



Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord

Miljøovervåking av Indre Oslofjord



Resultater fra tokt 14-10-2013

Kort oppsummering

- En større del av vannmassene i fjorden har oksygenkonsentrasjoner i under 3 ml/l. Størst nedgang i oksygenkonsentrasjon siden august ble observert ved Fl1 og Dk1 i Vestfjorden.
- På grunn av den omfattende vannutskiftningen i fjorden vinteren 2012/2013 er det imidlertid fortsatt gode oksygenforhold i hovedvannmassene i både Vestfjorden og Bunnefjorden sammenlignet med tidligere år.
- I bunnvannet på «ekstra stasjonen» ved Steilene nord ble det observert svært lave oksygenkonsentrasjoner (0.21 ml/l). Dette skyldes trolig at dypområdet har dårlig utveksling av vann med resten av Vestfjorden.
- Det har ikke vært og det er foreløpig ingen nært forestående vannutskiftning på gang i fjorden.
- Det har vært en jevn temperaturøkning i dyplagene i Vestfjorden siden mai.
- Siktdypet er betydelig bedre i oktober 2013 sammenlignet med tidligere år.

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

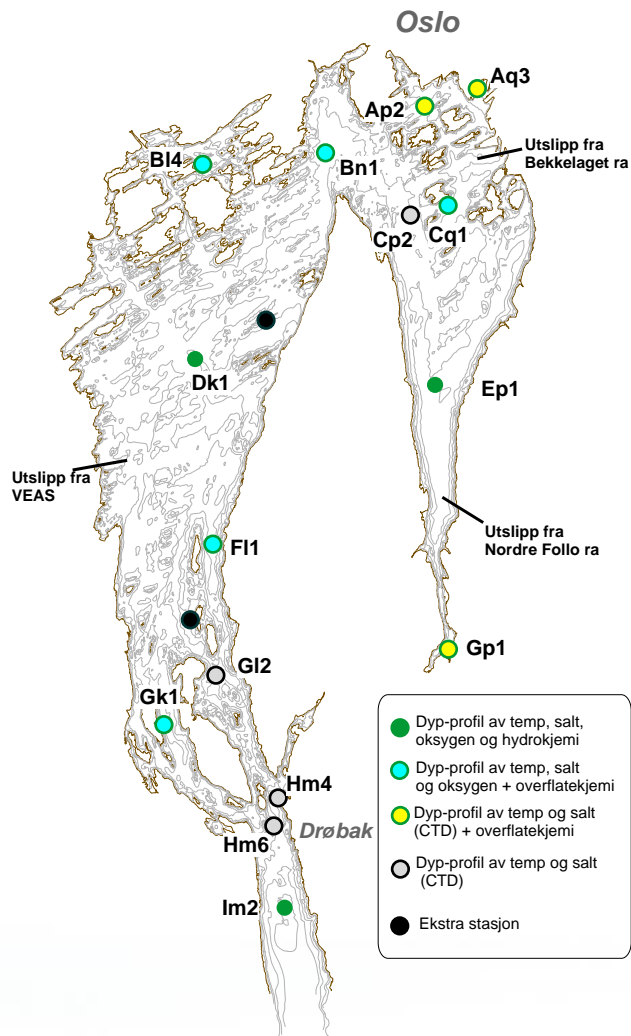
Prosjektet ledes av NIVA og gjennomføres i samarbeid med Institutt for biovitenskap, Universitetet i Oslo

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

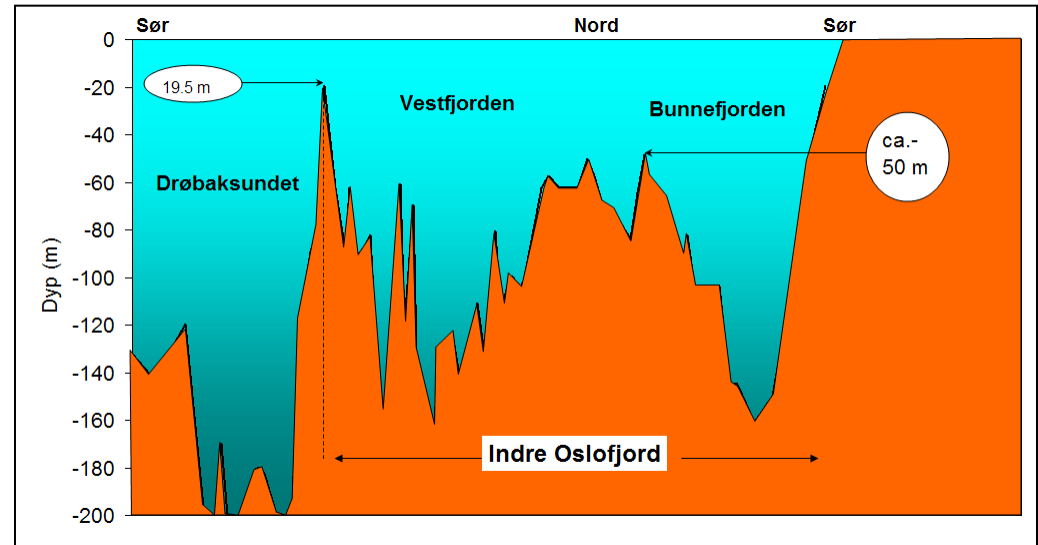


Universitetets forskningsfartøy F/F Trygve Braarud

Topografi og stasjonsnett i indre Oslofjord

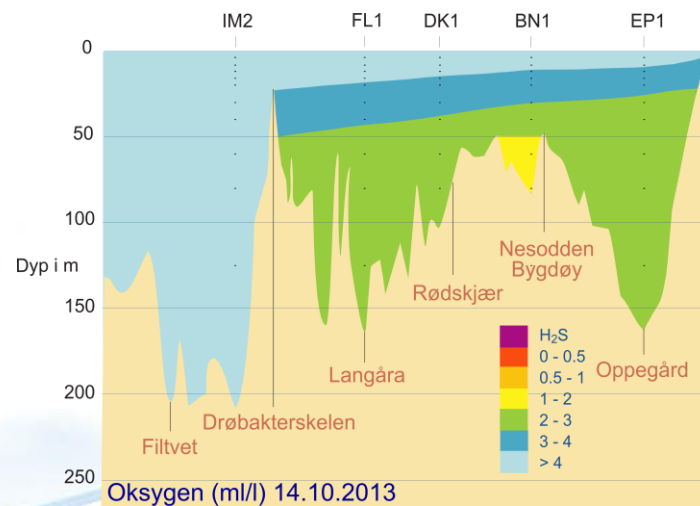
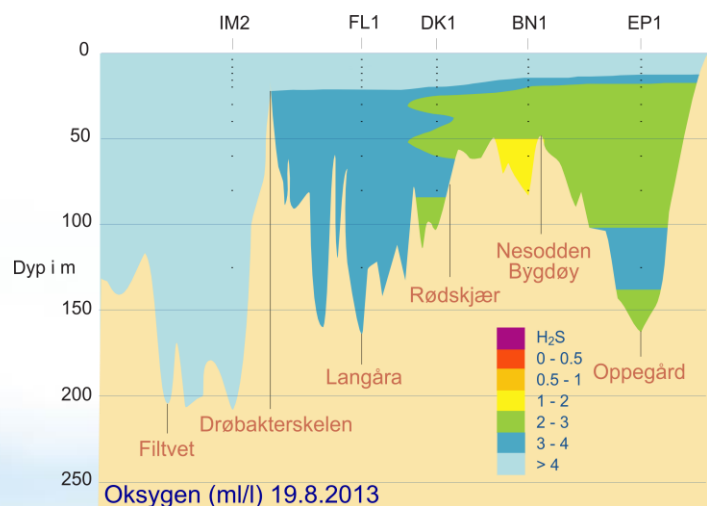
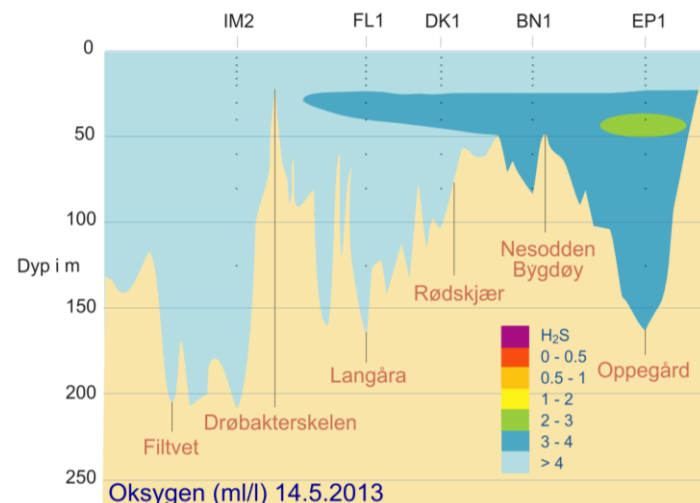
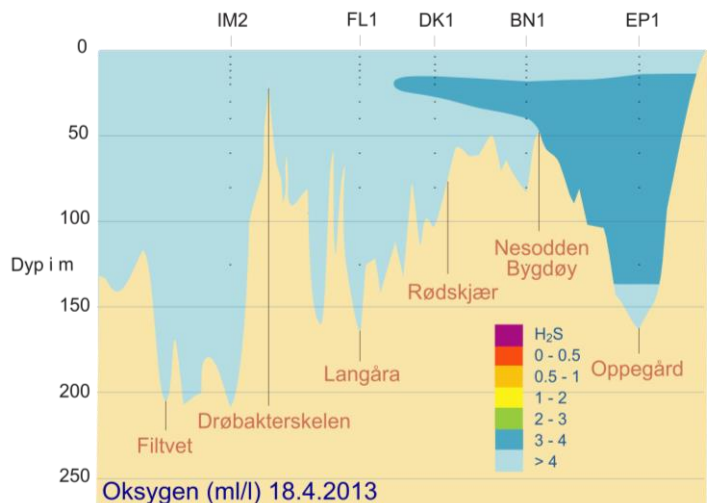


14. Oktober 2013



Oksygenforhold oktober 2013

Oksygenkonsentrasjonene har i de dypere deler av fjorden minsket på alle stasjonene innenfor Drøbacterskelen siden august. En større del av vannmassene har konsentrasjoner under 3 ml/l. Størst endring siden august er det ved stasjon F11 og Dk1 i Vestfjorden. I Lysakerfjorden (Bn1) fra ca. 48 m dyp og ned til bunn er oksygenkonsentrasjonen fortsatt under 2 ml/l.

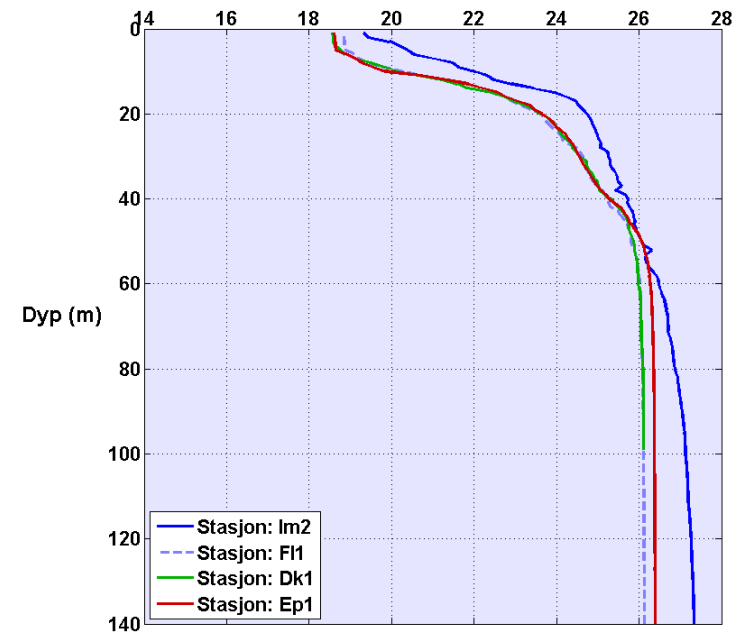


Ved å sammenligne tetthetsprofilene mellom stasjoner i de ulike bassengene i indre Oslofjord kan vi se om en vannutskiftning er nært forestående.

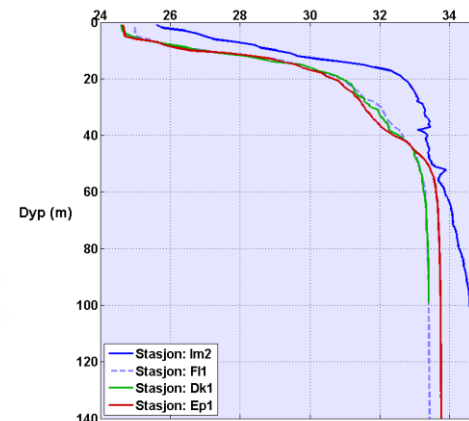
Figuren øverst til høyre viser tettheten i vannsøylen ved stasjonene Im2 utenfor Drøbaksterskelen, ved F11 og Dk1 i Vestfjorden og ved Ep1 i Bunnefjorden. Ned til omkring 45 m dyp, er det noenlunde samme tetthet ved de tre stasjonene innenfor terskelen (F11, Dk1, Ep1). Det kan tyde på vannutskiftning ved disse dypene. Saltholdighet nederst til venstre støtter dette, mens temperatur nederst til høyre viser større variasjon mellom stasjonene. De små forskjellene i saltholdighet mellom Ep1 og F11/Dk1 ved 20 til 40 m laget kan skyldes ulike saltholdighetsverdier ved disse dypene før innstrømning.

Ved dyp større enn 60 m så er vannets tetthet ved F11 og Dk1 (Vestfjorden) høyere enn over terskeldyp (20 m) ved Im2 i Drøbaksundet. Ved Ep1 (Bunnefjorden) er tettheten til dypvannet større enn over terskeldyp i Vestfjorden (~ 50 m). Dette tyder på at en vannutskiftning i dyplagene foreløpig ikke har skjedd og er heller ikke nært forestående.

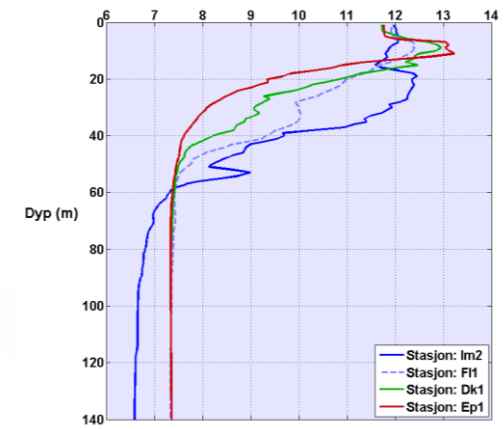
Tetthet (Sigma-t) 14.10.2013



Saltholdighet, 14.10.2013



Temperatur, 14.10.2013



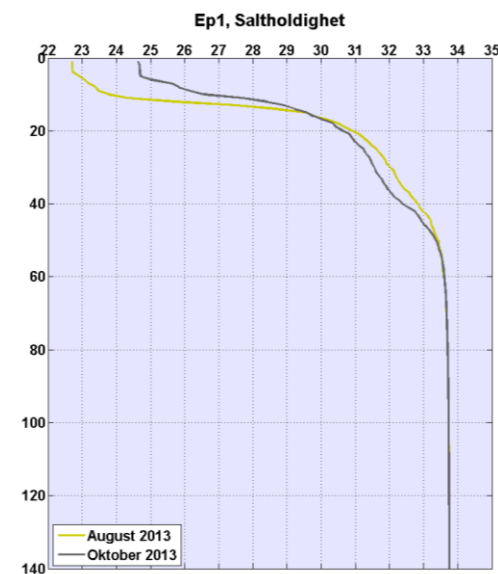
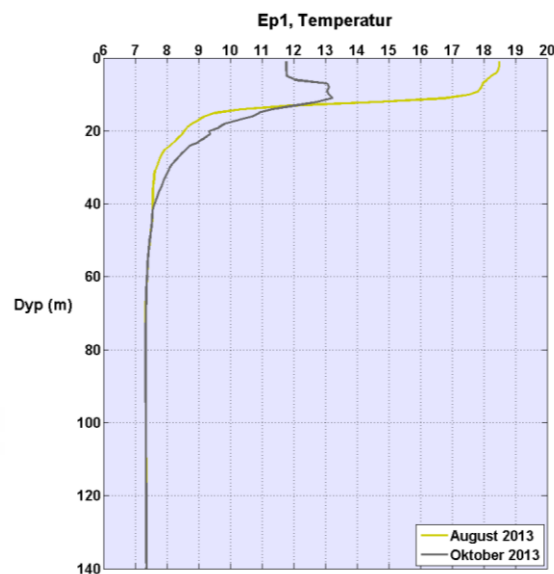
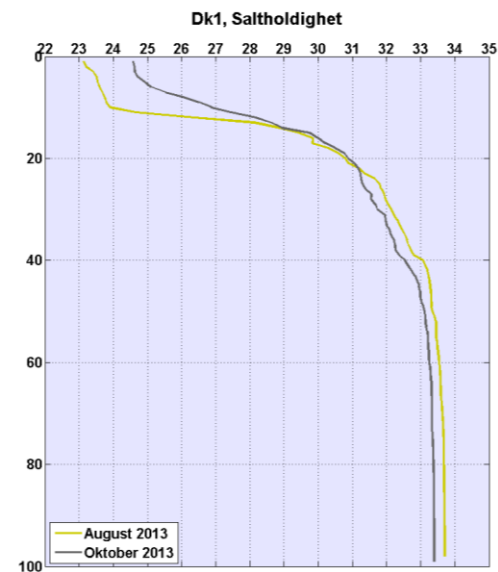
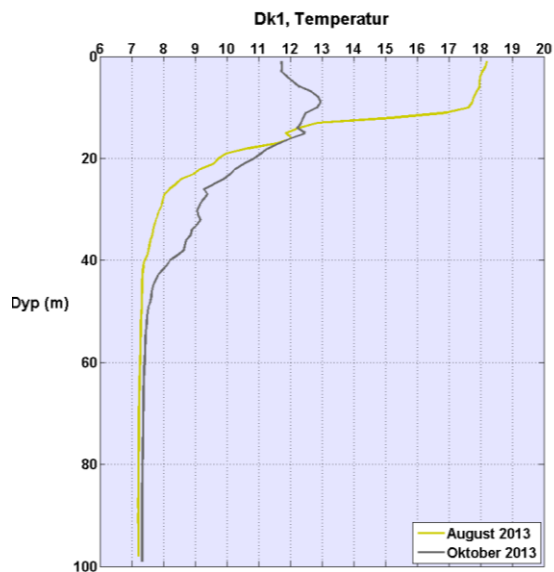
Σ_t beregnes som tetthet (ρ , med enhet kg/m^3)-1000.

Figurene til høyre viser temperatur og saltholdighet ved stasjon Dk1 i Vestfjorden (øverst) og Ep1 i Bunnefjorden (nederst) i august (gul) og i oktober (grå).

Ved å sammenligne disse kan vi se om det har vært noen endringer fra august til oktober. For både Dk1 (Vestfjorden) og Ep1 (Bunnefjorden) skjer de største endringene i temperaturen i de øvre 45 m, med betydelig lavere temperaturer i 0-15 m laget i oktober og høyere temperaturer fra omkring 15 m og ned til 40 m i Bunnefjorden og ned til bunn i Vestfjorden. I disse dypene (15 til 40/50 m) er det også en nedgang i saltholdighet fra august til oktober.

En økning i temperatur og nedgang i saltholdighet i disse dypene skyldes trolig blanding med overliggende vannmasser med høyere temperatur og lavere saltholdighet. Lavere temperaturer og høyere saltholdighet i det øvre 15 m laget derimot, skyldes nok atmosfærisk nedkjøling pga. lavere lufttemperaturer og mindre ferskvannstilførsel som mindre regn og avrenning fra land og mindre ferskt overflatevann fra ytre Oslofjord/Skagerrak.

Figurene viser også at saltholdighet er lavere i dyplagene i Vestfjorden i oktober sammenlignet med august, som bekrefter at det ikke har vært noen vannutskiftning. Dette indikerer også at den vertikale blandingen skjer raskere i Vestfjorden enn i Bunnefjorden, som igjen påvirker vannutskiftningsdynamikken i fjorden.



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

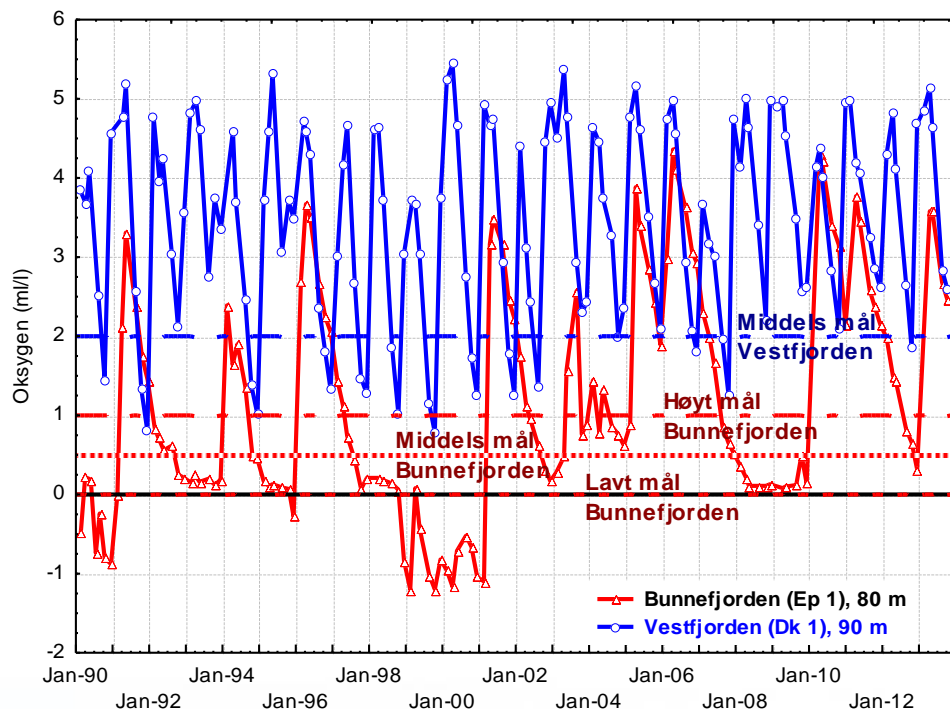
Alle høyere former for marine organismer har minstekrav til vannets oksygenkonsentrasjon for å kunne trives. Ved for lav konsentrasjon flykter de mobile artene (som for eksempel fisk) fra området. Forekomsten av reker i fjorden er for eksempel begrenset til områder hvor oksygenkonsentrasjonen er over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

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 2013

Til tross for nedgang i oksygenkonsentrasjon fra 3.58 i april til 2.45 ml/l i oktober i Bunnefjorden på 80 m er forholdene over høyt mål. I Vestfjorden ved 90 m har oksygenkonsentrasjonen gått ned fra 4.63 til 2.58 ml/l i den samme perioden, men fortsatt med forhold bedre enn middels mål. En nedgang i konsentrasjonen i denne perioden er som forventet ettersom det tyder på liten vanninnstrømning til dypvannet. Samtidig kan det være påvirkning fra vannmasser med lavere oksygenkonsentrasjon samt nedbrytning av biologisk materiale.



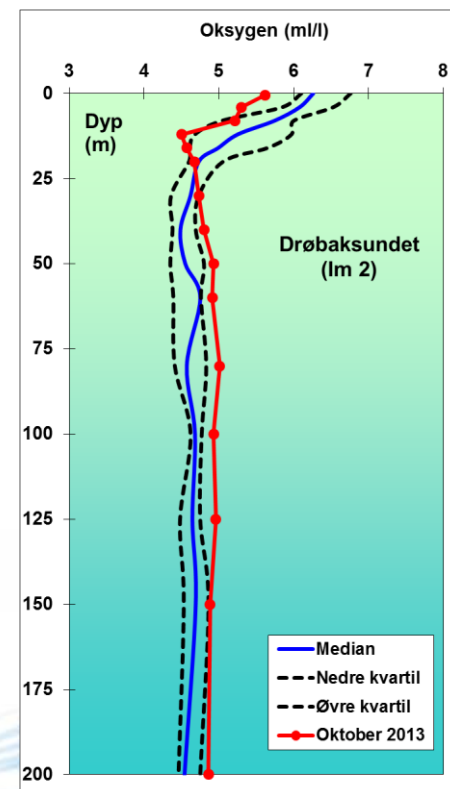
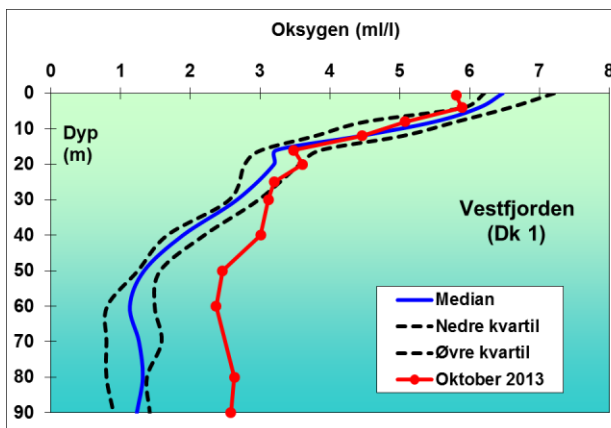
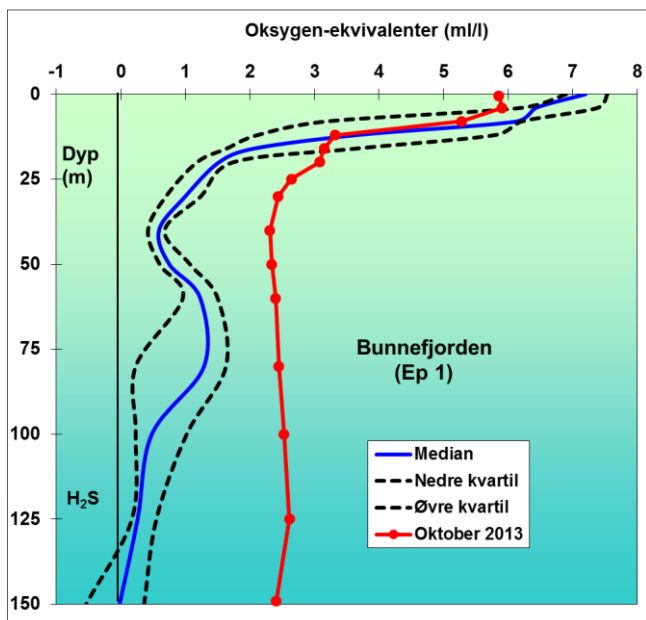
	14. mai 2013	19. aug 2013	14. okt 2013
Bunnefjorden (Ep1), 80 m	3.58	2.68	2.45
Vestfjorden (Dk1), 90 m	4.63	2.84	2.58

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 renses tekniske tiltak på midten av 1980-tallet. I Bunnefjorden har det ikke vært H₂S-utvikling på 80 m dyp siden 2001; det kan også være en effekt av renses tiltakene.

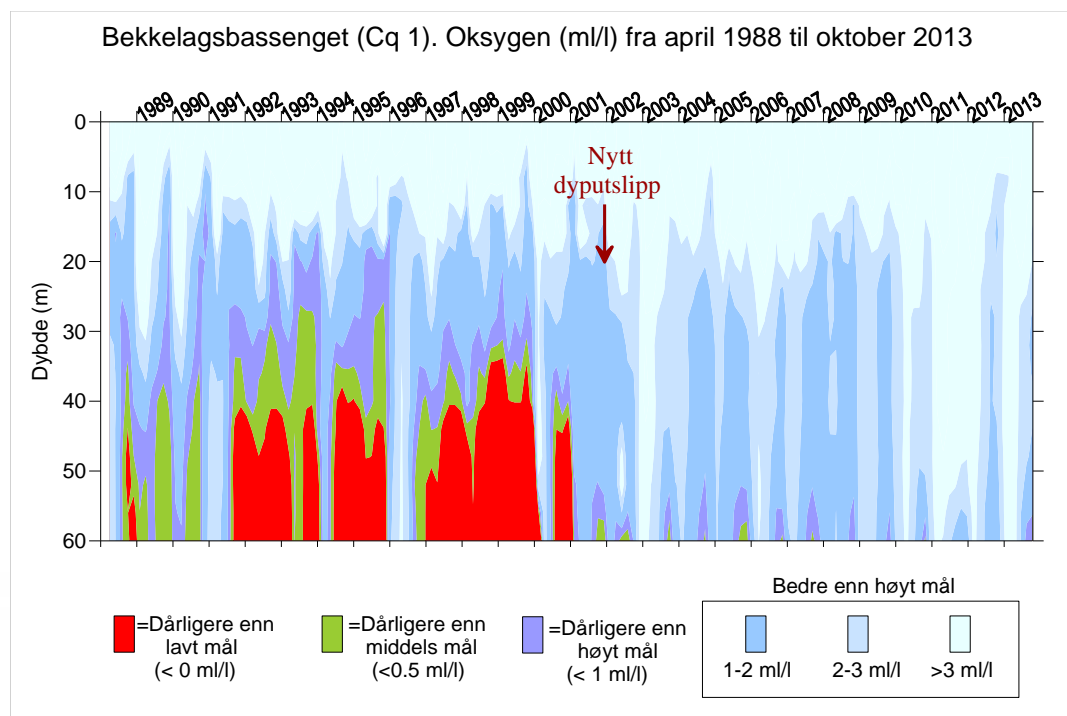
Til tross for liten vannutskiftning i bassengene i indre Oslofjord mellom mai og oktober, er det høyere oksygenkonsentrasjoner i både Bunnefjorden og i Vestfjorden enn hva en kunne forvente sammenlignet med statistikken for oktober i perioden 1973 til 1982. Den omfattende vannutskiftningen vinteren 2012/2013, som også kan ses på side 5 og 9, kan forklare de fortsatt gode oksygenforholdene.



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 rensed avløpsvann) og opp til 25 - 30 meters dyp (omtrentlig innlagringsdyp for det fortynnede avløpsvannet), dvs. at det har vært en direkte positiv effekt av utslippet fra det nye renseanlegget. Siden begynnelsen av 2011 har høyt mål for oksygenkonsentrasjoner vært oppfylt ned til 60 m dyp. Siden mai har oksygenkonsentrasjonen gått ned, selv om det fortsatt er høye konsentrasjoner ned til 50 m med 1.78 ml/l ved 50 meters dyp. Ved 60 og 69 meters dyp er imidlertid oksygenkonsentrasjonen nede i 0.54 og 0.39 ml/l (dvs. dårligere enn høyt mål ved 60 meter og dårligere enn middels mål ved 70 m).

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.



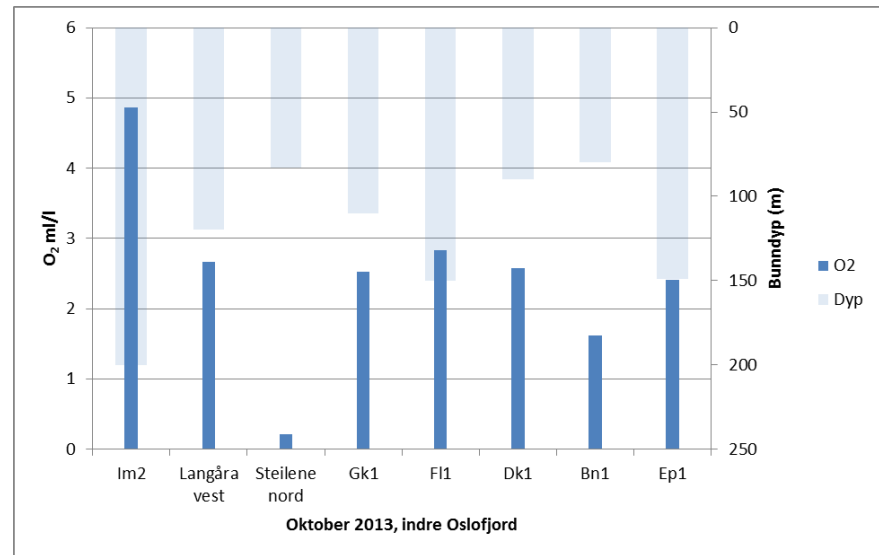
Sammenligning av oksygenkonsentrasjon ved bunndyp

Figuren til høyre viser oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet ved 8 stasjoner i indre Oslofjord.

Langåra vest og Steilene nord er nye stasjoner som har blitt tatt ved oktober toktet.

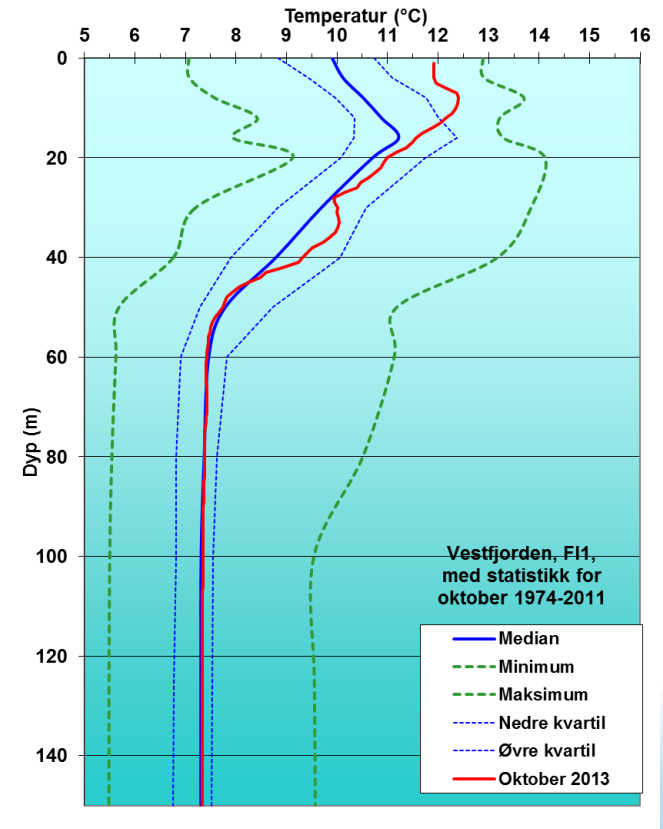
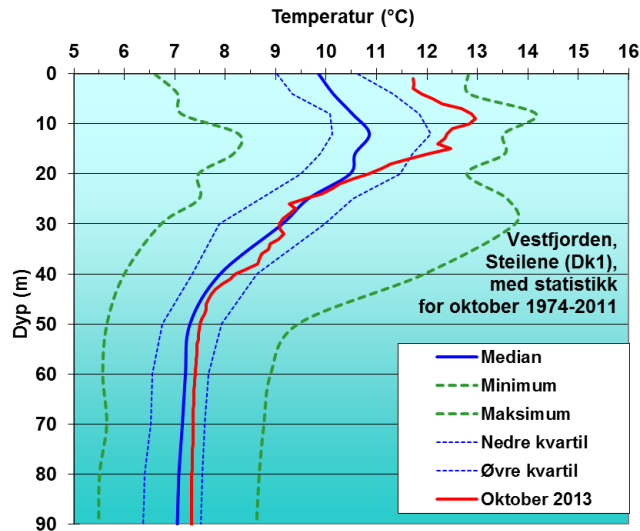
Figuren viser at ved Steilene nord er det betydelig lavere oksygen til tross for at bunndypet er noenlunde som ved Dk1 og Bn1.

Årsaken til dette er trolig at dypområdet ved «ekstra stasjonen» ved Steilene nord (se bilde 4) ligger i et basseng der en har dårlig utveksling av vann med resten av Vestfjorden i samme dyp.



Temperatur på ulike dyp i Vestfjorden

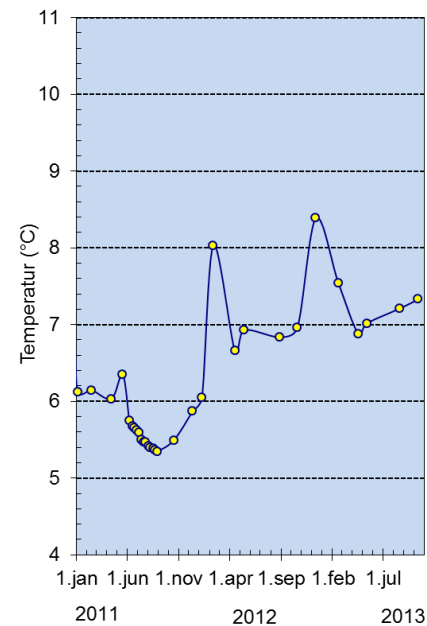
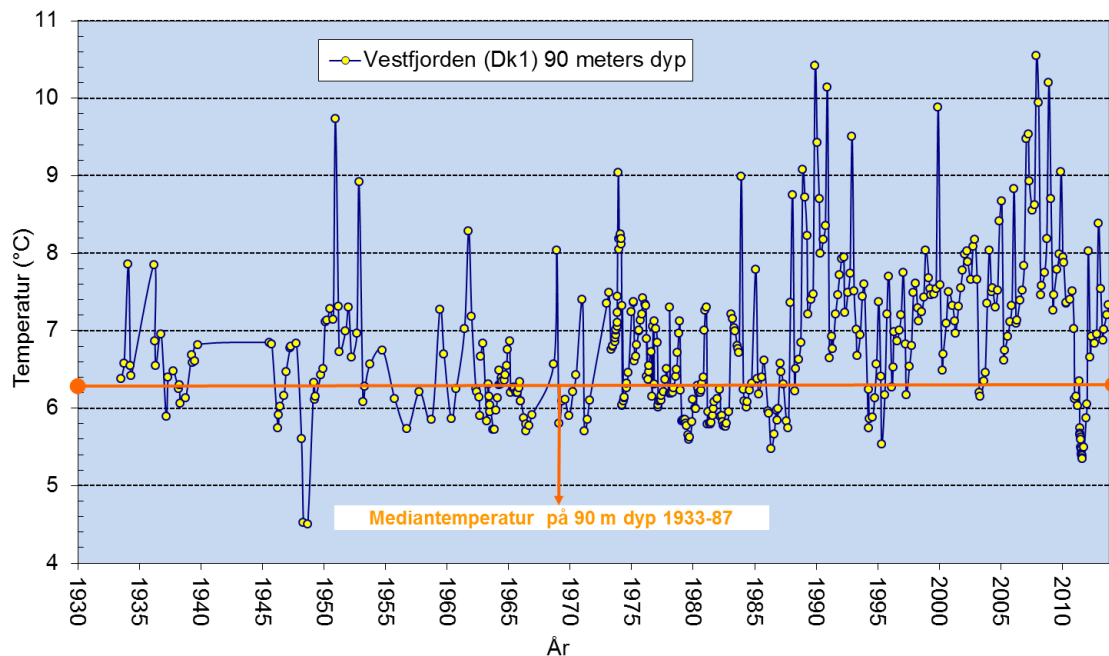
Sammenlignet med tidligere år er temperaturen som normalen i dyplagene. Temperaturen i de øvre 20 m er derimot tydelig høyere enn normalt. Dette henger mest sannsynlig sammen med at både september og oktober 2013 har hatt lufttemperaturer over normalen for oktober for perioden 1961 til 1990*.



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 oktober 1974-2011 for begge stasjoner, men datagrunnlaget er noe større for Dk1 enn for FI1.

*Kilde: [http://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_\(Blindern\)_målestasjon/klima.måned10.html](http://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_(Blindern)_målestasjon/klima.måned10.html)

Temperaturoviklingen siden 1930-tallet i Vestfjordens dypvann viser en klar økning fra ca. 1988 og fram til ca. 2007. Fram til sommeren 2011 avtok dypvannstemperaturen til det laveste nivået som er målt her siden 1949. Dette temperaturfallet skyldes kraftig vannutskiftning vinteren 2009/2010, som var en veldig kald vinter, og videre vannutskiftning også i 2011. Etter dette har temperaturen økt igjen pga. vannutskiftning med innstrømning av vann som hadde høyere temperatur. Dette var også tilfellet for desember 2012, da dypvannstemperaturen hadde økt betydelig siden oktober. Den påfølgende temperaturreduksjonen i februar og i april 2013 skyldes ny utskiftning av dyplagene med kaldere vann, på samme måte som vannutskiftningen mellom februar og april 2012. Fra april og frem til oktober 2013 har det vært en jevn temperaturøkning.



Høyre figur viser utviklingen de siste årene mer i detalj.

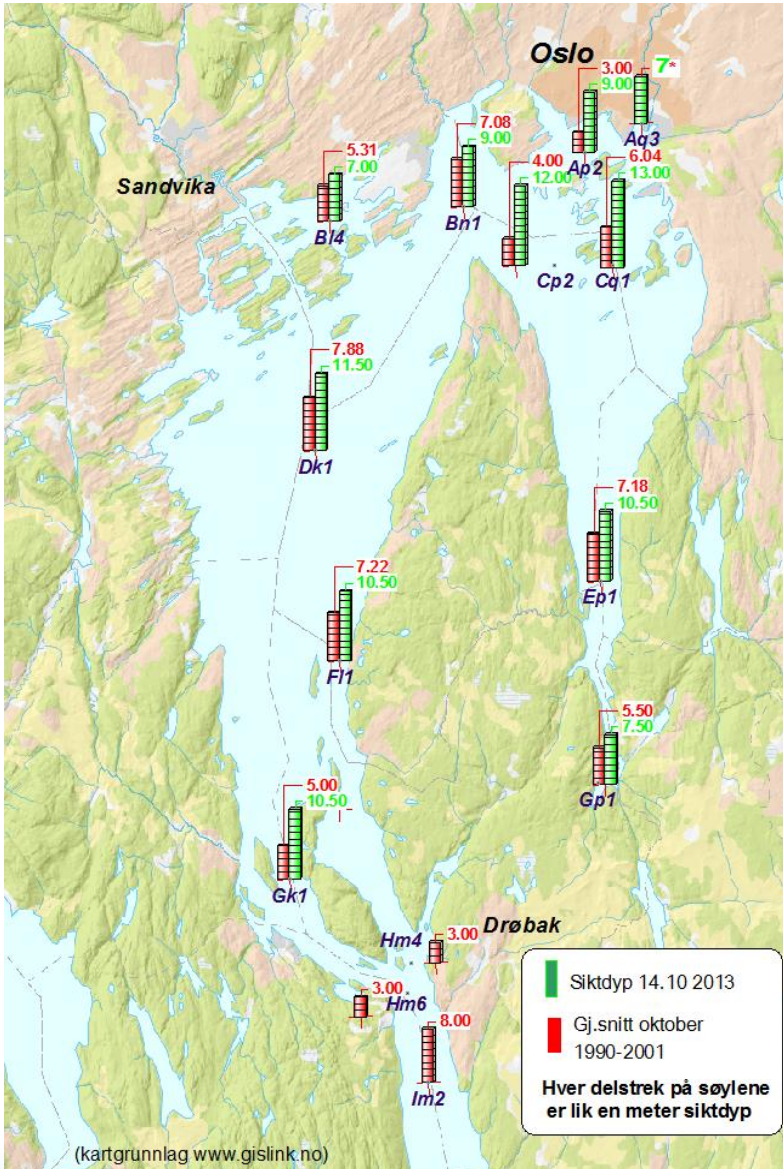
Siktdypet i fjorden observeres ved at en hvit skive senkes ned i vannet til den ikke lengre er synlig. Deretter trekker man den sakte opp til den på ny er synlig, og skivens dyp registreres. Dette dypet kalles siktdypet.

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 gruntvannsområdene blir mer produktive, hvilket har 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 gruntvannsamfunnene 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 NIVAs hjemmeside (Aquamonitor).



Siktdypet i fjorden

I oktober var det tydelig bedre siktdyp i fjorden enn hva som kunne være forventet for denne perioden sammenlignet med tidligere år (1990 til 2001).

Dette kan forklares av at september måned hadde mindre enn 50 % av normal nedbørsmengde samt lite nedbør i begynnelsen av oktober.*

Ved Hm4, Hm6 og Im2 var det blitt for mørkt til å kunne måle siktdyp.

(* Kilde:
[http://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_\(Blindern\)_målesta_sjon/statistikk.html](http://www.yr.no/sted/Norge/Oslo/Oslo/Oslo_(Blindern)_målesta_sjon/statistikk.html)).