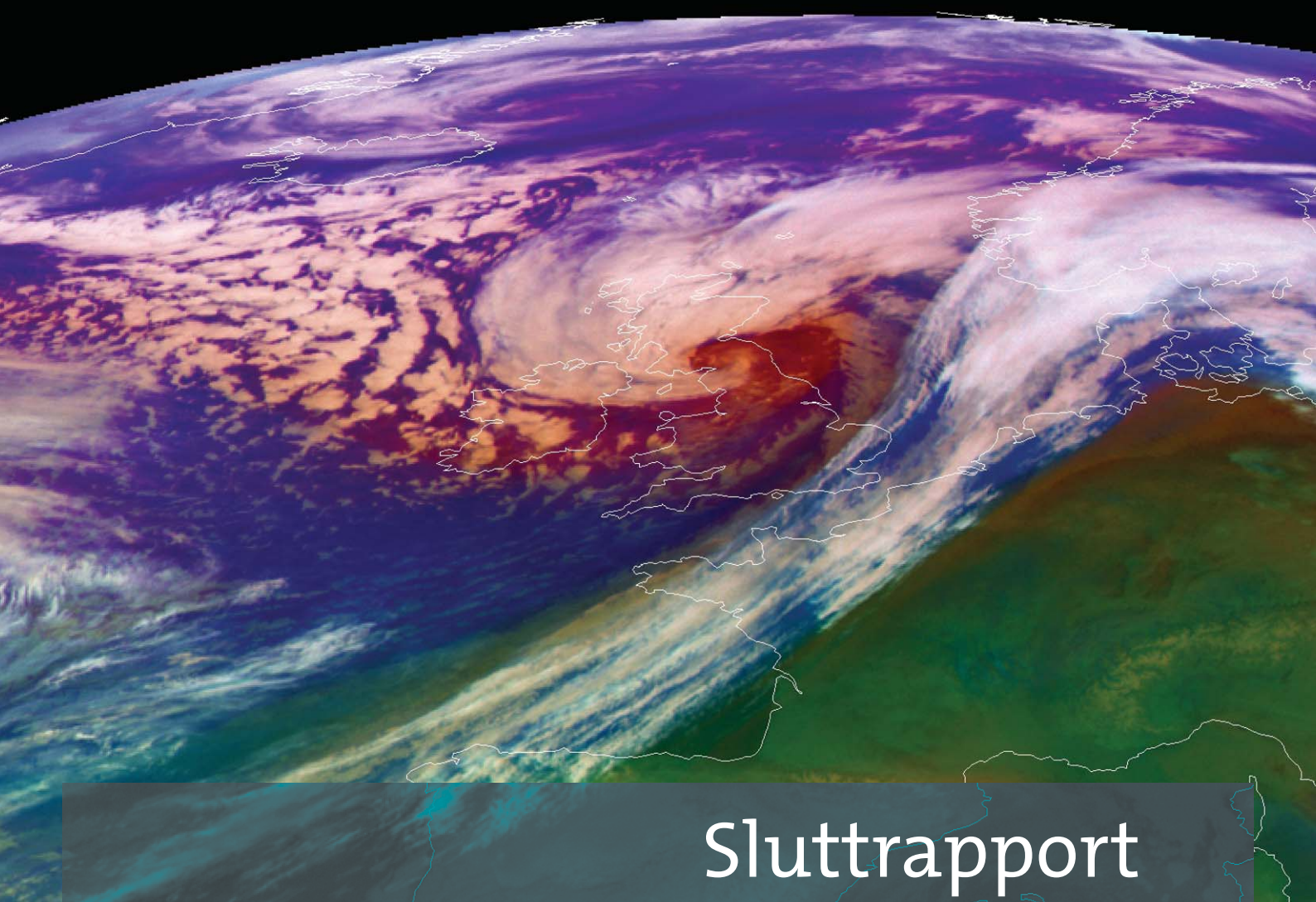




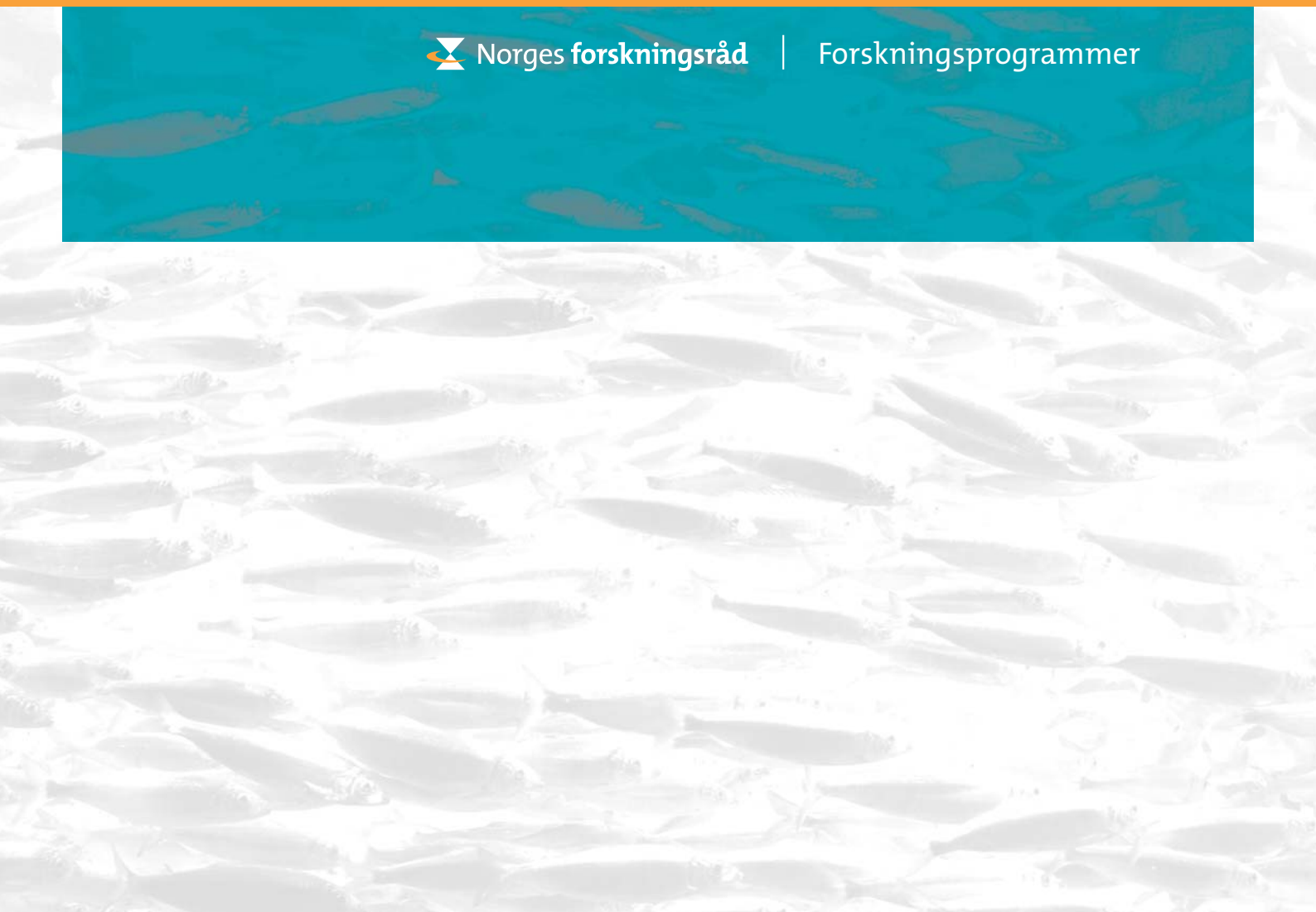
Sluttrapport

Overvåking av marine og terrestriske systemer



Norges forskningsråd

| Forskningsprogrammer



Økende behov for ressurs- og miljøovervåking

Ressurs- og miljøovervåking var et høyaktuelt tema da Overvåkingsprogrammet startet i 2001, og er bare blitt mer aktuelt etterpå. Hyppigere flomkatastrofer på land og planene om oljeutvinning i Barentshavet og nordområdene er bare to av begrunnelsene for at overvåking er blitt mer aktuelt, og programmet viser nå vei for hvordan en fremtidsrettet overvåking kan gjennomføres både på land og til havs.

Økt menneskelig påvirkning av det naturlige miljøet og dets høstbare ressurser, og internasjonale krav om ansvarlig forvaltning av økosystemene, reiste på slutten av 1990-årene behovet for et Overvåkingsprogram. Den faglige motivasjonen var at det forelå et sprik mellom tilgjengelig teknologi og den teknologien som ble anvendt i overvåkingen, slik som beskrevet i en rapport fra en arbeidsgruppe i 1998 (nrcwg.imr.no). Det var også kommet flere nye satellitter som åpnet helt nye muligheter for datainnsamling, og til sammen kunne dette brukes til å sikre en bedre forvaltning av fiskeresursene – Norges nest største eksportnæring.

Etter at programmet ble etablert i 2001 har

også Norges «største» eksportnæring, petroleumsbransjen, vært med på å aktualisere behovet for økt satsing på ressurs- og miljøovervåking. – Det er vanskelig å se for seg en ansvarlig utbygging av oljevirksomheten i Barentshavet og nordområdene uten en god infrastruktur for overvåking. Vi ser også at diskusjonene om behovet for bedre kontroll av fisket i nordområdene har forsterket behovet for overvåking, sier programstyreleder Olav Rune Godø.

De forventede klimaendringene er også med på å styrke argumentasjonen for bedre overvåking, fordi endringene vil kunne påvirke forekomsten og fordelingen av viktige arter både på land og til havs, i tillegg til nedbørmengdene.

– Det er allerede i dag et stort problem at tilgangen til optiske satellittdata fra nordområdene er begrenset pga mye overskyet vær og tåke, påpeker Godø.

Integrert utbygging

Olav Rune Godø forteller at Overvåkingsprogrammet har etablert nye måter å drive miljø- og ressursovervåking på. Innhenting av komplekse fjernmålingsdata med forskjellige sensorer (satellitt, akustikk, optikk) stiller nye utfordringer til systemer for håndtering og analyse, noe som er godt belyst i programmet. – Operasjonalisering av disse metodene krever en infrastruktur som kan være kostbar i investeringsfasen, og

Programstyrelederens oppsummering 2

Passasjerfergen passer på miljøet i Skagerrak 4

Viktige havområder trenger bedre overvåking 6



Stipendiat:
Nina Winther,
NERSC



Stipendiat:
Jon Albretsen,
Meteorologisk institutt

Foto: Bård Gudim

Kartlegger «varmeovnen» i Atlanterhavet 8

Nærbilder av dagliglivet i stimen 10



Stipendiat:
Ruben Patel,
Havforskningsinstituttet

Photoshop dokumenterer sårbar natur i havet 12



Stipendiat:
Frank Beuchel,
Norges fiskerihøgskole

Derfor «halveres» brislingbestanden vinterstid 13

Fisk tiltrekkes av støy fra skip? 13



Stipendiat:
Anders Røstad,
Universitetet i Oslo

Ansvarlig forvaltning krever gode havbunnskart 14



Stipendiat:
Ole Christensen,
Norges geologiske undersøkelser

Satellittbasert snøkartlegging 16



Stipendiat:
Tiina Sikori,
Institutt for geofag UiO

Nytt instrument måler ekkosignal fra enkeltfisk 18

Skaper orden i satellittmylderet 19



Stipendiat:
Asbjørn Berge,
Institutt for informatikk UiO

Overvåking av marine og terrestriske systemer

Tekst, layout og produksjon: Faktotum Informasjon AS • Foto forside: Per Eide, Samfoto • Trykk: Nr1Trykk • ISBN 82-12-02273-0 (trykksak) • ISBN: 82-12-02274-9 (pdf) 2006©Norges forskningsråd



som til dels må videreutvikles. Men både kvaliteten og datamengden som samles inn vil være fundamentalt forbedret i forhold til dagens systemer. I tillegg vil driftsutgiftene ved nye systemer være forholdsvis små, forteller Godø.

– Men det er nesten utenkelig å bygge ut et slikt overvåkingssystem i for eksempel Barentshavet innenfor de økonomiske rammene som finnes i dag. En god løsning, med betydelig rasjonaliseringsgevinst, vil være å integrere nye overvåkingssystemer i infrastrukturen (kabler, rørledninger, fartøy) til nye utbyggingsprosjekter i petroleumsvirksomheten, mener Godø.

Faglig bakgrunn

Arbeidsgruppen som utformet den faglige bakgrunnen for Overvåkingsprogrammet ble nedsatt av Norges forskningsråd etter henvendelse fra Fiskeridepartementet. Programmet skulle se på mulighetene for å utvikle en bedre overvåking av terrestriske og marine systemer. Hovedvekten skulle være på marine systemer, og behovet for å skifte fokus fra overvåking av enkeltbestander til hele økosystemer var understreket.

– Vi har blant annet vært svært opptatt av kostnadseffektivitet, og der synes jeg vi har kommet langt. Både satellittovervåking, overvåking ved hjelp av utstyr om bord på handelsskip, og de nye akustiske teknikkene er eksempler på systemer som er kostnadseffektive i forhold til eldre løsninger, og som samtidig ikke skader miljøet eller organismene som blir observert, forklarer Godø.

Den teknologiske flaskehalsen

Overvåkingsprogrammets programstyre har i stor grad bestått av aktive forskere, som til dels også har hatt prosjekter i programmet. Forskningsrådet har derfor lagt vekt på å håndtere tildelingen av prosjekter i tråd med etablerte og strenge habilitetsregler. Forskningsrådet har for øvrig fra 2006 etablert programmet Havet og kysten, hvor deler av forskningen fra både Overvåkingsprogrammet og andre programmer kan bli videreført.

– Den største utfordringen fremover består i å kombinere de ulike overvåkingsteknologiene. I Overvåkingsprogrammet har vi løst en rekke problemer knyttet til både akustiske metoder, satellittovervåking og prosedyrene for modellering og håndtering av store datamengder, men det gjenstår store utfordringer for å få de ulike metodene til å fungere sammen, forklarer Godø.

– Den største flaskehalsen når det gjelder utviklingen av nye metoder for overvåking ligger på teknologisisiden. Der konkurrerer vi delvis med petroleumsbransjen om kandidater som er

Deltakere på programstyrets siste møte i november 2005: Are Birger Carlson, Johnny A. Johannessen, Olav Rune Godø, Anne S. Solberg, Harald Johnsen.

dyktige på teknologi, matematikk og modellering. Dette er med andre ord et område med spennende utfordringer og muligheter for unge mennesker som ønsker å utdanne seg innen realfag, konkluderer Godø.

Fakta om programmet

Programmet Overvåking av marine og terrestriske systemer (Overvåkingsprogrammet) hadde som hovedmål å utvikle kunnskap og teknikker av vesentlig betydning for framtidige ressurs- og miljøovervåkingssystemer. Dette skulle omfatte fornybare hav- og landressurser av økonomisk betydning for Norge.

Delmålene var:

- Utvikle og demonstrere metodikk og programvare for kombinasjon av heterogene datakilder
- Utvikle metoder (teknologi, modeller) for absolutt kvantifisering av naturressurser, med tilhørende usikkerhetsestimater
- Styrke nasjonal kompetanse på utnyttelse av måledata fra nye satellitter (deriblant ENVISAT, METOP og CRYOSAT)
- Styrke det forvaltningsrettede fiskeriakustiske forskningsmiljøet
- Stimulere utbygging av tverrfaglige allianser innen prioriterte overvåkingstemaer
- Bidra til publisering av minst 50 vitenskapelige artikler i anerkjente tidsskrifter i løpet av en femårsperiode
- Utdanne minst 8 doktorgradskandidater
- Bidra til reportasjer, kronikk- og debattinnlegg i radio/tv og landets største aviser

Programstyret har bestått av:

- Forsker Tone Berg, Sintef Tele og Data
- Forsker Olav Rune Godø, Havforskningsinstituttet (leder 2003-2005)
- Forskningssjef Harald Johnsen, Norut IT
- Forskningssjef Johnny A. Johannessen, Nansen senter for fjernmåling
- Førsteamanuensis Anne Schistad Solberg, Institutt for informatikk, UiO
- Seniorforsker Terje Wahl, Forsvarets forskningsinstitutt (leder 2001-2003)

Programkoordinator:

Seniorrådgiver Are Birger Carlson, Norges forskningsråd

Passasjerfergen passer på miljøet i Skagerrak

I 2001 oppdaget NIVA at den skadelige algen *Chatonella* var i ferd med å blomstre opp i Skagerrak. Vannprøvene ble ikke tatt fra et forskningsskip, men fra et automatisk overvåkingssystem ombord på passasjerfergen M/S «Color Festival».

Den eneste daglige overvåkingen av miljøet i havet mellom Norge og Danmark foregår i dag med hjelp fra rederiet Color Line, som har latt forskere fra NIVA montere overvåkingsutstyr på passasjerfergen M/S Color Festival i daglig rute mellom Oslo og Hirtshals.

Prøvetaking for varsling om forekomst av skadelige alger slik «Color Festival» gjør i dag, er bare ett eksempel på den informasjon en automatisk overvåking av overflatevann fra et skip i fast rute kan gi.

Kostnadseffektiv havforskning

Overvåkingssystemet på «Color Festival» ble først montert i tilknytning til fergens kjølevannsinntak, men har senere fått sitt eget vanninntak. Sjøvannet ledes til sensorer som hvert minutt måler temperatur og saltholdighet samt alge- og partikkelmengden, og deretter overføres dataene via satellitt til NIVA, som publiserer måleresultatene på Internett.

– Disse fire parameterne kan fortelle oss om det er noe spesielt som skjer i Skagerrak, og hjelper oss til å avgjøre om det er behov for en økning i overvåkingsaktiviteten. Vi har også montert en automatisk vannprøvetaker som enten kan programmeres til å ta vannprøver på

gitte posisjoner der skipet passerer, eller i det vi trykker på en knapp her på kontoret, forteller forsker Jan Magnusson på NIVA.

Disse vannprøvene kan senere analyseres i NIVAs laboratorium med tanke på for eksempel næringssalter som nitrogen og fosfor, som er viktige faktorer når det gjelder risikoen for oppblomstring av skadelige alger.

– Systemet ble testet og montert i 2001 og er nå i regulær drift. I 2002 regnet vi med at flomvannet fra Nord-Tyskland muligens kunne bli transportert inn i Skagerrak. Den gangen var det betydelige mengder miljøgifter som ble tilført Tyskebukta. Ettersom prøvetagningssystemet på «Color Festival» ikke var konstruert med tanke på miljøgiftanalyser, ble det foretatt en test på hvilke miljøgifter det var mulig å analysere når det gjaldt prøver innsamlet på denne måten. Det viste seg at systemet fungerer godt for en del organiske miljøgifter som PCB, men for en del tungmetaller kan man forvente forurensning, forteller Magnusson.

Situasjonen i 2002 ble fulgt nøye, men den gangen var vindforholdene slik at det forurensete vannet ikke nådde Skagerrak. – Alternativet i dette tilfellet ville ha vært å ta prøver fra et forskningsfartøy, som er betydelig mer kostbart enn å ta prøver fra et rutegående fartøy, sier Magnusson. Begrensningene i dette systemet er naturligvis at observasjonene er fra overflatelaget, og at viktig informasjon fra dypere vannmasser fortsatt forutsetter tradisjonelle målinger med forskningsfartøy.

Tre viktige resultater

Magnusson forteller at forskerne har møtt all mulig velvilje hos Color Line, som også har tilbudt bistand ved den tekniske installeringen.

– Vi har oppnådd i alle fall tre viktige mål med dette prosjektet, sier Magnusson. For det første har vi fått tilgang til daglige målinger og prøver av vannkvaliteten i Skagerrak. I tillegg har vi fått muligheten til å kontrollere og forbedre tolkingen av de dataene som kommer fra satellittovervåkingen av området. Dette gjør vi i samarbeid med blant annet Norsk Romsenter og den Europeiske Romfartsorganisasjonen ESA. Det tredje er at informasjonen fra «Color Festival» kan brukes til å kontrollere de havmodel-

lene som er utviklet for området, og som bl.a. brukes til å lage prognoser for slike ting som spredning av forurensninger, forteller Magnusson.

NIVA-forskeren forteller også at «Color Festival» har gjort det både enklere og rimeligere å overvåke næringssaltene i Skagerrak. Dette er viktig for å kunne følge eventuelle forandringer i området, noe som bl.a. kreves av internasjonale konvensjoner som for eksempel Oslo-Paris kommisjonen. I denne sammenhengen inngår også observasjoner av planteplanktonoppblomstringer og forekomsten av skadelige alger.

En sjelden strategi

– Forskjellige forskningsinstitutter gjennomfører regelmessige målinger med forskningsfartøy i området for å følge utviklingen, men frekvensen er begrenset, og det er ikke alltid tidspunktene for disse fastlagte måleperiodene er gunstige sett i relasjon til problemstillingen. Det er lett å bomme på våroppblomstringer av alger, eller å få for lite gode observasjoner av næringssaltene vinterstid. Nå kan vi isteden få tilgang på daglige vannprøver som kan hentes på fergekaia i Oslo, og på grunnlag av den informasjon vi får fra de kontinuerlige målingene fra sensorene, kan det i etterkant foretas et utvalg av vannprøver for analyse. På den måten kan man i etterkant bestemme hvilke tidspunkter og hvilke områder det er av interesse å analysere prøver fra. Det er sjelden man kan bruke en slik strategi i for eksempel mer tradisjonell overvåking, understreker Magnusson.

I praksis brukes i dag «Color Festival» i programmer som Statens Forurensningstilsyns Kystovervåkingsprogram, og av Norsk Romsenter og ESA for satellittvalidering. Tilsvarende overvåkingssystemer er senere montert ombord i Hurtigruteskipet M/S «Trollfjord» som går mellom Bergen og Kirkenes, og Fjord Lines ferge M/S «Fjord Norway» på rutene Bergen-Haugesund-Stavanger-Newcastle og Bergen-Haugesund-Egersund-Hanstholm. Noen kommuner vurderer også å bestille analyser fra «sine områder» der fergen passerer.

PROSJEKTFAKTA

Validation of methods for monitoring of coastal and open sea areas with satellites and sensors on ships of opportunity

Prosjektleder:

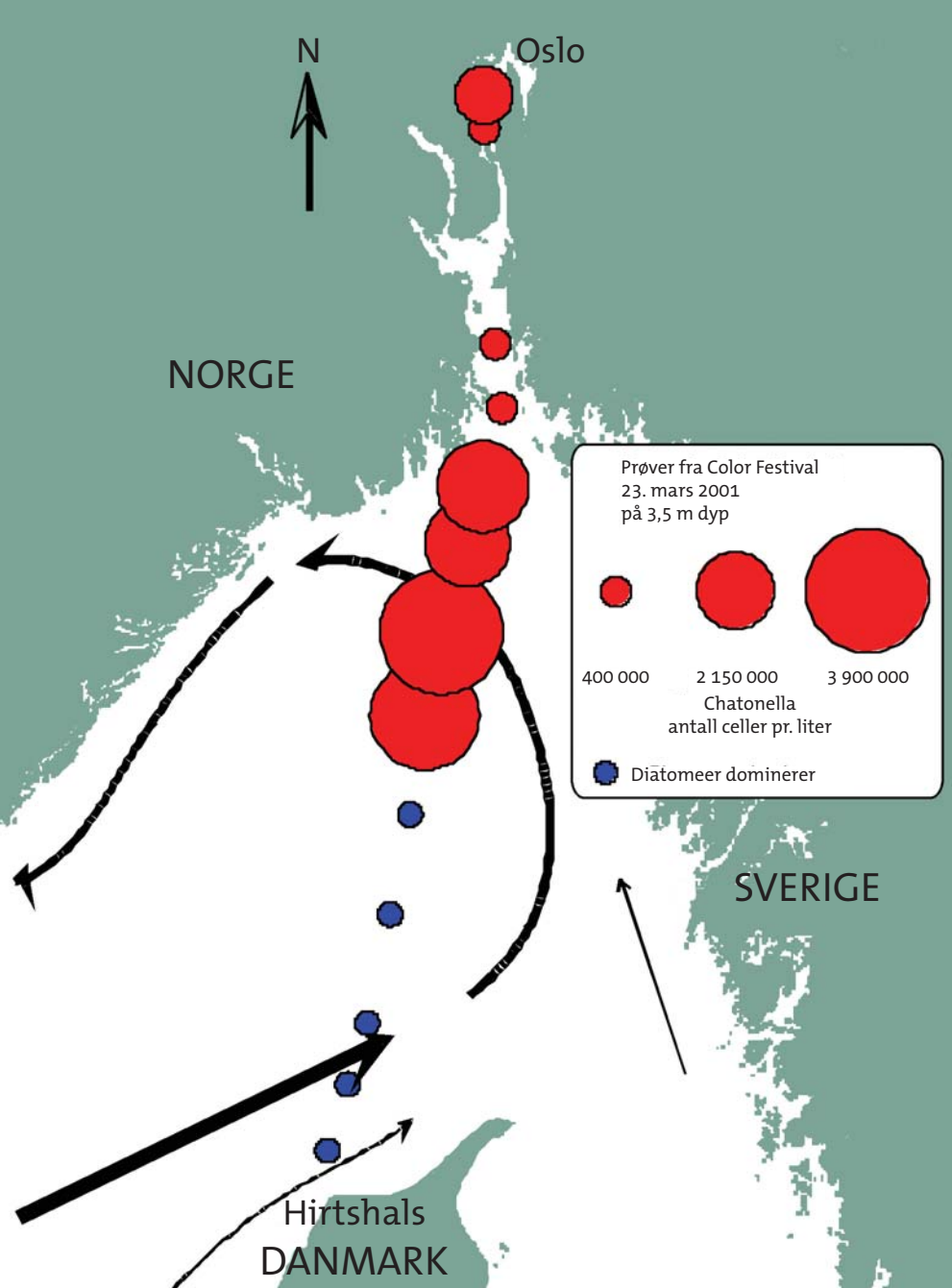
Forsker Jan Magnusson,
Norsk institutt for vannforskning

Partnere:

Institutt for Geofag, Avdeling for
Meteorologi og Oseanografi, UiO

Havforskningsinstituttet
Forskningssstasjonen Flødevigen

www.ferrybox.no
www.ferrybox.com



Oppblomstring av den skadelige algen *Chatonella* i mars 2001. Pilene viser de midlere strømforholdene i Skagerrak.

Handelsskip i forskningens tjeneste

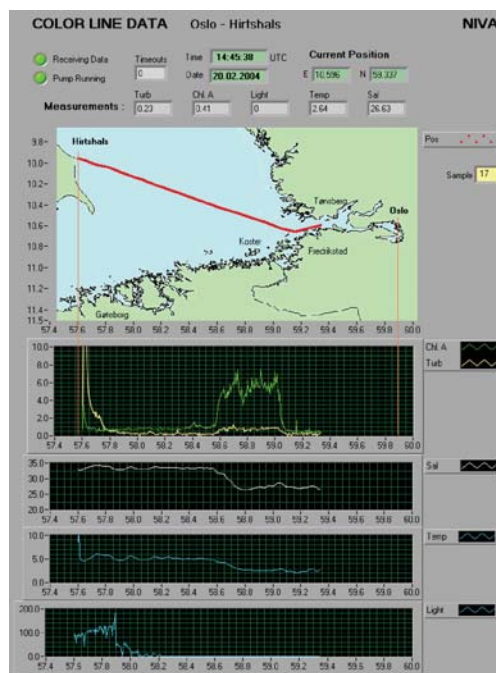
Etter at det Forskningsråd-støttede prosjektet var avsluttet i 2003, ble NIVA invitert til å delta i det EU-finansierte FerryBox-prosjektet, hvor forskere fra seks land arbeidet med videreutvikling av automatiske overvåkingssystemer for ferger. Mye av utviklingen, kvalitetssikringen og driften ble her videreført parallelt med strategier for overvåking og kombinert bruk av informasjon fra satellitter og ferger. Fergene trafikkerer Østersjøen, Skagerrak, Irskesjøen, Den engelske kanal, Biscaya-bukta og Egeerhavet.

Containerskip på tvers av Nord-Atlanteren

Også containerskip i fast rutefart kan utføre oseanografiske observasjoner som ville kostet millioner av kroner med et forskningskip. Geofysisk Institutt ved Universitetet i Bergen har montert akustiske strømmålere (se egen artikkel) på det danske rederiet Royal Arctic Lines containerskip «Nuka Arctica», som går i rute mellom Ålborg i Danmark og Nuuk på Grønland. Skipet fullfører en rundtur mellom Danmark og Grønland i løpet av ca tre uker.

«Nuka Arctica»-prosjektets amerikanske støttespiller, professor Tom Rosby ved University of Rhode Island i USA, har tidligere tatt initiativ til en liknende kartlegging med et containerskip på en rute mellom New Jersey og Bermuda. Fra den ruten eksisterer det nå en mer enn ti år lang tidsserie med data.

Det eksisterer også planer for et liknende prosjekt på et av Smyril Lines skip i trafikk på ruten Island-Skottland-Danmark-Bergen.



Bilde fra internettsiden 20. februar 2004 (t.v.). Det øverste feltet viser at systemet er i gang og fartøyet sin posisjon, mens kartet viser at «Color Festival» befant seg ved Rauer i ytre Oslofjord. Grafene viser henholdsvis klorofyllfluorescens og turbiditet, saltholdighet, temperatur og lysforhold.



Passasjerfergen M/S Color Festival overvåker vannkvaliteten i havet mellom Norge og Danmark. (Foto: Kai Sørensen).

Viktige havområder trenger bedre overvåking

■ Vannkvaliteten i Nordsjøen og Skagerrak er svært utsatt for påvirkning fra både oljeindustrien, fra landbasert industri, fra skipstrafikk, og ved tilførsel av næringssalter og ferskvann fra Østersjøen og de store elvene på kontinentet og i Skandinavia.

■ – Det er stort behov for bedre overvåking av disse områdene, fastslår Johnny A. Johannessen.

Risikoen for forurensning av vannet i Nordsjøen og Skagerrak berører alle landene som grenser opp til Nordsjøbassenget. For Norge blir problemet ytterligere forsterket på grunn av Den norske kyststrømmen, som frakter store mengder vann ut av Nordsjøen og Skagerrak. Dermed utsettes kyst- og fjordstrøk spesielt langs Sør- og Vest-Norge for økte belastninger gjennom kyststrømmens langtransport av forurensninger.

Forskningsdirektør Johnny A. Johannessen fra Nansen-senteret i Bergen har ledet det nylig avsluttede MONCOZE-prosjektet, hvor det er utviklet, testet og demonstrert et pilotsystem for overvåking og varsling av forurensninger i det marine miljøet i Nordsjøen og Skagerrak. Området har vært avgrenset fra Stadt i nord til Kattegat i sørøst, med fokus på nettopp Den norske kyststrømmen. Johannessen har blant annet brukt data fra M/S «Color Festival» (se side 4-5) og hatt stor glede av samarbeidet med NIVA og rederiet Color Line.

– Systemet og resultatene fra prosjektet har også interesse og relevans for andre kyst- og havområder. Ikke minst er det et åpenbart behov

for permanent overvåking av miljøtilstanden i Barentshavet, understreker Johannessen. Han viser blant annet til den pågående olje- og gassutbyggingen, de rike fiskeriene, og den voksende skipstransporten av olje fra Russland via Barentshavet og norskekysten til Europa.

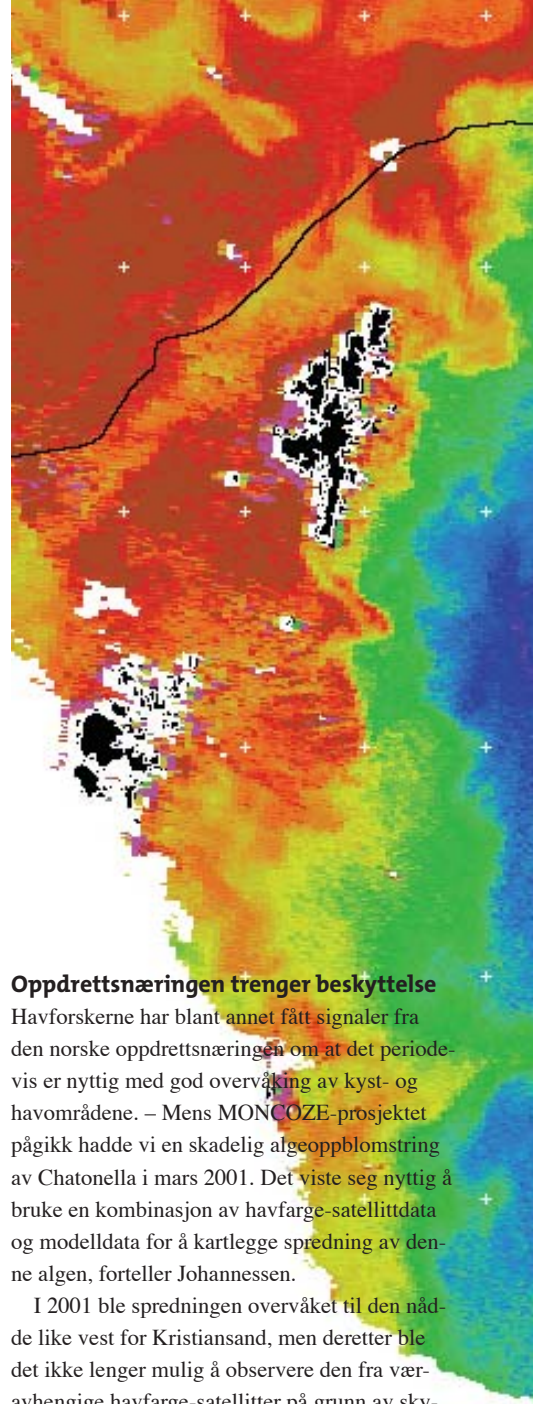
Næringsrikt ferskvann forurensner

MONCOZE-prosjektet har bl.a. vist at systematisk overvåking av temperatur, saltholdighet, algeforekomster, strøm og strømfronter er helt nødvendig for en tilfredstillende kartlegging og rapportering av miljøtilstanden i Nordsjøen, Skagerrak og Den norske kyststrømmen. Kyststrømmen er blant annet kjennetegnet ved at den har fronter og virvler (såkalt «vær i havet») som oppstår og forsvinner i løpet av få dager. Disse «værphenomenene» setter opp kompliserte strømningsmønstre som kan ha betydelig innvirkning på vekst, utbredelse og konsentrasjon av biologisk aktivt materiale som plankton. Virvlene kan også omfordele og konsentrere forurensent materiale som transporteres med kyststrømmen.

– Tilførselen av salt atlantehavsvann, og ferskvann fra Østersjøen og de store elvene på kontinentet og i Sør-Skandinavia, kontrollerer vannmassefordelingen i Nordsjøen og Skagerrak. Ferskvannet bringer også med seg næringsalter og annet forurensende materiale. Før eller senere kan dette havne i kyststrømmen og medføre betydelige negative konsekvenser og belastninger på miljøet, forklarer Johannessen.

Avrenningen av forurenset ferskvann fra landområdene øker som regel kraftig i etterkant av flommer. Samtidig varsler klimaforskerne hyppigere episoder med ekstrem nedbør i fremtiden, noe som potensielt vil føre til at enda større mengder forurensende materiale kan bli spylt med elvene som renner ut i disse havområdene.

– Det betyr igjen at behovet for overvåking bare vil vokse og bli viktigere i fremtiden, understreker Johannessen.



Oppdrettsnæringen trenger beskyttelse

Havforskerne har blant annet fått signaler fra den norske oppdrettsnæringen om at det periodevis er nyttig med god overvåking av kyst- og havområdene. – Mens MONCOZE-prosjektet pågikk hadde vi en skadelig algeoppblomstring av *Chatonella* i mars 2001. Det viste seg nyttig å bruke en kombinasjon av havfarge-satellittdata og modelldata for å kartlegge spredning av denne algen, forteller Johannessen.

I 2001 ble spredningen overvåket til den nådde like vest for Kristiansand, men deretter ble det ikke lenger mulig å observere den fra væravhengige havfarge-satellitter på grunn av skydekke. Derimot viste Havforskningsinstituttets NORWECOM-modell at kyststrømmen stoppet fullstendig opp på grunn av sterk vindpåvirkning. Dermed ble ikke algen fraktet lenger mot vest-nordvest, og den døde gradvis ut.

Oppblomstringen i 2001 skapte ikke store problemer for oppdrettsnæringen langs norskekysten, men det er ikke sikkert de er like heldige neste gang. – Vi trenger sikrere varsler og simuleringer, og til dette formålet er det nødvendig med tilgang på målinger av næringsalter og ferskvannsmengden i sann tid. I dag er dette mangelfullt for Nordsjøen og Skagerrak, og det kan derfor være vanskelig å varsle skadelige algeoppblomstringer, understreker Johannessen.

Når det kommer en algeoppblomstring som virkelig truer oppdrettsnæringen, er det bare to ting som kan gjøres: Oppdretterne kan satse på at algene ikke driver mot anleggene, eller taue dem til et tryggere sted. Under den store *Chrysochromulina*-oppblomstringen i 1988 ble mange anlegg tauet nordover langs kysten av Hordaland

PROSJEKTFAKTA

MONCOZE: Monitoring the Norwegian Coastal Zone Environment: (2001-2005)

Prosjektleder:

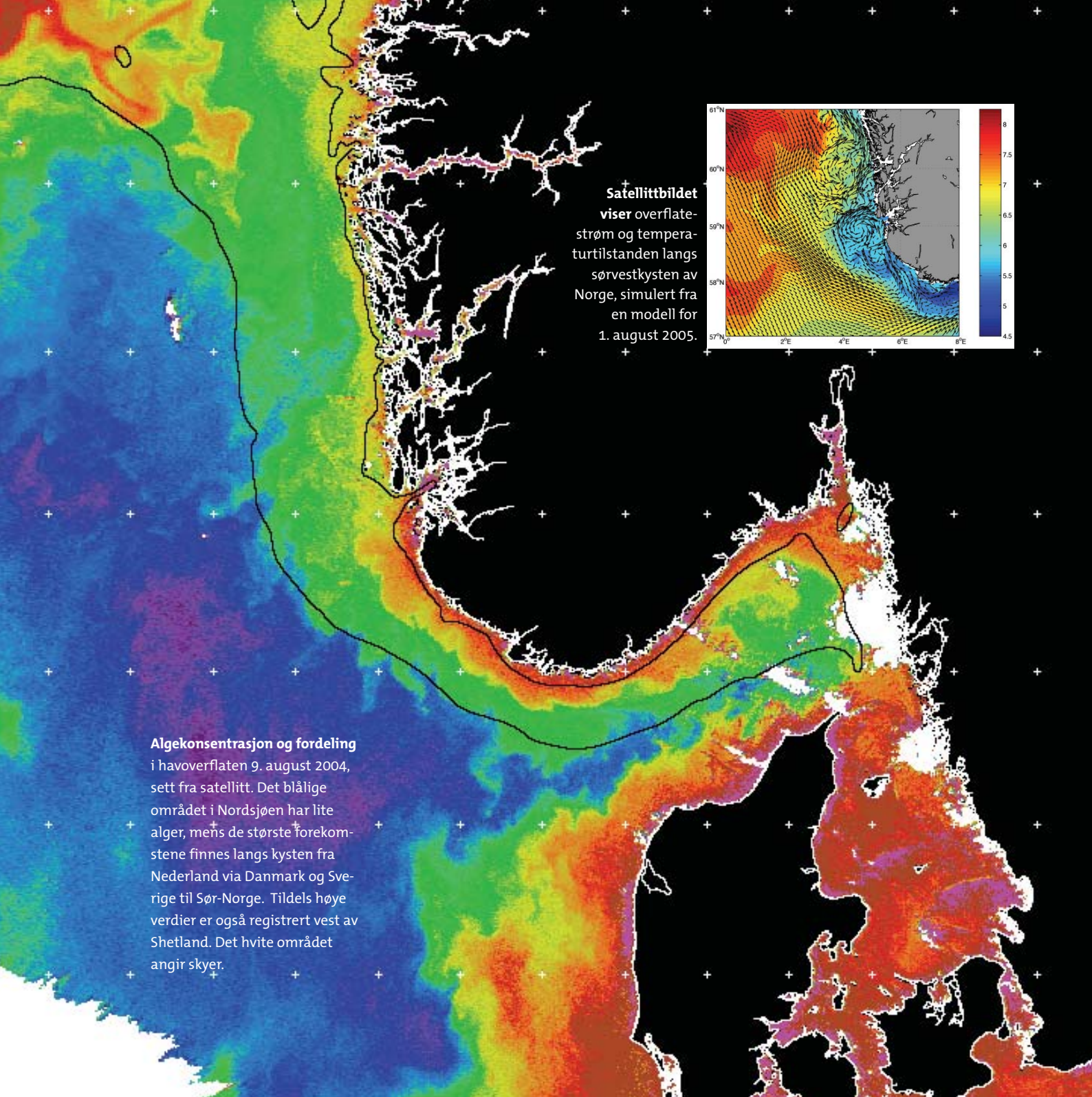
Forskningsdirektør Johnny A. Johannessen, Nansen Senter for Miljø og Fjermmåling

Partnere:

Meteorologisk Institutt, Havforskningsinstituttet

<http://moncoze.met.no/>

<http://www.neresc.no/MONCOZE>



Satellittbildet
viser overflate-
strøm og tempera-
turtilstanden langs
sørvestkysten av
Norge, simulert fra
en modell for
1. august 2005.

Algekonsentrasjon og fordeling

i havoverflaten 9. august 2004, sett fra satellitt. Det blålige området i Nordsjøen har lite alger, mens de største forekomstene finnes langs kysten fra Nederland via Danmark og Sverige til Sør-Norge. Tildels høye verdier er også registrert vest av Shetland. Det hvite området angir skyer.

og inn i fjordene nord for Bergen. Men i slike tilfeller trenger oppdretterne et varsel i god tid, for det går sakte å taue disse anleggene. Tauingen må også skje om kapp med algene i kyststrømmen, som holder en fart på 1–1.5 knop.

Havmodell i datamaskinen

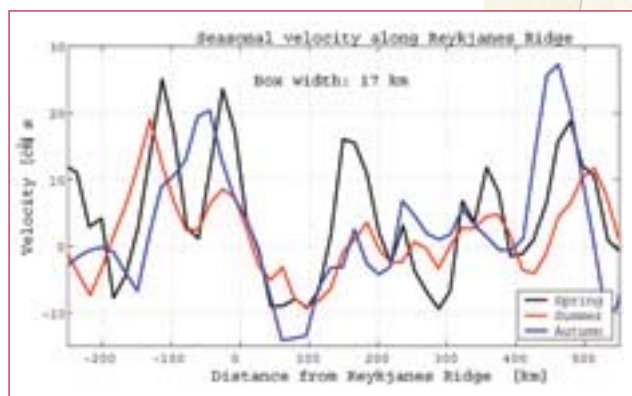
– Et tilpasset data- og modellbasert overvåkings-system for dette havområdet kan sette oss i stand til å «værvarsle» om risikoen for skadelige algeoppblomstringer i god tid før de eventuelt vil true oppdrettsanleggene langs kysten. Modellen vil også kunne brukes til å optimalisere beredskapen i forhold til for eksempel oljesøl, ved å forutsi i hvilken retning et oljesøl vil drive, sier Johannessen.

Johannessen argumenterer derfor sterkt for å bygge opp og etablere et moderne overvåkings-system både for Nordsjøen, Skagerrak og Barentshavet. Et slikt system bør basere seg på data fra satellitter, overvåkingsbøyer og skip, som overfører data i nær sanntid. Mens satellittene bare ser havoverflaten, kan såkalte in situ-instrumenter ta målinger og rapportere om parametere som strøm, temperatur, saltholdighet, alger og forurensninger i ulike vanddyp. Dataene kan deretter mates inn i modeller som kobler de fysiske og biokjemiske prosessene og «regner ut» hva som kommer til å skje fremover.

I MONCOZE-prosjektet er det utviklet en førstepersjon av et data- og modellbasert overvåkings-system for Nordsjøen og Skagerrak (POMS

– Pilot Ocean Monitoring System). – Vi har vist at det er mulig å varsle både strømvirvler og strømfronter, samt vekst og spredning av planteplankton, i våre farvann. Dette systemet er nå klart til operativ bruk, men vi ser også et potensial for forbedringer hvis vi for eksempel får bedre rutinemessig tilgang på in situ-målinger, forteller Johannessen.

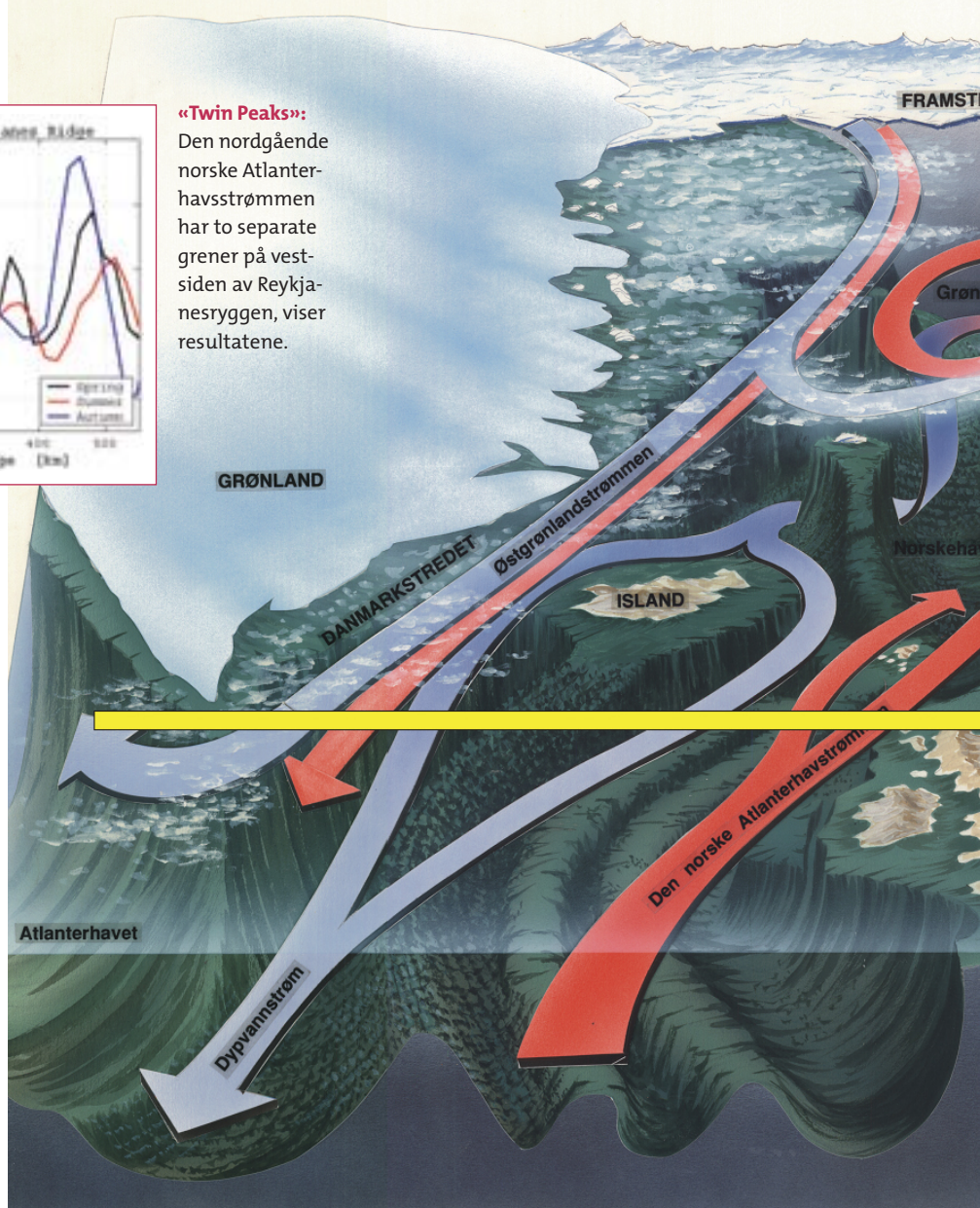
Nansen-senteret har også påbegynt implementeringen av et tilsvarende system for Barentshavet, i samarbeid med Meteorologisk Institutt og Havforskningsinstituttet. De samme partnerne er også med i det store EU-prosjektet MERSEA, som er tilknyttet EUs og ESAs fellesinitiativ GMES (Global Monitoring for Environment and Security).



«Twin Peaks»:

Den nordgående norske Atlanterhavsstrømmen har to separate grener på vestsiden av Reykjanesryggen, viser resultatene.

Uten varmen fra Den norske Atlanterhavsstrømmen – populært kalt Golfstrømmen – ville klimaet i Norge vært vesentlig forskjellig fra det vi har i dag. Men hva vil skje om strømmen endres eller stanser opp? – Hvis vi skal kunne forutsi hva en endring vil medføre for vårt klima, er det helt avgjørende at vi først kjenner de naturlige variasjonene i varmetransporten og transportrutene, sier professor Harald Svendsen.



Kartlegger «varmeovnen» i Atlant

Harald Svendsen, sammen med kolleger ved Geofysisk institutt og Bjerknessenteret i Bergen, har nå kommet klimaforskerne i møte ved å kartlegge hovedtransportrutene av nordatlantisk vann på en mye mer detaljert måte enn det som har vært mulig tidligere.

– Vi har bl.a. nå dokumentert at strømmen på vestsiden av Reykjanesryggen har to separate grener. Vi kaller dem «Twin Peaks», for det er slik de ser ut på grafene våre, forteller Svendsen.

Dette er viktige resultater hvis man skal beregne varmetransporten i havstrømmen eller se etter andre endringer som bærer bud om kommende klimaendringer. – Vi må jo først vite hvor transportrutene går i dag, og hvor mye varme som transporteres, hvis vi skal ha noe å sammenlikne med i fremtiden, påpeker Svendsen.

Forskergruppen har også påvist betydelige sesongvariasjoner, men det er foreløpig uklart om dette er regelmessige variasjoner eller resultat av vindpåvirkninger som kan være forskjelli-

ge fra år til år. – Vi har data fra en periode på drøyt fire år. Men vi trenger betydelig lengre tidsserier hvis vi skal bli i stand til å si noe mer presist om klimautviklingen, sier Svendsen.

Unike resultater

Strømningene i Nord-Atlanteren er kartlagt ved hjelp av en akustisk strømmåler (ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler) som har vært montert på containerskipet «Nuka Arctica» i fast rute mellom Danmark og Grønland. ADCP-utstyret måler i utgangspunktet bare hastigheten i vannet, men disse dataene kan forskerne bruke til å beregne hvor store vannvolumer strømmen inneholder. Skipet er også utstyrt med sensorer som registrerer saltholdighet, temperatur og CO₂ i overflatevannet. I tillegg måles temperaturen i hele vannsøylen i utvalgte posisjoner langs skipsruten.

– Dermed kjenner vi både vannvolumene og temperaturen, og da kan vi beregne hvor mye

varme som transporteres over den linjen som markeres av skipsruten. Disse beregningene er vi nå midt inne i, forteller Svendsen.

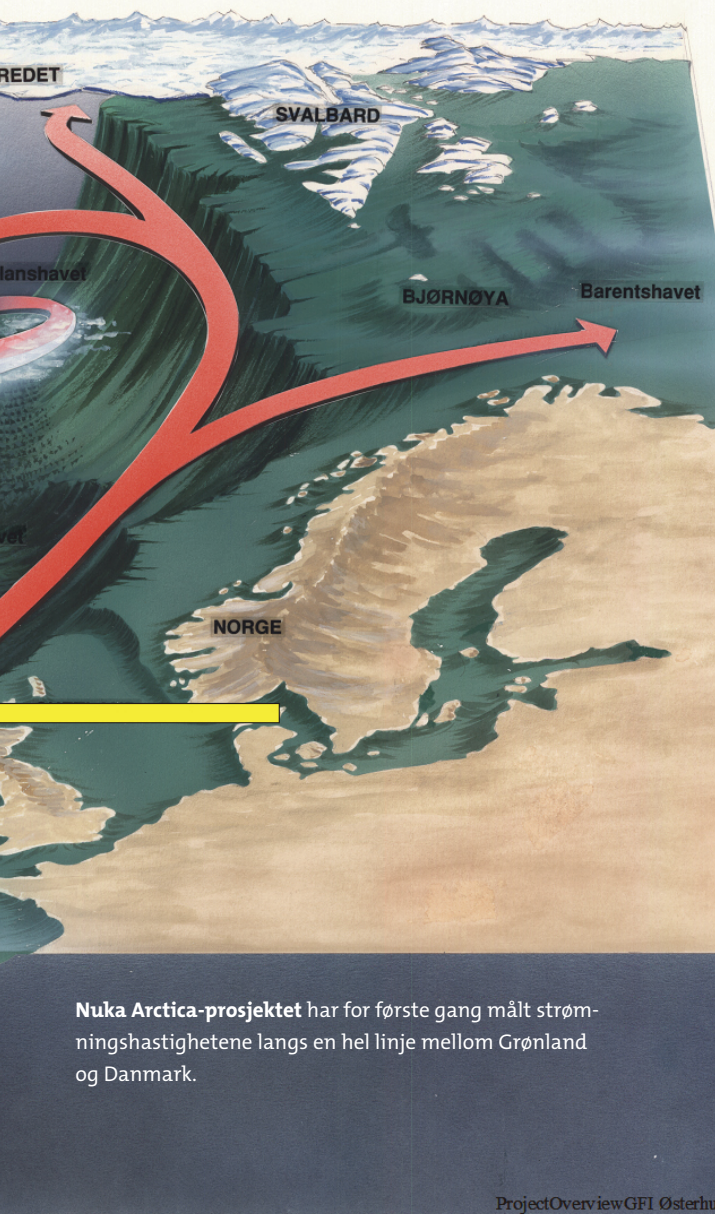
– Det er mange som har forsøkt å beregne volumtransporten tidligere, basert på temperatur- og saltholdighetsdata, men da har det vært nødvendig å gjette på strømhastigheten i et referansedyp. Dette problemet har vi unngått, fordi vi måler strømhastigheter i hele vannsøylen ned mot 3-400 meters dyp, forklarer Svendsen.

Det danske containerskipet er det første i historien som har målt strømningshastighetene langs en hel linje mellom Grønland og Danmark.

– Alle tidligere strømmålinger i dette området har vært punktmålinger fra faste installasjoner og ved drivlegemer. At vi har dekket en hel linje er unikt for dette prosjektet, forteller Svendsen.

Tilsvaret 4 millioner Alta-kraftverk

Havforskerne insisterer på å bruke betegnelsen Den norske Atlanterhavsstrømmen, mens det



Nuka Arctica-prosjektet har for første gang målt strømningshastighetene langs en hel linje mellom Grønland og Danmark.

ProjectOverviewGFI Østerhu

erhavet

mer kjente Golfstrømmen er navnet på vannmassene som forlater det amerikanske kontinentet på vei østover. Den norske Atlanterhavstrømmen er Nord-Europas egen gigantiske radiator i Atlanterhavet, og frakter varmt vann fra områdene omkring Mexico-golfen mot norskekysten og videre nordover mot Arktis. Strømmen består nærmere bestemt av forholdsvis varme vannmasser som strømmer inn i Norskehavet gjennom Shetland-Færøylene-renna og over ryggen mellom Island og Færøylene.

Det er ikke småtterier det er snakk om når det gjelder varmemengde: Beregninger viser at Norge mottar en varmemengde tilsvarende produksjonen fra ca 4 millioner Alta-kraftverk. Uten denne havstrømmen ville regionen hatt et betydelig kjøligere klima.

Avansert teknikk

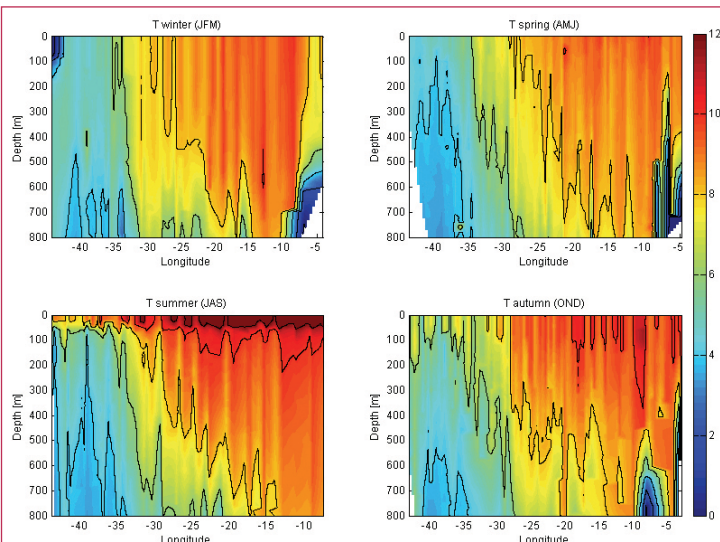
Den norske Atlanterhavstrømmen har en middelhastighet opp mot 30 cm per sekund (0,6

knop), men maksimumshastighetene kan være betydelig større. Det sier seg selv at det ikke er enkelt å måle slike strømhastigheter fra et skip som går med ca 17 knop i et svært værhardt område. Som om ikke det skulle være nok, må forskerne også passe på å korrigere for til dels store tidevannsforskjeller i området.

– Det har eksistert ADCP-strømmålere i mer enn 20 år. En stadig forbedring av GPS-systemet for posisjonering har i senere år gjort dem til et nøyaktig måleverktøy som også kan brukes på hurtiggående skip, forteller Svendsen.

Strømmåleren, som er montert under vannflaten på utsiden av containerskipets skrog, sender ut akustiske signaler mange ganger hvert sekund som reflekteres fra partikler i vannmassene. Hastighetsforskjellen mellom partiklene og skipet beregnes ved hjelp av den kjente Doppler-effekten, som består i at signalet fra en lydkilde som nærmer seg har høyere frekvens enn signalet fra en kilde som fjerner seg.

Om bord i containerskipet er det to datamaskiner som styrer og kontrollerer systemet, og et gyrokompass som registrerer skipets bevegelser i forhold til vær, vind og bølger. Strømningsdataene lagres i datamaskinen og hentes hver gang skipet legger til havn i Danmark.



«Nuka Arctica»-skipet er også utstyrt med en enhet som måler vanntemperaturen. Dataene skal brukes til å beregne varmetransporten mot Norge ved 60 grader nord i et samarbeidsprosjekt mellom norske, danske, færøyske og franske forskere. I tillegg måles saltholdighet og CO₂ i overflaten langs ruten. Dataene sendes også til den internasjonale havdata-basen www.ices.dk.

Trenger lengre tidsserier

Professor Svendsen ser nå fram til å videreføre prosjektet, blant annet fordi det er behov for lengre tidsserier hvis man skal kunne kartlegge langtidsvariasjoner i sirkulasjonen langs hele skipsruten. – Men vi har til tider slitt med å finansiere driften av prosjektet, selv om det ikke er store penger det er snakk om i forhold til nytteverdien. Derfor var det veldig verdifullt å få støtte til prosjektet fra Norges forskningsråd, sier Svendsen.

PROSJEKTFAKTA

Nuka Arctica: Spatial and temporal variability of currents and transport of warm waters towards the Nordic Seas

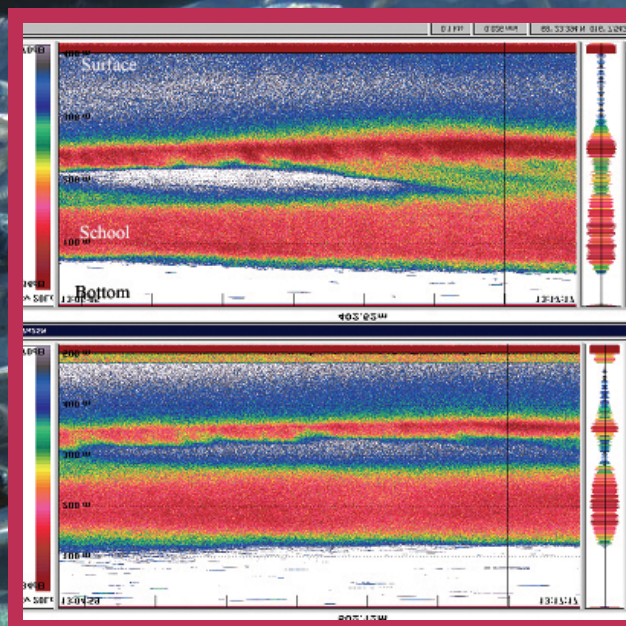
Prosjektleder:

Professor Harald Svendsen,
Geofysisk institutt/Bjerknessenteret,
UNIFOB, Universitetet i Bergen

Partnere:

University of Rhode Island,
Faroese Fisheries Laboratory,
Danmarks Meteorologiske Institut,
Stockholms universitetet

http://web.gfi.uib.no/forskning/Nuka_Arctica/



Ekkolodd-bildet fra Ofotfjorden viser to svære sildestimer i ulike høyder i fjorden, og sild som strømmer fra det øvre til det nedre laget. Bildene er tatt med 500 meters mellomrom. (Foto: Havforskningsinstituttet)

Nærbilder av dagliglivet i stimen

To ekkolodd-svingere på bunnen av Ofotfjorden har gitt nye inntrykk av dagliglivet i sildestimen, av spekkhoggerne som følger etter silda, og av kolmulene som stikker av når det blir for mye annen fisk i fjorden. På den måten har norske havforskere, som de første i verden, vist at stasjonære observatorier er verdifulle verktøy i studiet av fiskebestander.

Ekkolodd blir som regel brukt fra skip til å kikke nedover i vannmassene, men havforskeren Olav Rune Godø og kollegene i et forskningsprosjekt satte isteden to ekkolodd-svingere på bunnen i nærheten av munningen i Ofotfjorden og lot dem kikke oppover. Forskerne monterte også en akustisk strømmåler (ADCP – Acoustic Doppler Current Profiler) som kunne registrere hastigheten på både vannstrømmene og silda som svømte forbi, samt en horisontalt seende sonar som kunne kontrollere om de vertikale sensorene ga et bilde som var representativt for hele bredden av fjorden. Dermed hadde de etablert et «akustisk gjerde» eller kontrollpost, som fisken ikke kunne passere uten å bli registrert, på tvers av hele fjorden. Dette ga forskerne nytt innblikk i dagliglivet i både sildestimen og det øvrige livet i fjorden.

Nærbilde av sildestimens atferd

– Vi kunne blant annet observere i stor detalj hvordan den norske vårgytende silda beveget seg i fjorden. Vi kunne observere sild som snappet luft på overflaten, og spekkhoggerne og stimer av sei som fulgte etter silda. Vi så også at kolmulen inne i fjorden valgte å dra sin vei når de store sildestimene kom. Vi fikk rett og slett vite mye nytt om økosystemet inne i fjorden. Det hadde vi ikke ventet da vi satte i gang forsøket, forteller forskningsleder Godø.

Både havforskerne og fiskerne i området viste fra før at silda som regel dukker ned i fjorden om dagen og kommer opp om natten, men det akustiske gjerdet viste at silda også følger topografien på en måte som tidligere var ukjent. – Vi kunne se at silda siger fra fjordsidene mot mid-

ten av fjorden om natten, og så synker den ned mot bunnen når det lysner. Mot kvelden begynner silda å svømme horisontalt mot den ene siden av fjorden, og så svømmer den opp langsmed fjordskråningen når kvelden senker seg. Dette er eksempler på observasjoner vi umulig kunne ha gjort fra forskningsfartøy med sensorer som bare ser fisk dypere enn 12 meter og som er i stadig bevegelse, forteller Godø.

Videreutviklede observatorier

Etter forsøkene i Ofotfjorden har Havforskningsinstituttet, med støtte fra Simrad og Forskningsrådets instrumenteringspott, bygd tre videreutviklede lignende systemer. Den internasjonale MAR-ECO-ekspedisjonen tok disse med, og ett av observatoriene ble satt ut på Den midtatlantis-



Ei sild – og mange til: De norske havforskerne har lært seg å bruke stasjonære observatorier til ressursovervåking og studiet av fiskebestander. (Foto: Per Eide, Samfoto).

måleren, og dette kan til sammen brukes til å anslå mengden av sild i en stim. – Med utgangspunkt i sildas gjennomsnittlige størrelse kan vi også komme ganske nær et anslag for antallet individer i fjorden, hvis systemet er i drift hele sesongen, tilføyer han.

Systemene i Ofotfjorden sendte ut stasjonære og ovale ekkonstråler som dekket et område på 8 x 23 grader, men Godø og kollegene utvikler nå en motordrevet variant som kan sveipe ekkonstrålen over hele horisonten.

– Jeg regner med at vi i nær fremtid vil ha et system som er mye mer fleksibelt enn det vi har i dag, sier Godø.

De viktigste resultatene

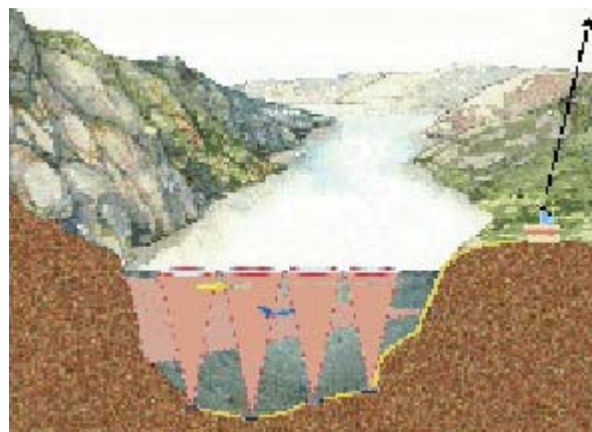
Det er ikke mange fiskebestander som vandrer forbi et fast punkt på samme måte som silda, og Godø ser derfor ikke for seg at systemet generelt kan brukes til å bestemme bestandsstørrelser i store havområder. – Men derimot kan vi fortelle nøyaktig hvor mye fisk det er i området omkring observatoriet. Systemet kan også være et godt supplement til eksisterende metoder, blant annet fordi det gir bedre innsikt i dynamiske prosesser, for eksempel horisontale vandringer.

– Hvis jeg skal oppsummere de viktigste resultatene, blir svaret todelt. Dette prosjektet har for det første vist at det nå finnes teknologi som kan brukes for å etablere stasjonære systemer for ressursovervåking, og at teknologien kan brukes til å studere fiskebestander. Vi er faktisk de første i verden som har utviklet en permanent infrastruktur til dette formålet.

– Det andre viktige resultatet er at vi har vist hvordan tidsserier av data fra en lokasjon kan avdekke ny kunnskap om fiskebestandene og deres interaksjon med hverandre og omgivelsene. Tidsdimensjonen har tidligere vært undervurdert, mye pga mangel på metoder til å observere, oppsummerer Godø.

Overvåke porten til Barentshavet

Godø har mange ideer til hvordan systemet kan utnyttes i fremtiden. – Vi kunne for eksempel tenke oss et observatorium utenfor Andenes, hvor kontinentalsokkelen er smal. Mange viktige kommersielle fiskeslag passerer gjennom områ-



Tverrsnitt av Ofotfjorden: To bunnmonterte ekkolodd (ikke fire, slik tegningen viser) ca 500 meter fra hverandre samler kontinuerlig inn data som blir overført med kabel til en hytte på land og lagret for videre analyse. Systemet kan vise data i sanntid via en mobiltelefon. Systemet har også testet ut en horisontalt rettet sonar som ga informasjon om biomassefordelingen mellom de to oppoverrettede ekkoloddene, og samlet inn data om biomassens hastighet gjennom de akustiske strålene med en doppler-strømmåler.

det før og etter gyting, og et observatorium der kunne gi masse ny kunnskap om fiskeslagene.

– En annen og veldig spennende mulighet er å etablere et overvåkingssystem på Ormen Lange-feltet, eller langs traseen for rørledningen ut til Snøhvit-feltet, som ligger «midt i smørøyet» for innstrømmingen av atlantisk vann til Barentshavet. Dyreplanktonet i disse havområdene overvintrer for en stor del i dypet av Norskehavet utenfor kontinentalsokkelen, og om våren stiger planktonet til overflaten og driver inn i Barentshavet. Litt senere kommer fiskelarvene den samme veien, og den gyteferdige fisken vender årlig tilbake andre veien. Vi skulle gjerne hatt observatorier der, for da kunne vi følge med på alle de prosessene som har betydning for produktiviten i Barentshavet. Teknologien er der – vi mangler bare noen som kan finansiere anlegget, sier Godø.

ke rygg, hvor det samlet inn data i et helt år.

– Der kunne vi blant annet følge sesongvariasjonene i fordelingen av biomasse i området, noe som aldri har vært gjort før. Vi kunne også se enkelthvaler som dykket fra overflaten og ned til 250 meter for å beite, for å nevne noe, forteller Godø.

Dette er for øvrig bare begynnelsen på historien. Både forsøkene i Ofotfjorden og i regi av MarEco-ekspedisjonen har gitt store mengder data som forskerne rett og slett ikke har rukket å analysere ennå. – I Ofotfjorden har vi hittil valgt å fokusere på silda, hvor vi så de største mulighetene for å utvikle noe nytt, sier Godø.

Det måtte gjøres mye teknologiutvikling før svingerne kunne monteres på bunnen av Ofotfjorden. En svinger er, i parentes bemerkt, en grunnlagsenhet som sender og mottar akustiske signaler, mens ekkolodd er betegnelsen på hele utstyret med både svingere og de enhetene som bearbejder og presenterer signalene. De stasjonære observatoriene måler fiskestimens tetthet med svingerne og hastighet ved hjelp av strøm-

PROSJEKTFAKTA

Ocean Hub Monitoring of Marine Resources

Prosjektleder:

Forskningssjef Olav Rune Godø,
Havforskningsinstituttet

Partnere:

Norwegian Underwater Intervention AS,
SIMRAD,
Forsvarets forskningsinstitutt,
University of Rhode Island,
I.O.S Offshore AS,
NORTEK AS

<http://www.imr.no/aktiviteter/forskningsgrupper/observasjonsmetodikk/projects/hub>

Photoshop dokumenterer sårbar natur i havet

Et overvåkingsprogram ved Fiskerihøgskolen i Tromsø har gitt ny innsikt i at livet på havbunnen i Svalbard-regionen er sårbart. Forskerne har også påvist en sammenheng mellom periodiske klimavariasjoner og livet på havbunnen, og utviklet en ny overvåkingsmetode basert på bildeanalyse med standardprogrammet Photoshop.



Fiskerihøgskolens overvåkingsprogram ble innledet i 1980, da forskerne rensket fem små områder for organismer på bunnen av Kongsfjorden på Svalbard. Det ble samtidig avmerket fem urørte kontrollområder, og deretter har professor Bjørn Gulliksen dykket ned til stasjonen hver høst for å fotografere områdene.

Forskningsstasjonen ligger ved inngangen av Kongsfjorden på en steinbunn på ca 20 meters dyp, og hvert område er kvadratisk med et areal på 0,25 kvadratmeter. Analyser av bildene har nå vist at det tar opptil åtte til ti år før de renskapte områdene begynner å likne de urørte områdene.

– For enkelte arters vedkommende tok det faktisk mer enn 20 år før forekomsten ble normal igjen. Forsøkene viser også at variasjonen i de forstyrrede områdene var større enn i kontrollområdene, forteller doktorgradsstipendiaten Frank Beuchel. Han er nå i ferd med å analysere en unik bilde-serie som strekker seg fra 1980 helt fram til 2003.

Svinger i takt med klimaet

– Et av de mest spennende resultatene er at vi ser en sammenheng mellom antallet og forde-

lingen av arter (biodiversiteten) i de uberørte kontrollområdene og svingningene i Den nordatlantiske oscillasjonen (NAO). NAO er en variasjon i den atmosfæriske sirkulasjonen over den nordlige halvkulen, som i stor grad påvirker været i våre områder, og dermed også har innflytelse bl.a. på landbruk, fiske og vannressurser. I en periode med høy NAO blir det gjennomsnittlig mer vind, nedbør og fuktighet, og vintrene blir mildere enn i perioder med lav NAO, forteller Beuchel. NAO påvirker også temperatur og strømningsforholdene i havet, men det er mye usikkerhet rundt dette.

Havvannet blir aldri direkte varmt i disse områdene – det er isteden snakk om en sommertemperatur som kan variere mellom 3 og 5 °C. I periodene med høyere vanntemperaturer i havstrømmen utenfor Kongsfjorden, minket biodiversiteten i kontrollområdene markant året etter. Temperaturen i havstrømmen er også korrelert til NAO.

Analyserer med Photoshop

Forskerne ved Fiskerihøgskolen analyserer nå bildene fra Kongsfjorden med en egenutviklet metode som er både elegant og effektiv. – Vi bruker Photoshop og en plugin som heter Fovea Pro. Programmet kan for eksempel beregne utbredelsen av alger med en karakteristisk farge, ved å telle antallet bildepiksler som har akkurat den fargen. Programmet kan også kjenne igjen for eksempel kråkeboller ved å se etter spesielle konturer og kontraster. Når programmet har regnet ferdig kan vi gå gjennom manuelt og identifisere det som blir igjen, forteller Beuchel.

Metoden har en åpenbar fordel ved at forskerne ikke trenger å ta ut organismer for å telle arter og individer. – En ulempe er at vi ikke får regis-

Kråkebollen *Strongylocentrotus droebachiensis* og sjøanemoner som *Urticina eques* og *Hormathia nodosa* er viktige arter på bunnen av Kongsfjorden. (Foto: Bjørn Gulliksen)

trert organismer som er veldig små, eller individer som gjemmer seg i sedimentene, men vi får likevel et godt estimat av både biodiversiteten samt antallet arter og individer, sier Beuchel.

Selv om forskerne har konstatert at livet på bunnen av Kongsfjorden svinger i noen grad med periodiske klimaendringer, er 23 år for kort tid til å si noe om permanente klimaendringer. – Men vi har konstatert at det er viktig å gjennomføre lange forsøk, hvis det skal være mulig å skille periodiske og permanente endringer, sier Beuchel.

Blir fisk mer tiltrukket

Blir fisk mer tiltrukket enn skremt av båter som seiler forbi? Det er i alle fall spørsmålet fra professor Stein Kaartvedt, etter å ha studert hvordan fisken påvirkes av trafikken i Indre Oslofjord.

– Det har lenge vært antatt at fisk unnviker fartøy. Men våre undersøkelser avdekker overraskende resultater. Vi tror snarere at fartøy tiltrekker seg nysgjerrig fisk, sier Kaartvedt. Han legger imidlertid til at dette er en kontroversiell oppfatning som ikke alle i forskningsmiljøene er enige i.

– Det er kjent at fisk samles under flytende objekter, og vi har observert at forskningsfartøy, som går sakte eller ligger i ro, tiltrekker seg fisk.

PROSJEKTFAKTA

Monitoring of marine benthic communities – improvement of analytical techniques based in image analysis

Prosjektleder:
Professor Bjørn Gulliksen,
Norges fiskerihøgskole

Derfor «halveres» brislingbestanden vinterstid

Marinbiologene har avslørt at bare halve brislingbestanden er «synlig» vinterstid.



Den lille sildefisken brisling bruker nemlig halve tida i vintermånedene til oppoversvømming. Og når den svømmer oppover har brislingen en vertikal posisjon som gjør den nesten usynlig for ekkolodd.

– Vi har senket ekkoloddet ned til 80 meters dyp i Oslofjorden, nettopp der brislingen står, for å få et bilde av hvordan den oppfører seg. Individuell adferd hos brisling har aldri tidligere blitt studert på denne måten, sier professor Stein Kaartvedt ved Biologisk institutt ved Universitetet i Oslo.

Brislingen har det som kalles negativ oppdrift, dvs at den må svømme oppover for å kompensere en naturlig tendens til å synke nedover i vannet.

– Når brislingen synker ned, har den en horisontal posisjon. Men når den svømmer oppover,

Brislingens svømmemønster gjør det vanskelig å måle bestanden uten god kunnskap om fiskens oppførsel. Her senkes ekkolodd til 80 meters dyp i Oslofjorden for å «se» på fenomenet.

er posisjonen mer vertikal, forteller Kaartvedt. Dette har stor betydning når brislingbestanden skal kartlegges ved hjelp av ekkolodd. Fiskens såkalte målstyrke (TS), det vil si den mengden akustiske signaler den sender tilbake, varierer sterkt med posisjonen den har i vannet.

– Når brislingen står i vertikal stilling, er den nesten usynlig akustisk og vil ikke bli fanget opp av ekkolodd, sier Kaartvedt.

Usynlig halve vinteren

– Vi har konstatert at brislingen om vinteren bruker halvparten av tida på å svømme oppover. Med andre ord er den usynlig for ekkoloddene

halve vinteren. Og dersom vi ikke visste bedre, ville vi ved bruk av akustiske målinger anslå bestanden til bare det halve av hva den reelt sett er, sier Kaartvedt, som sammen med kollegene ble svært overrasket av dette resultatet.

– Vi vet jo at fiskens adferd påvirker de akustiske målingene, men vi kjente ikke til hva slags adferd brislingen har. Her har det vært avgjørende å senke ekkolodd ned i selve bestanden og kunne måle de individuelle bevegelsene og hvilke konsekvenser dette har for de akustiske utslagene. Slik kunnskap er en av mange brikker i puslespillet for å anslå hvor mye fisk det er, sier Kaartvedt.

enn skremt av støy fra skip?

Mange års observasjoner i Oslofjorden har dessuten vist at fisken forsvinner under forskningsfartøyene når andre fartøy passerer. Tilsvarende observasjoner andre steder har vært tolket som at fisken blir skremt og flykter fra området. Våre undersøkelser viser imidlertid at fisken svømmer i retning mot det passerende fartøyet, altså det motsatte av en fluktreaksjon. Når et fartøy så har passert, vender fisken tilbake igjen til forskningsfartøyet som ligger i ro, forteller Kaartvedt. Studier i fjorder på Vestlandet og i Norskehavet har avdekket det samme.

– Vi mener derfor det er en feiltolkning at fisken skremmes av forbipasserende fartøy. Det virker som fisken rett og slett er nysgjerrig og i stedet tiltrekkes av fartøyene, men vi kjenner ikke hvilke drivkrefter som styrer denne adfer-

den. Det er all grunn til å stille spørsmål ved om fisk virkelig blir skremt av skipstrafikk, sier Kaartvedt.

Kaartvedt peker for øvrig på at de kunstig høye konsentrasjonene av fisk under forskningsfartøy som ligger i ro, kan representere en vesentlig feilkilde i havforskernes arbeid.

– En unaturlig ansamling av fisk kan forstyrre økosystemet nettopp der vi foretar våre observasjoner og målinger, og da er det ikke sikkert våre økologiske modeller blir riktige, sier han.

Etter oppfordring fra Det internasjonale råd for havforskning (ICES) er det investert betydelige beløp for å gjøre forskningsfartøy stillestående. Merknadene beløper seg i følge Kaartvedt til 40-50 millioner kroner per fartøy, og til sammen er det brukt betydelige beløp.

– Har dette vært feilinvesteringer basert på de funn dere nå har gjort?

– Begrunnelsen for stillestående fartøyer kan være feil, men det behøver ikke nødvendigvis å være en feilinvestering. Havforskere kan ha andre behov for å arbeide fra fartøy som lager lite støy, sier Kaartvedt.

PROSJEKTFAKTA

Fish behaviour and implications for abundance estimates

Prosjektleder:

Professor Stein Kaartvedt, Biologisk institutt, Universitetet i Oslo

Ansvarlig forvaltning krever gode havbunnskart

Det er lenge siden kartene over landjorden inneholdt hvite flekker som markerte utforskede områder. Men i verdenshavene er det aller meste fortsatt utforsket, og det er bare flekkene som er kartlagt. Havforskningsinstituttet og NGU utvikler nye metoder for havbunnskartlegging og har blant annet funnet store mengder nye korallrev langs norskekysten.

– Vi befinner oss helt i startfasen når det gjelder å utvikle metoder for kartlegging på havbunnen, både langs norskekysten og i verdenshavene for øvrig. Men vi har kommet et stykke videre takket være forskningsprosjektet SUSHIMAP, forteller forskningsgruppeleder Jan Helge Fosså ved Havforskningsinstituttet.

Målsettingen i SUSHIMAP var å foreslå en prosedyre for rask og effektiv innhenting av informasjon om biologiske samfunn på havbunnen, samt å utnytte havbunnsdata fra mange kilder for å produsere nye habitatkart. Ett av resultatene i prosjektet er at forskerne har funnet et stort antall tidligere ukjente korallrev.

En ny norsk naturtype

– Det er faktisk så mange korallrev der ute at vi kan snakke om en betydelig norsk naturtype vi tidligere ikke har vært klar over. Det går kanskje an å sammenlikne korallrevenes betydning for økosystemet på kontinentalsokkelen med skog- og buskvegetasjonens betydning på landjorden. Det er åpenbart at vi må ta godt vare på denne ressursen, sier Fosså.

Det er arten *Lophelia pertusa* som er revbyggende på den norske kontinentalsokkelen, og utbredelsen av denne var lenge nokså ukjent for havforskerne. – Vendepunktet kom tidlig på

1990-tallet, da line- og garnfiskerne slo alarm og fortalte at de store fabrikktrålerne hadde begynt å nærme seg korallrevene med bunntrålene sine. Fiskerne visste at korallrevene var gode fiskeplasser, men havforskerne var på den tiden ikke klar over utbredelsen av dem, forteller Fosså.

Havforskningsinstituttet tok fiskernes alarm på alvor og fikk Forskningsrådets støtte til å undersøke forholdene. – Det tok ikke lang tid før vi kunne dokumentere store ødeleggelser, som delvis skyldtes at trålerne hadde dratt kjettinger over korallene for å ødelegge dem. Dette gjorde de for å slippe å sette fast bunntrålen etterpå. Den avsløringen førte til at myndighetene reagerte raskt og vedtok en ny forskrift som skulle beskytte korallrevene, i løpet av bare åtte måneder, forteller Fosså.

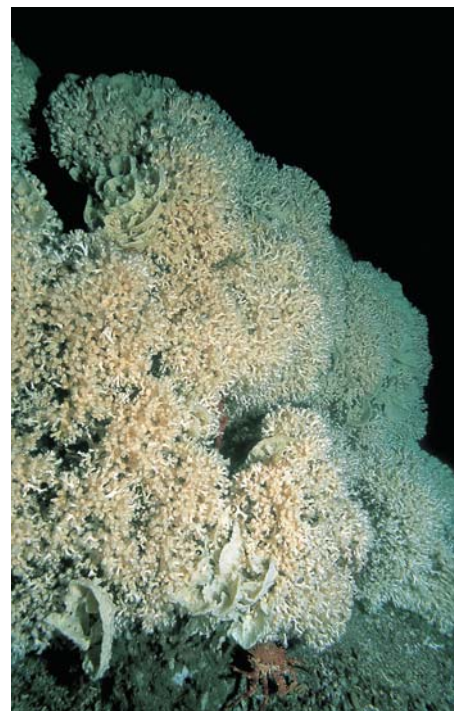
Korallrevene må bevares

I SUSHIMAP har forskerne nå dokumentert at korallrevene er langt mer vanlige langs norskekysten enn tidligere antatt. – Det er svært sannsynlig at det fortsatt finnes mange uoppdagede korallrev der ute. I 2003 undersøkte vi et område i Lofoten utenfor Træna, og bare der fant vi 1500 nye korallrev med den metoden vi har utviklet. Vi har fortsatt bare kartlagt en brøkdel av kontinentalsokkelen, forteller Fosså.

De norske korallrevene er vanlige på 200-300 meters dyp, men kan også vokse så grunt som 40 meter i noen få områder. Den nedre grensen ser ut til å være ca 500 meter, antakelig fordi det blir for kaldt enda lenger ned. – Utenfor Eggakanten møter korallene det kalde vannet fra Norskehavet, som holder flere minusgrader på 700 meters dyp, forteller Fosså.

Jan Helge Fosså har sterke argumenter for at korallrevene bør beskyttes. – For det første, har vi en ren plikt til å beskytte revene pga det biologiske mangfoldet. Det finnes mange flere organismer på revene enn på en vanlig havbunn, og fiskerne har jo alltid visst at dette er gode fiskeplasser. Man ødelegger bare ikke gode fiskeplasser! sier Fosså.

– Dessuten har de nye undersøkelsene vist at korallrevene våre ikke er et kuriosum. Hvis det



Korallen *Lophelia pertusa* danner store rev på norsk kontinentalsokkel, og er så utbredt at det er snakk om en betydelig norsk naturtype.

bare fantes noen få korallrev langs norskekysten, hadde de kanskje ikke vært så viktige. Men den store utbredelsen vi nå har dokumentert, viser i seg selv at dette er en naturtype med en viktig økologisk funksjon.

– Den såkalte korallrevforskriften fra 1999 gjorde det ulovlig med bevisst ødeleggelse av korallrev. Den inneholder også en bestemmelse om at det skal utvises aktsomhet i nærheten av kjente korallområder, og beskytter fem utvalgte områder med totalforbud mot bunntråling. Men hva som er «kjente områder» er jo litt uklart. Den siste utviklingen på området er at Sjøkartverket vurderer å markere alle kjente forekomster på sjøkartene, og det ville være et stort fremmskritt, mener Fosså.

Avanserte ekkolodd

SUSHIMAP-prosjektet har blant annet utviklet

PROSJEKTFAKTA

SUSHIMAP (Survey Strategy and Methodology for Marine Habitat Mapping)

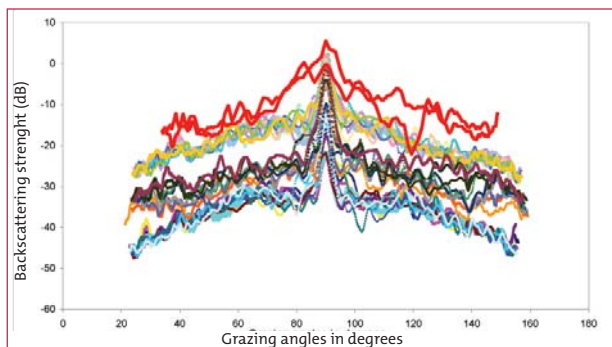
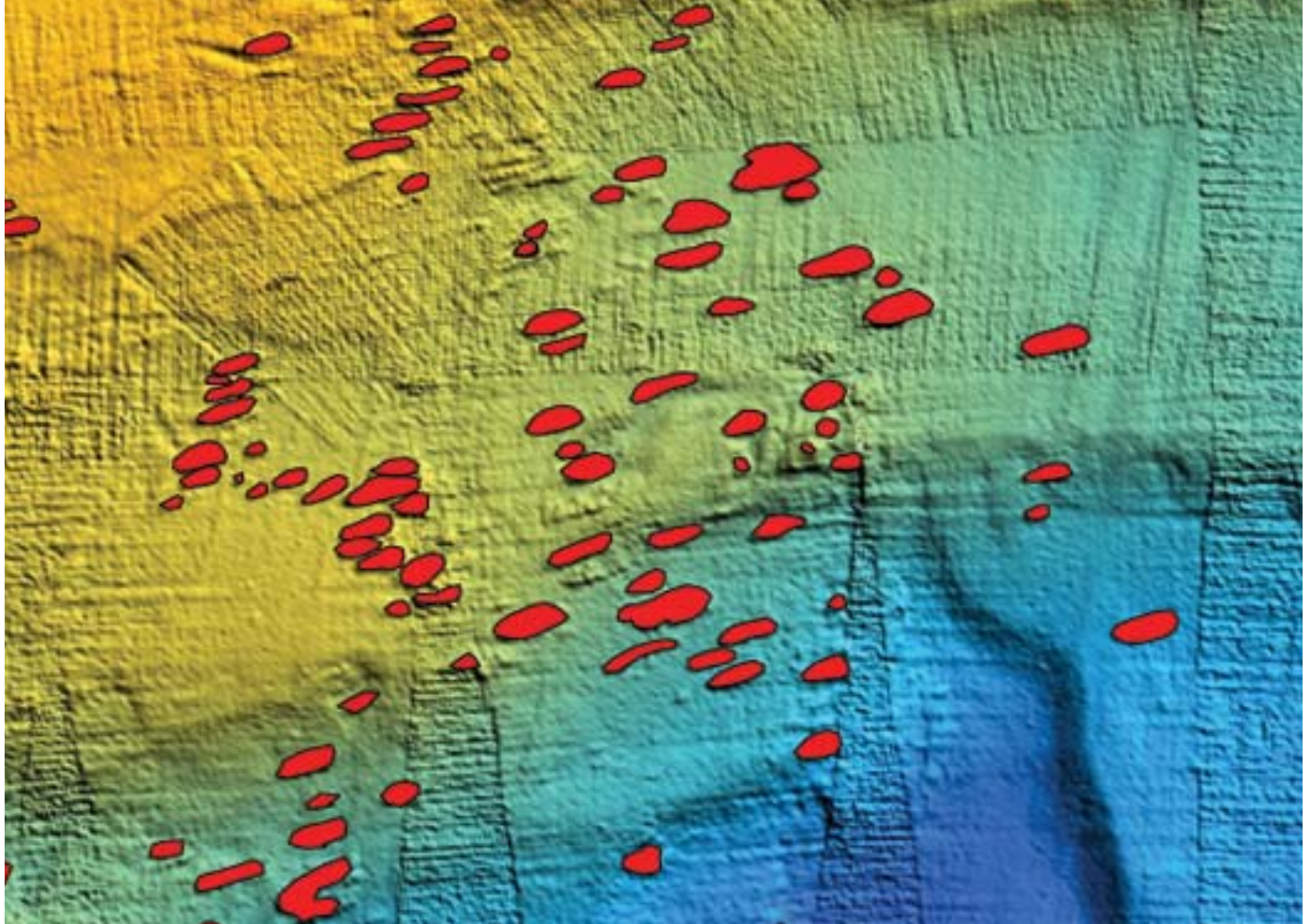
Prosjektleder:

Seniorforsker Jan Helge Fosså,
Havforskningsinstituttet

Partnere:

Norges geologiske undersøkelser (NGU),
NTNUs Institutt for elektronikk og telekom-
munikasjon,
StatOil

<http://www.imr.no/coral/>
<http://www.mareano.no/>



Det reflekterte signalet fra et ekkolodd kan i mange tilfeller skille mellom leire, sand, morenemasser og korallrev.

nye erfaringer med bruken av multistråle ekkolodd, som er en moderne type ekkolodd med mer enn 100 stråler som dekker et vifteformet område nedover fra forskningsskipet. – Ettersom strålen er vifteformet, dekker den et større og større område jo dypere havet er. På 2-300 meters dyp kan et slikt ekkolodd typisk dekke et 800 meter bredt område, forteller Fosså.

Ekkoloddet viser i utgangspunktet bare dybden, som fremkommer ved at instrumentet registrerer den tiden det tar fra signalet blir utsendt til refleksjonen kommer opp igjen fra havbunnen. Men multistråle-apparatet kan i tillegg registrere styrken på det reflekterte signalet, og den informasjonen kan fortelle mye om forholdene langt der nede.

– Hittil har det vært nødvendig å bruke ned-senkede kameraer, som bare ser en bitteliten del av havbunnen, hvis vi skulle kartlegge habitater

på havbunnen. Dette tar veldig mye tid, og derfor har vi havforskere hatt et håp om at det skulle bli mulig å sveipe over havområdene med et avansert ekkolodd og foreta en automatisk bunnklassifisering.

Naturen er lunefull

Disse tre substrattypene kommer direkte ut av multistråle-teknologien, fordi styrken på det reflekterte signalet (backscatter) er nokså forskjellig. Ekkoloddsignalene kan brukes til å lage kart som viser havdypet, og deretter kan Fosså og kollegene studere kartene og supplere med sin generelle kunnskap om hvordan korallrevene ser ut topografisk. – Ved hjelp av den metoden kunne vi ofte plukke ut korallrevene med én gang. Da vi testet metoden utenfor Træna og sendte ned et kamera for å sjekke at det virkelig var korallrev vi hadde funnet, stemte det 19 av 19 ganger, forteller Fosså.

Fosså skynder seg å legge til at metoden ikke er ferdig utviklet, blant annet fordi forsøkene ble

Multistrålekart fra et seks kvadratkilometer stort korallområde utenfor Træna. De røde områdene ble tolket som korallrev. Da 19 av dem ble undersøkt med undervannskamera, ble alle verifisert.

gjort i områder med ideelle forhold for denne typen forskning. – Naturen er veldig variabel, og i mindre ideelle områder kan det være vanskeligere å skille mellom leire, sand og morenemasser. Det kan også tenkes at naturen her og der har lagt opp steinrøyser som ser akkurat ut som korallrev. Derfor må vi fortsatt ned med kamera for å bli 100 prosent sikre, sier Fosså.

gjort i områder med ideelle forhold for denne typen forskning. – Naturen er veldig variabel, og i mindre ideelle områder kan det være vanskeligere å skille mellom leire, sand og morenemasser. Det kan også tenkes at naturen her og der har lagt opp steinrøyser som ser akkurat ut som korallrev. Derfor må vi fortsatt ned med kamera for å bli 100 prosent sikre, sier Fosså.

Kurs mot Barentshavet

– Takket være Sushimap har vi uansett fått god trening i å kartlegge havbunnen med nye metoder, og disse kunnskapene blir nå videreført i kartleggingsprogrammet MAREANO. I 2006 skal vi innlede en kartlegging i Barentshav-regionen, hvor det er prekært behov for ny kunnskap. Vi ser nå en voldsom interesse for nordområdene, både pga oljevirksomhet, fiskerier og skipsfart, men samtidig vet vi alt for lite om naturen der oppe. Det er vel ingen som ville finne på å planlegge noe som helst på landjorden uten å ha et kart, og slik må det være også i havet. Vi trenger naturligvis gode kart med informasjon om bunnforhold, gytefelt, topografi osv for å kunne forvalte disse områdene på en ansvarlig måte, understreker Fosså.



Snødekningskart over Sør-Norge med optisk, radar og multisensorteknikk. Gult viser skydekke eller områder uten dekning. Problemet med skydekke kan reduseres ved å kombinere optiske og radarmålinger. Dataene kommer dels fra jordobservatoriet Envisat (t.v.), som ble skutt opp i 2002.



Snømengdene i fjellet om vinteren er av stor betydning for både kraftselskapene og strømbrukerne, for de som skal overvåke vårflommen i de store elvene våre, og for flere andre grupper. Hittil har det vært en tung og til dels manuell jobb å kartlegge snømengdene, men nå viser SnowMan-prosjektet vei til fremtidens snøkartlegging.

Satellittbaserte snøkart kan gi bill

– Det er mange som er interessert i mest mulig nøyaktig informasjon om hvor mye snø som egentlig ligger i fjellet, forteller seniorforsker Eirik Malnes ved forskningsinstituttet Norut Informasjonsteknologi (Norut IT). – Det vil si: Det er egentlig vannmengden i snøen som er mest interessant for oss. Vannmengden har betydning for bl.a. kraftselskapene som skal planlegge elektrisitetsproduksjonen, og for NVE når det gjelder varslingen av vårflommer. I tillegg har både meteorologene og klimaforskerne, og flere andre grupper, vært interessert i prosjektet vårt, tilføyer Malnes.

PROSJEKTFAKTA

SnowMan: Snow Parameter Retrieval from Remote Sensing data for Improved Monitoring and Management of Water Resources

Prosjektleder:

Seniorforsker Eirik Malnes, NORUT IT

Partnere:

Norsk Regnesentral, Institutt for geofysikk ved UiO, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE)

<http://projects.itek.norut.no/snowman/>

Hvis kraftselskapene sitter med feilaktig informasjon om snøforholdene, kan det føre til at de planlegger kraftproduksjonen dårlig og går glipp av store inntekter. Det kan igjen føre til økte strømpriser til forbrukerne. Hvis også NVE sitter med feilaktig informasjon når snøsmeltingen begynner, kan resultatet i verste fall bli unødvendig store flomskader langs vassdragene. Dette er to av grunnene til at forskningsprosjektet SnowMan har satset på å forbedre metodene for fjernmåling av de såkalte snøparametrene: Snødekkets utbredelse, snøtemperatur, snøfuktighet, snødybde, lysrefleks, vanninnhold og kornstørrelse. I tillegg har prosjektpartnerne jobbet for å perfektionere regnemethodene og modellene som brukes når snødataene skal benyttes til bedre hydrologisk varsling og forvaltning av elver og demninger.

– Vi har også hatt kontakt med biologer som ville se på sammenhengene mellom snødekkets karakter og ulike biologiske variasjoner. De ønsker for eksempel å undersøke fra satellitt om snødekket på Finnmarksvidda er blitt så hardt eller dypt at det kan skape problemer for rein-driftsnæringen, tilføyer Malnes.

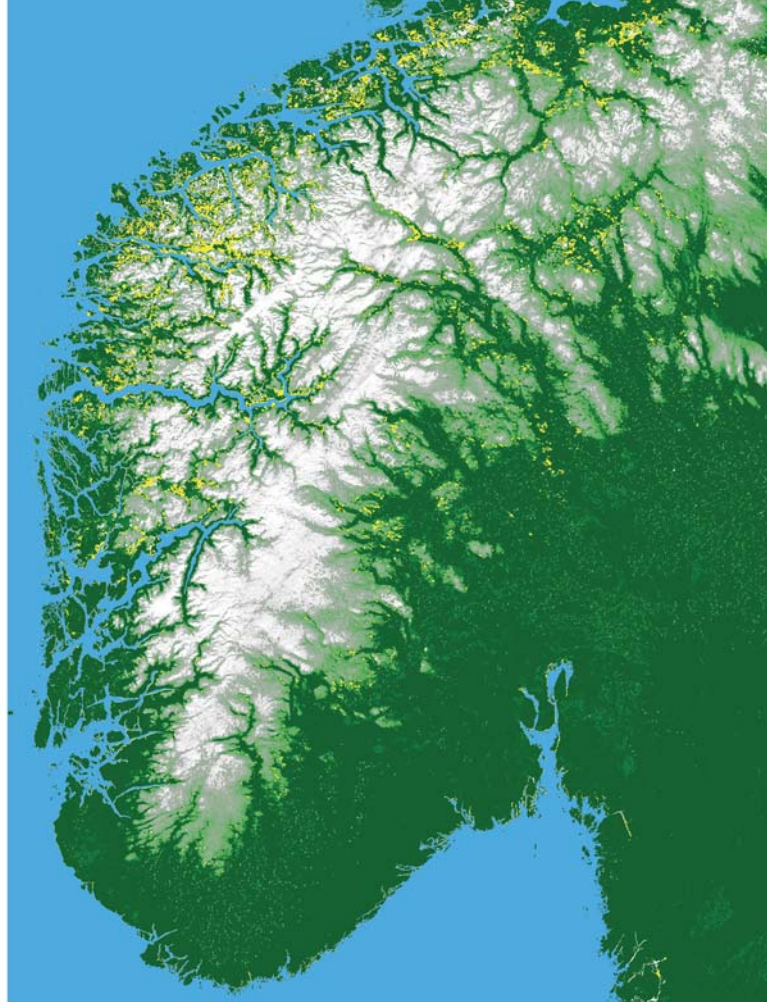
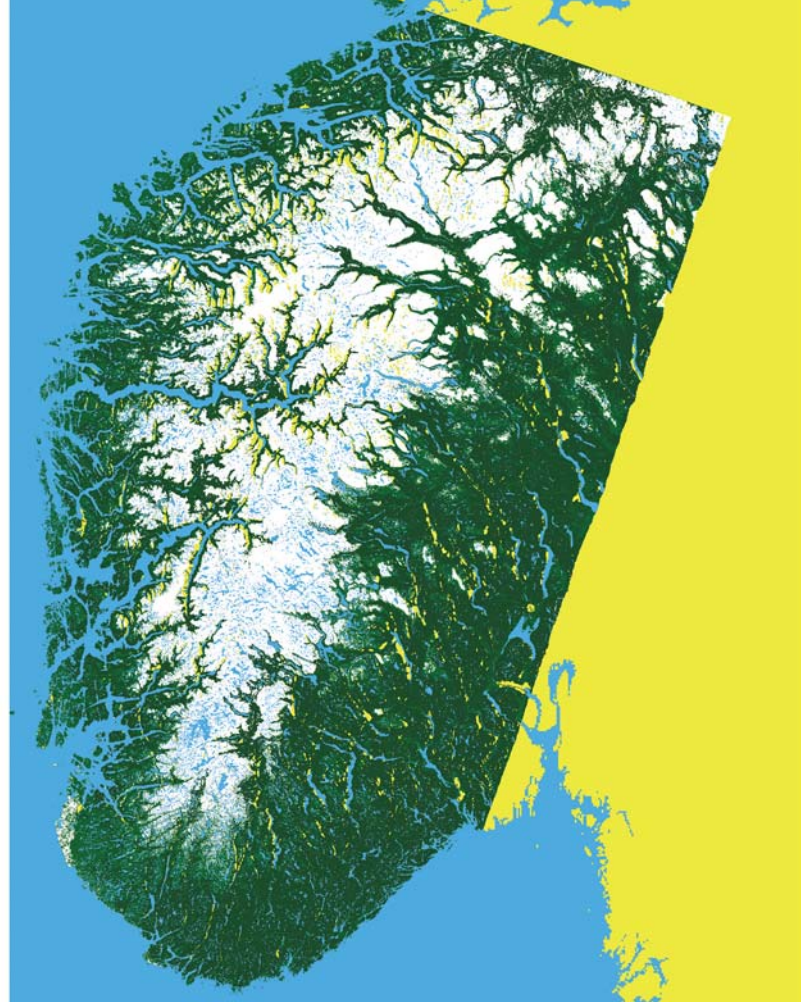
Mye manuelt arbeid

I dag er kraftselskapene pålagt å måle snømengden i sine nedbørsfelt én gang i året før snøsmeltingen starter og melde inn til NVE. Denne

informasjonen kobles til meteorologiske data og danner grunnlaget for varsling om avrenning noen dager fremover. Det hydrologiske varslat brukes av NVE til å regulere demninger og vassdrag, for å redusere eventuelle skadevirkninger av vårflommen. Usikkerheten om vannmengden i snøen kan være ganske stor fra år til år, og spesielt tidlig i smeltesesongen før feltmålingene er utført.

Til nå har satellittdata vært brukt kun i liten grad, og kun optiske satellitter er blitt brukt til å beregne snødekket. Skydekke kan til tider være et stort problem ved optiske målinger. – I SnowMan-prosjektet har vi fortsatt brukt data fra optiske satellitter, men vi har i tillegg brukt satellittbaserte radarmålinger og lagt ned et stort arbeid i å kombinere de to datakildene for å oppnå best mulig resultat. Radarmålinger har blant annet den fordelen at de kan se gjennom skydekke og registrere snøparametre uten å være avhengig av dagslys. Dette er en kraftig forbedring i forhold til status før prosjektet ble startet, forteller Malnes.

De optiske satellittene brukes først og fremst til å kartlegge utbredelsen av snødekket, mens radarmålingene kan brukes til å kartlegge både snødybden og vanninnholdet. – Det er den såkalte vannekvivalenten (mengden av vann når snøen smelter) vi er på jakt etter. En meter med våt snø om våren inneholder naturligvis mye mer



igiere strøm og mindre flomskader



Eirik Malnes og Marte Indregaard tar prøver av snøen i Heimdalen i Jotunheimen.

vann enn en meter nysnø tidligere på vinteren, forteller Malnes.

Om våren skjer alt veldig fort

De optiske satellittene dekker hele Norge hver eneste dag, mens radarsatellittene har smalere sporbredde og dekker bare Nord-Norge omtrent hver dag. Østlandet og Oslo-regionen får derimot radarbesøk litt sjeldnere, men likevel ofte nok til å kunne brukes i snøkartlegging.

– Om vinteren kan vi som regel klare oss med ukentlige målinger. Men i snøsmeltingen om

våren skjer alt veldig fort, så da er vi avhengige av hyppige målinger, forklarer Malnes.

SnowMan-prosjektet har brukt Heimdalen i Jotunheimen som testområde, med detaljerte studier av både satellittdata og manuelle prøver av snøforholdene. Området ved Altevann i Troms er også nøye studert.

De nye beregningsmetodene Norut IT har utviklet for å måle vannmengde, utnytter at radarbølger forplanter seg noe saktere i

snø enn i luft. Ved å sammenligne svært nøyaktig tidsforskjeller i radarekkoets retur fra et vinterbilde med et sommerbilde, kan bidraget fra snøen finnes.

Stor internasjonal interesse

Alle SnowMan-metodene er ennå ikke utviklet så langt at de kan brukes i et operasjonelt varselingsystem, men resultatene har likevel bidratt til å sette Norut IT på kartet som et ledende miljø innen satellittbasert snøkartlegging. Mens SnowMan pågikk var Norut IT også koordinator

for EU-prosjektet EnviSnow, som brukte data fra Envisat-satellitten til å studere beslektede problemstillinger. Envisat ble skutt opp i 2002 og er foreløpig den største jordobservasjonssatellitten som er bygd. Den bærer ti sofistikerte optiske instrumenter og radarer som returnerer en mengde data fra jordoverflaten, havene, atmosfæren og polområdene. – I SnowMan og EnviSnow brukte vi i hovedsak ASAR-instrumentet, som er en avansert avbildende radar, sier Malnes.

– I det prosjektet jobbet vi også sammen med partnere fra Østerrike, Italia og Finland. EU-midlene bidro til at vi fikk enda mer ut av midlene fra Forskningsrådet, tilføyer han.

De nye kunnskapene blir nå videreført i flere prosjekter med internasjonal finansiering. Norut IT har blant annet fått kontrakt med den europeiske romorganisasjonen ESA om å modellere og studere styrken på de signalene som reflekteres fra snø ved bruk av en ny type Syntetisk Aperture Radar (SAR-radar).

Forskningsinstituttet er også med i den store EU/ESA-satsingen *Global Monitoring for Environment and Security*, som går ut på å bruke ny forskningsbasert kunnskap om satellittbasert jordobservasjon til praktiske formål. Satsingen favner svært bredt, og Norut IT forbereder nå blant annet et program for snøovervåking i Skandinavia.

Nytt instrument måler ekkosignal fra enkeltfisk

Signalene som ekkolodd fanger opp fra én enkelt fisk kan variere sterkt, avhengig av blant annet fiskens størrelse og hvordan den står i vannet. I praksis kan en fisk være så godt som usynlig i én posisjon, mens den gir fullt utslag i en annen. Ved Havforskningsinstituttet har man utviklet et nytt instrument som måler den nøyaktige målstyrken hos enkeltfisk. Dermed kan man også anslå hvor mange individer det er i en fiskestim.

– Vi kan enkelt sammenligne med en sekk med poteter, sier forsker Egil Ona som har ledet instrumentutviklingen. – Vi vet hvor mange kilo sekken veier, men må kjenne gjennomsnittsvekten til potetene for å finne ut hvor mange poteter det er i sekken. Og det er ofte antallet vi jakter på, sier han.

– Derfor har vi utviklet en rigg med avanserte ekkolodd, kameraer og dataprogramvare som kan registrere målstyrken hos enkeltfisk. Rigger kan settes på havbunnen og fungere frittstående akkurat der fisken befinner seg. Dermed får vi mer nøyaktig kunnskap om variasjonen i signalene fra enkeltfisk, og kan ta hensyn til dette i regnestykkene våre når vi beregner fiskebestander, forteller Ona.

Hensikten er å gjøre mengdemåling av fisk mer nøyaktig. Målingene har i dag usikkerhet på omlag 40 prosent, mens håpet er å komme ned mot 20 prosent total usikkerhet.

Måling av fiskemengder i dag skjer normalt ved å måle den totale ekkomengden (energien) fra fisk som passerer på en gitt distanse – altså som om man skulle veie hele potetsekken. Dagens avanserte ekkolodd er kalibrert til å måle energimengden i fiskeekkoene med omlag én prosents nøyaktighet. – Men det hjelper oss egentlig ikke til å finne fram til antall fisk, så lenge vi ikke vet hvilket signal, eller energimengde, hver enkelt fisk sender tilbake, sier Ona. Det er med andre ord ikke så enkelt å telle fisk i havet...

PROSJEKTFAKTA

Autonomous target strength collector

Prosjektleder:
Forsker Egil Ona, Havforskningsinstituttet

Partnere:
Imenco, Mar-IN A/S, Simrad

www.imr.no/aktiviteter/forskningsgrupper/observasjonsmetodikk/

Avansert målerigg...

Den nykonstruerte riggen kan også brukes hengende under et fartøy eller fra en bøy på overflaten, men Ona tror det er mest aktuelt å benytte den som en stasjonær målestasjon på havbunnen. Den er allerede testet i sjøen utenfor Havforskningsinstituttet. I et annet forsøk fra forskningsfartøyet G.O.Sars i Ofoten i desember 2004, ble instrumentkulen av glass knust.

– Heldigvis kom elektronikken og datamaskinen uskadd fra uhellet. Nå har vi laget en mer robust trykksylinder i aluminium, og skal foreta nye sjøprøver under Lofotfisket i mars 2006, forteller Ona.

– Rigger er kommet lenger enn en prototyp. I realiteten har vi utviklet den første enheten som et industriprodukt. Hvis feltforsøkene lykkes, bør det være marked for minst 10-15 slike rigger, sier Ona. Han forteller at riggen har vakt betydelig oppsikt internasjonalt, bl.a. da den ble vist fram under møtet i akustikkarbeidsgruppene under Det internasjonale råd for havforskning, som er en årlig møteplass for havforskere fra Europa og USA.

...for avansert marked

– Nøyaktigere måling av ekkostyrke er aktuelt for flere fiskeslag og havområder. For eksempel gjelder det den ettertraktede og svært høyt prisede dypvannsfisken orange roughy, som ble utsatt for et kraftig nedfiske ved Australia og New Zealand på 1980-tallet. Vårt instrument er i dag designet for å tåle trykk på 2 000 meters dyp, men kan enkelt endres til å benyttes ned mot 3 000 meter. Da vil vi kunne hente data ingen i verden har sett før, sier Ona.

Rigger blir kostbar og er slik sett beregnet for et avansert marked. Bergensfirmaet Mar-IN A/S, som har vært samarbeidspartner i prosjektet, satser på å selge riggen kommersielt.

– For vår del vil vi de kommende årene bruke riggen til å samle inn målstyrke for mange av de viktigste fiskebestandene som Havforskningsinstituttet har ansvar for å forvalte, sier Ona.

Instrumentet

Rigger er konstruert slik at ekkoloddet får signa-

ler fra en horisontal og en vertikal svinger, som gjør

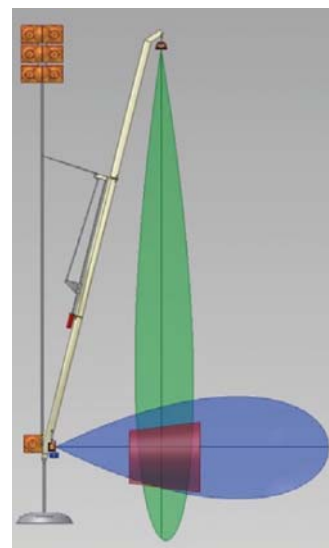
at fisk kan observeres både fra siden og ovenfra. Det samme observasjonsfeltet dekkes av et digitalt kamera, slik at man kan sammenligne bildet av fisken med den målstyrken som registreres av ekkoloddet. Dermed får man eksakt kunnskap om hvordan ulike fiskeslag, fiskens størrelse, posisjon osv. påvirker målesignalene. Systemet skal også kunne avdekke endringer i ekkostyrke over døgnet og gjennom sesongen. En har allerede sett forskjeller i middelekk fra dag til natt, og endringer av ekkostyrke for gytmoden fisk. Dette skal nå kartlegges bedre.

Både svingere, kamera og ekkolodd styres ved hjelp av en datamaskin med egenutviklet programvare. Styring av svingeren og rigg tar for øvrig hensyn til varierende strømforhold i vannet. Spesialsvingeren er utviklet sammen med Simrad A/S og kameraet, som greit lagrer 30 000 bilder, er konstruert av Haugesund-firmaet Imenco A/S.

Tilsvaret 1000 mobiltelefonbatterier

Forskerne har også utviklet et helt nytt Litium-Ion batteri til å drive det hele. Batteriutviklingen har foregått i to prosjekter med Forskningsråd-støtte, og er gjennomført i samarbeid med blant annet to hovedfagstudenter ved Ingeniørhøgskolen i Bergen. Man har ikke firt på kravene til kraftforbruk i ekkoloddene, fordi det ville gått ut over nøyaktigheten. Derfor har det vært behov for usedvanlig kraftige batterier. Litium-ion batteriet yter 8 kWh, som tilsvarer omlag tusen mobiltelefonbatterier, og er nok til 6-7 dagers drift. Kapasiteten kan imidlertid enkelt økes til å holde i 2-4 uker.

– Instrumentutviklingen har vært veldig bra. Ved Havforskningsinstituttet har vi økt vår kompetanse spesielt innenfor programvare av autonom styring, understreker Ona.



Rigger har motorstyrt vinkelregulering, to splittstrålesvingere og digitalkamera.

Skaper orden i satellittmylderet

Norge får jevnlig besøk av noen titalls fjernmålingssatellitter som tar en mengde bilder i løpet av året. Men bildene fra ulike satellitter kan være svært forskjellige når det gjelder egenskaper som detaljrikdom, størrelse og fargespektrum. Norsk Regnesentral har utviklet metoder som kan håndtere den varierende informasjonen fra mylderet av satellittbilder.

Det er snart 40 år siden vi fikk de første fjernmålings-satellittene, som for lengst er blitt viktige verktøy til formål som miljøovervåking og ressurskartlegging. Men for rundt fem år siden begynte en ny generasjon av jordobservasjonssatellitter å bli tilgjengelige. De nye satellittene har til dels bedre spektral og romlig oppløsning, flere ulike typer sensorer, og gir mer data med muligheter for lange tidsreier av bilder.

Et mylder av satellittbilder

Dermed har forskerne fått tilgang til satellittbilder som kan variere fra å dekke store områder med en romlig oppløsning på opptil 5 km, til å dekke mindre områder med en oppløsning på under 1

meter. I tillegg dekker noen av satellittene bare den synlige delen av lysspekteret, mens andre satellitter tar bilder langs hele skalaen fra ultrafiolett til infrarødt lys, og atter andre satellitter bruker radar og kan fotografere både gjennom skydekker og om natten. – De såkalte hyperspektrale satellittene, som er ganske nye av dato, opererer gjerne i mer enn 50 spektralbånd samtidig, forteller sjefsforsker Line Eikvil ved Norsk Regnesentrals Avdeling for statistisk analyse, bildeanalyse og mønstergjenkjenning.

Eikvils forskergruppe har nå utviklet matematiske modeller og metoder som kan utnytte den økte mengden og variasjonen i jordobservasjonsdata bedre enn det som har vært mulig tidligere. – Økt utnyttelse er viktig for mange anvendelser knyttet til overvåking av miljø, og til overvåking og kartlegging av naturressurser, forteller Eikvil.

Fire områder

Prosjektet har konsentrert seg om utvikling av metoder og verktøy innenfor fire områder:

– Multisensor-analyse: Nye metoder gjør det enklere å kombinere data fra forskjellige sensorer med ulike egenskaper. Har vært anvendt på kombinasjoner av radarbilder for klassifikasjon



Sør-Norge, 1 km
(NOAA-AVHRR)



Oslofjorden, 30 m
(Landsat)



Ullevål stadion, 0,6 m

Detaljinnholdet i bilder fra ulike satellitter kan variere svært mye, som i dette eksemplet med bilder fra (f.v.) satellittene NOAA-AVHRR, Landsat og Quickbird. Ullevål stadion i Oslo ligger omtrent midt i alle bildene. (Illustrasjon: NR)

av landbruksområder og viser forbedrede resultater i forhold til standard teknikker.

– Hyperspektral analyse: Nye metoder for klassifikasjon har vært testet ut for klassifikasjon av skog og for klassifikasjon av bynære områder.

– Multiskala-analyse: Nye metoder som bedre utnytter data fra bilder med forskjellig oppløsning. Har vært anvendt til klassifikasjon av bynære områder med mye detaljinformasjon, og viser en klar forbedring av nøyaktigheten.

– Multitemporal analyse: Ny metodikk for å kombinere og klassifisere tidsreier av bilder, ved for eksempel å utnytte kunnskap om vegetasjonens utviklingsforløp gjennom en vekstsesong i kombinasjon med observerte bilde-data. Har vært anvendt på klassifikasjon av høyfjellsvegetasjon; den utviklede metodikken er mer robust og fleksibel enn eksisterende teknikker.

Verktøy i forskningen

Eikvil understreker at metodene først og fremst er verktøy til bruk i andre forskningsprosjekter. NR anvender dem nå i et prosjekt som handler om automatisk produksjon av beitekart og overvåking av endringer i kulturlandskapet, og er i gang med å utvikle tjenester for vegetasjonskart-

legging i samarbeid med Direktoratet for Naturforvaltning og Norsk Institutt for jord- og skogkartlegging. Instituttet vil også ta metodene i bruk i prosjekter innenfor det europeiske initiativet GMES (Global Monitoring for Environment and Security).

PROSJEKTFAKTA

New Generation Earth Observation Tools

Prosjektleder:
Sjefsforsker Line Eikvil, Norsk Regnesentral

Partnere:
Institutt for informatikk, UiO

<http://remotesensing.nr.no/>



Postboks 2700 St. Hanshaugen

N-0131 OSLO

Telefon: 22 03 70 00

Telefaks: 22 03 70 01

Post@forskningsradet.no

www.forskningsradet.no

ISBN 82-12-02273-0 (trykksak)

ISBN 82-12-02274-9 (pdf)