



Fagrådet for vann- og avløpsteknisk
samarbeid i indre Oslofjord

Miljøovervåkning i Indre Oslofjord

Årsmøte 7. juni 2022

Status for fjorden

André Staalstrøm, Anette Engesmo, Louise Valestrand, Guri Sogn
Andersen, Gunhild Borgersen, Siri Moy

Fjorden er truet!

Tilførsel til fjorden er bare en av hva jeg kaller **DE 5 FARENE**

- 1. Fysiske forstyrrelser.** Den største påvirkningen langs kysten er hydromorfologiske endringer. Dette underkommuniseres ofte.
- 2. Overgjødsling.** Tilførsel av næringsalter og organisk stoff.
- 3. Miljøgifter.** Temaet er for stort til at vi kan starte med det her.
- 4. Overfiske.** Dette fører til at hele økosystemet kommer ut av balanse. Eutrofi-effekter forsterkes.
- 5. Klimaendringer.** Mest sannsynlig noe vi må forholde oss til.

1. Fysiske forstyrrelser

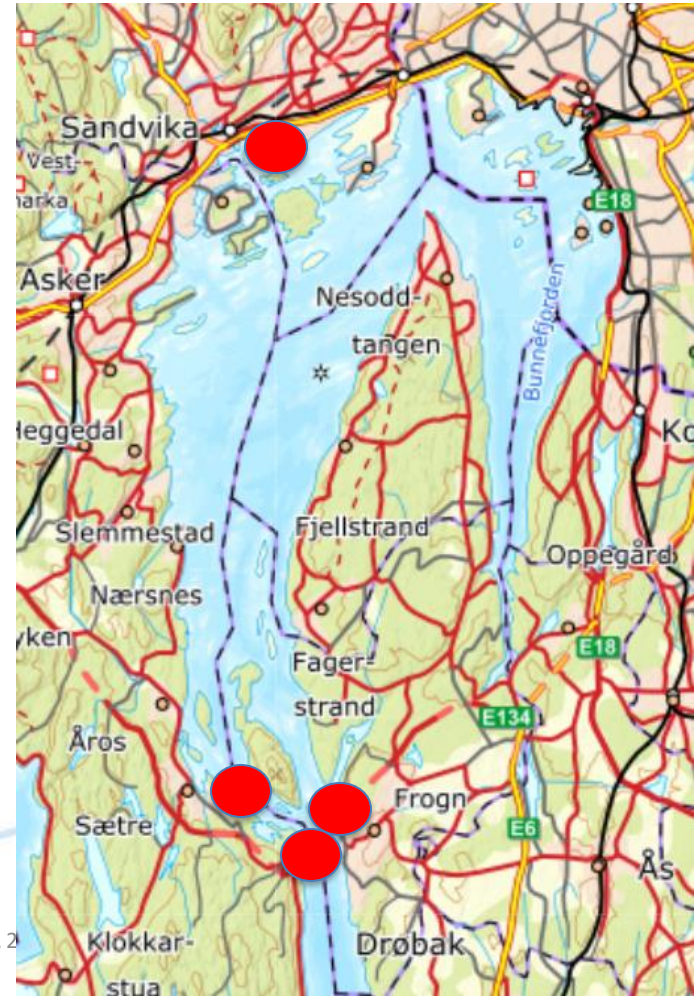
For øyeblikket er dette muligens den største trussel mot økosystemet i Oslofjorden. Det er omfattende planer om fysiske forstyrrelser.

Uvurderlige grundtvannsområder erstattes av overprisa landjord.

De mest dramatiske planene innebærer å fjerne store deler av Drøbakjetéen – det eneste området med tareskog i Indre Oslofjord.



Foto: Espen Moe

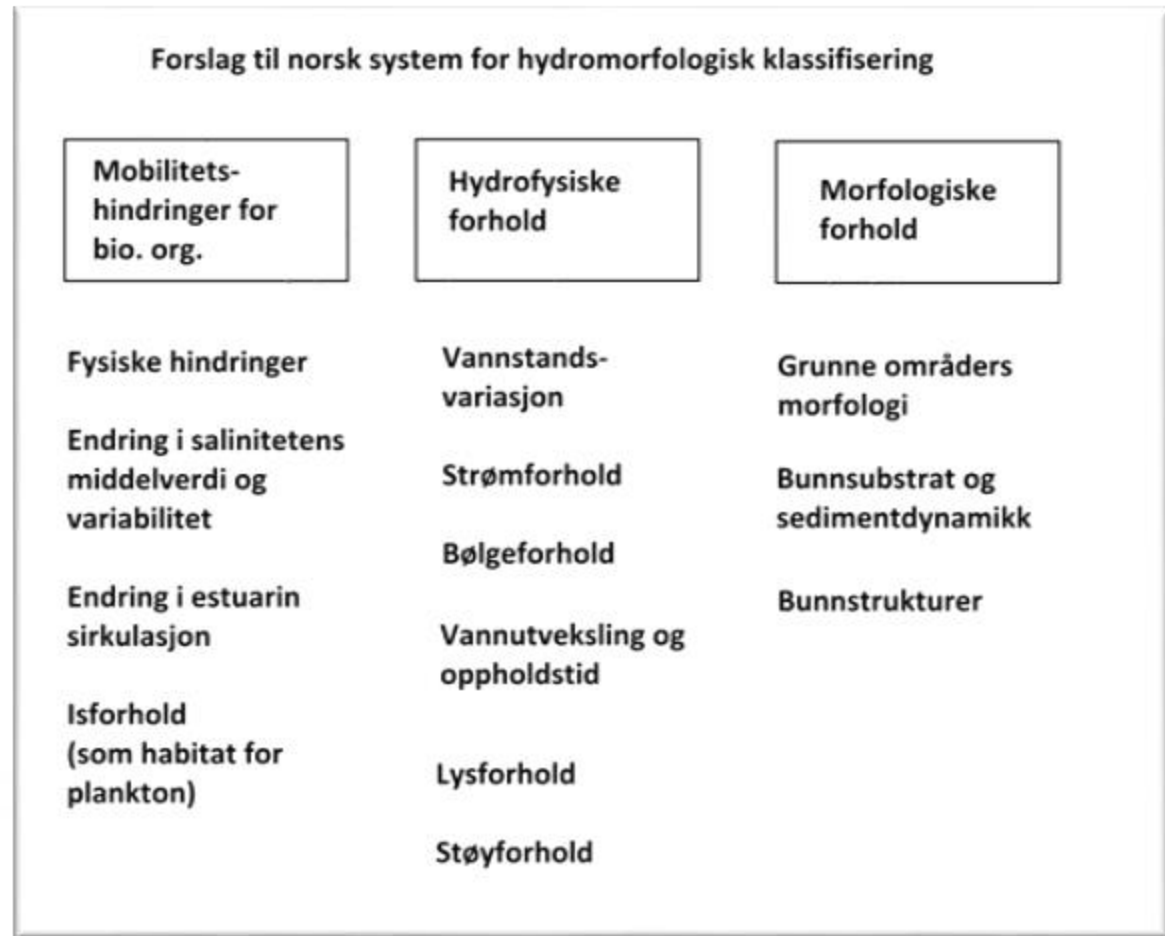


1. Fysiske forstyrrelser

Vannforskriften krever at hydromorfologiske endringer skal vurderes.

En vannforekomst kan ikke få god status hvis ikke også den hydromorfologiske statusen er god.

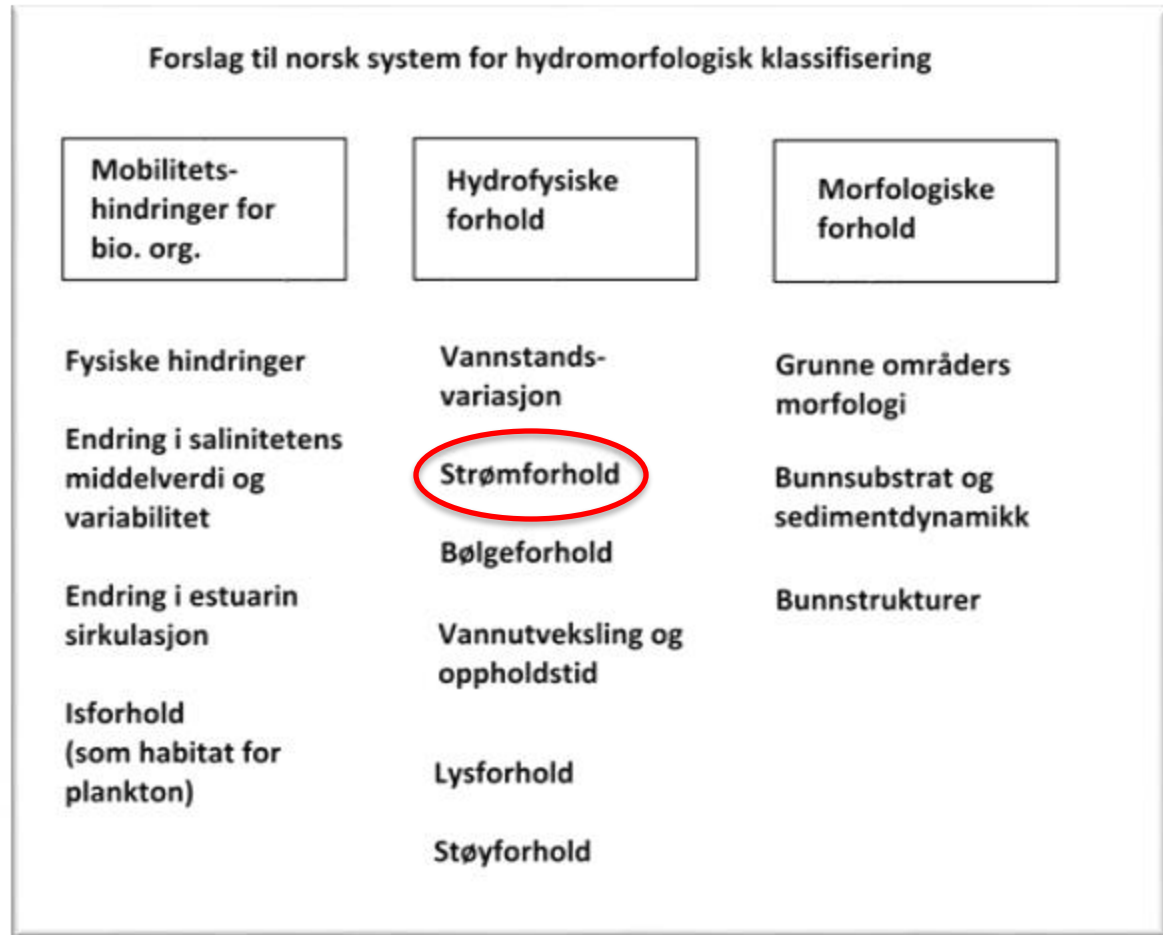
Derfor må en tenke seg godt om når det gjøres tiltak. Slike endringer kan gjøre det umulig å tilfredsstille våre forpliktelser overfor blant annet EU.



1. Fysiske forstyrrelser

Det ble nylig bedt om tilbud på å vurder endring i strømforholdene som følge av planene i Sandvika.

Dette er ikke den eneste hydromorfologiske endringen som de planlagte utfyllingene vil ha.



Film fra Drøbakjetéen av Espen Moe

Det kan være så mange som 100000 små dyr som lever per kvadratmeter i tareskogen.



Det betyr at det er planer om å fjerne en halv milliard individer.

Film av Espen Moe

Håøya

Kloa-
sundet

Bergholmen

Oscarsborg

Søndre
Kaholmen

Sund-
brygga

Neset

0.7

Terskel ca. 20 m

Flyfoto fra 1956
norgebilder.no

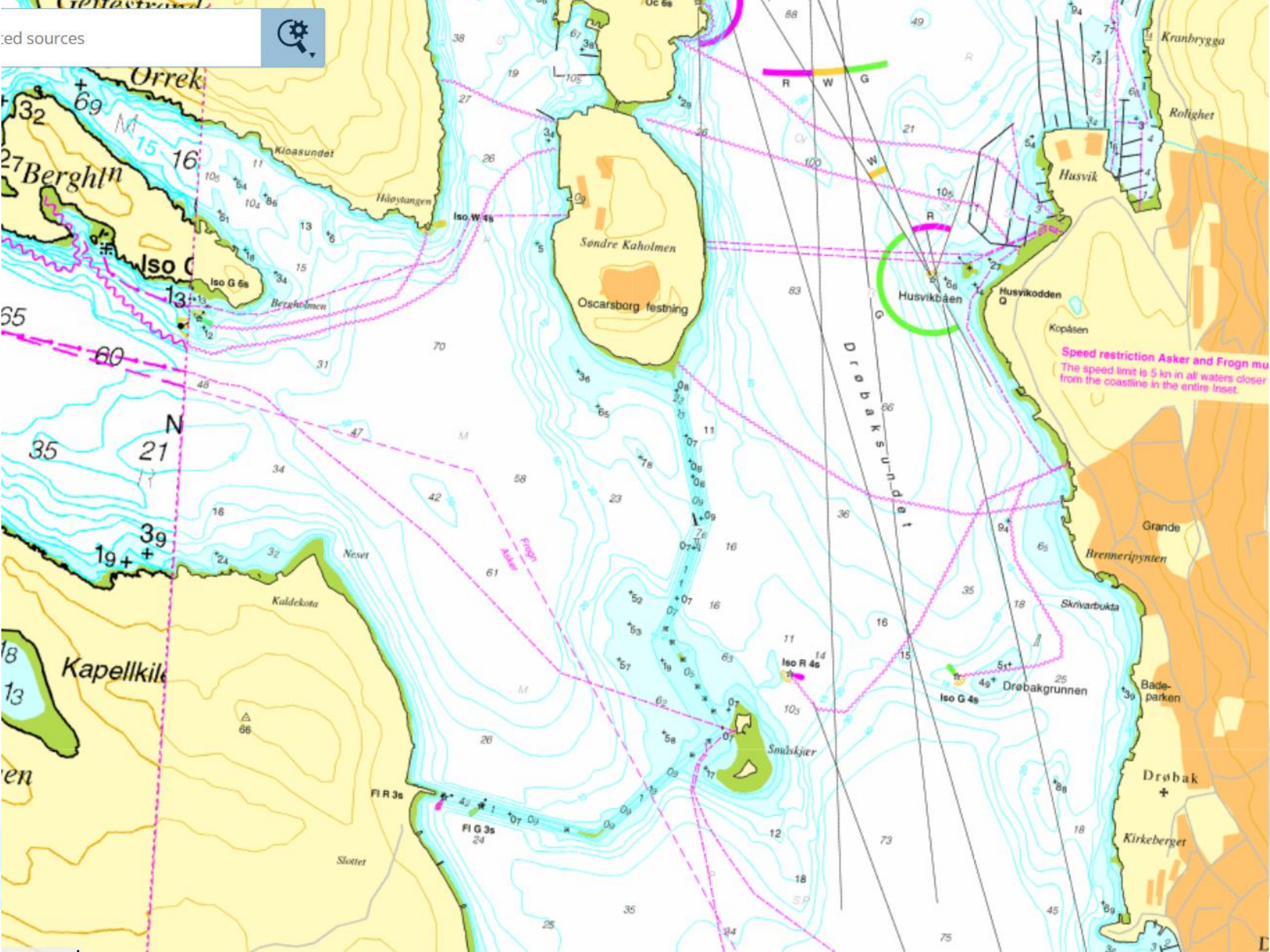
Færge-
stad

Sjeteen

<1m

Småskjær

Drøbak

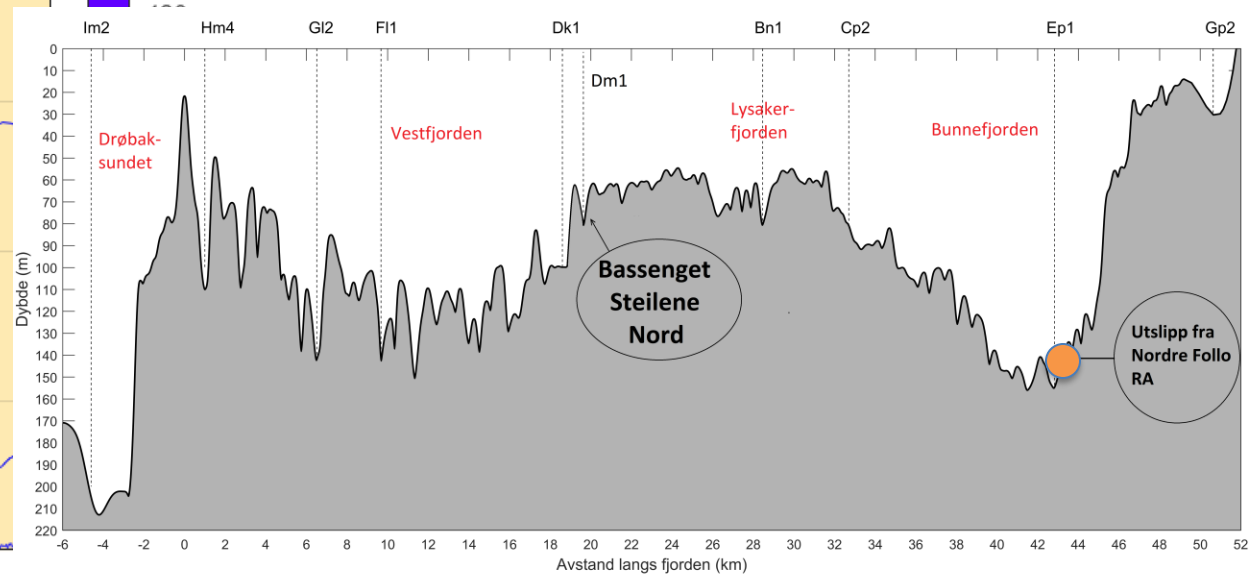
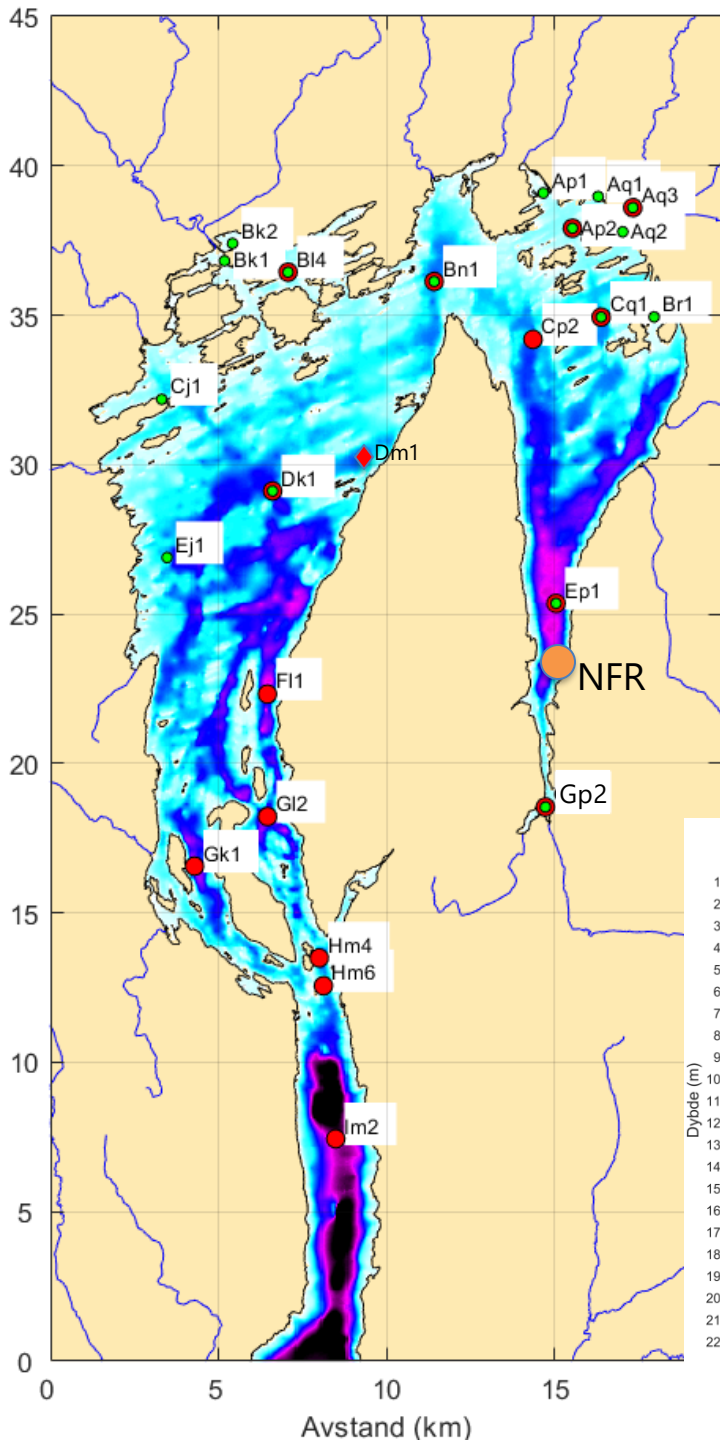


Topografi og stasjonsnett i indre Oslofjord

I kartet vises plasseringen til stasjonene hvor vannmassene overvåkes. Stasjonene merket med rødt besøkes på hovedtoktene og de merket grønt på overflatetoktene. Merk at 8 av stasjonene besøkes på begge typer tokt.

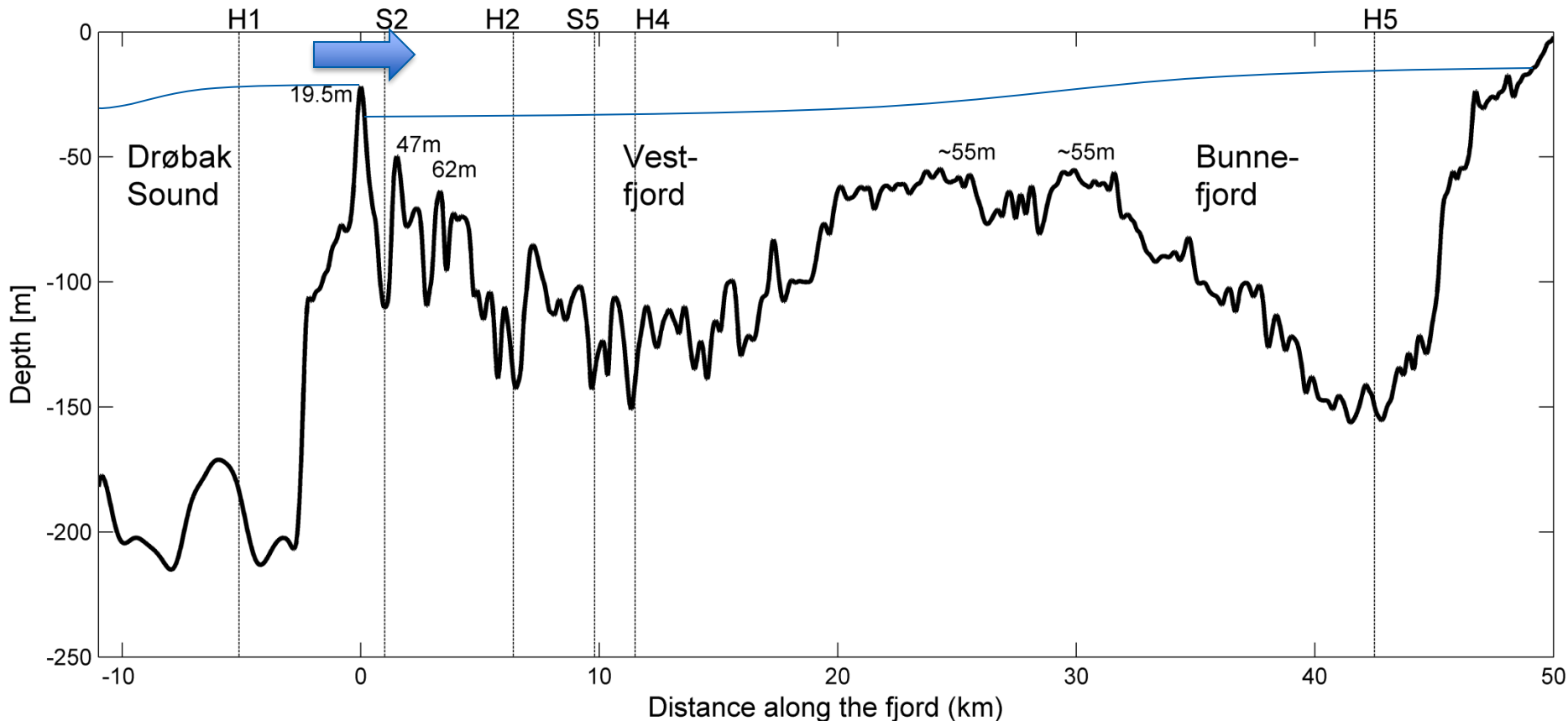
Fargeskalaen i kartet viser dybdeforholdene. Dypest er det ute i Drøbaksundet. Indre Oslofjord er adskilt fra Drøbaksundet med en terskel på 19,5 m ved Drøbak. I Vestfjorden er det dypeste punktet 160 m ved stasjon F1. Nord for Nesodden ligger Lysakerfjorden, hvor det er noe over 80 m dypt. Innenfor ligger Bunnefjorden, som er skilt fra resten av fjorden av terskler på ca. 50 m.

I figuren under vises en dybdeprofil fra Drøbaksundet, via Vestfjorden og Lysakerfjorden til Bunnefjorden. Fra januar 2021 har Nordre Follo Renseanlegg (NFR) hatt dyputslipp på ca. 140 m i Bunnefjorden. NFR har sluppet ut over 1.2 mill. m³ med vann på dette dypet siden 14. januar



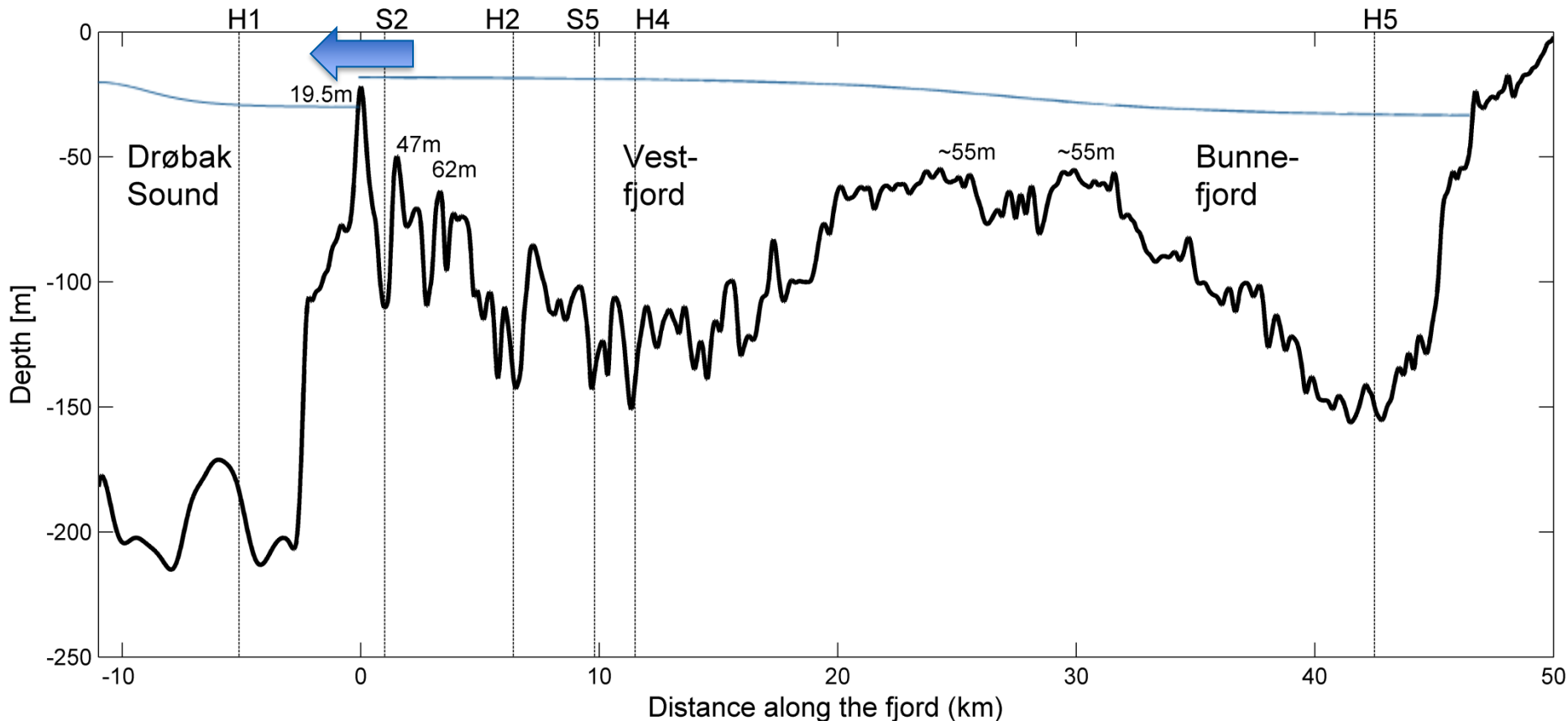
Indre bølger

Når det strømmer vann over terskelen dannes indre bølger. Disse bryter innover i fjorden og gir vertikal blanding.



Indre bølger

Når det strømmet vann over terskelen dannes indre bølger. Disse bryter innover i fjorden og gir vertikal blanding.

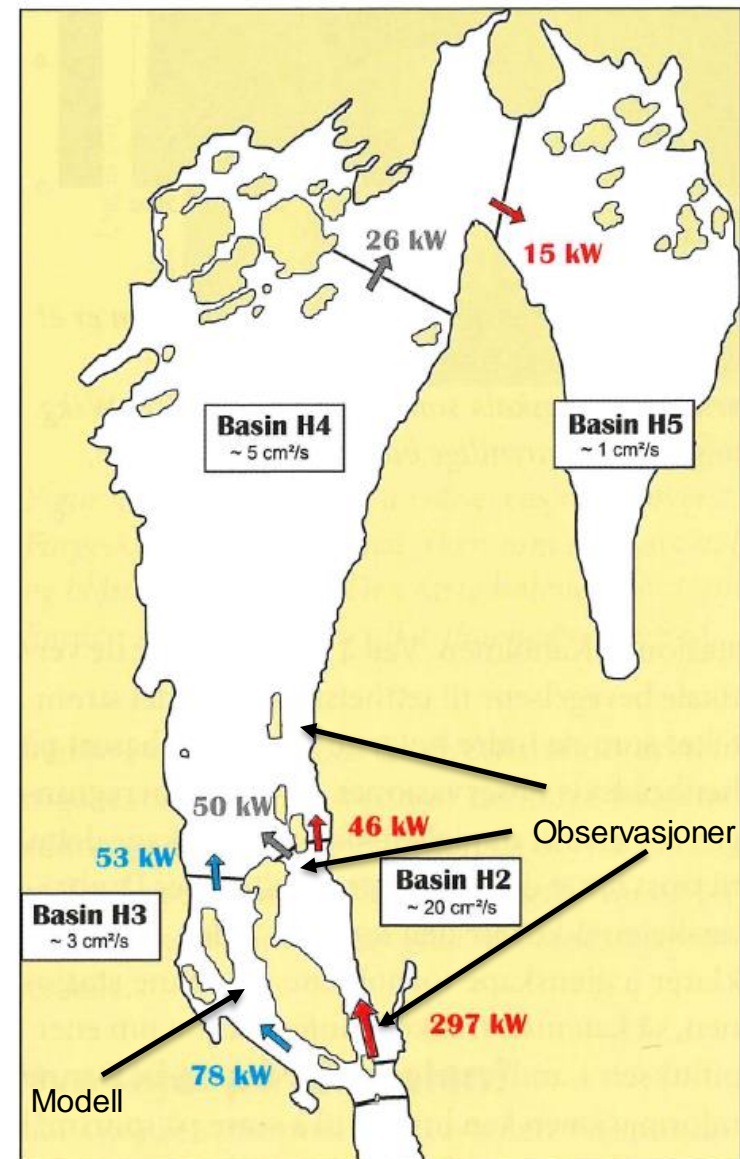


Sammenheng mellom indre bølgeenergi og blandingsforhold

Staalstrøm (2015) publiserte en sammenstilling av resultatene fra forskningsprosjektet Fjordmix.

(<https://vannforeningen.no/dokumentarkiv/betydningen-av-indre-bolger-i-oslofjorden/>)

Blandingsforholdene i de forskjellige bassengene kan forklares av differansen av energi som kommer inn og det som går ut av bassengene. Denne energien brukes til å blande vannmassene vertikalt. Dvs. at det tunge vannet i et stagnant basseng løftes opp, og gir hyppigere dypvannsfornyelser.



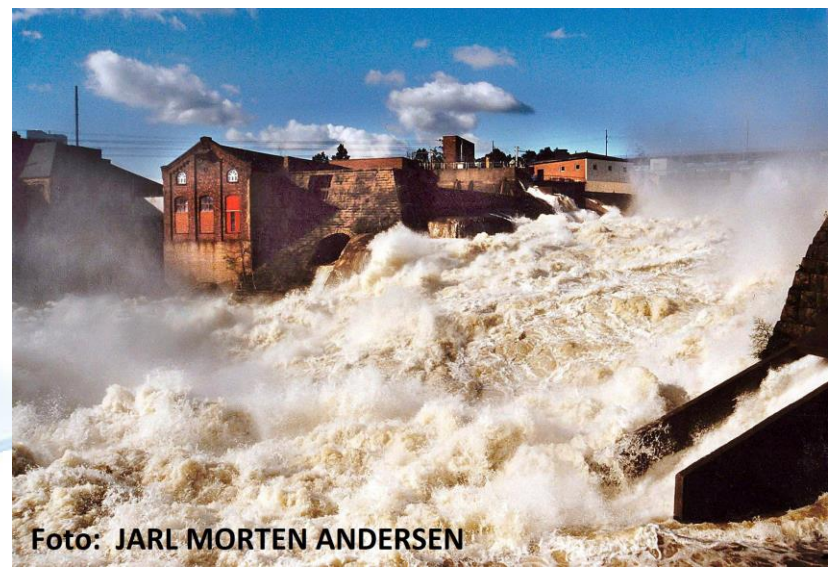
Figur 6. Energitransport og vertikal blanding i Oslofjorden framstilt skjematisk. Energitransporten er vist med fargede piler med tallverdien ved siden av. Blandingskoeffisientene i hvert basseng er vist i boksene.

2. Overgjødsling – tilførsel av næringsalter og organisk stoff

For Oslofjorden som helhet er det behov for å redusere tilførselen.

Konsentrasjonene av spesielt nitrogen er for høy i store deler av fjorden pga. tilførsel fra landbruk, befolkning, industri med mer, som kommer i tillegg til naturlig høy avrenning fra elvene.

Dette er et regionalt problem som må tas tak i på tvers av flere sektorer. En kan ikke se bort i fra fiskeri eller matproduksjon.



Staalstrøm

Foto: JARL MORTEN ANDERSEN

Konsentrasjon av nitrogen

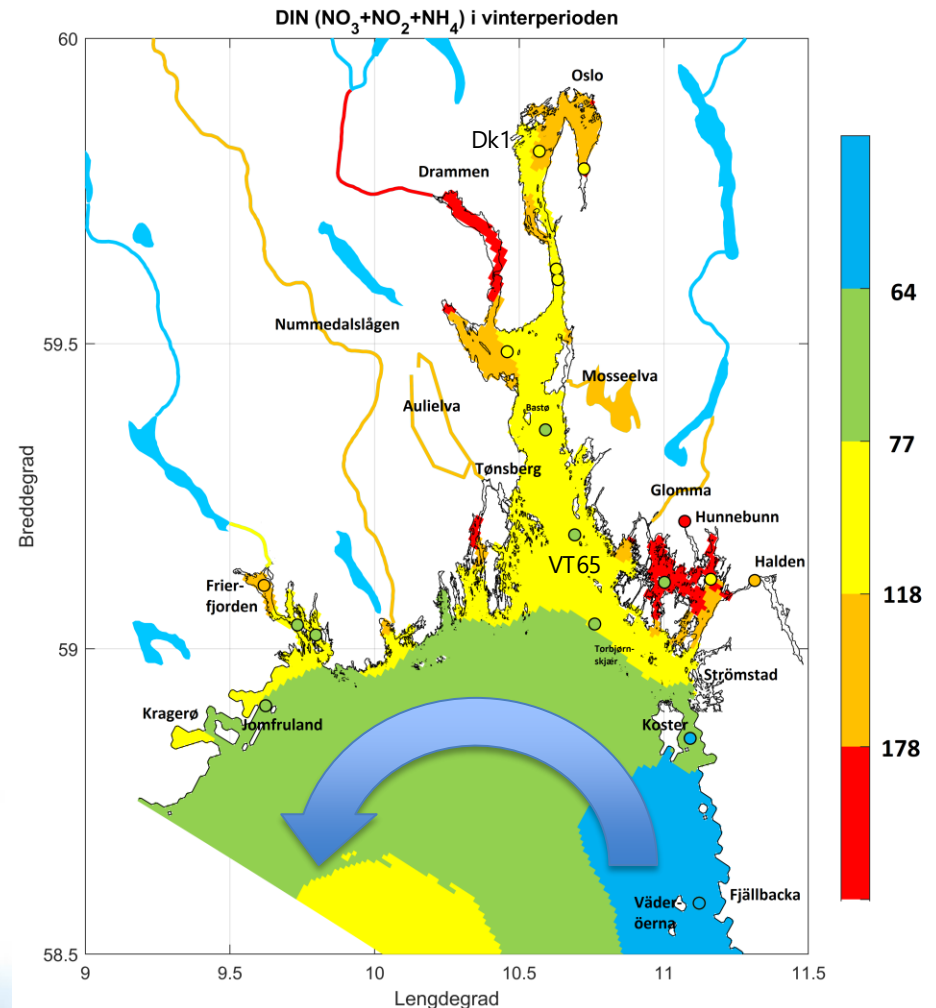
Det vi ser på kartet er løst uorganisk nitrogen i overflatelaget på vinteren.

Fargeskalaen er basert på de svenske klassegrensene.

Kartet er basert på modelldata, mens punktene viser observasjoner.

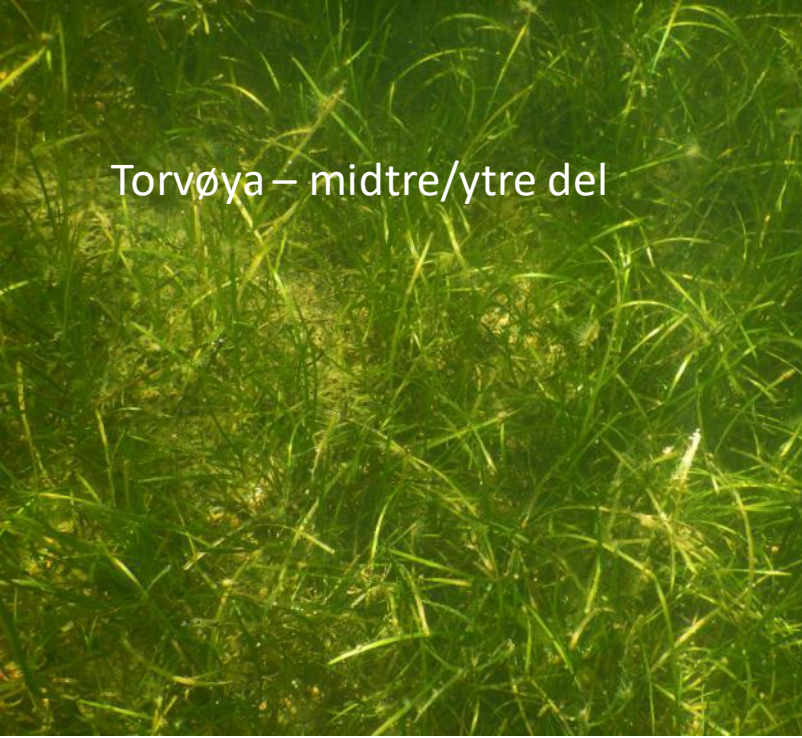
Både modell og observasjoner viser høye verdier i indre områder, og det er en økning når man går fra øst til vest med kyststrømmen.

Oslofjorden er et kildeområde (spesielt for nitrogen).



Helsetilstanden for ålegras

Torvøya – midtre/ytre del

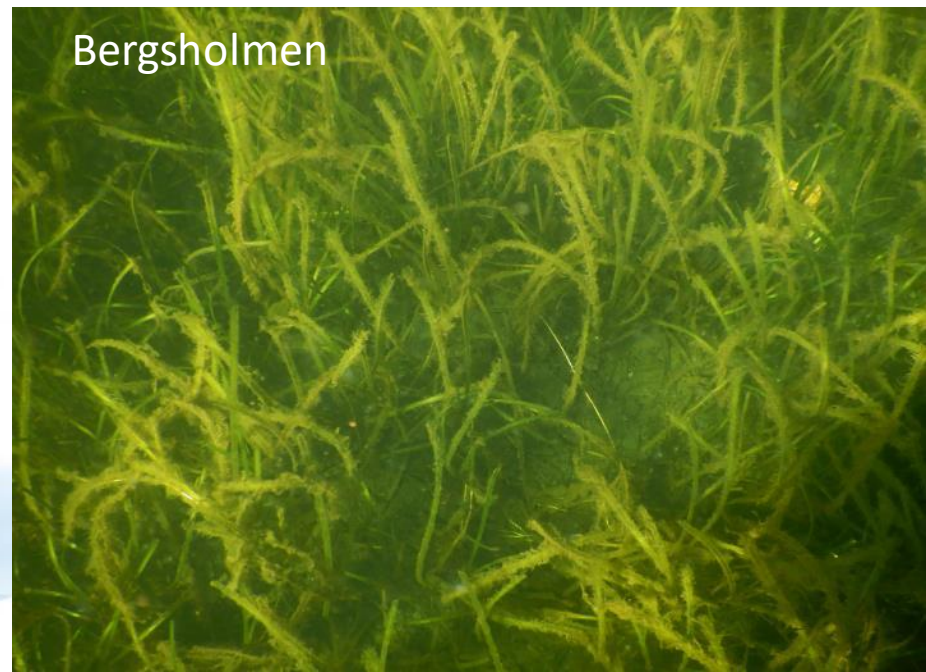


- Tilstanden er blitt mye dårligere siden forrige kartlegging (2007-2010). Også i eksponerte områder som Hurum.
- Ca. 2/3 av engene hadde dårligere tilstand (overgrodd med lurv).
- Forekomst av lurv er en klar indikator på overgjødsling.

Torvøya – mot land



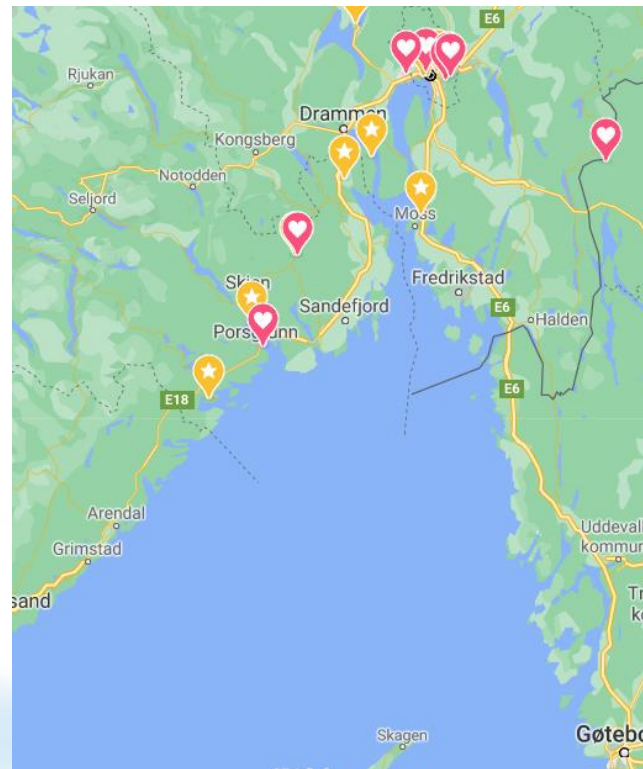
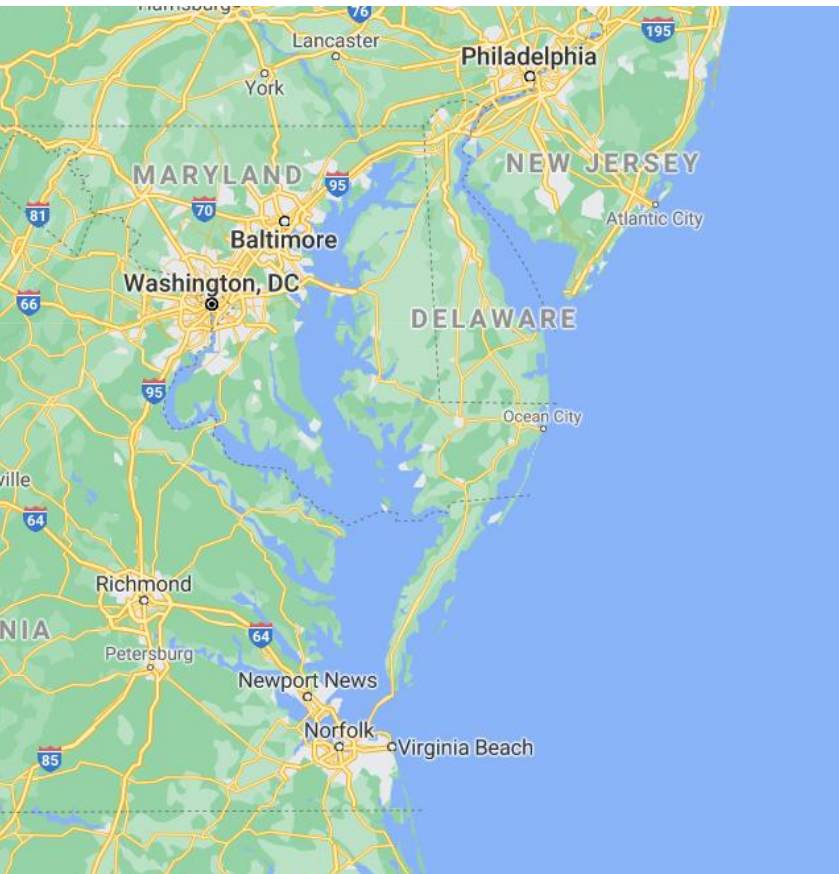
Bergsholmen



Sammenligning med Chesapeake Bay

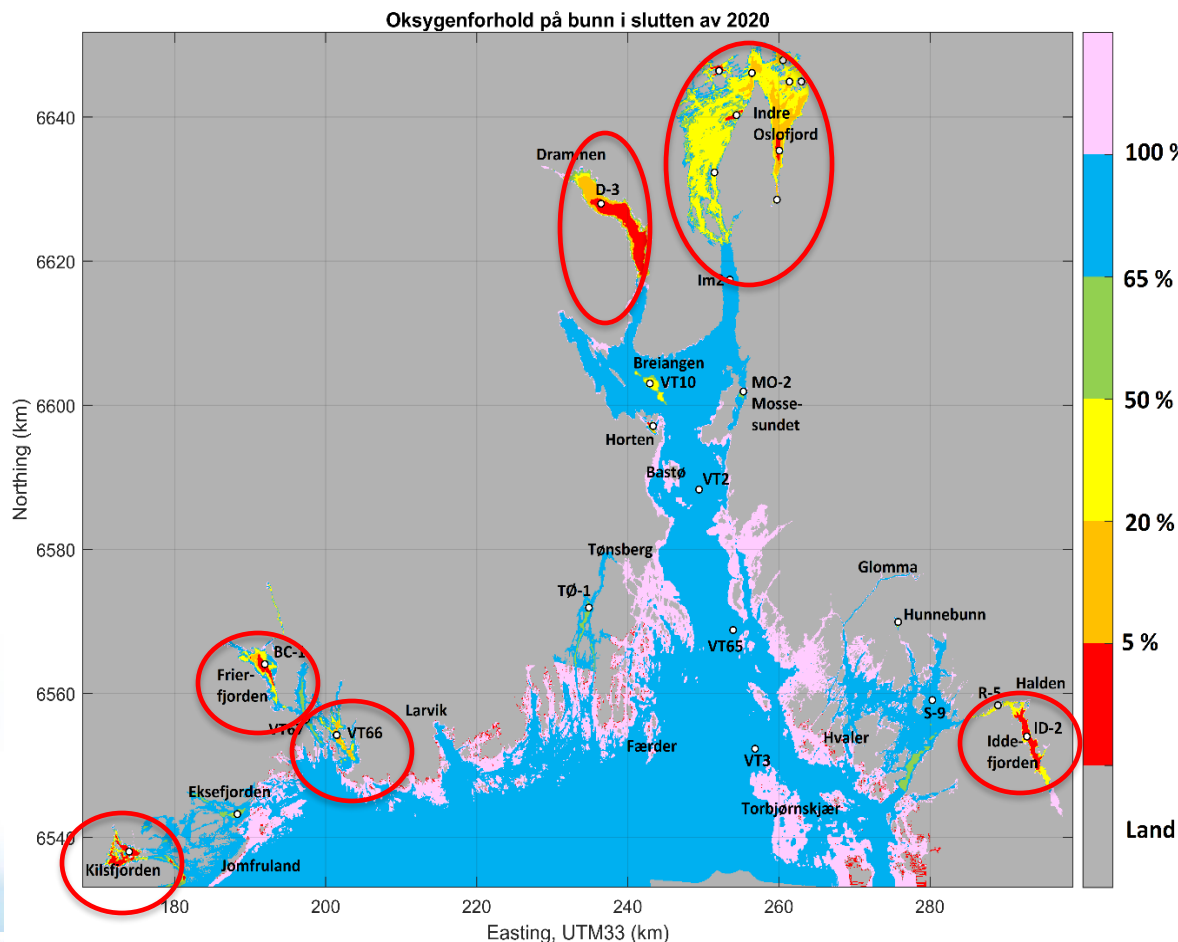
Strategien i USA har vært samarbeid på tvers av flere stater og flere etater, som alle har en samlet forståelse av at tilførsel av nitrogen må ned. I Chesapeake Bay har de oppnådd en reduksjon av nitrat på **23%** i vannmassene (samt 8% for fosfat) siden 1984. De rapporterer om at det de kaller akvatisk vegetasjon (f.eks. ålegress) har kommet tilbake i stor grad. **Å redusere tilførselene nytter!**

I samme periode har vi hatt en økning av tilført nitrogen til Ytre Oslofjord på omtrent 20% (men en nedgang i tilført fosfor fra rensesanlegg). Og vi har hatt en stor tilbakegang i akvatisk vegetasjon.



Oksygenforholdene langs bunn

Vekst av alger gir organisk belastning, som gir oksygenforbruk. Derfor overvåkes oksygenforholdene langs bunn



I kartet er oksygenforhold langs bunn estimert, basert på målinger og ved å anta horisontale oksygenflater.

Lave oksygenforhold i terskelfjordene.

I slike områder er det for lang oppholdstid i forhold til organisk belastning.

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 1-2 ml/l. Torsken har større krav enn rekene.

I flere av bassengene i indre Oslofjord har vannmassene lang oppholdstid. Dette gjelder spesielt Bunnefjorden og Bærumsbassenget. I denne perioden tilføres ikke bassengvannet oksygen, og det vil med tiden brukes opp. Samtidig vil konsentrasjon av silikat, fosfat og ammonium etter hvert hope seg opp, siden dette ikke forbrukes i oksygenfattig vann. Nytt oksygenrikt vann tilføres under dypvannsfornyelser.

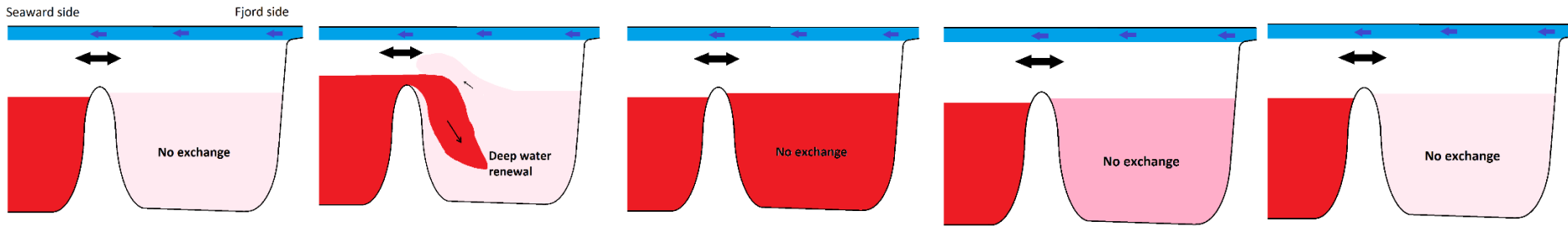
Kappløpet mellom vertikal blanding og oksygenforbruk

Men hvorfor skjer det dypvannfornyelser?

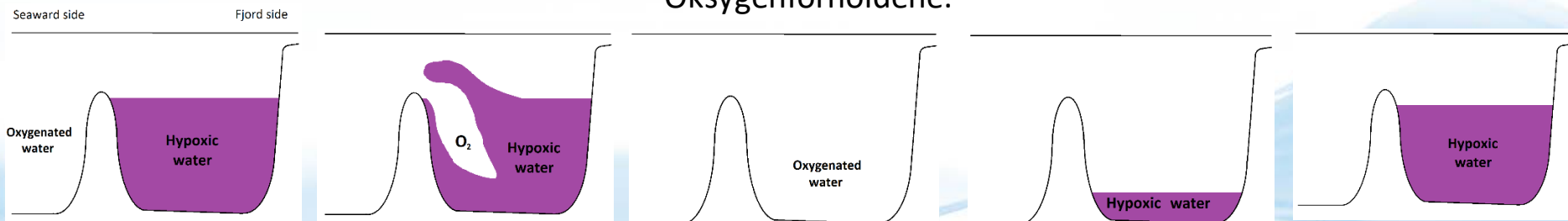
Under er det vist fem stadier i utviklingen fra situasjonen rett før en dypvannsfornyelse, under dypvannsfornyelsen og etter dypvannfornyelsen. Øverste rad viser egenvekten til vannmassene hvor rødt er det tyngste vannet og rosa er lettere vann. Nederste rad viser oksygenforholdene hvor lilla er oksygenfattig vann og hvitt er oksygenrikt vann.

Dypvannfornyelse skjer når vann som er tyngre enn bunnvannet løftes opp over terskeldypet. Etter dypvannfornyelsen vil det være et kappløp mellom den vertikale blandinga i fjorden som gjør dypvannet lettere, og oksygenforbruket som gjør at det etter hvert dannes oksygenfattige forhold.

Blanding i vannmassene:



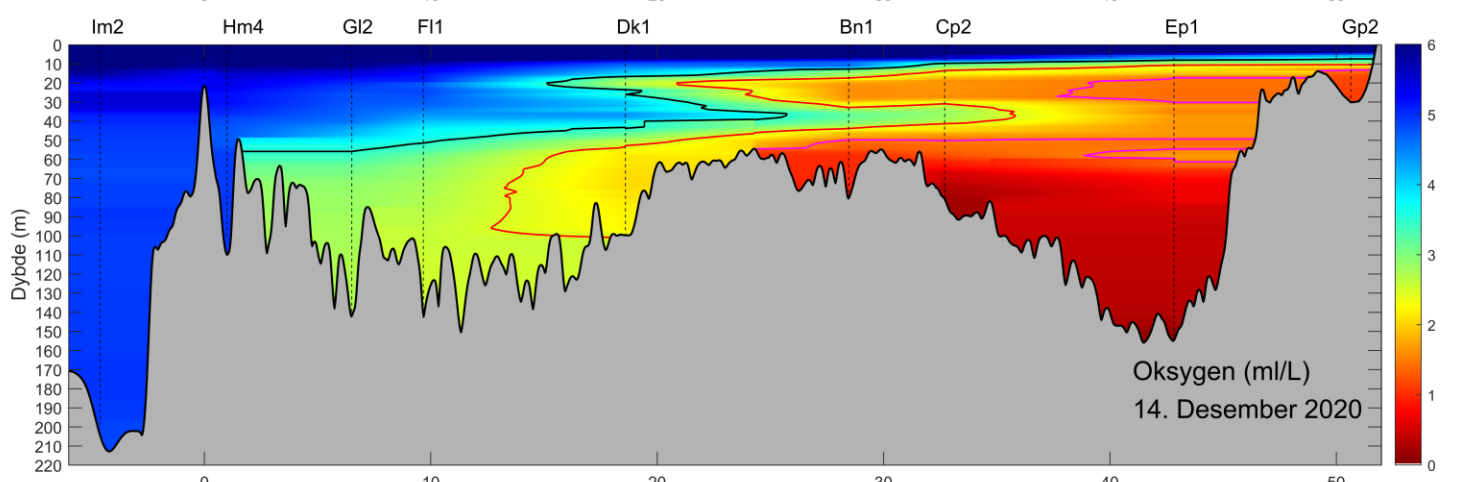
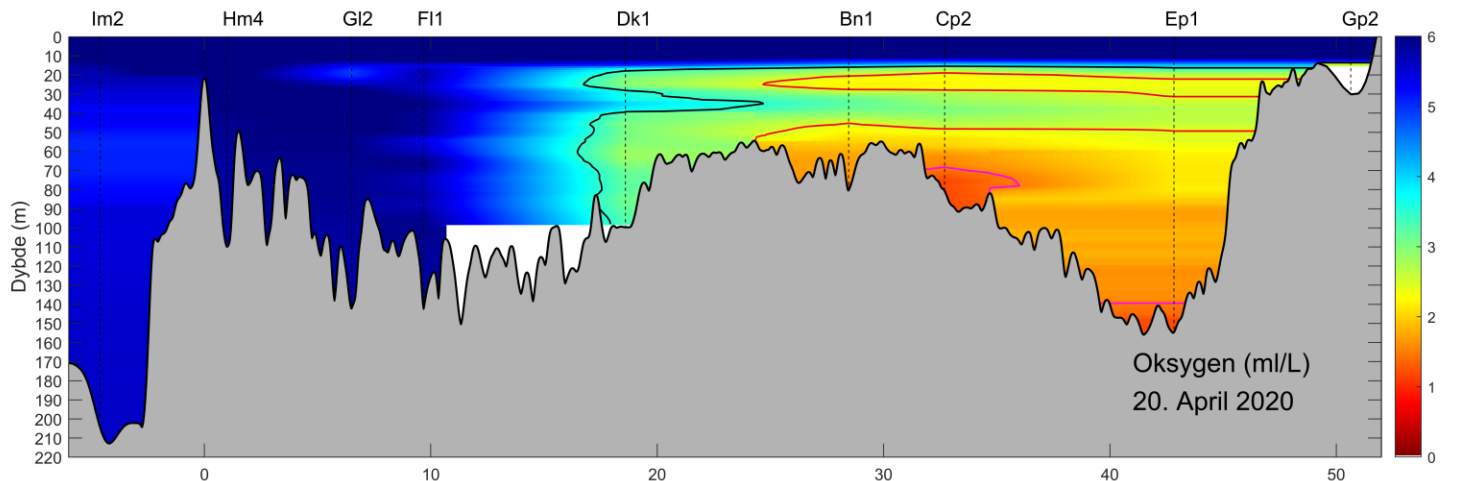
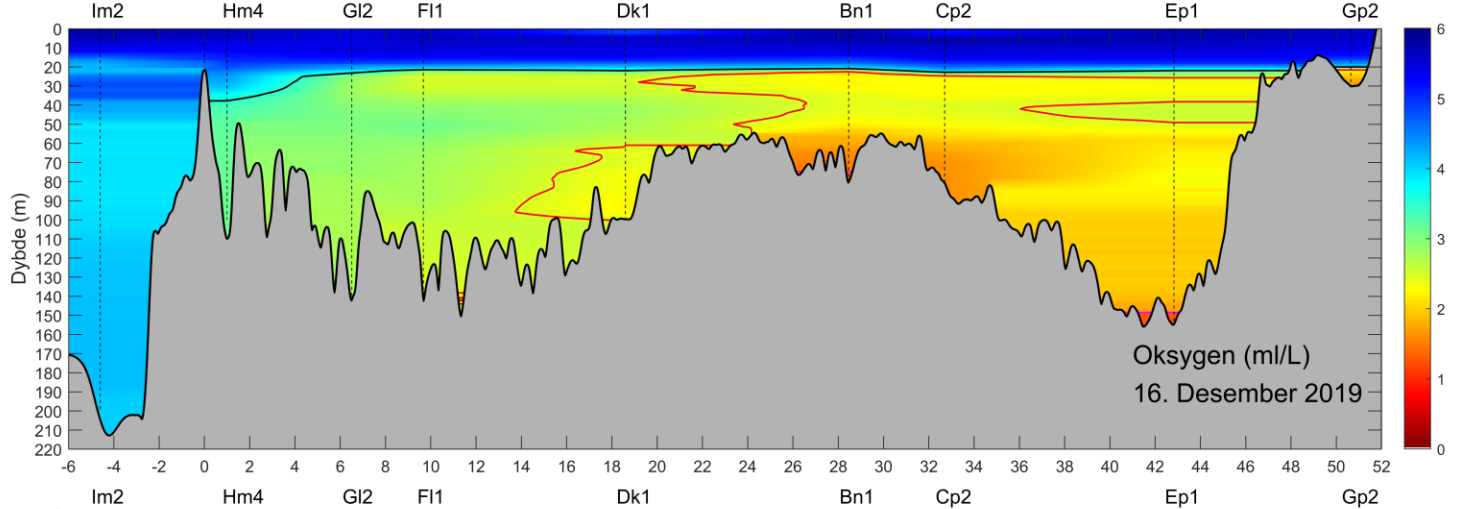
Oksygenforholdene:



Oksygenforhold

Dypvannsfornyelse i Vestfjorden i 2020

Ingen dypvannsfornyelse i Bunnefjorden

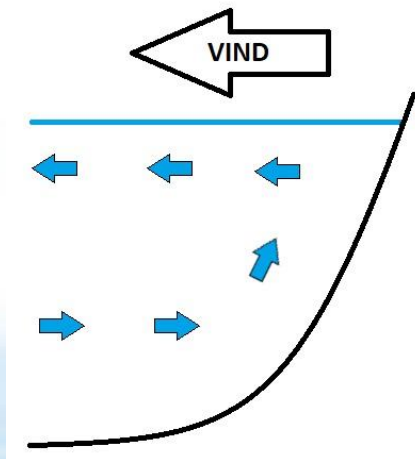


Oppstrømning av dypvann i Ytre Oslofjord

I Ytre Oslofjord var det i februar tegn på at det har strømmet opp varmt vann fra dypet. Dette skyldes at det den siste måneden har vært stabil vind fra nord-nordøst.

I Drøbaksundet var overflatetemperaturen $7,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dette tyder på at det har blitt løftet opp tungt vann til terskeldypet til Indre Oslofjord.

Dette er en viktig forutsetning for at det skal skje en dypvannsfornyelse i Indre Oslofjord.



3. Miljøgifter

Dette er et omfattende og komplekst felt. Mange problemområder i Indre Oslofjord.

En lang liste av forskjellige stoffer. I Veileder 02:2018 er det to forskjellige lister faktisk. En av dem brukes for å bestemme kjemisk tilstand, mens den andre skal brukes som et støtte parameter for økologisk tilstand. Dette er forvirrende.

Min mening:

Kobling mellom kjemisk og økologisk tilstand bør det jobbes mer med – både vitenskapelig men også administrativt.

I overvåkningsprogrammet er blåskjell med som biomarkør.

4. Overfiske

Fish in the Inner Oslo Fjord have had both commercial and recreational significance, and in the last ten years there has been concern about the status of fish populations in the fjord, especially cod. This has resulted in restrictions on fishing in the inner Oslo Fjord. Since the autumn of 2011, standardized trawling has been carried out four times a year at Midtmeie, just outside Steilene.

There have dramatic changes in the fishing community during the period the surveys have been carried out, and there is great variation in species composition and number of individuals both throughout the year and between years.

The whiting population in the inner Oslo Fjord has apparently increased sharply. Whiting feeds on crustaceans but changes early to small fish.

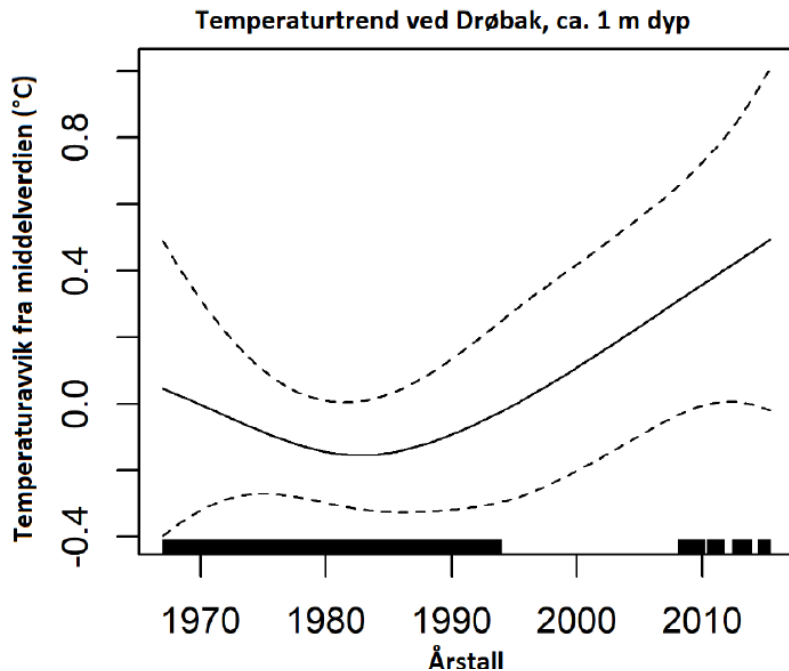
The situation for other cod fish such as poor cod and American plaice is not clear. There are few cod in the fjord compared to five or ten years ago, which will reduce grazing pressure. However, both species are of a size where large whiting could be a predator. However, the results from the cruise in May 2021 were uplifting. Many of the species that were common ten years ago were back, albeit in lower numbers than before.

5. Klimaendringer

Prevent or just handle?

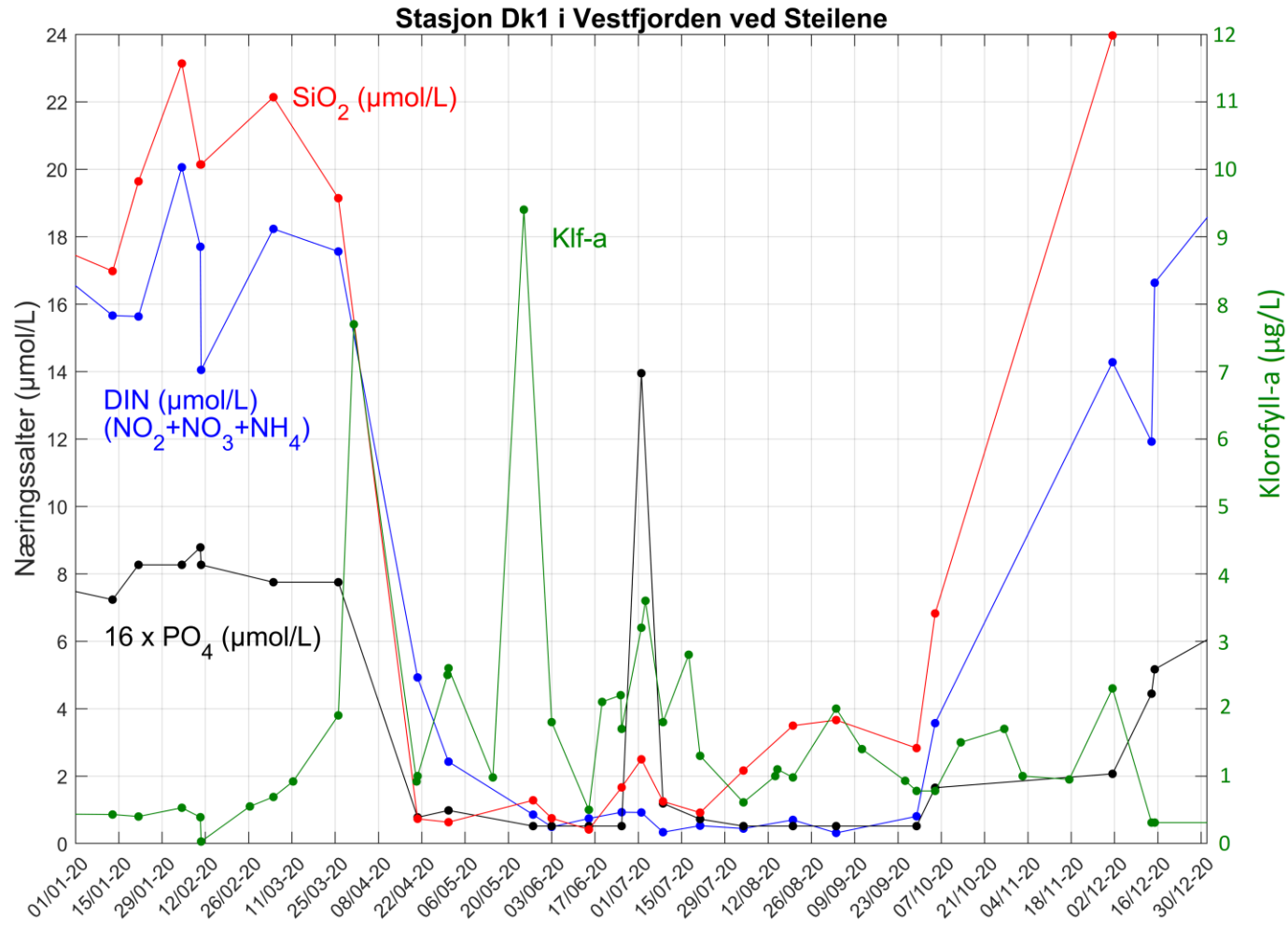
Temperature affects most processes in the ecosystem – difficult to predict the effects.

Ocean darkening
Acidification



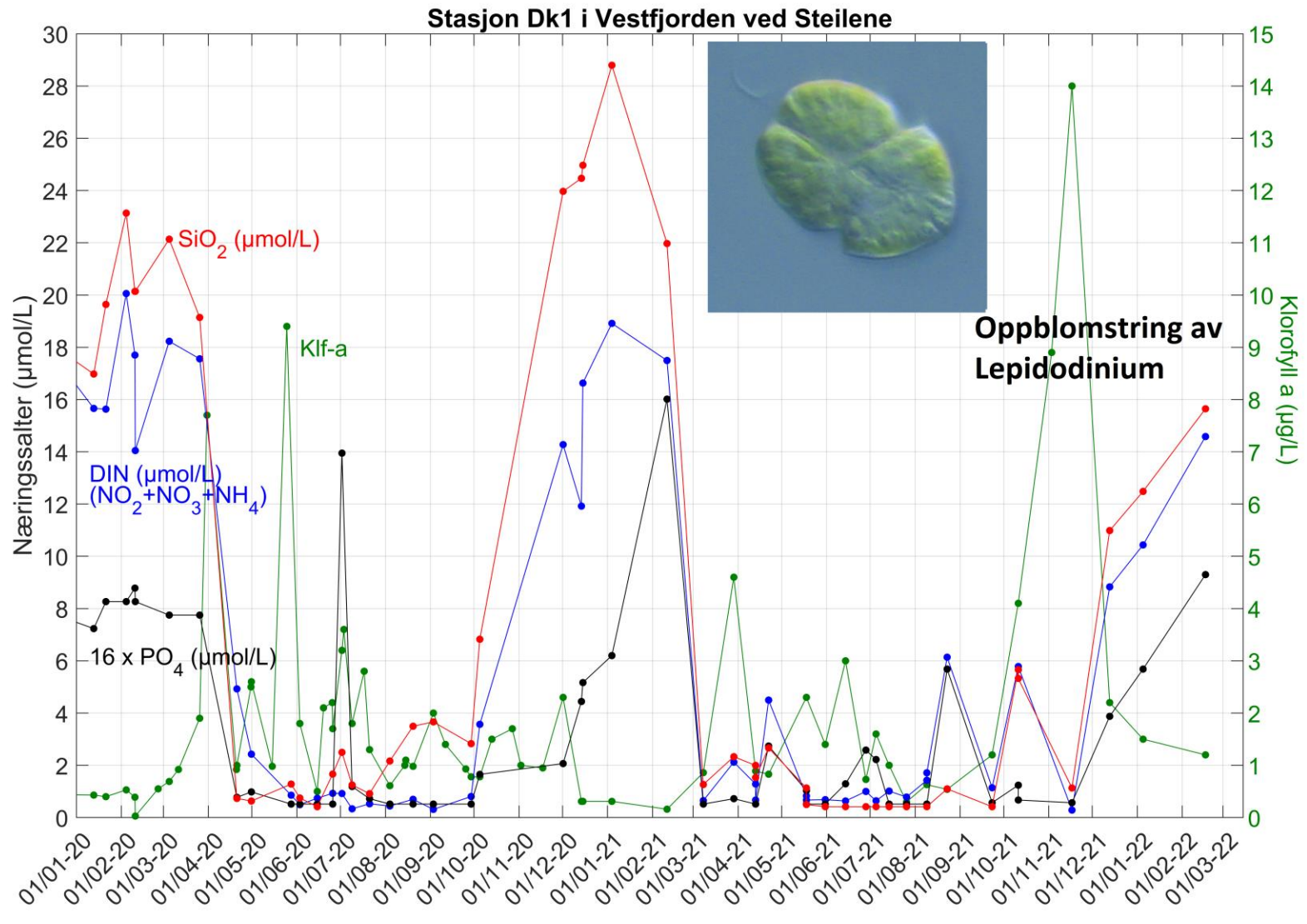
Klimaeffekter?

Planteplankton trenger ikke bare nitrogen, men må også ha massevis av andre stoffer. Hovedsakelig er det N, P og Si som er begrensende i våre farvann. (Jern kan være begrensende andre steder). I figuren vises syklusen i Indre Oslofjord.



Klimaeffekter?

Planteplankton trenger ikke bare nitrogen, men må også ha massevis av andre stoffer. Hovedsakelig er det N, P og Si som er begrensende i våre farvann. (Jern kan være begrensende andre steder). I figuren vises syklusen i Indre Oslofjord.



Fjorden er truet!

Tilførsel til fjorden er bare en av hva jeg kaller **DE 5 FARENE**

- 1. Fysiske forstyrrelser.** Den største påvirkningen langs kysten er hydromorfologiske endringer. Dette underkommuniseres ofte.
- 2. Overgjødsling.** Tilførsel av næringsalter og organisk stoff.
- 3. Miljøgifter.** Temaet er for stort til at vi kan starte med det her.
- 4. Overfiske.** Dette fører til at hele økosystemet kommer ut av balanse. Eutrofi-effekter forsterkes.
- 5. Klimaendringer.** Mest sannsynlig noe vi må forholde oss til.

Fjorden er truet!

Tilførsel til fjorden er bare en av hva jeg kaller **DE 5 FARENE**

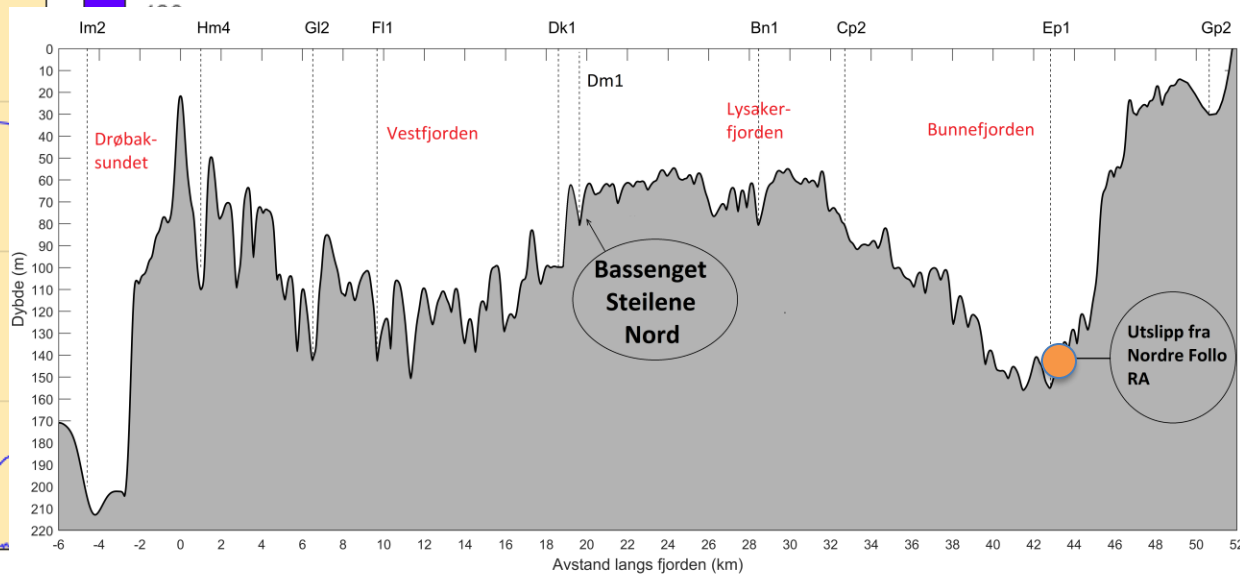
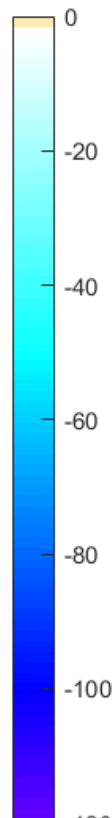
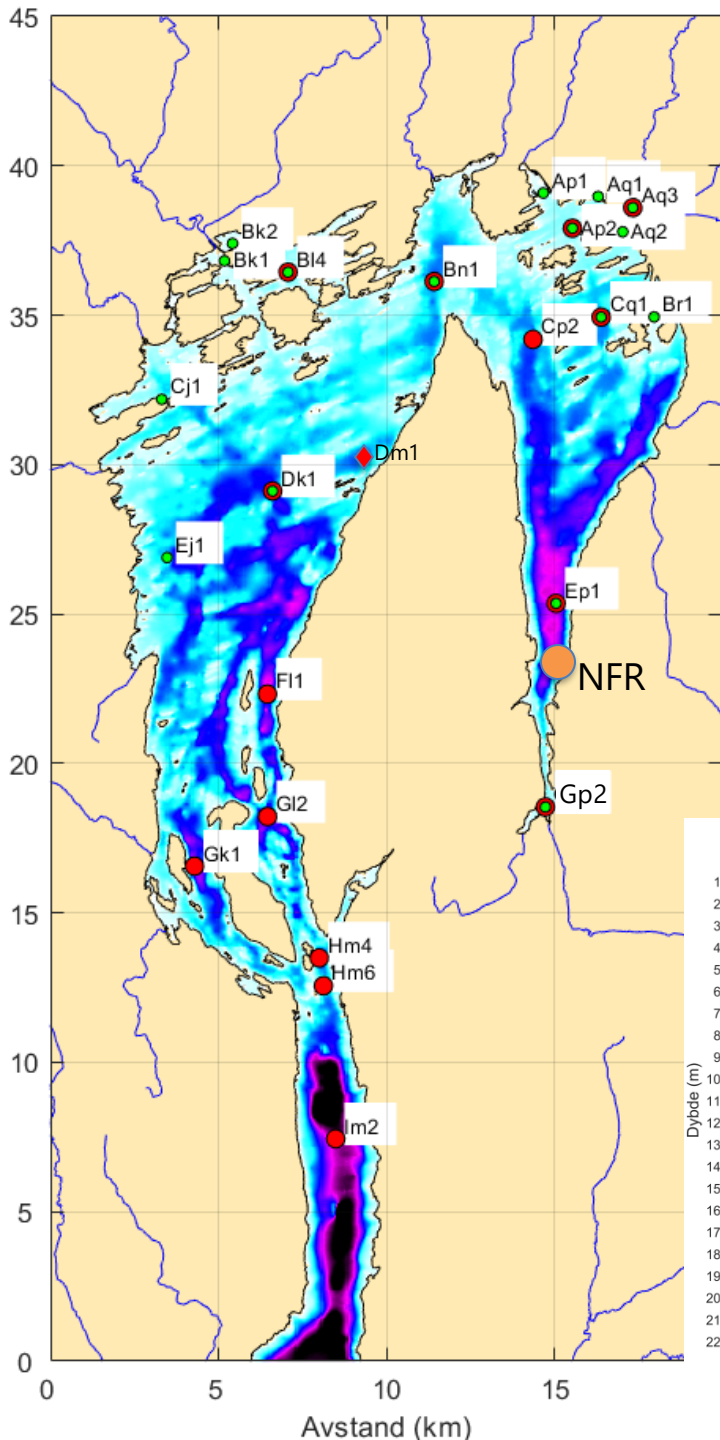
- 1. Fysiske forstyrrelser.** Den største påvirkningen langs kysten er hydromorfologiske endringer. Dette underkommuniseres ofte.
- 2. Overgjødning.** Tilførsel av næringsalter og organisk stoff.
- 3. Miljøgifter.** Temaet er for stort til at vi kan starte med det her.
- 4. Overfiske.** Dette fører til at hele økosystemet kommer ut av balanse. Eutrofi-effekter forsterkes.
- 5. Klimaendringer.** Mest sannsynlig noe vi må forholde oss til.

Topografi og stasjonsnett i indre Oslofjord

I kartet vises plasseringen til stasjonene hvor vannmassene overvåkes. Stasjonene merket med rødt besøkes på hovedtoktene og de merket grønt på overflatetoktene. Merk at 8 av stasjonene besøkes på begge typer tokt.

Fargeskalaen i kartet viser dybdeforholdene. Dypest er det ute i Drøbaksundet. Indre Oslofjord er adskilt fra Drøbaksundet med en terskel på 19,5 m ved Drøbak. I Vestfjorden er det dypeste punktet 160 m ved stasjon F1. Nord for Nesodden ligger Lysakerfjorden, hvor det er noe over 80 m dypt. Innenfor ligger Bunnefjorden, som er skilt fra resten av fjorden av terskler på ca. 50 m.

I figuren under vises en dybdeprofil fra Drøbaksundet, via Vestfjorden og Lysakerfjorden til Bunnefjorden. Fra januar 2021 har Nordre Follo Renseanlegg (NFR) hatt dyputslipp på ca. 140 m i Bunnefjorden. NFR har sluppet ut over 1.2 mill. m³ med vann på dette dypet siden 14. januar



Toktrappport fra Indre Oslofjord i 2021 -med fokus på utviklingen i Bunnefjorden Miljøovervåking av Indre Oslofjord

Bildet viser arbeidet med å legge ut ny avløpsledning fra Nordre Follo renseanlegg. Bildet er hentet fra <https://www.vanytt.no/?p=18638>

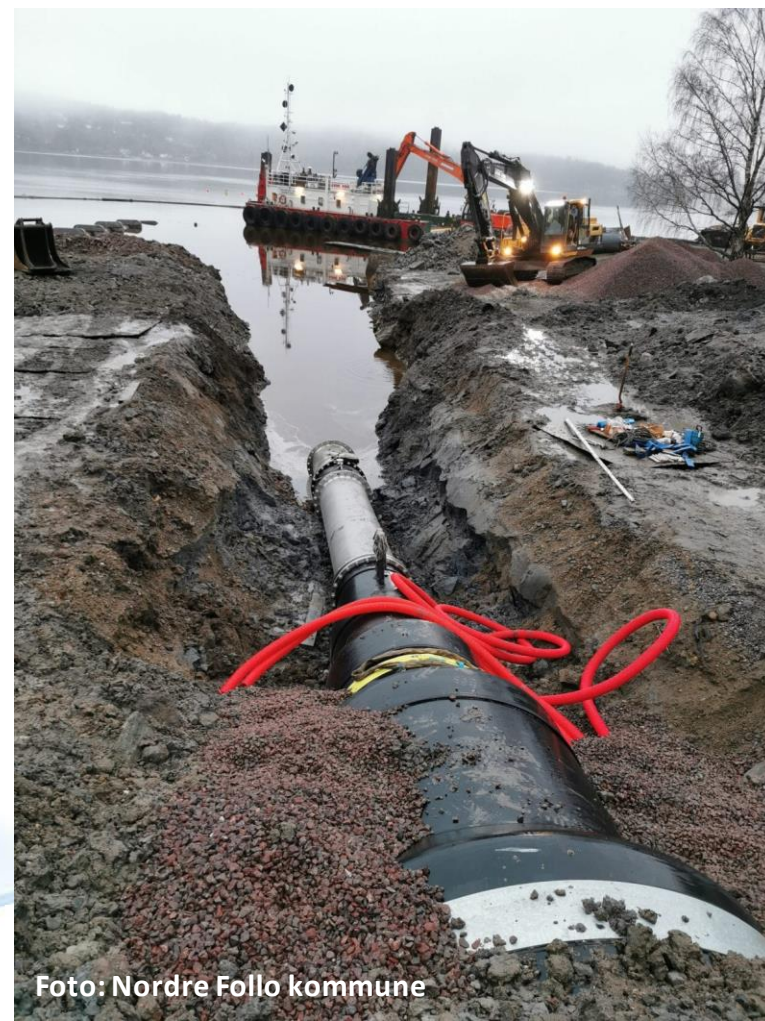
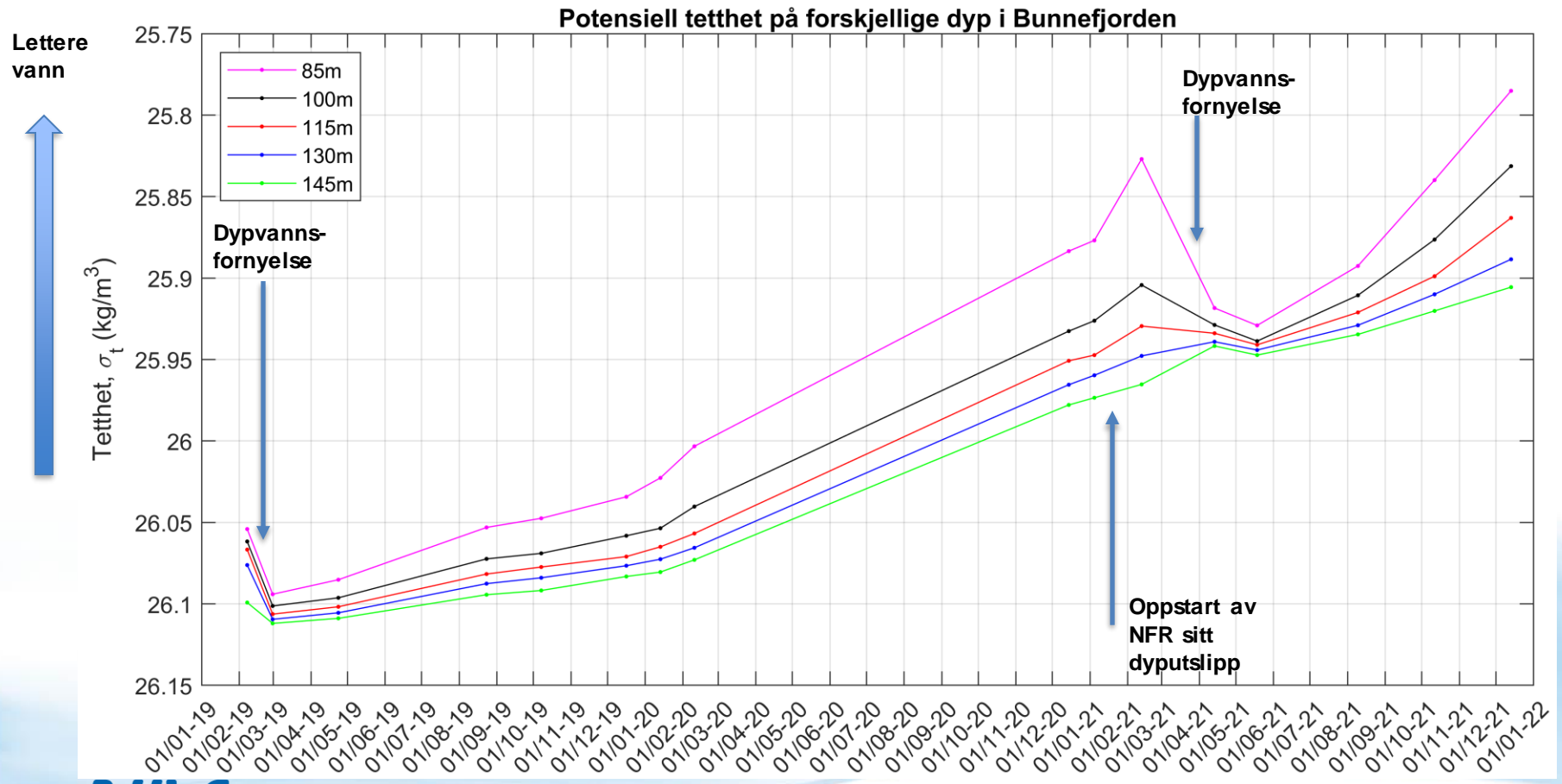


Foto: Nordre Follo kommune

Tettheten endrer seg i perioden etter at NFR har innført sitt dyputslipp på 139 m.

Endring i potensiell tetthet 10^{-4} kg/m^3 per dag

Dyp (m)	23/4-19 til 4/1-21	18/5-21 til 13/12-21
85	-3.35	-6.89
100	-2.56	-4.68
115	-2.22	-3.16
130	-2.02	-1.94
145	-1.80	-1.12



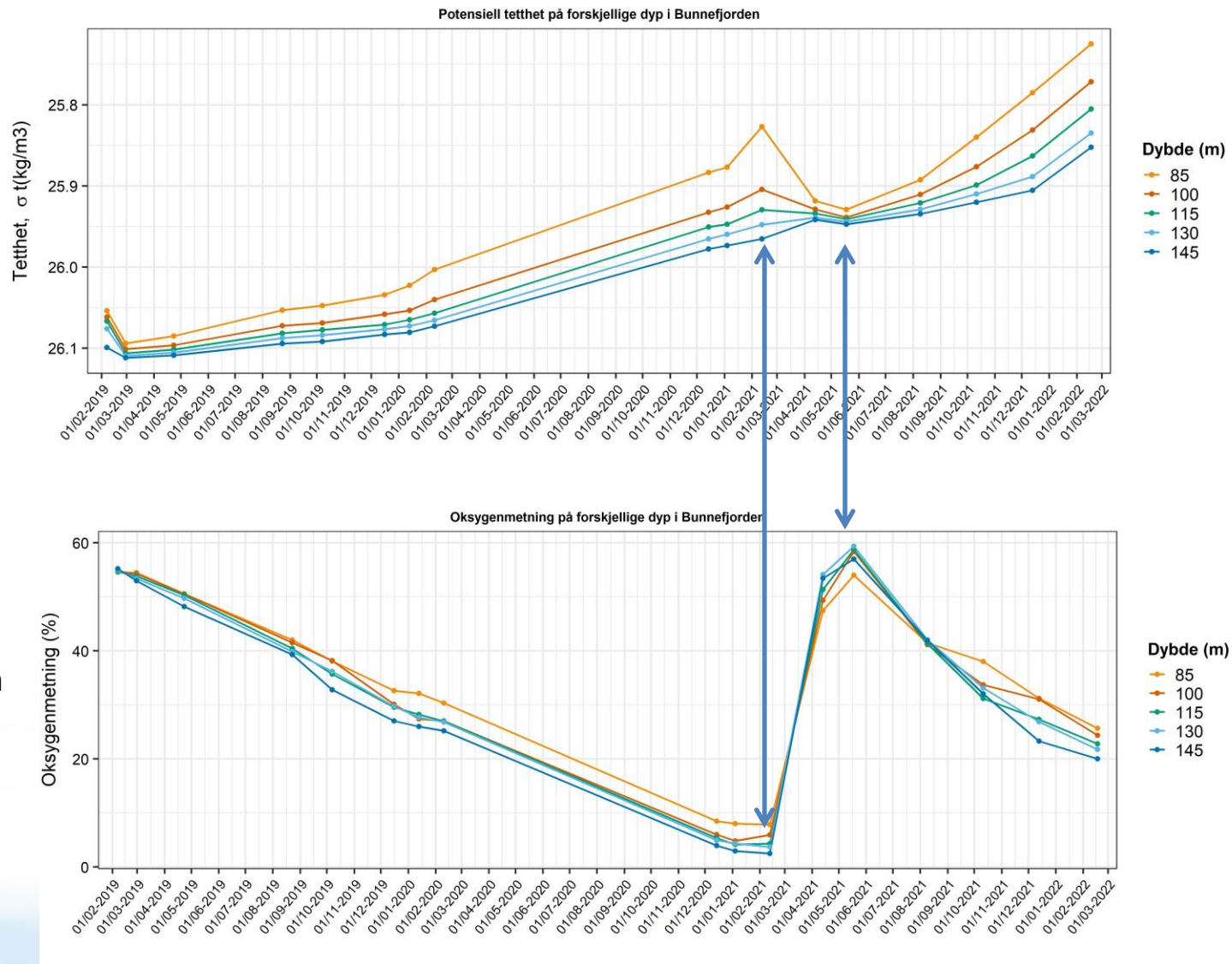
Utviklingen over tid

Dypvannsfornyelsen fører med seg rikelig med oksygen til dypvannet.

Det er observert vannfornyelse i starten av 2019 og i februar 2021.

Dette kan komme av nordavind, som løfter opp tungt vann utenfor terskelen og forårsaker dypvannsfornyelse.

19. mai så var tettheten 25.69 på 50 m i Vestfjorden.

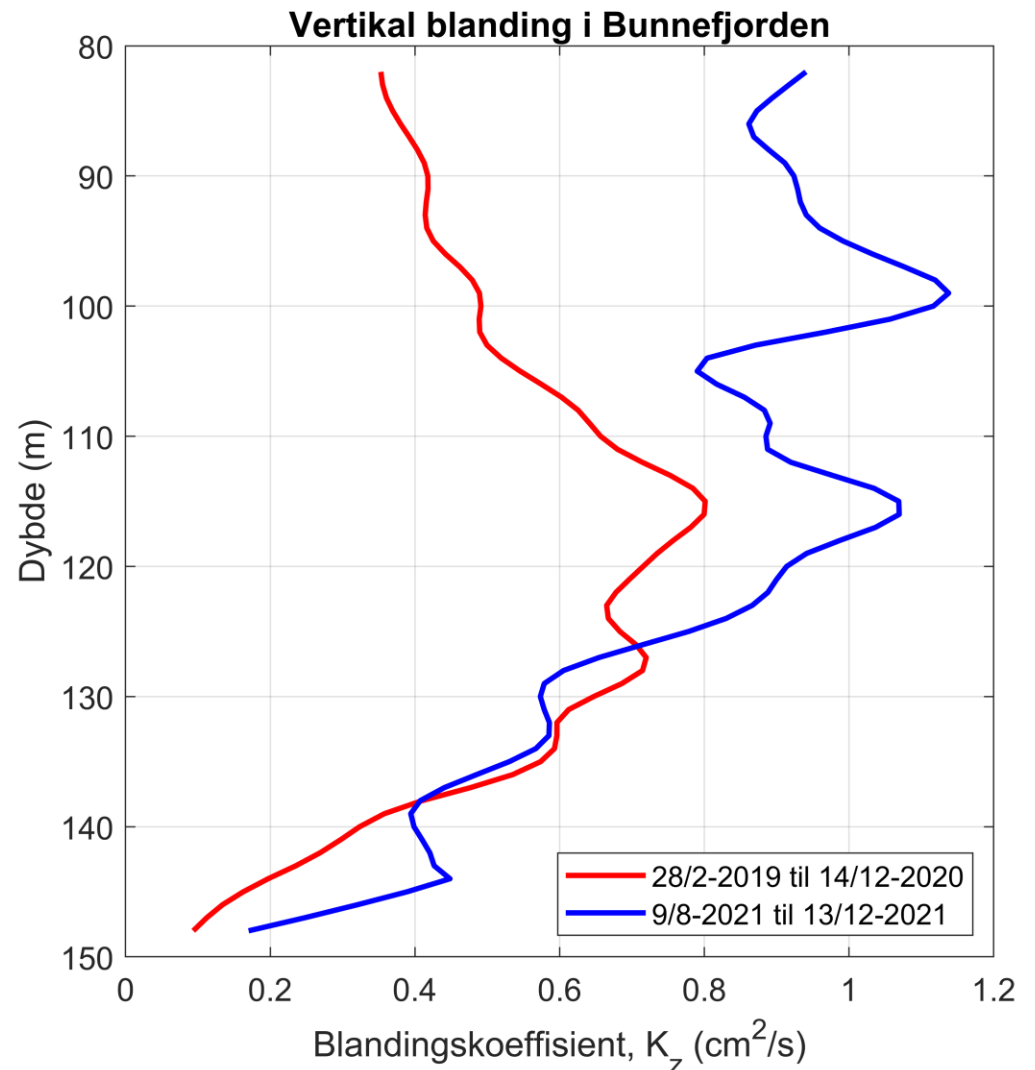


Beregning av blandingskoeffisienten

Blandingen i et basseng kan beregnes ved å se på hvor fort tettheten reduseres sammen med informasjon om hvor fort den endrer seg med dybden.

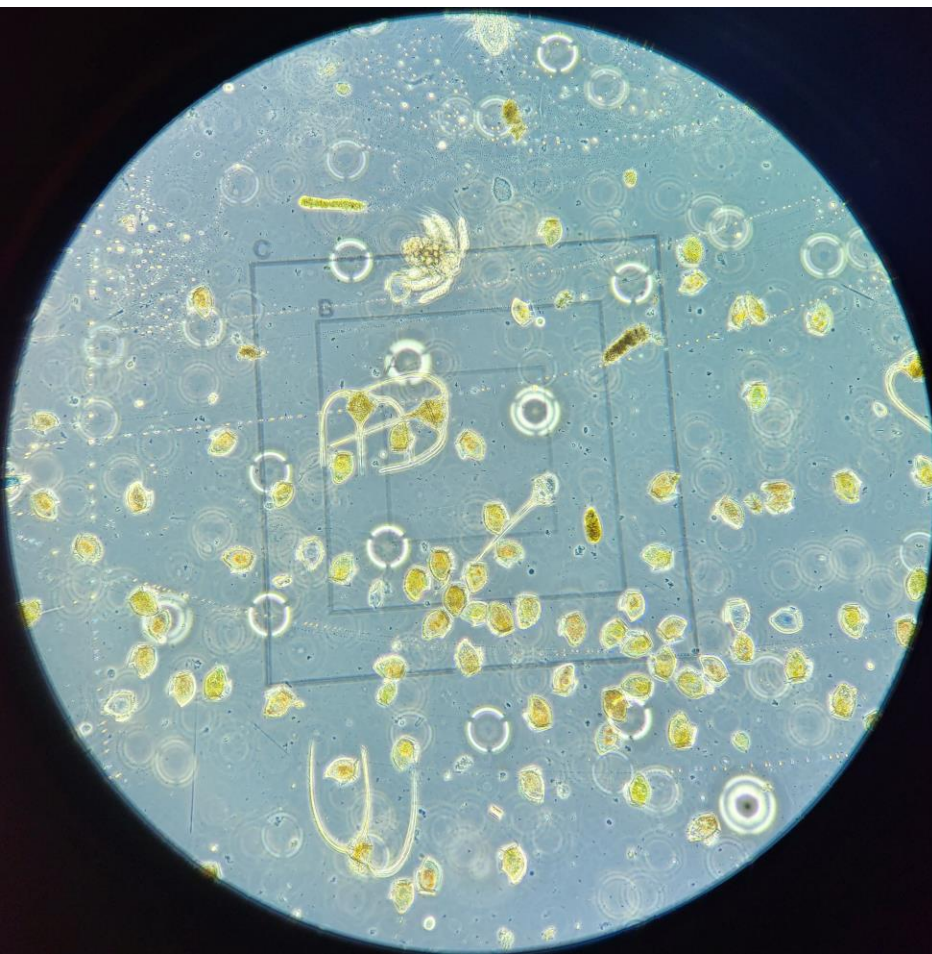
Figuren viser at blandingen over utslippsdypet til NFR har blitt betydelig høyere.

Dette betyr at NFR sitt dyputslipp har hatt en positiv virkning på forholdene i Bunnefjorden.



Rapport fra tokt april 2022

Miljøovervåking av Indre Oslofjord



Det kommunale samarbeidsorganet «Fagrådet for vann- og avløpsteknisk samarbeide i indre Oslofjord» finansierer miljøovervåkingen av Indre Oslofjord. Prosjektet ledes av NIVA og gjennomføres i samarbeid med Universitetet i Oslo og SH Maritime for perioden 2019-2023.

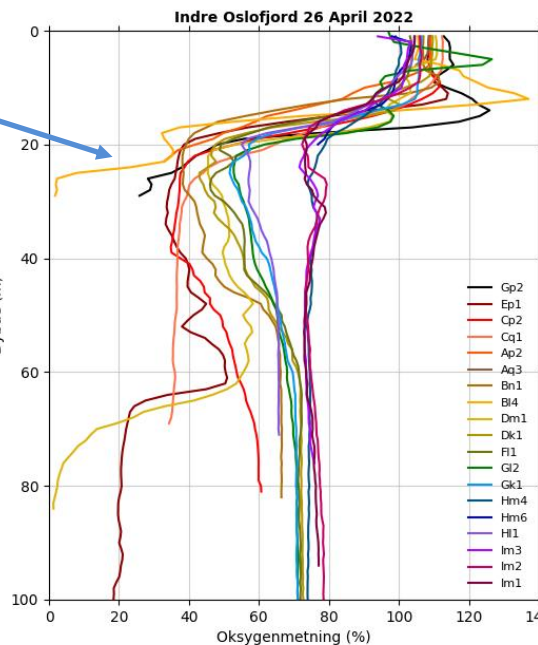
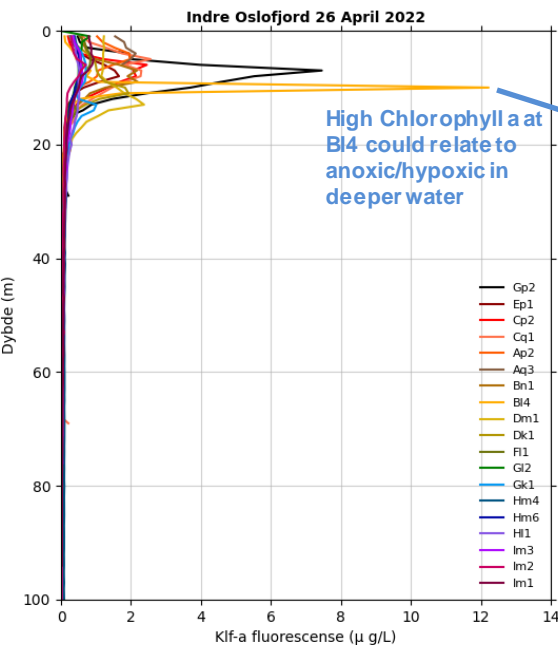
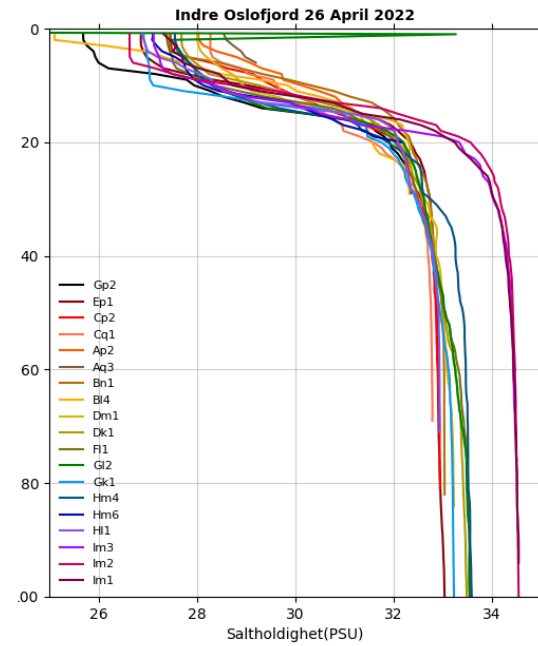
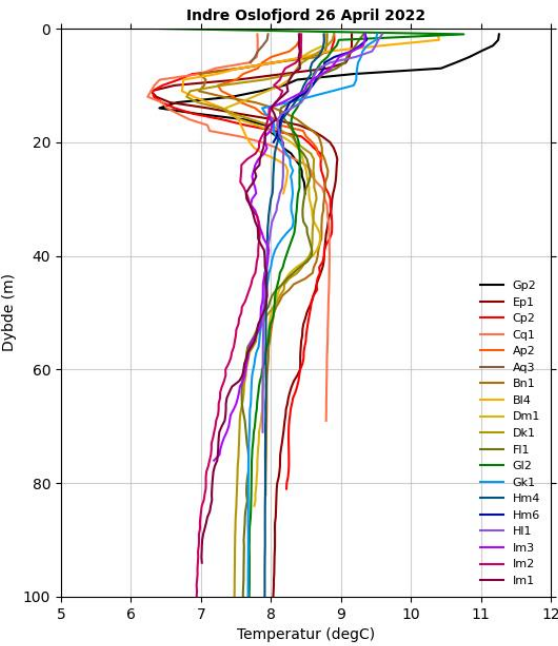


Så langt i år har det vært gjennomført 6 tokt. Neste tokt er planlagt 18. mai.

Dato	Type
05/1-22	Overflatetokt
17/2-22	Kombitokt
03/3-22	Overflatetokt
28/3-22	Overflatetokt
11/4-22	Overflatetokt
26/4-22	Hovedtokt
mai	Hovedtokt
juni	Overflatetokt
juni	Overflatetokt
juni	Overflatetokt
juli	Overflatetokt
juli	Overflatetokt
juli	Overflatetokt
august	Overflatetokt
august	Hovedtokt
september	Overflatetokt
september	Overflatetokt
oktober	Hovedtokt
desember	Kombitokt

Universitetets forskningsfartøy F/F Trygve Braarud





Figuren viser vertikale profiler av temperatur, saltholdighet, klorofyll-a og oksygenmetning. De øverste 10 meterne er blandet av vinden. Her er det mye oksygen.

Kaldt vann i dybdeintervallet 10-20 m

Mye alger i de øverste 20 m på alle stasjonene.

Mest alger finner man rett over sprangsjiktet i Bærumsbassenget og i Bunnebotten.

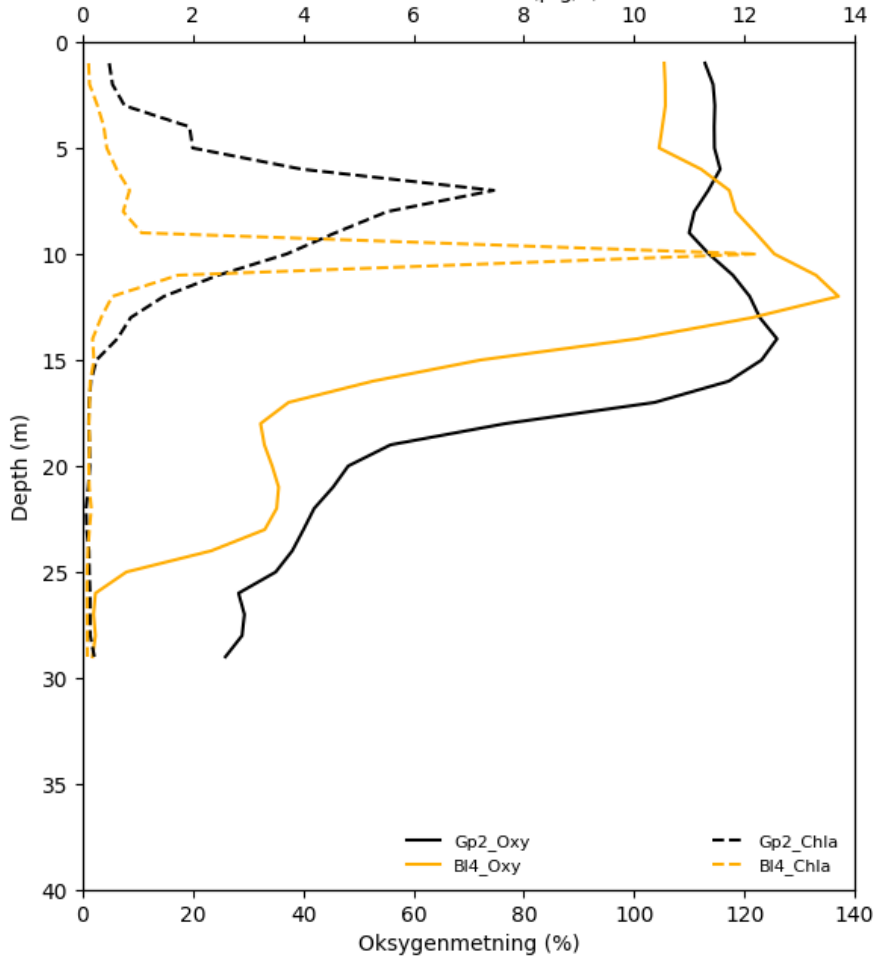
Her er det også lite oksygen i bunnvannet.

Lite oksygen i bassenget Steilene Nord.



Indre Oslofjord 26 April 2022

Klf-a fluorescence ($\mu\text{g/L}$)



Her har vi fokusert på de to stasjonene med mest alger:

Bærumsbassenget (gult)

Bunnebotten (svart)

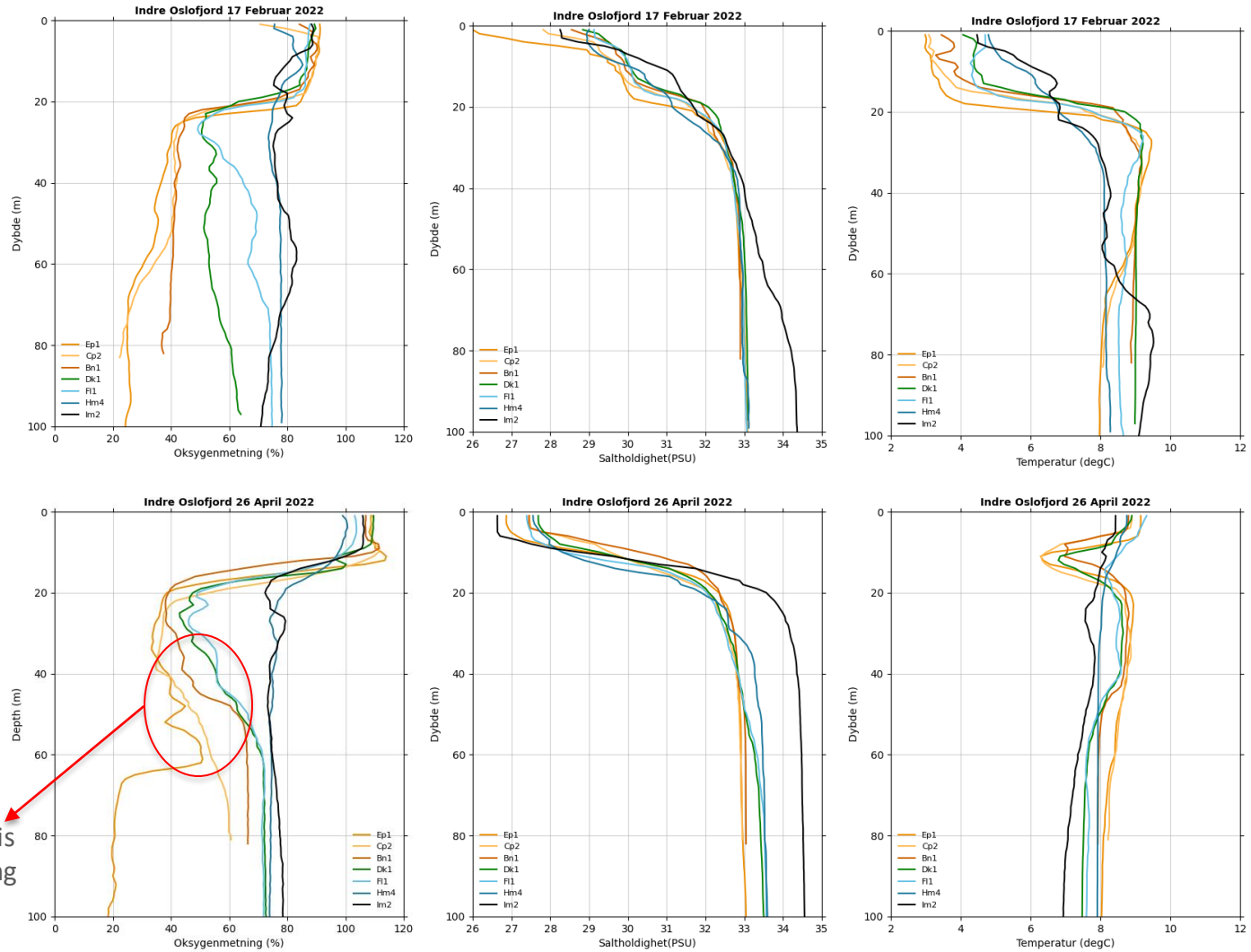
I dypvannet er det lite oksygen – anoksisk i Bærumsbassenget.

I slike vannmasser hopper næringssaltene seg opp, og dette kan gi tilførsel nedenfra.

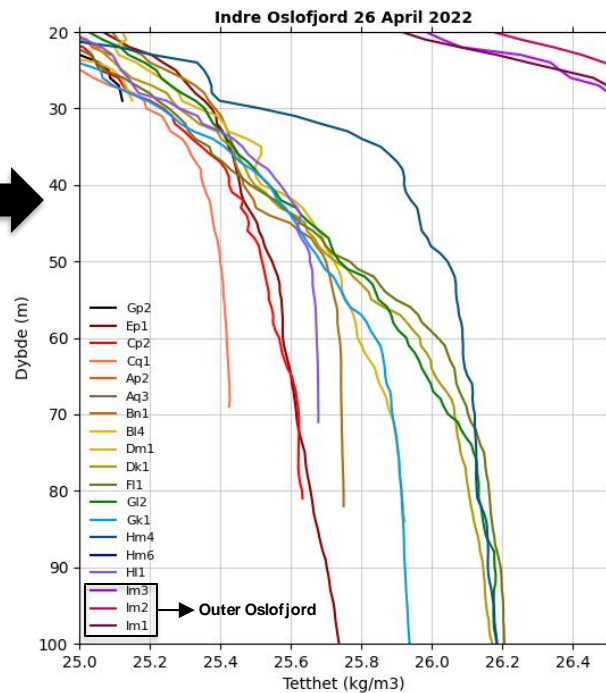
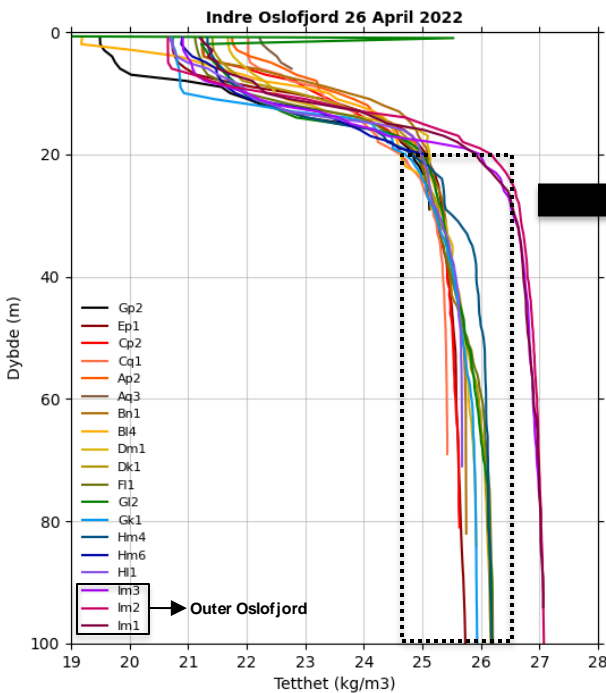
Det er ikke kjent hvor høye næringsalter det er i bunnvannet i disse tilfellene. Modellering tyder på at det er mye.

Sammenligning av oksygen, saltholdighet og temperatur mellom februar og april

Figure shows oxygen (left), salinity (middle), and temperature (right) profiles on 17 February 2022 (top) and 26 April 2022 (bottom) at Ep1, Cp2, Bn1, Dk1, Fl1, Hm4, and Im2. Deep water renewal in Vestfjord occurs during February-April 2022. This can be seen from saltier and lower temperature of deep water at Dk1, Fl1, and Hm4 on 26 April 2022. It can cause increasing of oxygen of deep water, particularly at Dk1.



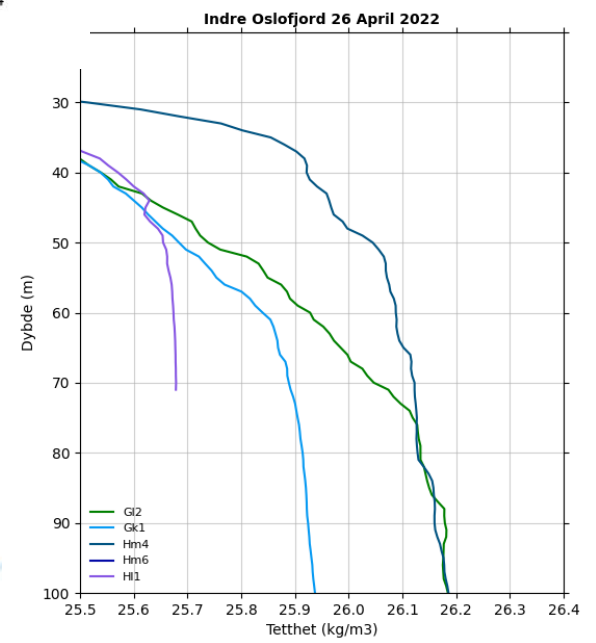
Oxygen in Bunnefjord (Ep1, Cp2, and Bn1) around 30-60 m in April is higher than in February. Decreasing of temperature in April at Bn1 (below 50 m) could increase solubility of oxygen at this depth resulting in higher oxygen.



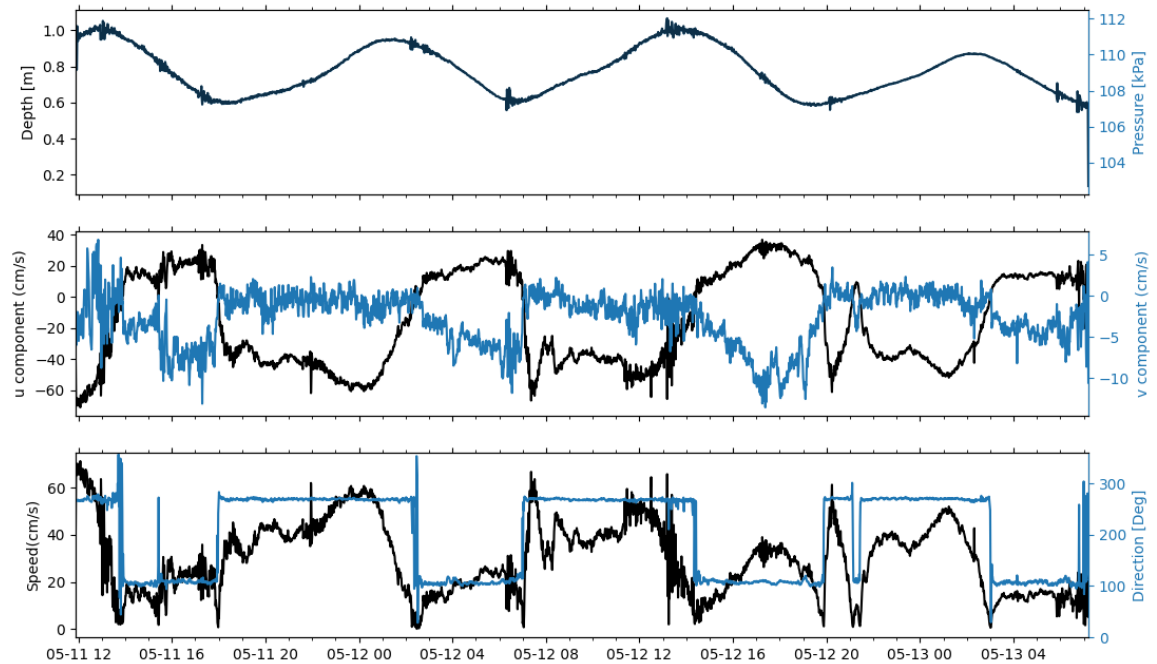
Hm4 and Hm6 locate at eastside of Oscarsborg and outside underwater seawall. They have higher density than station inside the seawall (Hl1).

From figure of density profiles, it can differentiate two main watermasses which are inner Oslofjord and outer Oslofjord (outside drøbak sill, Im1, Im2, and Im3). If we have a closer look in the inner Oslofjord water mass below 20 m, we can see three groups of water, a group of lower density water in Bunnefjord (Ep1, Cp2, and Cq1), a group of higher density in Vestfjord (Dk1, Fl1, Gl2, and Hm4), and a group in between.

It's interesting that density between west and east of Håøya are clearly difference. The results show that east of Håøya (Gl2 and Hm4) are denser than westside (Gk1 and Hl1).



Current measurement at Oscarsborg



An ADCPs current meter were deployed at Oscarsborg on 11-13 May 2022 (red point in map). The results show semi-diurnal tide from pressure sensor. Current tend to bestronger during rising tide. East-west are main directions of currents that are shaped by geography, and it is consistent with tide. Eastward current is observed during falling period (with small southward direction), while current flows westward during rising period.

Pressure gradient between inside and outside underwater seawall could force current at Oscarborg. During falling tide, pressure inside the seawall tend to higher than outside (higher water level due to the seawall) that could induce eastward flow (outward the seawall).