

Ferger kan brukes til mye rart

Av Jan Magnusson

Jan Magnusson er forsker ved Norsk institutt for vannforskning

Starten

I 2000 fikk Norsk institutt for vannforskning bevilget midler fra Norges Forskningsråd for å utvikle et automatisk overvåkingssystem av havmiljøet på fartøy som går i faste ruter. Sammen med Havforskningsinstituttet Forskningstasjonen Flødevigen og Institutt for geofysikk (UiO) startet i konstruksjonen av et slikt system på Color Line: *Color Festival* som daglig trafikkerer strekningen Oslo – Hirtshals.

Hvorfor?

Formålet var å foreta observasjoner av vannkvaliteten og andre relevante parameter, samt å sikre vannprøver som senere kunde analyseres på laboratoriet. Resultatene ville bli brukt til overvåking og forskning.

Fordeelene med et slikt system er at det er kostnadseffektivt sammenlignet med andre mer tradisjonelle metoder for innsamling av data fra havet. Transporten er gratis, dvs. i vårt tilfelle har Color Line både stilt opp med sitt fartøy og bidratt med installasjonsarbeidene. Fast rute og regelmessige avganger gjør det også lett å planlegge for overvåking.

Hvordan?

Sjøvann taes fra *Color Festivals* kjølevannsinntak i ca 3.5 m dyp. Fra en boks i fartøysiden der kjølevannet pumpes videre til maskinen ledes en delstrøm til et skap med sensorer. Her måles kontinuerlig vannets temperatur, saltholdighet, klorofyllfluorescens og turbiditet. Signalene overføres til en PC hvor det er valgt å lagre observasjoner hvert minutt. Fra sensorene går vannet videre til et overløp hvor det kan hentes vannprøver til et kjøleskap med 24 1 liters vannflasker (ISCO). Fra kommandobroen hentes fartøyets posisjoner fra en GPS-navigator. Disse signalene lagres sammen med sensorobservasjonene. Her ligger også et program som velger når vannflaskene i kjøleskapet skal få tilført vann (way-points). Opp til 24 stasjoner med 1 liter vann kan velges. Det er også mulig å velge færre stasjoner og større vannprøver.

På hver side over kommandobroen er det satt opp automatiske lysmålere, og dataene herfra overføres til PCen i maskinrommet hvor de lagres sammen med de andre observasjonene.

Observasjoner av lys, vannets temperatur, saltholdighet, klorofyll-

fluorescens og turbiditet overføres kontinuerlig via satellitt og legges ut på Internett hvert minutt når fartøyet er underveis, dvs. normalt hvert døgn fra klokken 10-18 Hirtshals – Oslo, og fra klokken 20-08 Oslo – Hirtshals. Dette gir en dag/natt dekning av strekningen. Ut fra disse observasjonene kan behovet for analyse av vannprøver vurderes. For algeovervåkingen gir klorofyllsensoren et bilde av planteplanktonbiomassen i sjøen. Er situasjonen interessant, vil vannprøvetakeren om bord startes og vannprøver innsamles for artsbestemmelse. Vannprøver kan også analyseres på for eksempel nærings-salter. Vannprøvene benyttes også for å kontrollere at sensorene fungerer.

Systemet er også testet mht. korrekt innsamling av vannprøver for miljøgiftsanalyser. Det har vist seg at det går an å bruke systemet til analyser av organiske miljøgifter som PCB, men ikke til alle metaller.

Eksempel på observasjoner og praktisk bruk av disse

Siden 2001 har systemet vært i drift, men fortsatt foretas justeringer ut fra de erfaringene vi høster. Det brukes nå til overvåking av skadelige alger i Skagerrak og Oslofjordområdet, i Statens forurensningstilsyns program for miljøovervåking (kystovervåkingen) og i overvåkingen av indre Oslofjord. Systemet er også tatt i bruk i ulike forskningsprosjekter. Siden 2003 har NIVA deltatt i et EU-prosjekt – FerryBox - hvor ulike europeiske forskningsmiljøer med tilsvarende systemer som NIVA deltar.

Hensikten med FerryBox prosjektet er å se på driftsikkerheten, sammenligne ulike løsninger samt direkte vurdere hvilken nytte systemene har for spesielt eutrofi-overvåking (for eksempel for Vannrammedirektivet), men også som et komplement til satellitt-overvåking. Ikke minst gjelder dette utvikling og validering av algoritmer for dataprodukter fra satellitter.

Observasjonene legges ut på en Internett-side som er passordbeskyttet. Dette har vært naturlig så lenge utviklingsarbeidet har pågått. Flere forskere og spesielt interesserte har imidlertid fått tilgang til Internett-siden, slik at den brukes aktivt i ulike sammenheng av andre enn NIVA.

Figur 1 viser et eksempel fra den 20.2.2004. Her framgår tydelig den første våroppblomstringen av planteplankton i Skagerrak.

Skadelige alger

Vekst av planteplankton er forutsetning for nesten alt liv i havet, men oppblomstringene kan bli så store at de forårsaker problemer for eksempel for akvakulturnæringen, spesielt om algene dessuten er giftige slik at de dreper fisken. Slike oppblomstringer har vært registrert og forårsaket store økonomisk tap, men også forårsaket død og skader på frittlevende fisk og andre organismer. Forekomsten av giftige alger kan også få konsekvenser for de som sanker blåskjell. Derfor overvåkes nå algesituasjonen langs Norges kyster både for akvakulturnæringen, og av Mattilsynet som gjennom Matportalen på Internett gir ut advarsler mot konsum av skjell. Overvåkingen skjer dels på skjell-

prøver (26 stasjoner langs kysten) dels ved analyser og telling av skadelige alger. NIVA innsamler nå regelmessig vannprøver til algeanalyser fra *Color Festival*, hvor prøvene taes ut etter nivåer på klorofyllfluorescensen. Fergeprøvene har en fordel i det at situasjonen overvåkes hver dag og at prøver kan taes ut når planteplanktonbiomassen blir stor eller når det er annen informasjon om mulig forekomst av skadelige alger. Strømssystemet er også slik i Skagerrak at oppblomstringer i Kattegatt eller indre Skagerrak etter noen dager normalt føres inn mot Norskekysten og videre mot oppdrettsanlegg i for eksempel Flekkefjordområdet (Early warning). Hvis skadelige alger opptrer i tilstrekkelige mengder for å kunne gi giftige skjell, blir dette også rapportert. Fordelen med systemet er innlysende både ut fra informasjonsbehov og ut fra kostnader. Imidlertid ligger en begrensning i fartøyets faste rute og at innsamlingen begrenses til de øverste 4 metrene av vannmassen. Mangel på horisontal dekning kan kompenseres med satellittbilder (hvis det ikke er mye skydekke eller solen står for lavt ved passeringen). Figur 2 viser resultater fra *Color Festival* under oppblomstringen av planktonalgen *Chatonella* i 2001.

Overvåking av overgjødning

Systemet kan også brukes til å få et bilde av overgjødningen av et område. Internasjonale avtaler og nasjonale veiledninger definerer ulike kriterier for vannkvalitet bl.a. m.h.t. eutrofitilstanden (SFT, 1997, OSPAR,

2001). For å fastslå et områdes eutrofitilstand kreves flere observasjoner, spesielt i områder med hyppige forandringer. Kravet til observasjonsfrekvens er naturlig størst i overflatevann med store naturlige variasjoner og mindre i dypere vannmasser med lengre oppholdstid. Det vil også bli krav på å kunne påvise forandringer med gitt statistisk sikkerhet i trendanalyser. I arbeidet med implementeringen av Vannrammedirektivet (VRD) vil også typologiske informasjon bli nødvendig, og her vil observasjonene fra bl.a. *Color Festival* bidra.

Et eksempel fra vinteren 2004 vises her. Vinterobservasjoner av næringsalter inngår i både norske og internasjonale (OSPAR, VRD) klassifiseringssystem for eutrofi. Om vinteren er planteplanktonproduksjonen lav, slik at næringsalkonsentrasjonen uforstyrret skal avspeile tilførsler av næringsalter i et område. Er det antropogene tilførsler skal disse gi overkonsentrasjoner i området. Da er det viktig å unngå analyser av vannprøver ved planteplanktonoppblomstringer som i tid varierer mellom ulike havområder og også fra år til år (klimavariasjoner). Figur 3 viser indirekte planteplanktonbiomassen målt som klorofyllfluorescens i Ytre Oslofjord (stasjon 14) fra januar til mai 2004, samt når det er valgt å samle inn vannprøver. Vår oppblomstringen startet her i slutten av februar og for å få et tilstrekkelig antall observasjoner av vinterkonsentrasjoner av næringsalter må valget bli blant vannprøver innsamlet mellom desember og slutten av februar. Etersom vannprøvene kan innsamles og konserveres, blir de

oppbevart til ”sesongen” er over og en er sikret statistisk korrekt antall prøver sett ut fra formålet med prøvetakingen. Det er innlysende at dette er kostnadsbesparende, og at en slik strategi over et større område har klare kvalitetsmessige fordeler.

Figur 3 viser at nitrat+nitritkonsentrasjonene synker raskt ved den første oppblomstringen omkring den 19.2 og at analyser i slutten av februar og i mars ikke er brukbare som ”vinterkonsentrasjoner”. Nitratvariasjonen i januar og begynnelsen av februar viser den naturlige variasjonen hvor nedbør, elvetilførsler, strømforhold etc. påvirker forholdene. Det kan beregnes en «brukbar» middelvei fra disse observasjonene. Når det er innsamlet betydelig flere vannprøver enn hva som er analysert, er det også mulig å komplettere med ytterligere analyser fra denne perioden.

I figur 4 er tilstanden bedømt etter Statens Forurensningstilsyns klassifiseringssystem for vannkvalitet i kyst og fjordområder (Molvær, m.fl., 1997), basert på midlere vinterkonsentrasjoner av nitrat+nitritt.

Her er bare en parameter brukt som eksempel på hvordan denne teknikken kan brukes. For å oppfylle kravet til overvåking av planteplanktonbiomasse gjennom produksjonssesongen og beregne lengden av våroppblomstringen (OSPAR, VRD) og forholdene sommerstid (SFT), kreves store resurser hvis tradisjonelle metoder skulle brukes.

Miljøgifter

Det var ikke opprinnelig tenkt å bruke systemet til analyser av miljøgifter.

Imidlertid ble det aktuelt å prøve dette i samband med en stor flom i Tyskland høsten 2002. Flommen i bl.a. Elben førte til store transporter av miljøgifter til kystvannet, og det forelå en risiko for at disse skulle føres med strømmene fra Tyskebukta via nord-Danmark over til Norge. Vannprøver fra *Color Festival* ble derfor analysert på enkelte aktuelle miljøgifter for å undersøke hva som var mulig. Det viste seg at organiske miljøgifter som PCB (samt PAH og DDT) kunne analyseres uten kontaminering fra selve systemet, men at det som forventet ble kontaminering av metaller (Cd, Pb og Cu).

Flomvannet fra Tyskland kom aldri nordover da strømmene var ”gunstige” denne gang. Imidlertid kan en i fremtiden vurdere å bruke passive prøvetakere om bord for å overvåke enkelte organiske miljøgifter.

Andre bruksområder

Det finnes en rekke andre bruksmuligheter for en plattform av *Color Festival*-typen. Vannkvalitet og algevarslinger er bare to aktuelle eksempler. Kartlegging av strømforhold (for eksempel for sikrere navigasjon), radioaktivitet i vann og luft, UV-stråling, overføring av meteorologiske observasjoner fra områder hvor dette mangler, m.m. er aktuelle felter. Egentlig ligger begrensningen i om det finnes fungerende sensorer, eller om informasjonen kan innhentes fra vannprøver. Fordelen er at et system er på plass, og at det er tilsyn med systemet (personalet i maskinrommet) og at observasjonene overføres automatisk til brukere på land.

Color Festival systemet er i dag aktivt i bruk også i forsknings sammenheng. Det gjelder spesielt validering og utvikling av algoritmer for satellittdata (for eksempel EU-prosjektene REVAMP og DISMAR), Den Europeiske Romfartsorganisasjonen og Norsk Romsenter.

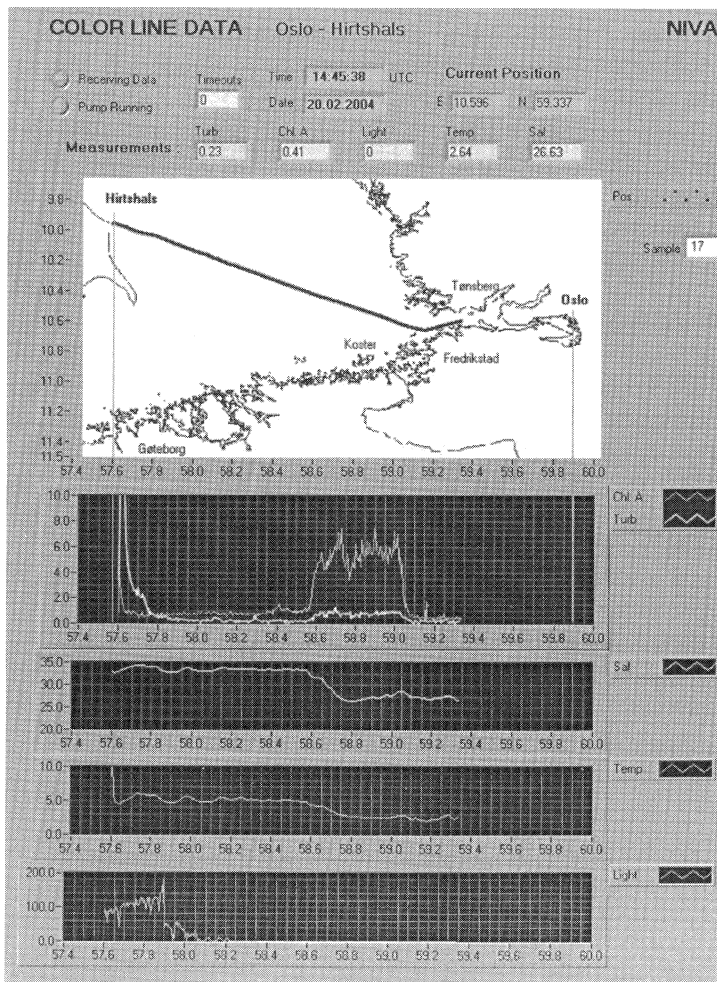
Hva med fremtiden?

Foruten *Color Festival* er det nå montert et nytt system på et av Hurtigrutens fartøy, (*Trollfjord* Bergen – Kirkenes), og det planlegges et på Fjordlines rute mellom Bergen og Hanstholm. Oslo – Kiel er en annen interessant linje. For mer informasjon henvises til web-siden www.niva.no/colorline/. Figur 5 viser de ulike rutene, samt aktive ruter i Østersjøen som opereres av Havforskningsinstituttet i Helsinki.

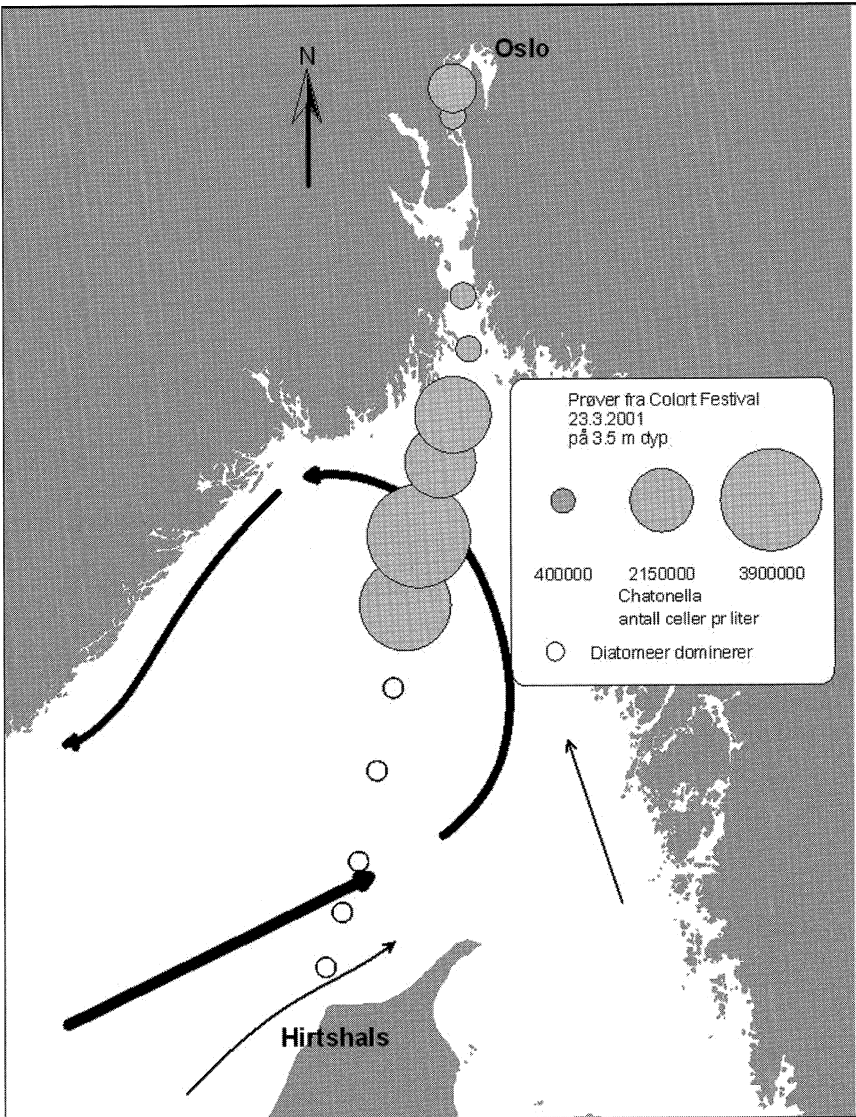
Litteratur

Molvær J., Knutzen, J., Magnusson J., Rygg B., Skei J., Sørensen J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning 97:03. Statens forurensningstilsyn.

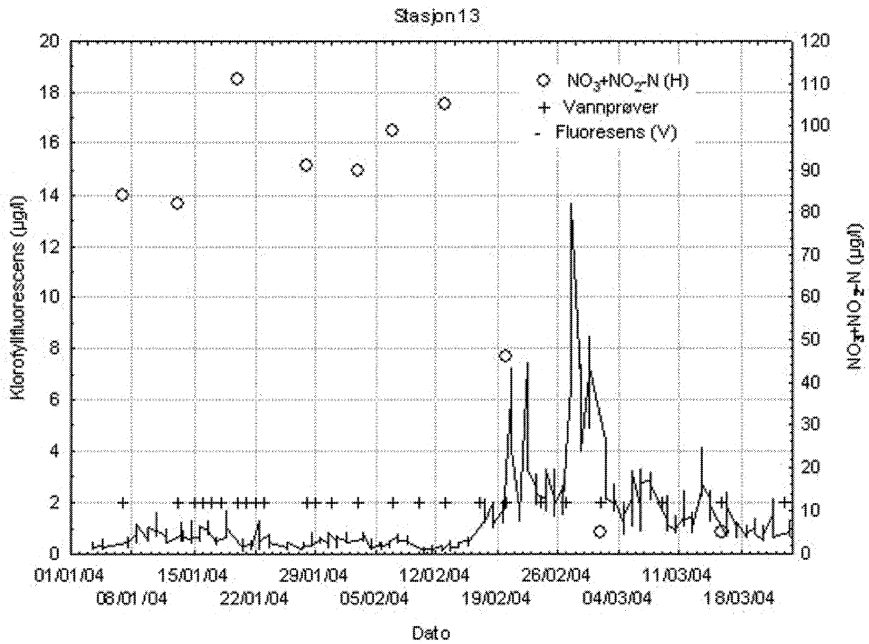
OSPAR 2001. Common assessment Criteria, their Assessment Levels and Area Classification within the Comprehensive Procedure of the Common Procedure. (Meeting of the Eutrophication Committee (EUC) Berlin 26-30 November 2001. Annex 5 (§ 2.5 a).



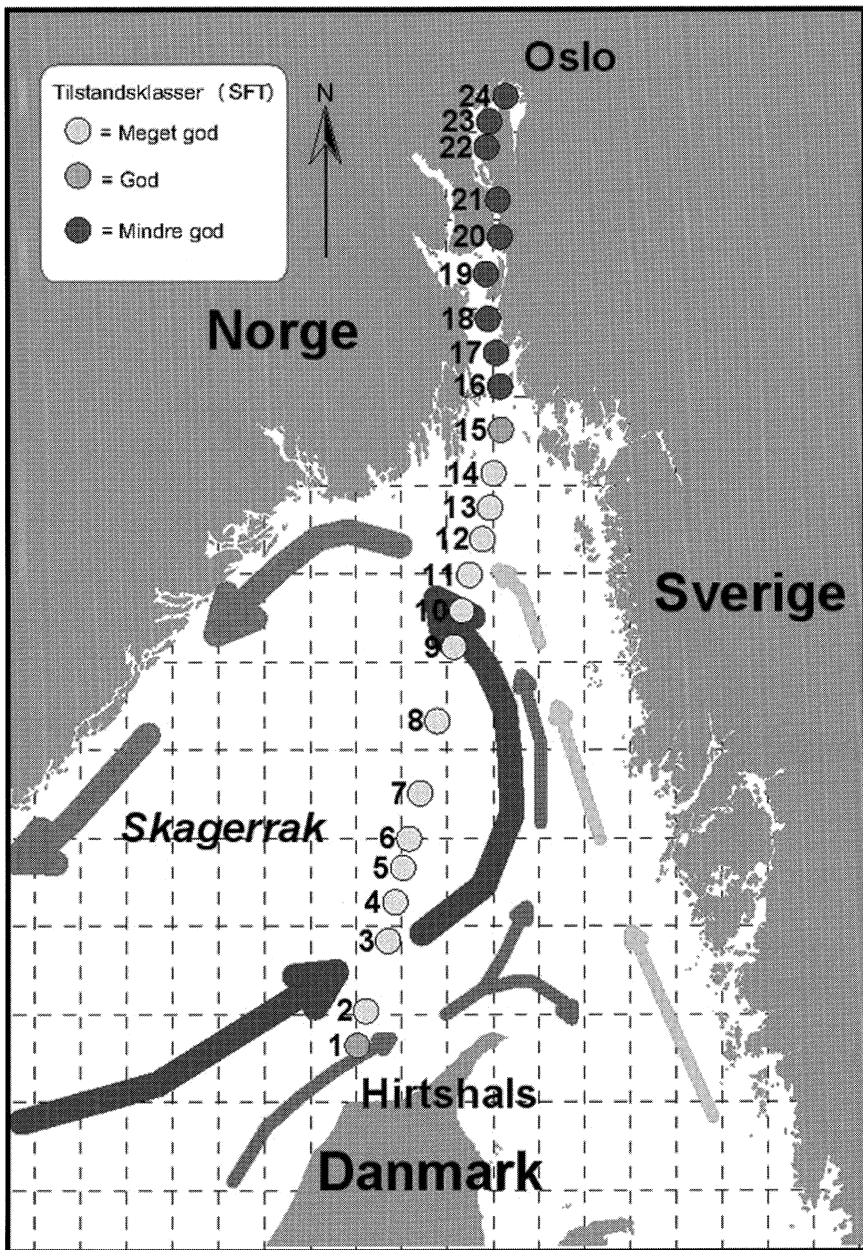
Figur. 1. Bildet er hentet fra Internett-siden den 20.2.2004 klokken 14:45 (tiden er i UTC som tilsvarende GMT). Den er i farger noe som gjør det lettere å se forskjeller. Øverst vises at systemet er i gang (Pump running, Receiving data) samt dato og tid. Videre fartøyets posisjon i øyeblikket (Current position) samt verdiene på sensorene (turb= turbiditet (NTU), Chl A.= klorofyllfluorescens ($\mu\text{g/l}$), Light = lys i ($\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$), Temp=temperatur ($^{\circ}\text{C}$) og Sal=saltholdighet). Fartøyets rute vises av streken over Skaggerak, og en ser at *Color Festival* hadde nådd Rauer i ytre Oslofjord. Fellet 'Sample' angir at vannhenter nr 17 er fylt med vann. Grafene under kartet viser sensorens verdier langs ruten. Den øverste grafen viser klorofyllfluorescens og turbiditet. Fluorescenskurven viser et maksimum nord for Koster (oppblomstring av alger), mens turbiditetskurven viser høye verdier utenfor Hirtshals (mye sand i det grunne danske farvannet). Deretter følger en graf over saltholdigheten i vannet. Den påfølgende temperaturkurven viser at det tar litt tid etter at fartøyet har startet fra Hirtshals innen temperaturen synker til reelt nivå. Den nederste grafen beskriver lyset, og den viser at det var lite lys denne februar dagen.



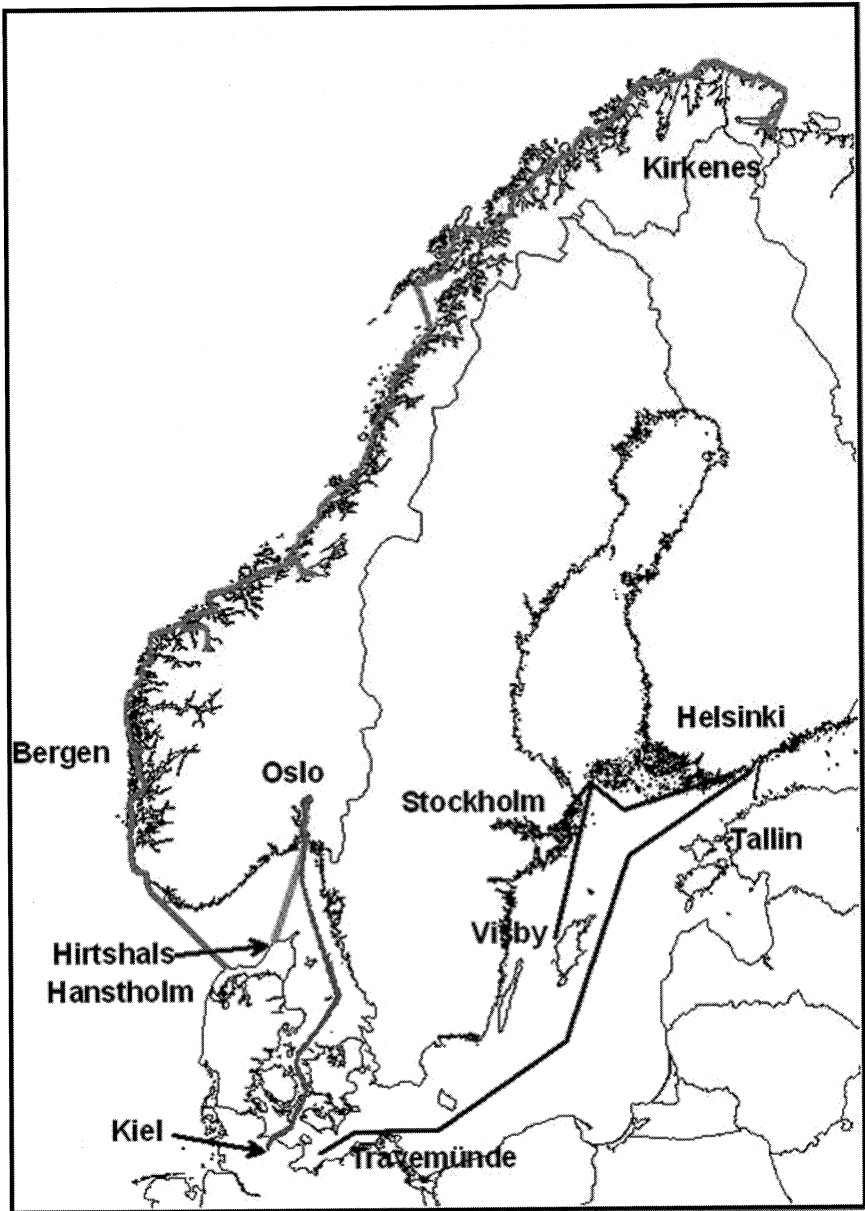
Figur 2. Prøver fra *Color Festival* som viser forekomsten av den skadelige algen *Chatonella* i Skagerrak og Oslofjorden mars 2001. På figuren er midlere strømforhold inntegnet.



Figur 3. Klorofyllfluorescens (indirekte mål på plantep planktonbiomasse) sør for Færder i ytre Oslofjord fra januar til mai 2004 samt konsentrasjonen av nitrat+nitritt fra utvalgte vannprøver. Tidspunkter for alle vannprøveuttak er markert med kryss.



Figur 4. Klassifisering av tilstand i overflatevannet etter det norske miljøklassifiserings-systemet. Klassifisering etter midlere nitratkonsentrasjoner vinteren 2004, når hensyn er tatt til for å unngå våroppblomstringen av planteplankton. Oslofjordområdet har mindre god vannkvalitet, mens sentrale deler av Skagerrak kan klassifiseres som meget god.



Figur 5. Fergeruter hvor det er etablert overvåkingsystemer (Oslo –Hirtshals) og ruter hvor installasjon er i startet (Bergen-Kirkenes) og planlagt (Bergen- Hanstholm), samt Kiel – Oslo hvor et firma i Tyskland tester et eget system. I Østersjøen brukes flere ferger av Havforskningsinstituttet i Helsinki for algevarsling. Informasjonen legges regelmessig ut på Internett (<http://www.fimr.fi/en/itamerikanta/tietoa/mittautulukset.html>).