

# **Rapport**

**Installasjoner av miljøovervåkningssystem på  
Hurtigruteskipene MS Trollfjord og MS Vesterålen.**

**Utarbeidet for  
Rådet for operasjonell oseanografi,  
Norges Forskningsråd og Fiskeri og Havbruksnæringen  
Forskningsfond**

**av**

**Norsk Institutt for Vannforskning og  
Havforskningsinstituttet**

Kai Sørensen  
NIVA Oslo,  
25. januar 2005

## 1. Bakgrunn

Langtidsovervåkning fra tilgjengelige skip ("Ships of opportunity") har lenge vært kjent innen oceanografisk forskning, og Hurtigruten har lange tradisjoner i så måte. Havforskningsinstituttet installerte allerede på 30-tallet måleinstrumenter for kontinuerlig måling av temperatur og semikontinuerlig bestemmelse av saltholdighet på sjøvann tatt fra kjølevannstakene på Hurtigruteskipene MS Vesterålen og MS Lofoten. Med noen få avbrekk har målingene fortsatt fram til i dag, og gjør disse målingene til en av de lengste dataseriene som finnes langs vår kyst med stor betydning for tolkning av naturlige klimavariasjoner.

I tråd med nyutvikling av sensorer har interessen for slike målinger økt, og mulighetene for å automatisere slike målinger er nå mulig. Utviklingen med internett og dataoverføringen gjør også at denne type data kan presenteres raskt for brukerne. Utvikling av slike systemer er et viktig supplement innen miljøovervåkning av vår lange kyststrekning.

NIVA har sammen med Havforskningsinstituttet (Flødeviken) og Universitet i Oslo gjennomført et prosjekt for Norges forskningsråd (NFR) hvor moderne sensorteologi og dataoverføring via satellitt har blitt testet på strekningen Hirtshals-Oslo med Color Festival. Dette arbeidet er videreført i EU-prosjektet FerryBox ([www.ferrybox.no](http://www.ferrybox.no)), hvor bruk av denne type data blir utprøvd for studier av eutrofiering, transport av vannmasser og bruk sammen med satellittdata. NIVA deltar også i EU-prosjektet DISMAR som ledes av Nansensenteret for Miljø og Fjernmåling og hvor også Meteorologisk Institutt deltar som den tredje norske partneren. Her skal data fra fergesystemet brukes spesielt inn mot et algevarslingssystem. Også partnerne i NFR prosjektet Moncoze (NERSC, HI, met.no) har vist stor interesse for "ship-of-opportunity" data som støtte til operasjonell overvåkning og prognose av marin tilstand langs norskekysten.

I dag driver Havforskningsinstituttet (HI) fortsatt en termosalinograf på MS Vesterålen tilhørende Ofotens og Vesteraalens Dampskipsselskap, mens systemet på Lofoten nå er tatt ut av drift slik at målefrekvensen har blitt halvert. Det er derfor ønskelig å opprette målinger på et nytt skip for igjen å bedre målefrekvensen. NIVA/Akvaplan-niva as har inngått avtale med Tromsø Fylkes Dampskipsselskap om installasjoner av et målesystem på Hurtigruten MS Trollfjord og deres andre skip. For å dekke kyststrekningen syd for Bergen har NIVA en tilsvarende avtale med Fjord Line og tilsvarende installasjoner på Fjord Norway blir ferdigstilt i februar 2005.

Hurtigruten passerer mange fjorder og havstrekninger og kan være et viktig supplement til overvåkingen i disse områdene bl.a. for oppdrettsnæringen. Slike data kan inngå i algevarslingsprogrammet slik det gjør for Color Festival og Fjord Norway i Skagerrak og Nordsjøen. For Nordområdene kan slike data inngå i et fremtidig system for "Barentshavet på skjerm", og sammen med satellittdata vil de være sentrale i et slikt system. NIVA har inkludert bruk av denne type data i Norsk Romsenters nye program (SATHAV) for utvikling av marine tjenester basert på satellittdata. Her vil "ships-of-opportunity" data inngå som en del av utviklingen av en forbedret algevarslings-tjeneste og som datagrunnlag for utvikling av miljøindikatorer for Rammedirektivet for Vann sammen med satellittdata.

## 2. Tekniske installasjoner

### 2.1 Installasjonen på MS Trollfjord

#### 2.1.1 Oversikt over miljøovervåkningssystemet

Våren 2004 ble det installert egne vanninntak på MS Trollfjord på ca 3 meters dyp for bruk til miljøovervåkningssystemet. Senere under våren ble alle de tekniske installasjoner av systemet montert og var ferdigstilt i juli 2004. MS trollfjord (Figur 1) er av de nyere skipene til Tromsø Fylkes Dampskipsselskap (TFDS).



Figur 1. Hurtigruteskipet MS Trollfjord.

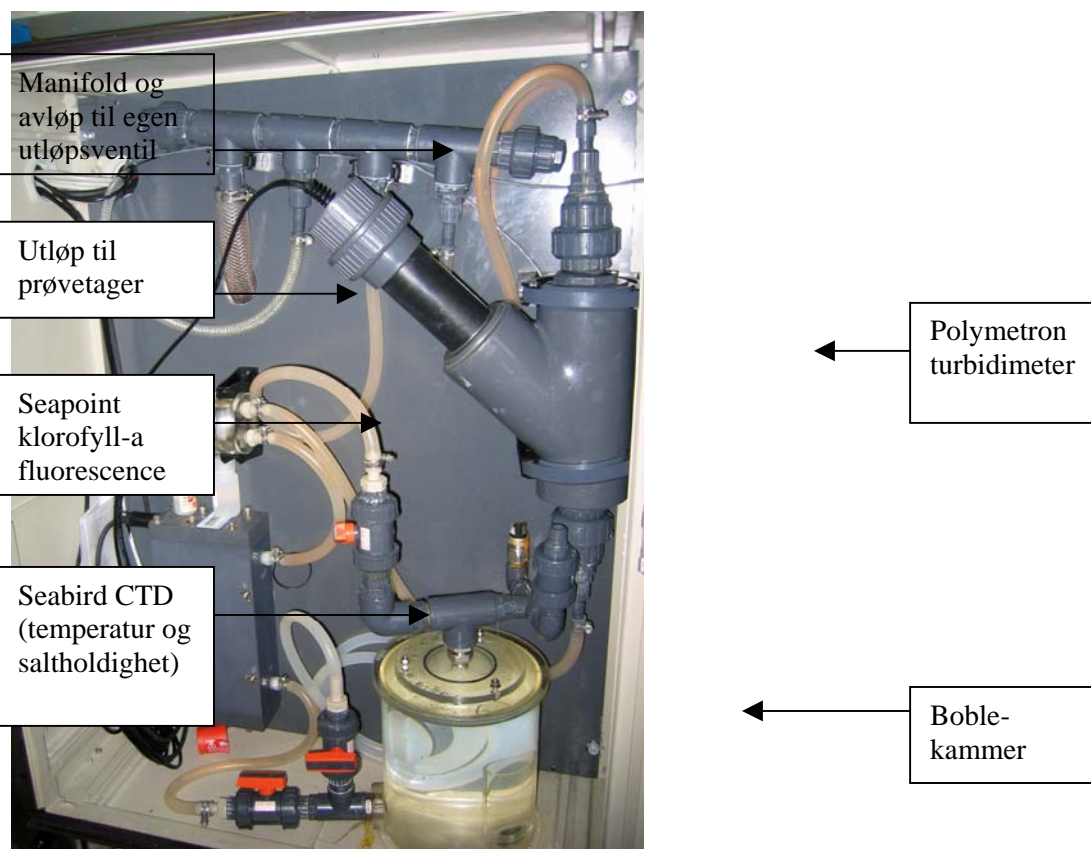
Miljøovervåkningssystemet er montert i skipets fremre pumperom og består av en egen langsomtgående slangepumpe som sikrer skånsom pumping av vannet for at prøvetagningen for planteplankton analyser skal bli optimalt. Videre er alt utstyr montert i ulike skap for sterkstrøm, elektroskap, PC/dataskap og prøvetager for uttak av vannprøver for senere analyse (Figur 2).



Figur 2. Oversikt over installasjonen om bord i MS Trollfjord i fremre pumperom.

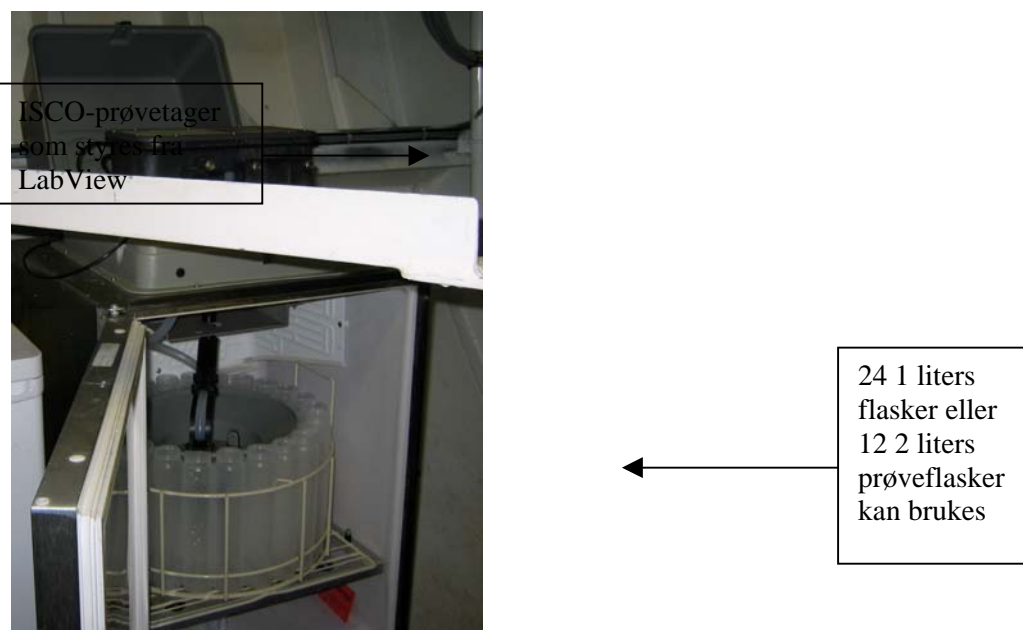
### 2.1.2 Sensorer og prøvetagning

Pumpen driver vannet med en hastighet på 2 liter/minutt gjennom kammer (luftfelle) for å fjerne luftbobler for ikke å forstyrre de optiske sensorene. Det er installert sensorer for måling av saltholdighet, temperatur, klorofyll-a fluorescence og partikler (Figur 3). Systemet ble testet under flere perioder høsten 2004 og hvor den har vært i semi-operativ drift bortsett fra en periode med mye problemer med manet i havnene. På grunn av dette ble det foretatt en oppgradering av pumpestyringen, slik at man hindrer blokkering av systemet og kontaminere sensorer mest mulig. Klargjøring og kalibrering av systemet ble foretatt i desember og var i full operativ drift fra 1.januar 2005.



Figur 3. Skap med sensorer for måling av temperatur og saltholdighet (CTD), algemengder (klorofyll-a fluorescence) og partikler (turbiditet).

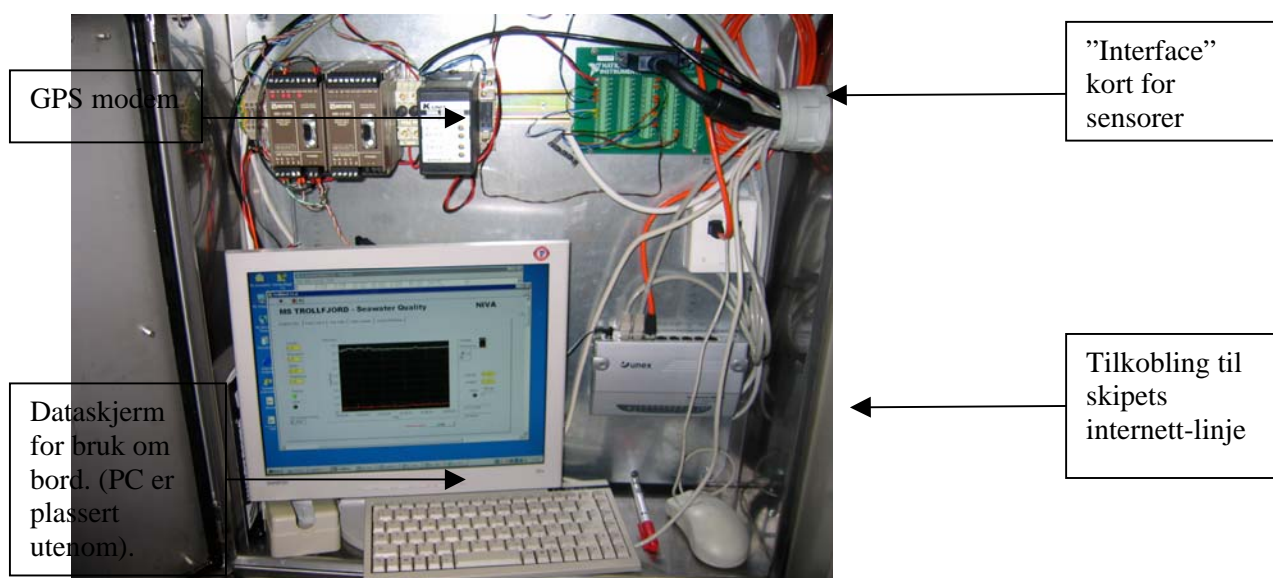
Fra et uttak i manifolden ledes vannet til en kjølt og automatisk prøvetager (Figur 4) som styres av systemet. Opp til 24 prøver 1 liters kan tas automatisk. Deretter må flasker skiftes og prøver behandles. Dette er tenkt gjort ved havner som Bergen, Trondheim og Tromsø hvor NIVA og HI har personell. På den måten vil ikke vannprøvene bli ødelagt, men kan tas hånd om etter maksimum et døgn gamle. Prøver kan også automatisk konserveres i prøvetageren.



Figur 4. Prøvetager med 24 1 liters prøveflasker for automatisk prøvetagning.

### 2.1.3 Styring og overvåkning av systemet

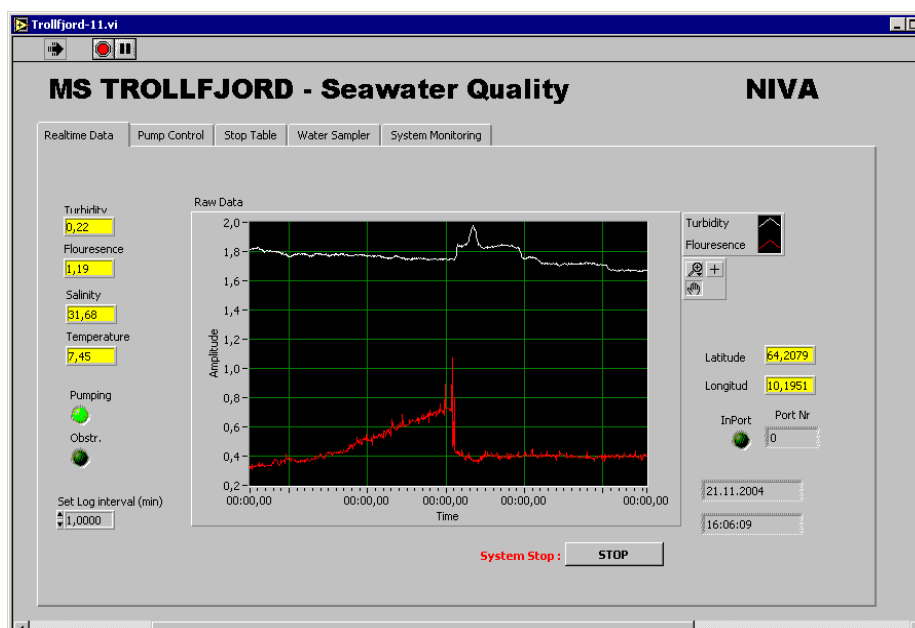
Systemet styres av programvaren LabView v7.1 som samler inn målinger fra alle sensorene hvert minutt og lagres dette i en loggfil om bord. Det er plassert en egen GPS på dekk som mates ned til datamaskinen. Det er forberedt kabler for senere utvidelser med andre sensorer på dekk som for eksempel lysmålere (kvantemålere, pyranometere, radiance sensorer). NIVA har tilgang via internett til datamaskin og LabView programmet ombord og kan derved lett betjenes og vedlikeholdes.



Figur 5. Elektroskap med plass for sensortilkobling og dataskjerm for overvåkning av systemet.

Systemet styrer pumpen slik at den stopper/starter på forvalgte områder rundt alle havnene eller ved andre posisjoner. GPS "waypoints" for å stoppe pumpen i havner og er lagt inn med +/- 0,01 grad rundt selve havneposisjonen. Som en sikkerhet er det satt inn vakuump/trykkregulatorer som skal stoppe pumpen hvis vannstrømmen blokkeres el. lign. LabView systemet sørger også for å styre prøvetagningen som enten kan utføres ved forhåndsvalgte posisjoner eller manuelt utløst via internett fra NIVA. Systemet overvåkes fra NIVA daglig via internett.

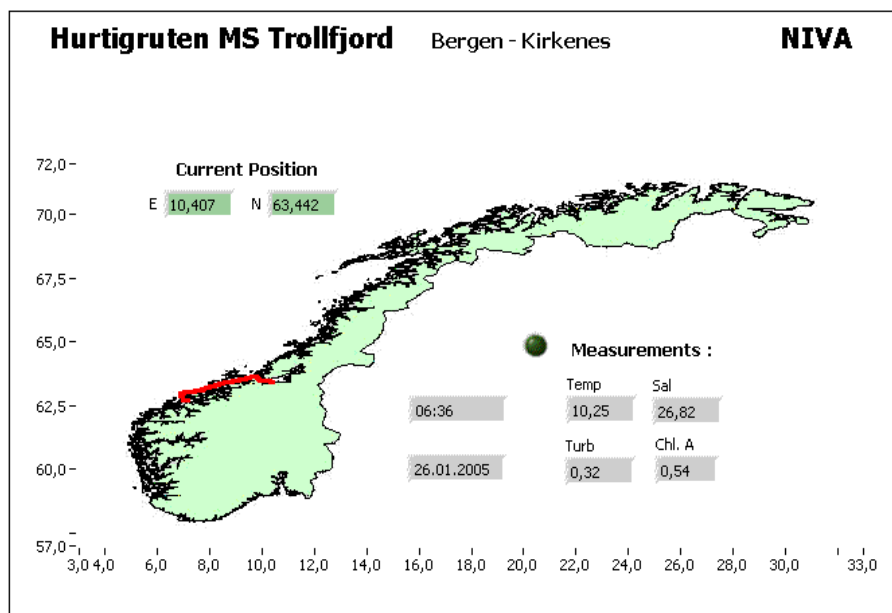
På programmet hovedside (Figur 6) finner man opplysninger og en grafisk fremstilling av rådataene for bruk ved systemovervåkingen, samt opplysninger om status på pumpe, eventuell pumpestopp eller andre feil. Her fremgår data for temperatur, saltholdighet, algemengden (fluorescence), partikler (turbiditet). Lysdioder viser status på pumpe og videre vises skipets posisjon i øyeblikket og havnummer (1- 35) regnet fra Bergen når den er i havn.



Figur 6. Hovedsiden i LabView som viser de viktigste opplysninger for bruk ved systemovervåkingen ombord eller via internett.

#### 2.1.4. Datapresentasjoner og web løsning på MS Trollfjord

Det er laget en foreløpig og enkel web-løsning (Figur 7) for bruk til overvåking av datakvalitet, sjekk av skipets posisjon og måledata. Denne er plassert om bord på datamaskinen på MS Trollfjord og brukes av NIVA og personell om bord på skipet. En fullstendig web-løsning med tilgang utenfra lages når data overføres automatisk til NIVA og er lagret i en egen database.



Figur 7. Enkel web-løsning for bruk til kontroll og om bord i MS Trollfjord.

## 2.2 Installasjoner på MS Vesterålen

MS Vesterålen var i dokk i januar 2005 og det ble foretatt en installasjon av egne vanninntak og gjort nødvendige forberedelse for installasjon av et målesystem, og man må av plasshensyn installere et enklere system. Det gamle og nye systemet vil bli operert parallelt en periode for å sikre en god overgang i de lange tidsseriene mellom de ulike systemene på MS Vesterålen. Det vil også lages en løsning for å registrere data fra den eldre termosalinografen sammen med de nye CTD målingene for å sikre en enkel datasammenligning. De manuelle prøvetagningene av saltholdighet vil også videreføres inntil man har data for å vurdere evt. overgang til kun automatisk måling med CTD.

Av nye optiske sensorer vil man vurdere alge fluorescence og partikler i tillegg til temperatur og saltholdighet. MS Vesterålen har ikke internettløsning over satellitt slik at dataoverføring må baseres på telefoni eller internett tilgangen som finnes i de større havnene. Automatisk prøvetagning slik det er løst på MS Trollfjord er ikke mulig av plasshensyn, men andre løsninger kan vurderes.

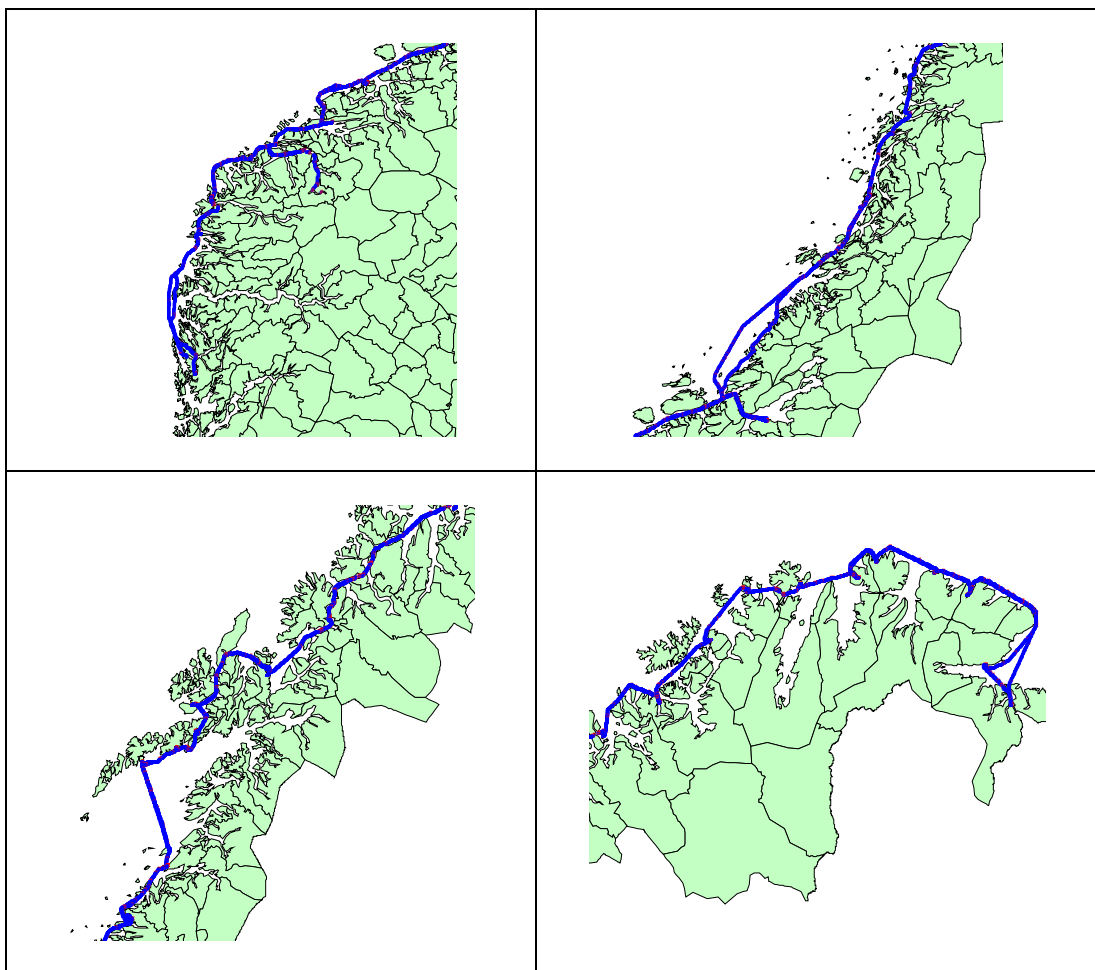
## 2.3 Hurtigrutens havner og dekningsområde

Hurtigruten anløper 35 havner mellom Bergen og Kirkenes (Figur 8) og har neste samme ruten på nordgående og sydgående tur, bortsett fra at Geirangerfjorden dekkes kun i sommerhalvåret. Seilingen fra Bergen og tilbake ta 11 døgn og med 2 skip vil man få en måling min en gang per uke. MS Trollfjord og MS Vesterålen har (i dag) ca 4-5 dagers mellomrom.

Dekningsområdet/skipsruten er vist i Figur 9 hvor også en inntegning av internettdekningskartet for MS Trollfjord er vist. Denne er omtrent kontinuerlig i hele ruten og de små områdene merket "uten dekning" har ingen praktisk betydning for dataoverføringen. Derimot må data fra MS Vesterålen må overføres i de større havnene via internett eller man vurderes bruk av GSM/GPRS overføring.



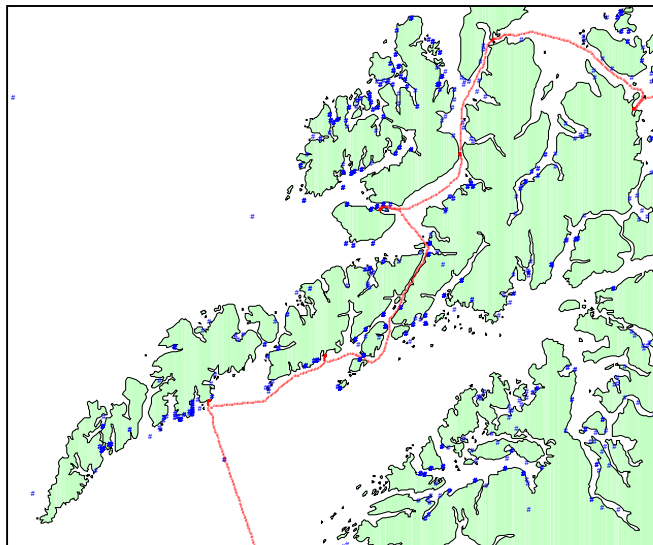
Figur 8. Hurtigrutens havner mellom Bergen og Kirkenes.



Figur 9. Rute og dekningskart for Hurtigruteskipet Trollfjord. Dekningen er basert på målinger av satellittdeknningen. (● Dekning ● Ingen deknning, data fra Terje Slydahl, TFDS).



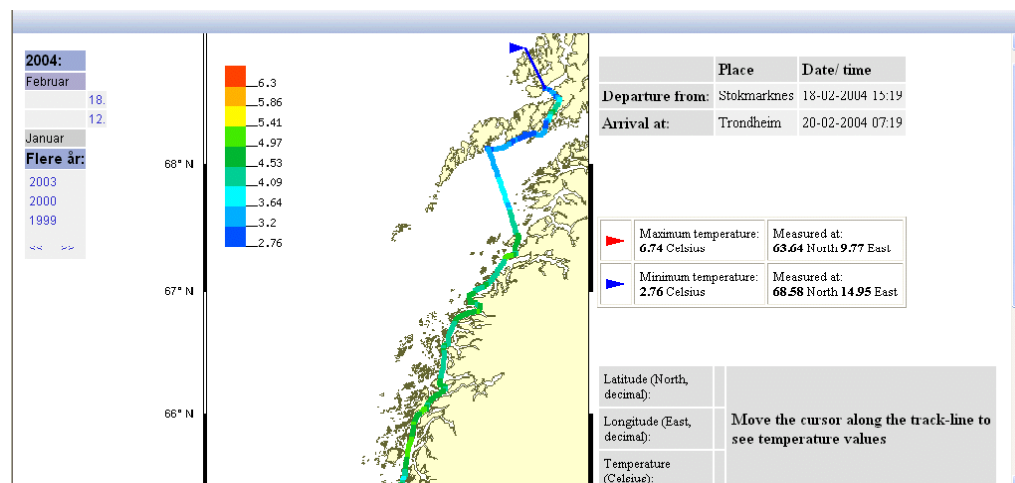
En viktig anvendelse av data fra Hurtigruten vil være for oppdrettsnæringen og et utsnitt av skipsleden for Lofoten-område er vist i Figur 10 hvor en antydning av plasseringen av oppdrettsanlegg. Figuren viser kun konsesjoner for illustrasjonens skyld.



Figur 10. Et utsnitt av Hurtigrutens skipsled i Lofoten med inntegnet konsesjoner for oppdrettsanlegg (Basert på data fra Fiskeridirektoratet).

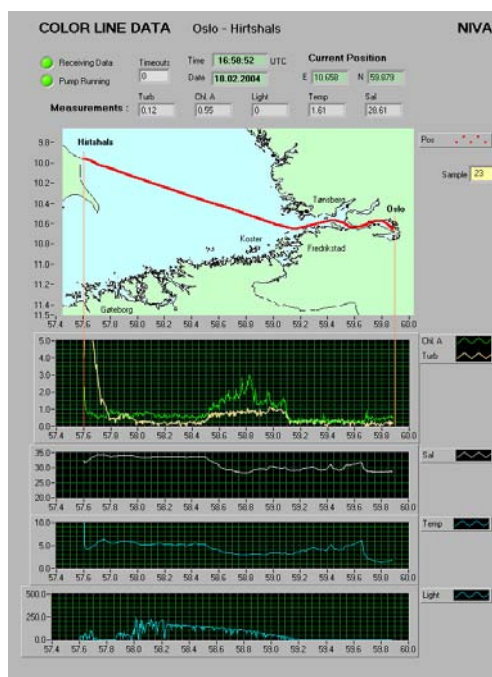
## 2.4 Datapresentasjoner for publikum og brukere

Når data foreligger i en egnet database kan de presenteres i ulike web løsninger for publikum og brukere. Havforskningsinstituttets temperatur data presenteres i dag (Figur 11) i ettertid når data er hentet fra dataloggerne på MS Vesterålen. Dette vil da kunne automatiseres via internettoverføring av data.



Figur 11. Presentasjon av temperatur data fra MS Vesterålen.

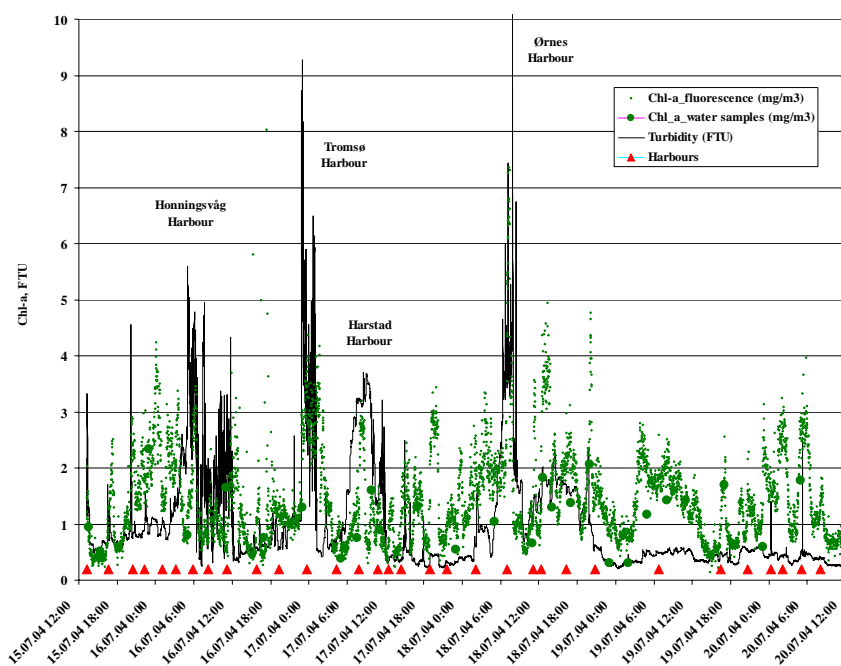
For mer "online" målinger trengs adgang til data i nær sann tid enten via internett, telefoni eller satellitt. Da kan data brukes mer direkte for algevarsling og i beredskaps sammenheng. Eksempel på slik presentasjon er for eksempel slik det er løst på Color Festival i Skagerrak (Figur 12).



Figur 12. NIVAs "online" web presentasjon for data fra Color Festival i Skagerrak som brukes i algeovervåkingen i Skagerrak.

## 2.5 Eksempel på innsamlede måledata fra MS Trollfjord

I juli 2004 ble den første testen av systemet foretatt med målinger mellom Kirkenes og Bergen. Da ble det tatt vannprøver for målinger av klorofyll-a som vist i Figur 13 sammen med sensordataene fra målesystemet. På dette tidspunktet ble vann fortsatt pumpet inn i havnene slik at turbiditets dataene er høye i disse områdene og er ikke reelle.



Figur 13. Eksempel på målinger fra Kirkens til Bergen juli 2004 målt fra MS Trollfjord.

## 2.6 Videreutvikling og drift

Systemene har et stort potensial på utvikling av nær sanntidstjenster for ulike brukergrupper i regionen og oppdrettsnæringen er en av disse, nasjonale og regionale beredskapsorganisasjoner, algeovervåkningsprogrammet, kystverket m.fl.

Det er tenkt å teste lyssensorer (pyranometere) for Meteorologisk Institutt og den Europeiske Romfartsorganisasjonen ESA har allerede vist interesse for bruk av disse data for å validere marine produkter fra satellitt og man vil da plassere ”radiance” målere på dekk. Norsk Romsenter har interesser i å utvikle marine tjenester basert på satellittdata og her bør slike data gi gode data for sanntidsvalidering.

I det videre arbeidet må man sikre god kvalitet på data gjennom å innføre gode kvalitetskontrollsystemer og rutiner for vedlikehold. Slike systemer og rutiner utvikles og testes nå gjennom EU-prosjektet FerryBox og vil overføres på våre egne ”ships-of-opportunity” systemer i Norge. Med gode kvalitetsrutiner vil dette på sikt bli verdifulle langtidsserier av miljøet langs vår kyst.

Ny sensorer er også under utvikling og kan dels testes ut på slike måleplattformer, samt settes i operativ drift når de er ferdigutviklet.