

## Et eksempel på samspill mellom anvendt forskning og grunnforskning

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

**Dag Ø. Hjermann**

d.o.hjermann@bio.uio.no

**Per Erik Jorde**

p.e.jorde@bio.uio.no

**Esben Moland Olsen**

esben.moland.olsen@imr.no

**Sigurd Espeland**

s.h.espeland@imr.no

**Halvor Knutsen**

halvor.knutsen@imr.no

**Anne Maria Eikeset**

a.m.eikeset@bio.uio.no

**Leif Christian Stige**

l.c.stige@bio.uio.no

**Geir Ottersen**

geir.ottersen@imr.no

**Nils Chr. Stenseth**

n.c.stenseth@bio.uio.no

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

### Analyser av tidsseriedata

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

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

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

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

### Algeoppblomstring 1988

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

### Molekylærgenetisk laboratorium

En ny vinkling på samarbeidet mellom Havforskningsinstituttet og CEES tok

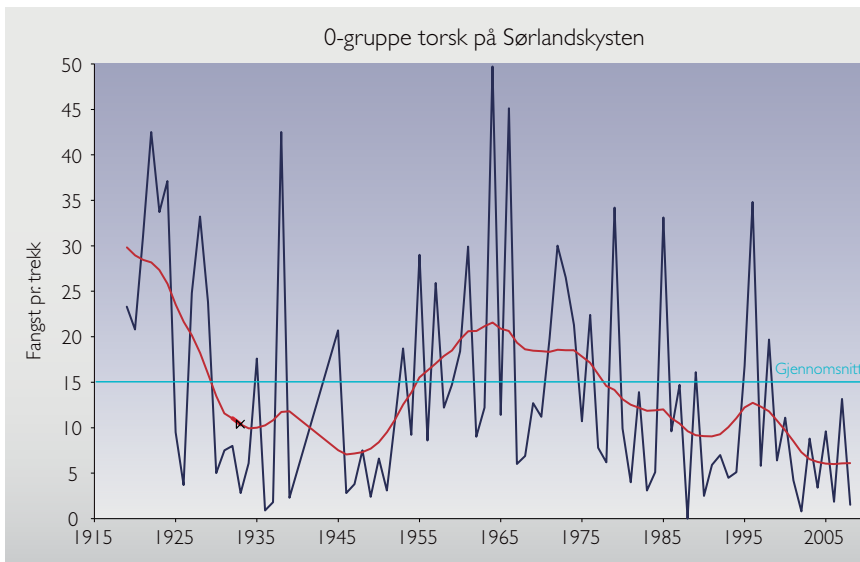
**Figur 1.21.1**

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

Foto: Havforskningsinstituttet

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





**Figur 1.21.2**

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

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

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

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

Flødevigen utvidet forskningsprosjektene til også å omfatte dypvannsfisk.

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

#### Flerbestandsdynamikk

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

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

**Figur 1.21.3**

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

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





Foto: Øystein Paulsen

**Figur 1.21.4**

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

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

**Figur 1.21.5**

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

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



Foto: Øystein Paulsen



Foto: Halvor Knutsen

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

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

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

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

**Figur 1.21.6**

Håvtrekk i Tvedestrandsfjorden for å kartlegge forekomsten av torskeegg.

*Plankton sampling in the Tvedestrandfjord to estimate cod egg abundance.*

#### **Collaboration CEES-IMR**

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