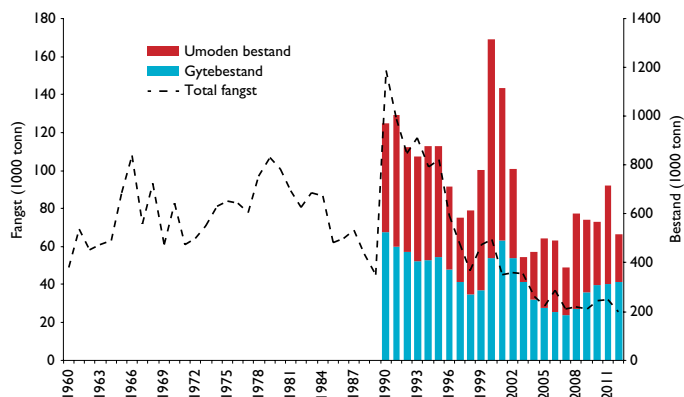
Ein forvaltingsplan mellom Noreg og EU har teke inn ei revurdering av naturleg døyringsrate, slik at fiskedøyringsraten no må vere 0,15 dersom den skal vere føre var så lenge rekrutteringa held seg på eit medels eller lågt nivå. Basert på slike føresetnader gjev ICES no eit råd om at totale landingar ikkje må overstige 16 092 tonn i Nordsjøen. Nordsjøen og Den austlege engelske kanal vert forvalta kvar for seg. Ein reknar med ei total fiskedøying av landingar lik $F=0,14$ i 2014.

Av totalkvoten i Nordsjøen disponerer EU 90 % og Noreg 10 %. For 2013 var kvoten 18 932 tonn, av dette gjekk 1 893 tonn til Noreg. I 2012 var totalkvoten i Nordsjøen 17 056 tonn. Det vart landa ca. 13 000 tonn, og utkastet er berekna til ca. 6 000 tonn. Noreg fiska berre 93 tonn.

Kviting i Skagerrak vert handsama som ein egen bestand, men det er ingen bestandsberekningar, og ICES tilrår ei kvote i Skagerrak/Kattegat på 500 tonn basert på ICES sine retningslinjer for datafattige bestandar.

Fiskeri

Kviting blir fiska i blanda fiskeri der mållartane enten er torsk og hyse, flatfisk eller kreps, og som bifangst i industritrålfisket. Bifangst av kviting har minka i industritrål- og krepsfisket på grunn av at meir selektive reiskapar har kome i bruk.

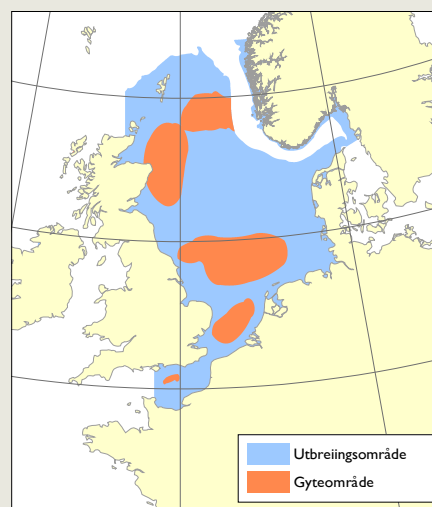


Bestand og fangst av kviting i Nordsjøen.
Stock size and total catch of whiting in the North Sea.

Kviting – *Merlangius merlangus* – Whiting
Familie: Gadidae (torskfamilien)
Andre namn: Blege, bleike, hvitting
Maks storleik: 55 cm og 1,5 kg
Levetid: 12 år
Leveområde: Nordsjøen og Skagerrak
Gyteområde: Hele Nordsjøen
Gytetidspunkt: Januar–juli
Føde: Fisk

Nøkkeltal:

KVOTERÅD 2014: 16 092 tonn i Nordsjøen, 500 tonn i Skagerrak
 TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (NORDSJØEN) 2014: Forhandlingane er ikkje gjennomførde enno
 TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (NORDSJØEN) 2013: 18 932 tonn / 1 893 tonn / (SKAGERRAK): 1050 tonn / 19 tonn
 TOTALFANGST/NORSK FANGST 2012: 12 929 tonn / 93 tonn
 NORSK FANGSTVERDI 2012: 359 000 kr i Nordsjøen, 104 000 kr i Skagerrak



Fakta om bestanden:

Kvitingen er utbreidd i Aust-Atlanteren frå Gibraltar til Island og det søraustlege Barentshavet. Den finst langsetter heile norskekysten, men er mest vanleg nord til Stad. Kvitingen er vanlegvis ved botnen på 10–200 meters djup, men er også høgare i vassøyla.

Gyteperioden til kviting er lang. I sørlege del av Nordsjøen startar den allereie i januar, og egg og larvar er funne så seint som i september i den nordlege delen. Yngelen er pelagisk noko lengre enn yngel av torsk og hyse. Kvitingen vert kjønnsmoden når han er to år gammal.

Kvitingen er typisk fisk, og er ein av dei viktigaste predatorane i Nordsjøen. Han tek i hovudsak sild, augepål og tobis, men også ein del yngel av torsk, hyse og kviting.



Status og råd

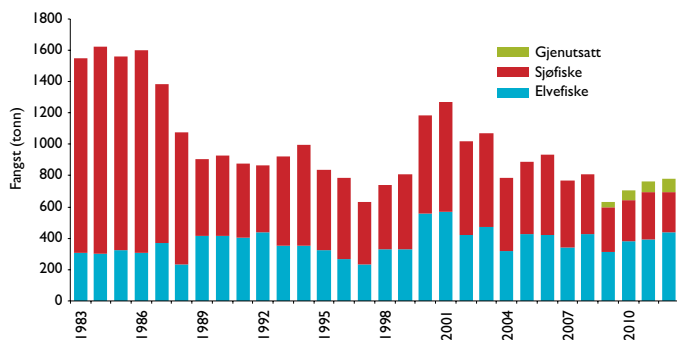
Laks er naturlig oppdelt i en rekke enkeltbestander, i hovedsak regner man med at det er én eller flere bestander i hvert vassdrag. ICES' arbeidsgruppe for atlantisk laks vurderer bestandsutviklingen i hele laksens utbredelsesområde, unntatt i Østersjøen. Bestandsestimaterne viser en nedadgående trend 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 2013 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 Miljødirektoratet. 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 krokgarn. 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 fiskerierne 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 krokgarn i Finnmark) langs kysten fra Vestlandet og nordover, er det først og fremst i Troms og Finnmark at dette fisket har stor betydning. I 2012 ble det fanget 255 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.

Laks – *Salmo salar* L. – Atlantic salmon

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 Atlanterhav.

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 2012: Ca. 172 000 individer, med en samlet vekt på 696 tonn. I 2012 ble det rapportert at det ble fanget og sluppet i overkant av 18 600 laks, svarende til ca. 85 tonn.

INNSIG 2012: Anslått til at rundt 525 000 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 gytningen 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.

Leppefisk



Status og råd

I norske farvann er det seks arter av leppesfisk. Bergnebb og grønnlylt er de mest tallrike. Berglylt, graslylt 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 leppesfiskene vanlige i tang- og tarebeltet, om vinteren trekker de dypere.

Leppesfiskene, særlig bergnebb, grønnlylt og berglylt, blir brukt til å fjerne lakselus fra laks i oppdrett. I Norge startet målrettet fiske etter bergnebb i 1988. Bruken av leppesfisk 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 leppesfisk tatt seg kraftig opp de siste årene, og har nå passert 14 millioner i antall og 140 millioner kroner i verdi til fisker (figur). Dette inkluderer import fra Sverige og et mindre kvantum oppdrettet berglylt.

All fangst av leppesfisk skal rapporteres til Fiskeridirektoratet. Offisiell statistikk viser at årlig oppfisket og omsatt kvantum har passert 600 tonn. Berglylta har vist seg å være en effektiv luseplukker, og er aktiv ved lavere temperaturer enn de andre artene.

Havforskningsinstituttet har etablert et nettverk av leppesfisk-fiskere langs kysten fra Hvaler til Flatanger. Disse rapporterer daglig all fangst fordelt på art, både beholdt fangst og gjenutsatt levende leppesfisk under markedsstørrelse, pluss 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 forflytning (migrasjon) og liten spredning av yngel gjør at leppesfiskene sannsynligvis er oppdelt i mange små lokale bestander. Transport av leppesfisk mellom områder kan ha negative effekter (sykdom, genetik), derfor anbefales størst mulig bruk av lokal leppesfisk. Det bør være krav til maskestørrelse i merdene relatert til arter og minstemål for disse.

Undersøkelser viser at artssammensetningen er signifikant forskjellig mellom undersøkte lokaliteter, noe som tyder på at de ulike artene har ulike habitatpreferanse. Det har også blitt observert endringer i artssammensetning på lokaliteter gjennom sesongen. Spesielt graslylta har vist store variasjoner i fangstene.

Små lokale bestander gjør det vanskeligere å anslå størrelsen på hver enkelt bestand, og dermed effekten av fiske. Foreløpige resultat fra referansefiskerne viser ennå ingen klar nedgang i fangstratene langs kysten, bortsett fra en nedgang i ytre deler av Midt- og Sunnhordland som må følges nøyer.

Enkelte lokale bestander kan være utfisket samtidig som andre nærliggende bestander kan være nærmest upåvirket av fiske. De enkelte leppesfiskbestandene er avhengig av lokal rekruttering og individuell vekst. Siden flere av artene (bl.a. berglylt) skifter kjønn, blir rekrutteringen i stor grad bestemt av alders- og kjønnssammensetningen. Instituttet anbefaler at man er føre var i utøvelsen av fisket ved at det ikke åpnes for hovedgyltingen er over for de ulike artene. Dersom fiske etter berglylt, som er tidligst ferdig med gyltingen, tillates mens de andre artene gyter, må det benyttes flukttåpninger i redskapen som hindrer fangst av disse. Det vises for øvrig til Fiskeridirektoratets rapport fra arbeidsgruppe om bærekraftig bruk og uttak av leppesfisk.

Leppesfisk – Wrasses

Familie: Labridae (piggfinnefiskfamilien)

Ca. 500 arter i familien. I norske farvann er fem av dem tallrike:

Berglylt (*Labrus bergylta*)

Bergnebb (*Ctenolabrus rupestris*)

Blåstål og rødnebb (*Labrus bimaculatus*)

Graslylt (*Centrolabrus exoletus*)

Grønnlylt (*Symphodus melops*)

Leveområde: Varmekjære fisker som er mest tallrike på Skagerrakkysten og på Vestlandet, men noen går nordover til Lofoten. Leppesfiskene 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, grønnlylt og berglylt 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).

Nøkkel tall:

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 og 25 år.

Grønnlylt 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 grønnlylt den mest tallrike av leppesfiskene. Den lever i fjæra og ned til ca. 30 meters dyp. Grønnlylt 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.

Berglylt 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. Berglylt 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, 3,5 kilo og 25 år. Berglylten 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.

Leppefisk



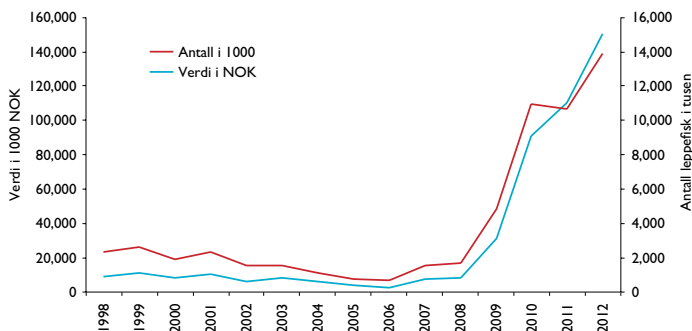
De enkelte artene

Bergnebb er den minste, men vanligste av leppefiskene våre. En mørk flekk øverst på haleroten og en lang fremme på ryggen er gode kjennetegn. På norskekysten forekommer bergnebb 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.

Berggyllt 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. Berggyllt 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. Berggyllten 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. Berggyllta har vist seg å være en effektiv luseplukker, og er aktiv ved lavere temperaturer enn de andre artene.

Grønngyllt og **grasgyllt** kan forveksles med små berggyllter, men skiller lett fra berggyllt på gjellelokket. Mens berggyllt har marmorering, har grasgyllt og grønngyllt parallelle striper på gjellelokket. Grønngyllt kjennetegnes for øvrig ved en nyreformet, mørk flekk like bak øyet og en svart flekk på haleroten like under sidelinjen. Grasgyllt kan ha et mørkt bånd over sporden, men har ikke karakteristiske flekker. Den kan artsbestemmes ved bruk av antall finnestråler. Ofte vil grasgyllta være dekket av lyseblå bånd. Begge disse artene er vanlige på Vestlandet, og finnes nordover til Trondheimsfjorden. Grønngylltas føde består for det meste av ulike små krepsdyr og muslinger. Grasgyllt minner mye om grønngyllt i levevis, men den er langt mindre tallrik.

Blåstål og **rødnebb** ble lenge betraktet som to arter. Yngelen utvikler seg til å bli hunner, som kalles rødnebb. De er rødoransje med tre svarte flekker i overgangen mellom bakre del av ryggen 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.



Antall og verdi av leppefisk brukt som rensfisk 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 (i kg).

Kilde: Fiskeridirektoratet (oppdaterte tall per 03.02.14).

Reported catch of cleaner fish.

ART	KG 2012	KG 2013
Berggyllt	1 18 387	152 337
Bergnebb	181 224	229 498
Grasgyllt	9 008	5 340
Grønngyllt	225 355	225 847
Annen leppefisk	349	40
Totalt	534 323	613 062

Lodde



Foto: Jan de Lange

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 2014 vart sett til 65 000 tonn, ein nedgang på 135 000 tonn i høve til vinteren 2013. 200 tonn er sett av til forskingsføremål, mot 10 000 tonn i tidlegare år.

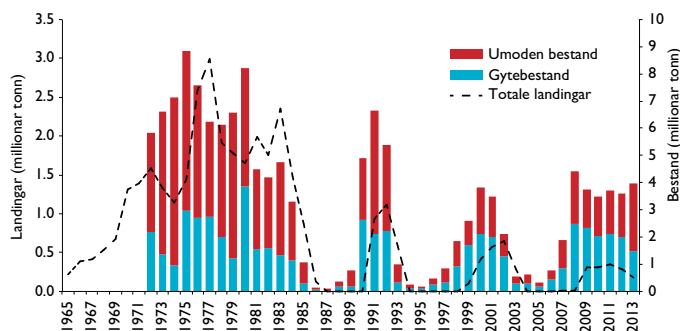
Sidan systematiske målingar av bestanden tok til i 1972 har det vore tre bestandssamanbrot. Samanbrota er knytte til dei store årsklassane 1983, 1998–1999, 2002 og 2004 av norsk vårgytande sild i Barentshavet. Rekrutteringa til loddebestanden, målt om hausten som 0-gruppe og 1-gruppe, har vore god dei siste åra. Den siste sterke årsklassen av norsk vårgytande sild (2004) er ute av Barentshavet, og rekrutteringsutsiktene for lodda dei næraste åra er gode. Det har vore auka beiting av lodde frå torskebestanden, som har vore i vekst dei seinaste åra.

Bestandsmålinga i september 2013 resulterte i eit overslag over totalmengda på 4 millionar tonn, der om lag 1,5 millionar tonn var modnande fisk som, etter å ha blitt redusert av fiske og beiting frå torsk, vil gyta våren 2013. 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 2013 er gytebestanden rekna ut til å verta 430 000 tonn dersom heile kvoten på 65 000 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 landinger av lodde i Barentshavet.

Stock size and landings of capelin in the Barents Sea.

ARENTSHAVET

Lodde – *Mallotus villosus* – Capelin

Andre 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

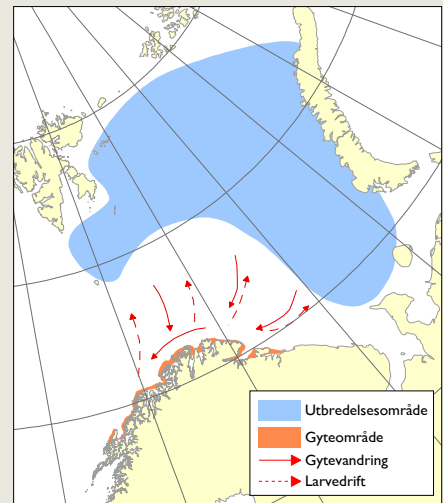
Føde: Plankton

Særtrekk: Namnet har lodda fått fordi hannen får ei stripe av hårete skjel langs sida i gytetida

Nøkkeltal:

SISTE ÅRS KVOTE: Totalkvoten var på 200 000 tonn, av dette 10 000 tonn forskingsfangst

SISTE ÅRS FANGST: Totalfangsten er på 177 000 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 halvkuila. Dei viktigaste held til ved Island, ved Newfoundland og i Beringhavet. Bestanden i Barentshavet er jamt over den største. Lodda lever som stimpfisk 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 et torsken mykje lodde, men også grønlandssel, ulike kvalartar, sjøfugl og annan fisk har lodde på menyen.

Dei fleste individa dør etter å ha gytt første gongen, vanlegvis når dei er fire år gamle.

Lodda beitlar 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 vandringsane er påverka både av storleiken på bestanden og av klimaet i Barentshavet.

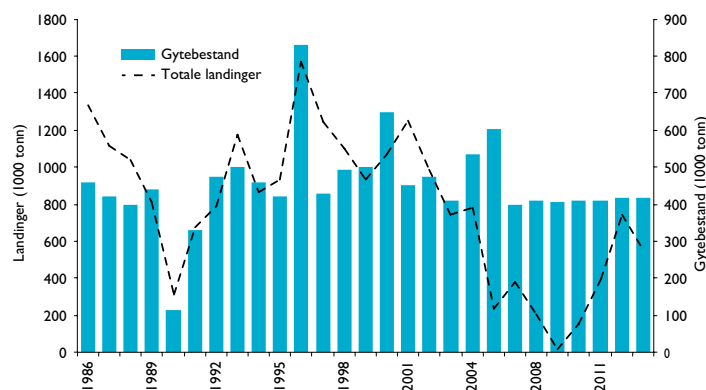


Status og råd

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 fiskesesongen, 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 kvote for 2014. Etter et tokt høsten 2013 har Island satt en foreløpig kvote på 160 000 tonn for vintersesongen 2014. Undersøkelser av loddeinnsiget i januar/februar 2014 ga ikke grunn til endringer i rådet.

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.



Bestand og landinger 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.

Lodde – *Mallotus villosus* – Capelin

Andre 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:

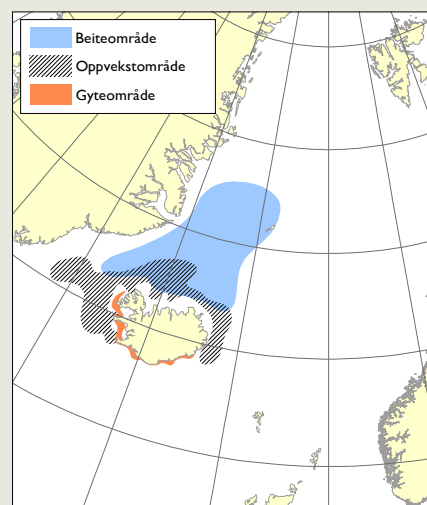
KVOTERÅD 2013/2014: Foreløpig kvote er 160 000 tonn

KVOTE 2012/2013: 570 000 tonn

TOTALFANGST 2012/2013: 551 000 tonn,

norsk andel: 40 603 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2013: 110 mill. kroner



Fakta om bestanden:

Gyteområdene til denne bestanden finnes på sør- og vestkysten av Island, mens oppvekstområdene 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. Torskebestanden er svært avhengig av lodda for vekst og reproduksjon.

Lysing

Foto: Øystein Paulsen



Status og råd

Lysing i Nordsjøen og Skagerrak/Kattegat er forvaltet som del av den "nordlige" lysingbestanden, som dekker områdene fra nord for Biscayabukten, vest for Irland og hele Nordsjøen (sør for 62°nord). Lysing langs norskekysten nord for 62° er ikke del av dette forvaltningsområdet.

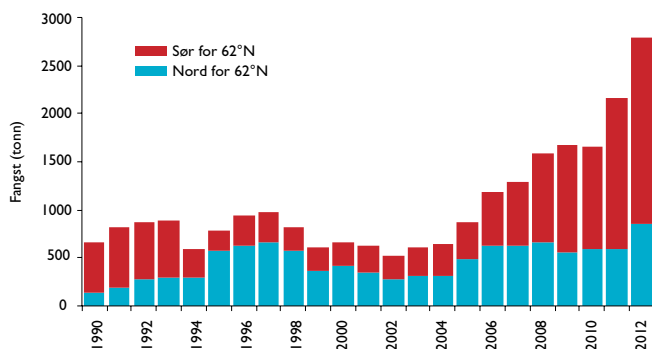
Totale fangster av "nordlig" lysing i 2012 var 89 800 tonn, mens anbefalt kvote fra ICES i 2013 var 55 145 tonn. For 2014 anbefaler ICES en kvote på 81 846 tonn, som er en økning på 49 % fra fjoråret. Gjennomsnittlig fiskedødelighet fra de siste tre år er estimert til 0,24 (F_{MSY}), og ut fra den er det ventet at gytebestanden skal øke til over 333 000 tonn i 2015. Gytebestanden har økt siden 2006, og var i 2013 estimert til 260 000 tonn. Rekrutteringen har vært lav i perioden 2008 til 2011, og etter et rekordhøyt estimat i 2012, ser den nå ut til å ha dalt til 2011-nivå.

Fiskeri

Den norske totalfangsten av lysing i 2012 var på ca. 2 900 tonn. Det er 600 tonn mer enn året før. Siden 2004 har fangstene stadig økt og er nå mer enn firedoblet siden årtusenskiftet.

Historisk sett blir mer enn 60 % av den årlige lysingfangsten gjort med settegarn og bunntål, mens resten blir fisket med reketål og udefinert garn. Men siden 2010 er andelen av fangst fra bunntålfiskeriet nesten tredoblet, spesielt i områder sør for Stad. Fangstene med bunntål utgjorde mer enn 60 % av totalfangsten i 2012.

Langs kysten av Møre og Romsdal er lysing fisket med udefinert garn, settegarn og de siste to år også med bunntål, hvor det siden 2004 årlig er tatt mellom 400 og 700 tonn fisk. Utenfor kysten av Hordaland har fangsten økt fra ca. 100 tonn i 2007 til nesten 500 tonn i 2011, mens den i Nordsjøen har økt fra ca. 116 tonn i 2010 til over 700 tonn i 2012. Mer enn 90 % av fisken her blir tatt med bunntål.



Norske lysing fangst (i tonn rundvekt).

Norwegian catches (tonnes) of European hake.

Lysing – *Merluccius merluccius* – Hake

Andre navn: Svartkjeft eller kolkjeft

Familie: Merlucciidae (lysingfamilien)

Maks størrelse: 140 cm

Levetid: 12 år

Gyteområde: Vest for England og Frankrike langs 200 m dybdekote, på sokkelen vest for Irland, i norske fjorder og nordlige delen av Nordsjøen

Føde: Fisk, reke og krill

Nøkeltall:

KVOTERÅD 2014: 81 846 tonn (hele nordlige bestand); ICES-område II, III og IV: 3 596 tonn

KVOTE 2013: Ingen norsk kvote

NORSK FANGST 2012: 2 900 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 24,3 millioner kroner



Fakta om bestanden:

Utbredelsen av lysing strekker seg fra Mauritania (Nord-Afrika) nordover til Island og østover til Nord-Norge, og inkluderer Middelhavet og Nordsjøen. Lysing er en bunnfisk som på dagtid oppholder seg på mellom 50 og 600 meters dybde, men kan også ha en døgnvandringsadferd og svømme opp i vannsøylen om natten for å beite. Lysing er stort sett en predator på forskjellige pelagiske fiskearter (makrell, kolmule og ansjos) og mesopelagisk nekton (laksesild, lysprikkfisk, reker og krill). Analyser av mageinnhold har også påvist at lysing spiser lysing, men graden av kannibalisme er avhengig av område og størrelse. Genetiske analyser viser at lysing i Nordsjøen til en viss grad er forskjellig fra lysing vest for Skottland og sørøver, og fra lysing i Middelhavet. Mens lysing langs den spanske nordkysten og i Biscayabukten gyter hele året (hovedsakelig fra januar til juni), gyter lysing i norske farvann og i Nordsjøen med stor sannsynlighet mellom juli og oktober. De siste årene er det observert en økning i tettheten av lysing i Nordsjøen, nord for Skottland og vest for Irland. Det er usikkert hvorvidt dette skyldes at mer lysing har vandret inn i disse områdene, en lavere fiskedødelighet, eller om den har fått mer oppmerksomhet som fiskeriobjekt. Aldersbestemming av lysing er vanskelig på grunn av blant annet falske årssoner assosiert med forandringer i miljøet og utydelig otolithtkjerne, og merkeforsøk med gjenfangster har påvist at lysing vokser mye raskere enn tidligere antatt. Med sitt hvite og faste kjøtt er lysing en ettertraktet matfisk, spesielt i Europa, der Spania har den største markedsandelen foran Portugal, Frankrike og Italia.

Kontaktperson: Arved Staby | arved.staby@imr.no



Status og råd

Basert på utviklingen av landingsnivået i 2010–2012, tilrår ICES at landingen av makrell ikke overstiger 889 886 tonn i 2014. ICES har forkastet den tradisjonelle analysemodellen for makrell, derfor er ikke gytebestandsnivået og fiskedødeligheten kjent. Det er knyttet stor usikkerhet til fangstdata, spesielt til perioden før 2005.

Det arbeides med å komme fram til ny bestandsberegningsmodell, metoder og nye tidsserier for bestandsestimater og historisk fangststatistikk. Dette ble behandlet på et såkalt benchmark-møte i ICES 17.–21. februar 2014. Her ble det besluttet å anvende en ny bestandsberegningsmodell (SAM) og inkludere nye vitenskapelige tidsserier for mengdemåling av makrellbestanden fra både swept-area-trålundersøkelsene i Norskehavet og merke-gjenfangst-metoden. Endelig rapport og nytt vitenskapelig grunnlag for fremtidig rådgivning av makrellbestanden vil bli offentliggjort av ICES rundt 15. mai 2014.

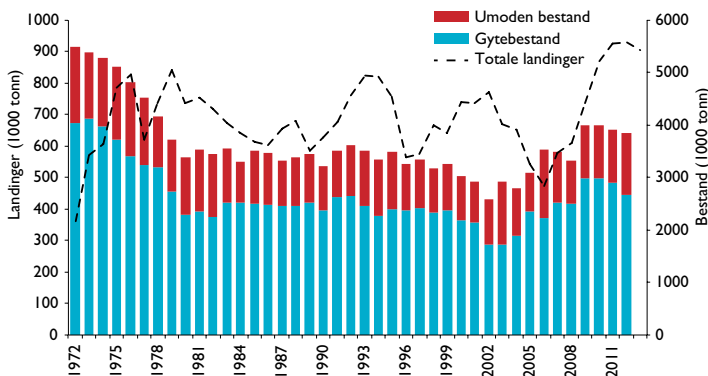
De senere år har bestanden vist positiv utvikling i rekrutteringen. Årsklassene 2005 og 2006 er de mest tallrike som er målt gjennom hele tidsserien, tett fulgt av 2002-årsklassen. Også årsklassene 2007 og 2008 er over gjennomsnittet. Spesielt 2010-årsklassen ser veldig sterk ut fra makrellkartleggingen på økosystemtoktet i Norskehavet i juli–august 2013.

Økt kontroll har avdekket at tapet av makrell i fiskeriene kan være langt større enn fangststatistikken forteller på grunn av utkast, slipping m.v. Det er ventet at dette tapet er redusert etter 2005, men her trenger vi oppdaterte tall og bedre kvantitative estimater.

Det ble 12. mars 2014 inngått en femårig trepartsavtale mellom Norge, EU og Færøene om forvaltning av den nordøstatlantiske makrellbestanden. Norge og EU ble samtidig enige om en bilateral avtale for 2014. Norges makrellkvote er satt til 279 115 tonn for 2014.

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 2012 fisket Norge 181 095 tonn. Tall for 2013 gav norsk fangst på 164 700 tonn. Makrellen vandret langt nord også i 2013, og det ble fisket brukbart i Nord-Norge om sommeren. I september 2013 ble det fanget makrell helt nord til Isfjorden ved Svalbard, som er ny nordlig rekord for makrellutbredelse. Andre store aktører i fisket er Storbritannia, Nederland, Irland, Russland, Danmark og Spania. Det ble fanget hele 53 000 tonn makrell i grønlandsk farvann (Irmingerhavet) i 2013, fra en beskjeden start sommeren 2011.



Bestand og landing av nordøstatlantisk makrell.

Stock size and landings of Northeast Atlantic mackerel.

Kontaktperson: Leif Nøttestad | leif.nottestad@imr.no

NORDØSTATLANTISK MAKRELL

Makrell – *Scomber scombrus* – Mackerel

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

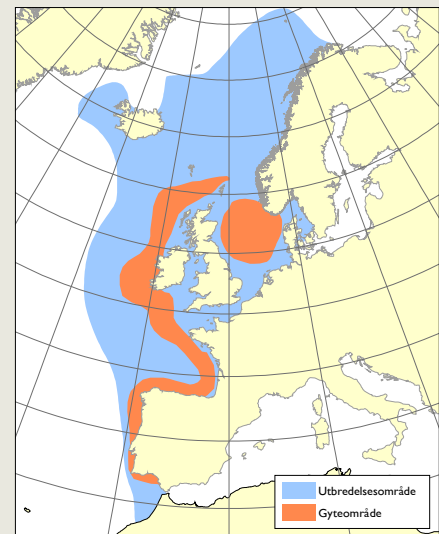
Nøkkeltall:

KVOTE 2014: 279 115 tonn

KVOTE 2013: Totalkvoten ble ikke besluttet på grunn av uenighet ved de internasjonale kyststatsforhandlingene på nordøstatlantisk makrell.

NORSK FANGSTVERDI 2013: 1 458 millioner kroner

NORSK EKSPORTVERDI 2013: 2 630 millioner kroner



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. 75°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 ut 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 slutt 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 mengden. Bestanden viser nå gjentatte positive tegn til gjenoppbygging, men er fremdeles kun om lag 30 % av den historiske størrelsen. Vitenskapskomiteen i Den atlantiske tunfiskkommisjonen (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 med 60 % sannsynlighet for å oppnå en gjenoppbygging av makrellstørje i østlige Atlanterhavet og Middelhavet innen 2022. Basert på oppdatert bestandsestimert for makrellstørje i 2013, ble totalkvoten ved konsensus blant 48 medlemmer under ICCATs kommisjonsmøte i november 2013 besluttet å settes til 13 400 tonn. Det potensielle langtidsutbyttet for østlig makrellstørje er estimert til om lag 50 000 tonn årlig. På tross av forbedringer i datamengde og -kvalitet de siste få årene, gjenstår det betydelige databegrensninger i de siste bestandsberegningene på østlig makrellstørje fra 2013. 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 og 61 000 tonn per år basert på antall fartøyer som opererer i Middelhavet. ICCAT har kun fulgt den vitenskapelige rådgivningen de fire 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. Makrellstørja ble hovedsakelig tatt med snurpenot langs hele kysten fra Oslofjorden til Varangerfjorden, men med et klart tyngdepunkt på Vestlandet, spesielt utenfor 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 stor størje ble fanget med line ved Island høsten 2012. Norge har siden 2008 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. På grunn av vitenskapelig dokumentert bedring i bestandsutviklingen vil Norge fra 2014 gjenåpne fiske etter makrellstørje i norsk økonomisk sone (NØS). Norges kvote vil være 30,97 tonn makrellstørje for 2014.

Makrellstørja fiskes hovedsakelig med snurpenot og line, men også med stang, drivgam og fiskefeller. Makrellstørje 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 utrolige 10 millioner norske kroner.

ØSTLIGE ATLANTERHAVET OG MIDDELHAVET

Makrellstørje – *Thunnus thynnus* – Bluefin tuna

Familie: Scombridae (makrellfamilien)

Gyteområde: Østlig makrellstørje gyter i varme farvann (> 24 °C) på spesifikke og avgrensede lokaliteter i Middelhavet rundt Balearene, Sicilia, Malta, Kypros og i libyske farvann.

Oppvekstområde: Middelhavet, kysten av Portugal og Biscaya

Maks størrelse: > 3 m og større enn 500 kg

Levetid: 20–30 år

Føde: Krepssdyr, småfisk og blekksprut som ung, deretter stimfisk som makrell, sild, ansjos, tobis og brisling som voksne.

Nøkeltall:

KVOTE 2014: 30,97 tonn

KVOTE 2013: –

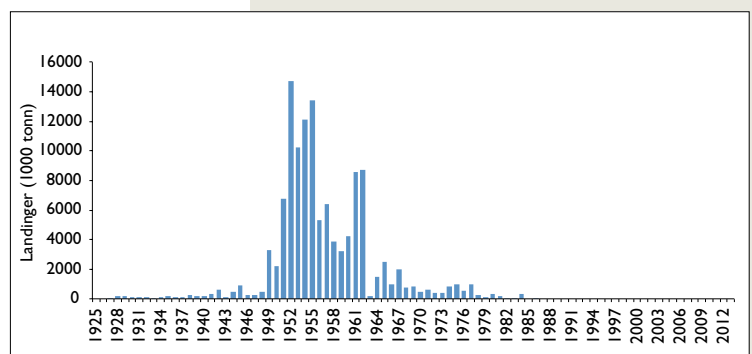
NORSK FANGSTVERDI 2013: –

NORSK EKSPORTVERDI 2013: –



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 stimfisk er viktigste føden ved siden av blekksprut og krepssdyr. Østlig makrellstørje blir kjønnsmoden 4 år gammel og er da over 1 meter lang.



Norske landinger av makrellstørje.

Reported Norwegian landings of Atlantic bluefin tuna.

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 40-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 2014 og at man søker å holde bifangsten så lav som mulig.

Bestandssituasjonen i norske farvann er imidlertid uvisst. 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.

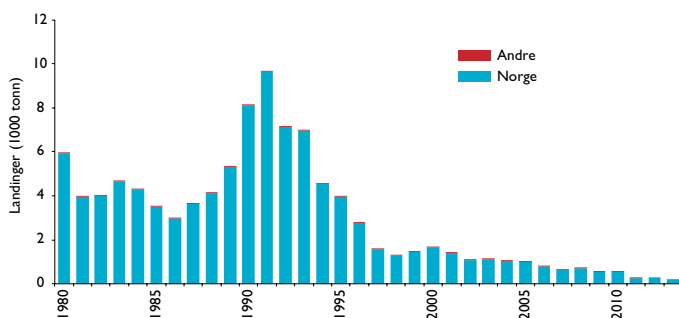
Fiskeri og forvaltning

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 kan det være vanskelig å unngå fangst. 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 fangstsammensetning 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* – Spurdog

Andre 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 2014: Intet direkte fiske og så lav bifangst som mulig i blandingsfiskerier. Gjenoppbyggingsplan bør utvikles (ICES 2013).

KVOTE 2014: Forbud mot direkte fiske, bifangst tillatt landet under visse betingelser
NORSK FANGST 2013: Ca. 200 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

Polartorsk



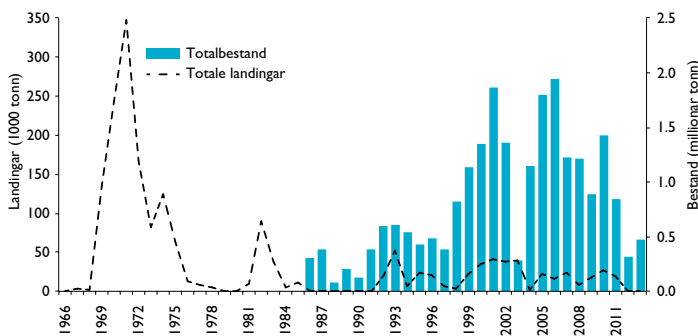
Foto: Thomas de Lange/Wenck

Status og råd

Polartorskbestanden i Barentshavet vart hausten 2013 målt til 477 000 tonn. Dette er ein svak oppgang frå 2012. 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. Men dei siste to åra er det berre teke ein liten forskingsfangst. 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 landingar av polartorsk.
Stock size and landings of polar cod.

Polartorsk – *Boreogadus saida* – Polar cod

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 $\pm 1,8$ °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 eggja 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 beitar nord og aust for polarfronten. Bestanden samlar seg i oktober–november og vandrar sørover langs vestkysten av Novaja Semlja til dei viktigaste gytefeltet i søraust.

Raudspette



Foto: Ingunn E. Bakkevig

Status og råd

ICES vurderer bestanden til å vere i god forfatning og berekraftig hausta. Bestanden er godt innafør føre-var-grensene og har auka dei siste åra til eit rekordhøgt nivå i 2013. Fiskedøyingraten har vore langt under føre-var-nivået og rekrutteringa dei siste åra om lag som langtidsmiddelet. Tufta på EU sin forvaltingsplan tilrår ICES ei kvote (konsumlandingar) på 111 631 tonn i Nordsjøen og 8972 tonn i Skagerrak.

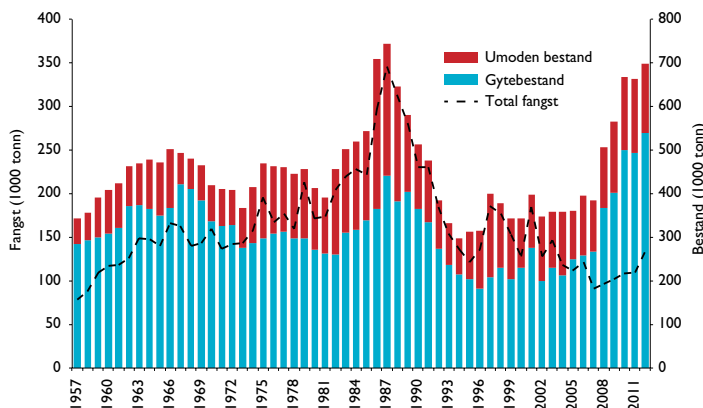
I 2013 disponerte EU 93 % og Noreg 7 % av totalkvoten i Nordsjøen, og i Skagerrak disponerte EU 98 % og Noreg 2 %. Forhandlingane om fordelinga av kvoter er ikkje ferdige for 2014. Det er starta ein prosess for å utvikle ein felles forvaltingsplan for bestanden, og ein er einig om hovudprinsippa. Førebels vert raudspetta i Skagerrak og Kattegat forvalta saman, men det er grunn til å tru at den i Skagerrak er tettare knytt til raudspetta i Nordsjøen, og det er foreslått at desse to vert slått saman i framtida. Raudspette i Skagerrak og Kattegat vert no handtert etter ICES sine retningslinjer for datafattige bestandar.

I 2012 var totalkvoten 84 410 tonn og landa fangst var cirka 74 000 tonn i Nordsjøen. I Skagerrak var landingane 7 627 tonn av ei kvote på 7 900 tonn. Utkast vert estimert til å vere om lag 12 % i Skagerrak og cirka 59 000 tonn i Nordsjøen.

Fiskeri

Raudspette vert mest fiska med bomtrål i sentrale delar av Nordsjøen og i eit blandingsfiskeri med botntrål der målarten er tunge i dei sørlege delane av Nordsjøen. Omfattande utkast av undermåls raudspette går føre seg i blandingsfisket. Dei siste åra har ungfisken i større grad vore å finna på fiskefelta lengre frå kysten, og dette har gjort raudspetta meir sårbar for flåten som fiskar etter tunge.

I Skagerrak vert raudspetta fiska i eit direkte fiskeri med garn og snurrevad, men også i eit blandingsfiskeri saman med torsk og kreps. Utkastet er likevel avgrensa sidan reiskapen har stor maskevidd og fiskar selektivt.



Utvikling av rapportert fangst av raudspette i Nordsjøen.

Norsk fangst er så liten at den ikkje synest i figuren.

Reported catch of European plaice in the North Sea.

Norwegian catches are too small to show in the figure.

I NORDSJØEN/SKAGERRAK

Raudspette – *Pleuronectes platessa* – Plaiçe

Familie: Pleuronectidae (flyndrefamilien)

Andre namn: Flyndre

Maks storleik: 70 cm og 3,5 kg

Levetid: Meir enn 20 år

Leveområde: Nordsjøen og Skagerrak

Gyteområde: Sentrale og sørlege Nordsjøen

Gytetidspunkt: Januar–februar

Føde: Botndyr

Nøkkeltal:

KVOTERÅD 2014: 111 631 tonn (Nordsjøen)

8972 (Skagerrak) (konsum)

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE 2014:

Forhandlingane er ikkje gjennomførte enno

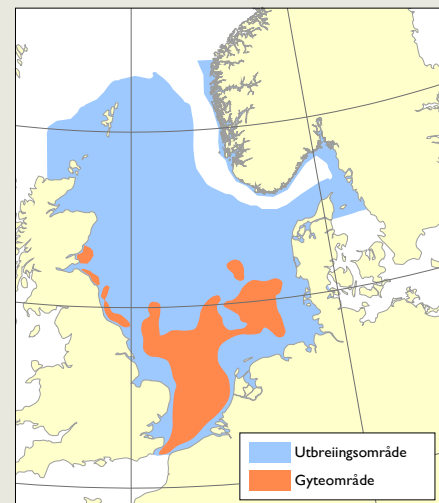
TOTALFANGST/NORSK FANGST 2012:

73 830/1022 tonn (Nordsjøen)

7627/122 tonn (Skagerrak)

NORSK FANGSTVERDI 2012: 9,5 millioner kroner

(Nordsjøen), 1,4 millioner kroner (Skagerrak)



Fakta om bestanden:

Raudspette finst i det austlege Atlanterhavet frå Barentshavet i nord og sørover til Middelhavet og kysten av Afrika. Arten er delt i ei rekkje bestandar, og bestanden i Nordsjøen er den klart største. Raudspetta finst ned til om lag 200 meter, og kan bli opptil 1 meter og 7 kilo, men er sjeldan så stor.

Gytefelta for nordsjødelen av bestanden er i dei sentrale og sørlege delane av Nordsjøen. Det går føre seg ei vandrings mellom desse gyteområda og leveområda lenger nord i Nordsjøen, og noko av denne vandrings skjer pelagisk. Gyting ved Skagen og mot sørvestlege Skagerrak er førebels dårleg dokumentert. Larvedrifta er varierende med vør og vind, og frå første leveåret finst larvane på grunne (0-3 m) sanddyner, medan raudspetta seinare i livet vandrar djupare og migrerer lite. Ein stor del av den umodne raudspetta i Skagerrak stammar frå gytefelta i Nordsjøen. Skagerrakbestanden viser større vandrings enn den delen som lever i Nordsjøen, og også ein del av den vaksne bestanden vandrar austover mot nordre Kattegat.

Vaksen fisk et børstemakk, skjell, maneter, krepsdyr, pigghudingar og små fisk.



Foto: David Shale

Status og råd

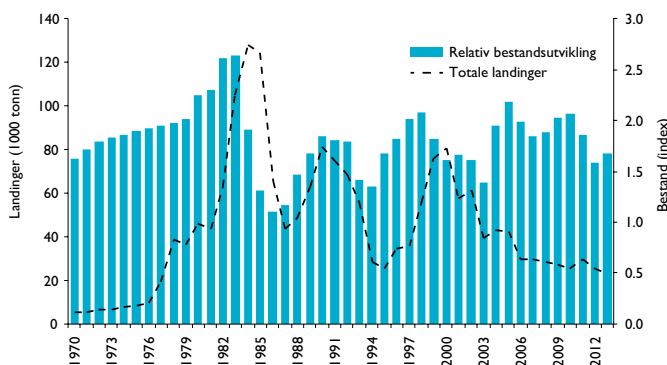
Rekebestanden i Barentshavet er sunn og fiskeriet bærekraftig. Mengden av reker har variert betydelig siden fiskeriet startet i 1970 (figur), dels som følge av skiftende fiskeriintensitet og dels på grunn av naturlig variasjon i rekens levetid. Til tross for dette har bestanden holdt seg innenfor sikre biologiske grenser. Den totale mengden av reke har vært stabil på et relativt høyt nivå siden 2005. I de senere årene har vi observert at reken har flyttet seg lenger mot øst og at det er blitt dårligere med reke på de tradisjonelle fiskefeltene i de vestligere områdene. For 2014 anbefaler ICES et fangstuttak på opptil 60 000 tonn.

Fiskeri

De årlige fangstene har variert mellom 20 000 og 130 000 tonn siden slutten av 1970-tallet. 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. I 2013 er fangstene beregnet til ca. 23 000 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. Andre problemer er i mellomtiden dukket opp for rekefiskerne i Barentshavet. Rekordhøye nivåer på andre fiskeslag fører til høy bifangst av fiskeyngel og til at rekefeltene derfor periodevis blir stengt for fiske. Da må fiskerne finne nye felt, og siden reken samtidig er på flyttefot til nye områder mot øst, blir det ekstra vanskelig å finne brukbare forekomster.

Økosystemeffekter

Reke fanges med en finmasket trål som kan gi bifangst av fiskeyngel. I det norske fisket er denne type bifangst relativ 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 landinger av reke i Barentshavet.
Stock size and landings of shrimp in the Barents Sea.

Kontaktperson: Carsten Hvingel | carsten.hvingel@imr.no

I BARENTSHAVET

Dypvannseke – *Pandalus borealis* – Deep sea shrimp

Familie: Pandalidae

Maksimal størrelse: 16 cm og 20 g

Levetid: Maksimalt 10 år

Leveområde: Hele Barentshavet, oftest på 200–500 m dybde

Gytemråde: Barentshavet

Gytetidspunkt: Juni–oktober (eggene klekkes 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 2014: 60 000 tonn

FANGST 2013: Ca. 23 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 450 mill. kroner



Fakta om bestanden:

Reke er den viktigste skaldyrressursen i Nord-Atlanten, 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 vandring 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 blåkkeite, 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 klekkes 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 Farnhypet. De to sistnevnte er små og har ikke vært fisket de siste årene.

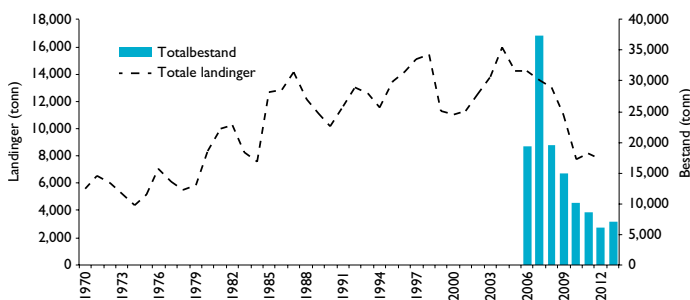
Havforskningsinstituttet har et årlig reketokt i Skagerrak/Norskerenna for å beregne størrelsen på denne bestanden. Rekebestanden minket fra 2007 til 2012. Nedgangen skyldtes hovedsakelig lav rekruttering i 2008–2011. I 2012 var imidlertid rekrutteringen av 1-årige reker god, og bestanden viste en liten oppgang i 2013. Fangstrater fra fiskeriene bekrefter denne utviklingen i bestanden. Rådgivningen på reke i Skagerrak og Norskerenna har i flere år vært basert på en kvalitativ vurdering av fiskeristatistikk og toktdata. Fra og med 2013 ble imidlertid en ny lengdebasert bestandsmodell tatt i bruk i rådgivningen. Denne modellen viser en kraftig nedgang i bestanden de siste årene i tillegg til en økt fiskedødelighet. For 2014 anbefaler derfor ICES at totallandingene ikke bør overstige 5 426 tonn.

Fiskeri

Rekefisket startet i Skagerrak allerede på slutten av 1800-tallet. Det er Norge, Sverige og Danmark som fisker på denne bestanden, og totallandingene varierte mellom 10 000 og 16 000 tonn fra midt på 1980-tallet til midten av 2000-tallet. Totallandingene minket fra 2004 til 2010, da det kun ble landet 7 700 tonn, de laveste landingene siden 1984. Landingene har siden ligget på samme lave nivå. I 2012 ble det landet 7 766 tonn. Norge landet 4 791 tonn i 2012: 78 % fra Skagerrak og resten fra Norskerenna vest for Lindesnes. Dette er en liten nedgang fra 2011, og utgjør sammen med årene 2010 og 2011 de laveste norske landingene siden 1979. De norske landingene i Skagerrak økte jevnt fra 2001 til 2007, minket markant fra 2008 til 2011, og økte igjen i 2012. I Norskerenna har trenden vært minkende siden 2004. I 2013 har norske fiskere landet rundt 4 700 tonn, hvorav 77 % ble tatt i Skagerrak, der rekefisket har tatt seg opp siden høsten 2012. Den norske rekeflåten domineres av små trålere (10–15 m lange), 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 2013 var totalkvoten på 9 500 tonn, og av dette kunne Norge lande 5 469 tonn. Kvotene har minket jevnt siden 2009. 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 landinger av reke i Norskerenna og Skagerrak.

Stock size and landings of shrimp in the Norwegian Deep and Skagerrak.

I NORDSJØEN/SKAGERRAK

Dypvannsreke – *Pandalus borealis* – Shrimp

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:

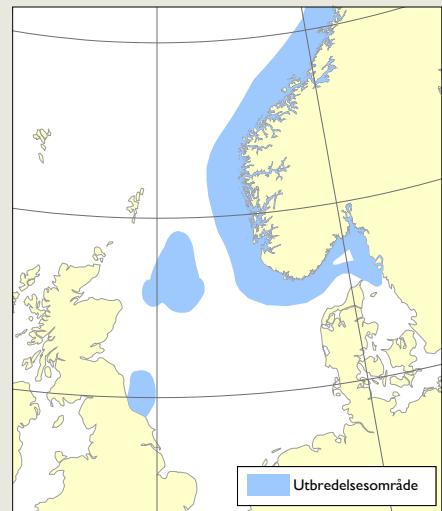
KVOTERÅD 2014: 5 426 tonn (landinger)

KVOTE, TOTAL OG NORSK 2013: 9 500 og 5 469 tonn

FANGST, TOTAL OG NORSK 2012: 7 766 og

4 791 tonn. Foreløpige norske landingstall for 2013 er 4 700 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 221,7 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 kaldtvannsort 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 krepsdyr 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 vandring, rapporterer rekefiskere i Skagerrak at hunnrekene trekker inn på grunt vann om vinteren før eggene klekkes i mars. Hunnen har da gått med de befruktede eggene festet til svømmeføttene på bakkroppen siden gytingen 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-/Skagerrakbestanden 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.



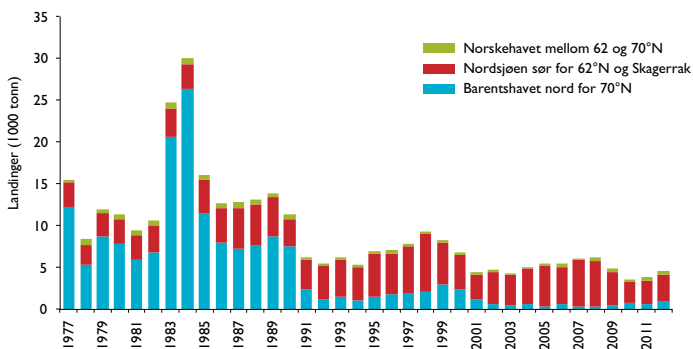
Foto: Øystein Paulsen

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- 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 1977–2012 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 norskekysten 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* – Shrimp
Familie: Pandalidae
Maksimal størrelse: 16 cm og 20 g
Levetid: Maksimalt 10 år
Leveområde: I de fleste norske fjorder og kystnære områder, oftest på 200–500 m dybde
Gytemråde: Ikke beskrevet
Gytetidspunkt: Juni–november (eggene klekkes i mars–juni)
Føde: Organisk materiale, åtsler, små krepsdyr og mark
Sætrekk: 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 2012: 4 670 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 vandring er mindre vanlig, men eggberende 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 vev. Hunnene, som bærer eggene "limt" til skallet, kan kun vokse når de ikke bærer egg.

Rognkjeks/-kall



Status og råd

Bestandsvurderingen er basert på rognkjeksmengde i Barentshavet, hvor det meste av fisket foregår. Rognkjeksmengden var lav fram til 1997 og økte til en topp i 2006–2007. Økningen ser ut til å være en direkte effekt av redusert kvote i 1997 og var sterkt korrelert med økning i temperaturen og med økt tilførsel av atlantisk vann. De senere årene har rognkjeks vist en stor utbredelse nord i Barentshavet.

Beregningen for 2012 viser at biomasse av gytemoden rognkjeks i Barentshavet er maksimalt 141 000 tonn, dvs. 17 741 tonn rå rogn. Den prosentvise fangsten nådde sin høyeste verdi (75 %) i 1987, og har sunket betydelig siden kvoten ble redusert fra 6,5 til 2 tonn rogn per fartøy. Under dette scenarioet forblir andelen fangst for det meste i underkant av 10 %. I 2012 var den mindre enn 1 %. Havforskningsinstituttets 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.

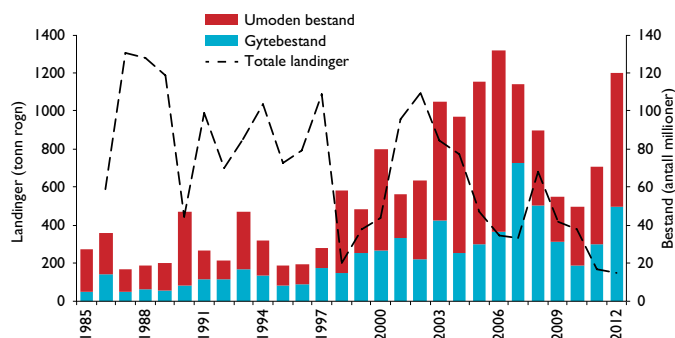
Fiskeri

Rognkjeks har blitt fisket siden 1950-tallet og foregår i hovedsak mellom Lofoten og Varangerhalvøya på 10–40 meters dyp og i områder ut mot åpent hav. Fiskeriet er drevet av småbåter og skjer hovedsakelig i april–juni, når fisken vandrer til kysten for å gyte. Bare kjønnsmodne rognkjeks høstes for rogn. Noen fartøyer foredler rogn om bord, og i enkelte år kan det være avvik mellom hva som er levert og blir fisket (dette skjedde i 1997).

I 2012 ble 149 tonn rognkjeksrogn landet i Norge. Dette er det laveste tallet som er registrert siden 1986, en nedgang på 18 %. Landingene var på topp med 1300 tonn rogn i 1987, og har vært jevnt synkende siden tidlig på 2000-tallet. Deltakelse og fangster vil i stor grad avhenge av markedssituasjonen, og i 2012 var det kun 127 fartøyer som deltok. Verdien av leveransene i 2012 var totalt 6,9 millioner kroner, som var mindre enn året før, og snittprisen var 46,31 kr/kg. Totalt har svingningene i landinger siden 2008 fulgt endringer i pris per kg, unntatt i de siste årene.

Beregning av rognkjeksbestanden

Data om rognkjeks som bifangst er registrert i løpet av innsamling av 0-gruppe fisk i Barentshavet og er brukt til biomasseberegning av rognkjeks. Lengdefordelinger har vist to topper, sannsynligvis juvenil og voksen fisk. Hvis vi antar at 1) all fisken over 20 cm representerer gytemoden fisk, 2) at rogn utgjør 25 % av en voksen rognkjeks og 3) at kjønnsfordelingen i vår vitenskapelige fangst var 0,5, kan vi gi et grovt estimat på hvor mye rogn i området som ble samlet under undersøkelsen.



Bestand og landinger av rognkjeksrogn.
Stock size and landings of lumpfish roe.

Rognkjeks (hunn) og rognkall (hann)

– *Cyclopterus lumpus* – Lumpfish

Andre navn: Rognkjølse

Familie: Cyclopteridae (rognkjeks og ringbucker)

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.

Gytemråde 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 2013: 3000 kg rå rogn per fartøy

SISTE ÅRS FANGST: 149 tonn rå rogn (1040 tonn kjeks)

NORSK FANGSTVERDI: 6,9 millioner kroner

ANTALL DELTAKENDE BÅTER 2012: 127



Fakta om bestanden:

Rognkjeks og rognkallen fødes om sommeren fra en eggklump som kallen har voktet i to måneder. Eggklumpen er gytt av flere kjeks 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.



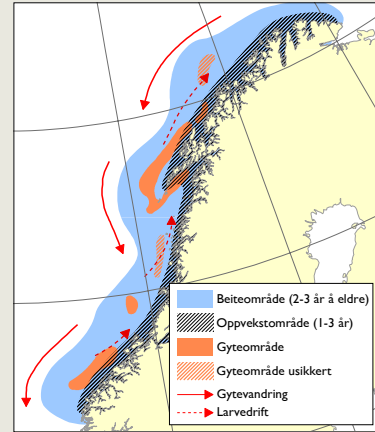
Foto: Thomas de Lange Wærnebeck

NORDAUSTARKTISK SEI

Sei – *Pollachius virens* – Saithe
Andre 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 2014: ICES: 140 000 tonn eller mindre
 FASTSETT KVOTE 2014, TOTAL: 119 000 tonn,
 NORSK: 102 513 tonn
 FANGST 2013 (PROGNOSE): TOTAL: 135 000 tonn,
 NORSK: 115 000 tonn
 NORSK FANGSTVERDI 2012: 1 050 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 følger norsk vārgytande sild langt ut i Norskehavet, av og til heilt til Island og Færøyane. 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 Færøyane, 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 Færøyane. Det er få eksemplar på innvandring av sei til norskekysten.

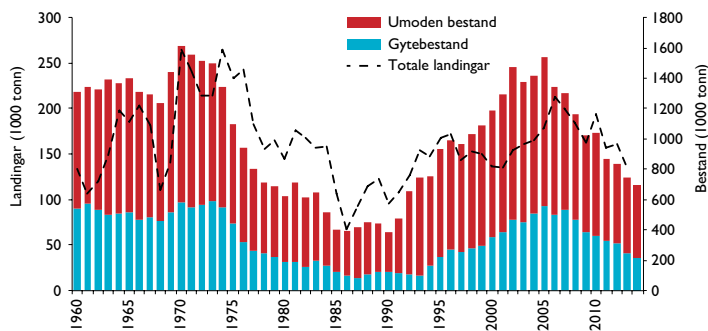
Status og råd

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 over snittet for 1960–2010, elles har rekrutteringa i seinare år vore under middels eller svak. Kysttoktet hausten 2013 viste ein ny nedgong i mengda sei, og det var ingen teikn på betre rekruttering i dei næraste åra.

Det vart i 2007 innført ein ny haustingsregel for nordaustarktisk sei, som ICES fann å vera i tråd med føre-var-tilnærminga. Ifølgje haustingsregelen vil gytebestanden med rekruttering rundt eller under langtidsgjennomsnittet vera rundt eller under føre-var-nivå (220 000 tonn) dei næraste åra. Havforskningsinstituttet har derfor tilrådd at utnyttingsgraden ikkje vert sett høgare enn utnyttingsgraden for maksimalt langtidsutbytte, og Fiskeri- og kystdepartementet justerte i 2013 utnyttingsgraden i haustingsregelen frå føre-var-nivå til dette nivået. Fiskeri- og kystdepartementet har fastsett kvoten for 2014 til 119 000 tonn, som er 15 % lågare enn det ICES tilrådde som maksimal kvote.

Fiskeri

Utbyttet av seifisket nord for 62°N var på 195 000 tonn i 2010, 157 000 tonn i 2011 og 161 000 tonn i 2012 (figur). Gjennomsnittsutbyttet for 1960–2012 var på 163 000 tonn. Kvoten for 2013 blei fastsett til 140 425 tonn, og total fangst blir på rundt 135 000 tonn. 2014-kvoten på 119 000 tonn er 15 % lågare enn 2013-kvoten og 27 % lågare enn gjennomsnittsutbyttet for 1960–2011. Noreg dominerer fisket med over 90 % av landingane dei siste åra, og norsk utbytte i 2013 ser ut til å bli på rundt 115 000 tonn. Det gjennomsnittlege norske utbyttet i perioden 1960–2012 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 landingar av nordaustarktisk sei.
Stock size and landings of Northeast Arctic saithe.

Kontaktperson: Sigbjørn Mehl | sigbjorn.mehl@imr.no



Foto: MAREANO

Status og råd

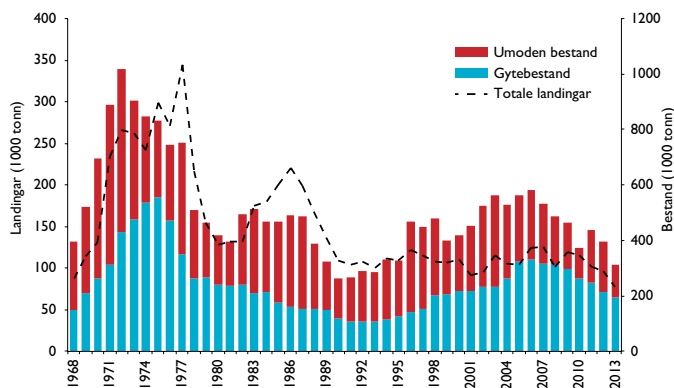
På grunn av uklare bestandsgrenser vert sei vest av Skottland og i Nordsjøen/Skagerrak slått saman når ein skal rekna ut bestandsstorleik, fiskedøying og kvote. ICES konstaterer at gytebiomassen har gått nedover sidan 2005 og ligg no under føre-var-nivået på 200 000 tonn. Rekrutteringa i seinare år har 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 2014 er i samsvar med forvaltingsplanen og er 77 536 tonn i Nordsjøen/Skagerrak og 8 045 tonn i området vest for Skottland og Rockall. Dette skal gje ein gytebestand på 176 056 tonn i 2015 og ei fiskedøying (0,31) som er omtrent den som sikrar eit høgt langtidsutbytte (0,30).

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 2012 var totalkvota 87 550 tonn. Totalkvota for 2013 var 100 684 tonn (91 220 tonn i Nordsjøen/Skagerrak). Av dette utgjorde den norske kvota 47 434 tonn i Nordsjøen/Skagerrak og 500 tonn i område VIa (vest av Skottland).

Fiskeri

Seien vert hovudsakleg fiska med trål, både av EU og Noreg. For Noregs del vert ca. 85 % teken med trål og litt over 5 % vert teken med not langs kysten av Vestlandet.

Sidan 2009 har EU-flåtens seifiske vore innsatsregulert gjennom EUs forvaltingsplan for torsk (1342/2008). Dette kan ha medverka til eit særleg skifte av fiskeområda og ei endring av fiskemønsteret, i alle fall for den tyske trålarflåten. Også den norske og franske trålarflåten har flytta sørover i perioden 2009–2011, men i 2012 var den franske flåten tilbake på dei tradisjonelle fiskefeltene.



Bestand og landinger 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* – Saithe

Familie: Gadidae (torskfamilien)

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:

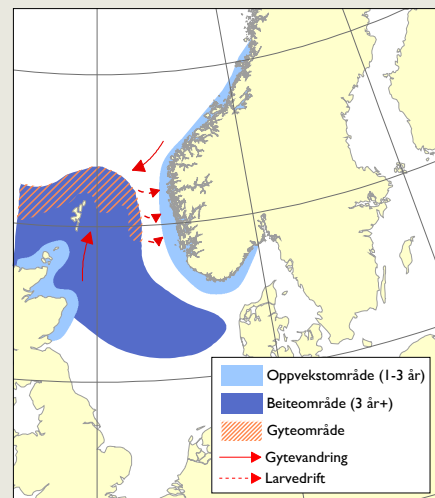
KVOTERÅD FOR 2014: 85 581 tonn

(av dette 77 536 i Nordsjøen og Skagerrak)

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE i Nordsjøen og Skagerrak 2013: 91 220 tonn/47 434 tonn (ikkje forhandla enno for 2014)

TOTALFANGST/NORSK FANGST Nordsjøen og Skagerrak 2012: 69 885 tonn/33 028 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: 294 millioner kroner



Fakta om bestanden:

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 og finst 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 ulike bestandane i det nordaustlege Atlanterhavet.

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. Sei yngel 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 svoltne ungsæi 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 gamal. Tidleg på våren er den kjønnsmodne seien konsentrert på gytefeltene 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 ungsæi kan ofte sjåast i dei øvre vasslaga inne ved kysten, mens eldre sei gjerne går djupare.



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.

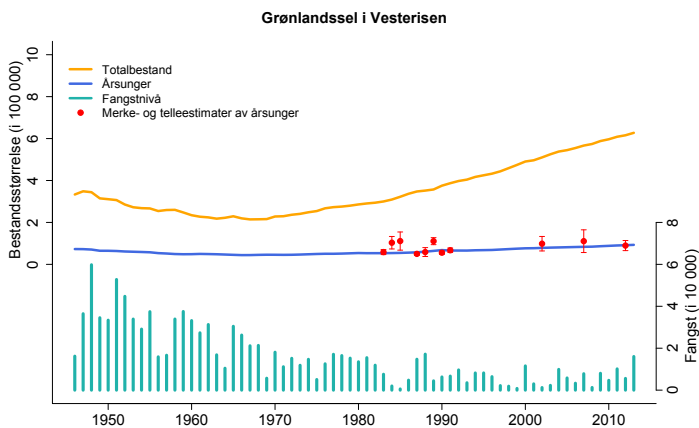
I Vesterisen ligger grønlandsselens årlige ungeproduksjon på ca. 93 000 individer, som tilsvarer en totalbestand på 627 000 dyr. ICES’ forvaltningsråd innebærer vanligvis en årlig fangst som med stor sannsynlighet vil stabilisere bestanden over en tiårsperiode. Nåværende bestandsestimater for grønlandssel 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 14 600 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 21 270 over en tiårsperiode. I Østisen ligger anbefalt fangstnivå på 17 400 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 2013 fulgte rådgivningen fra ICES for grønlandssel i Vesterisen. Fire norske båter drev fangst i Vesterisen i 2013, i Østisen var det ingen norsk fangst. Fangstuttaket for grønlandssel i Vesterisen for årene 1946–2013 er gitt i figur som også viser modellert bestandsutvikling.



Beregnet bestandsstørrelse for grønlandssel i Vesterisen 1946–2013 og fangstnivå 1946–2013. Modelled population size of harp seals in the Greenland Sea, 1946–2013 and catch level 1946–2013.

Grønlandssel – *Pagophilus groenlandicus* – Harp seal

Andre 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

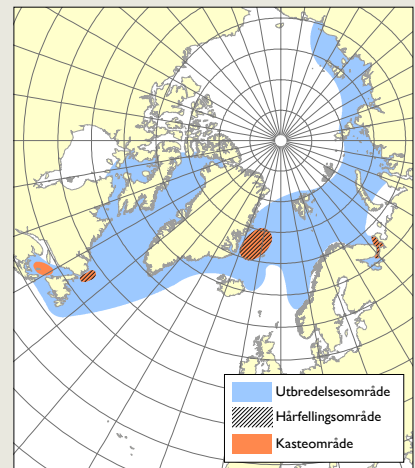
Nøkkel tall:

KVOTE 2014: 14 600 (eller 21 270 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 2014: Hele kvoten i Vesterisen, 7 000 1+ dyr i Østisen

FANGST 2013: 16 033 dyr (hvorav 13 911 unger) i Vesterisen; ingen fangst i Østisen.

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. Grønlandsselene deles inn i tre ulike bestander. Disse har atskilte kaste- og hårfellingsområder (kaste = føde) på drivis ved Newfoundland, Canada (nordvestatlantterbestanden), 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 vesterissselene både i åpne farvann og langs driviskanten ved Svalbard og i resten av det nordlige Barentshavet. I november trekker østissselene sørover igjen, og fra desember til mai finner man dem som regel i de sørøstlige delene av utbredelsesområdet.

Grønlandsselene blir vanligvis kjønnmodne i 4–8-årsalderen, men det er observert variasjoner som antakelig kan knyttes til endringer i bestandsstørrelsen og økosystemets bæreevne.



Foto: E. Grønningseter

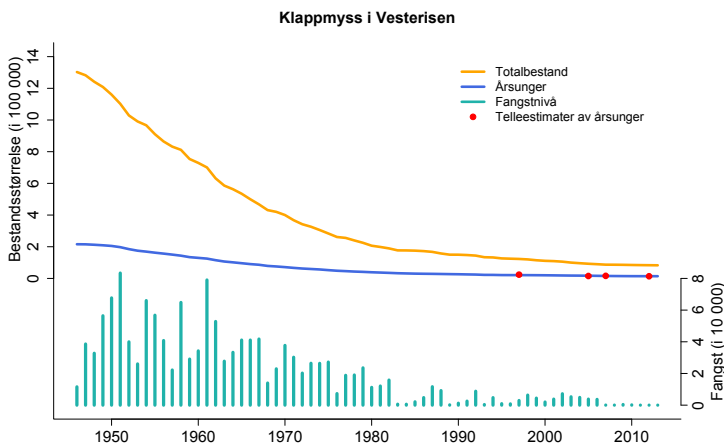
Status og råd

I 2012 ble det gjennomført et talletokt for å beregne ungeproduksjonen hos klappmyss i Vesterisen. Resultatet (13 655 unger) var ikke signifikant forskjellig fra tellinger gjort under lignende tokt i 2007 og 2005, men betydelig lavere enn i 1997. De siste tellingene tilsier en beregnet totalbestand på rundt 83 000 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 ca. 8 % av nivået for 70 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 2014.

Fiskeri

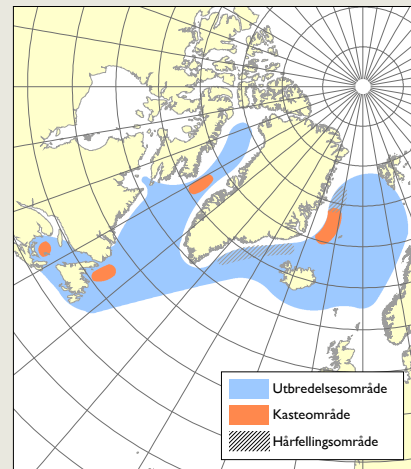
I den tradisjonelle norske selfangsten på ishavsområdet har fangst av klappmyssunger (blueback) i Vesterisen vært et viktig element. På grunn av usikkerhet om bestandssituasjonen ble det ikke åpnet for ordinær fangst av klappmyss i Vesterisen i 2007–2013. Fangstuttaket av klappmyss for årene 1946–2013 er gitt i figur som også viser modellert bestandsutvikling.



Beregnet bestandsstørrelse for klappmyss i Vesterisen i perioden 1946–2013 og fangstnivå i perioden 1946–2013.

Modelled population size of hooded seals in the Greenland Sea (1946–2013) and catch level (1946–2013).

Klappmyss – *Cystophora cristata* – Hooded seal
Andre 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
Føde: Blekksprut og fisk (særlig polartorsk, lodde, uer og blåkveite)
Særtrekk: Kan blåse opp nesehuden til en hette og skilleveggen mellom neseåpningene til en rød ballong
Nøkkeltall:
 KVOTE 2014: Fredet i Vesterisen fra 2007
 FANGST 2013: 22 dyr (hvorav 15 unger) tatt til forskningsformål
 FANGSTVERDI: Ingen



Fakta om bestanden:

Klappmyss er utbredt i arktiske og tempererte deler av Nord-Atlanteren. Voksne dyr samles i konsentrasjoner på drivisen i kasteperioden i mars. Ungene blir født og oppholder seg på isen under dieperioden (4–5 dager). Hunnene ligger sammen med ungene i hele dieperioden og forsvarer avkommet intenst mot alle inntrengere, 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 kaller 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 mellom Jan Mayen og Grønland. I april forlater de voksne klappmysene kasteområdene og drar på jakt, men samles igjen på drivisen på Grønlands østkyst for hårfelling fra midt i juni til midt i juli. Utenom kaste- og hårfellingsperiodene foretar de til dels lange beitevandringar 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. Det er vedtatt politisk at bestandene skal reguleres gjennom jakt, slik at antall steinkobber skal være ca. 7000 dyr og at havertbestanden skal ha en årlig produksjon av ca. 1200 unger. I de nye forvaltningsplanene er det lagt opp til strategier for hvordan fangsten skal reguleres iht. 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 landsdekkende tellinger i hårfellingsperioden i 2010–2013 resulterte i totalt ca. 7080 steinkobber langs norskekysten. Dette er en svak økning siden forrige telling. I Østfold viser årlige tellinger at bestanden er på 250–300 dyr, mens det i området Vestfold–Aust-Agder kun ble registrert ca. 50 steinkobber i august 2010. Tellingene viste en økning i antall steinkobber langs kysten av Vestlandet siden 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 Sør-Trøndelag ble det registrert 632 steinkobber, en betydelig reduksjon sammenlignet med 1527 dyr i 2003–2006. I Nord-Trøndelag ble det telt 61 steinkobber, mot 138 i forrige periode. I Nordland var resultatene i begge periodene nesten identiske med 2465 registrerte steinkobber. I Troms var det en økning fra 727 steinkobber i 2003–2006 til 986 i 2012–2013. I Vest-Finnmark ble det i 2009 gjennomført tellinger i områder som ikke har vært inkludert tidligere. Rundt Sørøya og i Kobbjøorden (Måsøy kommune) ble det da registrert totalt 338 steinkobber. I 2012–2013 viste nye tellinger i Finnmark en liten økning i steinkobbebestanden. Det ble nå registrert 360 steinkobber i Vest-Finnmark og 621 i Øst-Finnmark, mot 590 i 2003–2006. Verdens nordligste bestand av steinkobbe finnes 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 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

KYSTSEL

Steinkobbe – *Phoca vitulina* – Harbour seal

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 tørlegges 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 torskekveis

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 blå farge indikerer områder med faste kolonier hvor reproduksjon og hårfelling foregår.

The figure indicates harbour seals distribution. Dark blue 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 sveivmerker 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. Poltemann

skal brukes til å beregne fangstpotensialet for havert, og dermed danne grunnlaget for råd om kvoter. Det ble satt i gang nye tellinger av havertunger i Troms og Finnmark i november–desember 2013, men svært dårlig værforhold gjorde det umulig å gjennomføre en fullstendig telling. Resultatene fra de koloniene som ble delvis undersøkt indikerte imidlertid at antallet unger var på nivå med forrige telling.

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.

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 (naturreservater). "Forskrift for forvaltning av sel på norskekysten" av 1996 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, 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).

Fra 2006 har Havforskningsinstituttet registrert antall havert og steinkobbe som drukner i fiskegarn 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 2006–2013.

Kvotene anbefales av Havforskningsinstituttet og fastsettes av Fiskeridirektøren.

Quotas and catches of harbour and grey seals along the Norwegian coast in 2006–2013. 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
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
2013	482	482	483	460	460	177

Kontaktpersoner: Kjell Tormod Nilssen | kjell.tormod.nilssen@imr.no og Arne Bjørge

KYSTSEL

Havert – *Halichoerus grypus* – Grey seal

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.

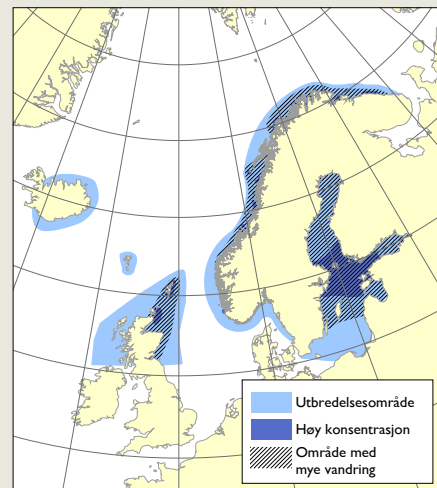
Annet: Er hovedvert for parasitten torskekevis.

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.

The figure indicates grey seal distribution. High abundance areas are hatched. Dark 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* – Herring

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

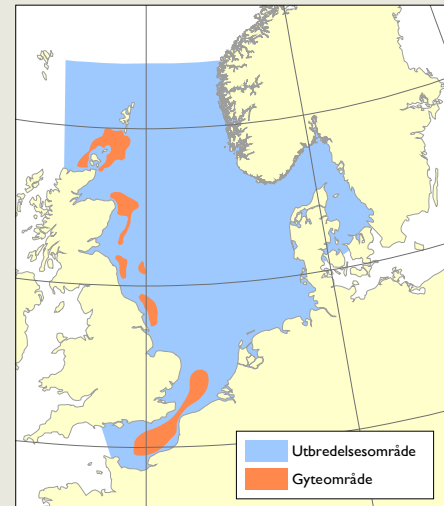
Nøkkeltall:

KVOTE 2014: 470 037 tonn

KVOTE 2013: 478 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2013: 472 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 nøkkeltart i Nordsjøen; viktig som predator på hopperekreps 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 gyttes 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 2013 er beregnet til knapt 2 millioner tonn. Årsklassene 2002–2007 er beregnet å være blant de svakestene siden slutten av 1970-årene, og 2008–2011-årsklassene under gjennomsnittet. De siste sterke årsklassene er fra 1998 og 2000. 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.

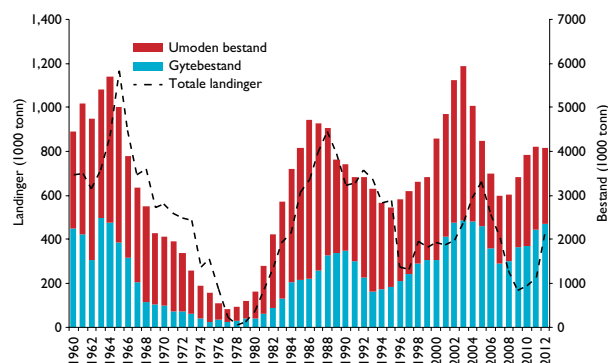
ICES evaluerte høstingsregelen for nordsjøsild våren 2011 og konkluderte med at regelen var konsistent både med føre-var- og maksimalt langtidsutbytte (MSY). En ny bestandsvurderingsmodell ble tatt i bruk i 2012, noe som medførte en økning i estimert bestandsnivå og et behov for en ny vurdering av forvaltningsplanen. Gjeldende forvaltningsplan ble imidlertid vurdert som føre var, og anbefalt kvote for 2014, 470 037 tonn, er basert på denne. Totalkvoten for 2014 ble satt til 470 037 tonn, med 136 311 tonn til norske fartøyer. Bifangstkvoten til EU ble satt til 13 085 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 2013 var 478 000 tonn. EU-flåtens bifangstkvote var på 14 400 tonn. Den norske kvoten utgjorde 138 620 tonn.

Internasjonale fangster i 1960–2011 har variert mellom 11 000 tonn og 1,2 millioner tonn, med et gjennomsnitt på 488 000 tonn (figur). Det er flere nasjoner som fisker sild i Nordsjøen. Danmark, Norge og Nederland tar brorparten av fangstene. Fangstene i det norske sildefisket har ligget mellom 0 (1982) og 605 000 tonn (1965), i gjennomsnitt 114 000 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 landinger av nordsjøsild.

Stock size and landings of North Sea herring.

Kontaktperson: Cecilie Kvamme | cecilie.kvamme@imr.no

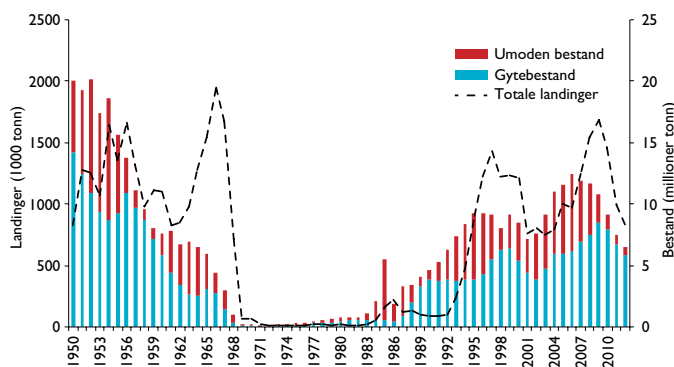


Status og råd

Bestanden av norsk vårgytende sild er nedadgående etter å ha vært på et høyt nivå en periode. Gytebestanden for 2014 er beregnet til 4,123 millioner tonn og er dermed under føre-var-nivå som er 5 millioner tonn. Gytebestanden består av flere sterke årsklasser, men toktdata tyder på at årsklassene etter 2004 er svake. Gytebestanden ventes derfor å minke ytterligere de kommende årene. Anbefalt kvote for 2014 er på 419 000 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 overvintrere 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 2014 er partene enige om en totalkvote på 419 000 tonn, men en av partene (Færøyene) er uenig i fordelingen av totalkvoten. Det er per 10. mars 2014 ikke enighet mellom partene om fordeling av totalkvoten.



Bestand og landinger av norsk vårgytende sild.
Stock size and landings of Norwegian spring-spawning herring.

NORSK VÅRGYTENDE SILD

Sild – *Clupea harengus* L. – Norwegian spring spawning herring

Familie: Clupeidae

Maks størrelse: 40 cm og 500 g

Maks levetid: 25 år

Leveområde: Nordøst-Atlanteren

Hovedgyteområde: Møre og Nordland

Gytedidspunkt: Februar–mars

Føde: Plankton

Spesielle kjennetegn: Lever i tette stimer som beveger seg som en enhet

Nøkkeltall:

KVOTE 2014: 419 000 tonn, norsk: 255 590 tonn

KVOTE 2013: Total: 619 000 tonn,

norsk: 377 590 tonn

FANGST 2013: Norsk: 376 757 tonn

VERDI 2013: Norsk fangst: ca. 2 milliarder kroner (førstehandsverdi)



Fakta om bestanden:

Silda er en pelagisk fisk som svømmer i stim 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 atlantehavsvannet møter det kalde arktiske vannet som strømmer ned langs østkysten av Grønland. I september–oktober samles silda utenfor Troms og Finnmark. Der overvintrer 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.

Kontaktperson: Erling Kåre Stenevik | erling.stenevik@imr.no



Foto: Guldborg Søvik

KYST/FJORD

Sjøkreps – *Nephrops norvegicus* – Nephrops
Andre 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.

Gytedispunkt: 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 2014: Ingen råd for sjøkreps i norsk kystfarvann.

SISTE ÅRS KVOTE, TOTAL OG NORSK: Ingen norske kvoter.

FANGST 2012: Norskekysten: 222 tonn.

NORSK FANGSTVERDI 2012: Norskekysten: ca. 21 millioner kroner.



Fakta om bestanden:

Sjøkreps lever på 20–800 m dyp, på bløtbunn av sandblandet mudder eller leire hvor den graver opptil 20–30 cm dype huler. Voksne sjøkreps er stedbundne. I hvor stor grad de frittflytende larvene spres mellom bestandene vet man lite om. Sjøkrepsen har en blekoransje farge. Navnet *Nephrops*, "nyreøyne", kommer fra de nyreformede øynene. Hunnen gyter om sommeren og bærer de 1 000–5 000 eggene under halen i 8–9 måneder. Larvene driver fritt i sjøen i 11–60 dager før de bunnslår. Sjøkreps jakter om natten, og gjemmer seg i hulen sin om dagen. Sjøkrepsen er altetende og tar krepser, bløtdyr, børstemark og åtsler. Selv blir den spist av mange arter bunnfisk, for eksempel torsk. Forekomst av sjøkreps i Middelhavet og Adriaterhavet viser at arten trives under relativt høye temperaturer og derfor trolig kan tilpasse seg temperaturøkninger i dens mer nordlige leveområder.

Status og råd

Sjøkreps langs kysten fra Hvaler til 62°N inkluderes i bestandene i Skagerrak og Norskerenna, som vurderes årlig av ICES. Sjøkreps langs norskekysten nord for 62°N overvåkes ikke og vurderes heller ikke av ICES. I Skagerrak og Norskerenna er overvåkingen hovedsakelig basert på svenske og danske data. Først ved innføring av elektroniske fangstloggbøker i 2011 ble norske data av en slik kvalitet at de kan inngå i overvåkingen. Teinefisket omfattes ikke av den elektroniske rapporteringen. Det voksende fritidsfisket (se under) er heller ikke underlagt noen rapportering. Det er derfor vanskelig å si noe om statusen til sjøkreps langs norskekysten.

Fiskeri

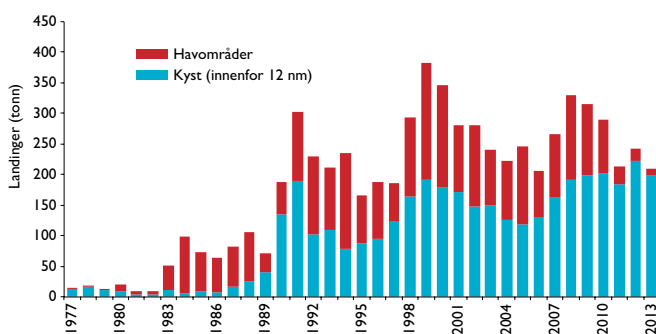
Sjøkreps fiskes med teiner og sjøkrepsstrål, en del tas også som bifangst i reketrål. I 2012 ble det landet 222 tonn sjøkreps fra norskekysten (områder innenfor territorialgrensen), en oppgang fra 2011. Foreløpige tall for 2013 er 208 tonn. De norske sjøkrepslandningene har inntil nylig vært noenlunde likt fordelt på hav- og kystområder, men fra 2011 til 2013 minket landningene fra havområdene markant, særlig i Nordsjøen (figur).

Det fiskes sjøkreps langs norskekysten nord til Lofoten. Fra 2006 til 2012 kom de største landningene av kystkreps fra Skagerrakkysten (40–65 %), men i 2013 tyder foreløpige tall på at det ble landet mer kreps fra Møre og Trøndelag enn fra Skagerrakkysten. Landinger fra Møre og Trøndelag har økt over flere år. I dette området fiskes det kun med teiner, og i 2013 ble det fisket over 70 tonn. Fangstene fra Helgelandskysten og Vestfjorden er marginale.

Teinefisket etter sjøkreps har blitt svært populært blant fritidsfiskere, og den økende interessen 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. Havforskningsinstituttet startet i 2013 innsamling av data fra fritidsfisket på sjøkreps.

Forvaltning

Det norske sjøkrepsfisket reguleres av konsesjons- og utøvelsesforskriftene. Det fastsettes ingen kvoter. Minstemål er 13 cm. I Nordsjøen ble maskevidde i bunntrål 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. I dette området kan man benytte maskevidde ned til 7 cm dersom det brukes sorteringsrist i trålen, men innenfor 4 nautiske mil er det ikke påbudt med sorteringsrist så lenge det benyttes kvadratmasker i fiskeposen.



Norske sjøkrepslandinger fra norskekysten (definert som områder innenfor territorialgrensen) og åpne havområder. Tallene for 2013 er foreløpige. Kilde: Fiskeridirektoratet. Norwegian *Nephrops* landings (tonnes). The 2013 numbers are preliminary. Source: The Norwegian Directorate of Fisheries.

Kontaktperson: Guldborg Søvik | guldborg.soevik@imr.no



Status og råd

Sjøkreps i Norskerenna vest for Lindesnes og i Skagerrak/Kattegat regnes som to separate bestander. Danmark og Sverige startet opp overvåking av bestanden i Skagerrak/Kattegat i 2007 ved hjelp av undervannsvideo. Telling av krepsehuler på bunnen er den sikreste metoden for å estimere bestandsstørrelsen. 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 videostimat fra dette området.

Sjøkrepsbestanden i Norskerenna ser ut til å ha holdt seg stabil siden midten av 1990-tallet, og videoundersøkelser viser 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 2014 og 2015 anbefaler ICES landinger på mindre enn 700 tonn. For Skagerrak/Kattegat anbefaler ICES at fangstene i 2014 ikke overskrider 5 423 tonn.

Fiskeri

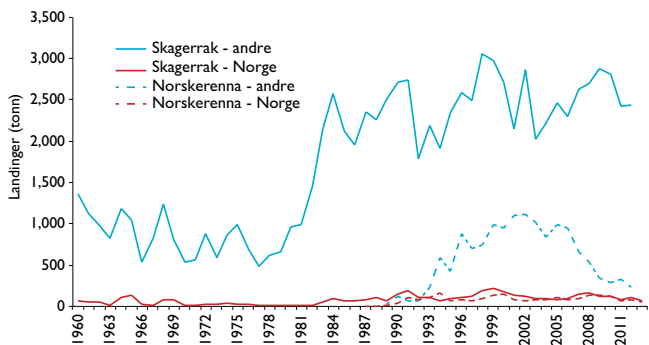
Sjøkreps i Skagerrak/Kattegat fiskes av Norge, Sverige, Danmark og Tyskland. Danmark og Sverige dominerer fisket, med henholdsvis 67 og 31 % av fangstene i 2012. Norge fisker ikke i Kattegat. I 2012 ble det landet 4 429 tonn sjøkreps fra Skagerrak og Kattegat, en oppgang fra 2011. De norske landingene fra Skagerrak økte jevnt fra 2005 til 2008, for deretter å minke (figur). I 2012 ble det landet 104 tonn. Foreløpige tall for 2013 er 73 tonn.

Bestanden i Norskerenna fiskes av Norge og Danmark. Danmark står for 70–90 % av landingene. I Norskerenna har landingene sunket siden 2005. I 2012 ble det kun landet 310 tonn, de laveste landingene siden 1993. De norske landingene i Norskerenna økte fra 2006 til 2008, for deretter å minke. I 2012 ble det kun landet 75 tonn. Foreløpige tall for 2013 er 63 tonn.

Sjøkreps fiskes med teiner og trål, og noe tas som bifangst i reketral. Norge har noen få spesialiserte sjøkrepsstrålere i Skagerrak, men mange fartøy 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-kvoté i norsk sone i Nordsjøen. Minstemål er 13 cm og maskevidde i bunntral er 12 cm. I Skagerrak ble det innført nye tekniske reguleringer i 2013 som del av en ny avtale mellom Norge, Sverige og Danmark. I dette området kan man benytte maskevidde ned til 7 cm dersom det brukes sorteringsrist i trålen.



Sjøkrepslandinger fra Skagerrak og Norskerenna fordelt på Norge og andre land. 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* – Nephrops
Andre 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: 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.

Nøkkeltall:

KVOTERÅD 2014: Skagerrak/Kattegat: Ikke mer enn 5 423 tonn.

Norskerenna 2014 OG 2015 (råd gis for to år av gangen): Ikke mer enn 700 tonn.

KVOTE 2012 OG 2013: Totalkvoté i Skagerrak/Kattegat: 6 000 tonn og 5 200 tonn.

EU-kvoté i norsk sone i Norskerenna: 1 200 og 1 000 tonn. Ingen norske kvoter.

FANGST 2012: Skagerrak/Kattegat: 4 429 tonn, norsk: 104 tonn (fra Skagerrak),

Norskerenna: 310 tonn, norsk: 75 tonn.

NORSK FANGSTVERDI 2012: 23,2 mill. kroner



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 fritt-flytende larvene spres mellom bestandene vet man lite om. Sjøkrepsen har en blekoransje farge. Navnet *Nephrops*, "nyreøyne", kommer fra de nyreformede øynene. Hunnen gyter om sommeren og bærer de 1 000–5 000 eggene under halen i 8–9 måneder. Larvene driver fritt i sjøen i 11–60 dager før de bunnslår. Om dagen gjemmer sjøkrepsen seg i hulen sin, mens den jakter om natten. Sjøkrepsen er altetende og tar krepser, 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

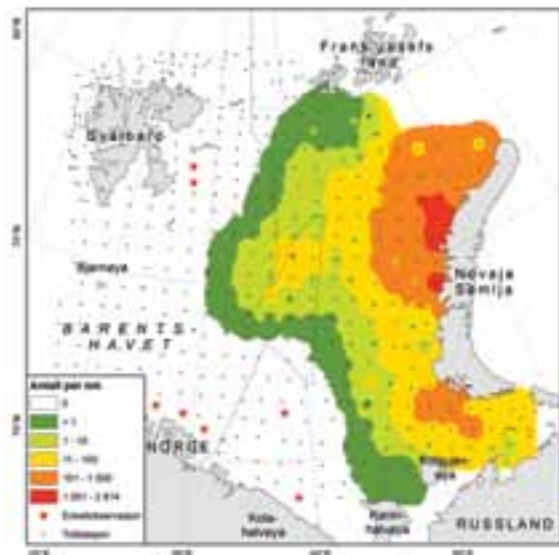


Bestand og utbredelse

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 krabbarten 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 og 2013 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 krabbarten 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 finnmarkskysten. Denne krabbarten 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. To kommersielle fiskefartøy har i løpet av 2013 drevet fiske etter snøkrabbe med teiner i internasjonalt farvann i Barentshavet, og fangstratene har vært kommersielt interessante.

Beregninger russiske forskere har gjort viser at biomassen av snøkrabbe i Barentshavet i dag er om lag ti ganger høyere enn kongekrabbe-biomassen, og ca. halvparten av rekebiomassen.



Kontaktperson: Jan Sundet | jan.sundet@imr.no

Snøkrabbe – *Chionoecetes opilio* – Snow crab

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

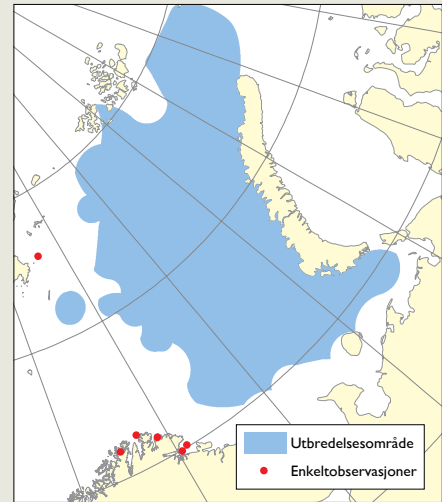
Føde: Bunndyr som krepsdyr, muslinger og slangestjerner

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.

Nøkkel tall:

KVOTERÅD 2012: 0 tonn

NORSK FANGST I 2013: 128 tonn



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 Kvalund

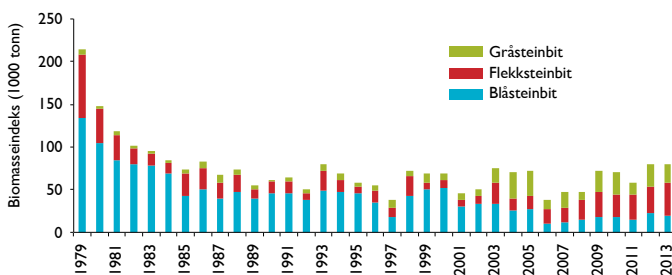
Status og råd

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 siste områda er det stort sett berre fangststatistikken vi har å støtte oss til. PINRO har følgd med i bestandsutviklinga til alle tre artane i Barentshavet sidan 1979 (figur 1). Frå 1979 til 1985 fekk vi her ein klar nedgang i førekostane 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 stabil sidan 1985, med ein liten auke dei siste åra, mens bestanden av gråsteinbit i Barentshavet har halde seg på eit jamt høgare nivå etter 2002 samanlikna med åra før.

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 resultatane er stor, men hovudlinene i utviklinga er stort sett i samsvar med dei russiske resultatane. Resultat frå vintertokta (2012–2013) viser at talet på blåsteinbit no er rundt 25 % av langtidsgjennomsnittet 1981–2003, men med teikn til auke, 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 2013 registrert mest flekksteinbit (42 000 tonn), mens mengdene av blåsteinbit og gråsteinbit vart målt til 33 000 og 14 000 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 myndigheiter 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). 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. Etter 2003 vart dei totale fangstane nord for Stad mindre, men har sidan betra seg noko. Dei russiske fangstane har vore svært stabile dei siste fem åra kring 13 000 tonn, mens dei norske fangstane auka til knapt 10 500 tonn i 2013 (figur 2).



Figur 1. Bestandsutviklinga til dei tre steinbitartane i Barentshavet i perioden 1979–2013 ifølgje russiske botntråltokt (Grekov 2014).

Year-to-year dynamics of wolffishes biomass from the Barents Sea and adjacent waters by species in 1979–2013 during the Russian demersal trawl survey.



Gråsteinbit – *Anarhichas lupus* – Wolf-fish

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

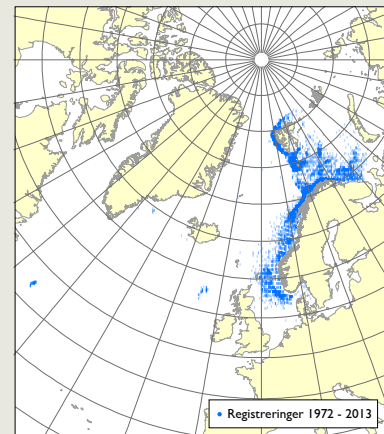
Føde: Pigghudar (kråkeballar), muslingar, sniglar og krabbar

Nøkkeltal:

KVOTERÅD: ingen kvoteråd

NORSK FANGST 2013: 670 tonn, i tillegg delar av 900 tonn steinbit som ikkje er registrert på art

NORSK FANGSTVERDI 2013: 61 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. Atferdstudium 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). Gyttetida 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 gyttar 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



Flekksteinbit – *Anarhichas minor* – Spotted wolf-fish

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 2013: 6290 tonn, i tillegg delar av 900 tonn steinbit som ikkje er registrert på art

NORSK FANGSTVERDI 2013: 61 mill. kroner (alle steinbitartar til saman)



Blåsteinbit – *Anarhichas denticulatus* – Jelly cat

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

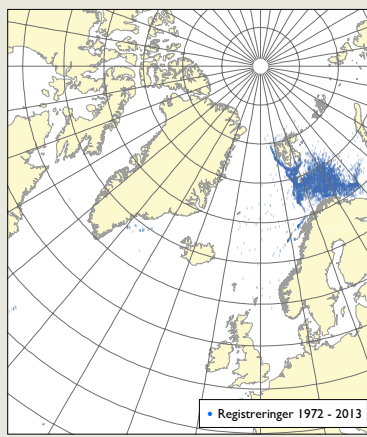
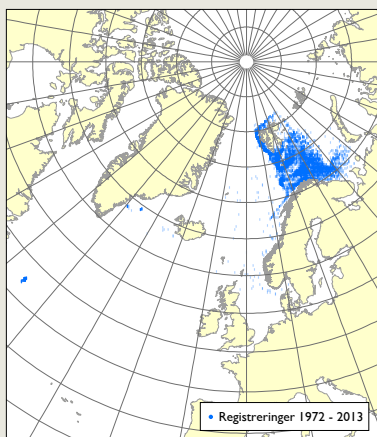
Føde: Pigghudar og muslingar, også fisk

Nøkkeltal:

KVOTERÅD: ingen

NORSK FANGST 2013: 2630 tonn, i tillegg delar av 900 tonn steinbit som ikkje er registrert på art

NORSK FANGSTVERDI 2013: 61 mill. kroner (alle steinbitartar til saman)



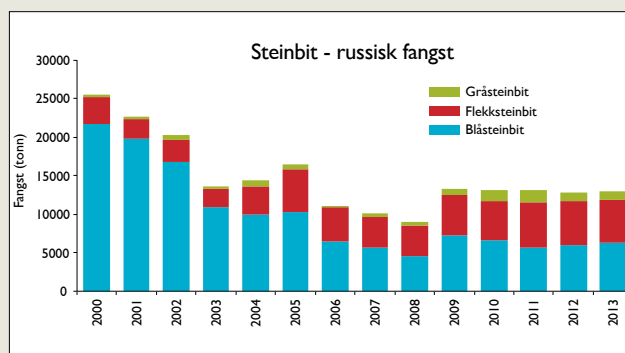
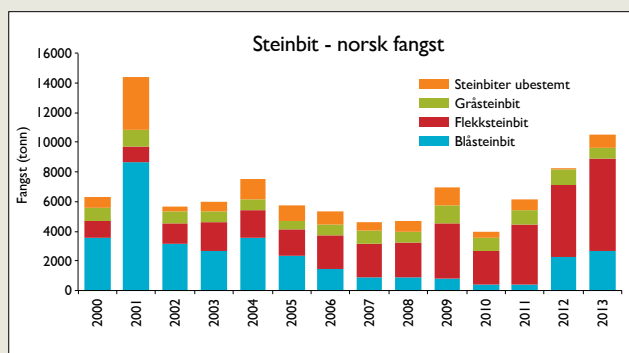
meiner ein er i den sørvestlege delen av Barentshavet, på 300–400 meters djup der Atlanterhavsstraumen delar seg i ei grein innover i Barentshavet og ei grein nordover mot Vest-Spitsbergen. Gytefelta til blåsteinbiten er langs kontinentalskråninga djupare enn 400 meter. Utbreiinga av ungfisk av dei ulike 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 døgn-grader), 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 2000–2013.

Norwegian (left) and Russian (right) official landings of the different wolfish species north of 62°N in 2000–2013.

Stortare



Stortarevegetasjon i Nord-Trøndelag. Kelp bed in Nord-Trøndelag.

Status og råd

Langs norskekysten danner stortare skoger som 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 tarehøsting 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 nedbeitingen av tareskogene langs kysten av Nord-Norge er ikke kjent. Tarehøsting, som på norskekysten foregår med tindetrål, 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 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 tarehøsting. I de seneste årene har det også vært gjennomført undersøkelser i forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag og Nordland.

Undersøkelsene gjøres med undervannskamera, der tarevegetasjonens dekning, tetthet og størrelse, samt tilstedeværelse av assosierte organismer som epifytter (påvekst), kråkeboller og fisk registreres langs videotransekt.

Resultater

Observasjoner i 2013 tyder på at tilstanden i taresamfunnene, med enkelte unntak, er god i de fleste områder. Langs kysten av Sør-Trøndelag er tarevegetasjonen stedvis redusert som følge av beiting av rød kråkebolle, *Echinus esculentus*. Dette gjelder blant annet høstefeltene øst av Frøya samt høstefelt i Ørland og Bjugn kommuner i Fosen-området, der tarehøsting ble frarådet i forkant av innværende høstesesong. Rekruttering av tare etter prøvehøsting i Nord-Trøndelag har til nå vært god og synes ikke å være hemmet av kråkebollebeiting. På Helgelandskysten i Nordland ble det sommeren 2013 gjennomført prøvehøsting av stortare i et felt mellom Brønnøy og Vega, der gjenvekst av tare og utviklingen i kråkebollebestandene bør følges opp med regelmessige undersøkelser i kommende år.

I forbindelse med prøvehøsting av stortare i Nord-Trøndelag og Nordland gjennomføres egne studier av fisk og taskekrabbe i områder som i ulik grad har vært utsatt for tarehøsting. Her kombineres tradisjonelle fangstmetoder med visuelle observasjonsmetoder vha. undervannskamera. Disse studiene publiseres i egne rapporter, og foreløpige resultater fra Nord-Trøndelag tyder på at tarehøstingen i liten grad har påvirket forekomst av fisk og taskekrabbe i dette området.

Fra og med 1. januar 2014 er fartøy som driver høsting av tare pålagt posisjons- og elektronisk rapportering av fangst, noe som kan bidra til en bedre lokal kartlegging av høstetrykk og fangsteffektivitet på de enkelte høstefeltene.

Stortare – *Laminaria hyperborea* – Kelp

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 taretraling hvert femte år (hvert fjerde år i Rogaland).

Nøkkeltall:

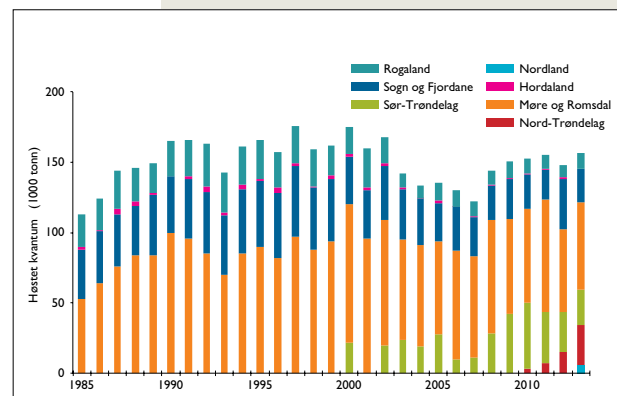
ÅRLIG FANGST: Ca. 150 000 tonn, dvs. mindre enn én prosent av den stående biomassen langs norskekysten som er beregnet til ca. 50–60 millioner tonn.

EKSPORTVERDI FOR STORTARE OG GRISETANG: Ca. én 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 bestands-evaluering, derfor er ikke status for bestanden kjent. En kraftig nedgang i eggmengden (mer enn 60 %) i forhold til siste internasjonale eggtegninger i 2010, ble målt i 2013. Fiskedødeligheten har vært relativt lav de siste årene, men har økt raskt de tre siste årene med en topp på $F=0,2$ i 2012. Gytebestanden var på sitt høyeste i 1988, men gikk nedover fram til 2004. I 2005 og 2006 var det en svak økning. Mengdeberegningen fra de internasjonale eggundersøkelsene på vestlig taggmakrell gav en gytebestand på 0,84 millioner tonn i 2013, en kraftig nedgang fra 1,85 millioner tonn for 2011. Det er svært stor usikkerhet knyttet til denne måten å beregne gytebestanden av taggmakrell på.

Totalfangsten var på 173 100 tonn i 2012. Anbefalt totalkvote for 2014 er satt til < 110 546 tonn.

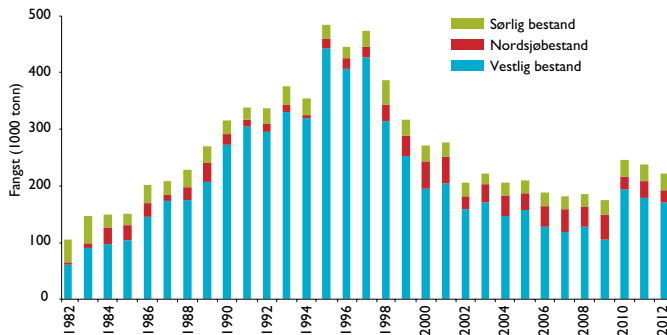
Fangst av umoden taggmakrell i oppvekstområder som Den engelske kanal og sør av Irland har økt foruroligende. 2001-årsklassen har vært usedvanlig godt representert i dette fisket siden 2002. Dette skyldes nok at fisket har vært intensivert i disse områdene, men også at det sannsynligvis er en relativt god årsklasse. 2001-årsklassen er estimert til ca. en tredjedel av størrelsen på den store 1982-årsklassen, men betydelig over årsklassene fra første halvdel av 1990-tallet. Det er fortsatt 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 skyldtes 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 er ventet en totalfangst på 183 000 tonn i 2013.

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, 12 655 tonn i 2010, 21 135 tonn i 2011, kun 3 400 tonn i 2012 og ca. 6 800 tonn i 2013. Tidligere 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 ellers er 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* – Horse mackerel

Andre 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: Bunnedyr 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.

Nøkkeltall:

Det er ingen omforent kvote eller forvaltning av bestanden, og i norsk økonomisk sone er fisket nærmest fritt.

KVOTERÅD 2014: 110 546 tonn

KVOTERÅD 2013: 126 000 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2013: 44 millioner kroner

NORSK EKSPORTVERDI 2013: 74 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 gytesesongen. Derfor er det heller ikke mulig å regne om eggproduksjonen til gytebestand med særlig stor nøyaktighet.

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 og manglende fangstrater fra deler av kysten 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 ca. 4 982 tonn krabbe. Foreløpige landingstall for 2013 er 5 105 tonn.

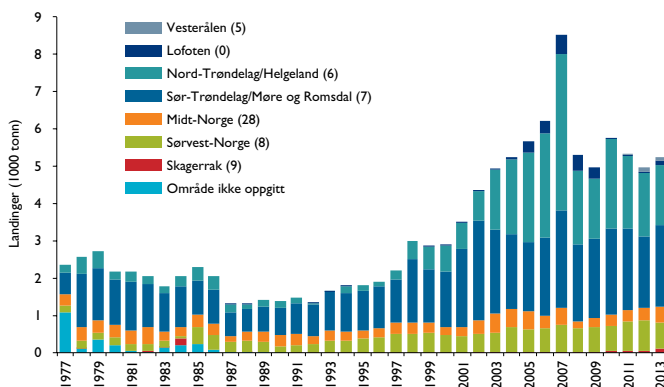
Krabbefisket foregår med teiner fra våren og ut året. Lengden på sesongen har økt de siste årene, og flere driver helårsfiske. Mange har likevel en kortere sesong med hovedfiske i august–oktober. Oftest er det fartøy i gruppen 10–15 meter som deltar i krabbefisket.

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 ble dette innført også her. Alle som skal selge direkte til forbruker, må registrere seg hos Skagerakfisk, og landingene skal rapporteres.



Norske landinger av taskekrabbe, fordelt på statistiske områder. Data fra 2013 er foreløpige. Kilde: Fiskeridirektoratet.

Norwegian landings (tonnes) of edible crab (*Cancer pagurus*), distributed on statistical areas. The 2013 data are preliminary. Source: The Norwegian Directorate of Fisheries.



Taskekrabbe – *Cancer pagurus* – Edible crab

Andre navn: Krabbe, rødkrabbe, paltosk, høvring, skryda

Orden: Tifotkrepss (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

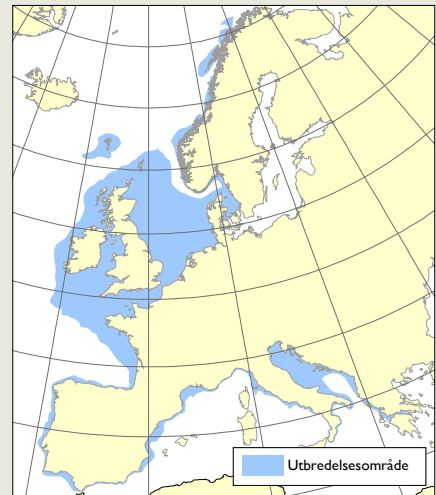
Nøkkeltall:

KVOTE/KVOTERÅD 2014: Ingen

MINSTEMÅL: 13 cm skallbredde (11 cm fra Rogaland til svenskegrensen)

FANGST 2012: Norsk fangst 4 982 tonn, globalt ca. 40 000 tonn (2009)

FANGSTVERDI 2012: 47,04 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.



Foto: Thomas de Lange/Venck

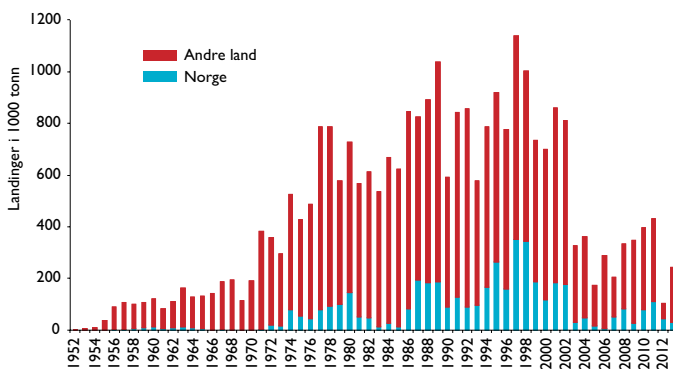
Status og råd

Fra 2011 behandles tobis i Nordsjøen, Shetland og Skagerrak/Kattegat 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. I 2009 var tobisfisket stengt i norsk sone, men 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. Grunnet dårlig rekruttering de siste årene er mengde tobis sunket betraktelig, og kvotene ble satt til 20 000 tonn i 2013 der underområde 2a og 3a var åpne. I tillegg fikk fem båter tilgang til å fiske i underområde 4a.

Gytebestanden i Doggerbank-området (tobisområde 1, ICES) fluktuerte uten noen spesiell tendens fram til slutten av 1990-tallet. I perioden 2000–2006 svangte bestanden rundt kritisk grense (160 000 tonn), men har siden 2007 vært innenfor sikre biologiske grenser. En meget god rekruttering i 2009 sikret en god gytebestand i 2011 og 2012, men en svak rekruttering i 2010 og 2011 førte til svak gytebestand i 2013. Til tross for en noe bedre rekruttering i 2012, viser beregninger at gytebestanden vil være relativt svak ved inngangen av 2015. 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 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 norske kommersielle fiskeriet har forbedret denne situasjonen. Skrapetoktet i 2013 indikerer at 2013-årsklassen er sterk, men resultatene er ganske usikre.

Fiskeri

Danmark og Norge dominerer i tobisfiskeriet. Mellom 1990 og 2002 var landingene gjennomsnittlig 815 000 tonn, siden har de vært betydelig lavere. Nedgangen var særdeles stor i norsk sone, med reduksjoner på 88–94 % i 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 NØS ble det i 2010 landet 50 000 tonn tobis, 90 000 tonn i 2011, 42 000 tonn i 2012 og kun 9 000 tonn i 2013. Selv om det benyttes finmasket trål i tobisfisket (mindre enn 16 mm) har bifangsten vært lav. De siste par årene har tobistrålerne måtte forlate noen av tobisfeltene grunnet mye makrell.



Utvikling i rapporterte landinger av tobis fra Nordsjøen.
Development in reported landings of sandeel in the North Sea.

Tobis – *Ammodytes marinus* – Sandeel

Andre navn: Havsil

Familie: Ammodytidae

Gyteområde: Vikingbanken til danskekysten, 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 2014: Norsk sone: Det foreligger ikke noe kvoteråd enda grunnet pågående evaluering av den norske forvaltningsmodellen.

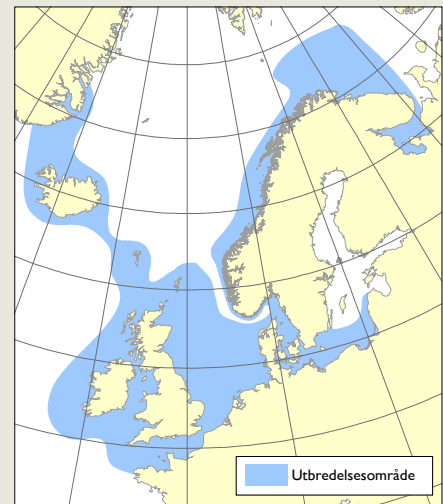
ICES tobisområder 1-7: hhv. maks 57 000 tonn, maks 5000 tonn, maks 270 000 tonn, maks 5000 tonn, 0 tonn, maks 219 tonn, 0 tonn.

KVOTE 2013: I norsk sone: 20 000 tonn /

total EU-kvote: 286 000 tonn

Totalt ble det landet 243 245 tonn

FANGSTVERDI 2013, NORSKE FARTØY: 66,7 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 søvlginsende, 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.



Status og råd

Kysttorskbestanden avtok kontinuerlig fra 1994 til 2003, og har siden holdt seg lav. Rekrutteringen har vært lav i flere år, og det er dermed lite grunnlag for særlig bestandsvekst de nærmeste årene.

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. Fra 2012 er det anbefalt å følge den vedtatte gjenoppbyggingsplanen som er godkjent av ICES. Rådet for 2013 var i henhold til gjenoppbyggingsplanen å gjennomføre ytterligere innstramminger i fisket.

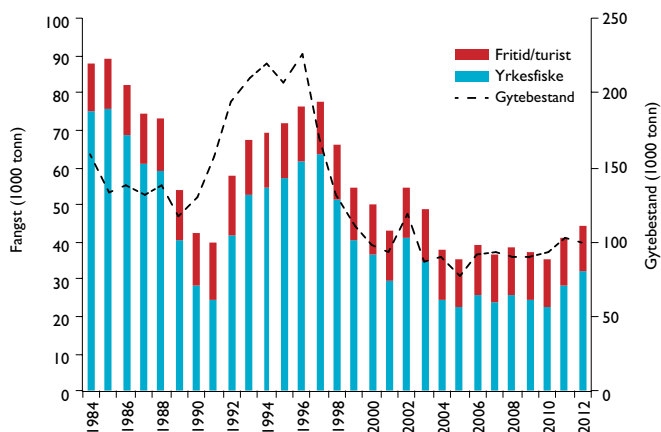
Fiskeri

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. Beregnet fangst av kysttorsk (figur) viser nedgang i perioden 1997–2005, en stabil periode fra 2006 til 2010, og litt økning i 2011 og 2012. Disse fangsttallene 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 tekniske reguleringer i 2005. Disse er med små justeringer videreført for årene 2006–2013. Hovedtanken bak de gjeldende 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.



Anslag for fangst og gytebestand av norsk kysttorsk.

Estimated catch and spawning stock biomass of Norwegian coastal cod. Hatched line showing estimated spawning stock.

Kontaktperson: Asgeir Aglen | asgeir.aglen@imr.no

NORSK KYSTTORSK NORD FOR 62°N

Kysttorsk – *Gadus morhua* – Coastal cod

Gyte-, oppvekst- og beiteområde: Fjorder og kystnære områder

Størrelse: Maks 1,3 m og 40 kg

Alder ved kjønnsmodning: 4–6 år. Kan bli 20 år, men sjelden over 15 år

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

Føde: Bredt fødespekter, men mest fisk, dyreplankton og større krepsdyr

Nøkkeltall:

ANBEFALING: Følge gjenoppbyggingsplanen

KVOTE: 21 000 tonn

FANGST: 32 000 tonn (2012) +13 000 tonn turist- og fritidsfiske



Fakta om bestanden:

Kysttorskens er et kompleks av flere bestander/gytekomponenter av torsk langs kysten fra Stad til russegrensen. De ulike komponentene kan ha ulik dødelighet, veksthastighet og alder ved kjønnsmodning. Det er derfor ikke helt uproblematisk å betrakte disse populasjonene under ett i bestandsvurderingene, men datagrunnlaget er ikke vurdert tilstrekkelig til å gjøre mer regionale beregninger som grunnlag for rådgiving. Andelen kysttorsk øker fra nord mot sør. Mengden øker derimot fra sør mot nord, og ca. 75 % finnes nord for 67°N. Kysttorsk finnes fra tarebeltet og ned mot 500 meter. Den gyter langt inne i de fleste fjordene eller i sidearmer i større fjordsystemer, men også i ytre strøk i områder som delvis overlapper med gyteområder for nordøstarktisk torsk. Kysttorsk yngel bunnskråler 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.

Kysttorskens 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.



Kysttorsk – *Gadus morhua* – Coastal cod

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: Krepser, skjell og fisk

Nøkkel tall:

ANBEFALT KVOTE: Ingen

KVOTE: Ingen

FANGST: Ukjent



Fakta om bestanden:

Genetiske studier har vist at det finnes flere bestander av kysttorsk på 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 bunnsår på grunt vann (0–20 meter). Den blir tidligere kjønnsmoden enn nordøstarktisk torsk, vokser hurtigere og vandrer lite.

Status og råd

LINDESNES–SVENSKEGRENSEN: Fra 1999 til 2010 var fangstene av 0-gruppe (figur) og 1-gruppe torsk i strandnot redusert med hhv. 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 tidsserien, med 1938 på topp (79 0-åringer per trekk) og 1988 på bunn (0,16 0-åringer per trekk). 2012 og 2013 er igjen langt under snittet (se figur). 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.

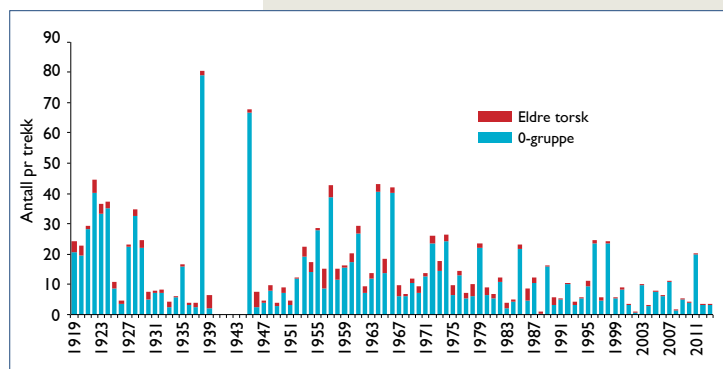
Det er noe forskjell i forekomstene av 0-gruppe torsk øst og vest vanligvis på Skagerrakkysten, hvor situasjonen i vest er bedre enn i øst. I 2011 var det dobbelt så mye torsk i vest (24 torsk/trekk) som øst for Kragerø (12 torsk/trekk) i strandnotserien. I 2013 er det tilsvarende med 4,9 i vest og 1,7 i øst. Forekomsten av eldre torsk er lav, og lavest i øst. Havforskningsinstituttets garnserie viser og en tilsvarende øst–vest-forskjell i forekomsten av eldre torsk, hvor den i 2013 følger samme mønster som tidligere. 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 torken vender tilbake til Nordsjøen når den nærmer seg kjønnsmodning. Det kan heller ikke utelukkes at beskatningen er for høy for den bestandssituasjonen vi har i dag.

LINDESNES–STAD: Torsk på denne kyststrekningen forvaltes som en del av nordsjøbestanden. Torken på Vestlandet består sannsynligvis av én eller flere separate bestander, og det er mulig at disse bestandene i perioder får tilsig av larver og 0-gruppe fra Nordsjøen. Noe av gytetorken kan også være fisk som kommer inn fra Norskerenna.

Oppfatningen av at torken 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. Minstemålet på torsk økte fra 30 til 40 cm i 2009, og fra 2010 gjaldt dette også i rekreasjonsfisket. Fiskeridirektoratet har 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. Etersom torken 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 verdifulle. Det ble etablert ett slikt bevaringsområde i 2012, i Tvedestandsfjorden, hvor vi følger opp med undersøkelser.



Årlig gjennomsnittsfangst av 0-gruppe torsk på faste strandnotstasjoner (i >40 år) på kyststrekningen Søgne–Kragerø, 1919–2013 (ingen data i krigsårene 1940–1944).

Annual year-class indices of 0-group cod along the south coast of Norway, 1919–2013 (no sampling during WW2).

Torsk



Status og råd

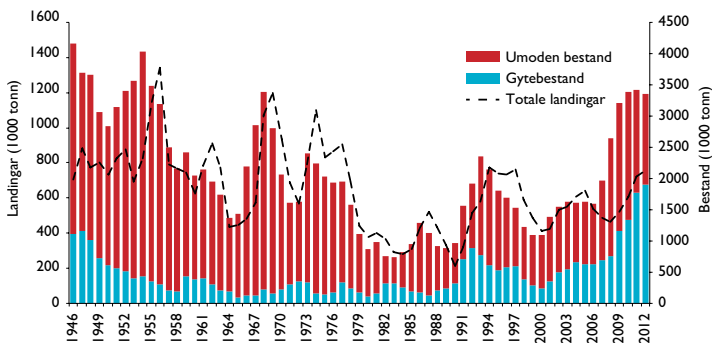
Bestanden er i god stand og over langtidsgjennomsnittet (1946–2012). Gytebestanden er på eit historisk høgt nivå. Årsklassane 2004 og 2005 er godt over gjennomsnittet, medan årsklassane 2006–2010 er på eller litt under gjennomsnittet. 2011- og 2013-årsklassane var svært sterke på 0-gruppestadiet, men 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 mellom 3,0 og 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 2012 var 751 000 tonn, medan den totale internasjonale fangsten var 754 000 tonn. Norsk fangst utgjorde 342 000 tonn i 2012. Andre fangstnasjonar er i rangert rekkefølge: Russland, Færøyane, Spania, Storbritannia, Island, Grønland, Tyskland, Portugal, Polen, Frankrike, Kviterussland, Irland og Estland. Om lag 70 % av årsfangsten blir tatt med botntrål, resten blir fiska med garn, line, snurrevad og juksa. Fisket i 2012 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 landingar av nordaustarktisk torsk.
Stock size and landings of Northeast Arctic cod.

NORDAUSTARKTISK TORSK

Torsk – *Gadus morhua* – Northeast Arctic cod
Andre 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 krepsdyr

Nøkkeltal:

AVTALT KVOTE 2014: 993 000 tonn,
norsk kvote: 437 735 tonn (ekskl. kysttorsk)
AVTALT KVOTE 2013: 1 000 000 tonn,
norsk kvote: 451 340 tonn (ekskl. kysttorsk)
FANGST 2012: 754 000 tonn,
norsk fangst: 342 000 tonn
NORSK FANGSTVERDI 2012: Ca. 4 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 har ein om hausten dei to siste åra funne torsk heilt nord til 82°30'N (nord for Frans Josefs land) og aust til 79°Ø (i det nordlege Karahavet).

Den nordaustarktiske torsken er den største torskebestanden i verda. Andre havbestandar av torsk finst ved Island, Færøyane, 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 vanskeleg å skilje dei ulike torskestammene i Nordsjøen, Skagerrak og Den austlege engelske kanal, og difor vert dei handsama som ein bestand når bestandsstorleik, fiskedøyringsrate og total kvote skal reknast ut.

ICES konkluderer at gytebiomassen har auka sidan det kritisk låge nivået i 2006 og ligg no i nærleiken av kritisk nivå, men er framleis vel under føre-var-nivået. Fiskedøyringsraten har avteke etter 2000 og er no under føre-var-nivået. Rekrutteringa etter 2000 er vurdert å vera dårleg, dette har kanskje samanheng med endringar i fødetilgangen for torskelarvar og auka predasjonspress.

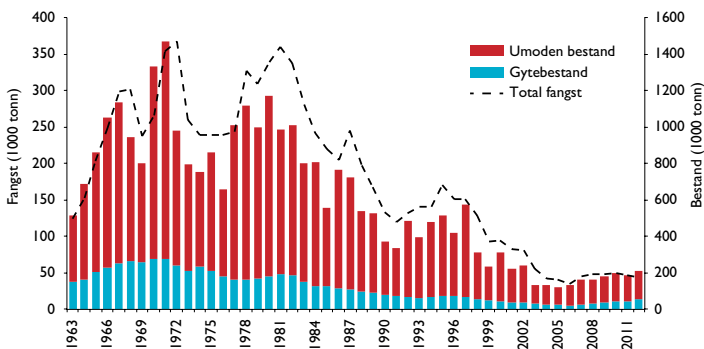
Ein ny forvaltingsplan vart innført av Noreg–EU i januar 2013. Den blir vurdert som føre var av ICES, under føresetnad av at han vert implementert perfekt. Vi har no ein situasjon der gytebiomassen er slik i høve til til føre-var-nivået at langtidsdelen av forvaltingsplanen skal brukast. Dersom det ikkje vert endring i utkast, skal landingane i 2014 vere 28 809 tonn, og total fangst mindre enn 37 496 tonn. Forhandlingane som avgjer fordelinga mellom Noreg og EU er i skrivande stund ikkje ferdige.

Torsken i Nordsjøen, Skagerrak og Den austlege engelske kanal vert forvalta kvar for seg. I Nordsjøen vert torsken delt mellom EU (83 %) og Noreg (17 %).

Samla kvote (konsumfiske) for Nordsjøen og Skagerrak var 30 258 tonn i 2012. Med utkast (24 % av totalt uttak, i vekt 10 400 tonn) var total fangst (inkludert Kanalen) berekna til 43 608 tonn. Noreg landa om lag 5 000 tonn.

Fiskeri

Torsk vert for det meste teken i blandingsfiskeri med trål saman med hyse, kviting, sjøkreps, raudspette og tunge. I det norske fisket vert litt over halvparten teken med garn, ein firedel med line og ein femdel med trål. Alle land som grenser til Nordsjøen fisker torsk, med Danmark, Storbritannia og Noreg som dei viktigaste dei siste åra. Ei utviding av programmet for fullt kameraovervaka fiskeri (FDF) i 2010–2013 for Skottland, Danmark, Tyskland og England er venta å ha bidrege til reduksjon i torskedøyringa. I FDF-programmet er alt utkast av torsk forbode i Storbritannia, medan danske og tyske deltakarar kan kaste ut torsk under minstemålet.



Bestand og fangst av torsk i Nordsjøen, Den engelske kanal og Skagerrak.
Stock size and total catch of cod in the North Sea, the Eastern Channel and Skagerrak.

Kontaktpersonar: Jennifer Devine | jennifer.devine@imr.no og Irene Huse

NORDSJØEN/SKAGERRAK OG DEN AUSTLEGE ENGELSKE KANAL

Torsk – *Gadus morhua* – Cod

Familie: Gadidae (torskfamilien)

Maks storleik: 100 cm og 20 kg

Levetid: 15 år

Leveområde: Nordsjøen/Skagerrak

Gyteområde: Den engelske kanal, Dogger og langs skotskekysten

Gytetidspunkt: Januar–april

Føde: Krepsdyr og fisk

Nøkkeltal:

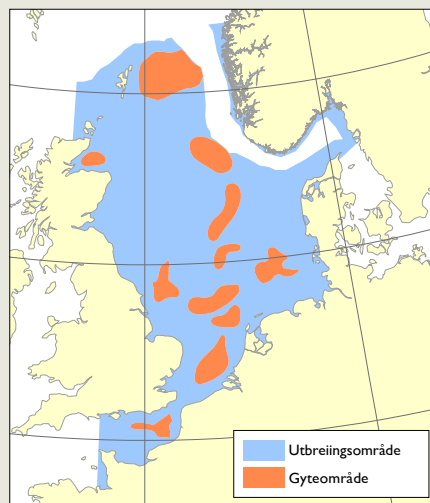
KVOTERÅD 2014: 28 809 (landingar) tonn (inkluderer Den austlege engelske kanal)

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (NORDSJØEN): 26 475 / 4 501 tonn

TOTALKVOTE/NORSK KVOTE (SKAGERRAK): 3 783 / 123 tonn

TOTALFANGST/NORSK FANGST 2012: 30 960 tonn / 5 006 tonn

NORSK FANGSTVERDI 2012: ca. 85 mill. kroner



Fakta om bestanden:

Torsk finst på begge sider av det nordlege Atlanterhavet. Utanom bestanden i Nordsjøen har vi bestandar i Austersjøen, Kattegat, Irskesjøen, ved Færøyane, Island, norskekysten, Barentshavet, aust- og vestkysten av Grønland, og langs Canada og USA sør til Cape Hatteras (35° 10'N). I Europa finst den sør til Biscaya.

Torsk i Nordsjøen er stort sett stadbunden, og vi reknar med at det finst fleire lokale stammar med gytefelt, mellom anna i Den engelske kanal, ved Dogger og langs kysten av Skottland. Det finst likevel ikkje klare skiljeliner mellom stammane, og gytinga kan skje i heile Nordsjøen.

Gytetida er frå januar til april, tidlegast i sør, og eggja vert klekte etter to til tre veker. Dei viktigaste oppvekstområda er langs danskekysten og i Tyskebukta. Det finst vanlegvis også ein god del yngel kring Shetland. Torsken i Nordsjøen veks raskare og vert tidlegare kjønnsmoden enn torsken i Barentshavet, men har eit kortare liv.

Torsken lever i hovudsak på botnen, men kan gå høgt i vatnet for å beite på fiskestimar. Føda varierer med storleik og alder. Medan ung torsk et mykje krepsdyr, vil den etter kvart som den veks, ete meir og meir fisk, slik som augepål, tobis og sild. Torsken er ein utprega kannibal, og opptil tre år gammal torsk kan bli eten av større torsk.



Status og råd

Hovudsakleg basert på genetik, men også feittsyrer og parasittfauna, har ICES konkludert med at det i Irmingerhavet søraust 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 førekostane finst (sjå figur), mens førekostane utanfor og særleg sørvest for dette området er dominert av den grunnare bestanden. 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 2013 viser ein bestand (vel 90 000 tonn) som er mindre enn 10 % av målingane på byrjinga av 1990-talet. Det er vanskelegare å måle den djupare bestanden med akustikk, og her må ein difor i større grad støtte seg på fangstrater med trål. Resultat frå slike målingar av den djupare bestanden sidan 1999 viser ein reduksjon også av denne bestanden der målinga i 2013 (kring 400 000 tonn) er den lågaste i tidsserien.

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 djupaste 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. ICES arbeider no med å utforme forslag til ein forvaltingsplan med brei fagleg semje. Planen vil truleg bli lagt fram for partane i løpet av våren 2014.

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 2012 viser ein totalfangst på 32 806 tonn av den djupe bestanden og berre 3 173 tonn av den grunnare. Av dette var norsk fangst 3 361 tonn av den djupe bestanden. Førebels statistikk for 2013 viser ein total internasjonal rapportert fangst av pelagisk snabeluer på kring 45 000 tonn. Av dette fiska norske trålarar 2 979 tonn.

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 og 20 000 tonn i 2014. Alt fiske skal gå føre seg i det nordaustlege området, dvs. forvaltingsområdet for den djupaste 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 er samde om å bruke same faktor på 1,70 for omrekning frå alle typar hovud- og bukkappa fiskevekt til rundvekt.

I IRMINGERHAVET

Pelagisk snabeluer – *Sebastes mentella* –
Beaked redfish

Andre namn: Djuphavsuer, nebbuer, raudfisk

Familie: Scorpaenidae

Maks storleik: 50 cm og 1,3 kg

Levetid: Over 70 år

Leveområde: Irmingerhavet. Yngel- og oppvekstområde ved Grønland

Hovudgyteområde: Langs Reykjanesryggen

Gytetidspunkt: April

Føde: Dyreplankton først, sidan også liten blekksprut og fisk

Predatorar: Sjøpattedyr

Særtrekk: Lever heile sitt vaksne liv pelagisk i Irmingerhavet

Nøkkeltal:

KVOTERÅD 2014: Ikkje direkte fiske på den grunnaste bestanden. For den djupaste 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 20 000 tonn.

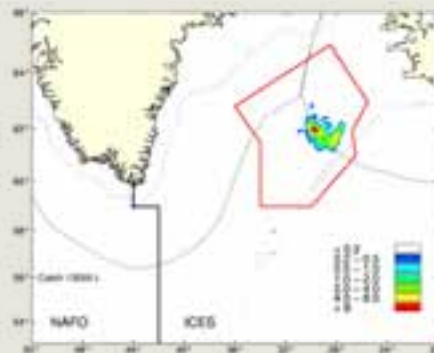
TOTALFANGST 2013:

Internasjonal fangst: 45 000 tonn

Norsk fangst: 2 979 tonn

Fakta om bestanden:

Snabelueren i Irmingerhavet er samansett av to pelagiske bestandar som med ei viss overlappning i stor grad er åtskilde på djup. Den grunnaste lever på 100–500 meters djup, og den djupaste 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 2013. Figuren viser grensene for det nordaustlege forvaltingsområdet (raud ramme). Fisket her føregår på 600–800 meters djup i april–juli. Fargane viser ulike fangstratar som tonn per kvadrat-nautisk mil. Kjelde: Hafranssóknastofnunin, Island.

*Distribution of the fishery in 2013, 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.*

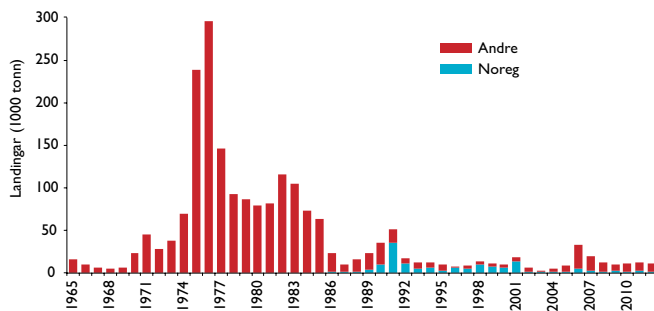


Status og råd

Bestanden av snabeluer har ei positiv utvikling, og rekrutteringa har auka dei seinare åra. Dagens bestandsbiomasse er estimert til 980 000 tonn. Snabelueren vert kjønnsmoden ved 12-årsalderen. Dagens gytebestand består derfor nesten berre av aldersgrupper som er fødte før 2000. I åra mellom 1996 og 2004 var årskulla svært svake. Dei store årskulla som er fødte etter 2004 vil ikkje inngå i gytebestanden før etter 2015. Før den tid vil derfor gytebestanden minke. ICES vedtok at det kommersielle fiskeriet kan ta ut opptil 47 000 tonn i 2012 og 24 000 tonn i 2013, 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 2013 viser at ca. 3 000 tonn er fiska som bifangst med botntrål og 6 900 tonn med flytetral i internasjonalt område (Smutthavet) i Norskehavet. Av dette har Noreg fiska høvesvis ca. 1 500 og 5 tonn (2 000 og 0 tonn i 2012). 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 2014. Bifangst av uer i rekefisket er regulert, og maksimal innblanding av uer er 3 individ per 10 kg reke. 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, mens det innanfor er tillate med 15 % bifangst.



Landa fangst av *Sebastes mentella* i ICES område I og II. For 2004–2012 er fangst rapportert tatt med flytetral i Norskehavet inkludert. Total international landings of *Sebastes mentella* in Sub-areas I and II. For 2004–2012, catches reported taken by pelagic trawl in the Norwegian Sea are included.

I NORSEHAVET OG BARENTSHAVET

Snabeluer – *Sebastes mentella* – Beaked redfish

Andre namn: Nebbuer, djuphavsuer, raudfisk

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. Føretrek også næringsvandringar ut i det pelagiske Norskehavet (300–450 m)

Hovudgyteområde: Langs heile Eggakanten frå britisk sone til Bjørnøya

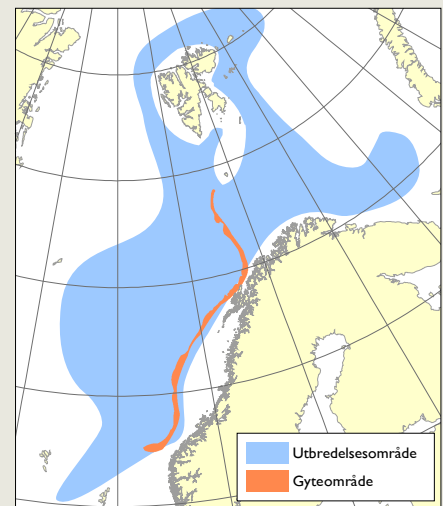
Gytetidspunkt: Mars–april

Føde: Plankton viktigast dei første leveåra, deretter større plankton og fisk

Særtrekk: Ueren ynglar, dvs. han “gyt” levande larvar

Nøkkeltal:

KVOTERÅD 2014: 19 500 tonn i Norskehavet, ellers ingen kvoteråd, men vern av yngel, ikkje direkte trålfiske og låg bifangst i andre fiskeri.
FANGST 2013: Norsk fangst: om lag 1 500 tonn
 Samla internasjonal fangst: om lag 10 000 tonn
NORSK FANGSTVERDI 2013: Ca. 78 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 beitlar på snabeluer. Larvar og liten ueryngel har dessutan blitt observert i sildemagar.



Foto: Thomas de Lange Wærnick

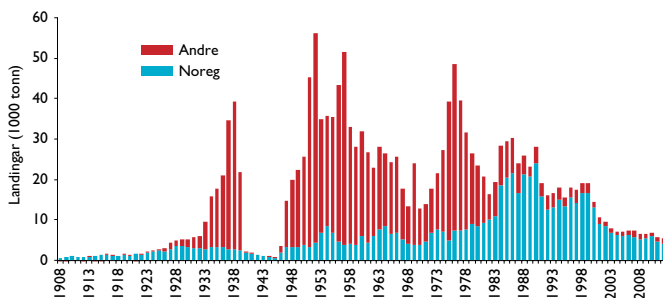
Status og råd

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 dødelegheita som følgje av fiske auka og er i dag høgare enn tidlegare observert.

Vanleg uer er klassifisert som sterkt trua art på den 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, fredingstid 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 2013 vil bli kring 5 300 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 også i 2014 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 ungfisk-førekomstane, 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.



105 års fangsthistorie for nordaustarktisk vanleg uer (*Sebastes marinus*). Catches of *Sebastes marinus* since 1908.

Vanleg uer – *Sebastes marinus* – Golden redfish
Andre namn: Raudfisk – *Sebastes norvegicus*
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 2014: Ikkje direkte fiske, og strengare vernetiltak må innførast
 FANGST 2013: Norsk fangst: 4 270 tonn, samla internasjonal fangst: ca. 5 300 tonn
 NORSK FANGSTVERDI 2013: For begge uerartane samla, ca. 78 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 kjønnsmoden. 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 småueren viktig føde for torskefisk og kveite. Det er ikkje påvist nemneverdige endringar i gytealder, produksjon eller utbreiing som følgje av endringar i klima, men dei siste åra er det gjort gode bifangstar av vanleg uer så langt nord som ved Bjørnøya.

Vågehval



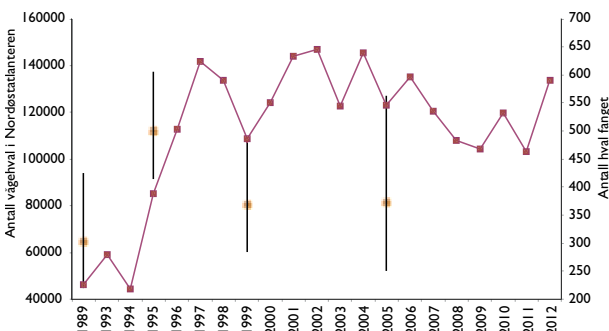
Status og råd

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 2013 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 telleokt i perioden 2002–2007. Estimatet 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 hvalfangerne 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 2013 ble det fanget 594 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 2013 var kun 17. 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.

Kontaktperson: Nils Øien | nils.oien@imr.no

Vågehval – *Balaenoptera acutorostrata* – Minke whale (nordatlantisk vågehval)

Andre 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:

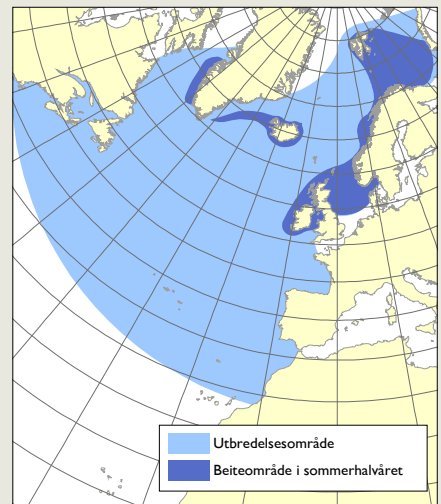
KVOTE FOR 2014, 2013, 2012, 2011 OG 2010:
1286 hval per år

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 atletende. 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.



Foto: MA HENNO

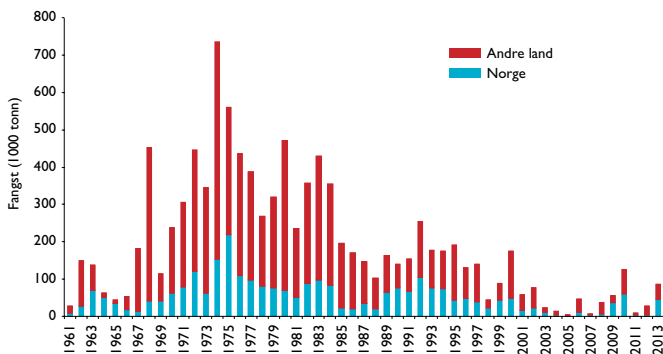
Status og råd

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 2013-årsklassen over middels sterk, slik at gytebestanden vil være trygt over kritisk grense i 2014. Ingen forvaltningsstrategi er avtalt for øyepål, men de siste årene er det valgt en kvotefastsettelse i henhold til en strategi som har som mål å sikre at den gjenværende gytebestanden (escapement-strategi) 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, og kvoten for 2013 ble satt til 353 000 tonn. Kvoterådet for 2014 er på 216 000 tonn, men på grunnlag av nye bestandsundersøkelser første kvartal 2014 vil det foreligge et oppdatert råd i løpet av første halvår 2014. ICES bemerker at det ut fra en økosystembetragtning er viktig å beholde en bestand som kan sikre matgrunnlaget for ulike predatorer.

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 begrenning 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 seinere 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. I 2013 fisket Danmark 38 000 og Norge 47 000 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.



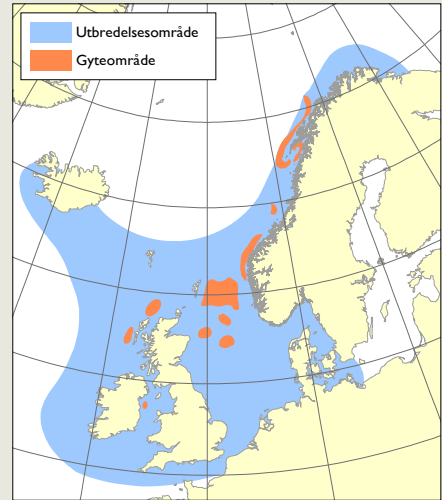
Fangst av øyepål.
Reported catch of Norway pout.

Kontaktperson: Espen Johnsen | espen.johnsen@imr.no

Øyepål – *Trisopterus esmarkii* – Norway pout
Andre navn: Augnepål, øyepale
Familie: Gadidae (torskfamilien)
Gyte- og leveområde: Nordlige del av Nordsjøen
Føde: Krepssdyr, 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 torskfisk

Nøkkeltall:

KVOTE 2014: EU-kvoten er 103 000 tonn
 og norsk kvote er 108 000 tonn
 KVOTE 2013: EU-kvote 187 000 tonn
 og norsk kvote 157 000 tonn
 FANGSTVERDI 2013: (NORSKE FARTØY) 84,5 millioner kroner



Fakta om bestanden:

Øyepål er en liten, kortlevd torskfisk 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 krepssdyr, og da særlig krill og raudåte. Øyepål blir selv spist av en rekke større fisk som torsk, hvitting 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.



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.

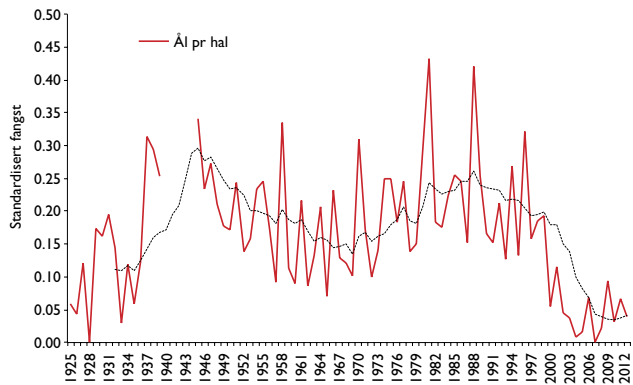
Fiskeri

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 fiskeriavhengige 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* – Eel

Familie: Anguilla

Maks størrelse: 133 cm, 6 599 g

Levetid: 5–20 år avhengig av kjønn og levevilkår

Leveområde: Fra Afrika/Kanariøyene til

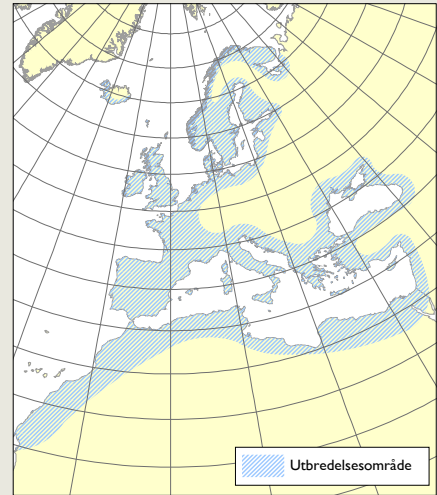
Murmansk, i både ferskvann og saltvann

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 vandringen 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 øresteinen 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 brakvann, er det forholdsvis ukjent andre steder. I det meste av Europa blir ålen sett på som en fersk- eller brakvannsansart, også i forvaltningen. Fisket etter gulål og blankål foregår i elver og våtland nær kysten.

Ål kan ha et kompleks livsløp hvor den vandrer mellom ferskvann og brakvann (semi-katadrom adferd). Det er bemerkelsesverdig, siden den dermed veksler mellom omgivelser som har helt forskjellig saltholdighet, temperatur, substrat, dybde og andre miljøforhold. Habitatskiftet 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 brakvann og saltvann øker med breddegraden.



OVERSIKTSTABELLER OG KART



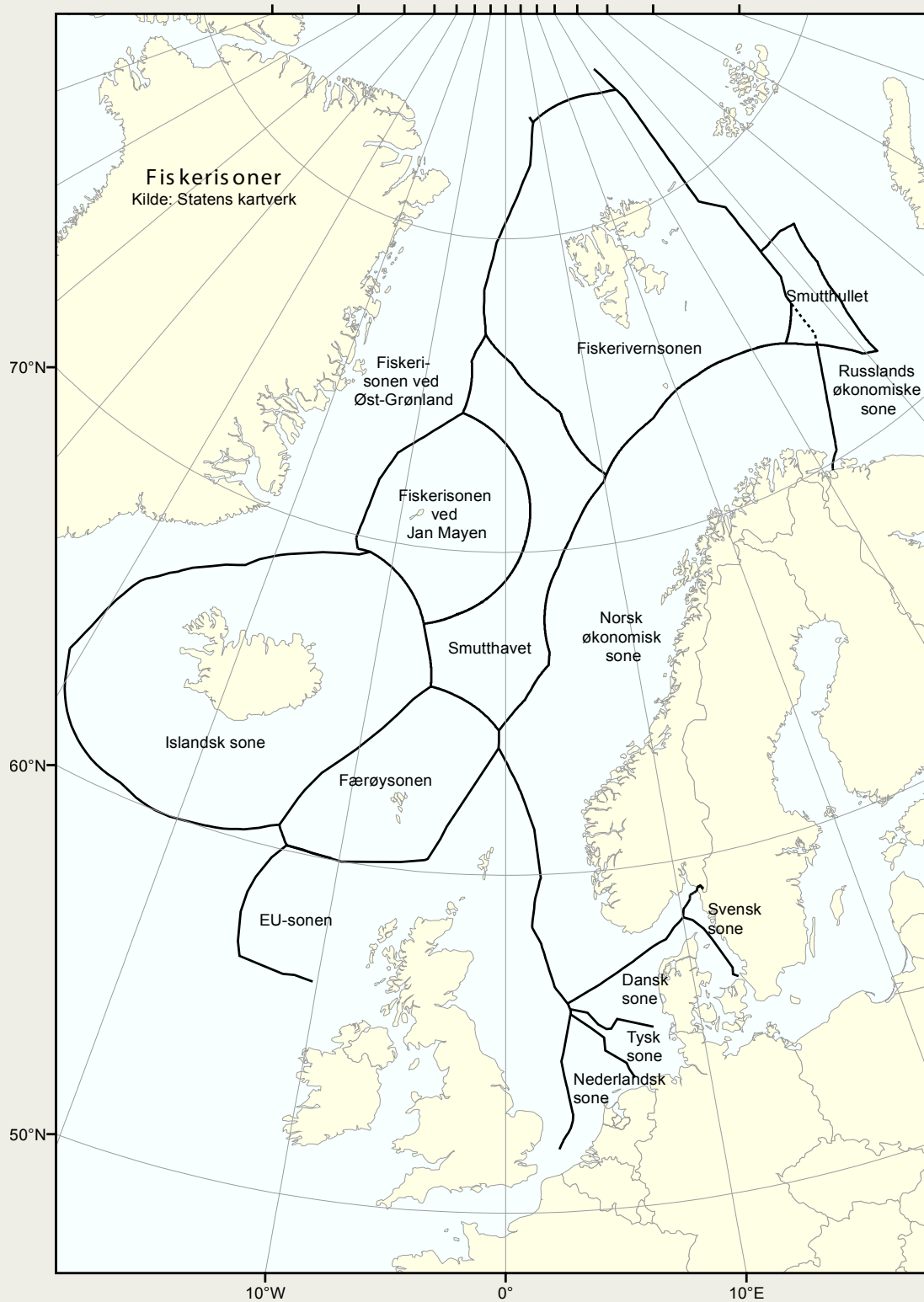
FORKORTELSER

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 / UUU = ulovlig, urapportert og uregulert
IWC	=	<i>International Whaling Commission</i> (Den internasjonale hvalfangstkommisjon)
Klif	=	Klima- og forurensningsdirektoratet (tidligere SFT) - nå Miljødirektoratet
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
DYPVANNSSREKE	<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>	wrass
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
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
SNØKRABBE	<i>Chionoecetes opilio</i>	Snow crab
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

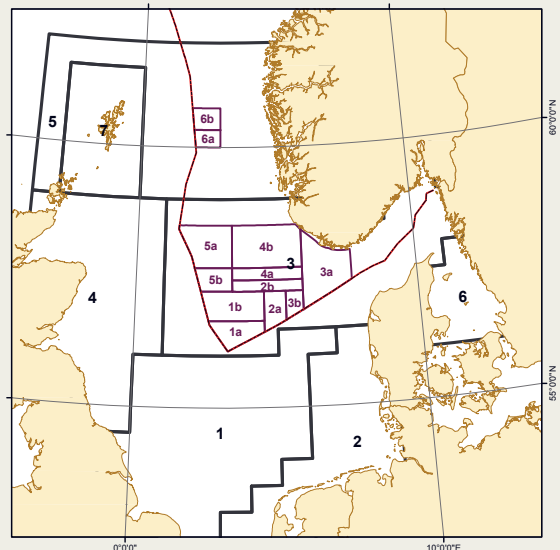
FISKERISONER

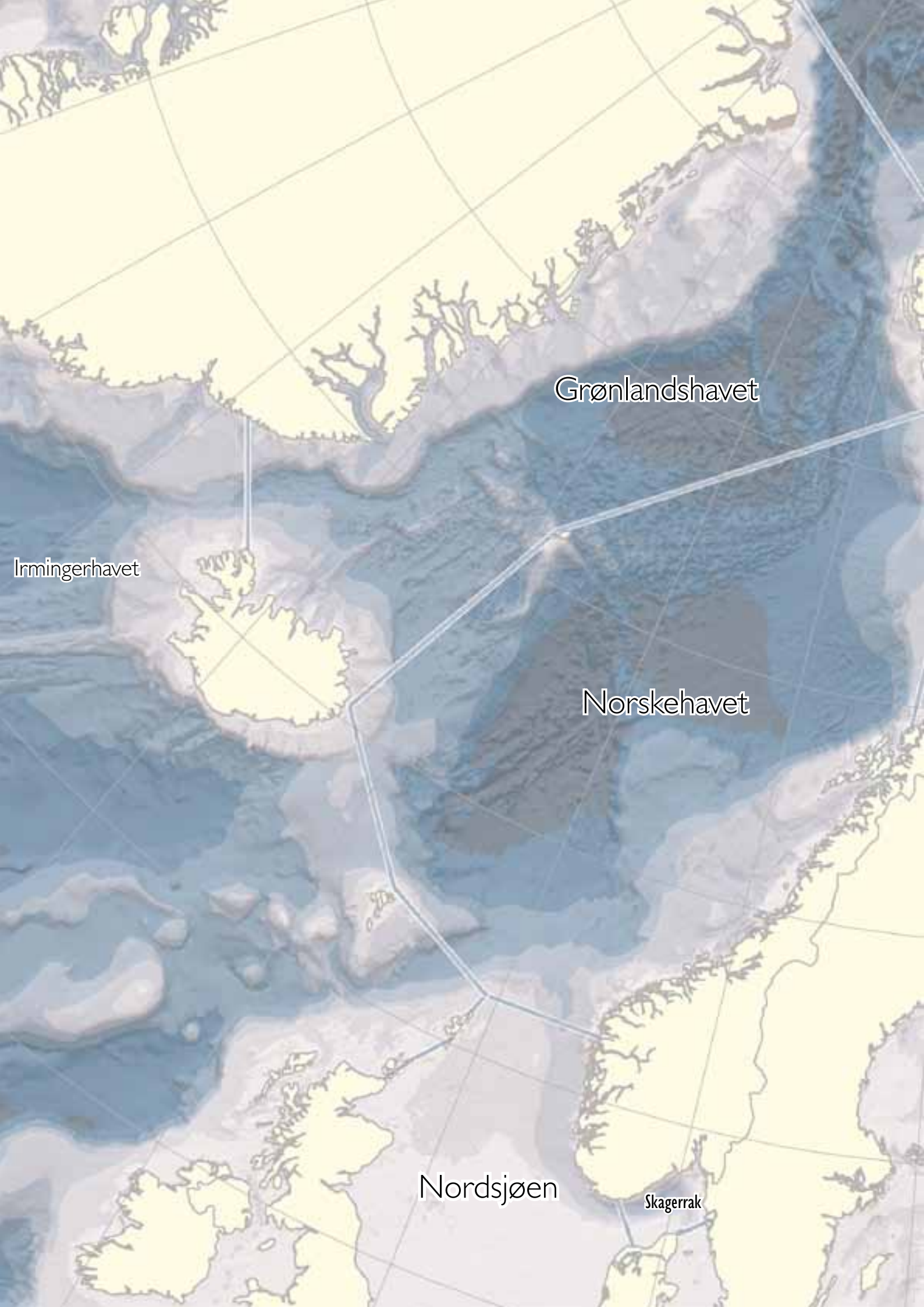


ICES' FISKERISTATISTISKE OMRÅDER



ICES sin inndeling av tobisbestandene i Nordsjøen (1-7, i svart), og de norske tobisforvaltningsområdene (1-6, i rødt).





Grønlandshavet

Irmingerhavet

Norskehavet

Nordsjøen

Skagerrak

