



Ressursovervåkning og rådgivning

MÅL

Programmet skal levere oppdatert vitenskapelig kunnskap om tilstand og forventet utvikling av de viktigste fiskebestandene, som grunnlag for en bærekraftig fiskeriforvaltning.

Norsk fiskerinæring høster årlig mellom 2 og 3 millioner tonn av havets levende ressurser, fordelt på over 80 ulike bestander av fisk, skalldyr, sel og hval. Innsatsen er i hovedsak rettet mot overvåkning og mengdemåling av de økonomisk viktigste fiskebestandene. Kombinert med fangststatistikk gir dette grunnlag for bestandsberegninger og prognoser, hovedsakelig i samarbeid med andre lands forskere i Det internasjonale råd for havforskning (ICES). Ressursrådgivningen legges til grunn for fastsetting av årlige fiskekvoter. Aktiviteten i 2002 gikk planmessig, med unntak av toktene i Barentshavet, som i stor grad ble hemmet ved manglende tilgang til russisk sone, et problem vi har slitt med siden 1997.

PROSJEKTER

- ▶ Ressursrådgivning og informasjon
- ▶ Mengdemåling og bestandsvurdering, pelagisk fisk
- ▶ Mengdemåling og bestandsvurdering, bunnfisk
- ▶ Mengdemåling og bestandsvurdering, skalldyr
- ▶ Ressursøkologi og rådgivning
- ▶ Fangstteknisk rådgivning
- ▶ Prøvetaking, tilgjengelighet og kvalitet av data fra tokt og fiske
- ▶ Frie prosjekter
- ▶ Administrasjon og utvikling av Senter for marine ressurser

RESULTATER

I 2002 har vi gjennom dette programmet:

- ▶ levert forvaltningsråd for en rekke bestander, med hovedvekt på de økonomisk og økologisk viktigste, som torsk, hyse, sei, blåkveite, uer, sild, makrell, kolmule, reker, kongekrabbe og vågehval.
- ▶ formidlet rådgivning i fiskeriforhandlinger med EU, Russland, Færøyene, Grønland, 5-partsforhandlinger om norsk vårgytende sild, NEAFC-drøftinger om kolmule og uer og reke i NAFO, og om hval i IWC og NAMMCO.
- ▶ gjennom en norsk/russisk ekspertgruppe lagt grunnlaget for vedtatte beskatningsstrategier for viktige fiskebestander i Barentshavet (torsk, hyse og lodde).
- ▶ levert vesentlige bidrag til bedre forvaltning av bunnfiskbestandene i Nordsjøen, gjennom innspill til "Cod recovery plan" og flere praktiske forsøk med seleksjonsinnretninger i bunntrålfisket.
- ▶ bidratt til forvaltningssamarbeidet i farvannene ved Antarktis gjennom deltakelse i CCAMLR.
- ▶ inkorporert ressursovervåkning og rådgivning ved Fiskeriforskning.
- ▶ gjennomført årlig nasjonalt planleggingsmøte for neste års arbeidsgrupper for bestandsberegning i ICES.
- ▶ gjennomført regulære driftsår med "referanseflåte" for direkte elektronisk rapportering av fangstdata og biologiske prøver (se temasak).
- ▶ arrangert nordisk forsker/fisker/forvalter-seminar om økosystembasert fiskeriforvaltning.
- ▶ bidratt til bedre felles forståelse for forvaltningsprinsipper og bedre utnytting av fiskeridata i bestandsberegning gjennom den nasjonale "Referansegruppe for ressursforskning" og North Sea Commission Fisheries Partnership Group; begge dialogfora mellom fiskerinæring, forskning og forvaltning.

- ▶ gjennomført følgende reorganiseringer: Etablering av "Seksjon for ressursøkologi" og "Forskningsgruppe for observasjonsmetodikk" – den siste knyttet til forskningsprogrammet "Absolutt mengdemåling av marine ressurser for å imøtekomme framtidige behov for økosystembasert ressursrådgiving og mer effektiv hav- og ressursovervåking."
- ▶ gjennomført en rekke informasjonstiltak; statusrapport for fiskeressursene, "Havets ressurser", samt et stort antall andre rapporter, populærvitenskapelige artikler og foredrag (se publikasjonsliste).

DATA FRA FISKEFLÅTEN

I 2003 overtar Havforskningsinstituttet det nye forskningsfartøyet "G.O. Sars". Samtidig fases to av de eldre båtene ut, "Michael Sars" og den gamle "G.O. Sars". Dette medfører redusert kapasitet mht. egne forskningsfartøy, selv om dette kompenseres noe ved større effektivitet med det nye fartøyet.

Framtidige krav om økosystembasert fiskeriforvaltning forutsetter et langt større datagrunnlag for å vurdere tilstand og utvikling i ressursgrunnlaget for fiskeriene. Redusert kapasitet i flåten av forskningsfartøy fører til at vi må utvikle og utnytte alternative måter for registrering av data. Å anvende fiskeflåten som plattform for å hente data til bruk i bestandsvurderinger er et viktig supplement.

Vi har allerede etablert en såkalt referanseflåte av fiskefartøy som registrerer fangst- og innsatsdata og biologiske data fra fangstene. Dette blir overført elektronisk til Havforskningsinstituttet. Denne referanseflåten omfattet i 2002

seks havgående fiskefartøy (tre trålere, to autoline/garnbåter og en garnbåt/hvalfanger). Fra 2003 vil flåten bli utvidet med to nye fartøy. (snurrevad og line). Vi har installert kommunikasjonssystem om bord i alle fartøyene som jevnlig sender over fangstdagbok til Havforskningsinstituttet. I tillegg tas det biologiske prøver etter fastsatte rutiner, hovedsakelig lengdemålinger av fisk fra fangstene. Her anvendes det elektronisk lengdemålingsbrett, slik at måldata går rett inn i databasen uten mellomliggende registrering og punching. Vi har ellers avtale om satellittsporing av fartøyene, slik at vi både kan følge deres fiskeriaktivitet og ha mulighet til å be om intensivt prøvetaking i spesielle områder etter behov.

Foruten fangstdata leverte referanseflåten i 2002 nærmere 215 000 lengdemålinger fordelt på 18 ulike arter, hovedsakelig torsk, hyse, sei, brosme og blåkveite; fra Barentshavet, Norskehavet, Nordsjøen, Hatton Bank og Østgrønland. Dette materialet gir oss

et vesentlig bedre datagrunnlag fra fisket og dermed et verdifullt bidrag for bedre bestandsberegninger. I tillegg har referanseflåten muligheter til å gi instituttet utfyllende data i de periodene vi ikke er i området med våre forskningsfartøy.

Erfaringene med referanseflåten er så langt meget positive, og vi tar sikte på å utvide ordningen til også å omfatte pelagisk sektor. I tillegg vurderer vi å utvide dataregistrering fra fiskefartøy ved å utvikle sensorsystemer for registrering av temperaturdata, akustikkdata med mer. I en tid med redusert kapasitet av forskningsfartøy, vil det også i samarbeid med fiskerinæringen være viktig å tilpasse nybygde fiskefartøy til forskningsformål. Slik kan disse i perioder leies inn til tokt som ellers ville kreve spesialbygde forskningsfartøy. Vi ser for oss at fiskeflåten i økende grad vil spille en rolle som "plattform" for innhenting av data og således være med på å styrke grunnlaget for bedre bestandsberegninger og prognoser for en bærekraftig fiskeriforvaltning.



Overvåkning og tilstandsvurdering av havmiljøet

MÅL

Overvåke langtidsutviklingen og gi prognoser for utviklingen i havklima, produksjonsforhold og forurensning i norske kyst- og havområder. Resultatene fra programmet skal medvirke til at styresmaktene kan forvalte havmiljøet og de levende marine ressursene på en bærekraftig måte.

PROSJEKTER

- ▶ Rådgivning og informasjon
- ▶ Kyst og fjord
- ▶ Barentshavet
- ▶ Norskehavet
- ▶ Nordsjøen og Skagerrak
- ▶ Administrasjon og drift av Senter for marint miljø (SMM) Informasjonssystemer

RESULTATER OG OBSERVASJONER

- ▶ Verdens største dyphavsskorallrev, Røstrevet, ble kartlagt med akustisk målemetodikk og verifisert med bruk av undervannskamera i mai 2002. Revet ligger nord for Trænadjupet og avgrensens innenfor et område som er 19.0 nautiske mil langt og 3.72 nautiske mil bredt. For å gi revet tilstrekkelig beskyttelse mot fiskeriaktivitet har Havforskningsinstituttet foreslått revet fredet med en buffersone som er 27.0 nautiske mil lang og 10.2 nautiske mil bred.
- ▶ Den femte Nordsjøkonferansen ble arrangert i Bergen i mars 2002, og instituttet leverte innspill til Ministererklæringen; blant annet på presisering av begrepet "økosystemtilnærming" samt hvordan arbeidet med økologiske kvalitetsmål skal videreføres i regi av ICES.
- ▶ Fra 1978 har temperaturen i atlantehavsvannet i det sørligste snittet i Norskehavet, Svinøysnittet, økt med ca. 0.5 °C. I samsvar med endringene av vannmassefordelingen i Norskehavet har bestanden av norsk vårgytende sild hatt en markert nordøstligere utbredelse det siste tiåret enn i 1950- og 1960-årene.
- ▶ I juli 2002 var den midlere temperaturen av det atlantiske vannet i det sørlige Norskehavet på ca. 8 °C, som er det høyeste som er observert på denne årstiden siden de systematiske målingene i Svinøy snittet startet i 1978.
- ▶ Ny teknologi ble i vår tatt i bruk for å overvåke klimaet i Norskehavet, der tre Argo-bøyer er utplassert drivende i 1500 m dyp. Hver tiende dag stiger de opp og måler salt og temperatur til overflaten, der dataene blir sendt via satellitt til land.
- ▶ I 2002 var det en ny økning i dyreplanktonbiomassen i Norskehavet i mai. Økningen var klarest i kystvann, men var også tydelig i atlantiske vannmasser. Dette kan forklare den østlige fordelingen av sildebstanden i mai. Silda vandret heller ikke så langt nord som vanlig i løpet av juni og juli, noe som kan skyldes de bedre beiteforholdene sentralt i Norskehavet.
- ▶ En kraftig forbedring av beiteforholdene i Norskehavet i 2002 forventes å gi en tilsvarende økning i sildas kondisjon.
- ▶ Det ble funnet til sammen store mengder sildelarver på norsk sokkel i april. Det er bare i årene 1996, 1997, 1998 og 2001 at det har blitt funnet flere sildelarver enn i 2002 i perioden etter sammenbruddet i sildestammen på 60-tallet.
- ▶ I Nordsjøen var overflatetemperaturen ca. én grad over normalen, mens det i august/september var 2.5 grader varmere enn normalt. Dette var det varmeste som er målt langs norskekysten siden 1942. Ved Forskningsstasjonen Flødevigen var gjennomsnittstemperaturen i 1 meters dyp i august og september den høyeste siden målingene startet i 1924.

- Netto innstrømning gjennom den engelske kanal i 1. halvår var den nest største siden 1955, kun overgått av innstrømningen i 2000.
- Den kortvarige ekstreme flommen i Elbe i august med ekstra næringssalter så ut til bare å ha en lokal effekt på primærproduksjonen i Tyskebukten.
- I oktober ble det observert unormalt store mengder atlantiske vannmasser langs den danske Skagerrakkysten helt opp til overflaten i et område som strakte seg ut til 20 nautiske mil av kysten, noe som antagelig skyldtes kraftig vinddrevet lokal oppstrømning av de dypere vannmassene.
- I 2002 var prognosen på 38 000 tonn hestemakrell godt samsvarende med det etterfølgende fiske på 32 000 tonn, noe som tyder på at hestemakrellens vandrings i Nordsjøen fremdeles er styrt av innstrømningen av atlantisk vann.
- Fra mai til september var det unormalt varmt i kystvannet, med temperaturer periodevis 4-5 °C over det normale for årstiden.

MILJØ- OG RESSURSBESKRIVELSE FOR LOFOTEN – BARENTSHAVET

I Sem-erklæringen som er det politiske grunnlag for Bondevik II regjeringen, heter det at Samarbeidsregjeringen vil foreta en helhetlig gjennomgang av havmiljøet gjennom en egen stortingsmelding. Etter oppdrag fra Fiskeridepartementet bidrog Havforskningsinstituttet med innspill til denne, *Et rent og rikt hav* (stortingsmelding nr. 12 2001-2002), som ble fremlagt i mars 2002. Instituttet pekte spesielt på at det var mangelfull kunnskap om langtidseffekter av operasjonelle utslipp fra oljevirkksomheten til havs. Videre ble nytten av Norsk marint datasenter ved Havforskningsinstituttet som nasjonal koordinator av marine miljødata understreket, og at det var viktig å få etablert forvaltningsmål for de ulike fiskebestandene.

Sem-erklæringen peker på at Samarbeidsregjeringen vil "...legge opp til en helhetlig forvaltningsplan for Barentshavet, der hensynet til miljø, fiskerier, petroleumsvirksomhet og sjøtransport vurderes samlet". Konsekvenser av petroleumsvirksomheten er trukket fram som spesielt viktig; "Samarbeidsregjeringen vil foreta en konsekvensutredning av helårlig petroleumsvirksomhet i de nordlige havområder fra Lofoten og nordover. Inntil en slik plan er på plass, åpnes ikke Barentshavet ytterligere for petroleumsvirksomhet".

Arbeidet med denne forvaltningsplanen kom i gang første halvår 2002, under ledelse av en styringsgruppe i regi av Miljøverndepartementet. Havforskningsinstituttet var representert i styringsgruppen som Fiskeridepartementets rådgiver, og ble av Fiskeridepartementet gitt prosjektlederansvar for prosjektgruppe Fiskeri. Hovedoppgaven for denne prosjektgruppen var å utarbeide basisbeskrivelser for fiskeri, havbruk, skipstrafikk og miljø/ressurser. Disse skal ligge til grunn for en utredning av konsekvenser av aktiviteter innen fiskeri, havbruk og skipstrafikk, som skal utføres i 2003 i regi av Fiskeridepartementet. Olje og energidepartementet gjennomfører en konsekvensutredning av petroleumssaktivitet i Lofoten-Barentshavet, og Miljøverndepartementet en konsekvensutredning av ytre miljøpåvirkninger av økosystemene i Lofoten-Barentshavet. Begge disse skal også være klar i løpet av 2003. En samlet vurdering av alle disse utredningene skal så danne basis for selve forvaltningsplanen for Lofoten-Barentshavet som skal utarbeides i 2004-2005. Allerede fra starten ble det framhevet at det var viktig å gi en miljøbeskrivelse av det aktuelle området. Miljøverndepartementet gav derfor Havforskningsinstituttet og Norsk Polarinstitutt i februar 2002 i oppdrag å utarbeide en felles "Miljø- og ressursbeskrivelse

for Lofoten – Barentshavet" med leveringsfrist 1. oktober 2002. Rapporten ble levert på dato, og presentert i Tromsø 17. oktober. Den er tilgjengelig på HIs nettsted http://www.imr.no/Dokumenter/Rapport_miljobeskrivelse.pdf.

Miljø- og ressursbeskrivelsen er en konsentrert sammenstilling av den kunnskap som eksisterer om det marine miljø og de marine ressursene i våre nordlige havområder, og presenterer også det datagrunnlag som beskrivelsen bygger på. Kart over miljøforhold og ressurser er fremstilt i GIS-format i ARCVIEW, og det underliggende datamaterialet er gjort tilgjengelig for andre som deltar i arbeidet med forvaltningsplanen. Rapporten beskriver innledningsvis de oseanografiske forhold med strømsystemer, vannmasse- og temperaturfordeling samt utbredelsen av is og den spesielt produktive iskantsonen. Plante- og dyreplanktonproduksjonen er fylldig beskrevet. Betydningen av raudåten tidlige livsstadier som føde for fiskelarver, er pekt på som en nødvendig forutsetning for å få fram sterke årsklasser av våre viktige fiskebestander. Barentshavet er viktig for norske fiskerier, og årlig har det vært hentet mellom 1 – 3.5 millioner tonn fisk fra området. De kommersielt viktigste bestandene som torsk, hyse, sei, uer, blåkeite, reke, lodde, sild og polartorsk er derfor gitt inngående omtale. I vurdering av endringer i biologisk

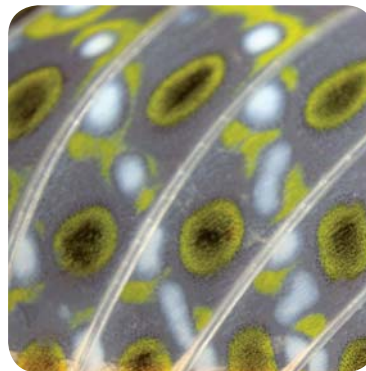
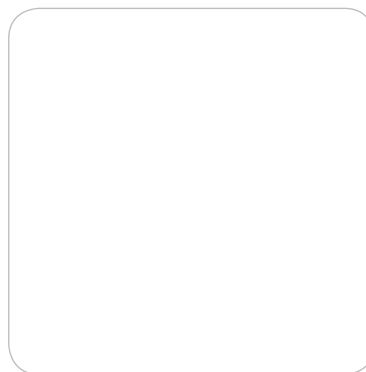
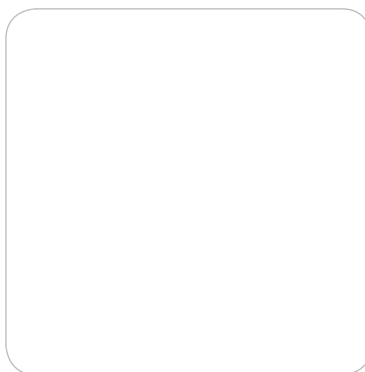
mangfold vil andre fiskearter også være viktige, og datagrunnlaget for slik arter er fremhevet. Sjøpattedyrene og sjøfuglene som representerer de øverste trinn i den marine næringskjeden, er spesielt viktige innslag i faunaen i våre nordlige havområder. Når det gjelder bunnfauna har vi lite kunnskap. Dette er et fagområde som verken vi eller andre har viet særlig oppmerksomhet i dette området. Noen spesielle svampforekomster og meldinger om dyppvannskorallrev er også beskrevet.

Miljø- og ressursbeskrivelsen presenterer et nødvendig konsentrat av kunnskapen som eksisterer om marint miljø og fauna i våre nordlige havområder. Beskrivelsen er i store trekk vurdert som tilstrekkelig

for å utrede konsekvensene av ulike typer næringsaktivitet som fiskerier, havbruk, skipsfart, og petroleumsvirksomhet i området. Samtidig dokumenterer rapporten hvilke fagområder vi har for lite kunnskap om, som for eksempel miljøpåvirkning, økosystemdynamikk og spesielt bunnfaunaen i området. Miljø og ressursbeskrivelsen vil også kunne anvendes i andre sammenhenger. Universitetet i Bergen vil bruke den som forelesningskompendium til innføringskurset i marine fag fra vårsemesteret 2003.

Sammen med de andre etatene i prosjektgruppe Fiskeri ble det høsten 2002 utarbeidet et utkast til eget program for

utredninger av konsekvenser av fiskeri, havbruk og skipstrafikk i området Lofoten–Barentshavet. Fiskeridepartementet er ansvarlig for utredningsprogrammet. Programmet tar utgangspunkt i *Miljø- og ressursbeskrivelsen*, gjennomgår så et sett av konsekvensvariabler som er felles for de ulike utredningene, og redegjør deretter for hovedtrekkene for hva som skal utredes av effekter av fiskeri, havbruk og skipstrafikk.





Havbruk og rådgivning

MÅL

Programmet skal koordinere forskning og sammenfatte og rapportere forskningsresultater som danner grunnlag for forvaltningsråd innen kjerneområdene for Senter for havbruk: Miljøeffekter av havbruk, Velferd og helse hos oppdrettsorganismer, Sikre havbruksprodukter og god mat og Videreutvikling av marint oppdrett og havbeite

PROSJEKTER

- ▶ Produksjon av torsk
- ▶ Velferd og helse
- ▶ Miljøeffekter av havbruk
- ▶ Sikre havbruksprodukter og god mat
- ▶ Videreutvikling av marint oppdrett og havbeite
- ▶ Frie forvaltningsprosjekt Senter for havbruk
- ▶ Basisdrift forskningsfasiliteter seksjon Genetikk & Havbruksøkologi
- ▶ Basisdrift forskningsfasiliteter seksjon Helse og sykdom
- ▶ Basisdrift forskningsfasiliteter Austevoll havbruksstasjon
- ▶ Basisdrift forskningsfasiliteter Matre havbruksstasjon
- ▶ Midlertidig videreføring av delprosjekt i program 9, i påvente av nytt program

RESULTATER

- ▶ Det ble produsert 350 000 torskeyngel i Parisvatnet i 2002. Dette er det høyeste antall som noen gang er produsert siden Havforskningsinstituttet tok fasiliteten i bruk.
- ▶ Merdlaboratoriet ved Matre havbruksstasjon er fullført. Havforskningsinstituttet har dermed tatt i bruk et unikt system der vi er i stand til å overvåke fiskens bevegelse og atferd i merd, samtidig som vi i detalj kan måle de kjemiske og fysiske forhold i merden. Vi har her et meget godt instrument til å undersøke fiskens velferd i forhold til tetthet, lys, temperatur, saltholdighet og fôringsstrategier.
- ▶ Det er oppdaget misdannelser i blåskjell. Det ser ut til at misdannelsene i skallet skyldes en liten alge.
- ▶ I Sognefjorden ble det i 2002 funnet to lakselus i gjennomsnitt på utvandrende smolt. Dette er det laveste antall som er målt siden målingene startet i 1998. I Nordfjord ble det fanget for lavt antall smolt til at vi kan fastslå lusepåslaget.
- ▶ Det er foretatt anslag over produksjon av krill og amfipoder i norske farvann. Innledende forsøk tilsier at krill og amfipoder er en utnyttet fôrressurs med stort potensial.
- ▶ Havforskningsinstituttet holder forsøksfiskbestander av laks, regnbueørret, kveite, torsk, kamskjell og hyse. Målet er å ha tilgjengelig materiale for instituttets forskningsarbeid på de gjeldende artene.
- ▶ Det er utviklet metode for genotyping av laks basert på historiske skjellprøver. Vi har fått tilgang på materiale fra flere viktige vassdrag, og er i gang med å undersøke om laks fra disse vassdragene er påvirket av rømt oppdrettslaks.
- ▶ Det er utviklet en tredimensjonal modell som kan simulere strøm og flytting av vannmasser på kysten. Modellen er klar til bruk, og vil bli benyttet sammen med annet modellverktøy slik at en kan simulere et områdes biologiske produksjon og bæreevne for blant annet produksjon av blåskjell.
- ▶ Det er ferdigutdannet to læringer i 2002. I tillegg har vi det siste året hatt ca 50 hospitanter fra ca. 20 bedrifter, videregående- og høyskoler på kortere eller lengre besøk på våre forskningsstasjoner.

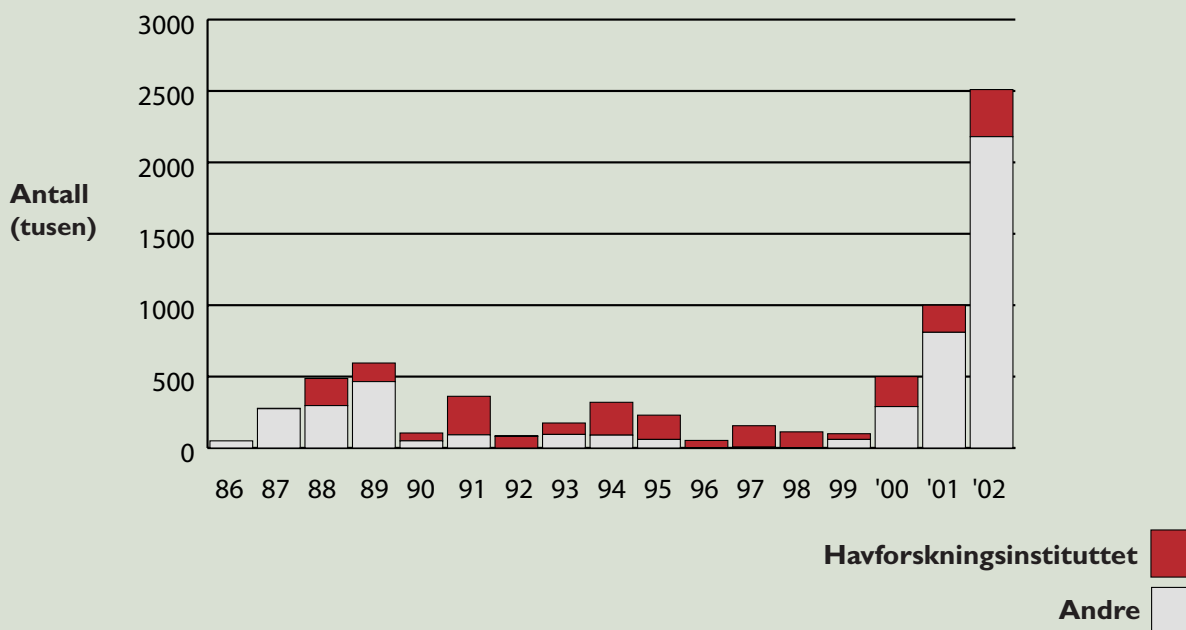
PRODUKSJON AV TORSK

Vi har siden sommeren 2001 sett en enorm økning i interessen for oppdrett av torsk. Det er i 2002 satt ut over 2 millioner torskeyngel i merdanlegg for videre oppføring til matfisk. Utbygging av nye produksjonsanlegg for yngel har skjedd med rekordfart, og ved inngangen til 2003 har disse anleggene en produksjonskapasitet på ca. 80 millioner settefisk. Teoretisk sett har vi en kapasitet både i settefisk- og matfisk-anleggene for en produksjon på 100 000 tonn oppdrettstorsk i 2010. I en tid med stor optimisme kan det være nyttig å huske at der også har vært bølgedaler. Da var det bare noen få som arbeidet med å fjerne flaskehalsene og legge grunn for den optimisme og vekst vi ser i dag. Ved Havforskningsinstituttet sitt anlegg, Parisvatnet, har en siden 1988 produsert torskeyngel i stor skala for havbeite, egne forsøk og salg til matfiskeoppdrettere. De siste årene har størstedelen av yngelproduksjonen blitt solgt til oppdrettere.

I Parisvatnet blir torskeyngelen produsert ekstensivt. Rundt 20. mars blir den en dag gamle torskelarven

satt direkte ut i pollen (Parisvatnet). Maten de første 45 dagene er plankton som finnes naturlig i pollen. I tillegg blir det tilført plankton (raudåte) som en tar ut fra to store filter på utsiden av pollen. Etter dette blir larvene i pollen gradvis tilvent tørrfôr fram til de blir høstet opp som yngel fra siste halvdel av mai. Da er de ca. fem cm lange. Deretter blir yngelen sortert etter størrelse og vaksinert mot vibriose før den blir sett ut for videre vekst i merdanlegg på utsiden av pollen. I oktober blir yngelen levert til oppdretterne. Torsken er da 80-100 gram. Med Havforskningsinstituttets produksjon av torskeyngel (figur 1) har vi vært en viktig katalysator for oppstart av kommersielt torskeoppdrett. Målet for Parisvatnet for 2002 var å produsere 200 000 torskeyngel for salg til oppdrettere og til forsøksvirksomhet ved Havforskningsinstituttet. Produksjonen har gått svært bra. Den høye sjøtemperaturen i vår gjorde at veksten til yngelen var betydelig over det normale, og innfanging av yngel fra pollen og overføring til merd har derfor skjedd tidligere enn normalt. Totalt ble det fanget inn om lag 380 000 yngel som ble

vaksinert, sortert og solgt til matfiskeoppdrettere. Dette er det beste produksjonsresultatet i Parisvatnets historie, og i tillegg det meste som er produsert ved et yngelanlegg. I tillegg til høy temperatur og gode vekstforhold for plankton har vi først i år fått tilnærmet full nytte av det nye planktonfiltreringsanlegget som ble kjøpt i 2000. I sesongene 2000 og 2001 var dette utstyret bare delvis i bruk på grunn av tekniske problemer. Den før nevnte høye sjøtemperaturen i vår ble forsterket av unormalt høye temperaturer utover sommeren. Vi har hatt sjøtemperaturer ved merdanlegget på 18-21 °C i lange perioder, noe som ligger langt over det som er optimalt for torsken. Til nå har vi likevel ikke hatt unormalt stor dødelighet på yngelen, men det har vært en del dødelighet på stamfisken. Vi har flere bestander av stamfisk torsk tilgjengelig ved Parisvatnet. Disse blir brukt til ordinær yngelproduksjon. I tillegg har vi grupper av villfisk fanget inn fra flere lokaliteter langs kysten. Disse er planlagt brukt i domestiseringsforsøk.



Figur 1.
Produksjon av torskeyngel i perioden 1986 til 2002. I tiårsperioden fra 1990 til 2000 har Havforskningsinstituttet vært den dominerende yngelprodusenten.



Bistandsrettet samarbeid innen forskning og forvaltning

MÅL

Programmet skal medvirke til en bærekraftig utnyttelse av de levende marine ressursene i de landene vi samarbeider med. Det samlede målet for prosjektene: Effektive forskningsbaserte forvaltningssystemer med tilhørende, selvstendige institusjoner i drift. Målet skal nås ved å overføre etablert og ny kunnskap til forsknings- og forvaltningsinstitusjoner i samarbeidslandene.

De fleste av prosjektene er finansierte av norske bistandsmidler gjennom NORAD og favner om ressurs- og miljøforskning og institusjonsbyggende virksomhet.

PROSJEKTER

- ▶ Primæroppgaver/Fagsenteravtalen
- ▶ Mosambik
- ▶ Indonesia
- ▶ Vietnam – fiskerilovgivning
- ▶ Nansenprogrammet – Namibia – fiskeriforskning
- ▶ Nansenprogrammet – Namibia – miljøforskning
- ▶ Nansenprogrammet – Namibia – institusjonsutvikling
- ▶ Nansenprogrammet – Namibia – forvaltning
- ▶ Nansenprogrammet – Angola – fiskeriforskning
- ▶ Nansenprogrammet – Angola – miljøforskning
- ▶ Nansenprogrammet – Angola – institusjonsutvikling
- ▶ Nansenprogrammet – Angola – fiskeriforvaltning
- ▶ Nansenprogrammet – Sør-Afrika – forskning og forvaltning
- ▶ Nansenprogrammet – BENEFIT/Regionalt samarbeid sørlige Afrika
- ▶ Nansenprogrammet – Andre land/ FAO
- ▶ Nansenprogrammet – Basisaktiviteter
- ▶ Nansenprogrammet – Programledelse av Nansenprogrammet
- ▶ Bestillingsoppgaver/Fagsenteravtalen
- ▶ Generalia – DB
- ▶ EU-prosjekt
- ▶ Sør-Afrika – landprogram
- ▶ Kina CHN-0025 – prosjekt 2001-2005
- ▶ Vietnam – forskningssamarbeid RIMF
- ▶ Cuba

RESULTATER

- ▶ Nansenprogrammet er det største prosjektet i utviklingssamarbeidet, og var midtveis i programperioden 2001–2003. To utredninger for å vurdere fremtiden for Nansenprogrammet etter 2003 er blitt gjort i regi av NORAD. Resultatet av disse vil foreligge tidlig i 2003.
- ▶ FF “Dr. Fridtjof Nansen” overvåket kommersielle bestander utenfor kysten av Nordvest-Afrika, Guineabukten og Angola. En rekke metodedokumenter og undersøkelser for å øke forståelsen av rekrutteringsprosessen for kommersielle arter ble gjennomført utenfor kysten av Angola, Namibia og Sør-Afrika.
- ▶ Med støtte fra Nansenprogrammet hadde arbeidsgruppen for de pelagiske ressursene i Nordvest-Afrika sitt tredje møte i 2002. Programmet bidro også til at det ble utarbeidet et forslag til avtale for forvaltning av delte ressurser, med faglig støtte fra FAO.
- ▶ Samarbeid med Namibia trappes ned etter at institusjonene er blitt mer og mer selvstendige. Etter anmodning fra Namibias fiskeriminister, bidro Havforskningsinstituttet med en undersøkelse av muligheter for utvikling av marint oppdrett i Namibia. Selv om kysten av Namibia er ubeskyttet og de oseanografiske forhold ikke er optimale, viste resultatene fra arbeidet at

det er gode muligheter for marint oppdrett langs den sørlige delen av kysten.

- Forskningssamarbeidet mellom Angola, Namibia og Sør Afrika, organisert gjennom organisasjonen BENEFIT, nådde nye høyder i 2002. I tillegg til større aktivitet finansiert gjennom Nansenprogrammet, fikk BENEFIT også ansvaret for å delta i implementering av et regionalt program, finansiert av Verdensbanken.
- Med støtte fra Nansenprogrammets rådgiver har en ekspertgruppe i Fiskeriministeriet i Angola utarbeidet en strategisk plan for fiskerisektoren i Angola. Første fase av dette arbeidet, sektorstudiet, ble avsluttet i 2002, mens det strategiske plandokumentet forventes ferdigstilt i 2003. For temaet olje/fisk ble det gjennomført et seminar som tok for seg samspillet mellom oljeindustriens aktiviteter og det marine miljøet langs kysten av Angola, der etablering av et overvåkningsprogram var hovedtema. Ressurstøtt av pelagiske og bunnfiskressurser er gjennomført som planlagt, og en internasjonal arbeidsgruppe på hestemakrell med samarbeidspartnere fra Angola, Sør-Afrika, Namibia, Norge og Portugal ble etablert.
- I 2002 gjennomførte Sør-Afrika en total nyfordeling av fiskerettigheter for nesten alle kommersielt viktige fiskeressurser. Prosjektet bidro sterkt som grunnlag for nytildelingen. Resultatet av fordelingen er at tidligere underprivilegerte grupper har fått større innpass i kommersielt fiske enn tidligere.
- I april 2002 ble det etablert et fiskerisamarbeid med forskningsinstitusjoner på Cuba. Det har blitt gjennomført et akvakulturseminar i Havana, og fire cubanere har vært under opplæring på Austevoll havbruksstasjon. Det ses nå på muligheter for å etablere et prosjektsamarbeid for de kommende år.
- For fiskerilovgivningsprosjektet i Vietnam ble et ferdig lovforslag oversendt regjeringen. Det er ventet at lovforslaget vil bli vurdert av, og vedtatt i nasjonalforsamlingen mot slutten av 2003.
- I et forskningssamarbeid mellom Research Institute of Marine Fisheries (RIMF) i Vietnam og Havforskningsinstituttet er det for forskere fra RIMF gjennomført opplæring i Norge, samt deltakelse på tokt med FF "Dr. Fridtjof Nansen".

STRATEGI FOR FISKERIFAGLIG UTVIKLINGSSAMARBEID

Bistandsvirksomheten ved Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet har vært koordinert ved enheten Fiskeriforskning U-land. Som følge av ny strategi, blir nå denne enheten omorganisert til Fiskerifaglig senter for utviklingssamarbeid. Fagsenteret er ett av sju sentre utpekt av Utenriksdepartementet (UD) og NORAD innen satsingsområdet "Utvikling av bærekraftige produksjonssystemer og forvaltning av naturressurser". Avtalen mellom NORAD/UD og Havforskningsinstituttet/Fiskeridirektoratet om etablering av Fagsenteret ble undertegnet i august 2000. Senteret skal bidra til å utvikle og vedlikeholde bistandskompetanse tilpasset forholdene i samarbeidsland, og er tillagt et nasjonalt samordningsansvar også for fagområder som Havforskningsinstituttet og Fiskeridirektoratet ikke dekker.

I juni 2001 satte styret ved Havforskningsinstituttet med et utvalg som skulle utarbeide en strategi for denne virksomheten, og ny strategiplan ble vedtatt av styret i desember 2002.

Ifølge strategiplanen skal Fiskerifaglig senter for utviklingssamarbeid bidra til en målrettet, kunnskapsbasert forvaltning av havet og havets levende ressurser ved å støtte oppbygging av kompetente og selvstendige forsknings- og forvaltningsinstitusjoner i utviklingsland. Dette kan bidra til å gi reell råderett over nasjonale ressurser med ansvar for en bærekraftig utnyttelse av havets produksjon og for en sosial og økonomisk utvikling, også sett i et globalt perspektiv. For å støtte en slik utvikling, skal Fagsenteret delta aktivt i samarbeid som formidler eksisterende norsk ekspertise og utvikler ny, relevant kunnskap

knyttet til forskning, forvaltning og utnyttelse av marine økosystemer.

Virksomheten ved Fagsenteret gjennomføres i tråd med overordnede mål for samarbeidet mellom Norge og utviklingsland. I henhold til avtale med NORAD/UD, skal Fagsenteret være rotfestet i Havforskningsinstituttets og Fiskeridirektoratets øvrige virksomhet, men skal bringe inn supplerende kompetanse i samarbeid med andre norske institusjoner og internasjonalt når relevant spesialkompetanse finnes utenfor Norge. Fagsenteret skal representere Havforskningsinstituttet, Fiskeridirektoratet og andre norske faginstitusjoner i samarbeidet med partnere i utviklingsland, planlegge og gjennomføre utviklingsprosjekter, utvikle egen og nasjonal kompetanse innen fiskerifaglig bistand og være en pådriver for internasjonalt utviklingsarbeid.

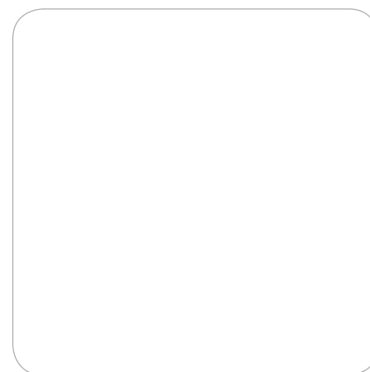
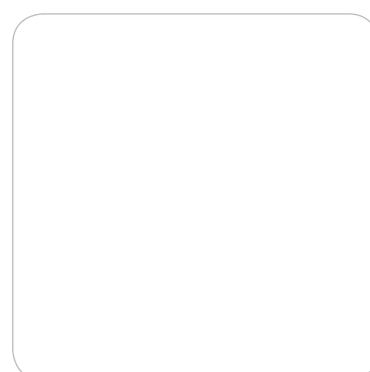
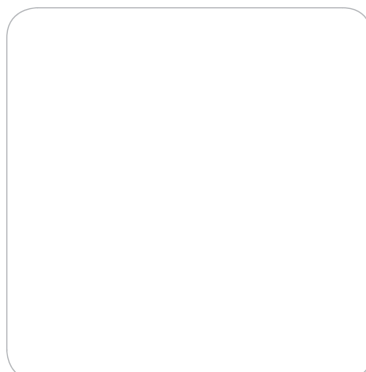
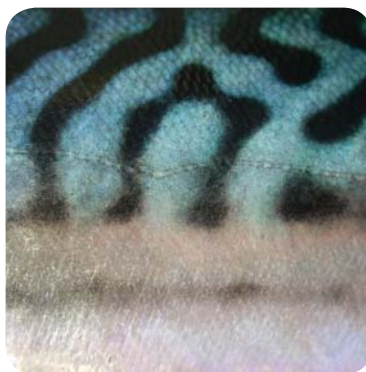
De globale rammene for å ta vare på havets ressurser og miljø er fastlagt i FNs Havrettskonvensjon av 1982. Denne slår fast kyststatenes rettigheter og plikter. Rett til bærekraftig bruk av biologiske ressurser og plikt til bevaring av biologisk diversitet er også nedfelt i Biodiversitetskonvensjonen av 1992. FAOs "Code of Conduct for Responsible Fisheries" fra 1995 gir sammen med ulike globale handlingsplaner retningslinjer for en forsvarlig forvaltning av ressursene og utvikling av fiskeriene.

Handlingsplanen fra "World Summit on Sustainable Development" (Johannesburg, 2002) fremhever nødvendigheten av en forbedret

forvaltning av marine levende ressurser, utryddelse av fattigdom, sikring av matforsyning og oppfyllelse av målene for å ivareta biologisk mangfold. Blant de konkrete mål som er formulert er gjenoppbygging av overbeskattede fiskebestander innen 2015 og gjennomføring av økosystemtilnærming i forvaltningen innen 2010. Handlingsplanen påpeker også verdenssamfunnets forpliktelser til å bistå utviklingsland i å nå disse konkrete mål.

En rekke virkemidler og tiltak er foreslått for å kunne nå de målene som er satt for Fagsenteret. Et viktig tiltak er etablering av et nasjonalt nettverk av institusjoner

som har relevant fiskerifaglig kompetanse for norsk bilateral og multilateral bistand. Målet er å utvikle, i felleskap, nye ideer, tanker og prinsipper som kan høyne kvaliteten på bistanden og øke effektiviteten av de ressurser som settes inn; utveksle erfaringer fra deltakelse i bistandsarbeid og være premissleverandør for norsk bistand, både når det gjelder omfang og innretning.





Ressurs- og miljøforskning i kystsonen

MÅL

Programmet skal øke kunnskapen om det marine miljøet og de biologiske ressursene i kystsonen, og derved bedre grunnlaget for en samlet, bærekraftig verdiskaping og forvaltning.

PROSJEKTER

- ▶ Ressurser i kystsonen – fauna
- ▶ Ressurser i kystsonen – flora
- ▶ Prosesser og økosystem i den marine kystsonen
- ▶ Miljøstatus og trender i kystsonen
- ▶ Effekter av inngrep og aktiviteter i kystsonen

RESULTATER

- ▶ En veileder til støtte for økosystembasert planlegging og forvaltning i kystsonen er laget og finnes på Internett: www.kystsone.no.
- ▶ Tvedestrand kommune har, som første kommune i landet, fått et omfattende kart over “biologiske verdier” i kommunens sjøområder.
- ▶ Våre undersøkelser viser ingen generelle indikasjoner på fødemangel eller forurensning som årsak til reduserte forekomster av torsk i østre Skagerrak og i Kattegat.
- ▶ Det er observert forskjeller i vekst og ernæringstilstand hos småtorsk på enkeltlokaliteter og mellom år, men ikke i et omfang som kan forklare den generelle nedgangen.
- ▶ Gytebestanden av torsk er sterkt redusert på den svenske vestkysten og i Kattegat, og rekrutteringen synes i stor grad å være avhengig av transport av larver og/eller småtorsk inn i området. En slik transport, som kan danne grunnlag for de relativt høye forekomster av ungtorsk og nyrekruttede fisk, er observert og beskrevet.
- ▶ Gytebestandene av torsk på den norske Skagerrakkysten består hovedsakelig av lokale bestandskomponenter. Forekomstene av større torsk er små, samtidig som fiskeritrykket er høyt. Det høye fiskeritrykket, sammen med en mulig emigrasjon av større torsk, vurderes som den mest sannsynlige forklaring på de reduserte forekomstene av voksne torsk.
- ▶ Prøver av sild fra gyteområder på Skagerrakkysten (vår) og blandingsprøver (høst) er samlet og opparbeidet. Lesing av mikrostrukturer for identifisering av vår- og høstgytere er i gang. Materiale for genetiske analyser er sendt samarbeidspartnerne i EU-prosjektet HERGEN.
- ▶ Et prøveprosjekt for å teste bruk av flybåren laser til kartlegging av tareskog langs kysten er satt i gang.
- ▶ Forstudier for å øke algeproduksjonen i Lysefjorden i Rogaland gjennom kunstig oppstrømning av næringsrikt dypvann er utført. Det er planlagt å sette i gang feltforsøk som inkluderer algeproduksjon, avgiftning, økt vekst og kvalitetforbedring av blåskjell våren 2003.
- ▶ Studier av vekst og elementakkumulering i kamskjell fra Helgeland- og Trøndelagskysten bidrar til å videreutvikle kamskjell som miljøindikator.

BIOLOGISKE VERDIER I TVEDESTRANDS SJØMRÅDER

Som den aller første kommunen i Norge har Tvedestrand kommune nå fått oversikt over viktige "biologiske verdier" i sjø. Denne kunnskapen regnes som helt avgjørende for å kunne forvalte kystsonens naturverdier på en bærekraftig måte, og for å beholde en levende skjærgård over tid. Hovedansvarlig for utviklingsprosjektet har vært Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen. På laget har det også vært med forskere fra Norsk institutt for naturforskning (NINA), Norsk institutt for vannforskning (NIVA) og Universitetet i Oslo (UiO).

Synliggjøre biologiske verdier

Sakens kjerne er: I dag har vi ikke nødvendig kunnskap om hvilke konsekvenser den pågående bit-for-bit-utbyggingen i kystsonen har for det biologiske mangfoldet i sjø. I motsetning til på land mangler vi i sjø oversikt over hvor de verdifulle områdene ligger, og hva verdiene består av. Derfor kan vi ved f. eks. utbygging komme i skade for å ødelegge nøkkelområder som hele økosystemet er avhengig av. Det er

dette de vil unngå i Tvedestrand. Hvis vi kan identifisere og synliggjøre de biologiske verdiene i sjø i et geografisk informasjonssystem som gjøres tilgjengelig for saksbehandlere, øker sjansene for at det tas hensyn til det marine naturgrunnlaget i forkant. På denne måten vil konflikter kunne avklares alt i planfasen.

Metode

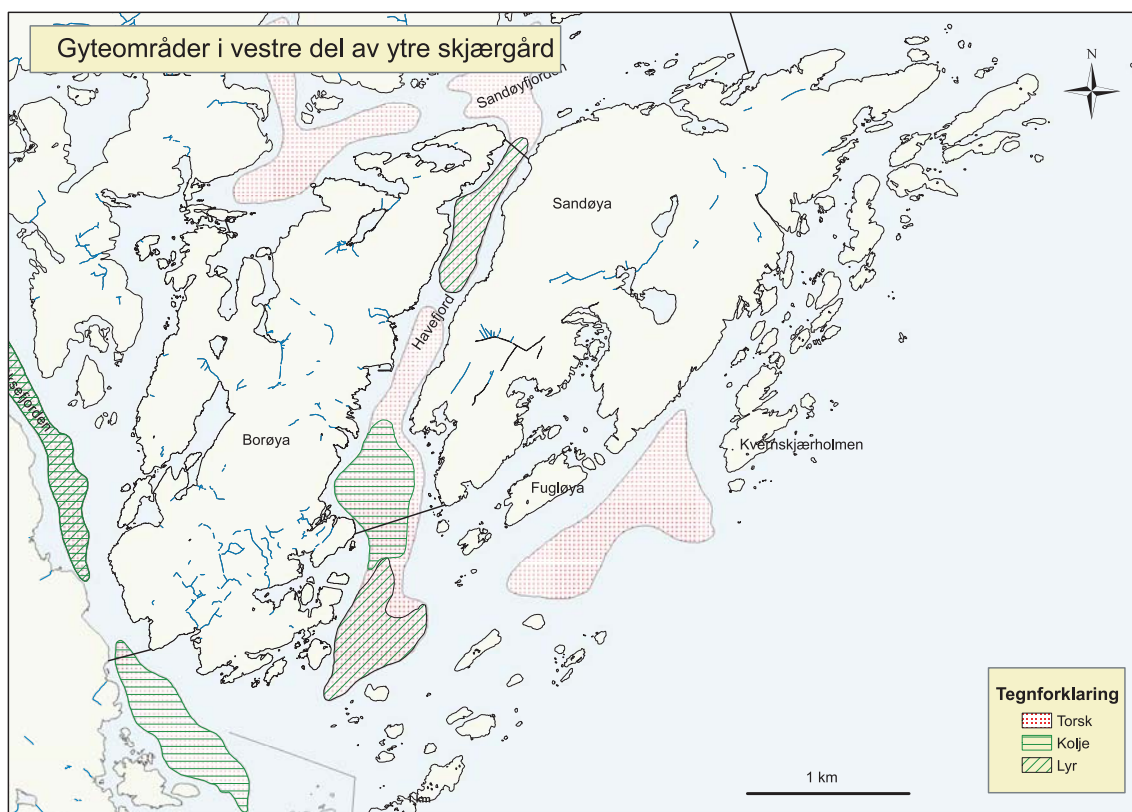
Det er laget en egen datastruktur i prosjektet som skal sikre at relevant informasjon om biologiske verdier i sjø blir samlet inn. Datastrukturen bygger på Arealis som er et landsdekkende system for arealinformasjon, Fiskeridirektoratets arbeid med identifisering av kjerneområder i sjø og Direktoratet for naturforvaltnings håndbok 19(2001) "Kartlegging av marint biologisk mangfold". Statens kartverk, Miljøenheten Arendal, har levert topografisk sjøkart til bruk i prosjektet, og har et hovedansvar for at nye data i sjø blir tilpasset Arealis-konseptet. Det er også utført forsøk med å identifisere marine naturtyper ved bruk av GIS-analyser

med oppsiktsvekkende bra resultat. Dette vil forenkle arbeidet betydelig fremover.

Oversiktlig kart

Kartene, som Tvedestrand kommune nå har fått oversendt, viser hvor de viktigste gytefeltene og oppvekstområdene for marin fisk ligger i kystsonen, likeledes hvor ulike marine naturtyper som for eksempel ålegress og tareskog finnes. I tillegg viser kartene viktige bruksområder for tradisjonelt næringsfiske.

I prosjektet har vi hatt et nært samarbeid med ulike deler av forvaltningen, som kommunen, fylkesmannen, fylkeskommunen og Fiskeridirektoratet, og det har vært god kommunikasjon med lokalbefolkningen. Vi har opplevd stor interesse og engasjement for prosjektet. Lokale kjentmenn og eldre kystfiskere har gitt oss svært mye, viktig kunnskap om kystnaturen og fiskeressursene i Tvedestrand kommune.





Populasjonsdynamikk og modellering

MÅL

Programmet skal legge vitenskapelig grunnlag for et størst mulig vedvarende utbytte av marine ressurser ved å klarlegge prosesser som bestemmer bestandenes størrelse og produksjon. Det skal bruke slik kunnskap til å utvikle verktøy for beregning av størrelse og produksjonsevne til høstbare fiskebestander, og til å vurdere strategier for høsting av bestandene.

PROSJEKTER

- ▶ Vekst, modning, fekunditet og rekruttering hos norsk-arktisk torsk
- ▶ Modellering av gyteutbredelse og rekruttering hos norsk vårgytende sild
- ▶ Interaksjoner mellom spekkhogger og sild
- ▶ Fleksible modeller for bestandsberegning og bestandsprognoser (Fleksibest)
- ▶ Usikkerhet i bestandsberegninger
- ▶ Usikkerhet i kommersielle fangstdata
- ▶ Effekter av seleksjonsinnretninger på bestandsnivå
- ▶ Statistiske metoder i genetikk, rettet mot sjøpattedyr
- ▶ Flerbestandsmodellering
- ▶ Modellering av fenotypisk plastisitet i utnyttede fiskepopulasjoner
- ▶ Beskatningsstrategier/simulering av fisket

RESULTATER

- ▶ Satellittmerking av spekkhogger viser at spekkhoggerne oppholder seg på dybder inntil 28 meter mesteparten av tiden. Det er imidlertid observert dykk ned til 352-400 meter. Disse lengste og dypeste dykkene ble gjennomført på dagtid, da silda stod dypere.
- ▶ Det er etablert metodikk for å komme fram til tidsserier for alder ved kjønnsmodning hos norsk vårgytende sild ut fra målinger av vekstsonene i sildeskjell.
- ▶ I bestandsberegningsmodellen for norsk vårgytende sild (SeaStar) er vågehvalens konsum av sild inkludert. Man har også utviklet en metode for å ta hensyn til problemer med aldersbestemmelse av gammel sild i bestandsvurderingen.
- ▶ Bestandsberegningsmodellen AMCI og prognoseverktøyet STPR er levert ICES til godkjenning. AMCI er i bruk for bestandsberegning av makrell og kolmule, mens STPR er i bruk for å studere effekten av ulike forvaltningsstrategier.
- ▶ Det er utviklet en modell for usikkerheten i det årlige loddetoktet i september. Denne modellen brukes når den historiske utviklingen av loddebestanden blir estimert.
- ▶ Det blir nå gitt prognoser for loddebestandens utvikling halvannet år framover i tid.
- ▶ Det teoretiske fundamentet for alders-, lengde- og områdestrukturerte bestandsmodeller av Fleksibest-typen er beskrevet i detalj. Man har dermed fått beskrevet slike modeller innenfor samme type rammeverk som brukes for studier av egenskaper ved aldersstrukturerte modeller.
- ▶ Fleksibest er fortsatt i bruk som et alternativt bestandsberegningsverktøy for norsk-arktisk torsk. Modellen gir lavere bestandstall for ungfish og høyere bestandstall for eldre fisk enn hva den tradisjonelle metodikken gir. ICES oppmuntrer nå i sine rapporter til videre arbeid med Fleksibest.
- ▶ Det er utviklet en metode for korrigerende av skjevhet i fangst per enhet innsats data fra det kommersielle fisket for torsk og hyse slik at slike data blir et riktigere mål på bestandsstørrelsen.
- ▶ Det er presentert metodikk for å finne målpunkt for forvaltning av loddebestanden, der man tar hensyn til torskens konsum av lodde og effekten fra sild på rekrutteringen av lodde.

- Analyser av bestandsstrukturen hos vågehval basert på DNA-registeret tyder ikke på at det er mer enn en bestand av vågehval i Nordøst-Atlanteren.

MERKET FOR LIVET – OM BRUK AV DNA-PROFILER I RESSURSFORVALTNING

Vi har i de senere år sett en rekke eksempler på bruk av DNA-bevis i alvorlige kriminalsaker. Alle individer har sin unike DNA-profil. Dette gjelder også for fisk og sjøpattedyr. Derfor kan DNA-profiler erstatte tradisjonelle merker som blir brukt i merke-/gjenfangstforsøk. For å "merke" en hval bruker man et biopsigevær. Etter at pilen har truffet hvalen inneholder den en liten flik av hud, som kan brukes til å bestemme individets DNA-profil. En fordel med DNA-merker er at de er umulige å miste, slik det kan skje med fysiske merker. Prisen på DNA-analyser er på rask vei nedover, men er per i dag en begrensende faktor dersom man ønsker å gjøre storskala DNA-merking.

DNA-profiler gir også informasjon om slektskap mellom individer, slik vi kjenner det fra farsskapsaker. Informasjon om slektskap blir viktig i situasjoner der man ikke har mulighet til å gjenfange ett og samme individ. I klassisk merke-/gjenfangstmetodikk må man først merke individene, for så å gjenfange dem senere. Gjenfangstene kan godt komme gjennom kommersiell fangstvirksomhet, men det kreves altså at man først har merket

individene. Dersom man ikke har mulighet til å gjennomføre en merking, kan man fremdeles studere slektskap blant individer i fangsten. Ved å se på fangstposisjonene til nært beslektede individer kan man bestemme migrasjonsrater.

Videre er det mulig å modifisere den matematiske formelen for merke-/gjenfangstestimatet, slik at man istedenfor å putte inn antall gjenfangete individer, setter inn antall nært beslektede individer i formelen. Litt forenklet kan man si at i en liten populasjon vil man forvente at et tilfeldig utvalg individer vil inneholde mange nært beslektede individer, mens i en stor populasjon forventer man å se liten grad av slektskap. Ved å snu på flisen kan man forsøke å estimere populasjonsstørrelsen ut fra graden av observert slektskap. Det må imidlertid understrekes at man trenger å kjenne litt til artens demografiske struktur, som for eksempel antall overlappende generasjoner.

Kamp mot ulovlig jakt

Anvendelse av DNA-profiler er nyttig i kampen mot ulovlig jakt på truede dyrearter. En egenskap

ved DNA-merker er at uansett hvor fint man parterer et dyr, f.eks. en hval, så vil hver minste bit inneholde tilstrekkelig med DNA til at man kan bestemme DNA-profilen. Derfor kan man ved å ta stikkprøver på utsalgssteder avgjøre hvorvidt det dreier seg om kjøtt fra ulovlig fangede dyr. For å hindre for eksempel at den kommersielle norske vågehvalfangsten skal kunne brukes som et skalkeskjul av noen som eventuelt driver ulovlig fangst på vågehval (eller andre hvalarter), har norske myndigheter opprettet et DNA-register som inneholder DNA-profiler fra alle vågehval som er fanget siden 1997. Ved mistanke om at et parti kjøtt stammer fra ulovlig fangst, kan man ved å sammenligne den aktuelle DNA-profilen med profilene i DNA-registeret raskt få bekreftet/avkreftet mistanken. DNA-profilene som registeret består av er av nøyaktig samme type som omtalt over, og det er derfor klart at registeret har mange andre anvendelser enn det som er dets primærfunksjon.



Absolutt mengdemåling av marine ressurser

MÅL

Programmet skal utvikle metodikk for absolutt mengdemåling av fiskebestander basert på toktdata.

PROSJEKT

- ▶ Usikkerhet i mengdemåling
- ▶ Integrerte toktmetoder
- ▶ Akustisk metodikk for fisk
- ▶ Forskningsfangst
- ▶ Aldersmåling av fisk
- ▶ Merketeknologi for fisk
- ▶ Mengdemåling av dyphavsuer
- ▶ Sonarer på nytt fartøy
- ▶ Mengdemåling av laks i merd
- ▶ Autonom målstyrkeinnsamler
- ▶ Dødsonemåleren
- ▶ Akustisk artsidentifikasjon
- ▶ Estimering av total usikkerhet, sild
- ▶ Automatisk fangstmåler
- ▶ Mengdemåling av dyreplankton
- ▶ Toktstrategi for marin habitatkartlegging

RESULTATER

- ▶ For bunntråltrålmotodikk kartlegger vi hvilke faktorer som er viktigst for feil, variasjon og usikkerhet i toktindeksene for torsk og hyse. Ved siden av den viktige lysstyrte døgnvariasjonen analyseres nå videre effekten av fartøy, dyp, område og sesong for å kunne korrigere bunntrålindeksene. Resultatene er publisert internasjonalt. Basert på detaljerte målinger fra en ekkoloddbøye, der "svømmebanen" til alle enkeltfisk kan detekteres og beregnes, er en i god gang med å observere og modellere atferden til fisken, for derved kunne beregne tråltilgjengeligheten, eller effektiv trålhøyde. Resultatene herfra tyder på at stor og middelsstor fisk som står opp til 50 m over bunnen lett kan fanges i bunntrålen, og ble blant annet publisert på en større internasjonal konferanse i Montpellier i 2002.
- ▶ I akustisk metodikk har vi utviklet nye metoder og programvare for identifisering og mengdemåling av makrell og dyreplankton, basert på multifrekvensanalyse. På dette området har en tatt et viktig steg imot konstruksjon av nye, syntetiske ekkogrammer, (se temasak).
- ▶ Programmet har hatt en vellykket utprøving av HUGIN, en selvstyrt undervannsfarkost på sildeforekomstene i Ofotfjorden. Dataene herfra er ennå under bearbeiding, men liten eller ingen unnvikelse for selve farkosten tyder på at dette instrumentet kan bli nyttig for å måle hvor stor fartøyunnvikelsen er under standardmåling fra forskningsfartøy.
- ▶ Viktige resultater som beskriver bedre formler for ekkostyrke for sild og lodde er også publisert i 2002, og kan få stor betydning for bestandsmåling av disse artene.
- ▶ Vi har evaluert og publisert resultater om ny merketeknologi med mikromerke. Disse har tidligere vært uaktuelle på grunn av pris, men er nå nede på et forsvarlig prisnivå for massemerking. Detektorsiden er her langt mer presis. En behøver ikke å skille ut den merkede fisken en for en, siden koden leses av detektoren, akkurat som når en bil passerer en moderne bom-pengestasjon.
- ▶ Programmet har videre introdusert ny metodikk på aldersavlesning av vanskelig materiale; der fisken er gammel, og alderen er vanskelig å bestemme nøyaktig.
- ▶ Flere spennende utviklingsprosjekt er i gang; måling av fisk nær bunnen og måling av fiskens ekkostyrke skal gjennomføres fra autonome farkoster. Dyreplankton skal måles på kort avstand fra tauede farkoster, og droppsonder med akustisk og optisk instrumentering og makrellstimer nær overflaten skal måles med laser fra fly. Videre kartlegger vi havbunnen og korallrev ved hjelp av multistråle-ekkolodd og prøver å måle bunntypen med mange frekvenser samtidig. Mange av disse prosjektene er ennå i utprøvningsfasen, men interessante resultater er allerede publisert fra noen av prosjektene. Kartleggingen av dypvannskorallrev utenfor Røst er et godt eksempel på dette.

SYNTETISK EKKOGRAM, HVA ER DET?

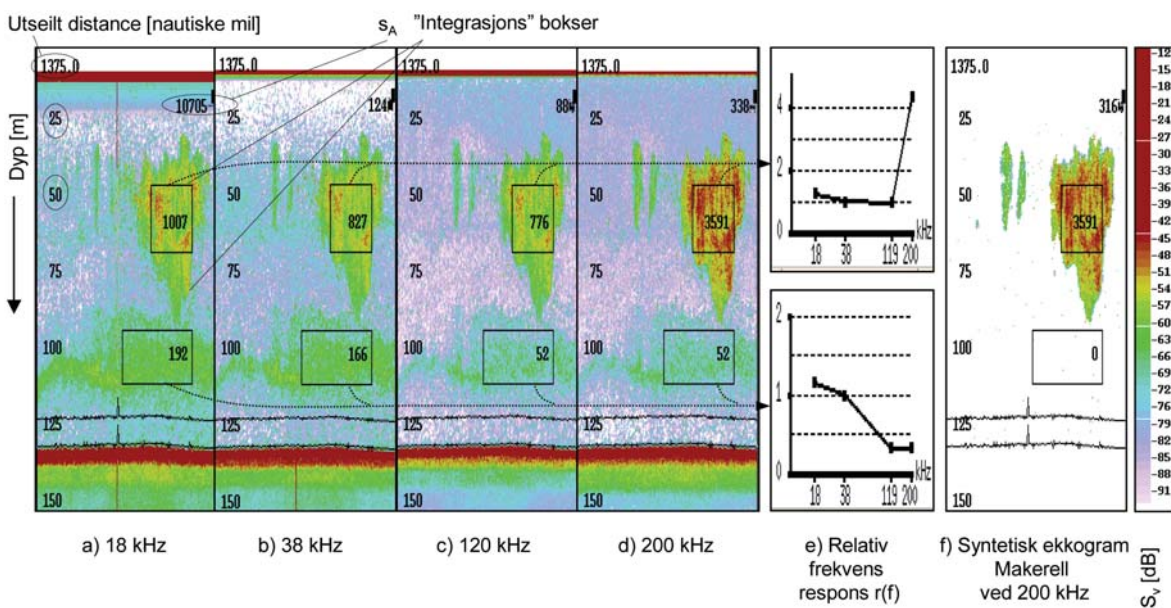
De aller fleste fiskere og havforskere er vant til å tolke informasjonen i ekkogrammer fra et ekkolodd. Et ekkogram er et bilde generert fra akustiske data fra en frekvens der ekkoet av bunnen og fisk og organismer mellom havoverflaten og bunnen vises. For farge-ekko er det vanlig at mørk rød farge representerer sterkt ekko, lys blå svakt ekko og hvit ingen ekko. Styrkeskalaen kan justeres av operatøren. Videre har en lenge kjent til at ulike organismer gir bedre ekko til at ulike frekvenser enn på andre. Generelt kan en si at små mål gir svakt ekko på lave frekvenser, men sterkere på høye frekvenser. Stor fisk med luftfylt svømmeblære gir derimot godt ekko både på lave og høye frekvenser. Svømmeblæren står for en så stor andel av ekkoet fra stor fisk at ekko fra f.eks. fiskekjøtt og beinstruktur kan ignoreres.

Dette betyr at dersom en har kunnskap om målenes refleksjons-egenskaper, kan en velge et frekvensbånd der ekkoet er sterkt. Kanskje like viktig er at en velger et bånd der informasjonsmengden er stor nok til å kunne skille forskjellige typer mål fra hverandre. Ved å måle frekvensresponsen kan vi fortelle noe om hvilken type eller størrelse målet er.

I praksis kan vi benytte flere standard vitenskaplige ekkolodd fra forskningsfartøy, der de akustiske senderne, svingerne, står tett sammen slik at de bestråler samme vannvolum under fartøyet til samme tid. Hver frekvens produserer sitt eget ekkogram, der dataene for hele "bildet" blir lagret digitalt. Ved å måle frekvensresponsen i hvert samsvarende punkt på ekkogrammene kan vi nå lage et nytt, kunstig ekkogram, der informasjonen om frekvensforskjeller er syntetisert. Vi har valgt å kalle dette et syntetisk ekkogram. Et enkelt eksempel: Makrellen har ikke luftfylt svømmeblære, og gir derved et ekko som er en blanding av et væskefylt mål (fiskekjøtt) og et hardt mål (bein). Ved å sende lydimpulser fra fire akustiske frekvenser ned i sjøen i et område med makrellstimer, kan vi derved syntetisere frem og vise bare områder på bildet med en slik typisk ekkorefleksjon. Figuren under viser et slikt eksempel, der vi har brukt ekkogrammene fra 18, 38, 120 og 200 kHz ekkolodd, og videre konstruert et syntetisk ekkogram, der bare makrellstimene vises, på bildet til høyre. Alle mål med en annen frekvensrespons er "hvitt papir". Det er klart at vi nå har en god metode for å mengdemåle makrell fra dette bildet, der denne

målkategorien er godt separert fra alle andre mål.

Tilsvarende kan etterbehandlings-systemet som vi har utviklet ved Havforskningsinstituttet isolere dyreplankton, og til en viss grad størrelseskategorisere disse til krill og raudåte. Vi kan skille mellom stor og liten fisk med svømmeblære, og mange andre organismer med litt spesiell ekkorefleksjon. I en blandet registrering kan de enkelte målene farges med en kode i et nytt syntetisk ekkogram, eller en kan "slå på" eller "slå av" enkelte målkategorier. Metoden virker svært lovende, og gir operatøren tilgang på viktig, ny informasjon under tolking av akustiske data på tokt. På lang sikt vil metoden gi en sikrere tolking, og derved en sikrere måling av fiskebestander, særlig der flere arter opptrer blandet. Hovedproblemet nå er at metoden er begrenset til rekkevidden av de høyere frekvensene, som dempes raskere i sjøvann enn lavere frekvenser. Metoden som er vist er derved begrenset av 200 kHz-frekvensen, som rekker effektivt bare til ca. 100 m for svakt reflekterende mål. Dette kan delvis løses ved at en benytter senderne på tauede torpedoer eller farkoster som kan gå i ønsket dyp bak fartøyet, og som derved måler forekomstene på kortere avstand.



Figur 1. Ekkogrammer fra fire frekvenser, 18, 38, 120 og 200 kHz til venstre, som viser en strekning på ca. 1 nautisk mil (1852 m), med to små og en stor makrellstim. Ekkoet fra makrell er lavt på de tre laveste frekvensene, men stiger raskt fra 120 – 200 kHz. Rød stripe nederst er bunnen på om lag 130 m. Frekvensresponsen for området inne i den øvre boksen (inne i makrellstimen) er vist øverst i Figur e, og for den nedre, isolerte boksen under dette (liten øyepål). Det syntetiske ekkogrammet i Figur f viser bare ekko fra makrell ved 200 kHz. Styrkeskalaen er angitt i farger, dB, og gjelder for alle ekkogrammene. (Fra Korneliussen & Ona, 2002).

Ansvarlig fangst

MÅL

Basert på studier av fiskeatferd skal programmet utvikle teknologi for fangst og lagring av fisk og andre levende marine ressurser som gir god matkvalitet og høy verdiskapning av tildelte kvoter, og samtidig er i overensstemmelse med nasjonale og internasjonale avtaler og konvensjoner for ansvarlig fiske.

PROSJEKT

- ▶ Fangstrelevant atferd
- ▶ Redskapsteknologi
- ▶ Seleksjon i trålfiske
- ▶ Seleksjon i snurrevad og not
- ▶ Overleving/bidødelighet
- ▶ Miljøeffekter av fiske
- ▶ Utkast fra fiske i Nordsjøen

RESULTATER

- ▶ Forsøk med skillerist i sildetrål for å redusere bifangsten av torsk og sei viste et sildetap når konsentrasjonen av sild var svært høy. Resultatet tilskrives et kapasitetsproblem for eksisterende rist.
- ▶ Sammenlignende seleksjonsforsøk med 55 mm rist kombinert med 135 mm trålpose, ga en høyere middelseleksjonslengde, men ikke skarpere seleksjon enn med 135 mm trålpose alene. Dataene tyder på at en 150 mm trålpose kan gi om lag samme størrelsesfordeling som 55 mm rist og 135 mm trålpose.
- ▶ I 2002 ble det utført et større levendefisk-prosjekt på torsk i samarbeid med Fiskeriforskning, SND, fiskefartøy og oppdrettere. Sammenlignende not- og snurrevadforsøk viste at når torsken står dypere enn 50-60 meter, gir ikke not noen overlevelsesevinst i forhold til snurrevad.
- ▶ Kartlegging av svømmeaktiviteten til torsk innenfor et begrenset område viste at små torsk hadde større variasjon i svømmeaktiviteten og brukte høye svømmehastigheter oftere enn stor torsk.
- ▶ Fiskeforsøk har vist at små kongekrabber effektivt kan unnsnippe gjennom fluktåpninger i teiner (se temasak).
- ▶ I samarbeid med Danmark, Frankrike, Skottland og Sverige er det i regi av et EU-støttet prosjekt utviklet en seleksjonsrist for bruk i bunntrål. Risten er laget av polyamid og er hengslet for enkelt å kunne hales opp på en tråltrommel. Det er utarbeidet installasjonsmanual for risten og en video fra prosjektet.
- ▶ Tråling med tungt trålgear virvler opp store sand- og mudderskyer. Ved intensivt fiske i et område kan disse skyene bli semi-permanente. Eksperiment i tank der småtorsk ble eksponert for mudderkonsentrasjoner på 500 mg/l i opptil ti dager, viste ingen dødelighet.
- ▶ Havforskningsinstituttet har i samarbeid med SINTEF fiskeri og havbruk utviklet et nytt trålgearkonsept som i modelltest har vist lovende egenskaper med hensyn til energiforbruk.
- ▶ Et krilltrålkonsept basert på oppdeling i ni poser er utviklet og modelltestet (1:10). Funksjonelt var resultatene lovende, og det arbeides for å realisere fullskala fangstforsøk etter krill og mesopelagisk fisk med dette trålkonseptet.
- ▶ Forsøk i Nordsjøen med sorteringsrister der spileavstanden var 19 og 22 mm, antyder at noe mer stor rognreke tapes med 19 enn med 22 mm, men at reketapet generelt er lite. Det ble ikke påvist stor forskjell for utsortering av fisk med de to spileavstandene, med unntak av kolmule på 20-25 cm.
- ▶ I samarbeid med Marine Laboratory, Aberdeen, er det gjennomført sammenlignende fiskeforsøk i Nordsjøen som viser at reduksjon av omkrets av trålposer reduserer fangster av småfisk. Videre at

kombinasjonen av Flexirist med 35 mm spileavstand og 120 mm trålpose ikke ga noe forbedring av størrelsesseleksjon for hyse i forhold til 120 mm trålpose uten rist.

- Ringnotfisket etter makrell og sild i Nordsjøen kan gjennomføres med meget lav bidødelighet, gitt at fisket utføres i henhold til lovverket. Den typiske bidødelighet i en fangst ligger på 50–100 kg.

FLUKTÅPNINGER I KONGEKRABBETEINER REDUSERER FANGST AV SMÅKRABBER

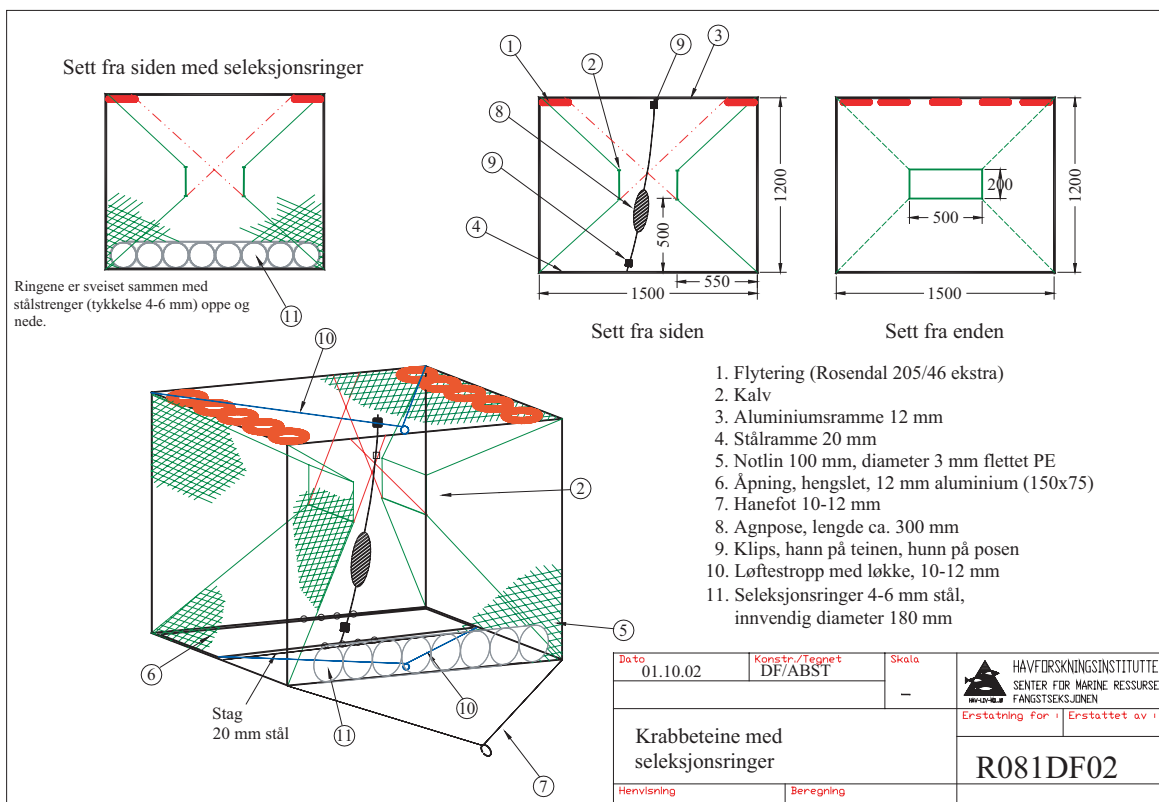
I 2002 startet det kommersielle teinefisket av kongekrabbe i Norge. Under dette fisket kastes en stor del av krabbene på havet igjen fordi de er under minstemålet (137 mm carapaxlengde). Dette utkastet har to ulemper; det er arbeidskrevende for fiskerne, og krabbene som kastes ut kan få dødelige skader under sorteringsprosessen. Problemet forsterkes ved at det er flest hunnkrabber som er under minstemålet og som er forbudt å fange. Tidligere forsøk med krabbe- og hummerteiner har vist at man kan redusere fangsten av små individer betraktelig ved å sette inn såkalte fluktåpninger i teinene. Fluktåpninger er i prinsippet hull med en slik størrelse at små individer har

muligheten til å krype ut av teina, mens store individer ikke slipper gjennom og blir holdt tilbake.

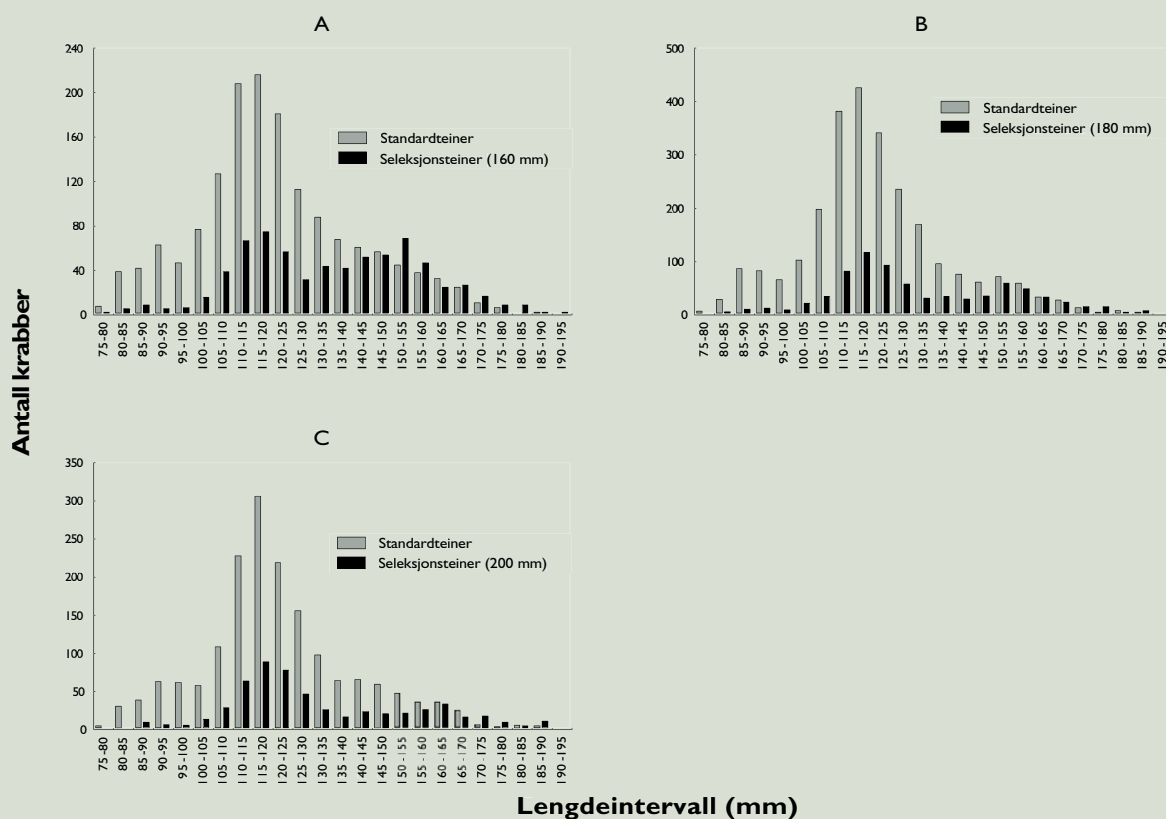
Å undersøke effekten av å sette inn fluktåpninger i kongekrabbeteiner er et av delmålene i det pågående prosjektet "FHF kongekrabbe-seleksjon" som er finansiert av Fiskeri- og havbruksnæringens forskningsfond (FHF), Ordningen med fiskeforsøk og veiledningstjeneste og Havforskningsinstituttet. Dette prosjektet koordineres av Fiskeridirektoratet, mens Havforskningsinstituttet er faglig ansvarlig.

Høsten 2002 ble det utført to tokt i regi av Havforsknings-

instituttets Fangstseksjon, med henholdsvis FF "Fangst" og sjarken MS "Eskil". Begge toktene foregikk i Varangerfjorden. Hovedformålet var videoobservasjoner av kongekrabbers atferd i teiner med fluktåpninger, og komparativt fiskeforsøk der fangstegenskapene til vanlige teiner og teiner utstyrt med fluktåpninger ble sammenlignet. De sammenleggbare kongekrabbeteinene som ble benyttet i forsøket, er illustrert i Figur 1. Fluktåpningene besto av et sett med sirkulære ringer som var montert nederst langs den ene siden i teina (se Figur 1). Ringsettene var laget av rustfri stålstring (4-6 mm tykkelse). Antall ringer i hvert ringsett tilsvarte bredden til teina,



Figur 1. Illustrasjon av teina og ringsettet med fluktåpninger som ble brukt i fiskeforsøket.



og dette varierte mellom 7 og 9, avhengig av den indre diameteren i flukttåpningene.

Fiskeforsøkene foregikk ved at det hele tiden ble utført parvise sammenligninger mellom to teiner; en vanlig teine og en teine med flukttåpninger. På toktet i september ble det foretatt fiskeforsøk med følgende indre diameter på flukttåpningene: 160 mm (26 parvise sammenligninger), 180 mm (40 parvise sammenligninger) og 200 mm (32 parvise sammenligninger).

De totale lengdefordelingene til krabber i teiner med flukttåpninger sammenlignet med lengdefordelingen til krabber i tilhørende standardteiner (Figur 2) viser at en stor del av

småkrabbene kryper ut av teiner med flukttåpninger, og at denne andelen øker med diameteren på flukttåpningene. Den minste lengden der 100 % av krabbene blir holdt tilbake i teiner med flukttåpninger (L100) ble også estimert. Estimert L100 for flukttåpninger på 160 mm er 137,5 mm (vekt: ca. 2,2 kg), estimert L100 for flukttåpninger på 180 mm er 147,5 mm (ca. 2,8 kg) og estimert L100 for flukttåpninger på 200 mm er 152,5 mm (ca. 3 kg). Merk at L100 for flukttåpninger på 160 mm korresponderer bra med minstemålet for kongekrabbe som er 137 mm.

Mer detaljerte resultater fra fiskeforsøket er nå innsendt til vurdering for publisering i et vitenskapelig tidsskrift.

Figur 2 A-C.
Total lengdefordeling av krabber i seleksjonsteiner og tilhørende standardteiner fra toktet i september.



Matfisk og kvalitet

MÅL

Programmet skal etablere biologisk kunnskap om viktige norske oppdrettsarter og fiskeressurser med tanke på optimal produksjon, velferd, minimering av negative miljøeffekter samt markedstilpasset kvalitet.

PROSJEKTER

- ▶ Grunnleggende studier av vekst, kjønnsmodning og fôrutnyttelse hos laksefisk
- ▶ Vekst, kjønnsmodning og fôrutnyttelse hos marin fisk
- ▶ Kvalitet hos sjømat
- ▶ Miljøvennlige oppdrettsmetoder
- ▶ Atferd og velferd hos fisk i oppdrett

RESULTATER

- ▶ En kan lysstyre laksen til å gyte tidlig på høsten, men dette kan medføre at den prøver å gyte når vanntemperaturen er høy. En har derfor studert temperatureffekter på gyting hos laks der en fant at høy temperatur blokkerte gytingen i både hann- og hunnlaks, mens et kuldesjokk hadde en svak positiv effekt på gyting i forhold til naturlig temperatur.
- ▶ En har funnet omfattende utviklingsskader hos lakseembryo som ble utsatt for temperatursjokk på ulike stadier i eggutviklingen. Det er karakterisert flere gen som er viktige for dannelse av rygggrad hos laks, og en vil seinere studere om de temperaturinduserte skadene er koblet mot endringer i uttrykk av disse genene.
- ▶ Det er startet et større prosjekt for å undersøke hvordan innblanding av ulike arter dyreplankton som krill, amfipoder (en type krepsdyr) og raudåte i fôret virker inn på vekst, velferd og kvalitet hos laks og torsk. Foreløpige resultater tyder på at laks som får krill i fôret, vokser om lag 30 % bedre sammenlignet med vanlig fôr basert på fiskemel. I torskeyngel ble det observert betydelige misdannelser og lav vekst når fisken ble fôret med amfipoder fra Norskehavet. Slike misdannelser ble ikke observert når fisken ble gitt krillfôr eller kontrollfôr basert på fiskemel.
- ▶ Fôringsforsøk med torsk fra 200 til 800 g ved 8° C viste ingen effekt av fôringsregime på vekst, fôrutnyttelse og kroppssammensetting. Derimot ble fôrutnyttelse og leverstørrelse påvirket av fôret. Lavt fettinnhold (9-10 %) ga redusert leverstørrelse, mens dietter med fettinnhold mellom 13 og 19 % ikke påvirket leverstørrelsen i nevneverdig grad.
- ▶ Dødsstivhetprosessen (*rigor mortis*) har betydning for kvaliteten på fiskefileten, og en studerer hvordan ulike miljøforhold påvirker denne prosessen. Styrken i rigorsammentrekningen ble funnet å synke med økende temperatur, mens hastigheten på rigorforløpet økte med økende temperatur. Det er også sammenlignet ulike metoder for å måle *rigor mortis* i fisk.
- ▶ En kan styre hvor dypt og tett laksen svømmer i merder ved å senke eller heve undervannslysenes plassering i merdene. Laksen følger lyset og reagerer raskt ved endring av lysplassering. Plassering av lyskilden påvirket svømmeatferden både dag og natt. Denne atferdsmessige tilpasningen til lysintensitet kan bl.a. utnyttes til å bedre laksens velferd gjennom redusert lusepåslag og eksponering for ugunstig vannmiljø i overflaten.
- ▶ Det kan være meget store variasjoner i lysmiljø innenfor en merd når en bruker kunstig lys i lakseoppdrett. I 25 m dype merder belyst med overflatelys var lysintensiteten 10 000 ganger høyere i overflaten enn ved merdbunn.
- ▶ Vaksineringsforsøk på halvtårssmolt har vist at fisken bør være størst mulig ved vaksinerings, men den bør få fem uker fra vaksinerings til sjøsetting for å opparbeide tilstrekkelig immunkompetanse. Vaksinerings av liten fisk 11 uker før sjøsetting ga redusert vekst og økt grad av sammenvoksninger i indre organer.

- I vekstforsøk med individmerket vaksinert fisk har vi vist en sammenheng mellom ryggvirvelstyrke og vekstrate hos laks. Fisk med høy vekstrate i smoltfasen hadde svakere virvelstyrke i denne perioden. Dette kan tyde på at høy vekst kan gi svakere skjelett.

FISKENS ATFERD GIR SIGNALER OM GOD ELLER DÅRLIG VELFERD

Laks og regnbueørret er Norges viktigste husdyr med over 200 millioner individer i sjøen, og utgjør både i vekt og antall langt mer enn den totale mengden av alle andre husdyr. Nye arter som kveite, torsk og hyse er i ferd med å bli domestisert, og fiskeoppdrett er spådd å bli framtidens dominerende kystnæring. For å oppnå suksessfull og lønnsom produksjon kreves det kjennskap til fiskens behov samt et oppdrettsmiljø hvor fisken trives og vokser. Fiskevelferd er ett av Havforskningsinstituttets satsingsområder. Instituttet deltar med to delprosjekter i det strategiske instituttprogrammet "Velferd hos oppdrettsfisk" ledet av Fiskeriforskning i Tromsø. Havforskningsinstituttets delprosjekt omfatter studier av sammenheng mellom atferd og miljøvariasjoner i laksemerder, samt et dr. scient.-studium av kveitas læringsevne og evne til å mestre oppdrettssituasjonen. I den forbindelse er det bygd opp et unikt merdmiljølaboratorium i Matre for overvåking av miljøparametre og fiskeatferd i laksemerder. Andre pågående prosjekter rettet mot fiskevelferd omfatter studier av "trivselsatferd" hos kveite, effekter av oljebaserte vaksiner på deformasjoner hos laks, effekt av lys i merder på lokal fisketetthet, studier av aktuelle oppdrettsarters sansebiologi, samt studier av ulike bedøvelsesmidler og beroligende midler hos laks. I prosjektet "Trivselsatferd hos kveite" har en forsøkt å tolke kveitas "kroppsspråk" og atferd for å finne ut når de signaliserer trivsel og mistrivsel. Kveita er fra naturens side en art som finnes spredd i Nord-Atlanteren ned til flere hundre meters dyp. Stor kveite lever av uer og annen fisk, og er en av havets topp-predatorer. Bortsett fra under gyting hvor de samles på gytefeltene, har de trolig liten kontakt med andre kveiter. Småkveite finnes på grunnere oppvekstområder, men selv om de kan finnes i grupper er fisketettheten svært lav sammenlignet med oppdrett. Av økonomiske og praktiske årsaker må fisk oppdrettes under

relativt høye tettheter, og en art som skal oppdrettes må derfor tåle høy tetthet. Kveita ligger for det meste på bunnen, slik at vi oftest bruker prosent av bunnarealet som er dekket av fisk som et mål på fisketettheten. I kommersielle anlegg er ofte tettheten på mer enn 200 %, dvs. at kveitene delvis ligger oppå hverandre (i mer enn to "lag"). For å se hvordan ulike tettheter påvirker vekst og atferd ble kveite på 2-10 kg oppdrettet med ca. 20, 50 og 120 % bunndekning. Kveitas atferd ble filmet med video, og en PIT-antenne i overflaten registrerte individer som svømte eller "duppet" i overflaten. Det ble observert en rekke individer som svømte nesten vertikalt i overflaten med hodet av og til over vann ("dupping"). Veksten avtok med økende fisketetthet, mens svømmeaktiviteten per individ økte. Så godt som alle kveitene svømte periodevis i overflaten, men de som svømte ofte i overflaten hadde en betydelig dårligere vekst enn de som svømte lite i overflaten.

Opprinnelsen og funksjonen til overflatesvømmingen er usikker, og dette er ikke en atferd som blir observert i naturen. Siden kveita mangler svømmeblære og har negativ oppdrift, kan en forklaring være at individer som nærmer seg karveggen mister fart og synker, og dermed responderer med å svømme oppover til den bryter overflaten. Når hodet er over vann blir den enda tyngre og synker igjen, slik at vi får en opp-og-ned-bevegelse ("dupping"). Dette kan fange fisken i en slags "stereotypisk" atferd. Siden kveite som viser mye av denne atferden har dårlig appetitt og vekst, vil det på lang sikt være nedbrytende for fisken. Det ble funnet mange kveiter som tapte vekt i løpet av forsøket. Grunnen til at kveita har denne atferden er trolig at den ønsker å komme seg vekk fra et miljø den ikke trives i. Høy grad av "duppe"-aktivitet i karene er derfor et tegn på at noe er galt i karet eller merden, og kan indikere at vekst og produksjon avtar.

Hos stor kveite blir det sjelden observert aggresjon eller bittskader,

men hos yngel og mindre kveite kan dette være et problem. Finner og øyne er spesielt utsatt for skader. I et skotsk forsøk viste det seg at aggresjon og skader avtok ved høye fisketettheter, og veksten ble forbedret. Dette har trolig med at fisken gir opp å forsvare mat og område ved høye tettheter, noe som en også finner hos laks. Effekter på vekst og atferd av kontinuerlig føring og sjelden føring er også studert. Det viste seg at veksten var bedre og atferden roligere i karene som ble føret sjelden. Når det dryppet litt før hele tiden ble det skapt mer uro, og trolig også stress i karene.

Ønsker kveitene å være for seg selv hvis de hadde hatt muligheten? Resultater fra forsøk kan tyde på at kveite har behov for lange hvileperioder. Forsøk med høy tetthet av kveite i karene viste ingen tegn til lange perioder med ro, og fiskene var i gjennomsnitt oppe og svømte 2-3 ganger per time. Den høye aktiviteten førte til at individ som lå på bunnen stadig ble forstyrret av andre som tok av eller landet på bunnen, noe som kan føre til kronisk stress og mistrivsel.

Det var stor variasjon i hvordan enkeltindivider taklet oppdrettssituasjonen. Selv under høye tettheter var det mange individer som spiste godt og vokste bra, og ved lave tettheter var det også individer som vokste svært dårlig. Det var også individer som ikke svømte i overflaten, men ble liggende å sture på bunnen uten å spise. Det ser derfor ut til at enkeltindivider har ulike mer eller mindre vellykkete strategier for å takle oppdrettssituasjonen, og at graden av trivsel og mistrivsel varierer fra individ til individ. Hos andre arter har individets lynne eller "mestringsstrategi" en betydelig genetisk komponent, og dette gjelder trolig også for kveite. Ved å avle på individer og familier som har rolig atferd og god appetitt under høye tettheter, bør vi kunne få fram en kveite som både vokser og trives bedre i oppdrett.



Klima og fisk

MÅL

Varsle endringer i klimaet, forstå og kvantifisere betydningen av disse for produksjon, utbredelse og atferd hos marine organismer

PROSJEKTER

- ▶ Miljø og bestandsvurdering
- ▶ Klimaendringer
- ▶ Klima og plankton
- ▶ Effekter av klima på populasjonsparametere hos fisk i Barentshavet og Norskehavet
- ▶ Deltagelse i internasjonale klimautredninger og klimaprogrammer
- ▶ Klima/fisk-relasjoner i Nordsjøen
- ▶ Bruk av ny metodikk innen klima- og effektforskning
- ▶ Programledelse

RESULTATER

- ▶ Den observerte oppspaltningen av den norske atlantehavsstrømmen i en indre og ytre grein utenfor kysten av Møre har blitt gjenskapt i modellresultater. Så langt har vi ikke vært i stand til å reprodusere den observerte virvelaktiviteten knyttet til den ytre greinen.
- ▶ Innstrømningen av atlantehavsvann til Barentshavet har en mye mer komplisert struktur enn tidligere antatt. Strømmålinger har vist at innstrømningen kan foregå enten i en bred kjerne slik man antok før, eller som en svak innstrømning i sør, eller i to smale strømmer med motstrøm mellom dem.
- ▶ Klimaforholdene kan i hovedsak påvirke dyreplanktonmengdene på to måter, a) ved å endre mengden organismer som forflyttes fra Norskehavet til Barentshavet, og b) ved å endre fordeling, vekst og overlevelse på grunn av endringer i temperatur og fordeling av vannmasser. Dessuten vil horisontalfordelingen av vannmassene påvirke fordelingen av de artene som lever i de ulike vannmassene.
- ▶ Den norsk vårgytende silda har i mengde vist store langtidsfluktuasjoner. Disse fluktuasjonene viser sterk samvariasjon med trender i havklima (se temasak).
- ▶ En hypotese om vandring hos lodde basert utelukkende på temperatur er blitt testet på et begrenset datamateriale. Når simulerte data for en større tidsperiode blir tilgjengelige blir denne hypotesen testet for et større tidsrom, og flere forklaringsvariabler vil bli inkludert.
- ▶ Forståelsen av koblingen mellom variasjon i klima på regional skala og økologisk viktige faktorer for fiskebestandene er utviklet for å brukes i modeller for å beregne størrelse, rekruttering, vekst og vandring av fiskebestander. Målet ble oppnådd ved å utvikle en database med alle relevante fysiske og biologiske data og anvende nødvendig analyseverktøy. Man ser nå en mulighet til å varsle rekruttering av for eksempel norsk arktisk torsk flere år fram i tid.

VARIASJONER I SILDEMENGDER OG KLIMAENDRING

De naturlige variasjonene i fiskemengde, særlig av sild og torsk, var velkjent lenge før norsk havforskning ble startet. Det var disse variasjonene og vissheten om deres betydning for befolkningen langs kysten, som fikk pionerene i marin forskning til å starte på arbeidet med å finne årsaken til hvorfor mengdene varierer så mye. I løpet av det siste århundret har det blitt utviklet redskap og metoder slik at vi i dag kan måle bestandsmengdene og variasjonene i årskullene med rimelig god grad av sikkerhet. Videre har det blitt utviklet metodikk til å analysere fiskebestandenes historiske utvikling. Vi har kunnskap om de viktigste bestandenes biologi, samspill og evne til å reprodusere seg i form av rekruttering og vekst. Noe vi fremdeles ikke behersker fullt ut, er å forklare årsaken til at visse årsklasser blir sterke, mens andre blir svake. Med det samme utgangspunktet, samme bestandsmengde som gyter, har historien vist at resultatet av gytingen kan variere kraftig, og det er ingen selvfølge at en sterk gytebestand produserer en god årsklasse.

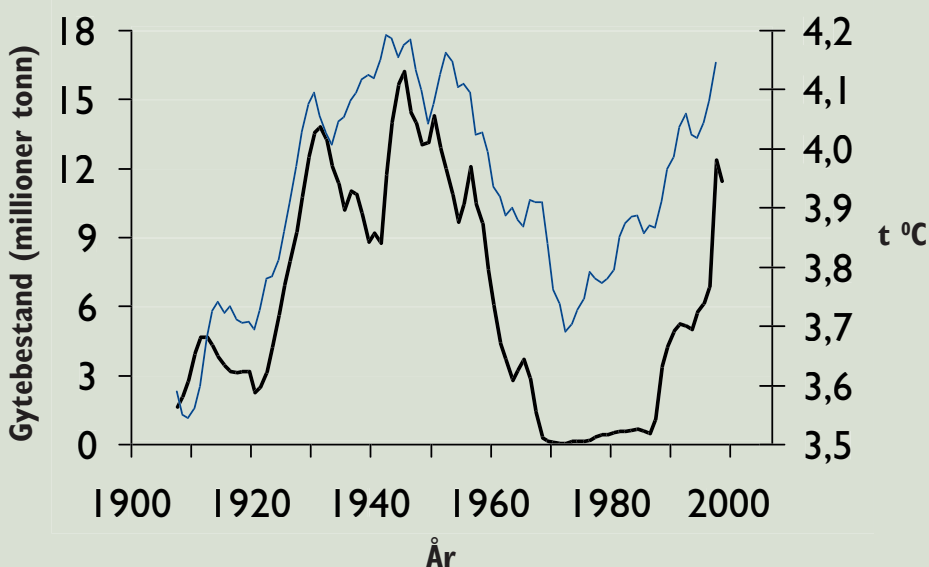
Miljøet betyr tilsynelatende mye når antall rekrutter etter årets gyting hos en fiskebestand bestemmes. Tidlig fant man ut at det er i løpet av det

første leveåret at en årsklasses styrke blir bestemt, men det er mange faktorer som kan spille en viktig rolle for det endelige utfallet. Er det mat nok for ungfisken i det første kritiske halvåret? Er det mye rovdyr som fisk, fugl eller maneter som kan spise larver eller yngel? Har temperaturen i vannmassene hvor de tidligste stadiene av fiskens liv oppholder seg en direkte påvirkning på overlevelsen? Det er mange spørsmål og få svar på dette feltet. For noen bestander har vi begynt å finne visse sammenhenger mellom miljø og rekrutteringssuksess. Variasjonene i årsklassestyrke er imidlertid store, og det samme gjelder variasjonene i miljøbetingelsene. Svar på studier av sammenhengene trer gjerne derfor først fram ved sammenligning av lange tidsserier på mer enn 50 år, der man kan få frem trender og mønstre over lang tid.

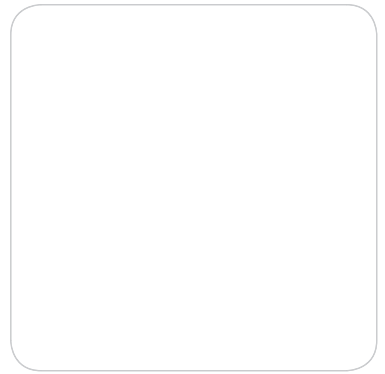
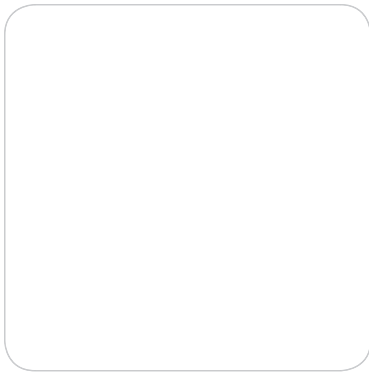
Havforskningsinstituttet startet med systematiske undersøkelser av viktige fiskebestander for om lag hundre år siden. Et viktig element var aldersbestemmelsen av fisk – for ved å kunne bestemme alderen kan man finne ut hvilke årsklasser som er sterke og hvilke som er svake i en fiskebestand. For torsk og sild fikk man forholdsvis raskt på plass fullgode teknikker for aldersbestemmelse, og de samme

teknikkene er fremdeles i bruk. Vi er også i den heldige situasjonen at for norsk vårgytende sild har dette vært gjort på et kvalitativt høyt nivå gjennom hele perioden. Dette har gitt oss en helt unik tidsserie av biologiske data som kan nyttes til studier av viktige sammenhenger for styrende prosesser i denne bestanden.

Nylig ble hele tidsserien av biologiske data for norsk vårgytende sild tilrettelagt slik at det ble mulig å beregne tilbake årlig gytebestandsbiomasse; helt tilbake til 1907 – året da innsamlingen av det biologiske materialet startet. Beregnet gytebestandsbiomasse for norsk vårgytende sild for perioden etter 1907 viser at sildemengden fluktuerer over forholdsvis lange perioder. Etter århundreskiftet var gytebestanden på beskjedne 2 millioner tonn. Dette er et lavt nivå for denne bestanden. Fra 1920-årene og i løpet av de følgende tiår vokste bestanden kraftig og nådde et toppnivå i mengde på ca. 16 millioner tonn i 1945. Deretter fikk bestanden en kraftig tilbakegang som endte med et totalt sammenbrudd på slutten av 60-tallet. I 1972 ble bestandsnivået beregnet til beskjedne 2 000 tonn, og i årene 1969–1975 har vi beregnet at bestanden må ha vært mindre enn 100 000 tonn. Den bygget



Figur 1. Gytebestanden av sild (svart kurve) sammenlignet med temperaturen i Kola-snitt (blå kurve)



seg så langsomt opp igjen utover i 70- og 80-årene. Som følge av god rekruttering fra årskullet 1983 økte bestanden kraftig på slutten av 1980-årene. Rundt 1990 kom flere gode årsklasser til, og bestanden har økt til et nivå rundt 10 millioner tonn i løpet av det siste decennium.

Hvorfor disse enorme svingningene, og hva forårsaket sammenbruddet på 60-tallet? Det store fisket i løpet av 50- og 60-årene, der det bl.a. ble tatt meget store mengder småsild og ungsild, fremstod den gang som forklaringen på at bestanden brøt totalt sammen. Er denne forklaringen fullgod?

I de senere årene har man begynt å studere sammenhengen mellom variasjonene i fiskebestandenes mengde og temperatursvingningene i de vannmassene som fiskebestandene lever i. En lang tidsserie over temperatur i våre farvann er målingene langs det såkalte Kola-snittet i Barentshavet. Dette er et sett av stasjoner hvor temperaturen måles flere ganger hvert år langs en linje nord for Kolahalvøya. Denne serien av målinger, som strekker seg gjennom 100 år, gir et godt bilde av temperaturvariasjonene i oppvekstområdene for flere av våre

viktigste fiskebestander, bl.a. torsk og sild.

I figuren er langtidsvariasjonen i årsmiddelet for temperaturen på Kola-snittet vist sammen med den beregnede mengde gytebestand av sild. Langtidsvariasjonen i temperaturen i havet viser at vi hadde et forholdsvis kjølig klima rundt århundreskiftet. Temperaturen økte utover mot 1920- og 30-årene for så å falle igjen til et lavere nivå – med en kjølig periode på slutten av 60 tallet. Senere har temperaturen i havet økt, og vi er nå inne i en ny varm periode. Vi ser at kurven over utviklingen av sildebestanden følger temperaturkurven godt, og det kan ikke være noen tvil om at det er en sammenheng mellom variasjonene i temperaturen i havet og fluktuasjonene i sildemengde. Hva som er årsaken til denne sammenhengen er imidlertid ikke fastlagt. Vi vet imidlertid at etter kalde vintre langs kysten er det svært liten sjanse for god rekruttering, mens etter milde vintre – med stor lavtrykksaktivitet – er sjansene betydelig større. Den direkte årsaken til dette er uvisst, men virkningsmekanismen av klimaet på rekrutteringen er sannsynligvis at næringstilgangen

blir bedre ved høyere temperatur, og dermed oppnås bedre vekst. Høyere temperatur har også en direkte positiv virkning på veksten hos larver, de blir større og kommer seg lettere unna naturlige fiender. Økt innstrømning av varmt vann mot norskekysten kan også endre det generelle strømbildet og føre larvene inn i gunstigere områder. Økt temperatur kan også påvirke larver og ungfisk rent fysiologisk på en slik måte at de svømmer raskere og slipper lettere unna fiender.

Bestandsanalysen av norsk vårgytende sild viser at miljøet sannsynligvis har hatt mye å si for utviklingen av bestanden, og at den trolig også i fremtiden vil variere ganske kraftig i mengde. Videre er det viktig å være oppmerksom på at når miljøforholdene er ugunstige over lengre tid, blir bestandene mer følsomme for beskatning. Derfor er regelmessig overvåkning av både miljø og fiskebestander så viktig. De store fluktuasjonene i bestandsmengde ser det imidlertid ut som om at det er lite å gjøre noe med; naturens svingninger lar seg neppe regulere bort.

Reproduksjon og tidlig livshistorie hos fisk og skalldyr

MÅL

Programmet skal avklare viktige biologiske prinsipper for vellykket reproduksjon, yngelproduksjon/rekruttering hos fisk, skjell og krepsdyr. Det skal også avklare hvordan ulike miljøforhold påvirker atferd hos de tidlige livsstadier, deres toleransegrenser og spesifikke miljøkrav. I tillegg skal programmet avklare hvordan miljøvariabler påvirker stamfisk og rekrutteringen til gytebestandene. Programmet skal overføre kunnskapen til brukere innenfor oppdrett og forvaltning.

PROSJEKTER

- ▶ Produksjon av larvefôr, ernæring og fôringsstrategi
- ▶ Oppdrettsteknologi og vannkvalitet
- ▶ Grunnleggende mekanismestudier av larver og yngel
- ▶ Skjelldyrking
- ▶ Domestisering av marine arter
- ▶ Reproduksjon og larvekvalitet
- ▶ Påvisning av maternale effekter hos torsk ved bruk av unike sjøvannspoller og moderne molekylære teknikker
- ▶ Torsk- og silderekruttering: studier av ulike maternale effekter
- ▶ Komparative studier av rekrutteringsmekanismer hos sardin i Benguela-regionen
- ▶ Gonadeutvikling hos breiflabb – et forprosjekt

RESULTATER

- ▶ Det er funnet bedre overleving og kvalitet hos kveitelarver føret med et høyt innhold av flerumettede fettsyrer (DHA).
- ▶ Det er vist at under startfôring av kveitelarver kan levende alger erstattes med algepasta, som er et kommersielt produkt.
- ▶ Tilsetting av grønt vann gir bedre overlevelse hos torskelarver.
- ▶ Både immunsystem og fettsyreprofiler endres når lakseparr utsettes for UV-B eksponering.
- ▶ Kveitelarver helt ned til 25 mm viser luktespanser.
- ▶ Kamskjellyngel som er satt på nettingposer i sjø, viste god overlevelse og vekst.
- ▶ Havforskningsinstituttet skal arrangere ICES Gadoid Mariculture Symposium i 2004; en viktig, internasjonal konferanse med fokus på oppdrett av torskefisk.
- ▶ På initiativ av Fiskeridepartementet er det nylig satt igang et stort prosjekt på domestisering, dvs. tilpasning til et liv i oppdrett, av torsk, kveite og hyse
- ▶ Det er påvist at hyse, på samme måte som kveite, tåler høye sjøtemperaturer dårlig.
- ▶ Sildas eggproduksjon er meget følsom for endring i fødetilbud.
- ▶ Det er demonstrert at de tidlige livsstadier av pelagiske fiskearter i Benguela-systemet utenfor Sørvest-Afrika er unikt tilpasset strømforholdene for maksimal overleving (se temasak).

REKRUTTERINGSMEKANISMER HOS PELAGISK FISK I BENGUELA-STRØMMEN

I de senere år har forskere ved Havforskningsinstituttet bidratt med ny kunnskap om rekruttering til viktige fiskebestander i Benguela-strømmen langs vestkysten av det sørlige Afrika. Disse undersøkelsene har inngått i Nansenprogrammet som finansieres av NORAD. Området er grunnet sin store dynamikk meget interessant for å studere generelle mekanismer for overleving av fiskeegg og -larver. I motsetning til hva som har vært antatt tidligere, er det nå påvist at spesielle tilpasninger til strømsystemet sørger for at larver av arter som sardin og ansjos i stor grad ikke transporteres ut fra kysten, men derimot ender opp i naturlige oppvekstområder nær kysten.

Benguela-strømmen

Benguela-strømmen utenfor Namibia og Sør-Afrika er et av de fire store oppstrømnings-økosystemene på jorden. I dette området er det sørlige og sørøstlige vinder som dominerer. Fordi området ligger på den sørlige halvkule, vil Coriolis-effekten føre til at havstrømmen i de øverste lag blir bøyd av mot venstre. Dermed vil vann bli transportert bort fra land i overflaten, såkalt Ekman-transport. For å kompensere for dette, vil vann bli løftet opp fra dypet innerst ved kysten. Dette kalde dypvannet er næringsrikt og transporterer viktige næringsstoffer opp i den delen av vannsøylen hvor det er nok lys til at planteplankton kan gjøre seg nytte av dem. Det er dette som gjør slike oppstrømningsøkosystem svært produktive, og vi finner ofte svært store bestander av fiskearter som sardin og ansjos. Sardin var tidligere en svært viktig art i det pelagiske fiskeriet utenfor Namibia, men bestanden kollapset på slutten av 1960-tallet og har siden vært på et lavt nivå. Etter kollapsen i sardinbestanden, ble fisket i økende grad rettet mot ansjos, og i en periode var denne arten den viktigste i den pelagiske fangsten. Ansjosfiskeriet ble imidlertid aldri like stort som sardinfiskeriet, og i de senere år har begge bestandene vært sterkt redusert.

Det er altså først og fremst spesielle oseanografiske prosesser som gjør at oppstrømningsystem er så produktive, men de samme prosessene legger også begrensninger på de artene som lever der. Hos de fleste marine

arter er egg og/eller larvestadiet planktonisk. Det vil si at avkommet i den første perioden etter gyting i stor grad er avhengig av om lokale strømførhold fører til at det ender opp i områder som er gunstige for vekst og overlevelse. Hos sardin og ansjos er eggene, og senere larvene, ofte antatt å være fordelt i de øvre vannmasser. Det har derfor blitt hevdet at egg og larver transporteres vekk fra det som synes som naturlige oppvekstområder nær kysten. Dermed reduseres sjansene for vellykket rekruttering hos pelagisk fisk i Benguela-strømmen og i andre lignende oppstrømningsystem.

Hvordan overlever fiskelarvene?

Forskere ved Havforskningsinstituttet har stilt spørsmål ved denne oppfatningen av transportmekanismer i Benguela-strømmen, især i den nordlige delen hvor de fleste av toktene med forskningsfartøyet FF "Dr. Fridtjof Nansen" har funnet sted. Hvordan kan fiskeartene i det hele tatt overleve i slike områder dersom tap av larver er så betydelig som det hevdes? Det har i den senere tid blitt dokumentert i litteraturen at fiskelarver ikke driver passivt med strømmen, men at de ofte har en rekke biologiske egenskaper som gir dem mulighet for å tilpasse seg lokale strømførhold. Det er derfor viktig å kjenne disse egenskapene før man kan si noe sikkert om transportmekanismer hos en art. Fra tidligere tokt med FF "Dr. Fridtjof Nansen" i Namibia, har man funnet at lysing, som normalt lever på 100-500 meters dyp, har spesielle tilpasninger som gjør at egg og larver faktisk blir transportert inn mot kysten. Det har vist seg at vannlaget som blir transportert vekk fra kysten (Ekman-laget) bare er ca. 20 m dypt. Under dette laget er det en kompensasjonsstrøm som beveger seg inn mot kysten. Lysingens egg og larver er i hovedsak fordelt under Ekman-laget, og blir dermed transportert inn mot kysten. Kunne dette også være tilfelle hos pelagiske arter som sardin og ansjos? For å finne ut dette ble det gjennomført ytterligere tokt med FF "Dr. Fridtjof Nansen" med fokus på sardin. Undersøkelsene var en kombinasjon av feltstudier, laboratoriestudier og modellering. Gjennom feltstudier ble vertikalfordelingen til både egg og larver studert. En del av eggene

ble deretter overført til en spesiell kolonne om bord, der en kunne måle oppdriften og deretter regne ut eggenes stigehastighet. Eggenes vertikalfordeling ble modellert samt effekten av ulik vindhastighet på vertikalfordelingen. Til slutt ble det tatt i bruk en avansert modell der en direkte kan studere transporten av "partikler" med ulike egenskaper.

Livshistoriestrategi

Resultatene fra disse undersøkelsene viste for det første at eggene hadde relativt stor oppdrift. Selv om gytingen ble beregnet til å skje på ca. 70 m, vil eggene etter kort tid ha steget opp i Ekman-laget og dermed bli utsatt for transport vekk fra kysten. Modellresultatene viste derimot at ved økende vind var en økende andel av eggene fordelt dypere enn 20 m og dermed under Ekman-laget. Disse resultatene ble støttet av den observerte vertikalfordelingen til eggene i felten, som viste at de var dypere ved økende vindhastighet. Hos sardin varer eggstadiet bare to-tre dager i de temperaturer som er vanlige i Benguela-strømmen. Etter klekking vil larvene ha større evne til å regulere sin vertikale posisjon. Den observerte vertikalfordelingen til larvene viste at disse var fordelt dypere enn eggene, og at høyeste konsentrasjon ble funnet under Ekman-laget. Bare ca. 20 % av larvene var i de øverste 20 m. Det vil si at larvene i hovedsak oppholdt seg i det vannlaget som strømmer inn mot kysten og dermed ble transportert inn mot gunstige oppvekstområder. En tilsvarende dyp vertikalfordeling ble senere funnet også for ansjoslarver og ble forklart ut fra vertikalvandringen på larvestadiet. Simuleringer viste altså at vertikalfordelingen hadde en meget stor effekt på transporten.

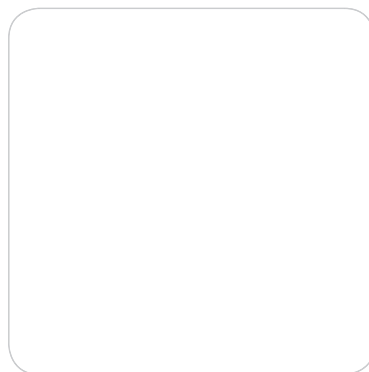
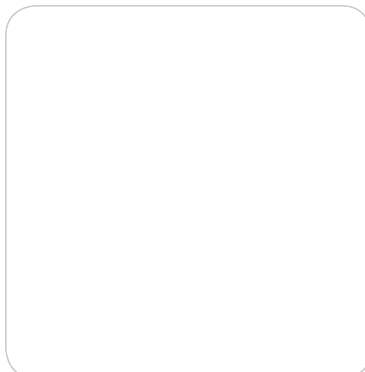
Konklusjonen fra undersøkelsene er at livshistorien til sardin og ansjos er unikt tilpasset strømsystemet i den nordlige del av Benguelastrømmen på en måte som gjør at tap av larver fra naturlige oppvekstområder nær kysten, er minimalisert. Dette skjer ved en kombinasjon av tre faktorer. For det første vil gyting på relativt dypt vann frigjøre eggene under Ekman-laget. Etter hvert som eggene flyter opp mot overflaten, vil omrøring av vannmassene grunnet vind føre til at en del av eggene

blir ført ned under Ekman-laget igjen. Og sist, men ikke minst, vil vertikalvandring på larvestadiet gjøre at larvene i stor grad vil bli transportert inn mot kysten i dypere vannlag.

Videre arbeid

Det er derfor grunn til å se på andre rekrutteringsmekanismer som kan være viktigere som begrensende faktor for rekrutteringen i den nordlige del av Benguela-strømmen enn tap av de tidlige livsstadier grunnet drift vekk fra de gode oppvekstvilkårene langs land. At bestandene nå er kraftig redusert og stort sett består av unge individer, kan ha redusert sannsynligheten for å få god rekruttering. Individene i en slik bestand vil normalt ikke ha

stor spredning i gyting, verken i tid eller rom. Dette ble bekreftet av feltundersøkelsene som viste at egg og larver var fordelt i et relativt lite område, sammenlignet med tidligere tider da bestandene var større. En slik "krymping" i gytefordeling, vil redusere sannsynligheten for at larvene treffer på gunstige forhold for god vekst og overlevelse og dermed redusere muligheten for god rekruttering.





Marin miljøkvalitet

MÅL

Programmet skal utvikle metoder for å overvåke nivå og klarlegge virkninger av kjemiske stoffer i det marine miljø.

PROSJEKTER

- ▶ Virkninger av utslipp fra petroleumsvirksomheten
- ▶ Effekter av miljøgifter på marine organismer
- ▶ Eutrofiering og tilførsel/transport av forurensning til norske havområder
- ▶ Giftige alger
- ▶ Interaksjoner miljø-havbruk

RESULTATER:

- ▶ Havbruksrelaterte fjordmodeller har som hensikt å beregne sirkulasjon og hydrografi i fjordområder for å studere bl.a. spredning av lakseluslarver. Resultatene fra arbeidet i Sognefjorden er lovende og klarer å gjenspeile forholdene i overflatelaget med rimelig god presisjon.
- ▶ Studiene av langtidseffektene av produsert vann ble videreført. Produksjonsvann i høye konsentrasjoner ($\approx 7\%$ og $1,5\%$) har tydelige visuelle effekter på larveutviklingen som manglende pigmentering og nedsatt svømmeaktivitet. Ingen av larvene klarte å gjennomføre startføringen, og alle larvene var døde ved dag 53.
- ▶ Ved et blåskjellanlegg har det vist seg at det er stor variasjon i innholdet av algegifter innen anlegget, helt opp til en faktor på fire alt etter hvor skjellene vokser.
- ▶ Når et blåskjellanlegg er i en avgiftingssituasjon, er det en sammenheng mellom fødetilgang og avgiftingshastighet. Det er raskere avgiftning ved større fødetilgang, mens situasjonen trolig kan være motsatt i perioder med giftalger i vannet og akkumulering av gift i skjellene.
- ▶ Vi har funnet at blåskjellanleggenes plassering i forhold til strømrøtning har stor betydning for produksjonen. Det er utviklet en modell som beregner strøm, fødetilgang og bæreevne for et slikt anlegg.
- ▶ Påvirkningen av miljøforholdene rundt undersøkte skjellanlegg var relativt liten. De fleste prøvene viste beste tilstand slik som den er definert i Norsk Standard 9410. Skjellene i anleggene vokste imidlertid dårlig, og der er mulig at påvirkningen er større i anlegg med bedre fødetilgang. Dette indikerer at det per i dag ikke er nødvendig med en omfattende miljøovervåkning av skjellanlegg, og viser at NS 9410 er mindre egnet til overvåkning av skjellanlegg.
- ▶ Resultater fra et internasjonalt arbeid dokumenterer klare forurensningsgradienter ut fra kysten i den sydlige delen av Nordsjøen, og ut fra Statfjord-installasjonene i den nordlige delen av Nordsjøen. Dette gir grunnlag for testing av effektmetoder på marine organismer som befinner seg i disse områdene.

LOKALISERING AV OPPDRETTSANLEGG

Å avklare sentrale naturvitenskapelige og etiske spørsmål til hvordan vi skal plassere, avgrense størrelse, utforme og drive marine oppdrettsanlegg, er et av Havforskningsinstituttets satsingsområder.

Tradisjonelt har det i Norge vært god tilgang på oppdrettsområder. Denne situasjonen er nå i ferd med å endre seg, og mange steder er det mangel på tilgjengelige arealer. Et nytt regelverk åpner for nytenking i forhold til størrelse og avstanden mellom anleggene. Dersom det er ønskelig, er det nå mulig å stille spesielle krav til hvordan anleggene skal drives. I tillegg har det også kommet til nye hensyn, slik som dyrevelferd og produktokumentasjon. Alt dette innebærer at lokalisering får en utvidet betydning, I tillegg til å ta stilling til hvor vi vil plassere anleggene, må vi også avgjøre *hvor store* de skal være og *hvordan* de skal utformes og drives. Dette krever ny kunnskap, og Havforskningsinstituttet har derfor definert lokalisering som satsingsområde der vi spisser aktiviteten mot disse problemstillingene. Stikkordet er bæreevne, og dette gjelder både på lokalt og regionalt nivå.

Lokalisering tar utgangspunkt i det konseptet som ble utviklet i forbindelse med Havforskningsinstituttets MOM-prosjekt. Det innebærer at vi må fastsette grenseverdier for akseptable påvirkninger, som må skje på grunnlag av faglige og objektive kriterier. I neste omgang må vi så regulere påvirkningen i forhold til disse grenseverdiene. Dette

gjøres ved hjelp av overvåkningsprogrammer og simulering av påvirkning.

Ideelt sett skal en regulere effekten av alle påvirkningene ut ifra bæreevnen, og så la den påvirkningen som gir dårligst produksjon begrense den totale produksjonen i området. I første omgang har vi konsentrert oss om smittespredning, eutrofiering, produksjon av bunnfauna, miljø i merdene og fiskens velferd. I neste omgang tar vi også sikte på å trekke inn andre påvirkninger, det gjelder særlig genetiske interaksjoner mellom oppdrettet fisk og ville bestander.

Forskningen som går på lokalisering, er tverrfaglig og berører flere av instituttets forskningsprogrammer. En del av aktivitetene er nylig startet opp, mens vi på andre områder er kommet relativt langt; som for eksempel arbeidet med å se på hvordan vi regulerer organisk påvirkning nær anleggene. Her har vi i samarbeid med standardiseringsmyndighetene utarbeidet en metodikk for overvåkning av miljøpåvirkning. Denne er nedfelt i Norsk Standard (NS 1910), og den er nå foreslått innført som en del av rammebetingelsene for oppdrettsnæringen.

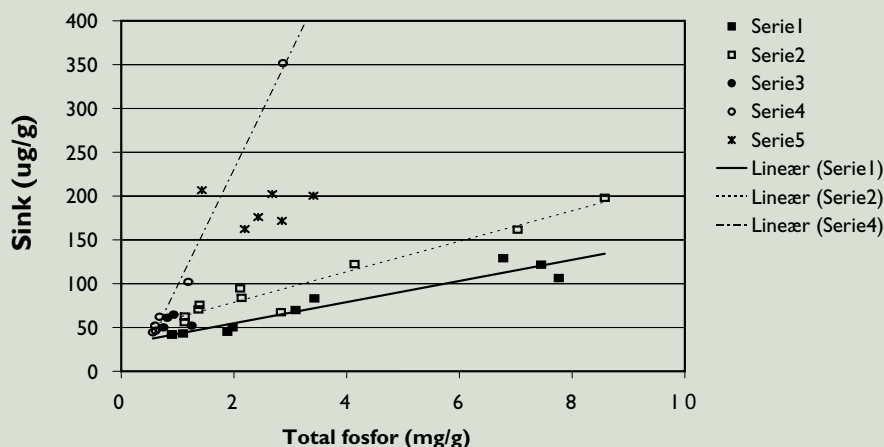
Som et ledd i arbeidet med å regulere miljøpåvirkningene av organisk stoff, har vi undersøkt mulighetene for å finne stoffer som brukes til å spore effekter av fiskeoppdrett. Slike markører må finnes i utslippene fra den aktiviteten vi vil spore. De bør ikke inngå i prosesser som fjerner eller omdanner dem. De bør i tillegg finnes i konsentrasjoner som skiller

seg klart fra bakgrunnsverdiene, og de må kunne kvantifiseres med metoder for rutineanalyse som ikke er så kostnadskrevede.

Arbeider som er gjort tidligere, har vist at sink og fosfor er aktuelle som sporstoffer for fiskeoppdrett. Sink er et mikronæringsstoff som tilsettes i fôret i rikelig mengde, og fosfor stammer fra fiskeråstoffet i fôret. Vi venter ingen endring av mengden av disse stoffene i fôret i overskuelig framtid.

For å ha et sammenligningsgrunnlag omfattet undersøkelsene også kloakkutslipp og et område der det ble vasket inn mye tare. Resultatene viser at sink og fosfor finnes i forhøyede konsentrasjoner under merdene, men at mengdene avtar raskt ut fra anlegget. Allerede på 50 m avstand er de nede på lave nivåer. Samlet sett synes høye konsentrasjoner å være begrenset til de områdene som er sterkt organisk påvirket fra anleggene. Det undersøkte taredeponiet og kloakkutslippet viste også forhøyede nivåer av total fosfor og sink, men forholdet mellom de to stoffene var forskjellig fra det vi fant ved oppdrettsanlegg. Anleggene var karakterisert ved at konsentrasjonen av total fosfor var høy relativt til sink, mens det motsatte var tilfellet for taredeponiet og kloakkutslippet (se fig).

Undersøkelsen tyder på at forholdet mellom total fosfor og sink kan brukes til å identifisere utslipp fra oppdrettsanlegg, og at en kan skille dem fra andre kilder for organisk anrikning. Vi tar derfor sikte på å videreføre disse undersøkelsene.



Figur 1. Forhold mellom sink og total fosfor (tot P: Zn) i sedimentet på alle prøvestasjoner. Verdiene er gjennomsnitt av tre replikerte prøver. Serie 1, 2 og 3 angir henholdsvis anlegg 1, 2 og 3, serie 4 kloakkutslippet og serie 5 taredeponiet. Av praktiske grunner er forhøyede verdier fra anlegg 3 som var sterkt organisk påvirket utelatt fra figuren.

Helse hos fisk og skjell

MÅL

Programmet skal framskaffe grunnleggende kunnskap om helse hos fisk og skjell, og bidra til å få best mulig helsetilstand hos oppdrettsorganismer, gjennom forskning på forebygging, diagnostikk og behandling av infeksjonssykdommer.

RESULTATER

- ▶ Vi har utviklet metodikk for å måle mengde av nodavirus i vann. Nodavirus forårsaker sykdommen VER, som er den viktigste dødsårsaken i kveiteoppdrett, og har skapt problemer for en rekke marine fiskeslag.
- ▶ En eksperimentell vaksine mot nodavirus er utviklet, basert på et rekombinant protein fra viruset. Vi har også oppnådd beskyttelse mot sykdom ved bruk av såkalt DNA-vaksinasjon.
- ▶ Vi har identifisert bakterier som, når de tilsettes piggvarlarver, gir økt overlevelse hos larvene. Målet er å bruke slike bakterier til å bekjempe sykdom.
- ▶ Vi har utviklet metodikk som gir et "genetisk fingeravtrykk" av bakteriesamfunnet hos fiske- og skjellarver og i vannet i oppdrettskarene. Metodikken kan brukes til å overvåke skadelige eller gunstige bakterier i oppdrettsanlegg. Slik kan vi finne ut hvilke faktorer som fører til økt dødelighet eller økt overlevelse.
- ▶ Vi har kartlagt effektiv konsentrasjon av antibakterielle midler i regnbueørret under sykdomsutbrudd, både i oppdrettsanlegg og i laboratoriet. Resultatene viser at anslagsvis 90 % av fisken hadde konsentrasjoner av antibakterielle midler i blodet som var lavere enn den dosen som ville vært nødvendig for effektiv behandling.
- ▶ Flere nye molekylærbiologiske teknikker er tatt i bruk for å kartlegge samspillet mellom lakselus og laksens immunforsvar. Gener som sannsynligvis er med i eggproduksjonen hos lakselus, er identifisert. Genene for flere ulike proteaser hos lakselus er kartlagt, og vi har lokalisert hvor i lakselusa disse er aktive.
- ▶ Vi har undersøkt hvor lenge en lakseluslarve er i stand til å infisere laks. Sammen med modeller for vannbevegelse viser dette at lakselus kan spres over store områder under gitte forhold.
- ▶ Atferdsstudier har vist at lakseluslarver kan svømme mot et lys som likner på en blank lakseside. Larvene skiller ikke mellom laks eller annen fisk før etter at fisken er infisert, noe som forklarer hvorfor larvene kan slippe taket og vente på "rett" vert.

