



Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre
Oslofjord

Toktrappert kombitokt 20.02.2017

Miljøovervåkning av Indre Oslofjord



Bakgrunn - Miljøovervåkning Indre Oslofjord

Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeid i indre Oslofjord har ansvar for overvåking av fjorden. Dette er et samarbeid mellom Fagrådet, vannområdene PURA, Oslo og Indre Oslofjord Vest og politikere og kommunene.

Overvåkingsprogrammet for Indre Oslofjord har vært gjennomført siden 1970-årene og består i analyser av marinbiologi og hydrografi/hydrokjemisk. Denne toktrappen presenterer data fra hovedtokt for undersøkelse av hydrografi, vannutskifting og hydrokjemisk. Toktene gjennomføres 6 ganger årlig på 15 stasjoner.

- Formålet med undersøkelser av hydrografi/vannutskifting er å følge årlig dypvannsfornyelse og oksygenforhold i fjorden.
- Formålet med undersøkelser av hydrokjemisk er å følge fjordens hydrokjemiske utvikling i relasjon til rensetiltak og naturlige variasjoner.

Bakgrunn - Klima og vannutskifting

Fysiske og biologiske forhold i indre Oslofjord er hovedsakelig bestemt av klimaet, selv om forholdene den senere tid også er påvirket av menneskelig aktivitet. Viktige faktorer som inngår i klimasammenheng er temperatur (både i luft og vann), værsystemer (høytrykk/lavtrykk, vind og vindretning) og mengde nedbør og avrenning (ferskvannstilførsel) til fjorden.

Dypvannet fornyes vanligvis gjennom tilførsel av tyngre sjøvann fra ytre Oslofjord og Skagerrak om vinteren og tidlig vår. Denne dypvannsutskiftingen er i stor grad bestemt av vindretning og vindstyrke. Lange, kalde vintre med vind fra nord er gunstig for å få til en dypvannsutskifting i fjorden, som igjen påvirker oksygenforholdene der. I Vestfjorden skjer dypvannsutskiftingen årlig, mens den i Bunnefjorden skjer i snitt kun hvert 3. – 4. år under 50 – 60 meter. Varmere vintre med redusert nordavind vil på den annen side ha negativ innvirkning på fjorden.

Fordi avrenningen til fjorden gjennom elver er lav skjer det til tider en transport av overflatevann med lav salinitet fra ytre til indre Oslofjord om våren og sommeren.

Bakgrunn - Oksygenforhold

Undersøkelser av naturtilstand, ved hjelp av foraminiferundersøkelser bakover i tid, viser generelt gode oksygenforhold i fjordsystemet frem til slutten av 1800-tallet. Men menneskelig påvirkning har ført til redusert oksygen i bunnvannet (spesielt i Bunnefjorden), sannsynligvis som følge av økt tilførsel av næringssalter (eutrofi) og nedbrytning av organisk materiale. I de dypeste deler av Bunnefjorden startet den negative utviklingen allerede på slutten av 1800-tallet og tiltok utover 1900-tallet, med etablering av anoksiske bunnsedimenter på 1950-tallet (Dolven & Alve, 2010). Disse lavoksygenforholdene har vedvart frem til i dag, med svake tegn til bedringer de senere år.

Selv om forurensningsbelastningen har avtatt de siste tiårene, er det fremdeles mye "oksygengjeld" i sedimentene. Dette fører til en tidsforsinkelse med hensyn til restituering av bunnfaunaen.

Gode oksygenforhold er viktig for å opprettholde biodiversiteten i hele området og det er etablert tentative mål for oksygenkonsentrasjonen i de ulike bassengene. Det opereres med tre ambisjonsnivåer: lavt, middels og høyt ut ifra antatt mulighet om hvilke konsentrasjoner området naturlig kan oppnå av forbedret vannkvalitet ved reduksjon av forurensningstilførsler.

Topografi og stasjonsnett

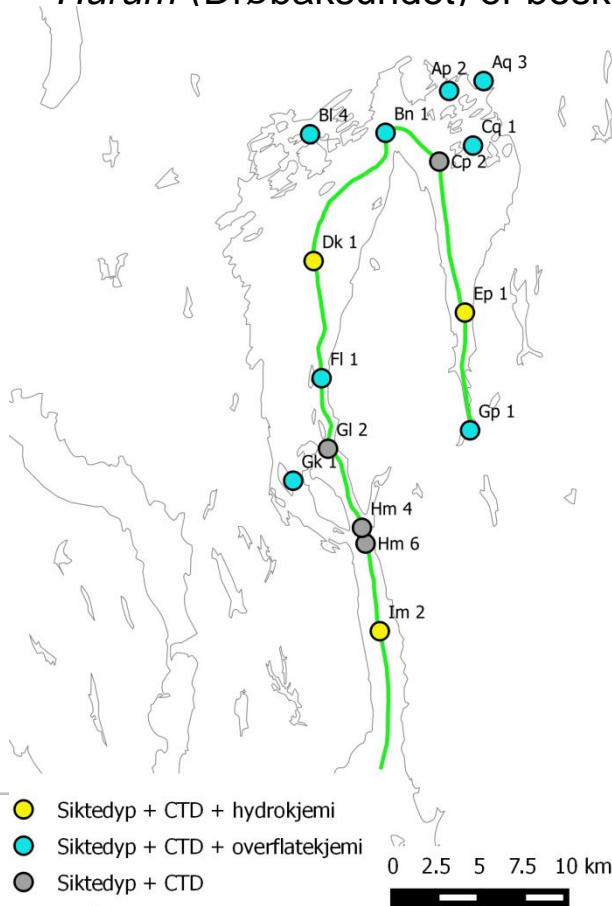
Indre Oslofjord dekker 7 vannforekomster:

"Bunnefjorden", "Bekkelagsbassenget" og "Oslo havn og by" er karakterisert som vanntypen beskyttet kyst/fjord

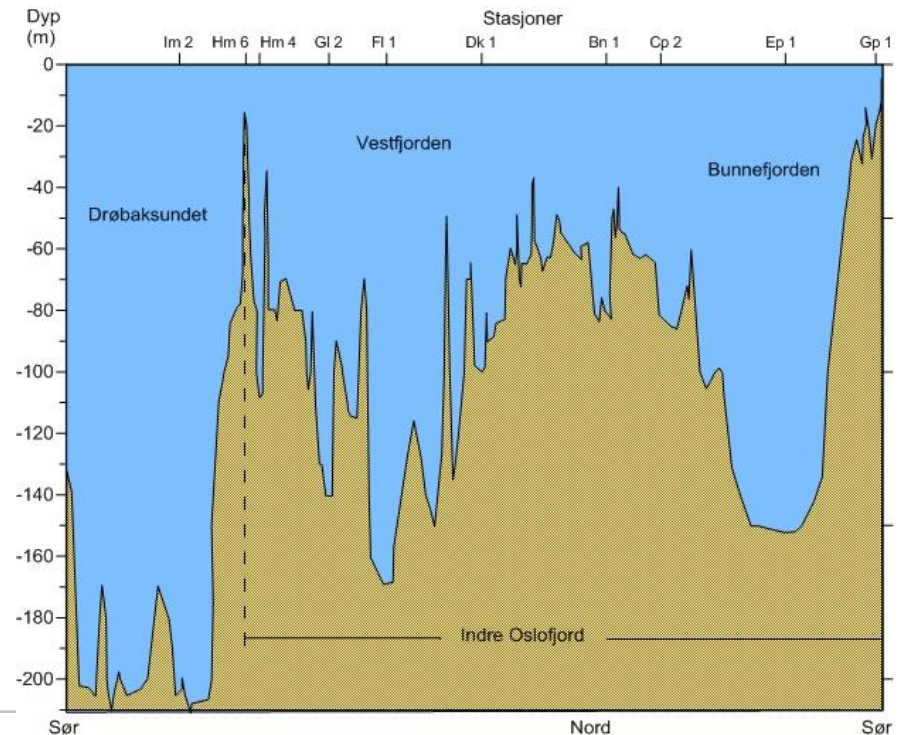
"Holmenfjorden", "Sandvika" (Bærumsbassenget) og "Bunnebotn" er ferskvannspåvirket beskyttet kyst/fjord.

"Oslofjorden" (Vestfjorden) er moderat eksponert.

"Hurum" (Drøbaksundet) er beskyttet kyst/fjord, men regnes ikke som del av indre Oslofjord.



Topografien langs grønn linje er plottet til høyre



Parametere som undersøkes på hovedtoktene

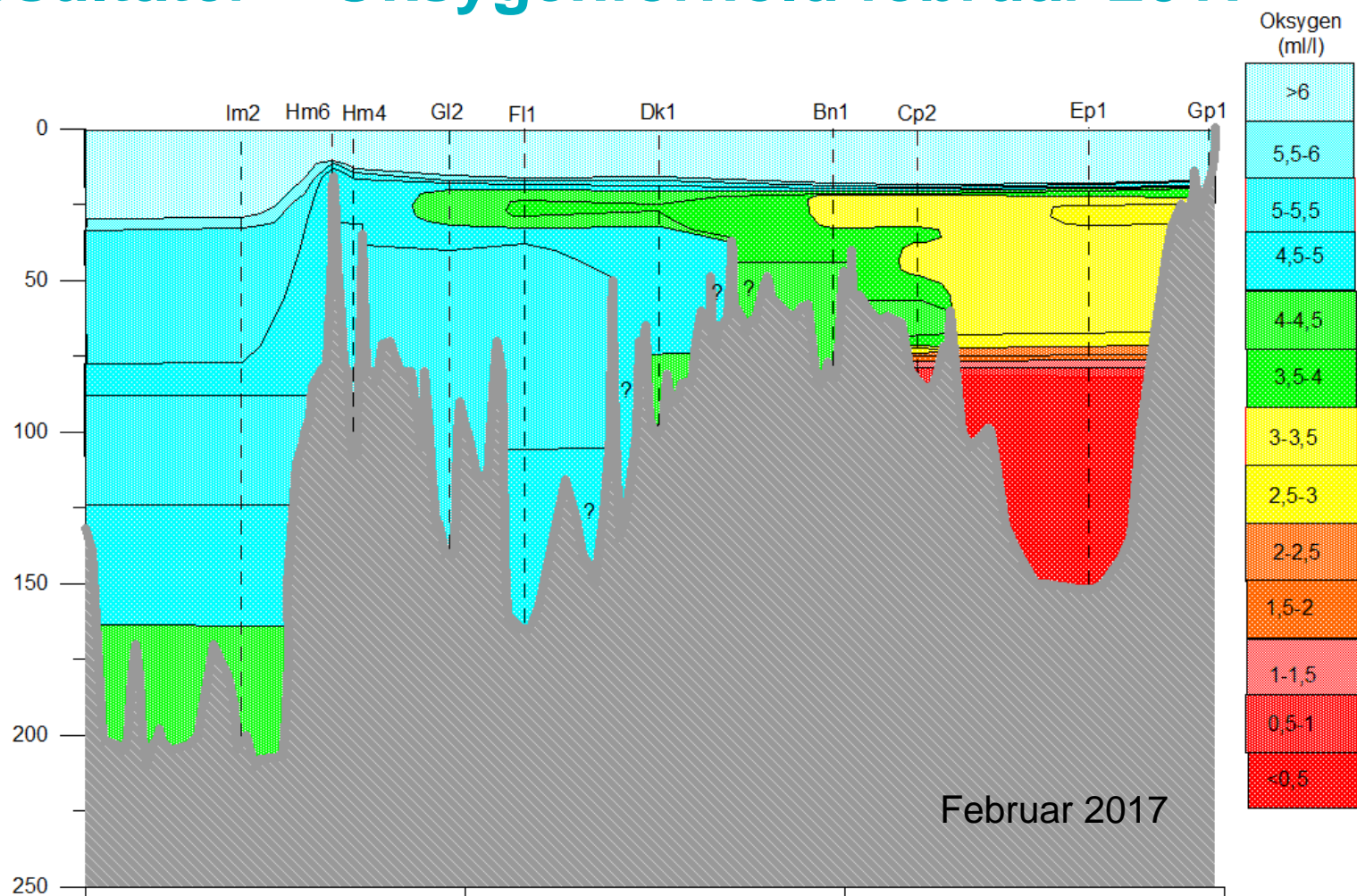
Toktene gjennomføres med forskningsskipet til Universitetet i Oslo F/F Trygve Braarud.



Følgende parametere undersøkes:

- Temperatur
- Oksygenforhold
- Saltholdighet
- Turbiditet
- Fluorescens
- Næringsalter (3 stasjoner vannsøylen og 8 stasjoner overflate)
- Klorofyll a
- Siktedyp

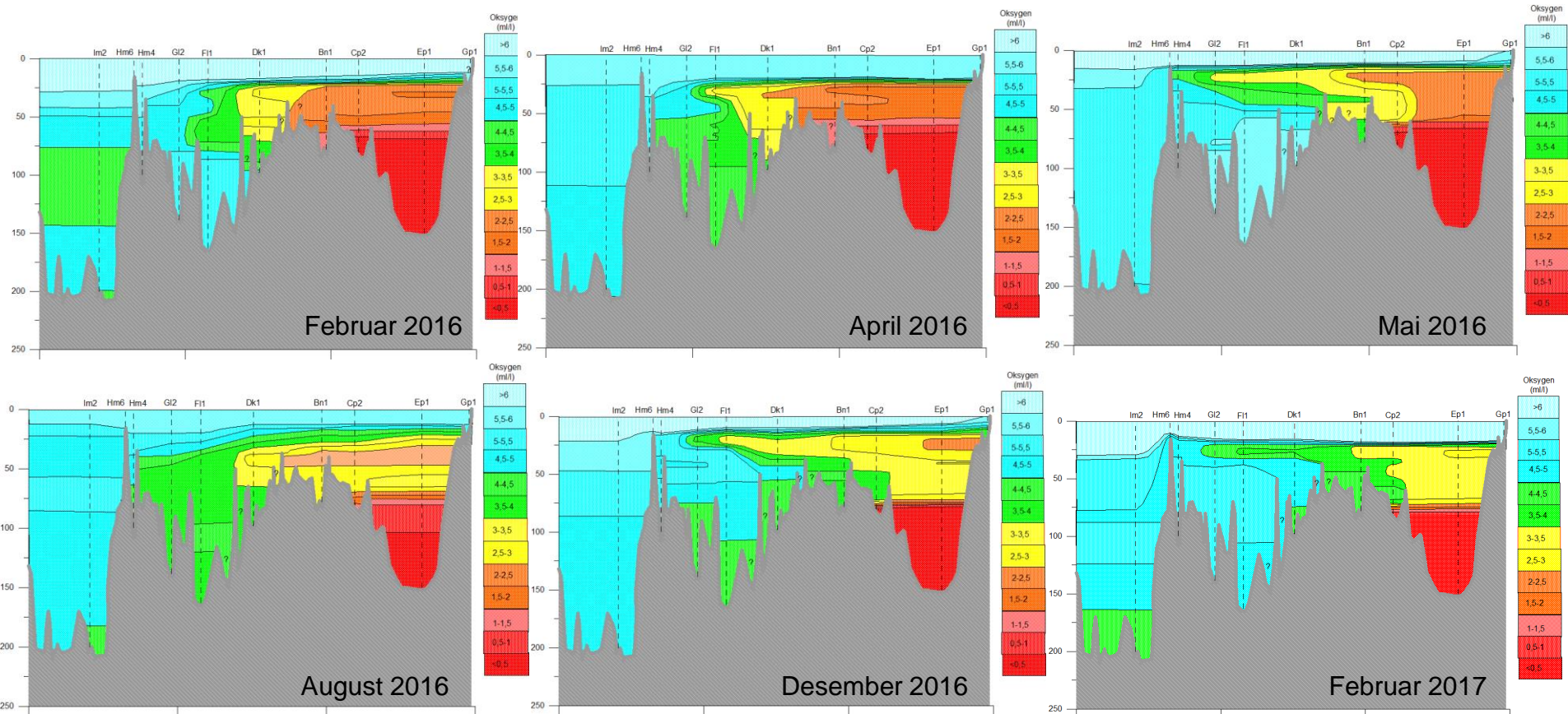
Resultater – Oksygenforhold februar 2017



Oksygenforholdene målt i februar 2017, vist som ml/l. Farger etter tilstandsklasser for oksygen i dypvannet (Veileder 02/2013).

Oksygenforholdene i **Vestfjorden** er i februar i tilstandsklasse «svært god» til «god». I **Bunnfjorden** er bunnvannet under ca. 70 m i tilstandsklasse «svært dårlig», intermediert vann (~20-70 m) i tilstandsklasse «moderat» til «dårlig», og de øverste 20 m i tilstandsklasse «svært god» til «god».

Oksygenforholdene i februar 2016 - februar 2017



De hydrografiske plottene over viser endringer i oksygenforhold i Indre Oslofjord i perioden februar 2016 til februar 2017. Plottene viser at det tidvis strømmer oksygenrikt vann inn i Vestfjorden over Drøbaksterskelen fra ytre fjord.

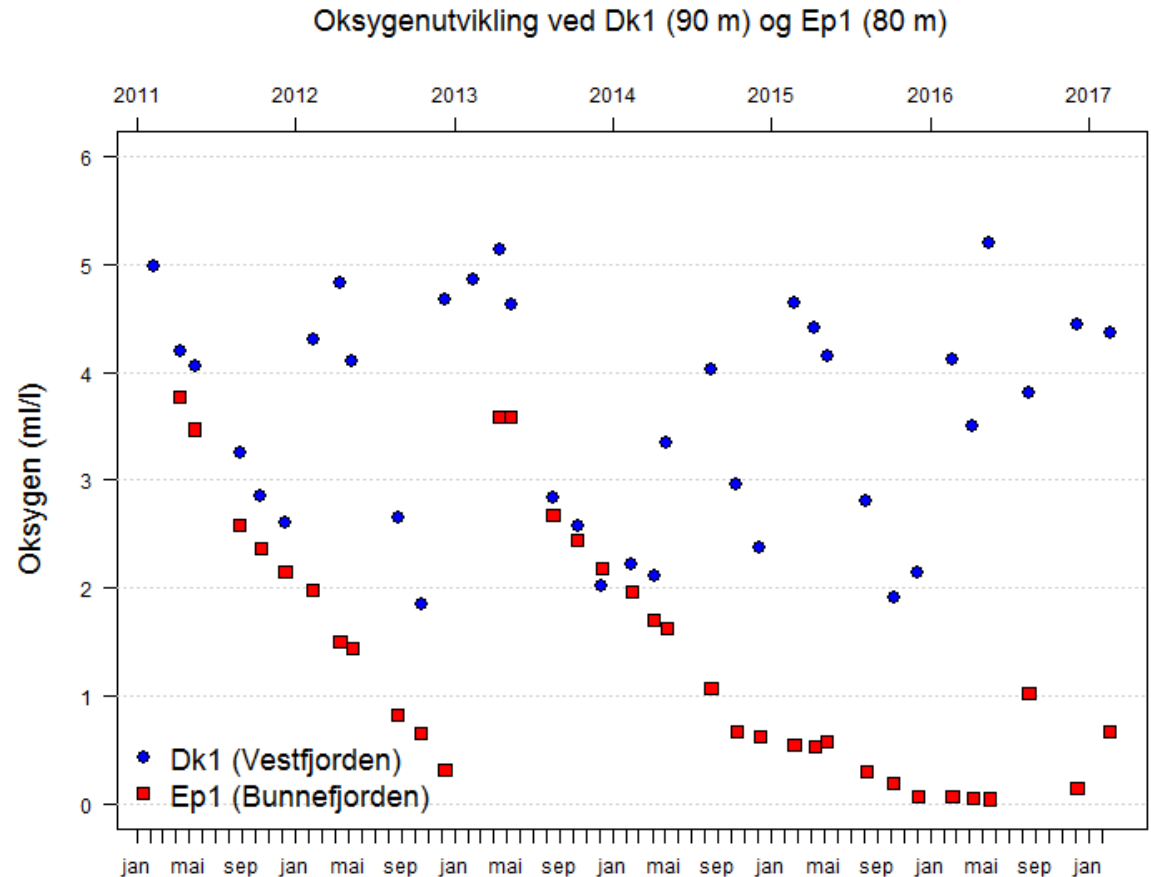
Dataene viser at det har vært en dypvannutskifting i Vestfjorden mellom desember 2016 og februar 2017. Denne vannutskiftingen har til dels også hatt en påvirkning på de intermediære vannmassene i Bunnefjorden. Men det har ikke foregått en utskifting av bunnvannet i Bunnefjorden hverken vinteren 2015/2016 eller 2016/2017.

Oksygenutviklingen i fjorden

Oksygenutviklingen på 80-90 m vanddyp i indre Oslofjord fra 2011-2017:

Oksygenforholdene på 90 m i Dk1 (Vestfjorden; blå punkter) har vært «gode» til «svært gode» i hele 2016. «Gode» oksygenforhold er også registrert i februar 2017.

Oksygenkonsentrasjonen på 80 m i Ep1 (Bunnefjorden; røde punkter) er fortsatt (i februar 2017) i tilstandsklasse «svært dårlig».



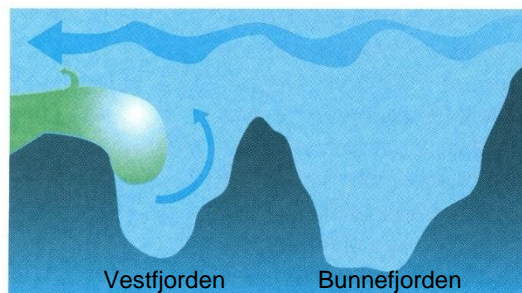
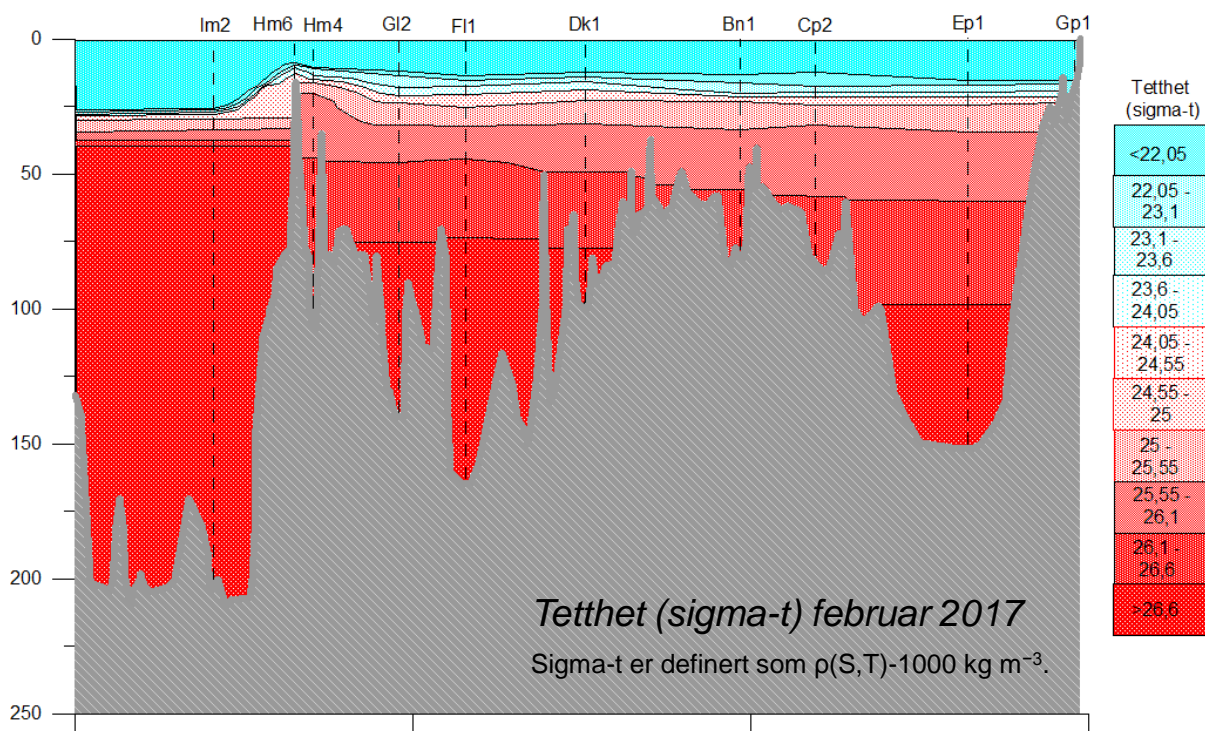
Sjøvannets tetthet i februar 2017

Tetthetsprofilen i fjorden i februar 2017 viser at:

- Tettheten i bunnvannet utenfor Drøbaksterskelen er litt tyngre enn tettheten i indre Oslofjord.
- Tettheten i bunnvannet i Vestfjorden er omtrent lik som tettheten i bunnvannet i Bunnefjorden.

Dypvannet i Indre Oslofjord fornyes gjennom tilførsel av tyngre sjøvann fra ytre Oslofjord. Vannet som strømmer inn i Vestfjorden må ha en høyere tetthet (være tyngre) enn bunnvannet som allerede finnes der for å få til en utskiftning av bunnvannet. Og tilsvarende videre innover i fjorden må vannet i Vestfjorden, ha høyere tetthet enn dypvannet i Bunnefjorden for at det skal kunne skje en dypvannsfornyelse i Bunnefjorden.

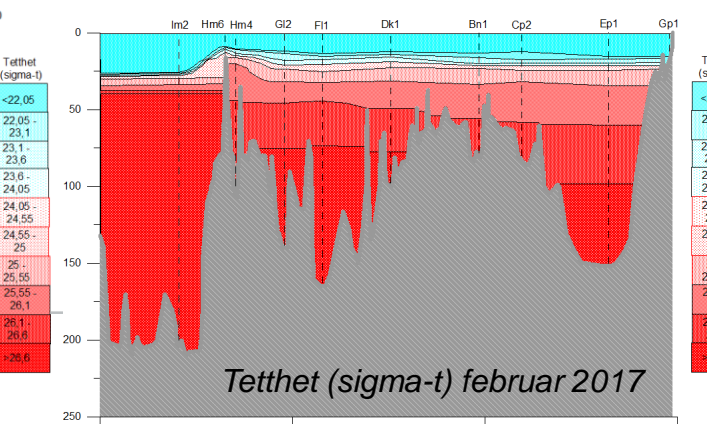
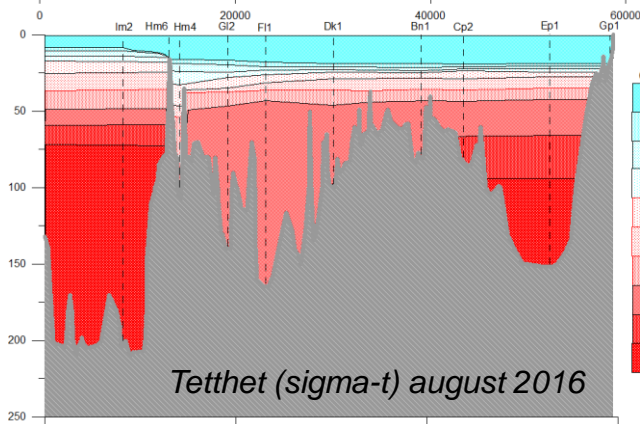
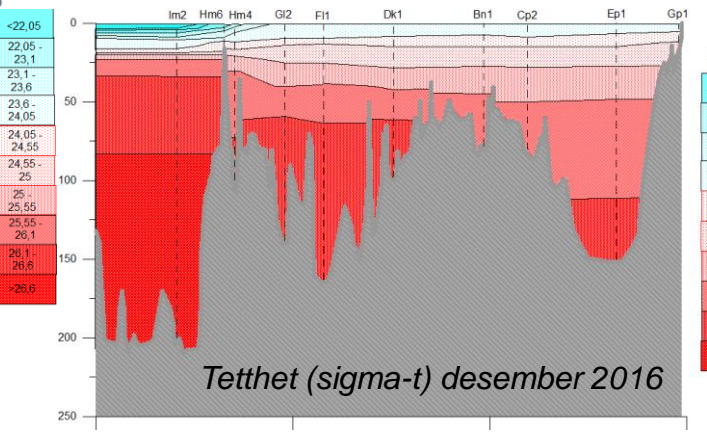
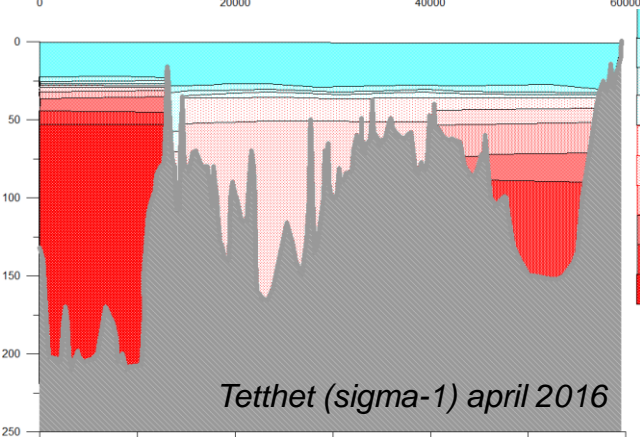
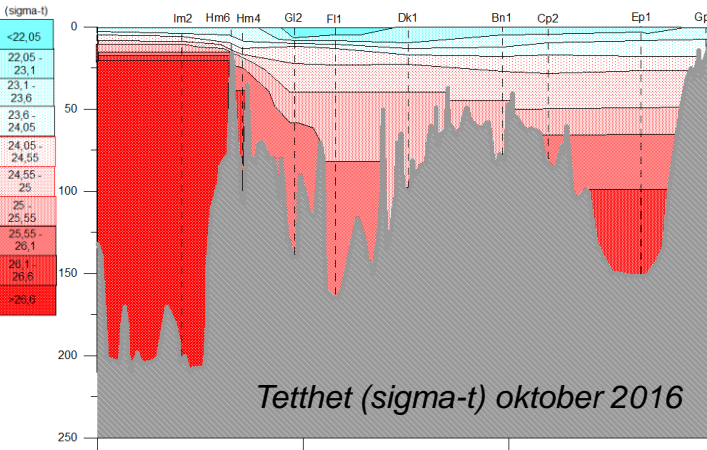
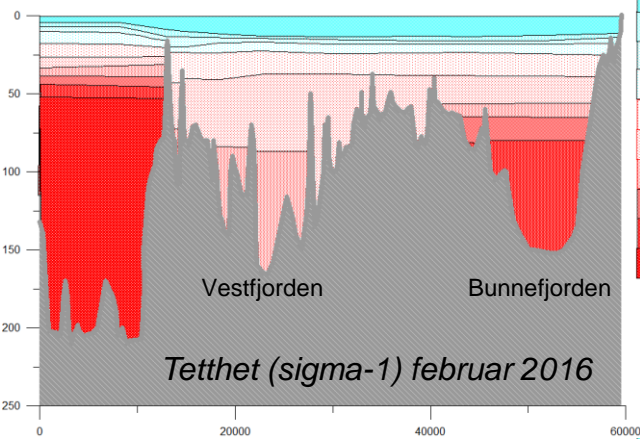
Metrologiske faktorer, slik som vindretning og vindstyrke er også av avgjørende betydning for dypvannsutskiftningen. Vedvarende vind fra nord/nord-østlig retning vil være viktig for at det lette overflatevannet, med lav saltholdighet, transporteres ut og tyngre vann stiger opp, høyere enn Drøbaksterskelen i ytre fjord. Dette vil gi økt tilførsel av oksygenrikt vann fra ytre fjord til Vestfjorden og deretter Bunnefjorden hvis tetthetsforskjellene (beskrevet over) ligger til rette for det (se illustrasjon til høyre hentet fra Baalsrud og Magnusson, 2002).



Figur fra: Baalsrud og Magnusson, 2002

Sjøvannets tetthet i perioden feb. 2016 til feb. 2017

Sigma-t er definert som $\rho(S,T) - 1000 \text{ kg m}^{-3}$.

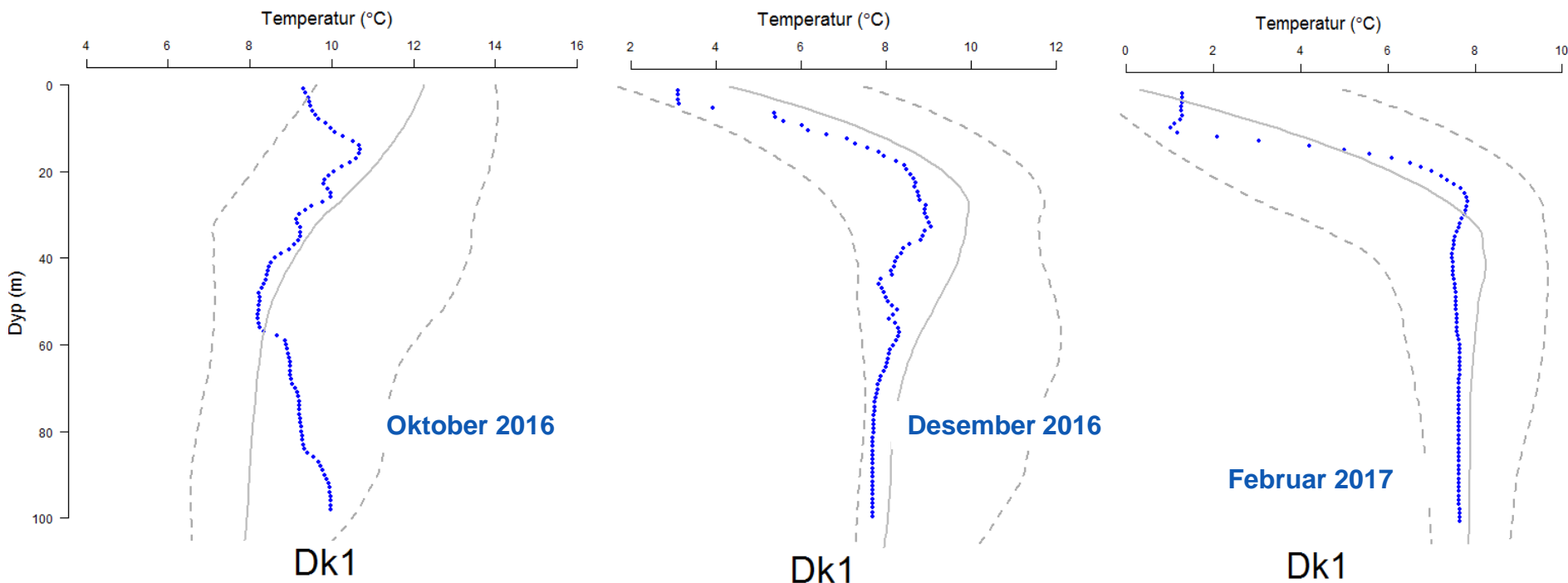


Tetthetsprofilen i fjorden gjennom året viser større variasjoner i Vestfjorden enn i Bunnefjorden.

Dette skyldes flere naturlige årsaker:

- ❖ Vestfjorden ligger nærmere ut-/innløpet av fjorden og påvirkes derfor lettere av tetthetsvariasjoner i vannet utenfor Drøbaksterskelen.
- ❖ Langsom blanding av ferskt overflatevann med saltre underliggende vann medfører at egenvekten i bunnvannet synker. Denne prosessen skjer 5 ganger raskere i Vestfjorden enn Bunnefjorden (Baalsrud og Magnusson, 2002) og tetthetsforskjellen gjør at bunnvannet lettere vil skiftes ut (i Vestfjorden).
- ❖ Raskere blanding i Vestfjorden kan ha flere årsaker: f.eks. rådende vindretninger, skipstrafikk, tidevannsstrømmer og tilførsel av rensset avløpsvann (ferskvann). I tillegg finnes det i Vestfjorden terskelinitierte tidevannsbølger («indre bølger» på terskeldyp) som skaper turbulens som medfører økt blanding. Sistnevnte finnes ikke i Bunnefjorden.

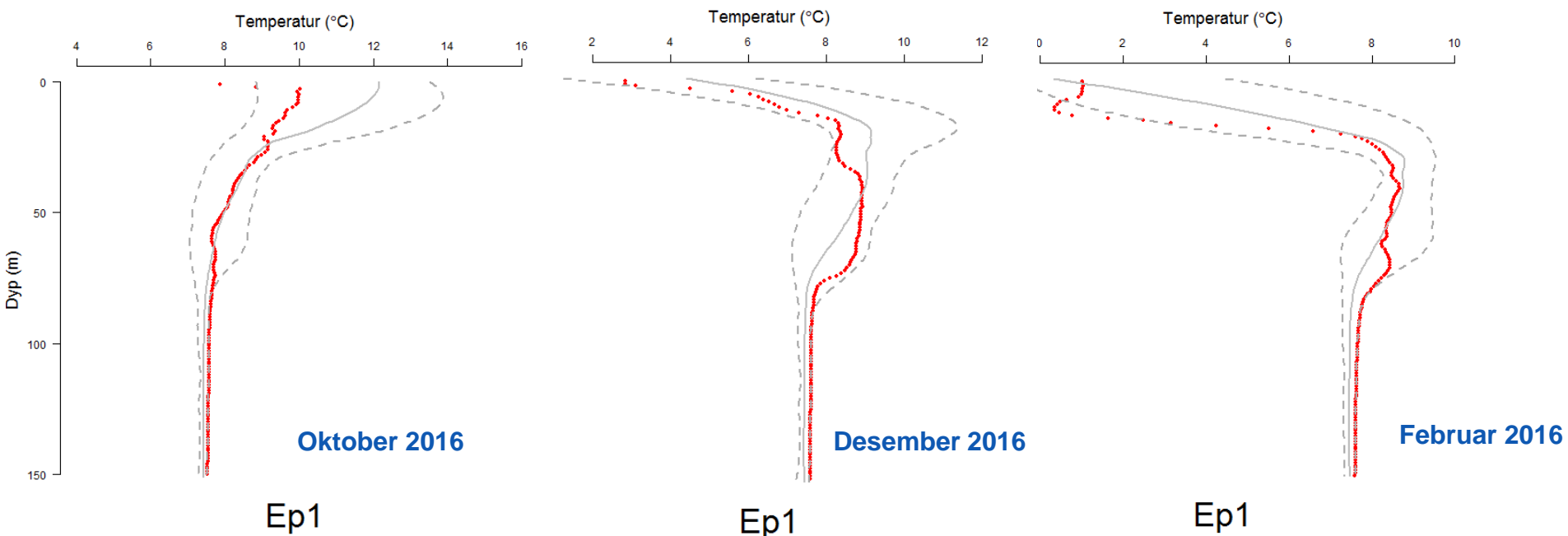
Resultater - Temperatur Dk1 (Vestfjorden)



Figurene over viser temperaturen (farget blå stiplet linje) gjennom vannsøylen i oktober (2016), desember (2016) og februar (2017) ved Dk1 i Vestfjorden. Stiplede grå linjer viser maks og min verdier innen fjorden. Merk: forskjellig skala på x-aksene.

Redusert solinnstråling og kaldere temperaturer i lufta utover høsten/vinteren reduserer temperaturen i overflatevannet. De tre temperatur-profilene i Dk1 avviker noe fra «normalen» i de månedene de er målt.

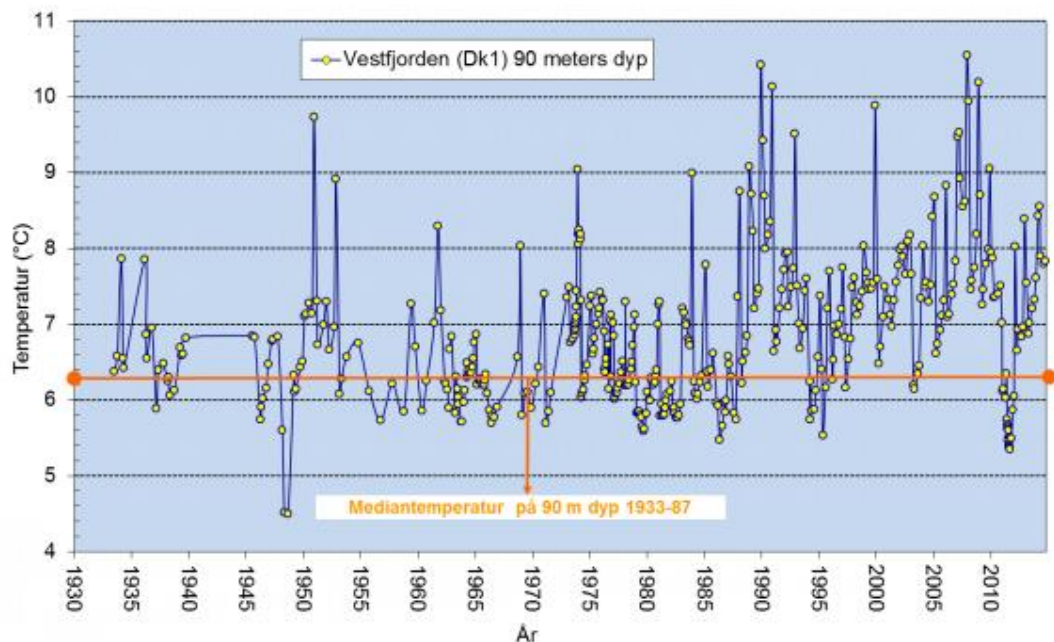
Resultater - Temperatur Ep1 (Bunnefjorden)



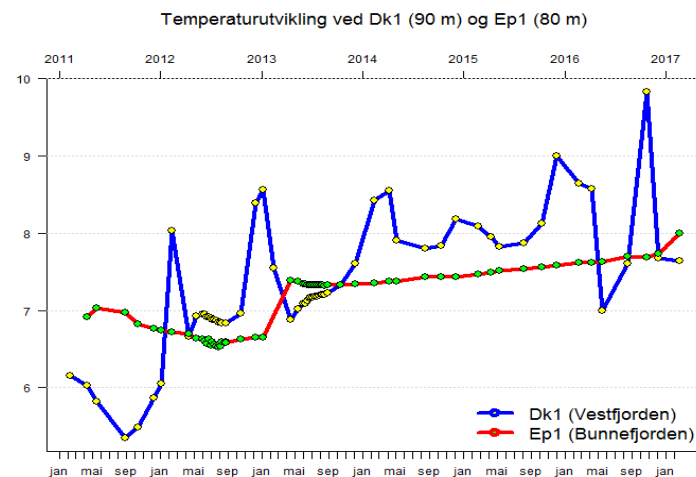
Temperaturen gjennom vannsøylen (farget rød stiplet linje) i oktober (2016), desember (2016) og februar (2017) ved Ep1 i Bunnefjorden. Stiplede grå linjer viser maks og min verdier innen fjorden. Merk forskjellig skala på x-aksene.

Tilsvarende som for Vestfjorden har det skjedd en avkjøling av overflatevannet i de øverste 20-25 m mellom oktober 2016 og februar 2017 i Bunnefjorden.

Temperaturutvikling i fjorden



Temperaturutvikling de siste 80 år ved 90 meters vanddyb i stasjon Dk1 (Vestfjorden). (Niva 2014).



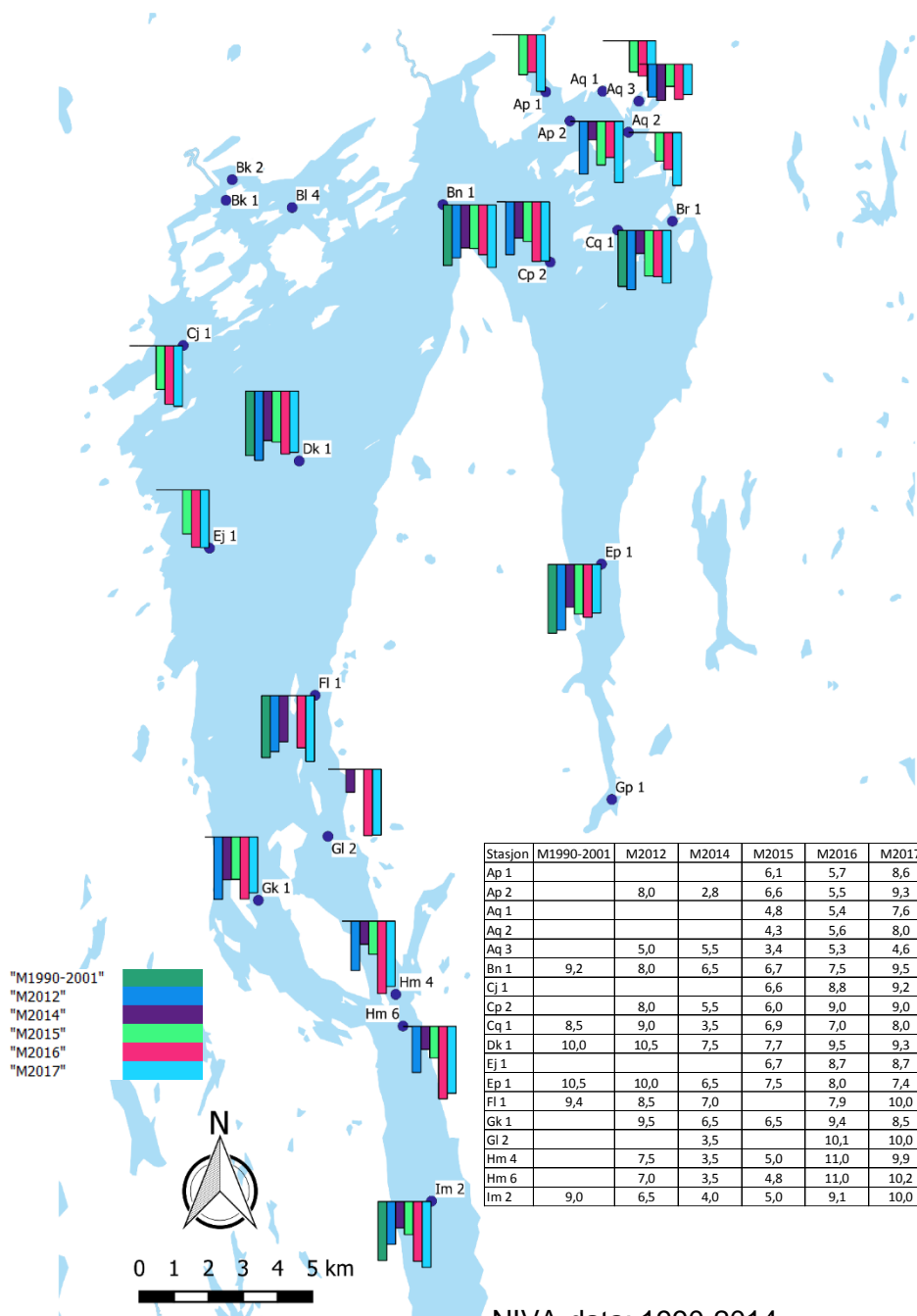
Temperaturutvikling (2011-2017) ved 90 meters vanddyb i stasjon Dk1 (Vestfjorden) og 80 meters vanddyb i stasjon Ep1 (Bunnefjorden).

Generelt viser dataene en økende temperatur mellom 2011 og 2017 i Dk1, men disse temperaturendringene ligger innenfor «normal» variasjon de siste 30 år.

Middelverdien for «februar-siktedyp» i perioden 1990-2017

Figuren til venstre viser gjennomsnittlig siktedyp målt i **februar** måned i årene 2012-2017 samt middelverdien i perioden 1990-2001 for februar (NIVA, 2014).

Dataene viser at siktedypet varierer noe på de forskjellige stasjoner fra år til år. Dette skyldes vanligvis varierende mengde partikler og plankton i vannmassene. I februar er det andre faktorer som også kan påvirke resultatene. Mindre solinnstråling og færre timer med dagslys (kortere dager) kan medføre kortere siktedyp-målinger enn hva som egentlig er tilfellet. Februar-siktedyp tas derfor ikke med når årlig siktedyp skal klassifiseres.



| Stasjon | M1990-2001 | M2012 | M2014 | M2015 | M2016 | M2017 | | |
|---------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Ap 1 | | | | 6,1 | 5,7 | 8,6 | | |
| Ap 2 | | 8,0 | 2,8 | 6,6 | 5,5 | 9,3 | | |
| Aq 1 | | | | 4,8 | 5,4 | 7,6 | | |
| Aq 2 | | | | 4,3 | 5,6 | 8,0 | | |
| Aq 3 | | 5,0 | 5,5 | 3,4 | 5,3 | 4,6 | | |
| Bn 1 | 9,2 | 8,0 | 6,5 | 6,7 | 7,5 | 9,5 | | |
| Cj 1 | | | | 6,6 | 8,8 | 9,2 | | |
| Cp 2 | | 8,0 | 5,5 | 6,0 | 9,0 | 9,0 | | |
| Cq 1 | | 8,5 | 9,0 | 3,5 | 6,9 | 7,0 | 8,0 | |
| Dk 1 | | 10,0 | 10,5 | 7,5 | 7,7 | 9,5 | 9,3 | |
| Ej 1 | | | | 6,7 | 8,7 | 8,7 | | |
| Ep 1 | | 10,5 | 10,0 | 6,5 | 7,5 | 8,0 | 7,4 | |
| Fl 1 | | 9,4 | 8,5 | 7,0 | | 7,9 | 10,0 | |
| Gk 1 | | | 9,5 | 6,5 | 6,5 | 9,4 | 8,5 | |
| Gl 2 | | | | 3,5 | | 10,1 | 10,0 | |
| Hm 4 | | | 7,5 | 3,5 | 5,0 | 11,0 | 9,9 | |
| Hm 6 | | | | 7,0 | 3,5 | 4,8 | 11,0 | 10,2 |
| Im 2 | | 9,0 | 6,5 | 4,0 | 5,0 | 9,1 | 10,0 | |

NIVA-data: 1990-2014
Norconsult-data: 2015-2017

- Siktedypet måles med en hvit skive som senkes ned i vannet til den ikke lenger er synlig. Skiven trekkes deretter sakte opp igjen og når den blir synlig registreres dypet fra skiven til vannoverflaten.

- Siktedypet i fjorden varierer gjennom året med hvor mye planteplankton og partikler som finnes i vannmassene. Mye planteplankton/ partikler gir dårlig siktedyp.

