



**Fagrådet for vann- og avløpsteknisk  
samarbeid i indre Oslofjord**

## **Miljøovervåking av Indre Oslofjord**



**Det kommunale samarbeidsorganet Fagrådet for indre Oslofjord finansierer miljøovervåkingen av indre Oslofjord.**

**Prosjektet ledes av NIVA og gjennomføres i samarbeid med Biologisk institutt, UiO, og med bidrag fra Havforskningsinstituttets forskningsstasjon i Flødevigen.**

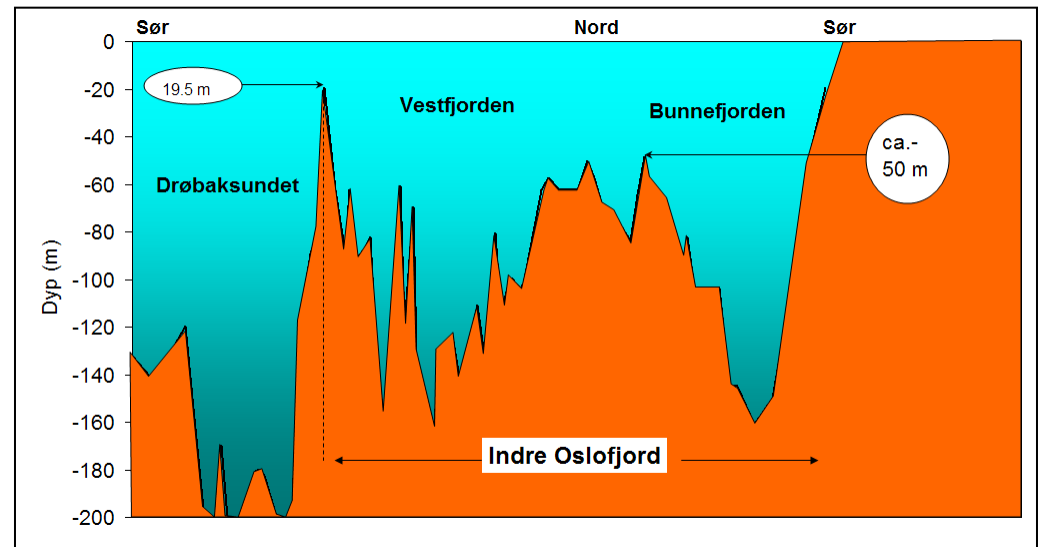
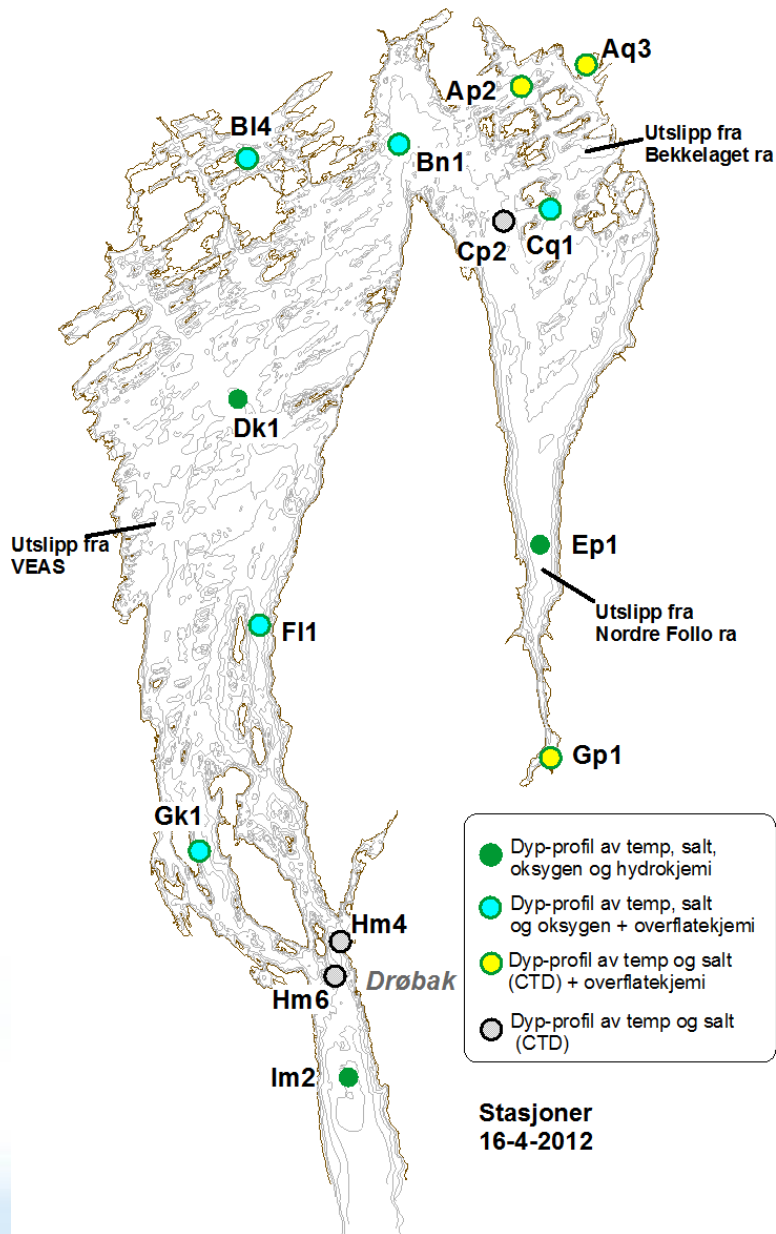
**En del av programmet er å følge opp oksygenforhold og dypvannsfornyelse i fjorden. Dette gjennomføres med 6 tokt pr år.**



**Universitetets forskningsfartøy F/F Trygve Braarud**

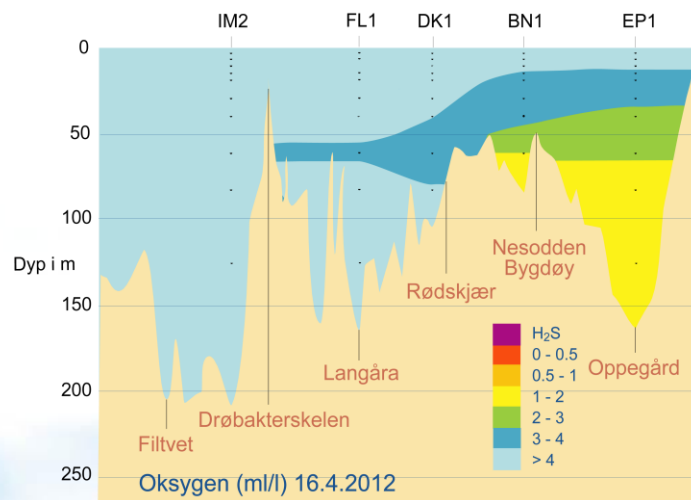
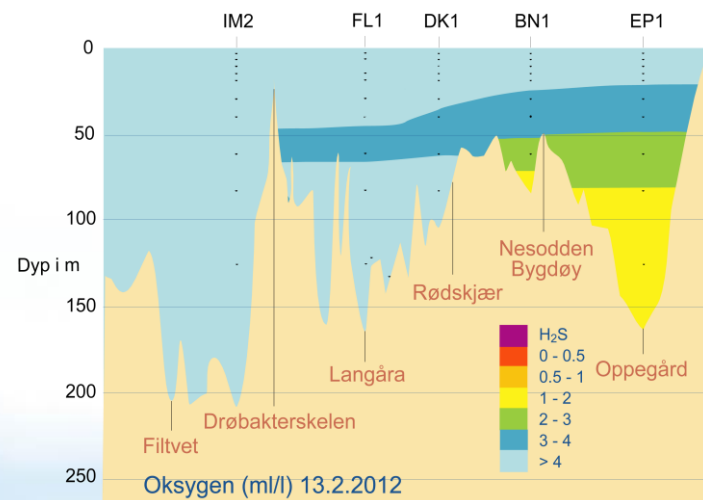
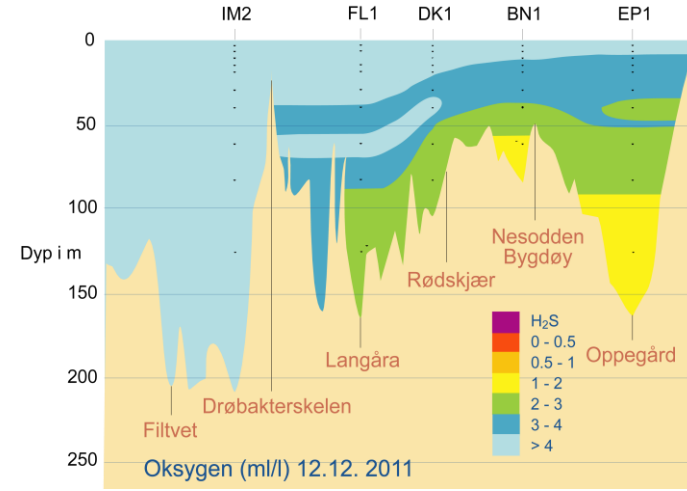
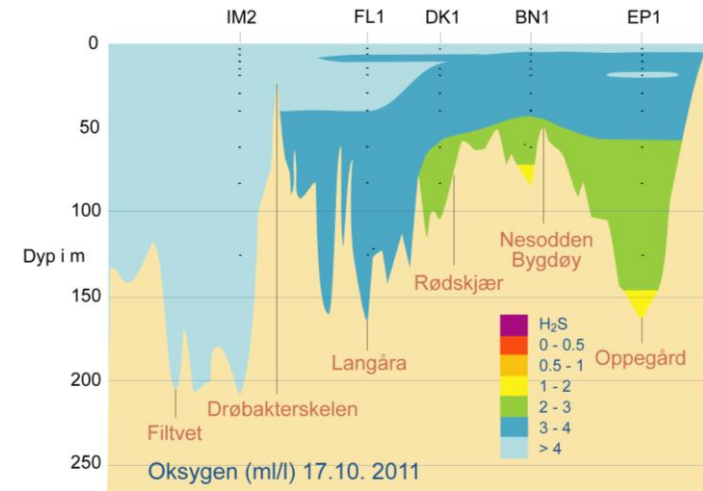
Oslo

## Topografi og stasjonsnett i indre Oslofjord



# Oksygenforhold april 2012

I **Bunnefjorden** har oksygenreduksjonen fortsatt siden februar, og dypvannskonsentrasjonen er nå nede i litt over 1 ml/l. I **Vestfjorden** har oksygenkonsentrasjonene i dypvannet økt, ved FL1 fra ca. 4.5 ml/l i februar til ca. 5.5 ml/l i april; på mellomdyb er det relativt små endringer. I **Lysakerfjorden** er forholdene ikke vesentlig endret siden februar. **Bærumsbassenget** (ikke vist i figuren) har H<sub>2</sub>S på 25 m dyp, og her har nå oksyngjelden økt fra 2.2 ml/l ved forrige måling i desember til over 9 ml/l i april.



## Hvorfor er det viktig å ha gode oksygenforhold i fjordens dypere vannlag?

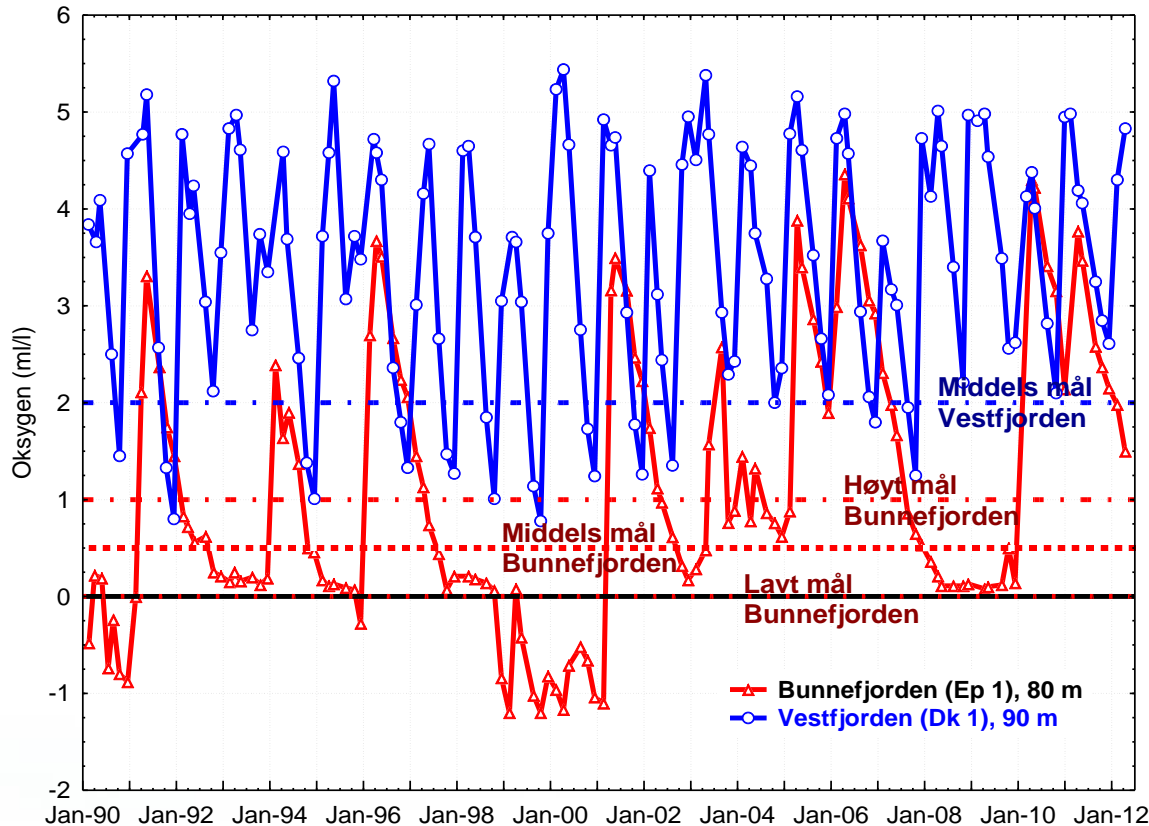
Alle høyere former for marine organismer har minstekrav til vannets oksygenkonsentrasjon for å kunne trives. Ved for lav konsentrasjon flykter de mobile artene (som for eksempel fisk) fra området. Forekomsten av reker i fjorden er for eksempel begrenset til områder hvor oksygenkonsentrasjonen er over 1 ml/l. Torsken har større krav enn rekene.

Hvis alt oksygenet forsvinner, dannes hydrogensulfid som er en dødelig forbindelse for de fleste marine arter. Fastsittende organismer dør, og fisken flykter i beste fall. Slike forhold har ikke vært uvanlige i Bunnefjorden og Bærumsbassenget. På 1970-tallet var oksygenkonsentrasjonen i nordre del av Vestfjorden så lav at rekene forsvant, men etter at rensetiltak ble gjennomført på 1980-tallet kom de tilbake.

Basert på historiske data er det satt opp tentative mål for oksygenkonsentrasjonen i de ulike delene av fjorden. En opererer med tre ambisjonsnivåer: lav, middels og høy. Målene varierer for hvert basseng i Oslofjorden avhengig av hva fjorden naturlig kan oppnå av forbedret vannkvalitet ved reduksjon av forurensningstilførsler.

## Oksygenutviklingen fra 1990 til 2012

Oksygenkonsentrasjonen på 80 m dyp i Bunnefjorden er redusert videre fra desember, men ligger fortsatt over høyt mål, også på største dyp. I Vestfjorden har oksygenkonsentrasjonen i dypere lag økt ytterligere fra februar pga. fortsatt dypvannsfornyelse, og her er konsentrasjonen i 90 m dyp nå oppe på normalt nivå for årstiden.



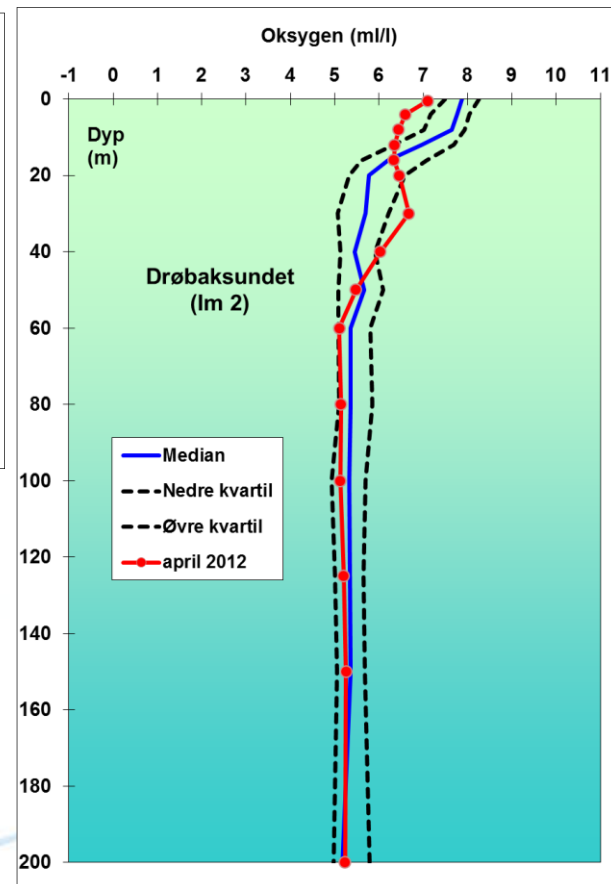
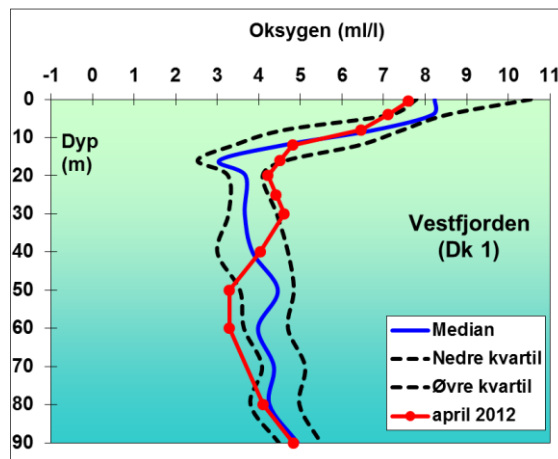
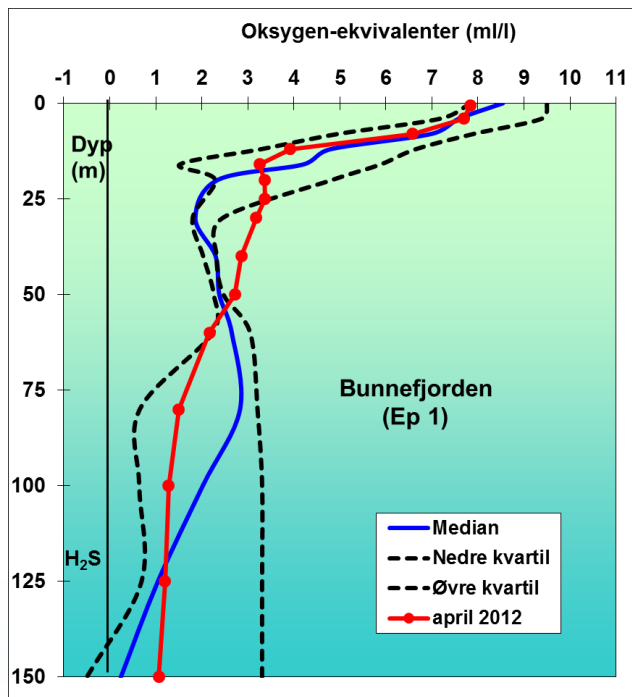
	12.des 2011	13.feb. 2012	16. april 2012
Bunnefjorden (Ep1), 80 m	2.15	1.98	1.50
Vestfjorden (Dk1), 90 m	2.61	4.30	4.83

Den årlige oksygenvariasjonen er tydelig i Vestfjorden. Dypvannsfornyelsen hver vinter tilfører fjorden oksygen, mens konsentrasjonen avtar i stagnasjonsperioden sommer/høst.

I Bunnefjorden er dypvannsfornyelsen mer sjelden og dårligere, noe som gir lavere konsentrasjoner og lengre perioder uten oksygen i dypvannet.

Oksygenforholdene i Vestfjorden har blitt bedre etter innføring av rense-tekniske tiltak på midten av 1980-tallet. I Bunnefjorden har det ikke vært H<sub>2</sub>S-utvikling på 80 m dyp siden 2001; det kan også være en effekt av rense-tiltakene.

I **Drøbaksundet** var oksygeninnholdet lavere enn normalt i de øvre 20 m, høyere mellom 20 og 45 m, og omtrent som normalt i dyplagene. Både **Bunnefjorden** og **Vestfjorden** hadde relativt høyt oksygeninnhold i mellomdyp fra 20 til 40 m. Vestfjorden hadde et oksygenminimum omkring 50-60 m, med høyere oksygeninnhold dypere ned pga. innstrømning av nytt dypvann i løpet av vinteren, mens det avtar mot dypet i Bunnefjorden.

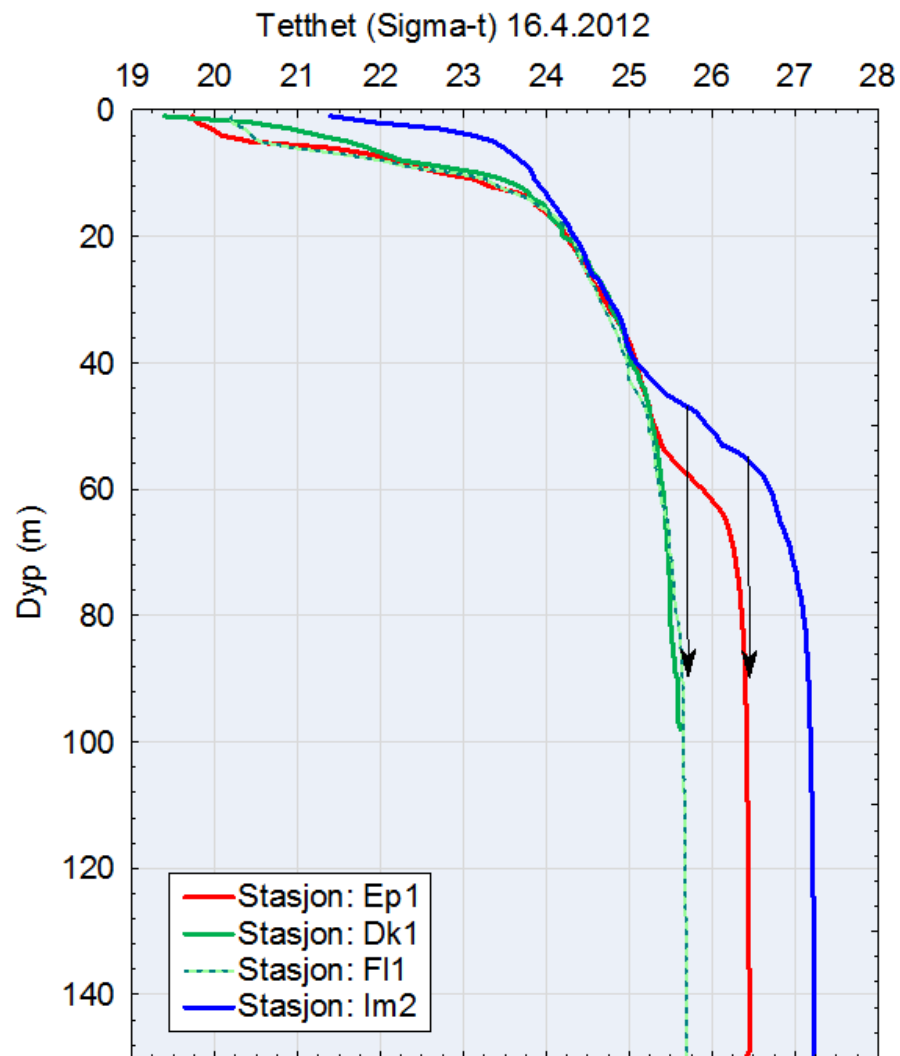


16. april 2012 var det et ca. 10 m dypt overflatelag i indre Oslofjord med overflatesaltholdighet ca.25, litt økende utover mot Drøbaksundet.

Sjiktningen ned til 40 m dyp er ellers omtrent lik i hele fjorden.

I Drøbaksundet (Im2) må en ned på 50-55 m for å finne vann som kan skifte ut dypvannet i Vestfjorden og Bunnefjorden.

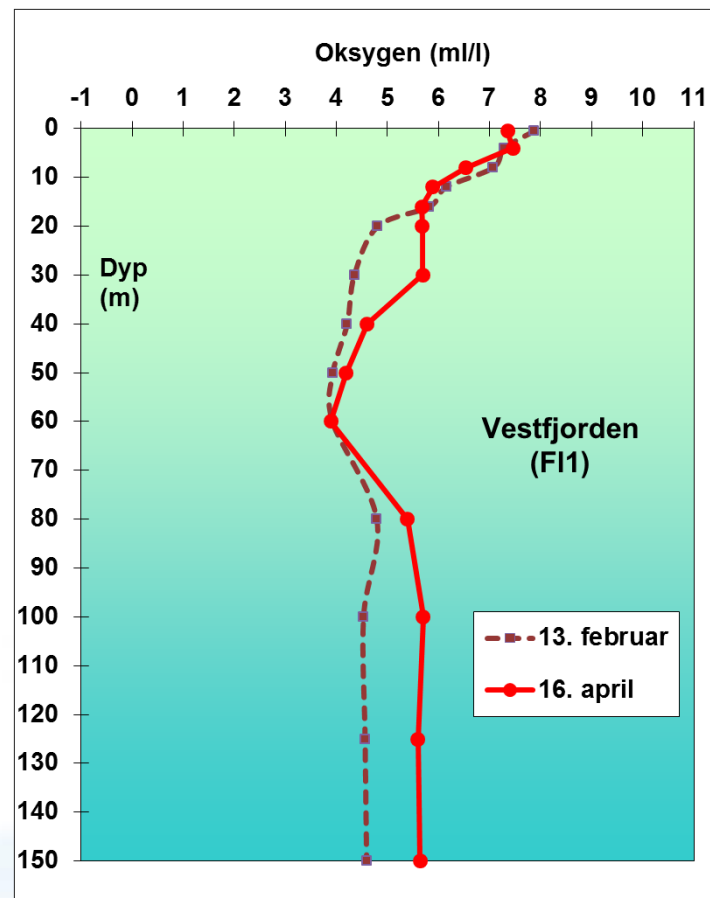
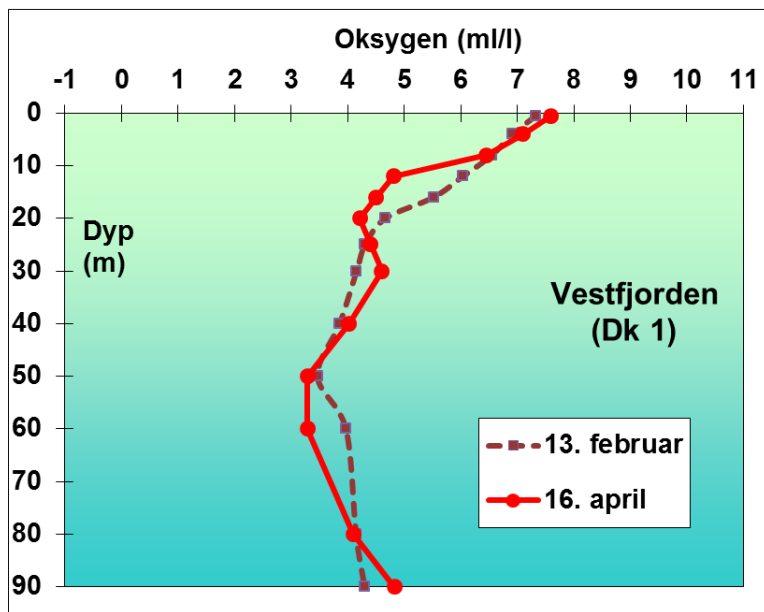
$\text{Sigma}_t$  beregnes som tetthet ( $\rho$ , med enhet  $\text{kg/m}^3$ )-1000.





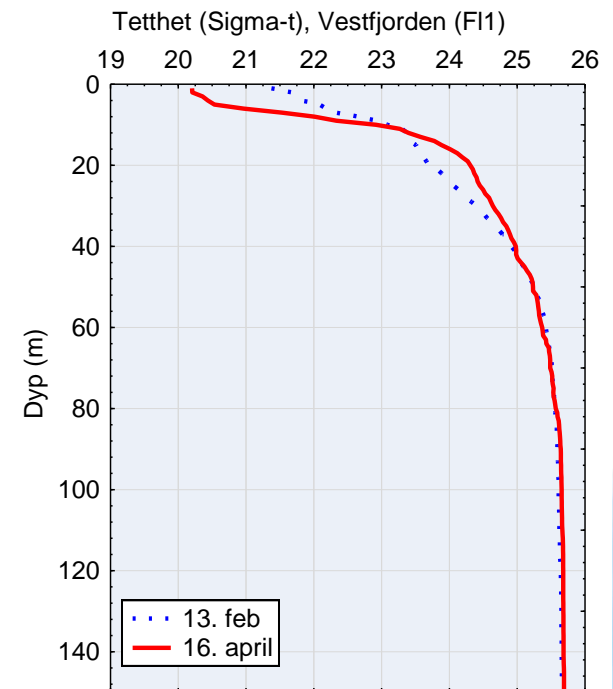
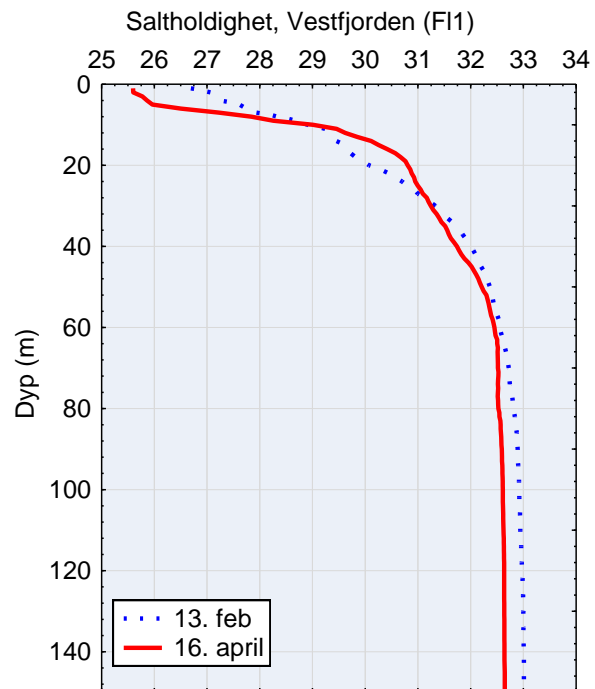
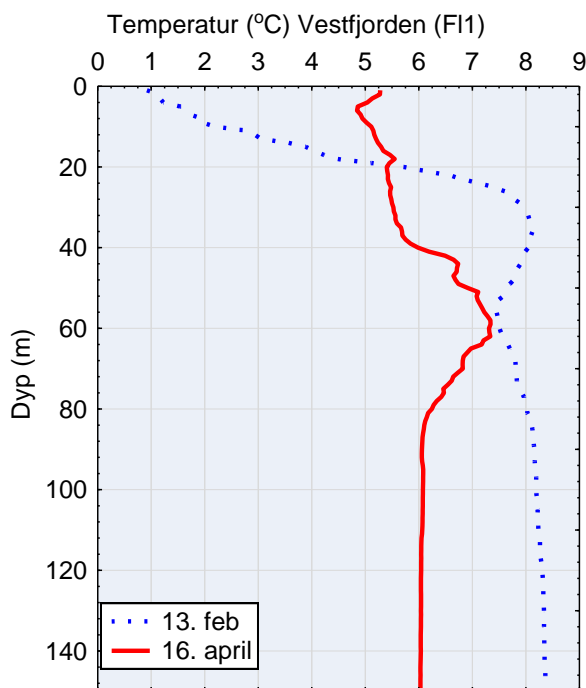
I Vestfjorden ved Søndre Langåra (F11) har oksygenforholdene i dyplagene blitt ytterligere forbedret siden februar ved innstrømning av nytt vann fra Drøbaksundet. Det har vært en tydelig økning i oksygeninnholdet under 80 m dyp, og oksygeninnholdet har også økt mellom 20 og 40 m dyp. Oksygenminimum omkring 50-60 m er nokså uendret.

Forbedringen er ikke så tydelig ved Steilene (Dk1), hvor det bare gjelder under 80 m dyp; mellom 50 og 80 m dyp har oksygenkonsentrasjonene sunket fra februar.



Økningen i oksygeninnhold i Vestfjorden fra februar til april 2012 skyldes videre innstrømning av vann over Drøbaksterskelen. Dypvannsfornyelsen hadde startet før 13. februar med innstrømning av en vannmasse med ganske høy temperatur, som ga 8 °C i dypvannet på Dk1 og FI1. Mellom 13. februar og 16. april har det også vært dypvannsinnstrømning, men da med en kaldere vannmasse. Ved toktet 16. april var dypvannstemperaturen nede i 6 °C under 80 m ved FI1 og 6.5 °C på 90 m dyp ved Dk1. Imidlertid var også saltholdigheten noe lavere, slik at tettheten i dypvannet bare så vidt har økt.

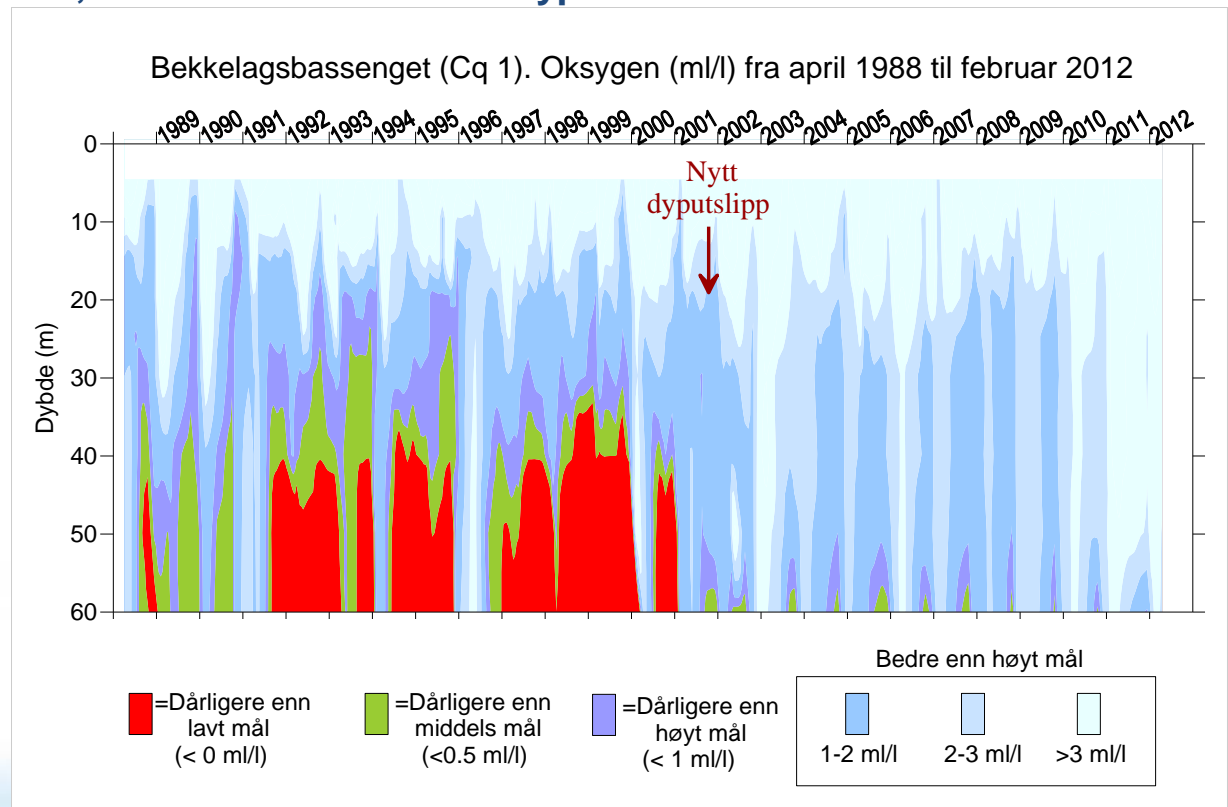
Et temperaturmaksimum omkring 60 m ved FI1 16. april faller sammen med minimum i oksygenprofilen (forrige bilde), det er antagelig gammelt dypvann som er skjøvet opp, mer eller mindre blandet med nytt dypvann. Det samme ses ved Dk1, men her er dette laget ikke så skarpt avgrenset.



## Gode oksygenforhold i Bekkelagsbassenget.

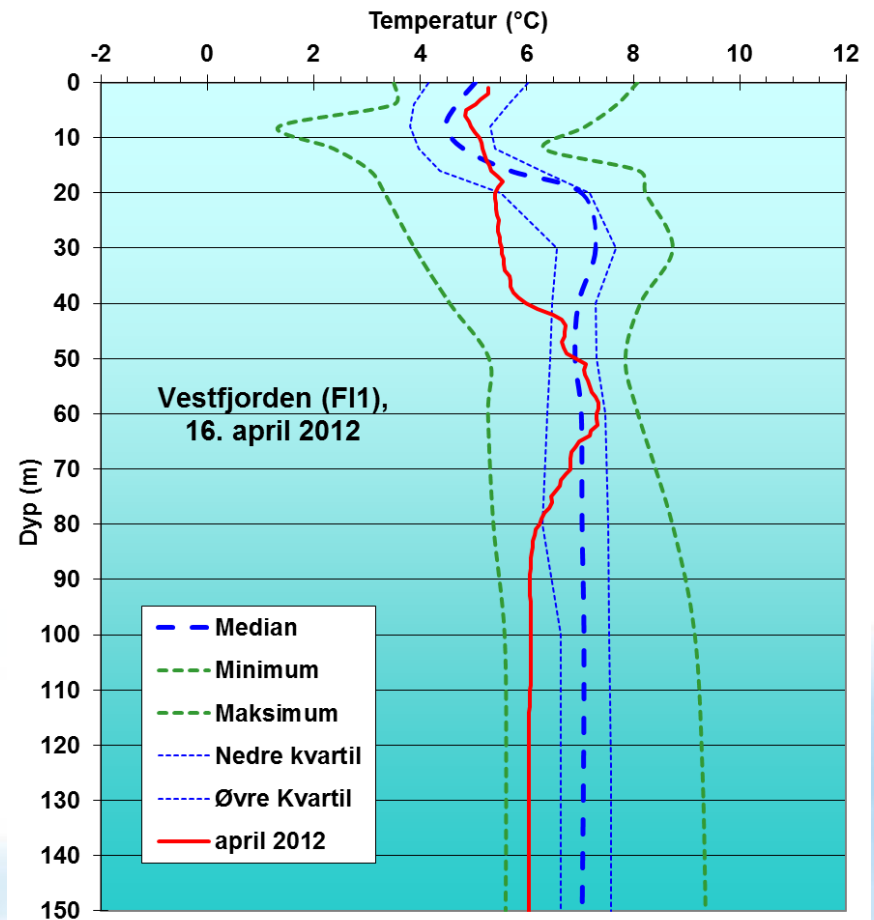
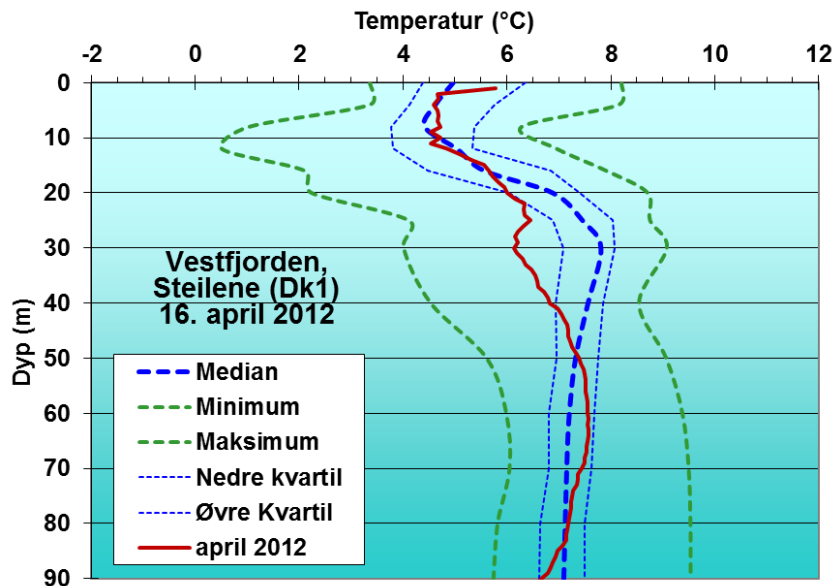
Før etableringen av det nye Bekkelagets renseanlegg høsten 2001 var det ofte hydrogen-sulfidholdig vann og generelt dårlige oksygenforhold i Bekkelags-bassenget. Siden 2001 har oksygenkonsentrasjonen vært betydelig bedre fra 50 meters dyp (utslippsdypet for rensset avløpsvann) og opp til 25 - 30 meters dyp (omtrentlig innlagringsdyp for det fortynnede avløpsvannet), dvs. at det har vært en direkte positiv effekt av det nye renseanlegget. Siden begynnelsen av 2011 har høyt mål for oksygenkonsentrasjoner vært oppfylt ned til 60 m dyp. I april 2012 hadde oksygen-konsentrasjon i dypvannet begynt å avta etter vannfornyelsen om vinteren, men var fortsatt 2,9 ml/l helt ned til 70 m dyp.

Rød farge er oksygenfritt eller råttent vann. Det laveste miljømålet innebærer å unngå råttent vann i bassenget. Det har vært oppfylt siden 2001, og ned til 50 m dyp har også høyt mål vært oppfylt siden 2001.



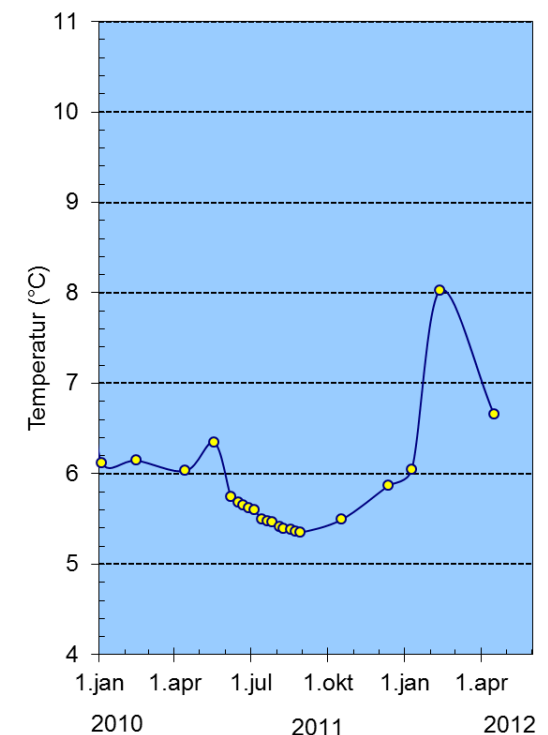
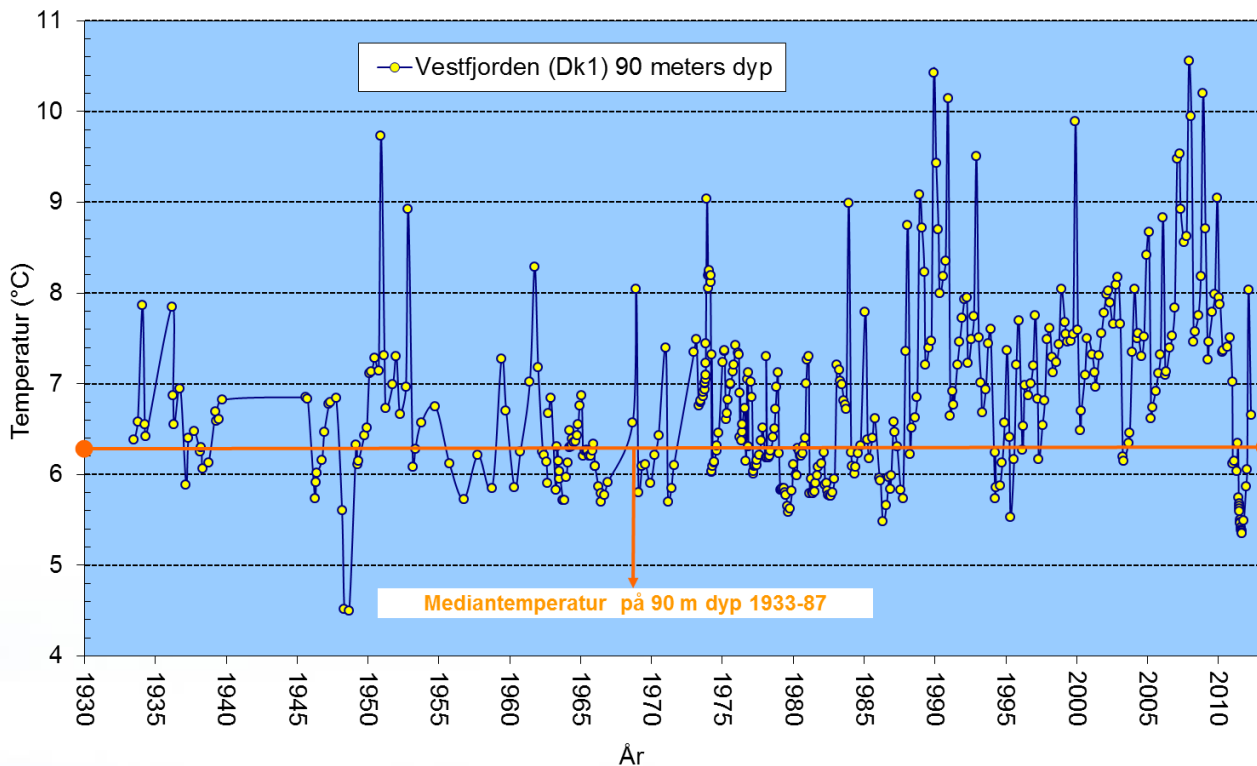
# Temperatur på ulike dyp i Vestfjorden

Temperaturen i Vestfjorden var i april 2012 omtrent som normalt i de øvre 15-20 m, dvs. nokså nær medianverdien (1974-2010). Mellom 20 og 40 m var temperaturen noe lavere enn normalt, lavest i den sørlige delen ved FI1. Dypere ned økte temperaturen til et maksimum omkring 60 m dyp, mens dypvannstemperaturen var relativt lav under 80 m på FI1. I februar var dypvannstemperaturen høy, ca. 8 °C; dette vannet er nå skiftet ut med kaldere vann ved en ny innstrømming, som også har gitt høyere oksygeninnhold og saltholdighet.



Median er definert ved at halvparten av observasjonene ligger under og halvparten over medianverdien. Nedre og øvre kvartil er definert ved at 25 % av målingene har temperaturer henholdsvis under og over kvartilverdiene. Statistikken bygger på observasjoner fra april 1989-2010 for begge stasjoner, men datagrunnlaget er noe større for Dk1 enn for FI1.

Temperaturutviklingen siden 1930-tallet i Vestfjordens dypvann viser en klar økning fra ca. 1988 og fram til ca. 2007. Siden har dypvannstemperaturen avtatt igjen. Høsten 2011 var den på det laveste som har vært målt her siden 1949, men økte deretter jevnt fra august til januar. Etter dypvannsfornyelse mellom 9. januar og 13. februar var temperaturen i dypvannet i Vestfjorden høy sammenlignet med det som var vanlig før 1988, men i april hadde den igjen sunket til en verdi nær medianverdien for 1933-87.



Høyre figur viser utviklingen mer i detalj det siste året. Resultatene fra de ukentlige sommertoktene i 2011 er tatt med i figurene.

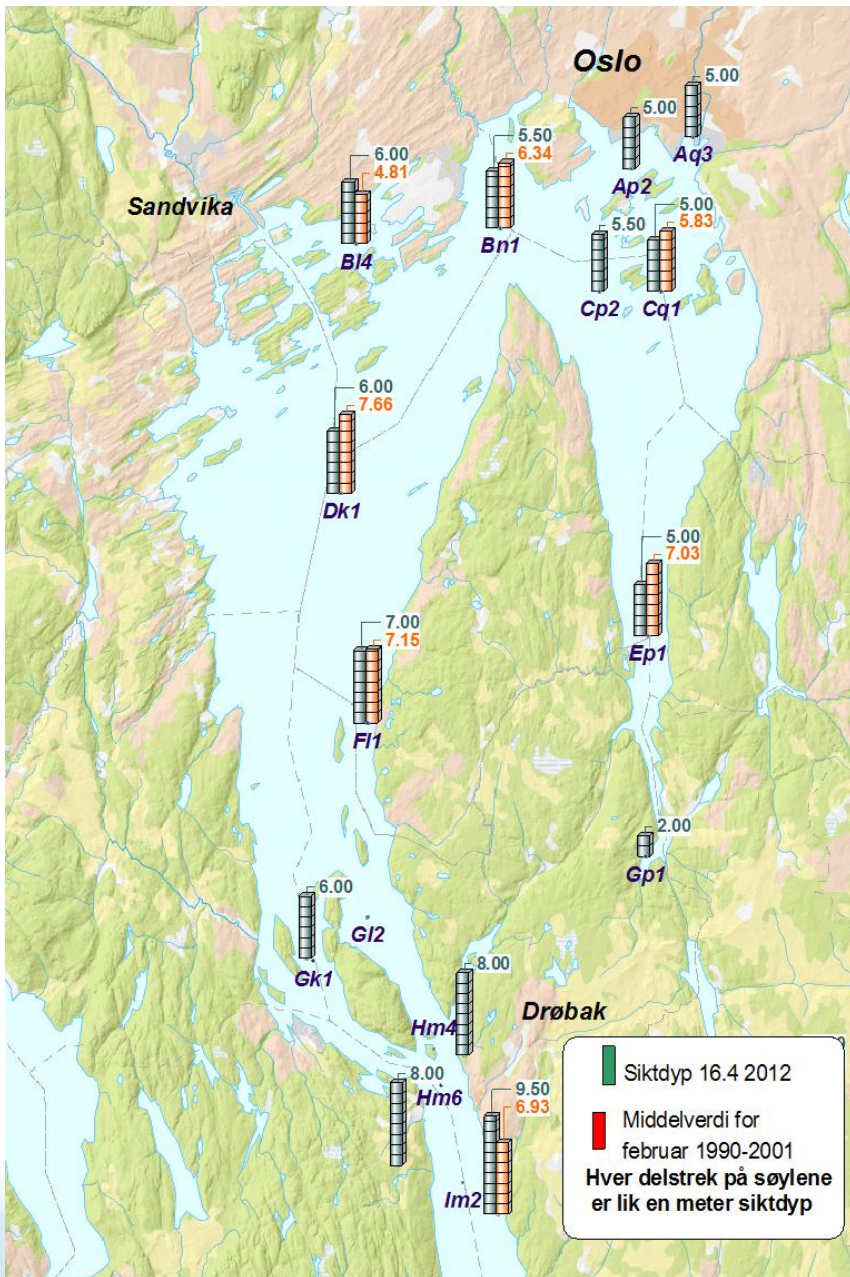
**Siktdypet** i fjorden observeres ved at en hvit skive senkes ned i vannet til den ikke lengre er synlig. Deretter trekker man den sakte opp til den på ny er synlig, og skivens dyp registreres. Dette dypet kalles siktdypet.

Dårlig siktdyp er vanlig ved planteplanktonoppblomstringer, men kan også forårsakes av andre typer partikler for eksempel slike som opptrer nær elvemunninger.

Siktdypet gir et grovt mål på hvor langt ned i sjøen lyset er tilstrekkelig for å tilfredsstille kravet til marine planter. Klarere vann betyr at alger kan vokse dypere og grunnvannsområdene blir mer produktive, hvilket er av stor betydning for bl.a oppvekst av fiskeyngel i fjorden.

**Siktdypet har blitt betydelig bedre i fjorden siden midten på 1970-tallet som følge av de rensetekniske tiltakene. Plante- og dyrelivet i grunnvannssamfunnene har blitt rikere og en større del av fjordens grunnområder er nå produktive.**

Siktdypet er relativt enkelt å observere og det finnes mange observasjoner fra fjorden fra tidligere. Imidlertid sier ikke enkeltobservasjoner noe om utviklingen. Sommerstid blir siktdypet observert 1 gang pr uke og sammenlignes med tidligere observasjoner. Dette legges fortløpende ut på NIVA's hjemmeside (Aquamonitor).



I den indre delen av fjorden, dvs. fra Lysakerfjorden og østover, var siktdypet på de fleste stasjoner 5-6 meter, litt lavere enn gjennomsnitt i april for årene 1990-2001 der det er data fra denne perioden.

Innerst i fjorden, i Bunnebotten (Gp1), var siktedypet bare 2 meter, her var det brunt vann, høy turbiditet i et tynt lag helt i overflaten, og noe lavere overflatesaltholdighet enn på andre stasjoner.

På alle andre stasjoner unntatt Gp1 var det grønn siktfarge.

I Bærumsbassenget (B14) og Vestfjorden (Dk1) var siktedypet litt høyere enn gjennomsnitt 1990-2001. Lenger sør (F11) var det omtrent som gjennomsnittet.

I Drøbaksundet (Im2) var det nå større siktdyp enn inne i fjorden, og også vesentlig større enn gjennomsnittet 1990- 2001. Denne forskjellen stemmer med det som ses av CTD-profilene; i Drøbaksundet hadde overflatelaget større saltholdighet og lavere klorofyll-fluorescens og turbiditet enn i indre Oslofjord.