

Einar Svendsen

AMOEBE er et forslag til en storstilt samarbeidsdugnad omkring et tverrfaglig forsknings- og utviklingsprosjekt for å forbedre forståelsen av dynamikken i våre nordlige marine økosystemer. Dette vil bli et verktøy for å tilfredsstille fremtidens økende krav til en økologisk tilnærming til marin forvaltning etter føre-var-prinsippet.

AMOEBE står for "A Model-based and data-driven Operational Ecological Biomass Estimator".

Gjennomføringen av AMOEBE vil ta ti år og koste anslagsvis 100 millioner kroner per år. Oppgaven er meget krevende, og vi har (under Havforskningsinstituttets ledelse) utarbeidet en plan for AMOEBE-prosjektet med deltagelse fra 16 ledende norske institusjoner knyttet til marin forskning og forvaltning. Planen ble gjennom Norges forskningsråd sendt til internasjonal faglig evaluering i januar 2003.

Det gjenstår å skaffe finansiering under mottoet: Vi kan kun klare det hvis vi satser hardt nok!

Bakgrunn/historikk

Forvaltningen av fiskeressursene er basert på vitenskapelige råd som utarbeides innen Det internasjonale råd for havforskning (ICES). Norge bruker nærmere en milliard kroner årlig til rådgivning og forvaltning av fiskeriressursene. Til tross for dette er i dag flere av de kommersielt viktigste bestandene utenfor "sikre biologiske grenser". Forbedret forvaltning med beskjedne 10 % økt høsting vil kunne gi milliardinntekter.

Flere større forskningsprogram, med formål å forbedre forståelsen av økosystemene og forvaltningen av de marine ressursene i Barentshavet og Norskehavet, har vært gjennomført i løpet av de siste 25 årene. På modell-/økologisiden har de viktigste programmene vært:

- HAVBIOMODELLER (1975-1983)
- Program for flerbestandsforvaltning (1990-1994)
- Marine Ressurser og Miljø (MAREMI, 1995-1999)
- Marin ressursforvaltning (MARRES, 1995-1999)
- Marine ressurser, miljø og forvaltning (MARE, 2000-2004)
- Pro Mare, Mare cognitum, Maricult
- BeMatA, Overvåkning

Relevante aktiviteter finner vi også i de pågående klimaprogrammene (RegClim, NoClim, Bjerknessamarbeidet, Polar-klima, Klimaeffekter og KlimaProg) og internasjonalt gjennom EU og i GLOBEC-programmet.

Grunnet valgte prioriteringer har disse forskningsprogrammene bidratt relativt lite til en direkte forbedring av fiskeriforvaltningen. Det er derfor nødvendig med et nytt forsknings- og utviklingsprogram der forbedring av bestandsvurdering og forvaltningsrådgivning står i fokus.

I løpet av de siste 25 årene er det flere faktorer som er forandret, noe som gjør at sjansene for suksess er mye større i dag:

- Kunnskapen om flere grunnleggende prosesser i økosystemet er mye bedre i dag, både kvalitativt og kvantitativt.
- De numeriske modellverktøyene, kunnskap og kompetanse er nå til stede ved flere norske universiteter og institutter.
- Kapasiteten på datamaskiner per kostnadsenhet har økt med en faktor på 10 000 og vil fortsette å øke.
- Tilgjengeligheten på Internett gjør det mulig i felleskap å benytte distribuerte databaser, datasystemer og modeller.

Nasjonal plan for AMOEBE, mål og motivasjon

Fiskeriene og oppdrettsnæringen representerer Norges største eksportverdi basert på fornybare ressurser (etter olje og gass). Norge er også verdens nest største eksportnasjon av fisk og fiskeprodukter. Det nasjonale målet er å øke eksportverdien fra 30 til 150 milliarder kroner i perioden 2000 til 2020, og da må vi forvalte disse ressursene optimalt. Dette krever utvikling av en ny generasjon kunnskaps- og forvaltningsverktøy. Norges marine forskningsmiljø har derfor gått sammen om en forskningsdugnad for å løfte kunnskapsnivået og utvikle ny teknologi som kan bidra til å nå målet om en mangedobling av eksportverdien. (Den samfunnsøkonomiske verdi antas å være vesentlig større enn eksportverdien.)

Det overordnede mål for AMOEBE er gjennom nasjonalt (og internasjonalt) samarbeid å forbedre vår tverrfaglige

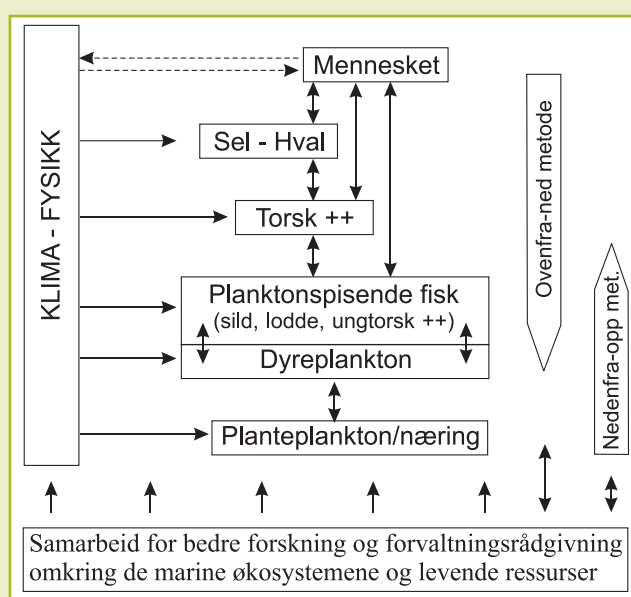
forståelse for økosystemenes dynamikk, for å benytte dette i en økologisk tilnærming til forbedret rådgivning basert på føre-var-prinsipper.

- AMOEBE skal beskrive og kvantifisere de ulike nivåene og interaksjonene i økosystemet knyttet til de kommersielt utnyttede (eller utnyttbare) bestander av fisk, plankton og sjøpattedyr i Norskehavet og Barentshavet.
- AMOEBE skal forutsi utviklingen i bestandene for gitte fiskescenarier og predikerte klimavariasjoner eller klima-scenarier.

I tillegg vil AMOEBE gjennom utvikling av ny teknologi, og med bakgrunn i en generell kompetanseheving, føre til ”spin off” både i form av produkter og kunnskap.

Hvorfor er det viktig å gjennomføre AMOEBE

Utviklingen av AMOEBE vil få betydning for en rekke sektorer i det norske samfunn. Modellsystemet, kompetansen og kunnskapen som skapes i AMOEBE vil gi innsikt i hvordan vi bedre kan håndtere menneskelig påvirkning i et komplekst samspill med de naturlige variasjoner og endringer som finner sted. Dette vil kunne redusere sannsynligheten for store tap grunnet mangelfull kunnskap og dermed utilstrekkelige



Figur 7.1.1

Skisse av det marine økosystem som skal modelleres.
Schematics of the marine ecosystem to be modelled.

- AMOEBE skal utvikle en ny generasjon rådgivningsverktøy for å bestemme optimale høstingsstrategier i forhold til økologiske mål, føre-var-prinsipper, og/eller langsiktige mål for enkeltbestander, kombinert med enkle økonomiske eller politiske forvaltningsmål.

Med bakgrunn i disse målene skal AMOEBE:

- Posisjonere Norge på topp internasjonalt innen marin-økologisk forståelse og forvaltning.
- Oppfylle våre internasjonale forpliktelser om ”føre-var” og økologisk tilnærming i fiskeriforvaltningen.
- Skape og ta i bruk ny teknologi.
- Utvikle metoder for beregning av truslene fra forurensning mot oppdrettsnæringen og marine økosystemer.

rådgivning og forvaltning.

Kunnskapsmangel kan medføre samfunnsøkonomiske tap på titalls milliarder kroner per år, og mangel på vitenskapelig kompetanse kan innebære at de internasjonale forpliktelsene Norge har i forhold til fiskeri og havbruk ikke lar seg realisere.

Krav til dokumentasjon på bærekraftig fiskeriforvaltning fra et rent og rikt hav kan få stor betydning for eksportmarkedet og fiskeriene (noe som for eksempel oppleves i det amerikanske fisket av pollock, hvor manglende kunnskap om og dokumentasjon av økosystemets dynamikk medfører langt lavere kvoter enn det man antar er innenfor god forvaltning). I denne sammenheng vil AMOEBE også se på storskala transport og spredning av forurensning (atomavfall, organiske

miljøgifter, produsert vann, skadelige alger etc.). Ikke bare fordi forurensningen kan ha en effekt på økosystemet, men også fordi det kan få en stor effekt på eksportmarkedet.

AMOEBE-konseptet

Marine økosystemer er for komplekse og dynamiske til å kunne forstås og kvantifiseres kun basert på målinger. Eneste måte å takle dette problemet på er å bruke matematiske modeller i tillegg. Dette krever matematiske formuleringer av de grunnleggende prosessene og koblingene mellom dem. Forsøk på å modellere hele økosystemet ”nedenfra og opp” i et stort og komplekst modellsystem har tidligere mislykkes. En kombinasjon av komplekse modeller som baseres på og gir innsikt i de grunnleggende prosessene, og enklere modeller for forvaltningsrådgivning der kunnskap fra de komplekse modellene inkluderes, er en mer pragmatisk tilnærming med større sjanser for suksess. En utfordring er å kombinere ”ovenfra og ned” og ”nedenfra og opp”-metodene. På denne måten vil prosjektet produsere resultater som gjennom det meste av prosjektperioden kan nyttes i rådgivningen. Dette konseptet er demonstrert i Figur 7.1.1.

De trofiske nivåene med dyreplankton og planktonspisende fisk (de fleste fisk er planktonspisere på tidlige stadier) er møtestedet for ”nedenfra-opp” og ”ovenfra-ned”-tilnærmingene. ”Nedenfra-opp” metoden vil nå opp til fisk spesielt mht. vandring og planktonfordeling, mens ”ovenfra-ned”-metoden rekker helt ned i planktondomenet gjennom enkle empiriske relasjoner i naturen fremkommet ved langsiktig overvåkning. Det er verdt å merke seg at det fysiske klimaet har en direkte innvirkning på alle trofiske nivåer.

Basert på det ovennevnte syn på modellering og måleproblematikken diskutert i ”Godø-rapporten” (Anon. 1999), samt for å sikre måloppnåelse gjennom en strukturert arbeids- og ressursfordeling, vil AMØBE bestå av følgende faglige moduler:

- Modul 1. Økosystemforståelse – systemteori/næringskjede
- Modul 2. Fysikk, klimaprediksjon, næring/alger
- Modul 3. Dyreplankton (mat for fisk og muligens fiskeoppdrett)
- Modul 4. Rekruttering
- Modul 5. Fysiologi og adferd
- Modul 6. Bestandsestimering
- Modul 7. Fiskeprediksjon og forvaltningsstrategi
- Modul 8. Måleteknologi og observasjonsstrategi
- Modul 9. Dataassimilering/parameterestimering/usikkerhet
- Modul 10. Systemintegrasjon
- Modul 11. Operasjonell drift

Ut fra disse modulene vil det bli utarbeidet en nasjonal ansvarsfordeling hvor de tyngste miljøene innen de forskjellige fagområdene vil være hovedansvarlige for gjennomføring. I denne ansvarsfordelingen må det legges til grunn at det miljøet eller den institusjonen som tildeles et hovedansvar for å bygge opp spisskompetanse i et felt, eller etablerer en ressurskrevende teknikk, forplikter seg til å yte service overfor resten av landet. Den faglige planen innebærer også enheter som sammenfatter kompetanse, utstyr og systemer slik at AMOEBE blir det nasjonale løftet man ønsker.

Integrering og samarbeid

To viktige nøkkelord i AMOEBE er tverrfaglig **integrering** og **samarbeid**. Mye god kunnskap om deler av økosystemene, måledata og observasjonssystemer, modellverktøy og ekspertise i forvaltningsrådgivning er spredt over hele landet og internasjonalt. Internasjonalt gjøres det en bra jobb innen ICES med å integrere fiskeridata. ICES er den viktigste organisasjon som utvikler råd for fiskeriforvaltning i det nordlige Atlanterhavet. Imidlertid tar man i svært liten grad hensyn til flerbestandsinteraksjoner og effekter av klima på økosystemets dynamikk når rådene utvikles. Forvaltningen er i hovedsak fokusert på å holde gytebestanden for neste år på et høyt nok nivå slik at bestandsstørrelsen ikke skal være til hinder for en god rekruttering, og det vurderes ikke (eller i liten grad) hva som er god forvaltning på lang sikt. Dette er nasjonalt og internasjonalt grunnleggende utfordringer som AMOEBE vil ta tak i.

Det tverrfaglige samarbeidet består i hovedsak av fagene oseanografi, meteorologi, fiskeri- og marinbiologi, økologi, matematisk modellering, statistikk, systemteori, måleteknologi og fiskeriforvaltning. En hovedutfordring er derfor gjennom et unikt samarbeid å integrere alle disse ressursene, kunnskapen og kompetansen, slik at det på sikt kan gi ny og nyttig informasjon til det norske samfunn i mye større grad enn i dag.

Følgende norske forskningsinstitusjoner har vært med å planlegge AMOEBE: Havforskningsinstituttet, NTNU, Nansen Senter for Miljø og Fjernmåling, SINTEF, universitetene i Tromsø, Bergen og Oslo, Bjerknessenteret, Meteorologisk Institutt, Høgskolen i Ålesund, Fiskeriforskning, Christian Michelsen Research, NORUT-IT, Predictor og Norsk Regnesentral. Høgskolen i Bodø, NIVA og Norsk Polarinstitutt er også sannsynlige deltagere. I tillegg ser vi for oss deltagelse av en rekke små til store bedrifter med kompetanse innen måle- og informasjons/kommunikasjonsteknologi som kan levere delsystemer og tjenester til utvikling og drift av AMOEBE.

Internasjonalt samarbeid

AMOEBE er samstemt med visjonen til ICES om å ”forbedre den vitenskapelige kapasitet til å gi råd om menneskets innvirkning på marine økosystemer og deres betydning for

mennesket". AMOEBE er også på linje med planene for globale havovervåkningssystem (GOOS og EuroGOOS) og strategier for EUs sjette rammeprogram. AMOEBE skal og må innebære et tett internasjonalt samarbeid for å nå de målsettinger man har satt seg, hvor det pågående utstrakte samarbeidet innen ICES vil stå sentralt. Det arbeides for tiden også med å forankre AMOEBE-ideene i EUs sjette rammeprogram, og vi er i ferd med å posisjonere oss i enkelte større prosjektinitiativ. Målet er at norske forskningsmiljøer innen økosystembasert forvaltning blir så attraktive at vi på sikt kan eksportere norsk kompetanse innen området. Ettersom Russland er den viktigste faglige samarbeidspartner rundt opparbeidelse av økosystemforståelse og samtidig "konkurrent" om fiskeressursene i nordområdene, er det spesielt viktig at disse trekkes aktivt inn i AMOEBE.

Summary

Marine ecosystems are complex. With present knowledge it is difficult to predict the future development of the fish stocks and the marine environment, under highly varying pressure from climate, fisheries and pollution. To improve our knowledge of the dynamics of the ecosystems, it is necessary to develop knowledge-based models within a range of areas.

The Norwegian marine research communities (with international contributions) have agreed to cooperate to develop the necessary knowledge and modelling tools within the

research initiative AMOEBE. We will increase the level of knowledge and develop and apply new technology which can contribute to reach the goal of a manifold increase in added value of the products from marine living resources.

AMOEBE shall:

- Give us necessary improved knowledge about our large marine ecosystems. Optimal exploitation of the marine living resources based on sustainability and precautionary principles can only be achieved by a multi-disciplinary holistic view on the ocean dynamics.
- Integrate the knowledge from and secure the recruitment to a range of disciplines: oceanography, meteorology, fishery and marine biology, mathematics, system theory and instrumentation technology. This will open possibilities for export of Norwegian know-how.
- Combine complex mathematical models, giving quantitative insight into basic processes, with simpler models for management advice. This will give a method to solve the future demands for an ecological approach to fisheries management.
- Cooperate significantly with relevant international activities.