

# Kartlegging av vasskvalitet i Flatevågen, Vestnes



# RAPPORT

**Hovedkontor**

Gaustadalléen 21  
0349 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00  
Internett: www.niva.no

**Sørlandsavdelingen**

Jon Lilletuns vei 3  
4879 Grimstad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 59  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgate 53 D  
5006 Bergen  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 55 31 22 14

**NIVA Midt-Norge**

Pirsenteret, Havnegata 9  
Postboks 1266  
7462 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel  Kartlegging av vasskvalitet i Flatevågen, Vestnes	Løpenr. (for bestilling) 6414-2012	Dato Desember 2013
	Prosjektnr. Undernr. 11280	Sider Pris 32
Forfatter Lars G. Golmen	Fagområde Oseanografi	Distribusjon Open
	Geografisk område Møre og Romsdal	Trykket NIVA

Oppdragsgjevar Vestnes kommune, 6390 Vestnes	Oppdragsreferanse Jarle Løvik, Alexander Connor
---	---

**Samandrag**

Rapporten omhandlar resultat frå marin måling og prøvetaking i den vesle fjordpollen Flatevågen i Vestnes, Møre og Romsdal i 2011-2012. Flatevågen er særmerkt med ein svært grunn terskel som medfører svært sterk tidvassstraum i innløpet. Dette og andre forhold resulterer i ein interessant og variert økologi i vågen, men som i nokon grad har vore og evt. er påverka av lokal forureining og dårleg utskifting av djupvatnet. Dei nye målingane avdekkar eit sjakta øvre lag, over eit homogent og kaldt djupvatn frå 15 m til botnen på 44 m djup. Lågaste oksygenverdi i djupvatnet var 0.8 ml/l, tilsvarande 10% metning. Nærings salt syntedeleg aukande konsentrasjon med djupet, og tydeleg høgare konsentrasjonar i djupvatnet, i høve til same djup i Tresfjorden på utsida. Det er konkludert med at tilstanden er bra i øvre lag, mindre bra i djupvatnet. Menneskeskapte tilførsler som kan ha påverknad på djupvass-tilstanden bør kvantifiserast og evt. reduserast for å oppnå betre miljøstatus for vågen totalt sett.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Flatevågen	1. Flatevågen
2. Vestnes kommune	2. Vestnes municipality
3. Vasskvalitet	3. Water quality
4. Vassutskifting	4. Water exchange



Lars G. Golmen  
Prosjektleder



Kai Sørensen  
Forskningsleder



Kristoffer Næs  
Forskningsdirektør

**Kartlegging av vasskvalitet  
i Flatevågen,  
Vestnes**

---

## Føreord

Flatevågen i Vestnes kommune, Møre og Romsdal, har ikkje vore gjenstand for nemnande vassfagleg kartlegging sidan 1970-talet. I samband med arbeid med prøvetaking i Tresfjorden (i sbm Tresfjordbua), foreslo NIVA, Norsk institutt for vannforskning, overfor Vestnes kommune å foreta ei innleiande kartlegging av vasskvaliteten i Flatevågen, som delvis kunne samkøyrast med arbeidet i Tresfjorden inntil dette skulle avsluttast på ettersommaren 2011.

Avtale med kommunen vart signert i slutten av mai 2011, og første prøvetokt vart gjennomført 8. juli, med siste tokt i mai, 2012.

Kommunen har velviljug stilt opp med båt og mannskap til kvar prøvetaking. Takk for dette til Jarle Løvik, Arve Rekdal, Bjørn Dragnes, Atle Ødegaard og Alexander Connor. Takk også til kommunens servicekontor for framskaffing av eldre rapportar.

Kjersti L. Daae hos NIVA bistod med grafiske framstillingar m.m. Evy Lømsland stod for planktonanalyser, Henny Knudsen og Svetlana Tjervåg (Runde miljøseniter) for oksygenanalyser. Lars G. Golmen var NIVAs prosjektleiar.

Runde/Bergen, desember 2013

*Lars. G. Golmen*

---

# Innhald

<b>Innhald</b>	<b>4</b>
<b>Samandrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Inneliing</b>	<b>7</b>
1.1 Nærare omtale av Flatevågen	8
1.2 Forureining	10
1.3 Tilstandsklassifisering av vassforekomstar	11
<b>2. Måleprogrammet i 2011-2012</b>	<b>12</b>
2.1 Hydrografisk kartlegging	13
2.2 Vassprøver	14
2.3 <i>Sedimentprøver</i>	14
<b>3. Resultat</b>	<b>15</b>
3.1 Hydrografi	15
3.2 Vasskjemi	17
3.2.1 Oksygen	17
3.2.2 Næringssalt	18
3.3 Planteplankton	20
3.4 Sedimentprøver	20
<b>4. Modellering av utskiftinga</b>	<b>21</b>
<b>5. Diskusjon og oppsummering</b>	<b>23</b>
5.1 Dagens tilstand	23
5.2 Om vassutskiftinga i vågen	23
5.3 Tiltak	25
5.4 Skissert oppfølging	25
<b>6. Referansar</b>	<b>27</b>
<b>Vedlegg A. Plankton-artliste</b>	<b>28</b>
<b>Vedlegg B. Kart/tabell frå Tornes (1975)</b>	<b>30</b>

---

## Samandrag

Flatevågen er ein liten fjord eller poll som ligg i Vestnes kommune, Møre og Romsdal. Det grunne utløpet "Straumen" går gjennom Vestnes sentrum, mot Tresfjorden. Lengda på fjorden er ca 3.5 km, breidda ca 1 km og tidlegare største målte djup er 40 m. Flatevågen og området rundt er eit attraktivt friluftsnaturområde og vågen har interessant økologi med tidlegare rapportert forekomst av fleire fiskeartar og skjelartar særleg på grunt vatn.

Vågen tek imot ein del lokal forureining. Fleire bekkar og munningsområda til desse synte tidlegare påverknad av næringssalt, og også oksygenvinn. Tilhøva kan ha vorte betre etter omlegging av lokale avlaup og andre tiltak. Den økologiske tilstanden i dei djupare partia av vågen har ikkje vore kartlagt, og botntopografien og djupner berre kartlagt grovt. Den var mistanke om at den grunne terskelen hemmar utskiftinga av djupvatnet i vågen slik at dette blir liggande i ro i lange periodar. Vassprøver frå 1970-åra indikerte dette. Kommunen mangla for øvrig dokumentasjon på miljøtilstanden og data for å bestemme miljøklasse for Flatevågen.

Grunna manglande miljødata foreslo Norsk institutt for vannforskning, NIVA, å gjennomføre eit avgrensa program for å framskaffe nye vassfaglege data som også kunne tene som delgrunnlag i samband med klassifiseringa under Vassforskrifta. Fokus vart lagt på hydrografi og vasskjemi. Prøvetakinga byrja i juli 2011 og vart avslutta i mai 2012. Programmet inkluderte hydrografi, vasskvalitet med oksygen og næringssalt og planteplankton, samt nokre sedimentprøver. Første del av prøvetakinga vart samkøyrte med måleprogrammet i Tresfjorden i samband med forarbeidet med Tresfjordbua.

Dei hydrografiske tilhøva var karakterisert av eit øvre, sjakta lag ned til ca 15 m djup, og eit homogent djupvatn under. Djupvatnet heldt låg temperatur, under 4 °C, utover hausten 2011, og stabil salinitet, verdi mellom 32.4-32.7. Overflatelaget hadde salinitet godt under 30, og temperatur varierende med årstida.

For oksygen var det fallande trend for verdiane i alle djup utover hausten 2011. Verdiane i 10 m djup var tilfredsstillande, med over 90 % metning heile tida. Djupare enn dette var det låge verdiane, med ca 0.8 ml/l som det lågaste, motsvarande 10% metning i 40 m djup. Prøvene frå mai 2012 synte noko høgare verdiane, noko som tyder på ei viss utskifting av djupvatn i løpet av vinteren.

Konsentrasjon av nitrat, fosfat og total-nitrogen synte generelt aukande verdiane med djupet. I overflata låg PO<sub>4</sub> og NO<sub>3</sub> konsentrasjon stort sett i intervallet 3-9 µg/l. Total-nitrogen låg vesentleg høgare der, i intervallet 180-355 µg/l. I djupvatnet heldt konsentrasjonen av fosfat og nitrat seg temmeleg konstant rundt h.h.v. 65 og 180 µg/l. Prøver av næringssalt frå Tresfjorden sommaren 2011 synte lågare verdiane enn inne i Flatevågen. Nitrat og fosfat i overflatelaget synte tilnærma like verdiane med Tresfjorden då, mens fosfat i djupvatnet låg rundt det doble av djupvatnet i Tresfjorden. Basert på Klif (Miljødirektoratet) sin tilstandsklassifisering for oksygen i djupvatnet har vi antydning tilstandsklasse ein stad mellom III (Mindre god) og V (Meget dårlig). For næringssalt i overflata fell verdiane i tilstandsklasse I (Meget god) evt II (God). Sedimentet hadde høg TOC verdi, og C/N forholdet var også høgt, noko som indikerer størst påverknad av organisk stoff frå land, i høve til marin påverknad.

Tilstanden i sjøen i Flatevågen synes å vere god i øvre lag, og mindre god i djupvatnet. Tilstanden i djupvatnet kan vere naturleg betinga, men også vere påverka av antropogene tilførsler frå land. Tidvis oksygenvinn år om anna i djupvatnet kan ikkje utelukkast. Tidvis lågt oksygeninnhald er ein stressfaktor for djupvassøkologien, særleg fauna i sedimentet. Rapporten peikar på ein del tiltak som kan bidra til å forbetre tilstanden i djupvatn og sediment, og på oppfølgjande granskningar.

## Summary

Title: Water quality of the Flatevågen, Vestnes, Norway.

Year: 2013

Author: Lars G. Golmen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6149-3

Flatevågen is a small fjord or lagoon located in Vestnes, Møre og Romsdal county, Norway. The shallow mouth faces the Tresfjord. The length, width and depth of the lagoon is about 3.5 km, 1 km and 40 m, respectively. Flatevågen and the surrounding area is an attractive area for hiking etc, and with an interesting ecology. Several fish and shellfish species habitate the shores and upper layers of the lagoon. The ecology of the deeper parts has not been scientifically investigated, and the bathymetry is only roughly known.

Flatevågen receives some local pollution from streams and diffusive sources, mainly nutrients and organic matter. Some spots along the shore before suffered from oxygen depletion and eutrophication. Water sampling in the 1970'ies indicated the existence of a semi-stagnant deep water with reduced oxygen levels. After reducing these problems some 10-20 years ago, the condition improved. There was, however, a serious lack of recent data to assess the chemical and ecological status of the lagoon.

On background of this lack of data, the Norwegian Institute for Water Research, NIVA, was granted a contract from Vestnes municipality to perform an initial screening of water quality and water exchange of Flatevågen, with emphasis on hydrography, oxygen, nutrients and microalgae. The program lasted from July 2011 until May, 2012.

The hydrography showed a well stratified upper layer extending to ca 15 m depth, and a homogenous deep water layer beneath. The temperature of the deep water remained cold, between 4 and 6 °C, and salinity varied slightly, from 32.4 to 34.75. The salinity of the surface layer remained well below 30, with temperatures reflecting seasonal variations.

Dissolved oxygen showed a declining trend during the autumn 2011. While the upper layers remained at satisfactory levels, the deepwater showed evident sign of depletion, with the lowest value at 0.8 ml/l, or 10% saturation. The samples at the end of the program showed increased values, indication that some water exchange took place during the previous winter.

Nutrients in general showed an increasing trend with depth. Surface values for Nitrate and Phosphate were in the interval 3-9 µg/l during the autumn, i.e. mostly comparatively low values. Total-nitrogen had significantly higher concentrations; 180-355 µg/l. Phosphate and Nitrate in the deepwater remained quite constant, at around 65 and 180 µg/l, respectively. Similar water samples from the Tresfjord, showed significantly lower values.

Based on the new but still limited data, we have classified the fjord according to the national guidelines. For deep water oxygen, rank 1-5, in the best case it comes in class 3, in the conservative case, it falls in the class 5. The sediments were high in carbon, C/N was around 12, indicating a terrestrial source for organic matter. Conditions in the surface layer regarding nutrients were good.

The water quality of the deep water is probably to a large extent determined by natural, physical factors, and to a less extent by anthropogenic ones. By screening and assessing the size of the latter sources, mitigation actions may be activated, in order to improve the water quality and ecological status.

## 1. Innleiing

Flatevågen (Figur 1) i Vestnes kommune, Møre og Romsdal, er omtalt m.a. i kommunens Plan for Vassmiljø (Asplan-Viak 2002) og i rapport frå kartlegging av biologisk mangfald (Jordal 2003), som eit brakkvassområde (poll) på ca 3.2 km<sup>2</sup> og max djup på 40 m. Vågen har/har hatt forekomst av fleire fiskeartar og skjelarartar særleg på grunt vatn (Tornes 1975), mens den biologiske tilstanden i dei djupare partia ikkje har vore kartlagt.

Også botntopografien verkar å vere ukjend eller berre vere grovt kartlagt. Første og einaste gransking av vasskvaliteten i sjølve Flatevågen ser ut til å vere den frå sommaren 1975 v/Tornes, for snart 40 år sidan.

I Plan for Vassmiljø står det for øvrig (på side 18) at det ikkje finst dokumentasjon på dagens (2002) miljøtilstand i Flatevågen, og (s 58) at det manglar data for å bestemme miljøklasse. Miljømålet er satt til klasse "God" (i tydinga god økologisk status).

NIVA foreslo for kommunen i lys av denne kunnskapsmangelen eit lite program for å framskaffe ein del meir data, som også kunne tene som delgrunnlag i samband med klassifiseringa under Vassforskrifta. Fokus var på hydrografi og vasskjemi. Ei marinbiologisk kartlegging av vågen vil vere ei meir omfattande oppgåve men ei naturleg oppfølging.

Kommunen var positive til dette forslaget, grunna i ønsket om å oppretthalde Flatevågen og området rundt som eit attraktivt friluftsnaturområde.

Programmet har inneheldt følgjande:

1. Hydrografi
2. Vasskvalitet, inkludert oksygen og næringssalt og planteplankton
3. Sedimentprøver, kjemisk status
4. Teori, analyser og vurderingar

Planen var å måle ein gong pr månad framover til årsskiftet. Hausten vart etterkvart stormfull og det vart problem med å få avvikle siste toktet, dette vart utsett og først avvikla 29. mai 2012. I mellomtida vart det laga eit rapportutkast som kommunen fekk til gjennomsyn.

Foreliggende rapport omtalar og oppsummerer det som er gjort i prosjektet, inkludert dei siste målingane frå mai 2012.





Figur 1. Flatevågen og ytre del av Tresfjorden.

## 1.1 Nærare omtale av Flatevågen

Flatevågen har lengste akse tilnærma i aust-vest retning. Opningen (munningen) ligg i aust, mot Tresfjorden. Overflatearealet er ca 3.2 km<sup>2</sup>. Lengda frå inste brua og inn til Flate (Figur 1, Figur 2) er ca 3.5 km. Breidda i midt-partiet varierer mellom 800 og 1200 m.

Inn/utstrømminga skjer ved Straumen ved Vestnes sentrum, under bruene. Der er det grunt (terskel) over ei lengere strekning, under 1 m på det grunnaste langs djupålen, og straumen går stri både på fløande og fallande sjø.

Den grunne terskelen hemmar utskiftinga av djupvatnet i vågen. Dermed vil tungt djupvatn bli liggande i ro, mens overflatevatnet blir utskifta og ventilert meir hyppig. Flatevågen har såleis fått karakteristikk som ein brakkvasspoll (sjøl om overflatevatnet ikke er så veldig brakt).

Djupnene er ikkje kartlagt så langt vi har kunne finne ut, det er referert til at største djup er 40 m i fleire rapportar. Statens kartverk/Sjøkartverket som er ansvarleg for oppmåling av sjøområda, har aldri målt i Flatevågen.

Mangelen på djupnedata svekkar grunnlaget for å bedømme miljøtilstanden. Som det framgår av denne rapporten, så vart det registrert større djupner enn 40 m i foreliggende prosjekt, sjøl om det kun vart teke stikkprøver.



Figur 2. Satellittfoto (GoogleMap) av Flatevågen.

Det marine dyrelivet i Flatevågen har fått karakteristikken spesielt (Asplan-Viak 2002), med forekomst av haneskjel, eremittkreps og verneverdige sjøanemoner m.m. Østers skal også finnast. På attenhundretalet var det hausta mykje østers i vågen og rundt år 1930 vart det byrja med kultivering av østers.

Det straumsterke og grunne området ved munningen vil i seg sjøl representere ein viktig biotop (naturtype) for artar som trivst under slike tilhøve.

Der er godt utvikla undervassenger (ålegras) langs land ned til ca 3 m djup, og innslag av martaum og tang i den austlege delen, i Straumen (Jordal 2003).

På 1970-talet fantes det mange fiskeartar i vågen med unntak av i den inste delen (Tornes 1975). Bra bestand kan vere karakteristikken også i dag, men det manglar nyare systematisk kartlegging av dette. Tilstanden på grunt vatn har vore bra, og er det sannsynlegvis framleis, med store bankar med stingsild, friske skjel, ålegras og fjøremakk. Tornes antyda at fiskebestandane i 1975 var lågare enn tidlegare (basert på utsegner frå lokalbefolkninga). Inntil nyleg foregjekk det betydeleg beiting av ender og sjøfugl, i alle fall for inntil 10 år sidan (Jordal 2003).

Flatevågen (lokalitetsnr 1535-10033) er karakterisert i DN sitt system under hovednaturtype Havstrand/kyst, som Brakkvasspoll. Vågen er verdsett som *Viktig* (Figur 3), som ein av dei største brakkvasspollane i Møre og Romsdal og at den er dårleg dokumentert marinbiologisk (Jordal 2003). I følge Fylkesmannen i Møre og Romsdal (2010) skal vågen kartleggast etter DN si handbok for marine naturtypar.



Figur 3. Kartfesting av viktige naturressursar i Vestnes.

## 1.2 Forureining

Fleire bekkar/elver renn ut i Flatevågen, m.a. Mesfjordelva, Furlandskanalen og Stokkelandsløken. Vasskvaliteten i dei to sistnemnde kjeldene i år 2000 indikerte noko påverknad av forureining.

I 1975 vart det påvist betydeleg forureining (nærings salt) i fleire tilførselsbekkar og i deler av Flatevågen, langs land (Tornes 1975), i Furneskanalen vart det registrert oksygen vinn. Det må antakast at forureininga var frå lokale, tilstøytande kjelder.

Det vart spekulert på om utsleppet av kloakk frå Vestneshaug på 25 m djup utanfor munningen av Flatevågen kunne påverke vasskvaliteten inne i vågen, men det vart funne at kun ein ubetydeleg del tok vegen inn dit (Tollan og Quenild 1975).

Viak (1983) konkluderte med at vågen tok imot relativt store mengder organisk stoff og nærings salt, særleg dei indre delene av vågen. Bidrag frå landbruk (dyrka mark, gjødselsig frå driftsbygningar) var nemnt i den samanheng. Det var nemnt at Furlandskanalen og Lassegrova (på Stokkeland) var betydeleg forureina, også bakterielt.

Dette var tilstanden for tilførsler for ca 30 år sidan eller før. Det vart tilrådd (Viak 1983) å lage eit tiltaksprogram for å redusere tilførsleane i nedslagsfeltet.

Synleg begroing som følge av forureining i 1975 i Kråkvika og Leirvikbukta (Tornes 1975) vart ikkje observert i 1997 eller 2001 (Jordal 2003).

Når det gjeld miljøgifter er einaste gransking vi har funne fram til, prøver for DDE, DDD og DDT (plantevernmiddel) og PCB frå fisk i 1971. Nivåa på verdiane var under det som var vanleg å finne i kystfisk.

### 1.3 Tilstandsklassifisering av vassforekomstar

Vassforskipta legg opp til ein s.k. økosystembasert prosedyre for å klassifisere vassforekomstar. D.v.s. at det er biologiske indikatorar assosiert med planktonalgar og fastsittjande algar m.m. som skal vektleggast. Fysiske/kjemiske parametarar som karakteriserer vasskvaliteten er s.k. støtteparametarar.

Det har teke lang tid å kome i gong med fullkarakterisering av vatn/kystvatn i Norge, og per i dag er det kun i nokre få utvalde område at dette skjer. For Flatevågens vedkomande er det såleis mest relevant å nytte dei foreliggjande kriteria frå Klif, som baserer seg på vasskvaliteten (Tabell 1). Dette vert eit av våre utgangspunkt for å kunne skildre og klassifisere tilstanden i vågen.

Tabell 1. Tilstandsklasser for ulike vasskjemiske parametarar i høve til fjordar og kystvatn. Frå Molvær m. fl. 2004.

	Parametre	Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
<b>Overflatelag</b>	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<12	12-16	16-29	29-60	>60
<b>Sommer</b>	Fosfat-fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<4	4-7	7-16	16-50	>50
<b>(Juni-august)</b>	Total nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<19	19-50	50-200	200-325	>325
	Klorofyll a ( $\mu\text{g/l}$ )	<2	2-3.5	3.5-7	7-20	>20
	Siktedyp (m)	>7.5	7.5-6	6-4.5	4.5-2.5	<2.5
<b>Overflatelag</b>	Total fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<21	21-25	25-42	42-60	>60
<b>Vinter</b>	Fosfat-fosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )*	<16	16-21	21-34	34-50	>50
<b>(desember- februar)</b>	Total nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<295	295-380	380-560	560-800	>800
	Nitrat-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<90	90-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen ( $\mu\text{g N/l}$ )*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
<b>Dypvann</b>	Oksygen ( $\text{ml O}_2/\text{l}$ )**	>4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	<1.5
	Oksygen metning (%)	>65	65-50	50-35	35-20	<20



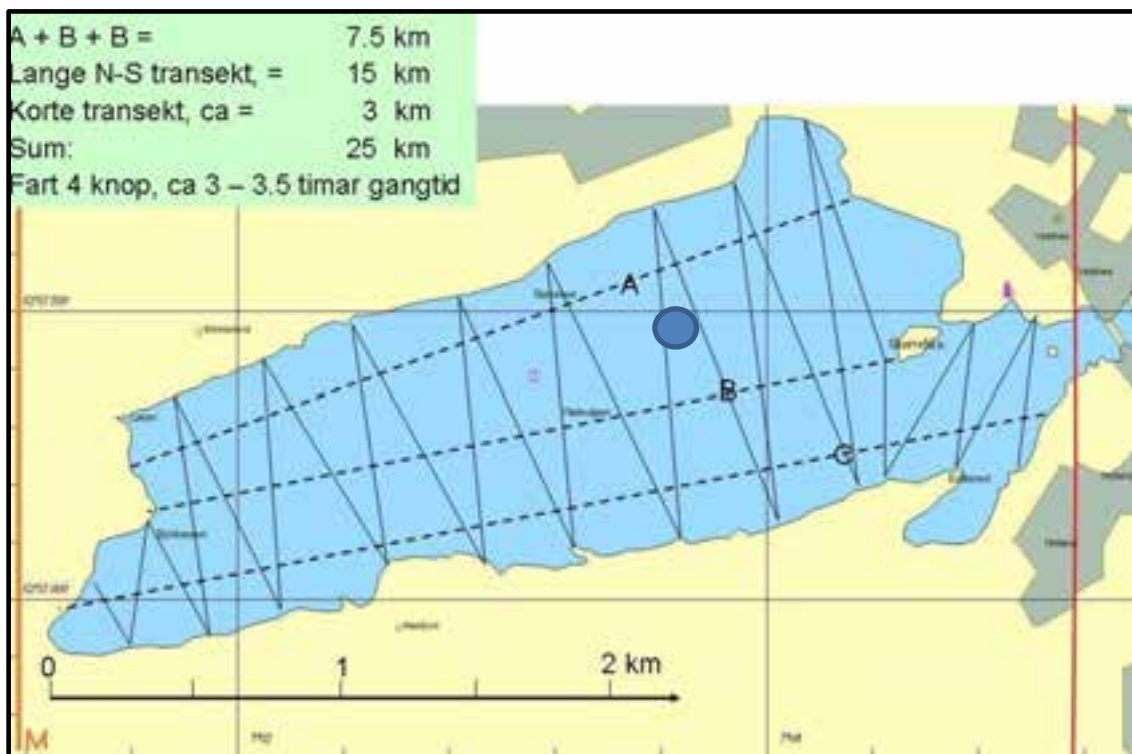
## 2. Måleprogrammet i 2011-2012

Målingane kom i gong i juli 2011. Kommunens Pioner jolle med påhengsmotor vart nytta. Denne vart sjøsett i vika mellom bruene på nordsida av straumen ved kvart høve.

Eit målepunkt ute i det gjupaste partiet vart lodda opp med ekkolodd. Første gongen fann vi ca 40 m i posisjon 62° 37.46'N, 07° 03.87'E. Sidan dette var anteke å vere max djupet i Flatevågen ga vi oss med vidare opplodding. Før prøvetakinga i august fekk vi utslag på ekkoloddet ned til 50 m og meir (eit utslag på 57 m). Båten rak imidlertid raskt unna punktet og vi tok prøver ned til 40 m djup som sist.

Ved toktet i september målte vi 47 m i posisjon 62° 37.45'N, 07° 03.36'E, og vi fekk teke prøve i 44 m djup før båten rak av. Under toktet i oktober hadde vi ikkje med ekkolodd, men la oss i posisjon og fekk teke prøver til 40 m djup. Figur 4 syner området vi heldt oss i.

Målingane og prøvene våre er soleis ikkje teke på det djupaste punktet sidan vi ikkje kjenner til kvar dette eksakt ligg. Det burde vore gjort ei meir systematisk opplodding av Flatevågen for å få kartlagt topografien slik som illustrert i Figur 4 (Statens kartverk/Sjøkartverket har aldri målt i vågen). Det kan for øvrig nemnast at ved forrige (første) gransking, i 1975, vart det teke prøver til max. 31 m djup (Tornes 1975, Vedlegg B her).



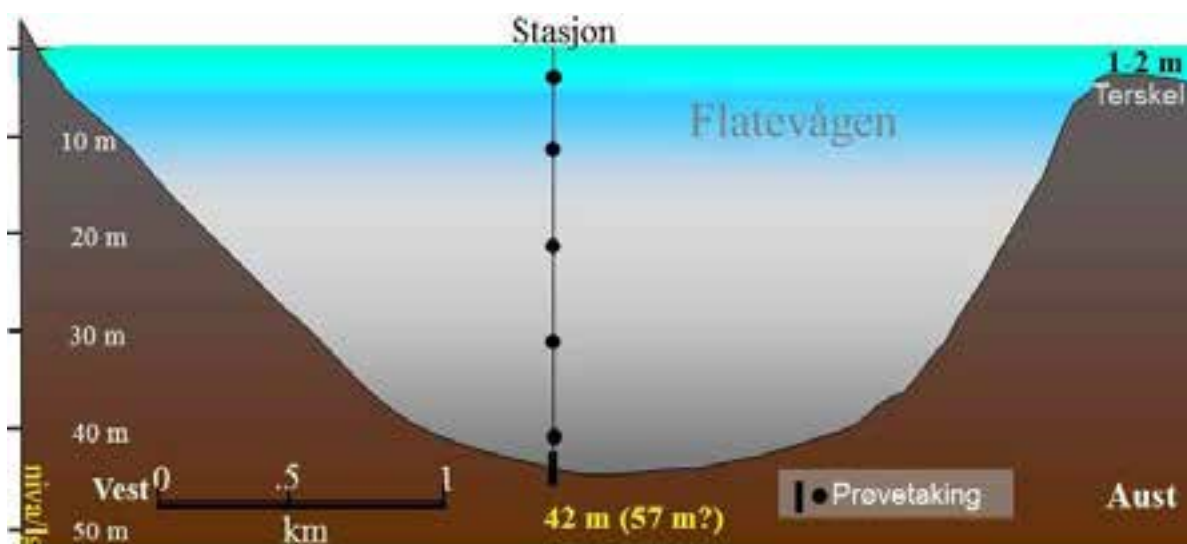
Figur 4. Kart (C-map) over Flatevågen med posisjon (sirkel) for området der prøvetakinga skjedde. Innteikna transekt illustrerer forslag til oppmåling av botnen.

Det vart gjennomført fem prøvetakingsrunder som synt i Tabell 2. Ved kvar runde vart det teke hydrografisk profil og vassprøver, gjennomgåande frå overflata, i 10m, 20m, 30m og 40 m (Figur 5). Prøvene vart analysert for oksygeninnhald og næringssalt. Nokre overflateprøver vart analysert for algesamansetning/biomasse. På siste toktet vart det også henta opp sedimentprøver for analyse av organisk stoff.

Prøvetakinga i foreliggende prosjekt var meir omfattande enn det som vart gjort i mai-juni 1975 (Tornes 1975), men fordelt kun på ein stasjon, i motsetnad til fleire stasjonar i 1975 (kun prøver frå overflata og ved botnen den gongen).

Tabell 2. Datoar for måling og prøvetaking i 2011/2012, og prøveomfang.

Aktivitet 2011/12	8. jun	15. aug	19. sept	26. okt	29. mai
Ekkolodd-sondering	√	√	√		√
Hydrografisk profil	√	√	√		√
Oksygenprøver	√	√	√	√	√
Næringssalt	√	√	√	√	√
Algeprøver		√		√	
Siktdjup	√	√	√	√	√
Sedimentprøver					√



Figur 5. Djupeprofil av Flatevågen frå vest mot aust, med prøvetakingspunkt (vassprøver, sediment) innteikna. Skissa og max. djupet er omtrentleg, det manglar gode djupedata.

## 2.1 Hydrografisk kartlegging

Dette innebar måling av salinitet og temperatur i sjøen frå overflate til botn til ulike tider. Målingane vart gjort med ein såkalla STD-sonde som måler sjøvatnets konduktivitet. Saman med trykkmåling kan ein då rekne ut saliniteten (saltinnhaldet), som igjen bestemmer tyngda (densiteten) på vatnet.

Vi nytta ein sonde av type Seabird SBE-19 (Figur 6) som har sirkulasjonspumpe for å sikre jamn vassfluks forbi sensorane. Sonden er batteridreven med internt dataminne. Sonden har høg målepresisjon på både temperatur, trykk og konduktivitet og var til kalibrering hos produsenten i USA seinast våren 2011.

Frå båten tok det berre nokre minutt å senke ned sonda og ta ein måleprofil frå overflata til botn. Samtsundes vart siktdjupet målt visuelt med s.k. Secchi-skive.



Figur 6. Seabird SBE 19 målesonde som vart nytta i Flatevågen.

## **2.2 Vassprøver**

Vassprøver frå overflatelaget og djupvatnet vart henta inn på kvart tokt ved hj. av vasshentar, like etter måling av hydrografiprofil. Konserverte prøver vart så analysert for oksygenkonsentrasjon (evt H<sub>2</sub>S) og næringssalt. Prøver frå øvre lag vart også analysert m.t.h. planteplankton (inkl. artsliste) på nokre utvalde tokt.

## **2.3 Sedimentprøver**

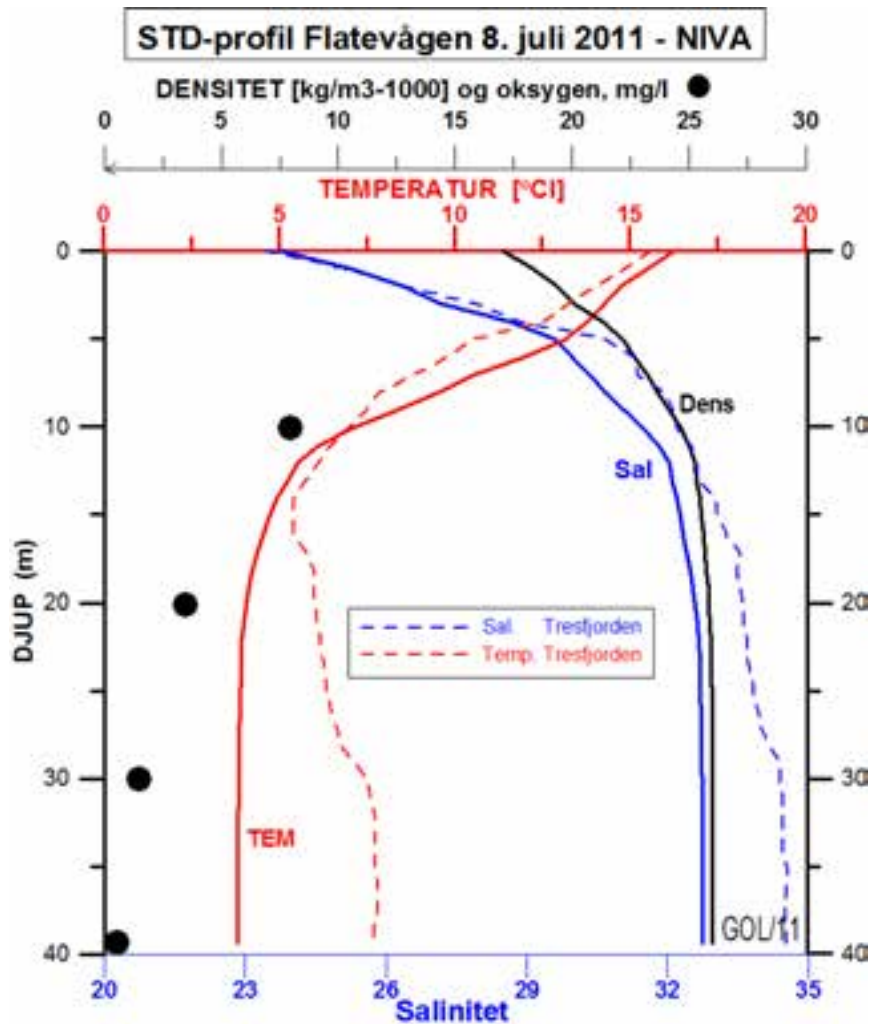
Botnprøver frå det anteke djupare partiet i vågen blei henta opp 29. mai 2012. Det vart nytta ein lett grabb og prøvene vart analyserte av organisk innhald/glødetap, samt TOC og TN.

## 3. Resultat

### 3.1 Hydrografi

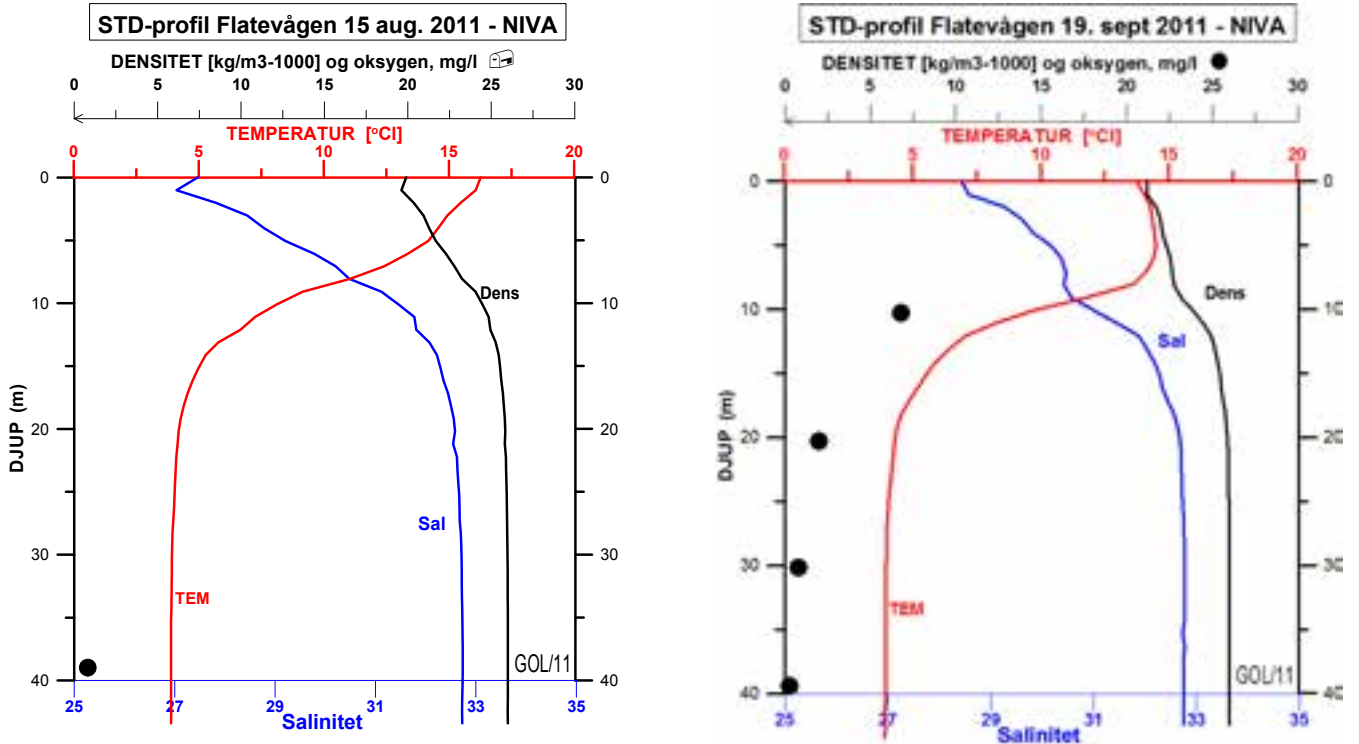
Det var målt hydrografi på alle tokta utanom i oktober. Resultata er framstilt grafisk i Figur 7- Figur 9. Karakteristisk for tilhøva sommaren/hausten 2011 var kaldt djupvatn, med temperatur under fire grader frå 20 m djup og nedover. Saliniteten heldt seg også tilnærma konstant rundt 32.75 der. Det framgår også (Figur 7) at djupvatnet var vesentleg kaldare og mindre salt, enn i motsvarande djup i Tresfjorden samstundes. Ved målingane i mai 2012 (Figur 9) hadde djupvasstemperaturen aukta til 5-6 grader, og saliniteten avteke med ca 0.3 til 32.43.

I øvre lag var det meir variasjon, med salinitet under 25 ved overflata i juli, langsamt aukande utover hausten. Høgaste temperaturar var i august med knapt 17 grader i overflata, mens det i september var høg temperatur, rundt 14 grader, heilt ned til 8 m djup (Figur 8).

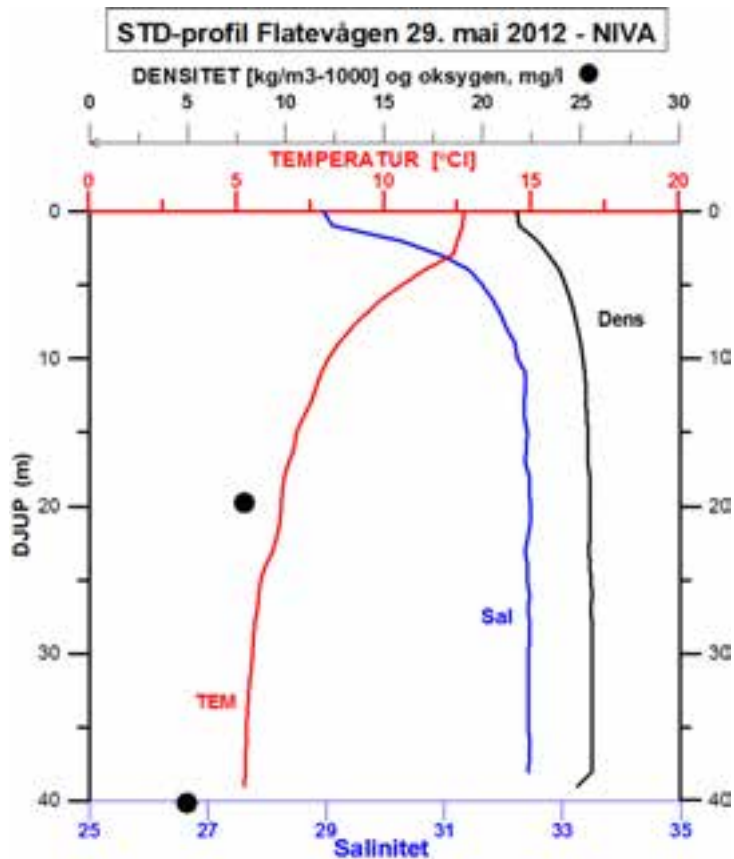


Figur 7. Hydrografisk profil målt 8. juli 2011 i Flatevågen. Stipla liner syner måleresultat frå munningen av Tresfjorden gjort same dag.





Figur 8. STD-profil frå Flatevågen 15. august og 19. september 2011. Svart kurve er for sjøvatnets densitet. Svart sirkel syner oksygenverdien ved botn.



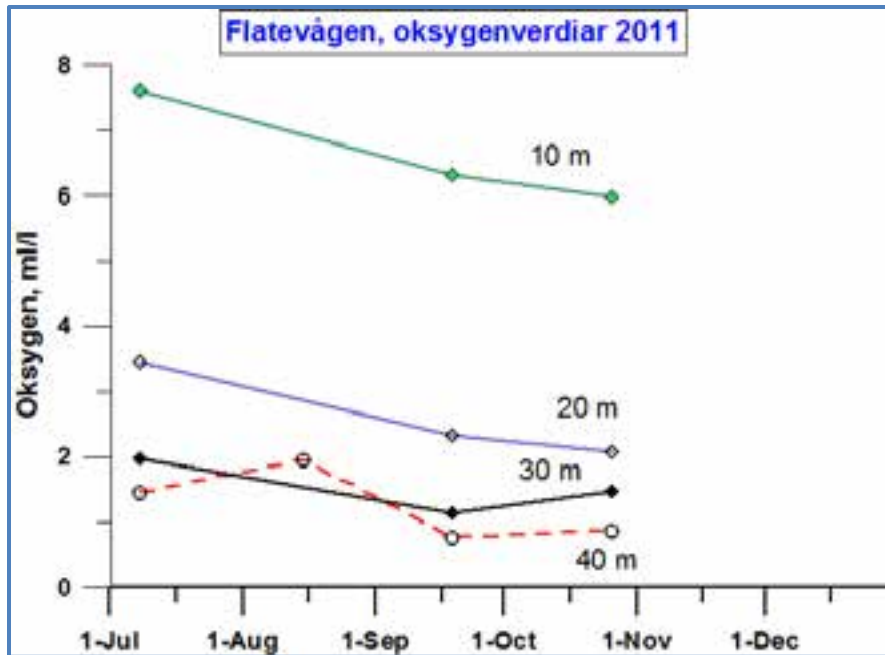
Figur 9. STD-profil frå 29. mai 2012. Resultat av oksygenanalysene for same dag er også innteikna.

## 3.2 Vasskjemi

Dei kjemiske analysene tyder i denne samanheng oksygen og næringssalt.

### 3.2.1 Oksygen

Figur 10 syner tidsutviklinga for oksygekonkonsentrasjon i ulike djup utover hausten 2011. Det var fallande trend i alle djup. Verdiane i 10 m djup var tilfredsstillande, med over 90 % metning (Tabell 3). Vidare nedover var det låge verdiar, med ca 0.8 ml/l som det lågaste, motsvarande 10% metning i 40 m djup (september).



Figur 10. Tidsutvikling for oksygen (her i ml/l) i 10, 20, 30 og 40 m djup 2. halvår 2011.

Tabell 3. Resultat av oksygenprøvene på dei ulike tokta, og djupa, saman med motsvarane verdi for temperatur, salinitet og densitet. Tabellen syner også den utrekna metningsprosenten samt oksygenforbruket AOU (Apparent oxygen utilization). Oktobermålingane mangla salt/temp data, verdiane då er stipulert.

#	STASJ	-	DJUP	###	S	#	T	#	SIG	#	o2(ml/l)	#	METN	#	O2(%)	#	AOU(ml/l)
Juli,	,		10.(m):		31.47		7.10		24.63		7.61		6.90		110.3		-.71
Juli,	,		20.(m):		32.59		4.10		25.86		3.46		7.36		47.0		3.90
Juli,	,		30.(m):		32.74		3.80		26.01		1.97		7.41		26.6		5.44
Juli,	,		40.(m):		32.75		3.80		26.02		1.46		7.41		19.7		5.95
Aug,	,		10.(m):		31.46		8.10		24.48		*****		6.74		*****		*****
Aug,	,		20.(m):		32.58		4.20		25.84		*****		7.34		*****		*****
Aug,	,		30.(m):		32.71		3.90		25.97		*****		7.39		*****		*****
Aug,	,		40.(m):		32.73		3.90		25.99		1.96		7.39		26.5		5.43
Sept,	,		10.(m):		31.00		9.80		23.86		6.31		6.51		97.0		.20
Sept,	,		20.(m):		32.68		4.30		25.91		2.33		7.32		31.8		4.99
Sept,	,		30.(m):		32.77		4.00		26.01		1.14		7.37		15.5		6.23
Sept,	,		40.(m):		32.75		3.90		26.01		.77		7.39		10.4		6.62
Okt,	,		10.(m):		31.00		10.00		23.83		5.99		6.48		92.4		.49
Okt,	,		20.(m):		32.00		4.00		25.40		2.08		7.41		28.1		5.33
Okt,	,		30.(m):		32.50		4.00		25.80		1.47		7.38		19.9		5.91
Okt,	,		40.(m):		32.75		3.90		26.01		.87		7.39		11.8		6.52
Mai 2012			20.(m):		32.45		6.50		25.48		5.49		6.95		78.9		1.46
Mai 2012			40.(m):		32.43		5.30		25.60		4.07		7.16		56.9		3.09

Prøvene frå mai 2012 synte betre verdiar, h.h.v. 5.49 ml/l i 20 m og 4.07 ml/l i 40 m djup (motsv. 79 og 57 % metning). Sjø Tabell 3. Auken i verdiar frå hausten før tyder på at det har vore ei viss vassutskifting i mellomtida. Temperaturen i djupvatnet i mai synte auke og saliniteten hadde minka i høve til siste haust-verdiane (lettare vatn, lågare densitet i mai). Dette tyder på at det kan ha vore fleire utskiftingsepisoder gjennom vinteren/våren 2012.

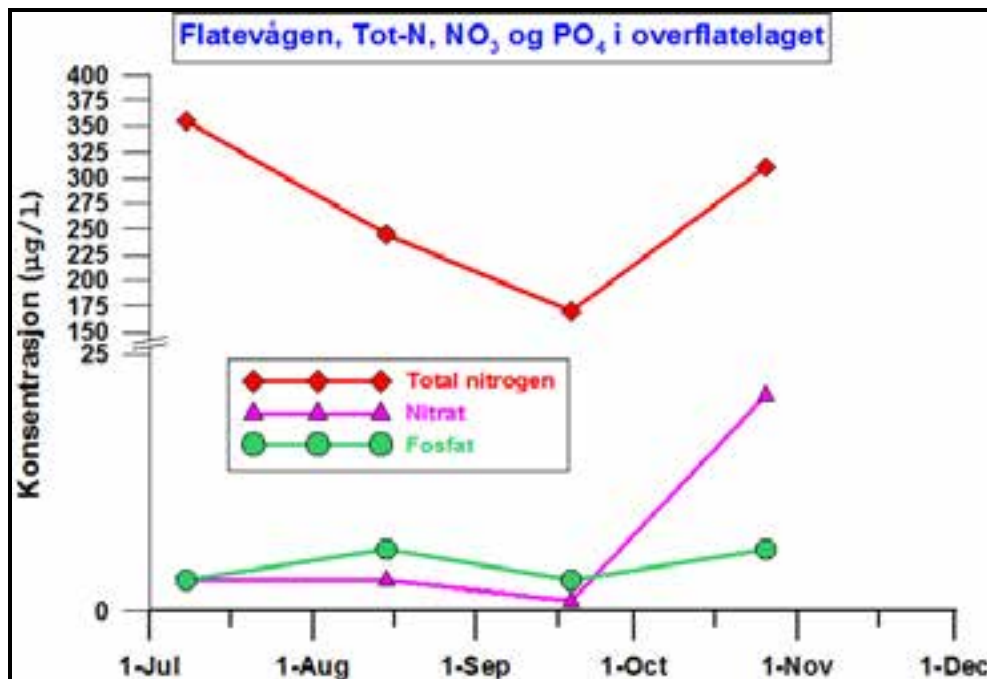
### 3.2.2 Nærings salt

Konsentrasjon av nitrat, fosfat og total-nitrogen er synt i Figur 11 og Figur 12. I overflata var  $\text{PO}_4$  og  $\text{NO}_3$  konsentrasjonen i intervallet 3-9  $\mu\text{g/l}$ , med unnatak av ein noko høgare verdi (21) for nitrat i oktober. Total-nitrogen låg vesentleg høgare, i intervallet 180-355  $\mu\text{g/l}$ .

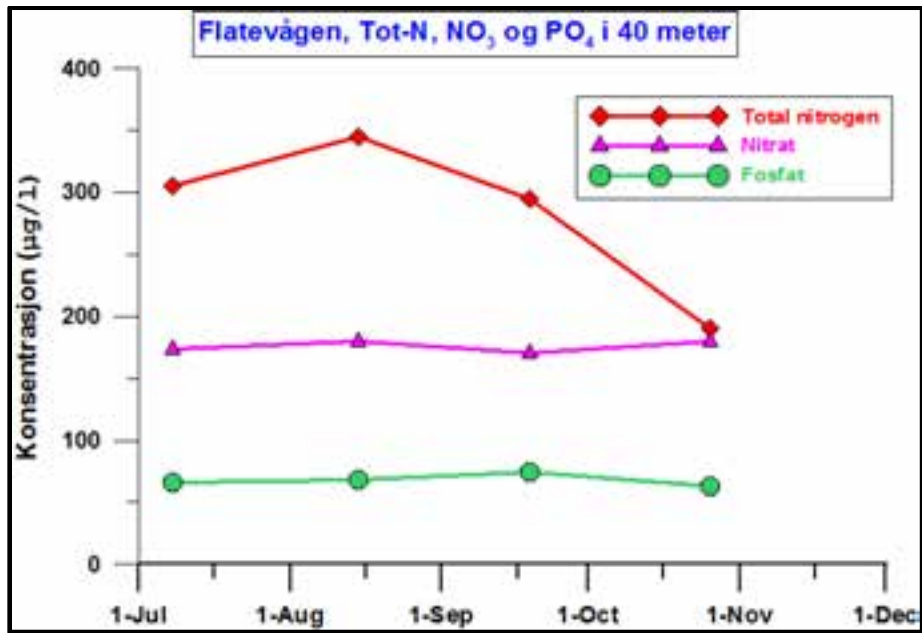
I djupvatnet (40 m, Figur 12) var nivået for Tot-N om lag som i overflata, mens fosfat og nitrat hadde vesentleg høgare verdiar, som heldt seg temmeleg konstant rundt h.h.v. 65 og 180  $\mu\text{g/l}$ . Figur 13 syner vertikalfordelinga i juli og oktober 2011.

Prøver av nærings salt frå overflatelaget i Tresfjord 8. juli 2011 synte noko lågare verdiar enn inne i Flatevågen. Tot-N låg i intervallet 150-200  $\mu\text{g/l}$ , m.a.o. om lag det halve av konsentrasjonen i Flatevågen. Nitrat og fosfat i overflatelaget synte tilnærma like verdiar med Tresfjorden då, mens fosfat i djupvatnet låg rundt det doble av djupvatnet inne i Tresfjorden.

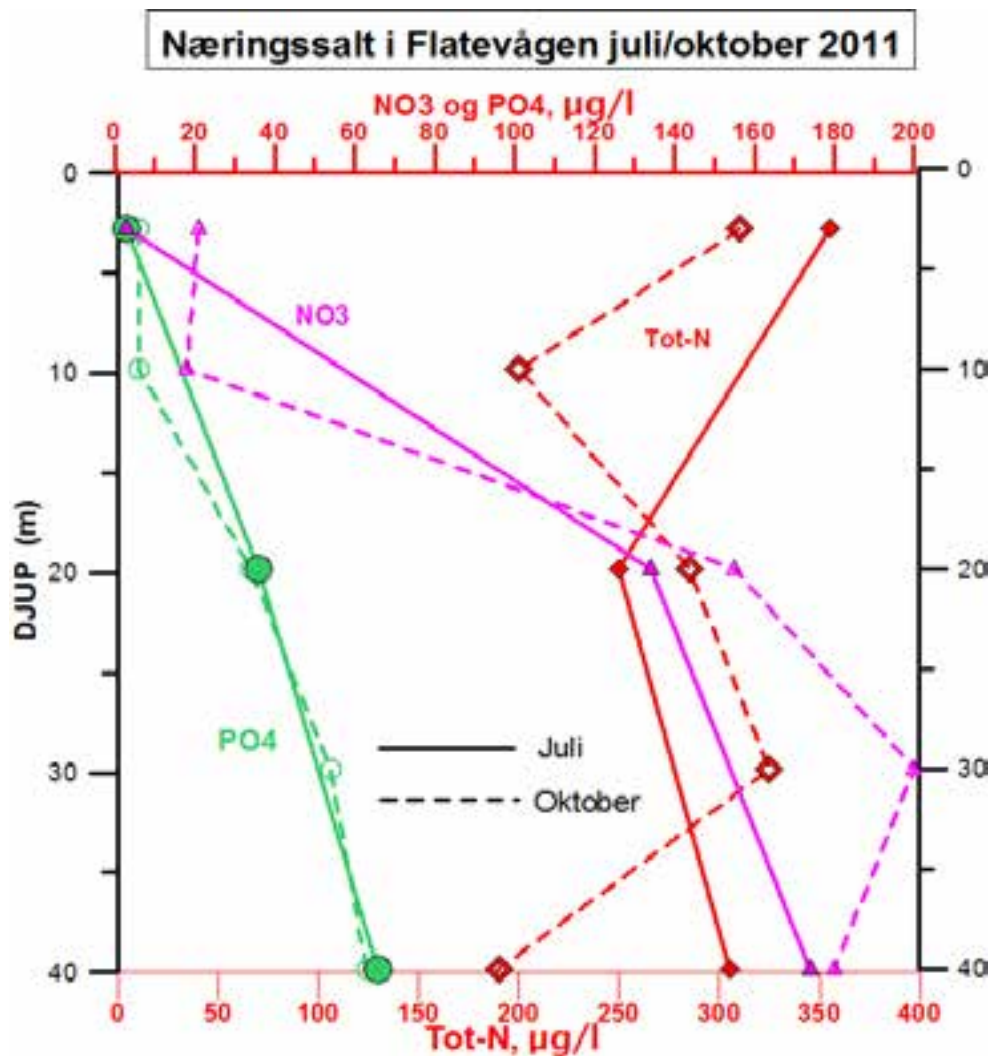
Tendensen var altså at overflatelaget hadde låge nærings saltkonsentrasjonar (fosfat, nitrat) på ettersommaren, som følgje av at det framleis var algeproduksjon i sjøen med forbruk av desse stoffa. Høge verdiar av Tot-N indikerer også høg konsentrasjon av organiske nitrogenkomponentar, aminor m.m. som er med i dei analysene.



Figur 11. Konsentrasjon av nokre nærings salt i overflatelaget i 2011. Merk at Y-aksen er delt, fordi Tot-N verdiane var vesentleg høgare enn dei to andre parametrane.



Figur 12. Konsentrasjon av nokre næringsstoffer i 40 meters djup i 2011.



Figur 13. Vertikalfordeling av næringsstoffer i juli og oktober 2011.

## Prøver frå mai 2012

Det vart teke ekstra prøver på toktet i mai 2012. Resultata er synt i Tabell 4.

Overflateprøvene frå hausten 2011 synte eit aukande trend i konsentrasjon mot slutten (Figur 11). Verdiane i overflatelaget i mai 2012 synte tydeleg auke for Tot-N og ammonium, og ein reduksjon i nitrat og fosfat. I 40 m var det i mai oppgang for Tot-N og ein viss reduksjon for fosfat og nitrat.

Tabell 4. Resultat frå analyser av vassprøver (næringssalt) tekne 29. mai 2012.

Parameter	PO4-P-Sj	Tot-N/L	NH4-N-Sj	NO3+NO2-N
Djup	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l
3 m	4	123	<5	<1
40 m	60	300	7	140

## 3.3 Planteplankton

Ved nokre tidspunkt vart det teke prøver i overflatelaget for analyse for planteplankton, artsidentifisering og biomasse. Materialet tener først og fremst som grunnlag for oppfølgjande økologisk tilstandsklassifisering saman med andre biologiske data. Artslistene er synt i Vedlegg A. Tabell 5 syner resultat for algebiomasse, med ein tydeleg nedgong i biomasse frå august til oktober 2011.

Tabell 5. Planteplankton biomasse for to prøvetidspunkt i 2011.

PLANKTONALGEBIOMASSE		
	Flatevågen	Flatevågen
	15.08.2011	26.10.2011
	3 m	3 m
Total planktonalgebiomasse µg karbon/L	497,685	52,937
	Høy algebiomasse	Middels algebiomasse

## 3.4 Sedimentprøver

Grabbprøver frå 40 m djup i mai 2012 synte gråsvart, finkorna sediment, ingen lukt av H<sub>2</sub>S. Resultata av kjemiske analyser synte følgjande:

Total nitrogen: 7.7 µg N/mg tørrstoff  
 Total karbon TOC: 91.6 µg C/mg tørrstoff

Grabbprøver frå grunnare djup synte gradivs meir grovkorna sediment. På 16 m djup mot stranda på nordsida var det småstein iblanda skjelrestar.

## 4. Modelling av utskiftinga

Vi har nytta modellen "Fjordmiljø" (Stigebrandt 1992) på Flatevågen særleg for å få ein indikasjon på kva som er "naturleg" oksygeninnhald (minimum) i Flatevågen. Fjordmiljø vart i si tid utvikla på basis av målingar i mange terskelfjordar m.a. i Møre og Romsdal (Tresfjord inkludert).

Det må skytast inn at Fjordmiljø baserer seg på tidsseriar for hydrografi frå kyststasjonar (Bud i dette tilfellet) som ei av drivkreftene for vassutskiftinga. Hydrografiske tilhøve inne i Romsdalsfjorden/Tresfjorden er noko annleis enn ute ved kysten, slik at modellen neppe gjenspeglar tilhøva der fullstendig. Fjordar med så grunn terskel som Flatevågen ligg også i utkanten av det modellen kan simulere heilt realistisk.

Fjordmiljø gjev fleire tabellar med resultat for ulike storleikar knytt til opphaldstider, vassutskifting og oksygenforbruk for brakkvasslaget (ved estuarin sirkulasjon), mellomlaget over terskel, og djupvatnet. Tabell 6 syner inngangsdata og berekna verdiar for topografi m.m. og Tabell 7 hydrodynamiske faktorar og oksygenforbruk.

Den grunne terskelen genererer kraftig turbulens på innsida av munningen ved fløande sjø. Dette bidrar i følgje modellen til regelmessig utskifting av djupvatnet (høg verdi for  $dro/dt$ , densitetsreduksjon pr mnd). Modellen simulerer eit oksygenforbruk i djupvatnet på 0.61 ml/l pr månad. Viss djupvatnet er stagnerande, vil ein dermed i løpet av nokre månadar få låge oksygenverdiar, kanskje også oksygensvinn. Modellen bereknar imidlertid eit såpass høgt oksygenminimum som 5 ml/l, d.v.s. eit akseptabelt nivå. Dette kan skuldast den store energitilførselen frå tidevatnet som i følgje modellen bidreg til regelmessig utskifting av djupvatnet. Den berekna minimumsverdien står i kontrast til den lågaste målte i 2011, på 0.8 ml/l oksygen.

Tabell 6. Inngangsverdiar og nokre berekna verdiar for simuleringane med Fjordmiljø for Flatevågen.

Bassengets største dyp, $H_{max}$ (m).....		44
Terskeldyp, $H_t$ (m).....		1
Midlere dyp av terskelbassenget, $H_b$ (m).....		21.4
Bassengets totale volum, $Vol$ (km <sup>3</sup> ).....		0.0695
Volum over terskeldypet, $Vol_t$ (-"-).....		0.0031
Volum under terskeldypet, $Vol_b$ (-"-).....		0.0663
Areal ved havoverflaten, $A_f$ (km <sup>2</sup> ).....		3.200
Areal p† terskeldypet, $A_t$ (km <sup>2</sup> ).....		3.100
Fjordbassenget:		
Djup (m)	Horis. areal(km <sup>2</sup> )	Volum (km <sup>3</sup> ) under "Djup"
0	3.200	0.0695
10	2.200	0.0425
44	0.300	0.0000
Fjordareal/Munningsareal, $A_f/A_m$ .....		60952
Strupningskoeffisient, $cc$ .....		0.43
Tidevannshastighet i munningen, $us_0$ , (m/s).....		3.29
Indre bølgers hastighet i fjorden, $ci$ , (m/s).....		0.10
Intermediær sirkulasjon, $Q_{int}$ (m <sup>3</sup> /s).....		2
Tidevannsdreven sirkulasjon, $Q_{tid}$ (m <sup>3</sup> /s).....		27
Oppholdstid for vannet over terskeldyp $T_v$ (døgn).		1.2
Synketid for part. org. materiale, $T_p$ (døgn).....		0.7

Tabell 7. Hydrodynamiske faktorar, og oksygenforbruk i bassenget.

Fjorden er av stråle-type, $c_i/u_{s0}$ .....	0.03
$L=V_{olb}/A_m$ (m).....	1263800
Terskelbassengets $Re$ -verdi ( $kg/m^3$ ).....	2.00
Terskelbassengets $R$ -verdi ( $kg/m^3$ ).....	8.96
Arbeid $W$ mot oppdriftskreftene i terskelbassenget:	
bakgrunn, $W_0$ ( $mW/m^2$ ).....	0.030
tidevannsdreven, $W_t$ ( $mW/m^2$ ).....	0.763
Tetthetsreduksjon $dro/dt$ ( $kg/m^3/måned$ ).....	0.914
Oksygenforbruk $dO/dt$ ( $ml/l/måned$ ).....	0.61
Oksygenminimum i bassengvannet ( $ml/l$ ).....	5

Modellens estimat for oksygenforbruk verkar realistisk, mens den overestimerer vassutskiftinga i djupvatnet. Det siste kan ha å gjere med korleis vi har parametrisert topografien, inkludert for fjordmunningen. Som nemnt innleiingsvis, er det sparsomt med djupnedata for Flatevågen, og difor vert også den delen av inngangsdata til modellen usikker.

Med betre kvalitet på inngangsdata vil modellen kunne fungere som eit nyttig verktøy for å berekne naturleg tilstand og dagens tilstand i fjorden og evt korleis den vil respondere på auka eller minka tilførsler i framtida.



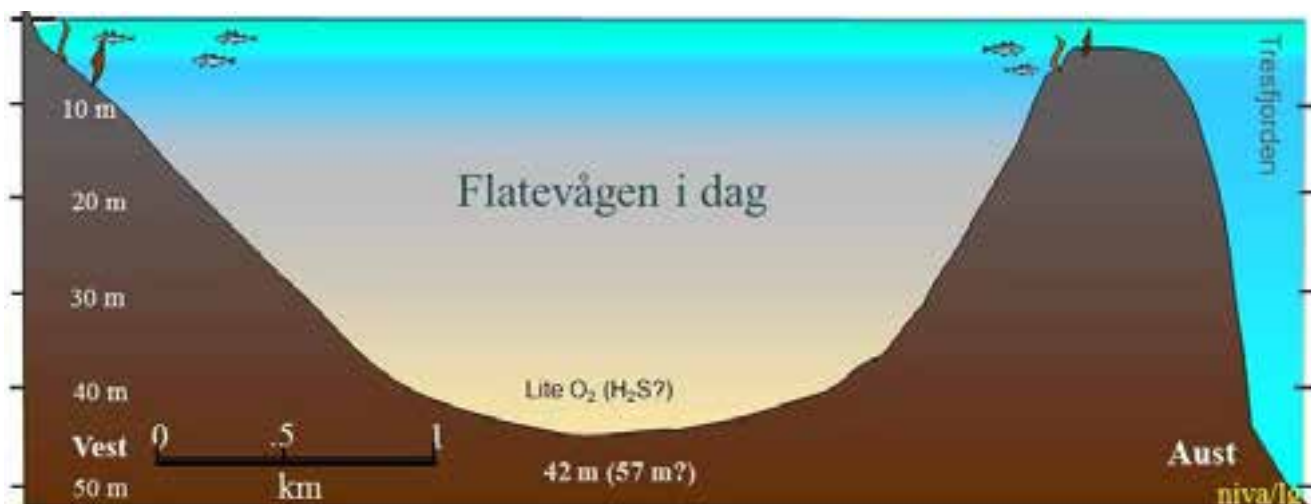
## 5. Diskusjon og oppsummering

### 5.1 Dagens tilstand

Sjølv om talet på vassprøver innsamla i foreliggende prosjekt er mindre enn normen for å kunne foreta endeleg kalssifisering av tilstanden, kan ein ut frå Klif (Miljødirektoratet) sine kriteriar for oksygen i djupvatnet (Tabell 1) antyde tilstandsklasse ein stad mellom III (Mindre god) og V (Meget dårlig), avhengig korleis ein grupperer og midlar resultatane. For nærings salt i overflata fell verdiane i klasse I (Meget god) evt II (God).

Sedimentet (avsnitt 3.4) var karakterisert av relativt høg TOC verdi, og C/N forholdet (vekt) var ca 12, m.a.o. over det normale på 8-9, noko som indikerer mest påverknad av organisk stoff frå land (terrestrisk).

Oksygenverdiane i djupvatnet synte låg minimumsverdi på hausten (10 % metning). Tidvis oksygenvinn år om anna kan ikkje utelukkast. Dette bidreg som ein stressfaktor for djupvassøkologien, særleg fauna i sedimentet. Lågt oksygeninnhald skjer normalt mot slutten av ei periode med kombinasjon av stagnasjon i djupvatnet og tilførsler av daudt organisk materiale frå algeveksten i sommarsesongen og frå land. Denne tilstanden kan vere nær den naturlege, men det er aktuelt å sjå på om reduserte antropogene tilførsler frå land vil bidra til å auke oksygenivået i djupvatnet og dermed heve den økologiske tilstanden der.



Figur 14. Illustrasjon av tilstanden i Flatevågen i dag, med sannsynlegvis bra omfang av dyreliv/biodiversitet i øvste sjiktet, men med redusert biodiversitet og minkande oksygeninnhald med djupet, kanskje tidvis med  $H_2S$ .

### 5.2 Om vassutskiftinga i vågen

Vassutskiftinga i Flatevågen vil vere styrt av fleire faktorar, mellom anna vertikalkonveksjon grunna avkjøling i overflata. Det er rimeleg å anta at den kraftige innstrøyminga ved fløande sjø skaper mykje turbulens i austenden av vågen og markert nedblanding av vatn der. I innelukka basseng som Flatevågen kan det dannast ståande indre bølger (Figur 15) som og bidreg til vertikal blanding. Sprangsjiktet vandrar då opp og ned med meir eller mindre regelmessig periode. Desse bølgjene kan vere generert av vind eller kraftig innstrømming og kan forårsake episodisk utlufting av djupvatnet.

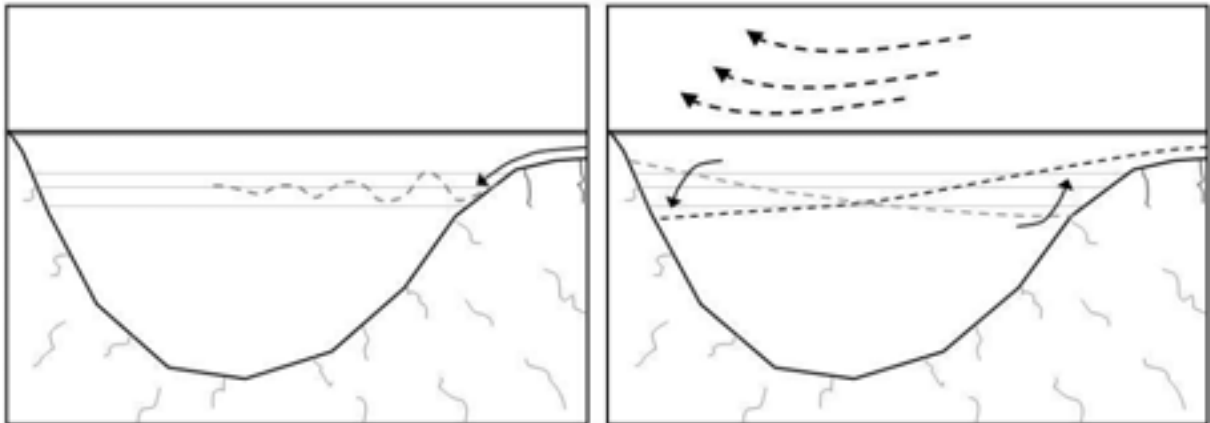
P.g.a. grenseflater, sjikting og kontinuitetsvilkår vil svingingane gjerne ha ein karakteristisk fasong og periode. Ved kontinuerleg aukande densitet med djupet vil teoretisk svært mange svingeperiodar kunne eksistere. Men med to lag med eit tydeleg sprangsjikt mellom kan ein gjere tilnærmingar og kalkulere sannsynlege svingeperiodar ( $T_i$ ) ut frå følgjande formel



$$T_i (s) = 2L [\rho_2/g(\rho_2-\rho_1)(1/H_1 + 1/H_2)].$$

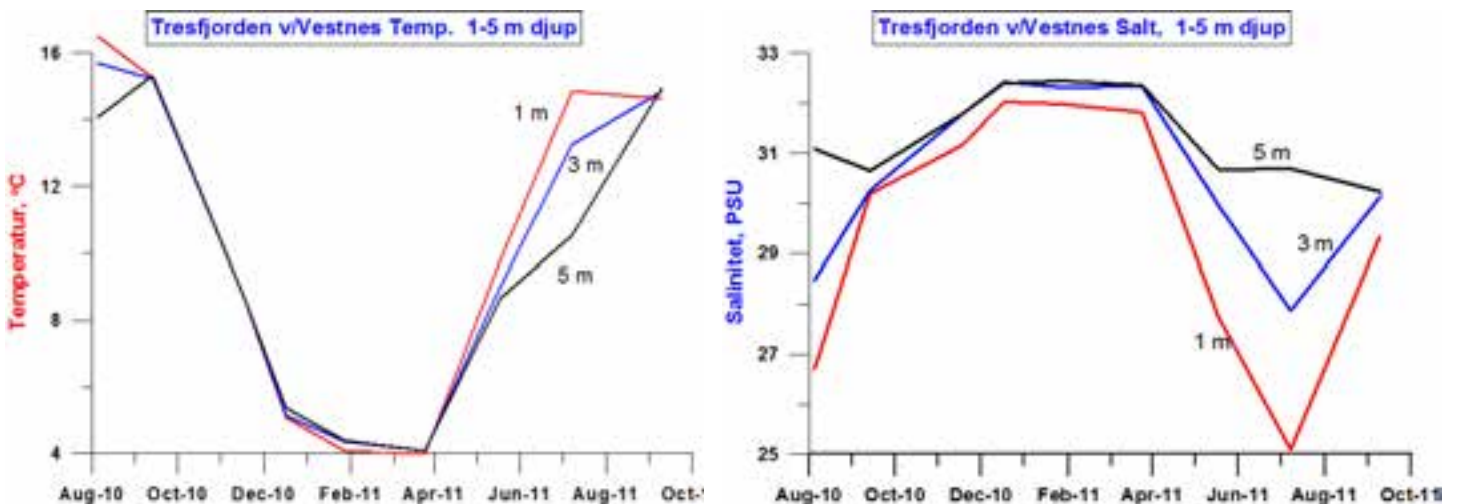
$\rho_1$  og  $\rho_2$  er densitet i øvre og nedre lag, og  $H$  og  $H_2$  er respektiv tjukkeleik (djupne). Den effektive lengda på Flatevågen er noko vanskeleg å definere men ved å sette denne til 3 km,  $\rho_1$  lik  $1015 \text{ kg/m}^3$  og  $\rho_2$  lik  $1024 \text{ kg/m}^3$ ,  $H_1 = 5\text{m}$  og  $H_2$  lik  $35 \text{ m}$  gir formelen ein svingeperiode på ca 2 timar.

Frie svingingar på grenseflata kan også genererast av forstyrningar utanfrå, f.eks. brå innstrømming. Sjiktinga bestemmer også her kva frekvensar som kan forventast. Dess kraftigare sprangsjikt, dess høgare frekvens (kortare periode). Realistiske verdiar for øvre lag av vågen vil kunne ligge i intervallet 2-10 minutt. M.a.o. vesentlig kortare periode enn for ståande bølger.



Figur 15. Illustrasjon av ståande indre bølge i Flatevågen danna av vind (t.v.) eller (t.h.): bølgetet p.g.a. innstrøymande tungt vatn.

Målingane i 2011 avdekkar låge oksygenverdiar i djupvatnet. Vassutskiftinga er m.a.o. ikkje tilstrekkeleg til å oppretthalde gode tilhøve heile tida. Lokale tilførsler av organisk stoff/nærings salt kan medverke til oksygensvinn.



Figur 16. Målt temperatur og salinitet i munningen av Tresfjorden, utafor Flatevågen, i perioden august 2010-september 2011.

Hydrografimålingane synte at det er tydeleg skilnad på temperatur og salinitet mellom djupvatnet inne i vågen, og vatn i motsvarande djup utanfor. Målingane i juli (Figur 7) og september 2011 avdekkar at

djupvatnet var vesentleg kaldare enn vatn i same djup i Tresfjorden. Skilnaden var 4 grader i juli og heile 10 grader i september (i vågen heldt temperaturen seg ganske konstant).

Salinitetsverdien i vågen låg konstant i same perioden og var ca 1.8 lågare i juli, men 1.3 einingar saltare i september, i høve til Tresfjorden, der det i mellomtida var kome inn vatn med tydeleg lågare salinitet (PSU ca 31.5).

Det kalde og relativt salte djupvatnet i Flatevågen (temperatur rundt 3.8- 4 °C) kan ha kome inn den foregåande vinteren, då temperaturen i overflatelaget i Tresfjorden låg rundt 4 °C (Figur 16) og saliniteten også var relativt høg.

Vannrammedirektivet (Water Framework Directive) har som mål å oppnå God økologisk status (tilbake til ”naturtilstanden”) for alle vassførekomstar som ikkje er sterkt modifiserte. I Norge er det i gong arbeid innafør nokre vassregionar for å kartlegge tilstand og status m.m.. Flatevågen høyrer ikkje til nokon slik vassregion og hjelp frå slikt overordna arbeid til å framskande tiltak kan difor ikkje påreknast på mange år.

For marine naturtypar i Norge kan klassifiseringa og inndelinga vere vanskeleg fordi retningslinene er best tilpassa dei morfologiske og hydrologiske tilhøva på Kontinentet (Elliott og McLusky 2002). Det er for øvrig enno ikkje definert bevaringsmål for marine naturtypar i Norge. Arbeid med dette skal vere i emning.

### **5.3 Tiltak**

Kan vågen med enkle tiltak få betre vasskvalitet enn i dag? Kva kan det bety for økologien, rekereasjon og evt. næring? Det finst mange aktuelle metodar i tillegg til å avgrense tilførsler av organisk stoff og næringssalt. Å berekne storleiken av slike tilførsler til Flatevågen og å vurdere evt. reduksjon av desse er ikkje del av føreliggande studie. Det er ikkje noko som tilseier nokon markert auke i tilførslene til vågen dei siste ti-åra, men ein gjennomgang av tilstanden vil uansett vere bra for total-oversynet og i sbm oppfølgjande tiltak og overvaking. Av fysiske tiltak som kan vere aktuelle, kan nemnast:

1. Slange ut og bobling med komprimert luft eller oksygen; boblegardin, in-situ oksygenering
2. Tilføring av ferskvatn frå elv ned i djupet
3. Nedpumping av ferskt og oksygenrikt overflatevatn
4. Mekanisk omrøring, skape turbulens, evt kombinert med lufttilførsle
5. Utviding/utdjuping av terskel
6. Mekanisk stimulert vertikalkonveksjon
7. Regelmessig utpumping av djupvatn

Kva tilstand er det ønskjeleg å oppnå på lang sikt? Kan ein tenkje seg ein lokal idédugnad kring dette spørsmålet? Vågen har marin karakter i dag, og den har vore slik i lang tid. Så det er ikkje unaturleg å tenkje seg den som ein rein og fleirkulturell/artsrik saltvassfjord i framtida. Slike gode og skjerma marine resipientar og pollar finst det ikkje så mange av, og kan bli eit pluss for kommunen og regionen, også i næringsmessig tyding.

### **5.4 Skissert oppfølgjing**

Det innsamla materialet har gjeve eit grunnlag for å kunne karakterisere Flatevågen (Figur 17) ut frå vasskjemiske kriteriar, sjølv om antal prøver er mindre enn det som er normgjevande for klassifisering. Supplerande prøver kan takast årleg (om hausten), for å få betre grunnlag for å bestemme utskiftinga og oksygenkonsentrasjonen ved botn, evt om der forekjem fullstendig oksygensvikt til tider.

For å få ein fullgod karakteristikk (og klassifisering) bør det også inhentast biologiske data for økologien. Evt vidare granskingar i Flatevågen bør difor inkludere botnprøver av sedimenta med analyse av blautbotnfauna samt kartlegging av fastsittjande algar og fauna i strandsona. Granskingar av fiskeartar og særmerkte botn-biotopar, også på terskelen, bør inngå.

Etter at Tresfjordbrua står ferdig ved årsskiftet 2015/16 skal det utførast etter-undersøkelsar i Tresfjorden, og ein får då eit godt høve til å kunne samkøyre prøvetakinga der, med Flatevågen.

Som nemnt skortar det på gode djupnedata for vågen. Ei oppfølging bør difor inkludere eit tokt med opplodding av botnen, og munningen med terskelområdet.

Modellberekningane vil bli betre med betre kunnskap om botntopografien og straum- og utskiftingstilhøva. Målingar kan gje innsyn i kor stor grad tidevatnet (floa) er dempa eller forseinka inne i fjorden, i høve til utafør, ved ulike månefasar, spring/nip.

Kvantifisering av forureiningstilførsler frå land og vurdering av tiltak for å avgrense desse, samt evt. tiltak for å forbetre vassutskiftinga, kan også inngå i vidare arbeid med å karakterisere og ivareta vassmiljøet i Flatevågen.



Figur 17. Flatevågen sett frå Nordvest. Foto: Vestnes kommune.

## 6. Referansar

- Asplan-Viak 2002: Plan for vassmiljø, Vestnes kommune 2002. Rapport Asplan-Viak Sør, 35.1557/700730, 70s.
- Viak 1983: Vestnes kommune. Arealdisponering Flatevågen. Sammendrag av rapport, 5.4.1983, 4s.
- Elliott, M., og D., S. McLusky 2002: The Need for Definitions in Understanding Estuaries. Est. Coast. Shelf Science, vol. 55, 815-827.
- Fylkesmannen i Møre og Romsdal (v/ Dag Holtan) 2010: Supplerande kartlegging av naturtypar i Vestnes kommune. Rapp. Fylkesmannen, Molde, Rapp Nr. 2010;03, 115 s.
- Golmen, L. G. og E. Oug 1991: Tresfjord. Vurdeiring av miljøtilstand i fjorden og konsekvenser av brubygging. Rapp. Nr. 2649, NIVA Bergen/Oslo, 78 s.
- Jordal, J. B. 2003: Kartlegging av biologisk mangfald i Vestnes kommune, Møre og Romsdal. Vestnes kommune, rapport. 114 s. + kart. ISBN 82-993116-1-6.
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei og J. Sørensen 2004: Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Veiledning, revidert. Rapport Klif TA 1467/2004, 36s.
- Stigebrandt, A. 1992: Fjordmiljø - versjon 2.0. Brukerveiledning. Ancylus, Gøteborg, 17 s.
- Tollan, O. og C. Qvenild 1975: Undersøkelse av forurensing i Flatevågen fra kloakkutslipp i Tresfjord, Møre og Romsdal. Rapp. Nr V323/75, Inst for atomenergi, Kjeller, 7s.
- Tornes, B.I. 1975: Fiskeribiologiske undersøkelser i Flatevågen 25/5-24/7 1975, 33 s + vedlegg.
- Vestnes kommune 2003: Kystzoneplan for Vestnes kommune 2003-2010, 19 s + vedlegg.

## Vedlegg A. Plankton-artliste

Flatevågen      Flatevågen

15.08.2011      26.10.2011

3 m                      3 m

Tabellen inneholder antall celler/liter

### *Cryptophyceae* (Svelgflagellater)

<i>Hemiselmis</i> spp.	.	122 850
<i>Plagioselmis</i> spp.	14 100	84 600
<i>Teleaulax acuta</i>	4 700	84 600
<i>Sum - Svelgflagellater :</i>	18 800	292 050

### *Dinophyceae* (Fureflagellater)

<i>Ceratium macroceros</i>	80	.
<i>Ceratium tripos</i>	160	40
<i>Dinophysis acuminata</i>	80	.
<i>Dinophysis norvegica</i>	.	40
<i>Gyrodinium/Gymnodinium &lt;20 µm</i>	.	28 200
<i>Heterocapsa triquetra</i>	300	40
<i>Oxytoxum variabile</i>	.	80
<i>Prorocentrum aporum</i>	80	.
<i>Prorocentrum balticum</i>	.	40
<i>Prorocentrum cf. balticum</i>	9 400	.
<i>Prorocentrum micans</i>	.	40
<i>Protoperdinium bipes</i>	4 700	.
<i>Scrippsiella trochoidea</i>	80	.
<i>Torodinium robustum</i>	.	40
<i>Ubestemte atekate dinoflagellater &lt;20 µm</i>	4 700	23 500
<i>Ubestemte atekate dinoflagellater 20-40 µm</i>	600	160
<i>Ubestemte tekate dinoflagellater 40-60 µm</i>	80	.
<i>Sum - Fureflagellater :</i>	20 260	52 180

### *Prymnesiophyceae* (Kalk- & Svepeflagellater)

<i>Chrysochromulina</i> spp. <5 µm	4 700	.
<i>Chrysochromulina</i> spp. 5-10 µm	23 500	.
<i>Emiliana huxleyi</i>	272 600	.
<i>Sum - Kalk- &amp; Svepeflagellater :</i>	300 800	0

### *Chrysophyceae* (Gullalger)

<i>Dinobryon faculiferum</i>	4 700	.
<i>Sum - Gullalger :</i>	4 700	0

### *Dictyochophyceae* (Kiselflagellater & Pedineller)

<i>Dictyocha speculum</i>	.	2 240
<i>Sum - Kiselflagellater &amp; Pedineller :</i>	0	2 240

### *Bacillariophyceae* (Kiselalger)

<i>Arcocellulus cornucervis</i>	.	9 450
<i>Cerataulina pelagica</i>	300	.

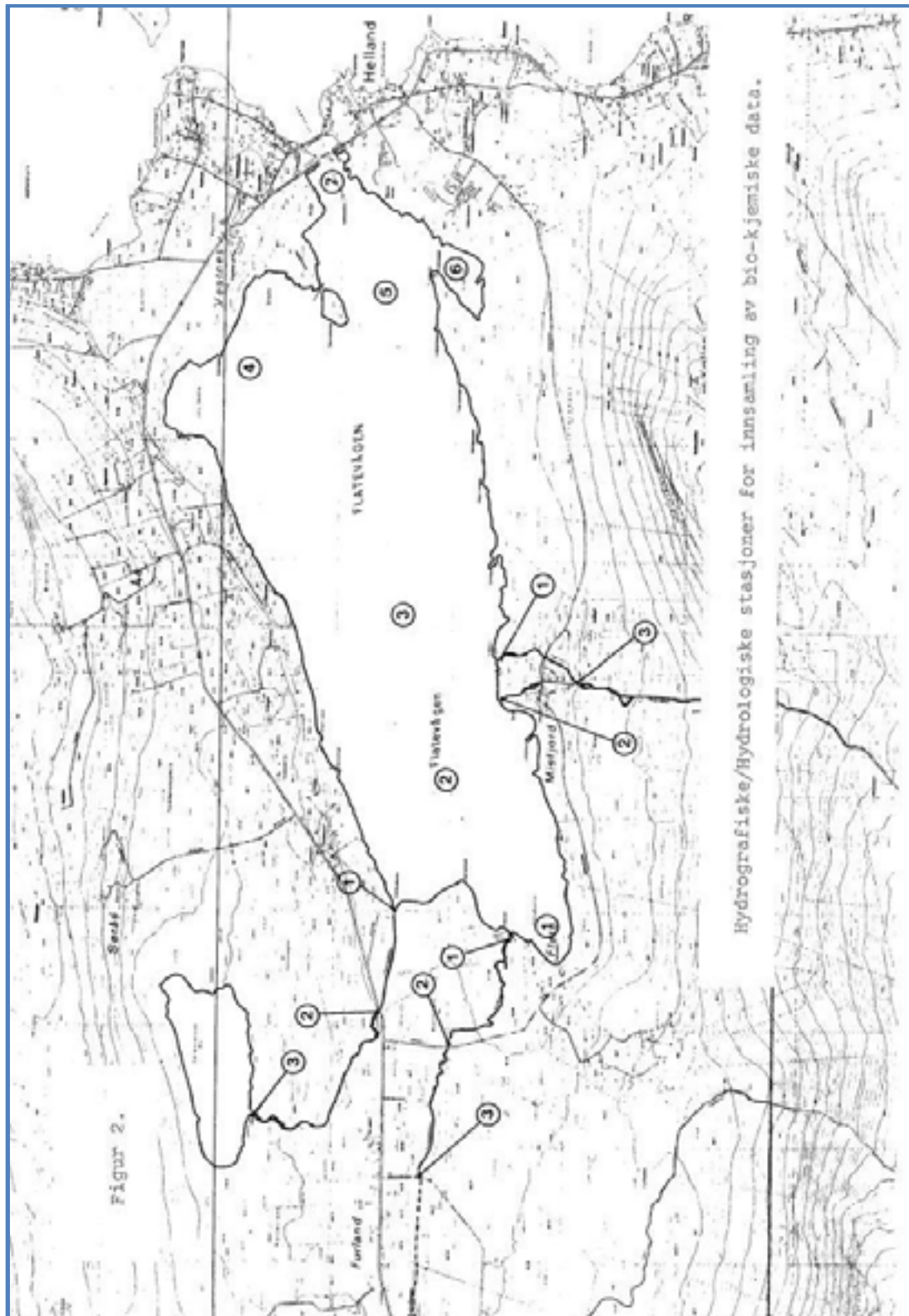
<i>Chaetoceros affinis</i>	.	760
<i>Chaetoceros cf. contortus</i>	3 000	.

**Artliste, forts.**

<i>Chaetoceros curvisetus</i>	3 000	.
<i>Chaetoceros subtilis</i>	32 900	.
<i>Chaetoceros tenuissimus</i>	23 500	.
<i>Chaetoceros spp. &lt;10 µm</i>	202 100	.
<i>Cyclotella spp.</i>	145 700	.
<i>Cylindrotheca closterium</i>	9 400	80
<i>Dactylosolen fragillissimus</i>	1 500	.
<i>Guinardia flaccida</i>	160	.
<i>Gyrosigma/Pleurosigma</i>	.	80
<i>cf. Lennoxia faveolata</i>	.	47 250
<i>Leptocylindrus danicus</i>	8 958 600	.
<i>Proboscia alata</i>	1 800	.
<i>Pseudo-nitzschia seriala</i>	1 120	.
<i>Pseudo-nitzschia spp.</i>	23 500	19 920
<i>Rhizosolenia imbricata</i>	80	.
<i>Skeletonema spp.</i>	32 900	.
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	1 800	2 360
<i>Ubestemte sentriske diatom�er &lt;10 µm</i>	.	500 850
<i>Ubestemte sentriske diatom�er 10-20 µm</i>	4 700	.
<i>Ubestemte sentriske diatom�er 20-40 µm</i>	900	.
<i>Ubestemte pennate diatom�er &lt;20 µm</i>	.	18 800
<i>Ubestemte pennate diatom�er 20-50 µm</i>	.	240
<i>Sum - Kiselalger :</i>	9 446 960	599 790
<b>Prasinophyceae (Olivengr�nalger)</b>		
<i>Pyramimonas spp. &lt;5 µm</i>	.	9 450
<i>Pyramimonas spp. 5-10 µm</i>	.	47 000
<i>Tetraselmis spp.</i>	47 000	.
<i>Sum - Olivengr�nalger :</i>	47 000	56 450
<b>Uklassifiserte</b>		
<i>Ubestemte flagellater &lt;5 µm</i>	150 400	519 750
<i>Ubestemte flagellater 5-10 µm</i>	98 700	189 000
<i>Ubestemte flagellater 10-15 µm</i>	9 400	4 700
<i>Ubestemte monader &lt;5 µm</i>	164 500	1 729 350
<i>Ubestemte monader 5-10 µm</i>	108 100	207 900
<i>Sum - Uklassifiserte :</i>	531 100	2 650 700
<b>Kinetoplastidea</b>		
<i>Ebria tripartita</i>	.	80
<i>Sum - Kinetoplastidea :</i>	0	80
<b>Choanoflaggelat (Kraveflaggellater)</b>		
<i>Ubestemte kraveflaggellater</i>	4 700	18 900
<i>Sum - Kraveflaggellater :</i>	4 700	18 900
<b>Rhizopoda</b>		
<i>Paulinella ovalis</i>	.	28 350
<i>Sum - Rhizopoda :</i>	0	28 350
<b>Ciliophora</b>		
<i>Myrionecta rubra</i>	.	160
<i>Sum - Ciliophora :</i>	0	160
<i>Sum totalt :</i>	10 374 320	3 700 900

## Vedlegg B. Kart/tabell frå Tornes (1975)

Stasjonskart for prøver tekne sommaren 1975.





## Vedlegg B, forts. Resultat frå prøvetaking i Flatevågen sommaren 1975.

RESISIPIENT		FLATEVÅGEN										KOMMUNE	VESTNES
Dato	St.	Dyp m	t°C.	Siktdyp m	Oksygen O <sub>2</sub> mg/l	Oksygen O <sub>2</sub> ‰	Sulfat SO <sub>4</sub> mg/l	Phosfat PO <sub>4</sub> µg/l	Nitrat NO <sub>3</sub> mg/l	Ammoniakk NH <sub>3</sub> mg/l	Ammonium NH <sub>4</sub> mg/l	N-sulfid H <sub>2</sub> S mg/l	Saltgehalt NaCl mg/l
27/5	1	0	10,5	4,25	5,25	109,2	1300	70	-	-	-	-	44385
"	"	7	10,0	"	6,25	105,8	3000	70	4,4	2,7	2,8	< 0,1	47600
2/6	2	0	12,0	4,50	6,20	101,2	-	-	-	-	-	-	-
"	"	23	9,0	"	6,80	98,9	-	-	-	-	-	< 0,1	-
2/6	3	0	12,0	4,50	6,20	101,2	-	-	-	-	-	-	-
"	"	31	8,5	"	5,25	80,8	-	-	-	-	-	< 0,1	-
4/6	4	0	12,0	4,50	6,10	98,9	2400	80	-	-	-	-	-
"	"	14	9,0	"	5,60	86,0	2800	100	7,1	4,3	4,5	< 0,1	-
5/6	5	0	12,0	5,50	6,25	101,2	-	-	-	-	-	-	-
"	"	18	8,0	"	5,25	98,9	-	-	-	-	-	< 0,1	-
5/6	6	0	14,0	(2,50)	6,40	108,3	-	50	3,5	1,2	1,3	-	-
5/6	7	0	12,0	(2,50)	6,15	101,2	1875	-	-	-	-	-	44030



NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo  
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00  
[www.niva.no](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)