

Tiltaksrettet overvåking av Glomfjorden i henhold til vannforskriften. Overvåking for Yara Norge AS Glomfjord



Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

Tittel Tiltaksrettet overvåking av Glomfjorden i henhold til vannforskriften. Overvåking for Yara Norge AS Glomfjord	Løpenr. (for bestilling) 6988-2016	Dato 23.2.2016
	Prosjektnr. Undernr. O-14380	Sider Pris 66
Forfatter(e) Camilla With Fagerli André Staalstrøm	Fagområde Marin biologi	Distribusjon Fri
	Geografisk område Glomfjorden i Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Yara Norge AS Glomfjord	Oppdragsreferanse 0372/15
---	------------------------------

<p>Sammenheng</p> <p>NIVA har gjennomført tiltaksrettet overvåking i Glomfjorden for Yara Norge AS Glomfjord. Overvåkingsprogrammet er utarbeidet av NIVA i henhold til vannforskriften og godkjent av Miljødirektoratet. Programmet er utformet på bakgrunn av bedriftens utslippskomponenter til Glomfjorden. I overvåkingen er det gjort undersøkelse av de biologiske kvalitetselementene planteplankton og makroalger. Fysisk-kjemiske støtteparametere inngår i vurderingen av økologisk tilstand. Supplerende undersøkelser av konsentrasjoner av radioaktive nuklider (U-nat, Th-nat og K-40) i sjøvann, sediment og blåskjell er integrert i rapporten.</p> <p>Glomfjorden er tydelig overbelastet av næringssalter. Miljøsmål om god økologisk tilstand oppnås kun ved en av fire stasjoner som er undersøkt for det biologiske kvalitetselementet planteplankton. Makroalger er undersøkt ved åtte stasjoner og mål om god økologisk tilstand oppnås kun ved to av dem.</p> <p>Klassifisering av økologisk tilstand viser en gradient, hvor stasjoner nær industriutslipp i indre del av Glomfjorden oppnår dårligst miljøtilstand, med en gradvis (men moderat) tilstandsforbedring utover i fjordsystemet. Tilstedeværelse av akvakulturanlegg i ytre del av Glomfjorden kan bidra til eutrofi-effekter ved stasjoner lokalisert i stor avstand fra Yaras utslippspunkt.</p> <p>Vurdert mot generelle bakgrunnsnivåer ligger konsentrasjonene av de undersøkte radioaktive elementene U-nat, Th-nat og K-40 innenfor det normale i sjøvann, blåskjell og sediment.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Tiltaksrettet overvåking industri 2. Miljøtilstand (Økologisk tilstand) 3. Glomfjorden - Meløyfjorden 4. Vanddirektivet 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Operational monitoring industry 2. Water status (ecological status) 3. Glomfjorden - Meløyfjorden 4. Water Framework Directive
--	---



Camilla With Fagerli
Prosjektleder



Mats Walday
Forskningsleder

Tiltaksrettet overvåking av Glomfjorden i henhold til
vannforskriften.

Overvåking for Yara Norge AS Glomfjord

Forord

Undersøkelsene i den foreliggende rapport er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA) på oppdrag for Yara Norge AS Glomfjord i forlengelsen av Miljødirektoratets pålegg om tiltaksrettet overvåking til norsk industri. Camilla With Fagerli har vært prosjektleder på NIVA og har hatt kontakt mot oppdragsgiver. Kontaktperson hos bedriften har vært Tom Ole Øvrum. Hensikten med overvåkingen har vært å identifisere hvorvidt bedriftenes utslipp påvirker resipientenes økologiske tilstand.

En stor takk rettes til Argus Miljø AS for et svært velfungerende samarbeid. Argus Miljø har vært NIVAs underleverandør for oppdraget og har utført de fleste innsamlinger og målinger av hydrografiske parametere. Kontaktperson ved Argus Miljø har vært Morten Krogstad. Takk til kolleger ved NIVA og samarbeidspartnere som har bidratt i prosjektet. Arbeidet ble fordelt som følger:

- Feltarbeid: Maia Røst Kile, Janne Kim Gitmark og Camilla With Fagerli (NIVA), Morten Krogstad med personell fra Argus Miljø AS.
- Opparbeiding av prøver: Marijana Stenrud Brkljacic og Camilla With Fagerli (NIVA)
- Kalibrering og vedlikehold av måleinstrumenter: Uta Brandt og hennes kolleger ved NIVAs instrumentsentral
- Klargjøring og vedlikehold av prøvetakingsutstyr og båter: Ingar Bescan og hans kolleger ved NIVAs utstyrssentral
- Kjemiske analyser: Line Roaas, Trine Olsen, Anne Luise Ribeiro og deres kolleger ved NIVAs laboratorium, og personell ved IFE
- Biologiske analyser: Janne Gitmark (makroalger), Camilla With Fagerli (makroalger/zoologi),
- Skriftlig vurdering og rapportering: André Stålstrøm (hydrografi, planteplankton og Camilla With Fagerli (makroalger, radionuklider, sammenstilling)
- Kartproduksjon: Camilla With Fagerli
- Datahåndtering og overføring av data til Miljødirektoratets database Vannmiljø: Jens Vedal og hans kolleger ved seksjon for miljøinformatikk.
- Faglig kvalitetssikring av rapporten er utført av seksjonsleder Mats Walday. I tillegg har det blitt gjort en kvalitetssikring iht. vannforskriften av Anne Lyche Solheim.

Vi har hatt en prosjektgruppe, som med bidrag fra mange kolleger på NIVA, har arbeidet med utvikling av verktøy og tilrettelegging i forbindelse med den tiltaksrettede overvåkingen for industrien:

- Hovedkoordinator: Eirin Pettersen
- Utvikling av klassifiseringsverktøyet NIVAClass: Jannicke Moe
- Utarbeidelse av mal for kartproduksjon og tilrettelegging av datahåndtering: John Rune Selvik, Jens Vedal
- Utarbeidelse av rapportmal: Eirin Pettersen, Sissel Brit Ranneklev, Mats Walday, Anne Lyche Solheim
- Dokumentstyring: Guro Ladderud Mittet og Kathrine Berge Brekken.

Oslo, 23. februar 2016

Camilla With Fagerli

Sammendrag

NIVA har gjennomført tiltaksrettet overvåking i Glomfjorden for Yara Norge AS Glomfjord. Overvåkingsprogrammet er utarbeidet i henhold til vannforskriften og godkjent av Miljødirektoratet. Programmet er utformet på bakgrunn av bedriftenes utslipp av næringssalter og radioaktive nuklider til Glomfjorden. I overvåkingen er det gjort undersøkelse av de biologiske kvalitetselementene planteplankton, med fysisk kjemiske støtteparametere, og makroalger. Overvåking av radioaktive nuklider inngår ikke som krav i vannforskriften men etter krav fra Statens Strålevern skal bedriften overvåke nivåer av de radioaktive elementene U-nat, Th-nat og K-40 i sjøvann, sediment og blåskjell.

Planteplankton og næringssalter ble undersøkt ved fire stasjoner langs fjordens midtakse, i en gradient fra utslippene i innerste del av fjorden og utover. Betydelige algeoppblomstringer og høye konsentrasjoner av fosfor fant sted på våren ved stasjonen nærmest utslipp fra Yara Glomfjord og Marine Harvest. Stasjonen nærmest utslippene klassifiseres til «dårlig økologisk tilstand» mens stasjonen innenfor («oppstrøms») utslippet klassifiseres til «moderat økologisk tilstand». En gradvis forbedring fant sted utover i fjorden, hvor den neste stasjon («nedstrøms» utslippet) klassifiseres til «moderat økologisk tilstand» og den ytterste stasjonen oppnår miljømålet om «god økologisk tilstand».

For kvalitetselementet makroalger, viser også klassifiseringen en gradient hvor stasjoner nær industriutslipp i indre del av Glomfjorden har dårlig økologisk tilstand med en gradvis, men moderat, tilstandsforbedring utover i fjordsystemet. Undersøkelsene av makroalger viser dessuten en større grad av eutrofipåvirkning ved stasjonene på nordsiden av fjorden enn stasjoner lokalisert ved fjordens sørside. Resultatet skyldes antagelig fjordens sirkulasjonsmønster, ved at industriutslipp fraktes med vannmasser ut av fjorden langs nordsiden.

To av de åtte undersøkte makroalgestasjonene oppnår «god økologisk tilstand». Den ene stasjonen er lokalisert innenfor (dvs. «oppstrøms») utslippene fra Yara Glomfjord og Marine Harvest i Glomfjorden indre, den andre stasjonen er lokalisert på fjordens sørside. Resten av de undersøkte makroalgestasjonene preges av fattige (eller fraværende) tangsamfunn og forekomster av arter som indikerer eutrofipåvirkning. De to makroalgestasjonene som ligger nærmest industriutslippene klassifiseres til «dårlig økologisk tilstand», resterende stasjoner får «moderat økologisk tilstand». Utslipp av næringssalter fra akvakulturanlegg i ytre del av Glomfjorden kan bidra til at miljømålet om «god økologisk tilstand» ikke oppnås ved de ytterste stasjonene. Stasjonene ligger i relativ stor geografisk avstand fra industriutslippene til Yara Glomfjord og Marine Harvest sitt landbaserte smoltanlegg.

Vurdert mot generelle bakgrunnsnivåer ligger konsentrasjonene av de undersøkte radioaktive elementene U-nat, Th-nat og K-40 innenfor det normale i matriksene sjøvann, blåskjell og sediment.

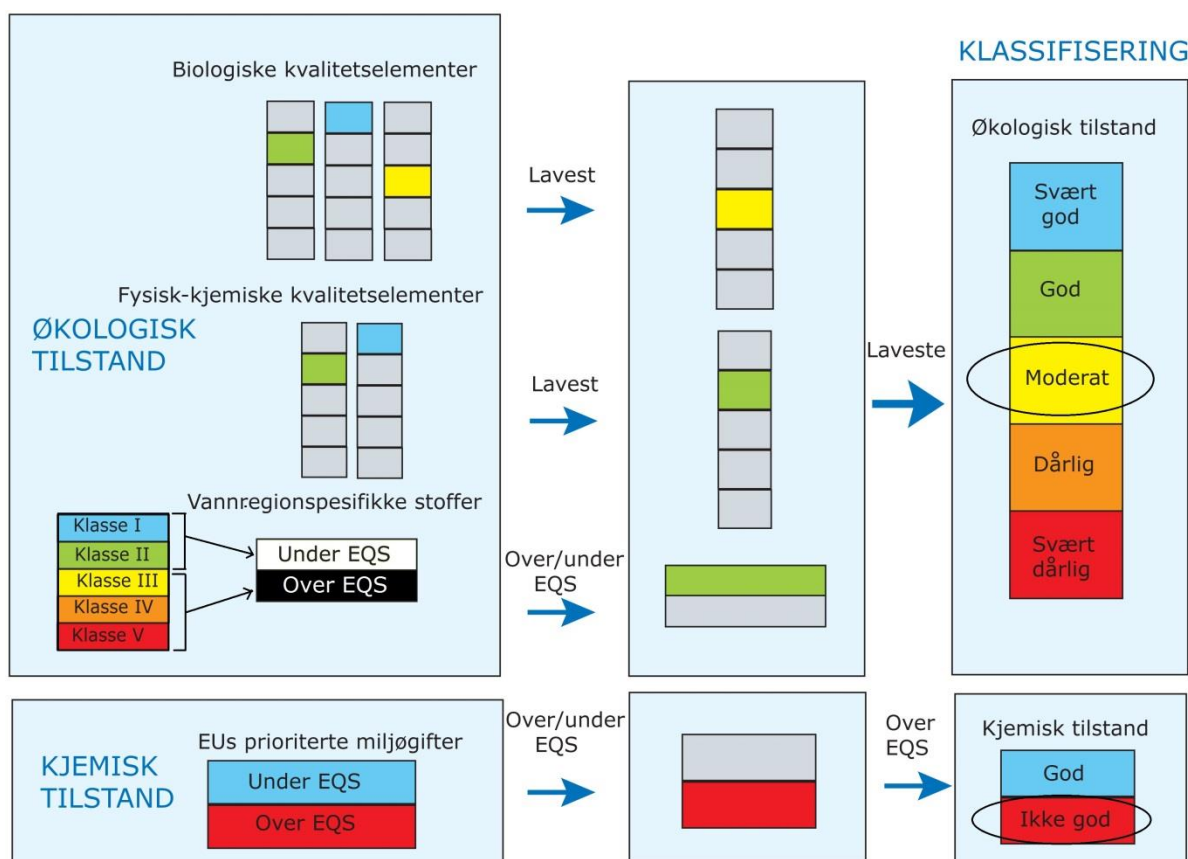
Innholdsfortegnelse

Sammendrag	4
1 Innledning	6
1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten	8
1.2 Vannforekomstene	9
1.3 Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten	10
2 Materiale og metoder	11
2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram	11
2.2 Stasjonsvalg	13
2.3 Prøvetakingsmetodikk	15
2.3.1 Vann	15
2.3.2 Makroalger	17
2.3.3 Radioaktive stoffer i sediment	18
2.3.4 Radioaktive stoffer i blåskjell	18
2.4 Analysemetoder	18
2.4.1 Vann	18
2.4.2 Makroalger	19
2.4.3 Radioaktive stoffer i sediment	19
2.4.4 Radioaktive stoffer i blåskjell	19
2.5 Klassifisering av økologisk tilstand	20
3 Resultater	21
3.1 Sirkulasjon og vannutveksling i fjordsystemet	21
3.2 Økologisk tilstand	23
3.2.1 Planteplankton (klorofyll a) og fysisk-kjemiske kvalitetselementer i de frie vannmassene	23
3.2.2 Makroalger i strandsonen	25
3.3 Oversikt over økologisk tilstand for alle stasjoner	30
3.4 Supplerende undersøkelser av naturlige radionuklider	33
4 Konklusjoner og videre overvåking	35
4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater	35
4.2 Vurdering av videre overvåking	35
4.3 Vurdering av mulige tiltak	36
5 Referanser	37
6 Vedlegg	38
Vedlegg A	39
Vedlegg B	45
Vedlegg C	48

1 Innledning

Ved implementeringen av vannforskriften har alle vannforekomster fått konkrete og målbare miljømål, ved at minimum «god tilstand» skal oppnås. Vannforskriften har som mål å sikre beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet, og om nødvendig iverksette tiltak for at miljømålene nås.

Fundamentalt i vannforskriften er karakteriseringen og klassifiseringen av vannforekomster. Karakteriseringen inndeler vannforekomster i vann typer, identifiserer belastninger og miljøvirkninger av belastningene, mens klassifiseringen ved hjelp av systematisk overvåking definerer den faktiske tilstanden i en vannforekomst. **Figur 1** viser en oversikt over klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i en vannforekomst.



Figur 1. Prinsipp-skisse som viser klassifisering av miljøtilstand i en vannforekomst. Kvalitetselementer som inngår i vurdering av økologisk tilstand og EU's prioriterte miljøgifter som inngår i kjemisk tilstandsvurdering er indikert. EQS-verdier (Environmental Quality Standards) angir miljøkvalitetsstandarder, også kalt grenseverdier. Piler påtegnet «Laveste», betyr at det kvalitetselementet som får dårligste tilstand bestemmer. Prinsippet omtales ofte som «Det verste styrer». Dette er eksemplifisert i figuren ved at det kvalitetselementet som gir lavest tilstand, her Moderat (farget gul), bestemmer den økologiske tilstanden. Kjemisk tilstand bestemmes av hvorvidt målte konsentrasjoner av EU's prioriterte miljøgifter er under eller over EQS-verdier som bestemmer den kjemiske tilstanden. I figuren er dette vist ved at målt konsentrasjon av en eller flere miljøgifter er over EQS-verdi, slik at Ikke god kjemisk tilstand oppnås (farget rødt).

For å fastslå tilstanden til en vannforekomst er det i Vannforskriften lagt føringer for forvaltningen i forhold til overvåkingen, og det opereres med tre ulike overvåkingsstrategier: basisovervåking, tiltaksorientert overvåking og problemkartlegging. Tiltaksorientert overvåking iverksettes i vannforekomster som anses å stå i fare for ikke å nå miljømålene, eventuelt for å vurdere endringer i tilstanden som følge av iverksatte tiltak. Overvåkingen iverksettes av Miljødirektoratet eller annen forurensningsmyndighet og bekostes av forurenser, etter prinsippet om at «påvirker betaler».

Utformingen av et tiltaksorientert overvåkingsprogram er karakterisert av at man har flere overvåkingsstasjoner som plasseres for eksempel etter utslippspunktene beliggenheter, hydromorfologiske egenskaper¹ og eventuelle endringer i vannforekomsten som følge av tiltak.

Prøvetakningsfrekvensen skal være så hyppig at man pålitelig kan fastsette miljøtilstanden. Som retningslinje bør overvåkingen finne sted med intervaller som ikke overstiger dem som er angitt i **Tabell 1**, med mindre større intervaller er berettiget ut fra tekniske kunnskaper og ekspertvurderinger.

Tabell 1. Oversikt over intervaller mellom prøvetaking i vannforskriften (Vannforskriften, 2015).

Kvalitetsэлемент	Elver	Innsjøer	Brakkvann	Kystvann
<i>Biologisk</i>				
Plantep plankton	6 måneder	6 måneder	6 måneder	6 måneder
Annen akvatisk flora	3 år	3 år	3 år	3 år
Makroinvertebrater	3 år	3 år	3 år	3 år
Fisk	3 år	3 år	3 år	
<i>Hydromorfologisk</i>				
Kontinuitet	6 år			
Hydrologi	Kontinuerlig	1 måned		
Morfologi	6 år	6 år	6 år	6 år
<i>Fysisk-kjemisk</i>				
Temperaturforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Oksygenforhold	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Saltholdighet/ledningsevne	3 måneder	3 måneder	3 måneder	
Næringsstofftilstand	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Forsuringstilstand	3 måneder	3 måneder		
Vannregionspesifikke stoffer	3 måneder	3 måneder	3 måneder	3 måneder
Prioriterte stoffer, farlige stoffer og andre EU-utvalgte stoffer i vannsøylen	1 måned	1 måned	1 måned	1 måned
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i sediment*	6 år	6 år	6 år	6 år
Miljøgifter som fremgår av vedlegg VIII i organismer	1 år	1 år	1 år	1 år

* Gjennomføres oftere i områder hvor sedimentasjonshastigheten tilsier hyppigere prøvetaking

Overvåkingsprogrammet kan endres i løpet av gyldighetstiden for en forvaltningsplan² for vannregionen. Dette gjøres på grunnlag av opplysninger innsamlet i forbindelse med kravene i vedlegg II, særlig for å muliggjøre en reduksjon i frekvensen dersom virkningen ikke er vesentlig eller den relevante belastningen er fjernet.

¹ *Hydromorfologiske egenskaper:* Vannmengde og variasjon i vannføring og vannstand, samt bunnforhold og vannforekomstens fysiske beskaffenhet.

² *Vannforvaltningsplaner:* samlet plan for forvaltning av vannforekomster i en vannregion. Miljømålene i regionen og tiltaksplaner (plan for hvordan miljømålet skal nås eller opprettholdes) er beskrevet.

Som et minimumskrav skal det biologiske kvalitetselementet som er mest følsom for belastningen inngå i overvåkingsprogrammet. Alle EUs prioriterte³ miljøgifter som slippes ut i vannforekomsten skal overvåkes, samt andre forurensende stoffer som slippes ut i betydelige mengder (Vannforskriften 2015; Direktoratgruppen 2010).

NIVA har med bakgrunn i brev datert 28.5.2014 fra Miljødirektoratet utformet et tiltaksorientert overvåkingsprogram i henhold til vannforskriftens krav for Yara Glomfjord. Overvåkingsprogrammet ble godkjent av Miljødirektoratet og gjennomført i løpet av 2015.

1.1 Bakgrunnsinformasjon om virksomheten

Yara Glomfjord AS tilhører sektoren landbasert industri og bransjen "Produksjon av gjødsel, nitrogenforbindelser og vekstjord". Anlegget holder til i Meløy kommune i Nordland. Bedriften har en tillatt årlig produksjon av 400 000 tonn 100 % salpetersyre og til sammen 950 000 tonn fullgjødsel og kalksalpeter. Yara Glomfjords utslippstillatelse ble sist endret den 24.3.2015, og er plassert i risikoklasse 2. Utslippstillatelsen er tilgjengelig på nettsiden www.norskeutslipp.no.

Bedriften iverksatte i 2011/2012 diverse tiltak for å redusere sine utslipp til Glomfjorden. Tiltakene omfattet:

- skifte av rørverk på nøytralkar
- oppjustering av pH på nøytralkondensator
- avtale med lokale bønder om å motta spylevann ved høye beholdninger
- endringer i produksjonsprosess, tørrdel

Reduksjon i utslipp av Nitrogen og Fosfor som følge av tiltakene er beregnet til hhv. 630 og 25 kg per døgn.

Yara Glomfjords utslippstillatelse fra Miljødirektoratet er gitt i **Tabell 2**.

Tabell 2. Yara Glomfjords regulerte utslippstillatelser fra Miljødirektoratet. Data fra www.norskeutslipp.no

Utslippskilde	Utslippskomponent	Utslippsgrenser		Gjelder fra
		Kortidsgrense (kg/døgn)	Langtidsgrense (kg/døgn)	
FVO (våtdel: oppslutning, nøytral, inndamping), tørrdel, våtvaskere, vasketårn	Total - P	250	110	15. desember 2010. Sist endret 24. mars 2015.
FVO (våtdel: oppslutning, nøytral, inndamping), tørrdel, våtvaskere, vasketårn, ammoniakkavdriver	Total - N	3000	1600	15. desember 2010. Sist endret 24. mars 2015.

I **Tabell 3** vises Yara Glomfjords utslippskomponenter til vann fra www.norskeutslipp.no.

Tabell 3. Yara Glomfjords totale utslipp av Nitrogen, Fosfor og Kalium i tonn per år i perioden fra 2005-2014. Røde tall viser de årene hvor utslippet midlet over året overskrider langtidsgrensene fra utslippstillatelsen. Data fra www.norskeutslipp.no

³ Redusert overvåkingsfrekvens for allestedsnærværende stoffer (stoff nr. 5, 21, 28, 30, 35, 37, 43 og 44 i vedlegg VIII del A tillates, så lenge overvåkingen er representativ og overvåkingsdataene har høy oppløsning og viser stabile nivåer over tid (Vannforskriften, 2015).

År	Utslippskomponent til vann i tonn per år		
	Nitrogen (N-tot)	Fosfor (P-tot)	Kalium
2005	543.85	21.90	34.68
2006	566.00	32.85	33.48
2007	664.80	35.77	37.20
2008	668.32	34.67	41.74
2009	543.10	31.40	42.52
2010	609.55	31.76	34.90
2011	634.74	35.77	27.31
2012	551.15	36.50	54.15
2013	470.81	25.08	34.68
2014	504.86	35.54	33.48

Yara Glomfjord har tillatelse til utslipp av radioaktive nuklider (U-nat, Th-nat og K-40) til vann. Overvåking av disse stoffene inngår ikke som krav i Vannforskriften men iht. krav fra Statens Strålevern skal bedriften overvåke nivåer av disse stoffene i sjøvann, sediment og filtrerende organismer. Tillatt utslippsmengde av radioaktive stoffer er gitt i **Tabell 4**, estimerte utslipp av radionuklidene i 2014 og 2015 er gitt i **Tabell 5**

Tabell 4. Tillatt årlig utslippsmengde av de radioaktive stoffene U-nat, Th-nat og K-40 til vann. Tillatelsen ble gitt 27.11.2013 av Statens Strålevern.

Radionuklide	Utslippsgrense (mBq/år)
U-nat	5,25
Th-nat	0,357
K-40	19,95

Tabell 5. Yara Glomfjords totale utslipp av de radioaktive stoffene U-nat, Th-nat og K-40 til vann i perioden 2014-2015. Mengder oppgitt av bedriften.

Radionuklide	Utslipp til vann (mBq/år)	
	2014	2015
U-nat	3,55	3,24
Th-nat	0,116	0,11
K-40	13,88	14,21

1.2 Vannforekomstene

Yara Glomfjord AS ligger i Glomfjorden i økoregion «Norskehavet - Sør». Bedriftens utslipp berører to vannforekomster «Glomfjorden-indre» (ID: 0362040800-1-C) og «Meløyfjorden-Glomfjorden» (ID: 0362040800-2-C). Yara Glomfjord AS er lokalisert på grensen mellom disse.

«Glomfjorden-indre» er i Vann-Nett karakterisert som en «Ferskvannspåvirket beskyttet fjord» (Vanntype nr. 4). Med bakgrunn i salinitetsmålinger NIVA har foretatt i Glomfjorden-indre gjennom 2014/2015 har vannforekomsten saltholdighet 31 i gjennomsnitt i øvre 10 m av vannsøylen som tilsvarer vanntype «Beskyttet kyst/fjord» (Vanntype nr. 3). Med forbehold om at kun ett år med data foreligger, vil klassegrenser for vanntype «Beskyttet kyst/fjord» benyttes for tilstandsvurdering av «Glomfjorden-indre» i rapporten. Omlegging av ferskvannsutslipp fra Svartisen kraftanlegg innerst i Glomfjorden til Holandsfjorden er en sannsynlig årsak til at vannforekomsten er mindre ferskvannspåvirket ved dagens situasjon enn ved tidligere målinger. I Vann-Nett er «Glomfjorden-indre» vurdert til å ha «moderat økologisk tilstand».

«Meløyfjorden-Glomfjorden» (ID: 0362040800-2-C) med vanntype «Beskyttet kyst/fjord» (Vanntype nr. 3) er i Vann-Nett vurdert til å ha til å ha «dårlig økologisk tilstand». Vannforekomstenes areal er ikke

oppgitt i Vann-Nett. Det er lite data om kjemisk tilstand i de to vannforekomstene, kjemisk tilstand er derfor satt til udefinert. En oversikt over økologisk og kjemisk tilstand er gitt i Vann-Nett (www.vann-nett.no).

Glomfjorden utgjør sammen med Bolgfjorden og Meløyfjorden et relativt dypt fjordsystem som er skilt fra havet utenfor med en terskel på omtrent 80 m øst for Åmnøya, mellom Åmnøyhamna og Svinvær. Fra terskelen og inn til indre del av Glomfjorden er det omtrent 36 km. I vannforekomsten Meløyfjorden-Glomfjorden er det dypeste punktet på rundt 370 m og i vannforekomsten Glomfjorden-indre på rundt 170 m.

1.3 Utslippspunkter og andre kilder til forurensninger i vannforekomsten

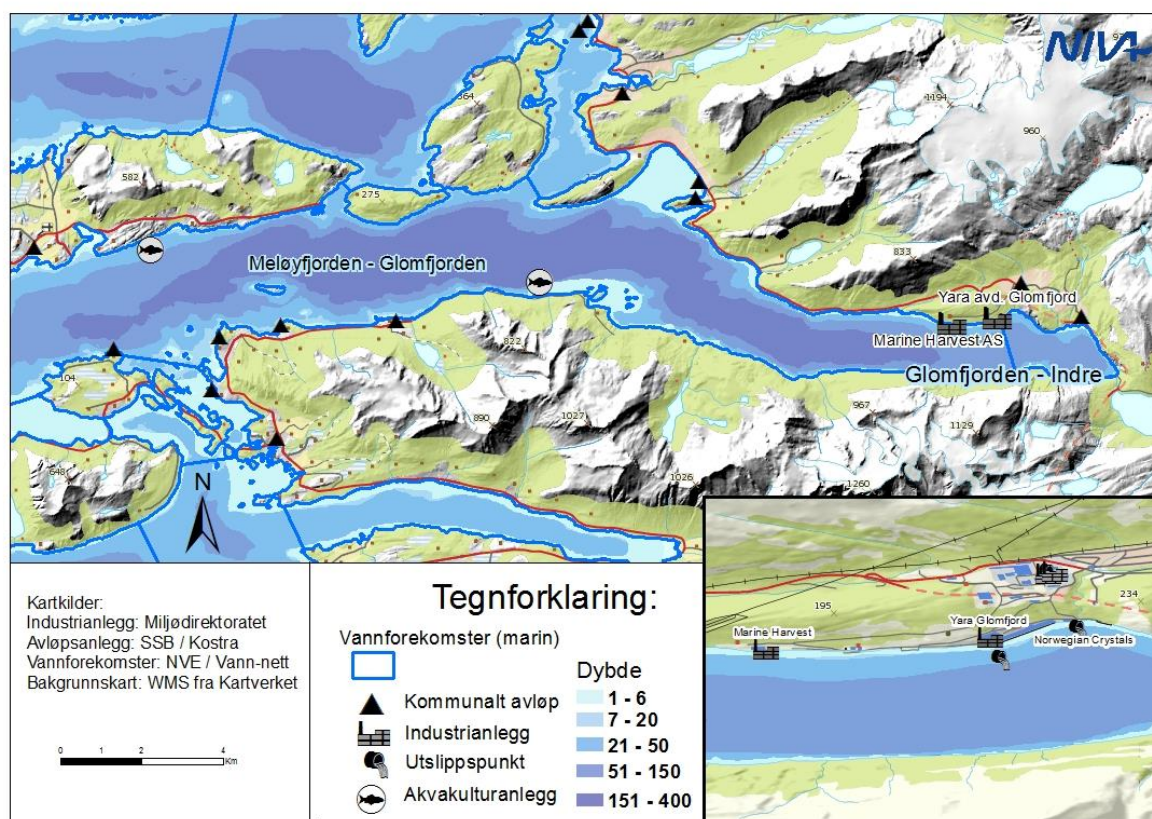
Mulig påvirkning fra Yara Glomfjord på vannforekomstene gjelder effekter fra næringssalter og radionuklider. Høy tilførsel av næringssalter til vannmassene kan gi eutrofi-effekter i form av masseoppblomstringer av planktonalger, høyt oksygenforbruk i dypvann samt endringer i organismesamfunn av makroalger (tang og tare) i strandsonen og bløtbunnsfauna på sjøbunnen. Prosessavløpsvann fra hovedkloakk i gjødselabrikken utgjør 90 % av avløpsvannet og føres ut i Glomfjorden på 3 m dyp 14 m fra land (**Figur 2**). Resten av prosessavløpsvannet føres direkte ut i vannoverflaten 1 m fra land. Det slippes normalt ut 16 000 - 18 000 m³ vann/døgn.

Radionuklidene U-nat, Th-nat og K-40 finnes naturlig i råstoffene som inngår i Yaras produksjon og utslippet til vann oppstår hovedsakelig under lossing av råstoff på kaianlegg og er tilknyttet støv og søl på kaia. Den totale tilførselen av råstoff til resipienten i form av støv/søl er estimert til 6 tonn per år.

I følge Vann-nett er forurensningspåvirkningen til de to vannforekomstene «Utslipp fra punktkilder og avrenning fra diffuse kilder».

I tillegg til Yara bidrar også Marine Harvest AS avd. Glomfjord med næringssaltutslipp til Glomfjorden fra sitt smoltanlegg (**Figur 2**). Utslippene er lavere enn Yara sine utslipp. I 2013 utgjorde smoltanleggets utslipp mindre enn 7 % av bedriftens samlede utslipp av fosfor og mindre enn 24 % av bedriftens samlede utslipp av nitrogen. Utslippsmengder fra Marine Harvest AS er basert på teoretiske beregninger for 2013, oppgitt av Marine Harvest AS avd. Glomfjord ved forespørsel fra NIVA. Norwegian Crystals er lokalisert i indre del av Glomfjorden og produserer monokrystallinske materialer for benyttelse i solenergi industrien. Norwegian Crystals bidro i 2014 med utslipp av 9,2 tonn suspendert tørrstoff til vannforekomsten Glomfjorden-indre (www.norske-utslipp.no). Utslippspunkt er vist i **Figur 2**.

I ytre del av Glomfjorden finnes det to aktive akvakulturanlegg (**Figur 2**) som også bidrar til utslipp av næringssalter. Samlet biomasse ved de to anleggene er ikke opplyst gjennom fiskeridirektoratets nettsider som er benyttet som kilde i foreliggende rapport(www.fiskeridir.no).



Figur 2. Kart som viser industrilokalitetene Yara Glomfjord AS og Marine Harvest AS sitt anlegg for produksjon av smolt i Glomfjorden-Indre, samt akvakulturanlegg i ytre del av Glomfjorden. Utslippspunkt for prosessvann fra Yara Glomfjord AS og Norwegian Crystals er vist i utsnitt nederst til høyre.

2 Materiale og metoder

2.1 Bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram

Tidligere undersøkelser av miljøforholdene i Glomfjorden har vist tydelige tegn på eutrofiering, med størst effekt på makroalger på grunt vann og på planteplankton. Stor påvirkning fra næringssalter i de øvre vannmassene og følsomhet for slike påvirkninger ble lagt til grunn for valg av disse biologiske kvalitetsenelementene og relevante fysisk-kjemiske støtteparametere i overvåkingsprogrammet.

Til tross for at Glomfjorden er en terskelfjord, hvor vannmassene under terskeldyp ikke har fri forbindelse med kystvannet, viser tidligere undersøkelser i området (se f. eks Holte *et al.* 1994) at oksygenforholdene i fjordens dypvann er gode. Store vannvolumer med mye tilgjengelig oksygen, en dyptliggende terskel (ca. 80 m) og god utskiftning, forklarer sannsynligvis lav påvirkning fra næringssaltutslipp på oksygenforhold i dypvannet. Omlegging av ferskvannsutslipp fra Svartisen kraftanlegg, og dermed betydelig reduksjon av tilførsel av suspendert stoff til Glomfjorden, bidrar dessuten til mindre nedslamming av sjøbunnen og dermed bedre oksygentilførsel til sedimentene. Sannsynligheten for at oksygenproblemer vil kunne skade bunnfaunaen er dermed ytterligere redusert under dagens situasjon enn da oksygenforholdene sist ble undersøkt. Vi har derfor ikke inkludert bunnfauna i overvåkingsprogrammet.

En kort oppsummering av bedriftens tiltaksrettede overvåkingsprogram er vist i **Tabell 6**. Feltarbeid og behandling av innsamlet data er utført i henhold til overvåkingsprogrammet som ble godkjent av Miljødirektoratet. Det er ingen avvik å rapportere i forhold til programbeskrivelsen. Kvalitetselementene planteplankton og makroalger, med eutrofiering som påvirkningstype, benyttes for vurdering av miljøtilstand. Kvalitetselementene gir grunnlag for økologisk tilstandsvurdering, mens kjemisk tilstand i vannforekomstene ikke kan vurderes på bakgrunn av foreliggende undersøkelser. Yara Glomfjord har ingen utslipp av miljøgifter eller vannregionspesifikke stoffer, og utslippene utløser dermed ikke krav om undersøkelse av kjemisk tilstand i resipienten.

Tabell 6. Oppsummering av utført overvåkingsprogram for Yara Glomfjord.

	Regulerte utslippskomponenter	Kvalitets-element	Indeks/ parameter	Medium/ Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr år)	Tidspunkt.
Økologisk tilstand	Næringssalter: Tot-P, Tot-N	Makroalger	Fjæresamfunn RSL/RSLA	Hardbunn	8	1	Sommer – Juli 2015
		Planteplankton	Klorofyll a	Sjøvann	4	9	Mars 2015-sept 2015
		Fysisk-kjemiske kvalitetselement: Næringssalter	Tot-P, Tot-N, Nitritt, Nitrat, Fosfat, Ammonium.	Sjøvann	4	12	Des 2014 – sept 2015
		Fysisk-kjemiske kvalitetselement	Siktdyp, temperatur, salinitet	Sjøvann	10	12	Des 2014 – sept 2015

	Regulerte utslippskomponenter	Medium/ Matriks	Antall stasjoner	Frekvens (pr år)
Supplerende undersøkelser	Radionuklider (U-nat, Th-nat og K-40)	Blåskjell	3	1
	Radionuklider (U-nat, Th-nat og K-40)	Sediment	3	1
	Radionuklider (U-nat, Th-nat og K-40)	Sjøvann	1	2

2.2 Stasjonsvalg

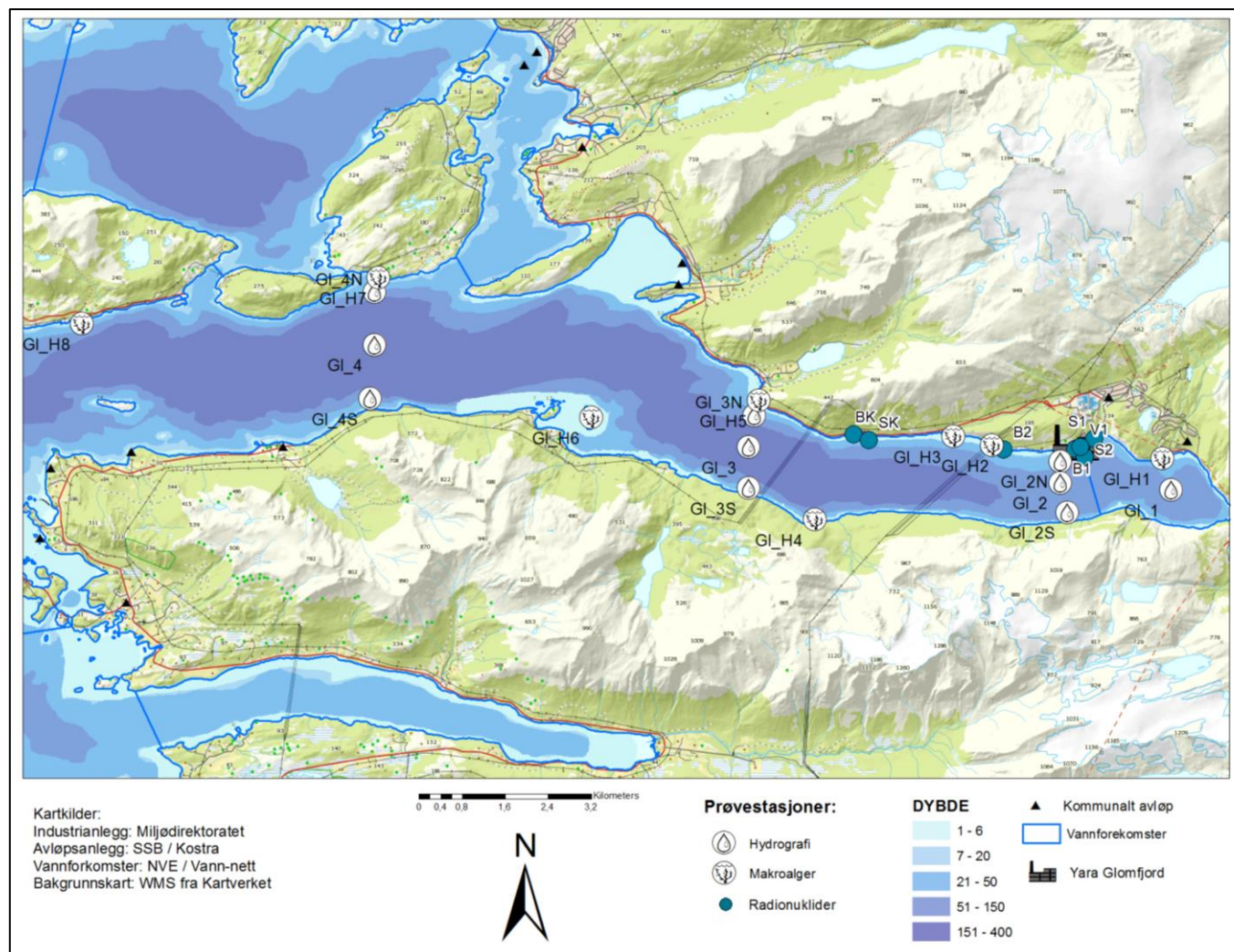
Undersøkelser fra 2011 og tidligere undersøkelser fra 1990-tallet viser at høye næringssaltkonsentrasjoner påvirker algesamfunnene langt utover i Glomfjorden. Stasjonene er plassert slik at de vil kunne fange opp eventuell påvirkning fra Yara Glomfjord AS sine utslipp fra innerst (nær utslippet) til ytterst i Glomfjorden.

Seks av totalt åtte makroalgestasjoner er etablert på nordsiden av fjorden der effektene av utslippene anses å være størst, planteplankton er prøvetatt fra stasjoner langs fjordens midtakse (**Figur 3**). Undersøkelser av makroalger og planteplankton med relevante fysisk-kjemiske kvalitetselementer er utført på de samme stasjonene som ved undersøkelsene i 2011.

Målinger av vertikalprofiler av salinitet og temperatur i vannsøylen (CTD målinger) er foretatt i prøvepunkter midt i leden samt i parallelle prøvepunkter på nord- og sørsiden av fjorden og et punkt innerst i fjorden; ti punkter totalt, hvorav sju av punktene er benyttet ved tidligere undersøkelser. 3 nye stasjoner er etablert på sørsiden av fjorden for å bedre forstå fjordens sirkulasjon- og strøm-mønster. Forståelsen av vannsirkulasjon er viktig for å kunne knytte eventuelle eutrofieffekter til utslipp fra Yaras fabrikk. I etterkant av undersøkelser NIVA foretok på 1990-tallet er ferskvannstilførselen til Glomfjorden betraktelig redusert ved at utslipp fra kraftstasjonen innerst i Glomfjorden har blitt overført til Holandsfjorden. Dette kan ha påvirket utslippsvannets innblanding, fortykning og oppholdstid i Glomfjorden.

Undersøkelser av nivåer av naturlige radionuklider i sjøvann (V1), blåskjell (B1) og sediment (S1) er undersøkt i tilknytning til Yaras kaianlegg der råstoff losses. Nivåer av radionuklider i blåskjell og sediment er også målt ved stasjoner med noe avstand fra kai (B2 og S2), hvor det kan være påvirkning fra råstoff, og ved kontrollstasjoner (BK og SK), etablert mer enn 2 km vest for utslippet.

Alle prøvetakingsstasjonene fra programmet i 2015 er vist i **Figur 3**, stasjonenes posisjoner er gitt i **Tabell 7**.



Figur 3. Kart med prøvetakingstasjoner i Glomfjorden. Makroalger ble undersøkt på stasjonene GI_H1 - GI_H8, planteplankton, CTD, siktdyp og næringssalter er undersøkt ved stasjon GI_1 – GI_4. Hydrografiske undersøkelser (siktdyp, salinitet og temperatur) er foretatt ved stasjonene GI_2N - GI_4N og stasjonene GI_2S - GI_4S.

Tabell 7. Stasjonsnavn, prøvetaking/undersøkelsestype og posisjoner (WGS84) til stasjoner prøvetatt i Glomfjorden 2014/2015.

Stasjon	Prøvetaking/undersøkelse	Latitude	Longitude
Gl_1	Planteplankton, næringssalter, siktdyp, CTD	N66.80176	E13.97381
Gl_2N	Siktdyp, CTD	N66.80619	E13.92666
Gl_2	Planteplankton, næringssalter, siktdyp, CTD	N66.80263	E13.92681
Gl_3N	Siktdyp, CTD	N66.81286	E13.79688
Gl_3	Planteplankton, næringssalter, siktdyp, CTD	N66.80762	E13.79473
Gl_4	Planteplankton, næringssalter, siktdyp, CTD	N66.82342	E13.63548
Gl_4N	Siktdyp, CTD	N66.83219	E13.63499
Gl_2S	Siktdyp, CTD	N66.79777	E13.9301
Gl_3S	Siktdyp, CTD	N66.8008	E13.7951
Gl_4S	Siktdyp, CTD	N66.8144	E13.6339
Gl_H1	Makroalger	N66.807	E13.9700
Gl_H2	Makroalger	N66.8087	E13.8976
Gl_H3	Makroalger	N66.8100	E13.8812
Gl_H4	Makroalger	N66.7957	E13.8232
Gl_H5	Makroalger	N66.8154	E13.7986
Gl_H6	Makroalger	N66.812	E13.7278
Gl_H7	Makroalger	N66.8346	E13.6364
Gl_H8	Makroalger	N66.8258	E13.5111
B1	Radionuklider i blåskjell	N66.80829	E13.93291
B2	Radionuklider i blåskjell	N66.80795	E13.90242
BK	Radionuklider i blåskjell	N66.81006	E13.8388
S1	Radionuklider i sediment	N66.81002	E13.9406
S2	Radionuklider i sediment	N66.80699	E13.93695
SK	Radionuklider i sediment	N66.80913	E13.84533
V1	Radionuklider i sjøvann	N66.8086	E13.93488

2.3 Prøvetakingsmetodikk

Under følger en beskrivelse av prøvetakingen som ble gjennomført i forbindelse med det tiltaksorienterte overvåkingsprogrammet. Argus Miljø AS har i hovedsak utført vannprøvetaking og måling av fysiske og vannkjemiske parametere. Feltrapporter fra Argus Miljø er gitt i Vedlegg.

2.3.1 Vann

Det har blitt samlet inn vannprøver for bestemmelse av fysisk-kjemiske kvalitetselementer i tillegg til klorofyll a, som er et indirekte mål for planteplankton-biomasse. Inntil videre benyttes kun klorofyll a konsentrasjon som parameter for kvalitetselementet planteplankton, da det ikke er utviklet noe

klassifiseringsystem for andre planteplankton-parametere i kystvann. Det er også samlet vannprøver for analyse av radionuklider.

2.3.1.1 Fysisk-kjemiske kvalitetselementer

Siktdyp

Ved hver prøvetaking ble det målt siktdyp på samtlige (10) hydrografistasjoner. Siktdyp ble målt ved å senke en hvit Secchi-skive ned i vannet på skyggesiden av båten. Det ble gjort ved hjelp av et tau som på forhånd var oppmerket per meter slik at dybden kunne noteres. Secchiskiven ble senket sakte rett ned, mens den ble observert nøye. Da den ikke lenger kunne sees ble dyp notert (Secchiusynlig). Deretter ble den trukket opp til den var synlig igjen og dyp ble notert (Secchisyndig). Siktdypet ble rapportert som gjennomsnittet av Secchiusynlig og Secchisyndig. Fargen på vannet mot Secchi-skiven ble så notert ved 1/2 siktdyp.

Næringssalter

Næringssalter ble prøvetatt på stasjon G1_1, G1_2, G1_3 og G1_4, (**Figur 3, Tabell 7**) Næringssalter ble prøvetatt ved å senke en vannhenter (Limnos, kapasitet 2,1 L, **Figur 4**) til dyp 0, 5, 10 og 15 m ved hjelp av dybdeoppmerket tau. Ved prøvetakingsdypene ble vannhenteren utløst med et slippplodd. Vannprøven ble hentet opp til overflaten og det ble tatt ut vann til analyser av nitrogen og fosfor, og disse ble konserverte forskriftsmessig. Prøver er tatt iht. NS-ISO 5667-9A.



Figur 4. Limnos vannhenter benyttet for vannprøvetaking (Foto: NIVA)

Temperatur og saltholdighet

Målinger av temperatur og saltholdighet har blitt foretatt med profilerende CTD av typen SAIV (SAIV SD204 med turbiditet, **Figur 5, Tabell 8**). Instrumentet ble senket ned i vannet og holdt så vidt under overflaten i minimum 1/2 min. Den ble deretter senket sakte ned til ønsket dyp mens den målte temperatur og saltholdighet (konduktivitet) og turbiditet kontinuerlig. CTDen målte automatisk minst én gang i sekundet.



Figur 5. CTD sonde benyttet for måling av temperatur og konduktivitet i vannsøylen

Tabell 8. Usikkerhet til SAIV (nr204).

Parameter	Usikkerhet
Temperatur	$\pm 0,01$ °C
Saltholdighet	$\pm 0,02$ ppt

2.3.1.2 Planteplankton

Klorofyll a ble prøvetatt på stasjon Gl_1, Gl_2, Gl_3 og Gl_4 (**Figur 3, Tabell 7**). I følge Klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013) anbefales det at innsamlingen starter i mars og avsluttes i utgangen av september, og at de to første månedene gjøres innsamlinger hver 14. dag og månedlige prøvetakinger resten av perioden. Det ble prøvetatt fra mars til og med september. Prøvene ble hentet fra 5 m dyp med en vannhenter (Limnos) ved hjelp av et dybdeoppmerket tau. Vannhenteren ble utløst med et slipplodd. En vannprøve på 1 L ble tatt ut og oppbevart i en lystett prøveflaske frem til filtrering og filtrering ble foretatt mindre enn 12 timer etter prøvetaking. Før filtrering ble vannprøven vendt forsiktig rundt for at prøven skal bli godt blandet. 1 L sjøvann ble så filtrert gjennom et 47 mm Whatman GFF filter under dimmet lys. Til filtreringen ble det brukt en filtreringsoppsats med vakuumpumpe. Argus Miljø AS filtrerte prøvene. Filtrene ble deretter sendt i frossen tilstand til NIVAs lab for analyse.

2.3.1.3 Radioaktive stoffer i sjøvann

Vannprøver ble tatt to ganger i løpet av 2015. Prøvetaking av 3 replikater av 10 liter overflatevann ble samlet med vannhenter (Limnos) fra kaikanten av personale fra Yara Glomfjord. Under prøvetaking utført 20.7.2015 ble sjøvann samlet under ilandføringen av råstoff (fosfat) fra kaien ved baugen og ved akterenden av fraktskipet. Under prøvetaking utført 5.10.2015 ble første replikat samlet ved akterenden av fraktskipet under ilandføring av råstoff (fosfat). De to resterende replikatene ble samlet under spyling av kaien umiddelbart etter råstoffet var ilandført.

2.3.2 Makroalger

Det ble foretatt undersøkelser i fjæra på 8 stasjoner i Glomfjorden i 2015. Feltarbeidet ble utført 13.juli 2015. Undersøkelser av alger og dyr ble henholdsvis foretatt av en marin botaniker og av en marin zoolog.

På alle stasjonene ble det foretatt en registrering av makroskopiske (>1 mm) alger og dyr i strandsonen; fra øvre til nedre del av tidevannsonen, i henhold til de retningslinjer som er gitt i Vannforskriften. Undersøkelsen ble utført ved snorkling. På hver stasjon ble det undersøkt ca. 10 m av strandlinjen.

Alle fastsittende makroalger og fastsittende/langsomt bevegelige dyr ble registrert. Mengden av de registrerte organismene ble bestemt etter en semi-kvantitativ skala (% dekningsgrad):

- 1 = enkeltfunn
- 2 = spredt forekomst (0 - 10 %)
- 3 = frekvent forekomst (10 - 25 %)
- 4 = vanlig forekomst (25 - 50 %)
- 5 = betydelig forekomst (50 - 75 %)
- 6 = dominerende forekomst (75 - 100 %)

De organismene som ikke kunne identifiseres i felt ble samlet inn og senere bestemt under mikroskop. I tillegg til registrering av organismer i fjæra ble også stasjonens fysiske karakteristika registrert på et skjema iht. Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013).

Det ble tatt bilder av samtlige stasjoner, og i tillegg ble karakteristiske trekk ved alle stasjoner dokumentert med undervannsfotografering av fjæresonen. Forekomstene av organismene ble konvertert fra viste skala på 1-6 til en skala på 1-4. Resultater ble så lagt inn i regneark som automatisk beregner de to makroalgeindeksene og regner om til EQR-verdi for bestemmelse av økologisk tilstand for makroalger.

2.3.3 Radioaktive stoffer i sediment

Prøvetaking av sediment ble gjennomført av Argus Miljø 22. august 2015. Sedimentprøvene ble tatt med en van Veen-grabb med prøvetakingsareal på 0,025 m² fra lettboat. Det ble tatt tre parallelle grabber på hver av stasjonene og prøvene ble tatt ut av overflatesedimentene (0 - 2 cm). Prøvene ble oppbevart i frossen tilstand frem til analyse.

2.3.4 Radioaktive stoffer i blåskjell

Innsamling av blåskjell (*Mytilus edulis*) ble gjennomført 15.9 2015. Blåskjell med skall-lengde 3-6 cm ble samlet inn i fjæra (plukket for hånd ved lavvann og ved snorkling) ved 3 stasjoner. Det ble samlet inn minst 50 skjell pr replikat. Geografisk posisjon ble notert (GPS). Blåskjellene ble lagt i rene plastposer av polyetylen og merket med prosjektnummer, stasjonskode og dato. Blåskjellprøvene ble fryst ned (<-20 °C) etter innsamling.

Innsamlingen og håndteringen av blåskjellene er utført på en mest mulig skånsom måte. Prøvetakingen følger retningslinjer gitt i OSPAR (2012).

Før opparbeiding ble blåskjellene tatt ut av fryser til tining. På laboratoriet ble det brukt engangshansker under opparbeidelsen av blåskjellene. Skallene ble skrapet rene for begroing med en kniv eller skalpell. Skjellene ble deretter åpnet skånsomt med skalpell med minst mulig kutt i de bløte delene og satt med den åpne siden ned i noen minutter for å la en del væske renne ut av skjellene (**Figur 6**). Blåskjellinmaten ble skrapet ut med en skalpell og samles i et rent glødet prøveglass. Det ble brukt nytt skalpellblad for hver stasjon som ble opparbeidet.



Figur 6. Foto fra opparbeidelse av blåskjellprøver. Foto (NIVA).

2.4 Analysemetoder

Under følger informasjon om analysemetoder som er benyttet for analyse av vannprøver, planteplankton klorofyll a, makroalger og bestemmelse av nivåer av naturlige radionuklider i sediment, blåskjell og sjøvann.

2.4.1 Vann

2.4.1.1 Planteplankton

Klorofyll a bestemmes etter filtrering av vannprøve på glassfiberfilter. Klorofyll a på filteret ekstraheres i 100 % metanol og bestemmes spektrofotometrisk ved bølgelengde 665 ± 1 nm. Metoden tilsvarer NS4767. Metoden korrigerer ikke for Klorofyll b, Klorofyll c og nedbrytningsprodukter (pheopigmenter). Analysen ble utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

2.4.1.2 Fysisk-kjemiske støtteparametere

Næringssaltene nitrat (NO₃-N), ortofosfat (PO₄-P), total fosfor, total nitrogen og ammonium (NH₄-N), er analysert ved autoanalysator iht. de respektive standardene NS 4746, NS 4724, NS 4725, NS 4743 og NS 4746. Analysen ble utført ved NIVAs laboratorium i Oslo.

2.4.1.3 Radioaktive stoffer i sjøvann

For analyse av innhold av ⁴⁰K i sjøvann ble et uttak av prøven målt direkte (uten forbehandling/oppkonsentrering), ved hjelp av høyoppløselig gammaspektrometri.

For analyse for innhold av ²²⁸Th, ²³⁰Th, ²³²Th, ²³⁴U, ²³⁵U og ²³⁸U i sjøvann ble et separat uttak av prøven tilsatt utbyttebestemmere. Th- og U-isotoper i prøven ble så analysert med alfaspektrometri etter oppkonsentrering og radiokjemisk separasjon ved hjelp av UTEVA-Resin. Analysene ble foretatt ved IFEs laboratorium.

2.4.2 Makroalger

I Norge har vi per i dag (februar 2015) to makroalgeindekser for sjøvann (Fjæreindeksen – RSLA/RSL og Nedre voksegrænseindeksen – MSMDI) som benyttes i forskjellige regioner og vanntyper (Direktoratsgruppa 2013). I Glomfjorden er det kun fjæreindeksen som kan benyttes, da det ikke er utviklet klassifiseringssystem for nedre voksegrænse-indeksen i denne økoregionen.

Fjæreindeksen, RSLA (Reduced Species List with Abundance), baseres på en multimetrisk indeks som inneholder informasjon om antall arter som forekommer i fjæra, forhold mellom grupper og typer av arter, samt justering iht en verdisetting av de fysiske forhold i forhold til fjæra (Direktoratsgruppa 2009). Fjæreindeksen RSL er basert på kvalitative registreringer (tilstede/ikke tilstede) og benyttes i nasjonale ferskvannspåvirkede vanntyper i deler av landet. En normalisert EQR (Ecological Quality Ratio) – verdi beregnes automatisk fra fjæreindeksen i et regneark utviklet av NIVA og varierer fra 0 (svært dårlig) til 1 (svært god). For å tilfredsstille kravene i vannforskriften må det oppnås en normalisert EQR (nEQR) over 0,6 (grenseverdien mellom god og moderat tilstand). Dersom nEQR er lavere enn 0,6 skal det vurderes å sette inn tiltak.

Fjæreindeksen, som foreløpig kun er godkjent for regionene Nordsjøen Nord og Norskehavet Sør kan benyttes i Glomfjorden som ligger innenfor region Norskehavet Sør.

Fjæreindeksen RSLA (Reduced Species List with Abundance) benyttes både for makroalgestasjonen i Glomfjorden – indre og Glomfjorden – Meløyfjorden, da begge vannforekomstene vurderes å ha vanntype 3-Beskyttet kyst/fjord.

2.4.3 Radioaktive stoffer i sediment

Sedimentprøvene ble målt for innhold av ⁴⁰K ved hjelp av høyoppløselig gammaspektrometri. Et separat uttak av sedimentprøvene ble løst opp ved hjelp av flussyre i mikrobølgeovn, tilsatt utbyttebestemmere, og Th- og U-isotoper i prøven ble så analysert med alfaspektrometri etter oppkonsentrering og radiokjemisk separasjon ved hjelp av UTEVA-Resin. Analysene ble foretatt ved IFEs laboratorium.

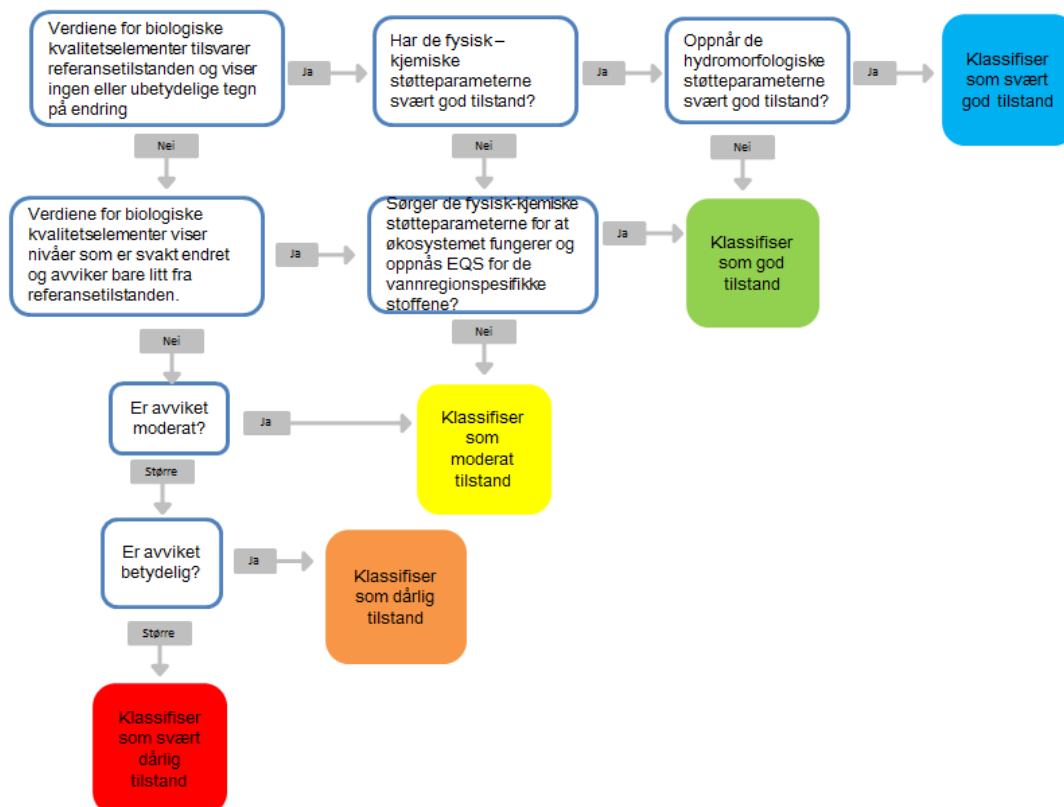
2.4.4 Radioaktive stoffer i blåskjell

Blåskjellene (innmat) ble tørket, forasket ved 600 °C, og deretter behandlet med kongevann og H₂O₂ etter tilsetning av utbyttebestemmere. Uran og thorium ble deretter renseparert ved hjelp av UTEVA-Resin før

aktiviteten ble bestemt ved hjelp av alfaspektrometri. ^{40}K i blåskjellene ble bestemt ved å måle direkte på et uttak av tørket prøve ved hjelp høyoppløselig gammaspektrometri. Analysene ble foretatt ved IFEs laboratorium.

2.5 Klassifisering av økologisk tilstand

Den økologiske tilstanden på hver stasjon ble bestemt etter flytdiagrammet som vist i **Figur 7**.



Figur 7. Flytdiagram som viser prinsippet for klassifisering av økologisk tilstand i henhold til klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013).

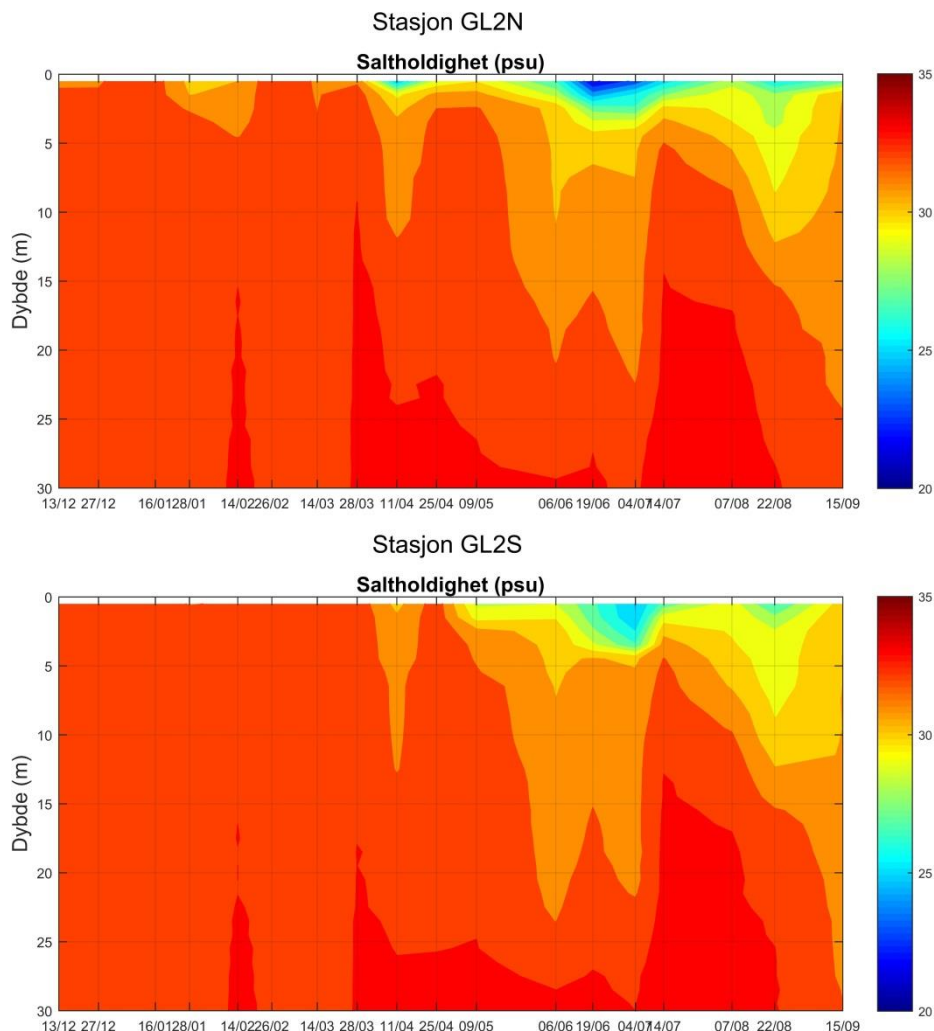
Tilstandsklasse blir bestemt etter vannforskriftens system og klassegrenser gitt i Veileder 02:2013 (Direktoratsgruppa 2013). De absolute indeksverdiene (både gjennomsnitt og samfengte stasjonsverdier) blir regnet om til normaliserte EQR-verdier (nEQR) etter formelen:

$$\text{Normalisert EQR} = (\text{Indeksverdi} - \text{nedre klassegrense for indeksverdi}) / (\text{øvre klassegrense for indeksverdi} - \text{nedre klassegrense for indeksverdi}) * 0.2 + \text{nedre klassegrense for normalisert EQR verdi}$$

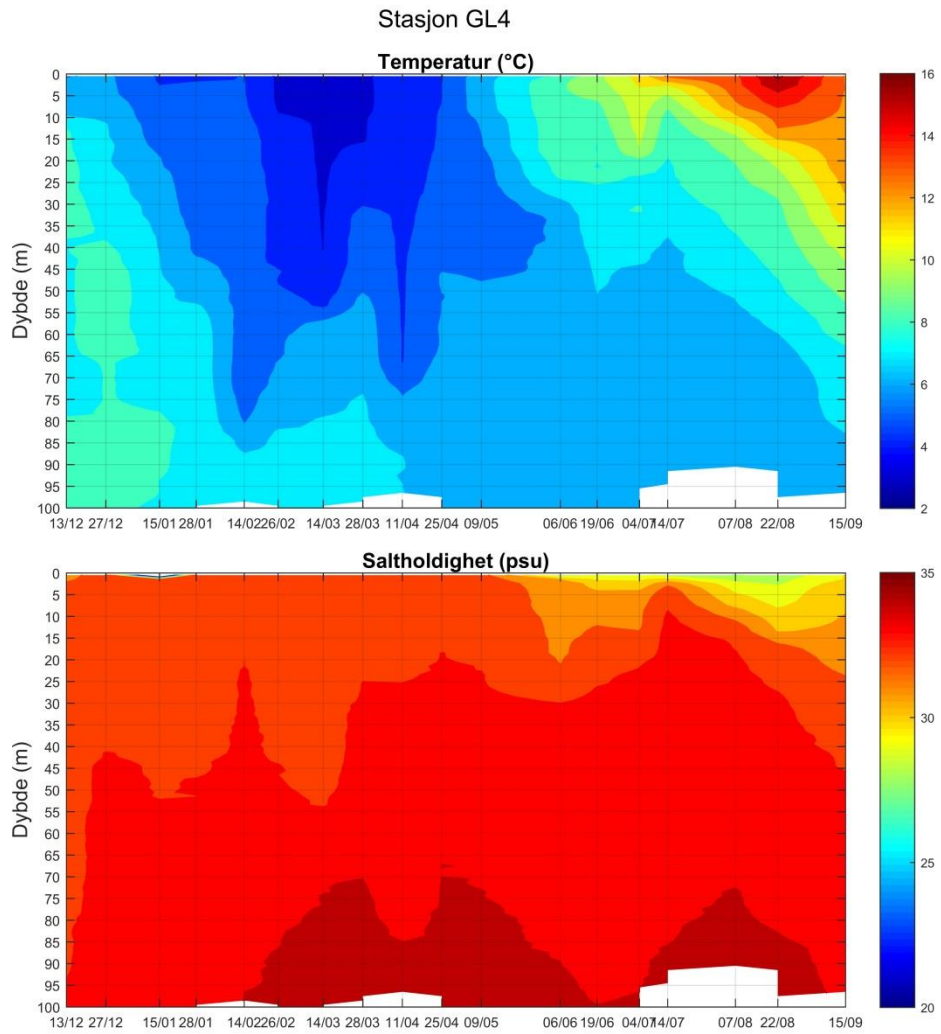
3 Resultater

3.1 Sirkulasjon og vannutveksling i fjordsystemet

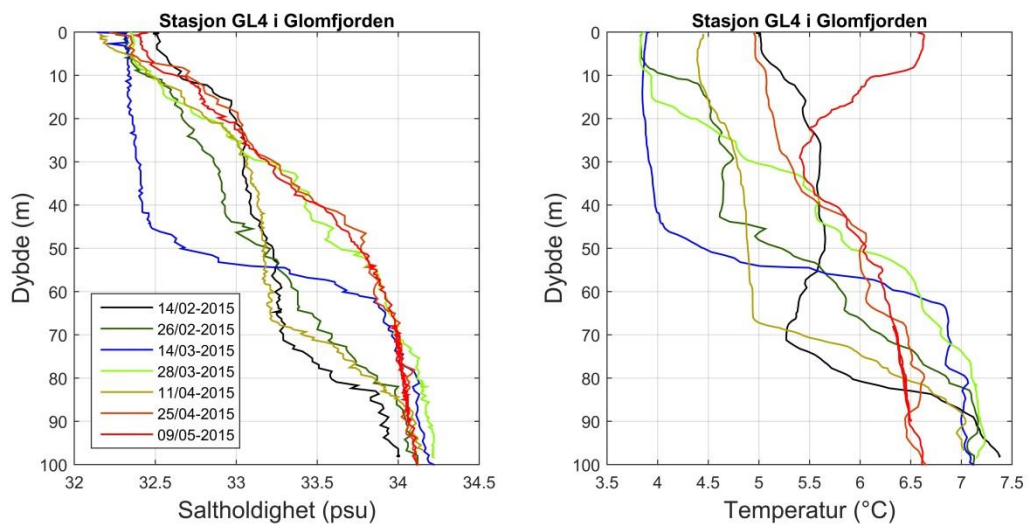
Midlet saltholdighet for de øverste 5 meterne for hele måleperioden, som utgjorde 18 måletokt fra desember 2014 til september 2015, viste at det på stasjonene på nordsiden av fjorden var 0,2 til 0,4 psu ferskere enn stasjonene på sørsiden av fjorden. En sammenligning av saltholdigheten fra 0 til 30 m mellom stasjon GL_2N og GL_2S viser hvordan dette arter seg gjennom året (**Figur 8**). Elva Fykanåga helt innerst i fjorden har en årlig middel vannføring på ca. 30 m³/s, og denne elva vil sammen med de andre ferskvannstilførselene til fjorden føre til en estuarin sirkulasjon med et ferskvannslag som strømmer utover og en kompensasjonstrøm under dette. Det ferskere overflatevannet på nordsiden av fjorden tyder på at ferskvannet i størst grad fraktes ut av fjorden på nordsiden. Bortfall av ferskvannstilførsel til fjorden fra kraftverket har påvirket saltholdigheten. Saltholdighet midlet for hele perioden i 0-10 m er ikke signifikant mindre på stasjon GL_1 (31,51 psu), enn de andre stasjonene (31,29-31,68 psu). Dette betyr at stasjon GL_1 ikke lenger har vanntypen «ferskvannspåvikret fjord», men har lik vanntype som resten av fjordsystemet («beskyttet kyst/fjord»).



Figur 8. En sammenligning av saltholdigheten i de øverste 30 meterne mellom stasjon GL_2N og GL_2S.



Figur 9. Sesongsyklusen for temperatur (øverst) og saltholdighet (nederst) helt ned til 100 m på stasjon GL_4 midt i Glomfjorden.



Figur 10. Saltholdighet- og temperaturprofiler fra stasjon GL_4 fra februar til mai.

Figur 9 viser hvordan temperaturene og saltholdigheten ned til 100 m dyp varierer gjennom året. I overflata er det kaldest i mars og varmest i slutten av august. Dette mønsteret er forsinket i tid lenger ned i dypet. I 90 m dyp starter ikke den kaldeste perioden før i midten av april, og på dette dypet er vannet varmest i desember.

Temperaturen og saltholdigheten varierer minst under terskeldypet på 80 m. Dette sees tydeligst når dataene plottes som vertikale profiler. I **Figur 10** er kun profilene fra februar til mars vist. Over 80 m er det stor variasjon i både temperatur og saltholdighet. Legg spesielt merke til det kraftige sprangsjiktet mellom 50 til 60 dyp 14. mars 2015, som forsvinner igjen i løpet av de neste 14 dagene. Slike fenomen må skyldes at vannmasser med andre egenskaper kommer inn i fjorden fra havet, og er et tegn på at vannutvekslingen mellom dette fjordsystemet og havet utenfor er god helt ned til terskeldypet på 80 m.

3.2 Økologisk tilstand

Nedenfor presenteres tilstandsklasse og nEQR verdier for hvert kvalitetselement som er undersøkt i overvåkingen i 2014/2015.

3.2.1 Planteplankton (klorofyll a) og fysisk-kjemiske kvalitetselementer i de frie vannmassene

Tidsserier av målinger av klorofyll-a på 5 m er vist sammen med konsentrasjon av næringssalter i overflatelaget i **Figur 11**. Fra figuren er det tydelig at det i 2015 var en kraftig våroppblomstring i april og enda en oppblomstring i juli. Konsentrasjonen av de uorganiske næringssaltene og silikat har på alle stasjoner sine laveste verdier i forbindelse med eller rett etter våroppblomstringen, som skyldes at disse blir brukt som byggesteiner for planktonalgene. Minimumskonsentrasjonen av silikat i forbindelse med våroppblomstringen tyder på at denne oppblomstringen består av en stor andel kiselalger.

For det biologiske kvalitetselementet planteplankton benyttes klassegrenser for klorofyll a for økologisk tilstandsvurdering. Klassegrensene er forskjellig for de ulike vanntypene og er basert på 90- persentil for klorofyll a over en definert innsamlingsperiode (mars-september for økoregion Norskehavet – Sør). nEQR verdier beregnet for planteplankton og fysisk-kjemiske støtteparameterne er gitt i **Tabell 9**. Klassegrenser for klorofyll a er gitt i veilederen (Direktoratsgruppa 2013). Etttersom klassifiseringssystemet for fysisk-kjemiske kvalitetselementer ennå ikke er ferdig utviklet, baserer man seg inntil videre på en modifisert utgave av SFTs veileder for klassifisering av næringssalter og siktdyp i overflatelaget (Molvær et al 1997).

For å gjennomføre en klassifisering av økologisk tilstand i sjøvann for det biologiske kvalitetselementet planteplankton og for de fysisk-kjemiske kvalitetselementene bør det helst foreligge innsamlinger fra en periode på 3 år slik at årlige variasjoner kan inkluderes. Vurderingen for 2015 baserer seg på data kun samlet gjennom en års syklus; 9 innsamlinger av klorofyll a i perioden mars til september 2015 og innsamling av fysisk-kjemiske kvalitetselementer gjennom en vinterperiode (6 innsamlinger i perioden november 2014 – februar 2015) og en sommerperiode (6 innsamlinger i perioden juni 2015 – august 2015). Næringssalter er samtidig prøvetatt som støtteparameter til planteplankton parallelt med en hver innsamling av klorofyll a. Rådata for hver indeks/parameter finnes i Vedlegg.

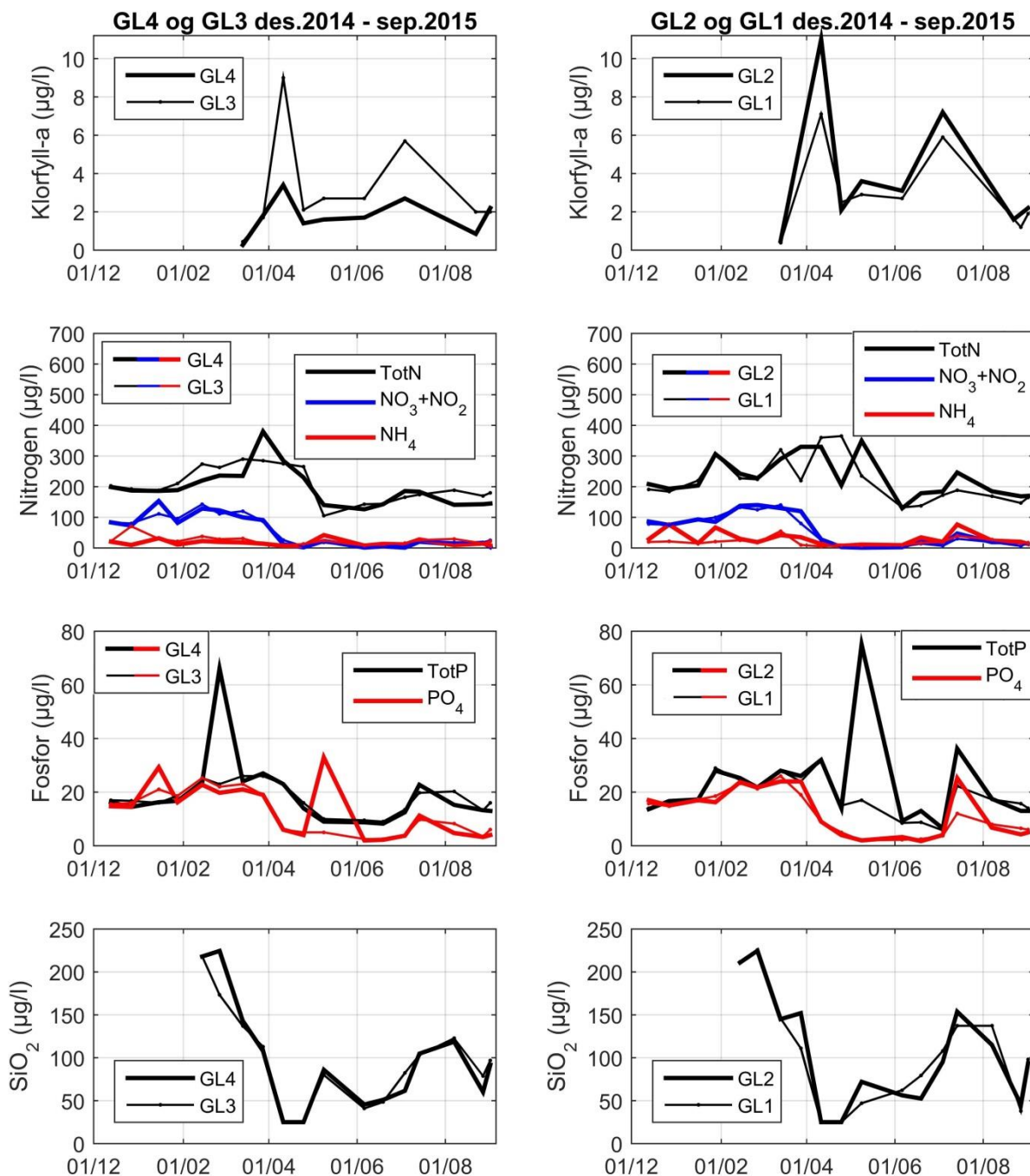
Våroppblomstringen er kraftigst på stasjon G1_2 og G1_3. Den største forskjellen mellom stasjonene når det gjelder næringssalter, er i konsentrasjonen av total fosfor. Det ble målt en høy konsentrasjon av Tot-P ved stasjon G1_2 i mai 2015, noe som sannsynligvis kan knyttes til utslipp fra enten Yara eller Marine Harvest. Normaliserte EQR verdier (nEQR) for planteplankton og fysisk-kjemiske kvalitetselementer og samlet økologisk tilstandsklasse for hydrografi stasjonene G1_1, G1_2, G1_3 og G1_4 er gitt i **Tabell 10**.

Tabell 9. Økologisk tilstand for stasjon GL_1, GL_2, GL_3 og GL_4 for planteplankton og de fysisk-kjemiske kvalitetselementene. Beregnede middelværdier (totalresultat) for hver stasjon styrer tilstanden. For klorofyll a er 90-persentilen styrende.

Parameter	Enhet	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn
		GL_1	GL_2	GL_3	GL_4
<i>Næringssalter sommer (juni-august)</i>					
Total fosfor	µg P/l	13.04	15.92	14.21	13.46
Fosfat-fosfor	µg P/l	5.83	7.54	5.04	4.54
Total nitrogen	µg N/l	157.67	182	164.21	153.63
Nitrat-nitrogen	µg N/l	13.58	20.54	13.04	9.5
Ammonium-nitrogen	µg N/l	21.29	30.67	17.58	14.04
Siktdyp	m	7.6	8.0	7.9	8.6
nEQR næringssalter sommer		0,78	0,74	0,82	0,86
<i>Næringssalter vinter (desember – februar)</i>					
Total fosfor	µg P/l	20.29	20.43	19.44	25.58
Fosfat-fosfor	µg P/l	18.46	18.46	19.74	19.54
Total nitrogen	µg N/l	225.42	230.28	221.67	202.92
Nitrat-nitrogen	µg N/l	100.33	102.89	104.03	107.13
Ammonium-nitrogen	µg N/l	19.83	39.33	35.1	19.21
nEQR næringssalter vinter		0,78	0,74	0,78	0,74
<i>Planteplankton i vekstsesongen (februar-september) (90-persentil)</i>					
Klorofyll-A	µg C/l	6.74	9.86	7.68	3.12
nEQR		0,36	0,32	0,41	0,72

Tabell 10. Økologisk tilstandsvurdering av stasjon GL_1, GL_2, GL_3 og GL_4. Normaliserte EQR verdier for planteplankton og fysisk-kjemiske kvalitetselementer (støtteparametere) og totalresultat for stasjonene

Parameter	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn	Stasjonsnavn
	GL_1	GL_2	GL_3	GL_4
<i>Næringssalter sommer (juni-august)</i>	0,78	0,74	0,82	0,86
<i>Næringssalter vinter (desember – februar)</i>	0,78	0,74	0,78	0,74
<i>Planteplankton i vekstsesongen (februar-september)</i>	0,46	0,32	0,41	0,72
Samlet nEQR	0,46	0,32	0,41	0,72



Figur 11. Tidsserier for klorofyll-a er her vist sammen med konsentrasjon av næringssaltene. Tykke linjer er målinger på stasjon GL_4 (i venstre kolonne) eller GL_2 (i høyre kolonne). Næringssaltene er midlet over alle prøvedyp (0, 5, 10 og 15 m).

3.2.2 Makroalger i strandsonen

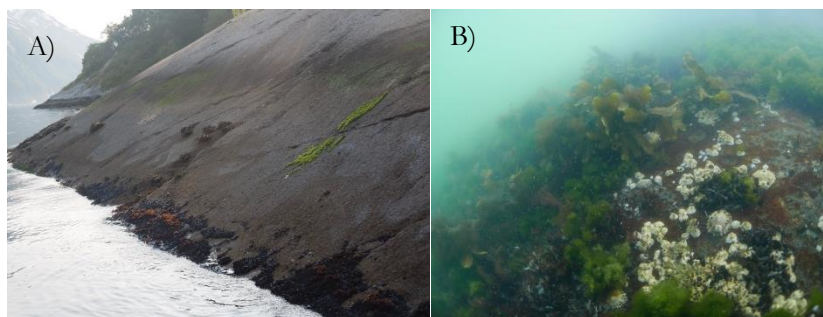
Det ble registrert totalt 51 taksa makroalger og 29 taksa dyr i undersøkelsen. Det ble registrert flest algetaksa (38 taksa) på stasjon GL_H8 og færrest (17 taksa) på stasjon GL_H2 i Glomfjorden.

Organismesamfunnet på hardbunn består av både ettårige- og flerårige arter, og utvalg og mengde av de ulike artene vil variere lokalt, regionalt og sesongmessig. Andre naturlige faktorer som f.eks. bølge-, strøm og eksponeringsgrad, ferskvannspåvirkning og isskuring vil også påvirke artssammensetningen.

Kråkeboller har over lang tid vært en dominerende art som har beitet ned algesamfunnene på hardbunnslokaliteter i Glomfjorden. Ved dykkerundersøkelser i 2011 ble det rapportert om tilbakegang av kråkeboller og gjenvekst av makroalger på alle stasjoner bortsett fra på stasjon Gl_H6. Utdøing av kråkeboller er et storskala fenomen og skyldes ikke lokale forhold. Kråkebollene oppholder seg dessuten normalt under tidevannsonen og beitetrykk fra kråkeboller vil derfor ikke påvirke strandsonen eller den økologiske tilstandsvurderingen av stasjonene i vesentlig grad. Oppblomstring av kalkalger i planteplanktonet under feltarbeidet i juli 2015 medførte at sjøvannet i Glomfjorden var blakket av kalkpartikler som reduserte sikten under makroalgeundersøkelsene. Derfor lot det seg ikke gjøre å se hvor vidt beitetrykk fra kråkeboller fortsatt preger hardbunnsamfunnene på dypere vann i Glomfjorden. En kort beskrivelse av organismsamfunnet på de ulike stasjonene i de to undersøkte vannforekomstene gis nedenfor. Artslister for undersøkelsen er gitt i Vedlegg.

Stasjon Gl_H1

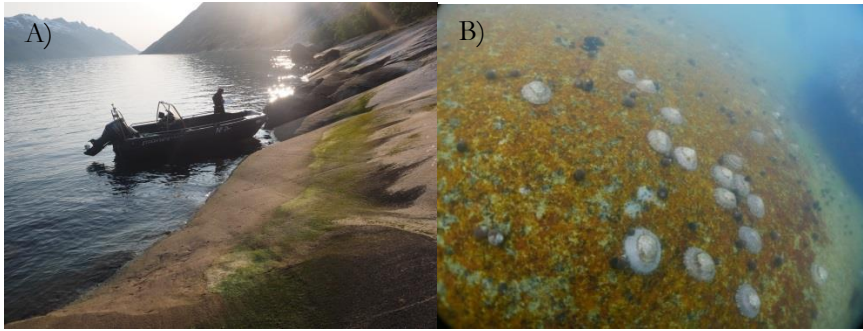
Stasjonen ligger innenfor («oppstrøms») utslippet like vest for et elveutløp (Mitelva) og synes ikke å være påvirket av utslippet fra Yara Glomfjord. Noen arter som indikerer forhøyede næringssaltnivåer (f. eks. *Ulva lactuca* var «vanlig» forekommende på stasjonen, men tilstedeværelsen av slike arter (f.eks. tarmgrønsker (*Ulva* spp.) og grønn dusker (*Cladophora* spp.)) var lavere sammenlignet med flere av de andre undersøkte stasjonene. Fin og frisk sagtang (*Fucus serratus*) ble observert med «vanlig» forekomst og det ble observert «spredte» forekomster av juvenil tare (*Laminaria* sp.). «Frekvente» til «betydelige» forekomster av oppreiste rødalgearter ble registrert på stasjonen. Gl_H1 ble vurdert til å ha god (klasse II) økologisk tilstand for makroalger (**Figur 12**). Av dyr var det fjærerur (*Balanus balanoides*) og blåskjell (*Mytilus edulis*) som dominerte.



Figur 12. Stasjon Gl_H1. A) Bart fjell med et belte av blåskjell i strandsonen, spredte forekomster av grønnalger B) Forekomster av sagtang, grønnalger, albusnegl og blåskjell kan sees på bildet

Stasjon Gl_H2

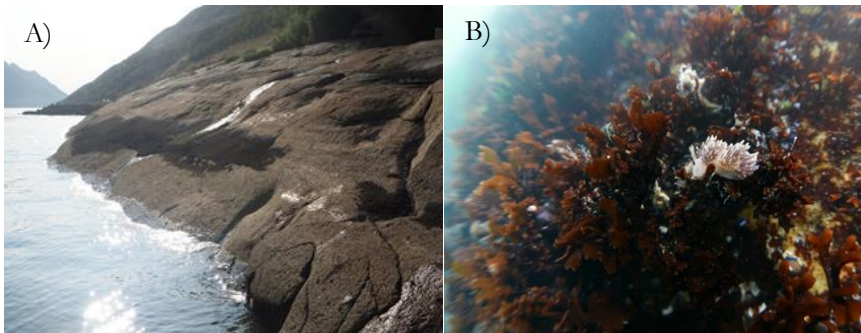
Stasjonen ligger på nordsiden av fjorden, vest for utslipp fra Yara Glomfjord og smoltanlegget til Marine Harvest. Stasjonen var den mest artsfattige i undersøkelsesområdet (25 arter av alger og dyr). Fjæresonen var preget av næringssaltutslipp hvor tang var fraværende og fjæresonen karakterisert av et belte med måsegrønne (*Prasiola stipitata*). (**Figur 13**). Gl_H2 ble vurdert til å ha «dårlig» økologisk tilstand for makroalger. Blant dyr var fjærerur og blåskjell «vanlig» forekommende, mens det var «frekvente» forekomster av beitende arter som albusnegl (*Patella* sp.) og andre snegl.



Figur 13. Stasjon Gl_H2. A) Bart fjell med et belte av måsegrønske B) Forekomster av albusnegl og strandsnegl

Stasjon Gl_H3

Stasjonen ligger på nordsiden av fjorden ca. 2 km vest for Yara Glomfjords utslipp. Ingen tangarter var representert blant algene i fjæresonen. Med unntak av rødalgen vorteflik og den skorpeformede algen fjæreblood, som var «vanlig» i fjæra, ble kun «spredte» forekomster av alger observert. Grønnalger som indikerer forhøyede næringssaltnivåer var vanligst forekommende i algesamfunnet. Gl_H3 viste «dårlig» økologisk tilstand. Fjæra var ellers dominert av dyr som fjærerur og blåskjell. Beitende snegl som albusnegl, vanlig strandsnegl (*Littorina littorea*) og purpursnegl (*Nucella lapillus*) ble også registrert (**Figur 14**)



Figur 14. A) Stasjon Gl_H3 Består av oppsprukket fjell. Et belte av blåskjell og måsegrønske er synlig i fjæra. B) Vorteflik var eneste vanlig forekommende oppreiste rødalge på stasjonen. Nakensneglen rødhodet frynsesnegl kan sees mellom algene.

Stasjon Gl_H4

Denne stasjonen er plassert på sørsiden av Glomfjorden og fjæresonen består av bratt, noe oppsprukket fjell. Kun «spredte» forekomster av tang og andre oppreiste algearter ble observert og grønnalger, som indikerer forhøyede næringssaltnivåer, utgjorde en betydelig del av artssamfunnet. Stasjon Gl_H4 viste «moderat» økologisk tilstand (**Figur 15**). I nedre del av littoralsonen var trekantmark (*Pomatoceros trispinosus*) vanlig forekommende og det ble observert en del kråkeboller. Den grønne drøbakkråkebollen (*Strongylocentrotus droebachiensis*) ble registrert med «frekvent» forekomst og den røde kråkebollen (*Echinus esculentus*) hadde «spredt» forekomst. Blåskjell og beitende snegl som albusnegl, vanlig strandsnegl, glatt kjeglesnegl (*Gibbula cineraria*) og purpursnegl ble også registrert.



Figur 15. A) Fjæresonen på stasjon Gl_H4 består av bratt fjell. Den turkise fargen på vannet er karakteristisk ved kalkalge-oppblomstringer og medfører dårlig sikt. B) Krusflik, grønndusk og grisetang var blant algene med spredt forekomst på stasjonen. Albusnegl og purpurnegl kan også skimtes på bildet.

Stasjon Gl_H5

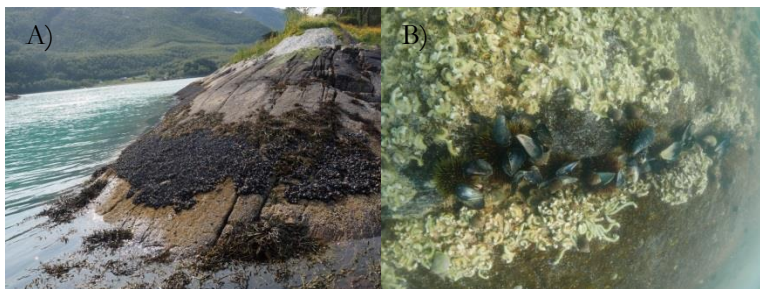
Stasjonen består av fjell og steinur og øvre del av littoralsonen var dominert av fjærerur og blåskjell. Ved undersøkelse i 2011 ble kun ett individ av sagtang observert, i 2015 registrerte vi «frekvente» og «spredte» forekomster av hhv. sagtang og spiraltang. Flere individer av stortare ble dessuten observert. Artsrikheten på stasjonen var blant de høyeste som ble registrert (12 taksa dyr og 36 taksa alger), også grønnalger, som kan indikere forhøyede næringssaltnivåer, utgjorde en betydelig del av artssamfunnet (**Figur 16**). Stasjon Gl_H5 ble vurdert til å ha «moderat» økologisk tilstand (men ligger nær grensen mot «god» økologisk tilstand).



Figur 16. A) Det var en tydelig sonering av fjæresonen på stasjon Gl_H5, med et belte av måsegrønnske øverst, etterfulgt av spiraltang og et bredt belte av blåskjell. B) Stein i fjæra dominert av purpurfjærehinne (*Porphyra purpurea*)

Stasjon Gl_H6

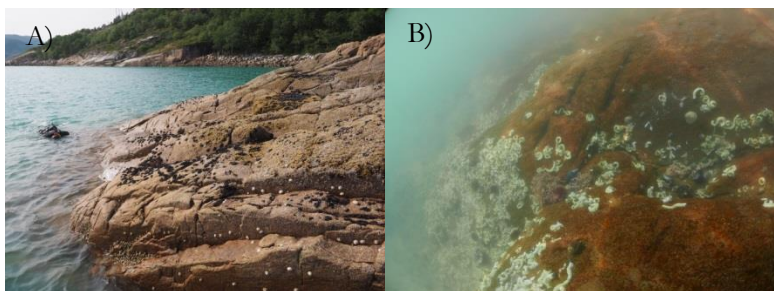
Stasjonen ligger på sørsiden av Glomfjorden og består av lett oppsprukket fjell. Tangvegetasjonen bestod både av spiraltang, sauetang, grisetang og sagtang og forekomsten av grønnalger, som er en næringssaltindikator, var svært lav. Gl_H6 ble vurdert til å ha «god» økologisk tilstand. Av dyr dominerte fjærerur og blåskjell i øvre del av littoralsonen mens nedre del av littoralsonen var kraftig begrodd av trekantmark. De vanlige sneglene; purpurnegl, strandsnegl og albusnegl var også å finne på stasjonen, i tillegg til «frekvente» forekomster av grønne drøbakkråkeboller (**Figur 17**).



Figur 17. A) Littoralsonen på stasjon GL_6 bestod av skrånende fjell, tydelig dominert av blåskjell i øvre del av fjæra. B) Trekantmark var dominerende dypere i littoralsonen. En klynge av grønne drøbakkråkeboller skjuler seg bak tomme blåskjell

Stasjon Gl H7

Stasjonen består av moderat skrånende fjell og der var sparsom algevegetasjon. Ingen tangarter ble observert. Flere rød- og grønnalger var til stede men kun med «spredt» forekomst. Stasjon GL_H7 ble vurdert til å ha «moderat» økologisk tilstand. Øvre del av littoralsonen var dominert av fjærerur og blåskjell, nedenfor dominerte trekantmark. Både grønn og rød kråkebolle ble observert og de vanlige artene av beitende snegl var også til stede (**Figur 18**).



Figur 18. A) Algevegetasjon var fattig på stasjon GL_H7; rur blåskjell og snegl er de mest fremtredende organismene i øvre del av littoralsonen. B) Nedre del av littoralsonen var dominert av kalkrørsmark

Stasjon Gl H8

Høyest artsrikhet ble observert ved denne stasjonen (16 taksa dyr og 38 taksa alger), men forekomsten av alger var lav og flere av artene var kun representert av enkeltindivider. Stasjon GL_H8 ble vurdert til å ha «moderat» økologisk tilstand. Øvre del av littoralsonen var dominert av fjærerur og blåskjell (**Figur 19**).



Figur 19. A) Littoralsonen på stasjon GL_8 bestod av skrånende fjell, tydelig dominert av små blåskjell i øvre del av fjæra. B) I tillegg til trådformede grønnalger, blåskjell og snegl, ble spredte forekomster av strandtagl (*Chordaria flagelliformis*) og knuldre (*Leathesia difformis*) observert.

Tabell 11 gir en oversikt over nEQR verdier og økologisk tilstand for det biologiske kvalitetselementet makroalger for de åtte undersøkte stasjonene.

Tabell 11. Økologisk tilstand for hver stasjon for makroalger i strandsonen i vannforekomsten Glomfjorden – indre og Meløyfjorden - Glomfjorden. Fargen angir tilstandsklassen: Grønn = God, Gul = Moderat, Oransje= Dårlig.

Vannforekomst	Glomfjorden - indre	Glomfjorden - Meløyfjorden							
		Stasjon	GL_H1	GL_H2	GL_H3	GL_H4	GL_H5	GL_H6	GL_H7
nEQR-verdi med tilhørende tilstandsklasse		0.669	0.323	0.363	0.53	0.594	0.748	0.423	0.555

3.3 Oversikt over økologisk tilstand for alle stasjoner

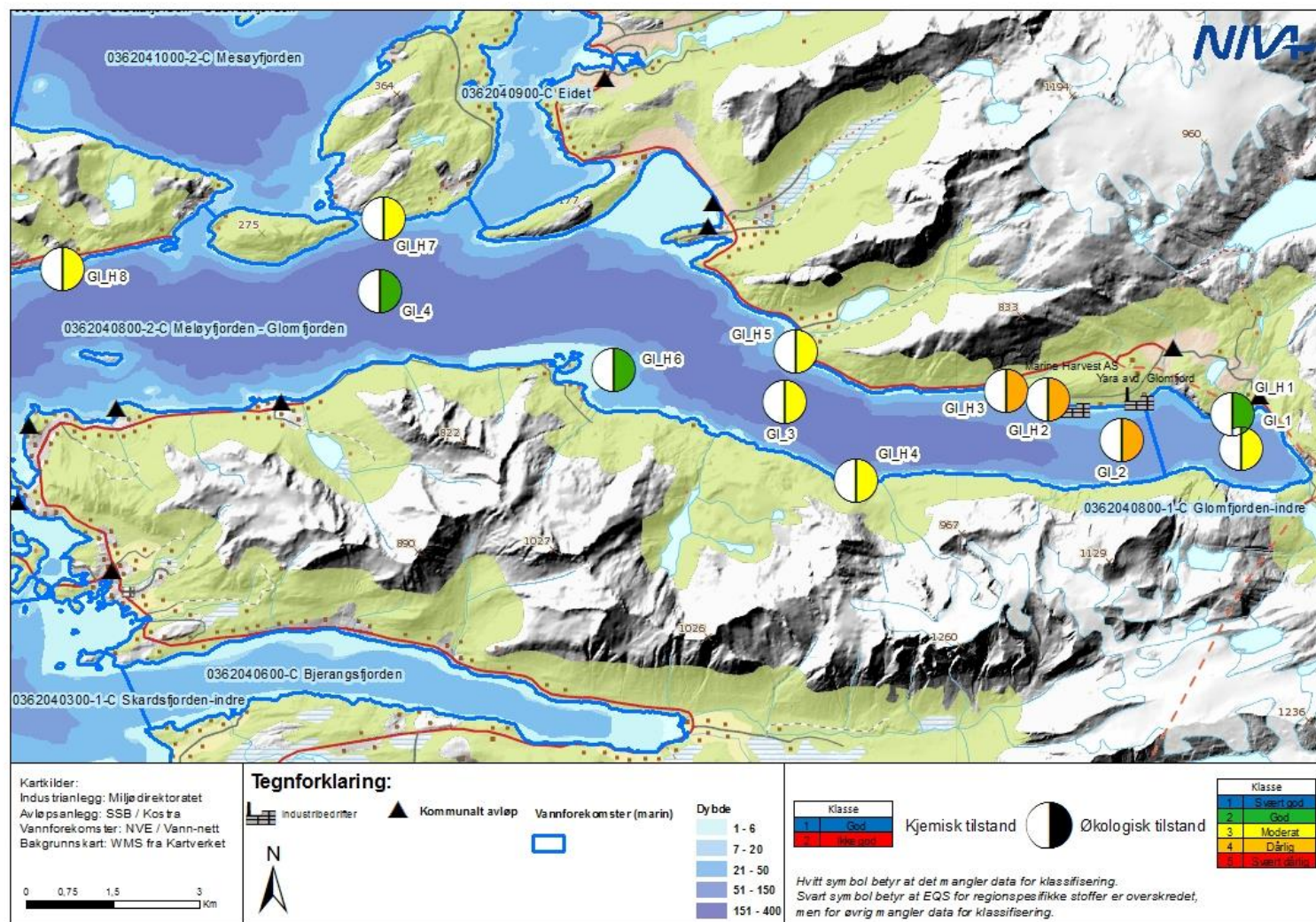
En oversikt over økologisk tilstand per stasjon er gitt i **Tabell 12** og **Figur 20**.

Betydelige algeoppblomstringer fant sted i de frie vannmassene ved de to stasjonene nærmest utslipp fra Yara Glomfjord og Marine Harvest og stasjonene GL_1 og GL_2 i indre del av Glomfjorden klassifiseres derfor til «dårlig» økologisk tilstand. En gradvis forbedring fant sted utover i fjorden, hvor stasjon GL_3 klassifiseres til «moderat» økologisk tilstand og den ytterste stasjonen, GL_4, oppnår miljømålet om «god» økologisk tilstand.

Makroalgestasjon GL_H1, som ligger innenfor («oppstrøms») utslippene fra Yara Glomfjord og Marine Harvest i Glomfjorden indre, viste «god» økologisk tilstand. Klassifiseringen viser forøvrig en tydelig gradient hvor stasjoner nær industriutslipp i indre del av Glomfjorden viser dårligst miljøtilstand med en gradvis tilstandsforbedring utover i fjorden. Makroalgestasjon GL_H6 som er lokalisert lengst unna utslippene og på sørsiden av Glomfjorden, viste «god» økologisk tilstand. Moderat økologisk tilstand ble imidlertid registrert ved stasjoner lokalisert på nordsiden av Glomfjorden med større avstand fra utslippene enn GL_H6. Større grad av eutrofipåvirkning ved disse ytterste stasjonene kan skyldes fjordens sirkulasjonsmønster, ved at industriutslipp fraktes med vannmasser ut av fjorden langs fjordens nordside (se 3.1 Sirkulasjon og vannutskifting i fjordsystemet). I ytre del av Glomfjorden finnes det dessuten to akvakulturanlegg som i tillegg til utslipp fra Yara Glomfjord og Marine Harvest, også er en kilde til utslipp av næringssalter, som kan medvirke til at tilstanden ikke er god på disse ytre stasjonene.

Tabell 12. Oversikt over økologisk tilstand per stasjon. Fargekode angir stasjonenes økologiske tilstand. Det styrende kvalitetselementet er angitt. Klassifisering av økologisk tilstand: blått=Svært god tilstand, grønn=God tilstand, gul=Moderat tilstand, oransje=Dårlig tilstand og rød=Svært dårlig tilstand.

Vannforekomst	Stasjon	Økologisk tilstand
Glomfjorden - indre	GI_H1	Makroalger
	GI_1	Planteplankton
Glomfjorden - Meløyfjorden	GI_2	Planteplankton
	GI_H2	Makroalger
	GI_H3	Makroalger
	GI_H4	Makroalger
	GI_H5	Makroalger
	GI_3	Planteplankton
	GI_H6	Makroalger
	GI_H7	Makroalger
	GI_4	Planteplankton
	GI_H8	Makroalger



Figur 20. Oversikt over økologisk og kjemisk tilstand for alle stasjoner. Data for kjemisk tilstand mangler.

3.4 Supplerende undersøkelser av naturlige radionuklider

Resultatene fra undersøkelser av nivåer av radioaktive nuklider (U-nat, Th-nat og K-40) i sediment, blåskjell og sjøvann er gitt i **Tabell 13 - 15**. Analysene er foretatt på IFE. Det finnes lite referansemateriale å sammenlikne verdiene fra Glomfjorden med og vurderingen av aktivitetsmengdene for de ulike isotopene er basert på ekspertvurderinger fra IFE (ved Elisabeth Strålberg). IFE baserer sine vurderinger på konsentrasjonsfaktorer fra litteraturen samt sammenligning med analyseresultater som har fremkommet fra tilsvarende undersøkelser for andre kunder.

^{40}K er en konstant andel av alt naturlig kalium og utgjør ca. 0,012 % av den naturlige kaliummengden. Konsentrasjonen av ^{40}K i sjøvann vil variere mye. Måleverdien for ^{40}K i vannprøve fra stasjon V1, replikat I for juli 2015 utgjør 20 000 mBq/liter, som er noe høyere enn det gjennomsnittlige bakgrunnsnivå for ^{40}K i sjøvann som tilsvarer ca. 11 000 mBq/liter, men er allikevel å betrakte som innenfor det normale (E. Strålberg, IFE, pers. medd.). For replikat II fra stasjon V1 er deteksjonsgrensen for ^{40}K over gjennomsnittlig bakgrunnsnivå og det lar seg derfor ikke bestemme om den reelle aktivitetskonsentrasjonen av ^{40}K i denne vannprøven overstiger gjennomsnittlig bakgrunnsnivå.

Analyse av radionuklider i sediment krever fullstendig løsning av sedimentet, fullstendig løsning er utfordrende og svært små prøvevolumer (30-100 mg) benyttes derfor i analysen. Inhomogenitet i materialet kan dermed forklare variasjon i resultatene for de ulike replikatene.

Vurdert mot generelle bakgrunnsnivåer ligger måleverdiene innenfor det normale for U-nat, Th-nat og K-40 i sjøvann, blåskjell og sediment (E. Strålberg, IFE, pers. medd.).

Tabell 13. Måleresultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i sjøvann fra stasjon V1, replikat I, II og III i juli 2015 (mBq/liter sjøvann). Røde tall viser konsentrasjoner som overstiger referanseverdier for radioaktive isotoper. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.

Tid	Nuklide	Stasjon V1		
		Repl. I	Repl. II	Repl. III
Juli 2015	^{40}K	20 000 ± 7 000	≤ 22 000	12 000 ± 4 000
	^{228}Th	3,8 ± 2,3	3,7 ± 2,3	3,7 ± 2,3
	^{230}Th	0,8 ± 0,3	1,0 ± 0,3	0,5 ± 0,3
	^{232}Th	≤ 0,3	≤ 0,3	≤ 0,3
	^{234}U	31 ± 6	30 ± 7	27 ± 6
	^{235}U	1,2 ± 0,4	1,2 ± 0,5	1,1 ± 0,4
	^{238}U	26 ± 5	25 ± 6	22 ± 5
September 2015	^{40}K	8 900 ± 2 200	12 000 ± 4 000	≤ 13 000
	^{228}Th	4,7 ± 2,7	2,1 ± 0,6	≤ 0,5
	^{230}Th	3,4 ± 2,5	1,1 ± 0,4	≤ 0,5
	^{232}Th	3,4 ± 2,1	1,6 ± 0,3	0,24 ± 0,09
	^{234}U	27 ± 6	34 ± 9	25 ± 5
	^{235}U	34 ± 9	1,1 ± 0,6	32 ± 8
	^{238}U	25 ± 5	1,0 ± 0,4	23 ± 5

Tabell 14. Måleresultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i blåskjell fra stasjon B1, replikat I, II og III, B2, replikat I og B3, replikat I prøvetatt september 2015 (Bq/kg ferskvekt). Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.

Nuklide	Stasjon B1			Stasjon B2	Stasjon B3
	Repl. I	Repl. II	Repl. III	Repl. I	Repl. I
40K	41±6	35±8	49±5	49±5	49±5
228Th	0.31±0.15	0,24±0,07	0,33±0,08	0.65±0.12	0.34±0.16
230Th	0.19±0.08	0,27±0,05	0,29±0,05	0.26±0.05	0.15±0.06
232Th	0.07±0.04	0,041±0,011	0,035±0,011	0.13±0.03	≤0.05
234U	0.37±0.07	0,36±0,08	0,35±0,08	0.39±0.08	0.42±0.09
235U	0.018±0.005	0,018±0,007	0,015±0,006	0.015±0.006	0.067±0.017
238U	0.32±0.06	0,34±0,07	0,31±0,07	0.35±0.07	0.25±0.06

Tabell 15. Måleresultater fra bestemmelse av naturlig radioaktivitet i sediment fra stasjon S1, replikat I, II og III, S2, replikat I og S3, replikat I prøvetatt september 2015 (Bq/kg tørrvekt. Rapportert usikkerhet er en utvidet usikkerhet basert på en standard usikkerhet multiplisert med en dekningsfaktor på 2, som gir et dekningsnivå på tilnærmet 95 %.

Nuklide	Stasjon S1			Stasjon S2	Stasjon S3
	Repl. I	Repl. II	Repl. III	Repl. I	Repl. I
40K	460±50	460±40	580±60	157±13	530±40
228Th	50±30	31±27	40±27	35±22	40±40
230Th	50±13	51±12	41±10	68±12	35±13
232Th	27±8	24±7	27±7	16±4	≤13
234U	46±14	51±14	32±8	47±11	22±7
235U	≤5	3,2±2,3	1,5±1,2	≤1,4	≤5
238U	38±12	44±12	34±9	38±9	20±6

4 Konklusjoner og videre overvåking

4.1 Sammenligning av dagens tilstand med tidligere overvåkingsresultater

NIVA har tidligere foretatt omfattende undersøkelser av miljøforholdene i Glomfjorden (Molvær et al 1984, Molvær 1986, Holte et al 1994), som har vist sterke effekter av overgjødning i strandsonen og i fjordens overflatelag siden begynnelsen av 1980-tallet. Senest i 2011 ble det gjennomført en stor undersøkelse av den økologiske tilstanden i Glomfjorden (Pedersen et al. 2011), hvor hovedmålet var å dokumentere daværende næringsaltsituasjon og økologisk tilstand for planteplankton i de frie vannmasser og makroalger i fjæresonen.

Undersøkelser i 2014/2015 av de samme biologiske kvalitetselementene viser at Glomfjorden fremdeles er tydelig overbelastet av næringsalter. I 2015 preges fjæresonen av fattige/fraværende tangsamfunn, som er følsomme for overgjødning. Forekomsten av grønnalger virker å være noe redusert siden undersøkelser utført av NIVA på 90-tallet (Johnsen m.fl. 1994), men vi finner fortsatt ikke tangbelter med normal sonering (minimum 3-4 arter tang) på stasjonene i 2015. Tilsvarende observasjoner i 2011 ble antatt å være en sekundær effekt av eutrofiering (Pedersen m.fl. 2012). I 2011 var det et tydelig skille mellom økologisk tilstand på nordsiden og sørsiden av Glomfjorden, og både stasjon GL_H4 og stasjon GL_H6 på sørsiden av Glomfjorden ble vurdert til å ha «god» økologisk tilstand i 2011 (Pedersen m.fl. 2012). Under undersøkelsen i 2015 ble imidlertid økologisk tilstand ved stasjon GL_H4 nedgradert fra «god» til «moderat» økologisk tilstand. Økologisk tilstand ved stasjon GL_H6 har vært tilsynelatende uforandret «god» fra 80-tallet og til 2015.

Ved den ytterste stasjonen GL_H8 er økologisk tilstand redusert fra «god» tilstand i 2011 til «moderat» tilstand i 2015. I ytre del av Glomfjorden finnes det to aktive akvakulturanlegg, som i tillegg til utslipp fra Yara Glomfjord og Marine Harvest, også er en kilde til utslipp av næringsalter, som antagelig bidrar til eutrofi-effekter på de ytterste stasjonene.

Stasjon GL_H1 som ligger innenfor («oppstrøms») Yaras utslipp, og som er eneste stasjon i vannforekomst Glomfjorden – indre, virker å være relativt upåvirket av næringsaltutslippene og økologisk tilstand for makroalger har blitt vurdert til «god» ved samtlige undersøkelsestidspunkt.

Planteplankton viser «moderat» til «dårlig» økologisk tilstand i indre og midtre del av Glomfjorden i 2015, mens tilstanden er «god» i ytre del av fjorden. Sammenlignet med undersøkelser i 2011 er situasjonen omtrent uforandret. Stasjon GL_2 viste «moderat» økologisk tilstand i 2011, men nedgraderes til «dårlig økologisk tilstand» ved undersøkelser i 2015, på grunn av høy verdi for klorofyll a.

4.2 Vurdering av videre overvåking

Stasjonene for prøvetaking av planteplankton og makroalger ble lagt til samme lokaliteter som ved tidligere undersøkelser. CTD målinger og undersøkelse av siktdyp er foretatt ved lokaliteter midtfjords og på nordsiden av fjorden som har vært undersøkt tidligere, i tillegg er nye stasjoner opprettet på sørsiden av fjorden. Stasjonene som er undersøkt er valgt for å kunne påvise eventuelle effekter av forurensing nær utslippene og også for å kunne fange opp gradienter og eventuelle effekter lengre ut i fjordsystemet. Basert på resultatene fra 2015 virker stasjonsplasseringen hensiktsmessig for den videre overvåkingen. Det virker hensiktsmessig å opprettholde overvåking av kvalitetselementene planteplankton, fysisk-kjemiske kvalitetselementer samt makroalger, da disse kvalitetselementene er å anse som de mest følsomme for den aktuelle påvirkningen fra Yaras næringsaltutslipp. Det var formålstjenlig med et stort antall hydrografistasjoner for å oppnå en økt forståelse av sirkulasjonssystemet i Glomfjorden. Ved fremtidige undersøkelser anses det imidlertid tilstrekkelig å begrense CTD målinger og undersøkelse av siktdyp til stasjonene midtfjords. Resultater fra tidligere undersøkelser (se f. eks Holte et al. 1994) tyder på at oksygenforholdene i dypet er gode. Det må vurderes om det ønskes en ny dokumentasjon av oksygenforhold, evt. kan prøvetaking av bløtbunnsfauna og måling av oksygen i dypvannet vurderes.

Miljødirektoratet har signalisert at Marine Harvest vil motta krav om tiltaksrettet overvåking. Det vil da antagelig være hensiktsmessig med et samarbeid og en koordinering av fremtidig overvåking.

Forslag til frekvens for videre overvåking:

Planteplankton:	Årlig, med 2 ukers intervall i mars og april, månedlig prøvetaking resten av vekstsesongen f.o.m. mai t.o.m. september.
Fysisk-kjemiske støtteparametere:	Årlig, med 2 ukers intervall f.o.m. desember t.o.m. februar (vinterperiode) og f.o.m. juni t.o.m. august (sommerperiode).
Makroalger:	Hvert 3. år

4.3 Vurdering av mulige tiltak

Økologisk tilstand i Glomfjorden-indre og Glomfjorden-Meløyfjorden tilsier at industri og virksomhet med utslipp av næringssalter bør tilstrebe og redusere utslippene sine, for å forbedre tilstanden og oppnå miljømålet om god økologisk tilstand i vannforekomstene.

Under dagens situasjon slippes prosessvann fra Yara til Glomfjorden ut ved 3 m dyp og ved overflaten. NIVA har tidligere foretatt en vurdering på oppdrag for Yara Norge AS Glomfjord (den gang Norsk Hydro Agri Glomfjord) om man ved å flytte utslippspunkt for avløpsvann til et større dyp kan redusere gjødslingseffekter i strandsonen (Molvær 1998). Resultatene viste at det vil være hensiktsmessig med et dypere utslippspunkt enn det som benyttes i dag. Man vil kunne forvente mindre vekst av grønnalger i strandsonen og også mindre planteplankton i fjordens overflatelag. Periodevis (primært i vinterhalvåret) er det imidlertid liten vertikal sjiktning i fjorden mellom overflaten og 40 meters dyp, og i disse tidsrommene vil det være vanskelig å oppnå en god innlagring av avløpsvann. Bedre rensing av avløpsvann eller resirkulering av næringssalter fra avløpsvann er eksempler på andre tiltak bedriften bør vurdere for å begrense utslippene sine.

5 Referanser

- Direktoratsgruppa (2013). Veileder 02:2013: Klassifisering av miljøtilstand i vann: Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
- Grung, M., Ranneklev, S., Green, M., Eriksen, T. E., Pedersen, A., Lyche Solheim, A., 2013. Eksempelsamling: tiltaksorientert overvåking for industribedrifter. Miljødirektoratets rapportserie 74/2013
- Holte, B. Johnsen, T. Molvær, J. Næs, K. Pedersen, A. Stigebrandt, A. Walday, M. (1994) Undersøkelser av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord 1991 – 92. Sammendragsrapport. NIVA-rapport 910300-1994
- Holte, B. Johnsen, T. Molvær, J. Nær, K. Pedersen, A. Walday, M (1994) Undersøkelse av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord i 1991-92. Delrapport 4. Modellsimulering av effekter av endret tilførsel av ferskvann og næringsalter til Glomfjord. NIVA-rapport; 3062
- Johnsen, T. Knutzen, J. Molvær, J. Pedersen, A. Walday, M. (1994) Undersøkelse av miljøforhold i Glomfjord og Holandsfjord 1991 – 1992. Delrapport 3. Næringsalter, algebiomasse, oksygenforhold og gruntvannssamfunn i Glomfjord. NIVA-rapport; 3061
- Molvær, J. (1986) Overvåking av miljøforhold i Glomfjord 1985 NIVA rapport; 1805
- Molvær, J. (1998) Hydro Agri Glomfjord Beregning av utslippsdyp for avløpsvann. NIVA-rapport 3959
- Molvær, J. Knutzen, J. Haakstad, M. tangen, K. (1984) Basisundersøkelse i Glomfjord 1981-82. Delrapport II. Vannutskiftning, vannkvalitet, miljøgifter i organismer og organismesamfunn på grunt vann. Niva-rapport; 1605
- Molvær, J. Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J., Sørensen, J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystvann. Veiledning 97:03. Miljødirektoratets rapportserie TA 1467/1997
- NS-EN ISO 16665:2013. Vannundersøkelse. Retningslinjer for kvantitativ prøvetaking og prøvebehandling av marin bløtbunnsfauna (ISO 16665:2014)
- OSPAR 2012. JAMP [Joint Assessment and Monitoring Programme] Guidelines for Monitoring Contaminants in Biota. OSPAR Commission, ref.no. 99-02e.
- Pedersen, A. Johnsen, T. Christie, H. Gitmark, J. Lømsland, E. (2012) Undersøkelser av miljøforhold i Glomfjorden i 2011 – planteplankton, næringsalter og gruntvannssamfunn. NIVA-rapport; 6295
- Vannforskriften 2015. FOR-2006-12-15-1446, Forskrift om rammer for vannforvaltningen, www.lovdatab.no

6 Vedlegg

Vedlegg A: Analyserapporter
Vedlegg B: Fullstendige artslister
Vedlegg C: Feltrapporter

Vedlegg A.

Analyseresultater fra vannprøver tatt ved stasjon Gl_1, Gl_2, Gl_3 og Gl_4. (Fullstendige analyserapporter fra NIVALab kan oversendes hvis ønskelig).

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Klf a (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	Nitrat+nitritt (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
Gl_1	13.12.14	0.5		20	79	16		195	18
Gl_1	13.12.14	5		19	78	16		185	18
Gl_1	13.12.14	10		18	76	15		190	17
Gl_1	13.12.14	15		21	79	16		195	3
Gl_2	13.12.14	0.5		30	90	17		210	2
Gl_2	13.12.14	5		29	86	17		205	20
Gl_2	13.12.14	10		27	83	17		210	19
Gl_3	13.12.14	0.5		21	84	15		200	17
Gl_3	13.12.14	5		22	84	15		200	17
Gl_3	13.12.14	10		20	84	15		200	17
Gl_3	13.12.14	15		26	82	17		210	17
Gl_4	13.12.14	0.5		24	89	15		210	16
Gl_4	13.12.14	5		19	88	15		200	16
Gl_4	13.12.14	10		20	86	15		200	17
Gl_4	13.12.14	15		19	71	14		185	16
Gl_1	27.12.14	0.5		14	75	15		185	16
Gl_1	27.12.14	5		13	73	14		180	15
Gl_1	27.12.14	10		38	75	15		185	16
Gl_1	27.12.14	15		20	78	15		185	17
Gl_2	27.12.14	0.5		82	70	14		190	17
Gl_2	27.12.14	5		107	74	15		190	16
Gl_2	27.12.14	10		40	81	16		200	17
Gl_3	27.12.14	0.5		47	69	14		175	15
Gl_3	27.12.14	5		14	74	14		175	15
Gl_3	27.12.14	10		169	79	16		185	16
Gl_3	27.12.14	15		52	98	20		235	21
Gl_4	27.12.14	0.5		9	72	14		200	14
Gl_4	27.12.14	5		10	73	14		185	15
Gl_4	27.12.14	10		10	74	15		180	15
Gl_4	27.12.14	15		10	73	15		185	14
Gl_3	15.01.15	0.5		12	87	16		185	16
Gl_3	15.01.15	5		14	87	16		185	16
Gl_3	15.01.15	10		49	140	27		200	16
Gl_3	15.01.15	15		44	131	25		185	16
Gl_4	15.01.15	0.5		8	196	37		175	16
Gl_4	15.01.15	5		74	158	31		195	16
Gl_4	15.01.15	10		11	141	27		185	16
Gl_4	15.01.15	15		34	118	22		190	17

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Klf a ($\mu\text{g/l}$)	$\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{g/l}$)	Nitrat+nitritt ($\mu\text{g/l}$)	$\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g/l}$)	SiO_2 (mg/l)	Tot-N ($\mu\text{g/l}$)	Tot-P ($\mu\text{g/l}$)
Gl_1	16.01.15	0.5		17	90	18		205	17
Gl_1	16.01.15	5		14	90	17		230	17
Gl_1	16.01.15	10		14	92	17		225	16
Gl_1	16.01.15	15		15	94	17		220	17
Gl_2	16.01.15	0.5		14	92	17		215	17
Gl_2	16.01.15	5		21	93	17		200	18
Gl_2	16.01.15	10		13	93	17		200	18
Gl_2	16.01.15	15		14	95	17		200	16
Gl_1	28.01.15	0.5		32	112	21		370	36
Gl_1	28.01.15	5		19	97	18		300	29
Gl_1	28.01.15	10		15	94	17		290	26
Gl_1	28.01.15	15		16	96	18		265	25
Gl_2	28.01.15	0.5		108	83	16		385	37
Gl_2	28.01.15	5		71	85	16		320	29
Gl_2	28.01.15	10		55	86	16		280	25
Gl_2	28.01.15	15		33	87	17		240	21
Gl_3	28.01.15	0.5		32	92	18		235	21
Gl_3	28.01.15	5		18	106	21		205	18
Gl_3	28.01.15	10		14	89	17		190	17
Gl_4	28.01.15	0.5		10	80	16		185	16
Gl_4	28.01.15	5		10	82	16		185	16
Gl_4	28.01.15	10		11	82	16		185	17
Gl_4	28.01.15	15		13	83	17		200	18
Gl_1	14.02.15	0.5		39	150	26	216	255	26
Gl_1	14.02.15	5		30	140	24	215	240	24
Gl_1	14.02.15	10		16	120	22	209	205	24
Gl_1	14.02.15	15		15	120	21	207	210	24
Gl_2	14.02.15	0.5		47	160	27	220	270	22
Gl_2	14.02.15	5		33	140	25	214	240	29
Gl_2	14.02.15	10		22	130	22	206	250	26
Gl_2	14.02.15	15		17	120	21	204	210	24
Gl_3	14.02.15	0.5		63	170	29	229	295	22
Gl_3	14.02.15	5		47	150	27	224	290	29
Gl_3	14.02.15	10		25	130	23	211	260	28
Gl_3	14.02.15	15		17	120	22	209	250	22
Gl_4	14.02.15	0.5		27	130	24	220	250	26
Gl_4	14.02.15	5		26	130	24	220	220	24
Gl_4	14.02.15	10		23	125	23	215	215	24
Gl_4	14.02.15	15		14	130	20	217	195	21
Gl_1	26.02.15	0.5		18	110	22	224	230	21
Gl_1	26.02.15	5		20	130	21	223	220	22

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Klf a (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	Nitrat+nitritt (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
Gl_1	26.02.15	10		19	130	21	229	220	22
Gl_1	26.02.15	15		14	130	21	227	225	21
Gl_2	26.02.15	0.5		20	140	22	226	225	22
Gl_2	26.02.15	5		19	140	22	224	230	21
Gl_2	26.02.15	10		18	140	21	225	225	21
Gl_2	26.02.15	15		19	140	22	224	230	23
Gl_3	26.02.15	0.5		< 5	5	22	< 25	255	23
Gl_3	26.02.15	5		38	150	22	225	275	23
Gl_3	26.02.15	10		37	150	22	224	270	23
Gl_3	26.02.15	15		35	140	22	219	250	23
Gl_4	26.02.15	0.5		19	120	19	227	225	21
Gl_4	26.02.15	5		22	125	20	229	210	21
Gl_4	26.02.15	10		23	125	21	220	215	22
Gl_4	26.02.15	15		15	120	19	222	295	200
Gl_1	14.03.15	5	0.39	55	140	26	146	320	28
Gl_2	14.03.15	5	0.48	42	130	24	145	290	28
Gl_3	14.03.15	5	0.44	31	120	23	137	290	26
Gl_4	14.03.15	5	0.27	18	100	21	143	235	24
Gl_1	28.03.15	5		10	80	19	111	220	24
Gl_2	28.03.15	5		35	120	24	152	330	26
Gl_3	28.03.15	5	1.7	13	87	19	113	285	26
Gl_4	28.03.15	5	1.8	14	91	19	108	380	27
Gl_1	11.04.15	5	7.1	< 5	26	9	< 25	360	32
Gl_2	11.04.15	5	11	13	28	9	< 25	330	32
Gl_3	11.04.15	5	9	9	26	6	< 25	275	23
Gl_4	11.04.15	5	3.4	7	12	6	< 25	285	23
Gl_1	25.04.15	5	2.5	9	3	5	< 25	365	15
Gl_2	25.04.15	5	2.1	7	3	4	< 25	205	14
Gl_3	25.04.15	5	2.1	13	5	5	< 25	265	16
Gl_4	25.04.15	5	1.4	7	2	4	< 25	230	14
Gl_1	09.05.15	5	2.9	8	< 1	2	47	235	17
Gl_2	09.05.15	5	3.6	11	< 1	2	72	350	75
Gl_3	09.05.15	5	2.7	24	18	5	80	105	10
Gl_4	09.05.15	5	1.6	42	23	33	86	140	9
Gl_1	06.06.15	0.5		9	10	2	93	129	7
Gl_1	06.06.15	5	2.7	7	< 1	3	70	132	8
Gl_1	06.06.15	10		11	7	2	49	147	10
Gl_1	06.06.15	15		8	2	2	37	121	9
Gl_2	06.06.15	0.5		9	3	4	67	136	9
Gl_2	06.06.15	5	3.1	7	< 1	3	80	130	9
Gl_2	06.06.15	10		11	4	4	46	131	10

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Klf a (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	Nitrat+nitritt (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
Gl_2	06.06.15	15		9	2	2	32	121	9
Gl_3	06.06.15	0.5		9	5	4	63	155	12
Gl_3	06.06.15	5	2.7	8	< 1	2	35	155	8
Gl_3	06.06.15	10		7	< 1	2	34	120	9
Gl_3	06.06.15	15		8	< 1	2	32	141	9
Gl_4	06.06.15	0.5		8	< 1	2	73	118	8
Gl_4	06.06.15	5	1.7	8	< 1	2	38	133	8
Gl_4	06.06.15	10		9	2	2	37	130	10
Gl_4	06.06.15	15		6	1	2	34	124	9
Gl_1	19.06.15	0.5		31	53	2	170	225	9
Gl_1	19.06.15	5		9	1	2	45	109	7
Gl_1	19.06.15	10		13	< 1	2	48	116	8
Gl_1	19.06.15	15		14	< 1	4	54	101	11
Gl_2	19.06.15	0.5		105	100	1	82	375	24
Gl_2	19.06.15	5		11	< 1	2	43	119	10
Gl_2	19.06.15	10		11	< 1	2	43	117	10
Gl_2	19.06.15	15		11	< 1	2	42	103	8
Gl_3	19.06.15	0.5		17	36	2	57	190	11
Gl_3	19.06.15	5		9	2	1	32	141	7
Gl_3	19.06.15	10		10	2	2	30	114	7
Gl_3	19.06.15	15		13	6	5	75	132	11
Gl_4	19.06.15	0.5		15	17	1	71	160	8
Gl_4	19.06.15	5		11	< 1	2	45	127	9
Gl_4	19.06.15	10		11	< 1	2	36	114	6
Gl_4	19.06.15	15		16	2	4	52	170	10
Gl_1	04.07.15	0.5		21	15	5	249	220	2
Gl_1	04.07.15	5	5.9	23	2	4	72	195	9
Gl_1	04.07.15	10		18	6	3	57	140	10
Gl_1	04.07.15	15		17	5	3	54	134	2
Gl_2	04.07.15	0.5		35	31	6	203	280	2
Gl_2	04.07.15	5	7.2	18	5	4	69	195	6
Gl_2	04.07.15	10		15	2	3	56	134	9
Gl_2	04.07.15	15		12	< 1	3	53	128	9
Gl_3	04.07.15	0.5		24	12	6	166	245	21
Gl_3	04.07.15	5	5.7	17	< 1	4	54	170	14
Gl_3	04.07.15	10		12	< 1	3	57	127	10
Gl_3	04.07.15	15		8	< 1	2	52	120	9
Gl_4	04.07.15	0.5		17	< 1	6	86	220	22
Gl_4	04.07.15	5	2.7	8	< 1	3	56	132	10
Gl_4	04.07.15	10		10	< 1	3	54	265	9
Gl_4	04.07.15	15		11	< 1	3	50	126	9

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Klf a (µg/l)	NH ₄ -N (µg/l)	Nitrat+nitritt (µg/l)	PO ₄ -P (µg/l)	SiO ₂ (mg/l)	Tot-N (µg/l)	Tot-P (µg/l)
Gl_1	14.07.15	0.5		57	44	14	256	220	24
Gl_1	14.07.15	5		14	< 1	4	85	143	16
Gl_1	14.07.15	10		60	39	21	103	230	34
Gl_1	14.07.15	15		25	36	9	105	160	15
Gl_2	14.07.15	0.5		129	72	29	256	295	38
Gl_2	14.07.15	5		33	11	11	91	190	25
Gl_2	14.07.15	10		29	30	13	110	210	27
Gl_2	14.07.15	15		115	76	48	158	290	55
Gl_3	14.07.15	0.5		57	68	26	137	310	44
Gl_3	14.07.15	5		11	4	3	80	130	11
Gl_3	14.07.15	10		19	14	4	89	135	11
Gl_3	14.07.15	15		16	11	6	107	121	13
Gl_4	14.07.15	0.5		79	79	33	143	335	51
Gl_4	14.07.15	5		10	< 1	3	82	131	12
Gl_4	14.07.15	10		12	< 1	3	87	140	13
Gl_4	14.07.15	15		10	< 1	6	107	128	15
Gl_1	07.08.15	0.5		15	17	3	173	155	13
Gl_1	07.08.15	5		27	15	6	121	175	17
Gl_1	07.08.15	10		30	16	9	124	160	18
Gl_1	07.08.15	15		38	28	14	131	185	21
Gl_2	07.08.15	0.5		16	14	4	129	185	15
Gl_2	07.08.15	5		25	22	5	97	215	17
Gl_2	07.08.15	10		20	16	5	109	175	17
Gl_2	07.08.15	15		35	24	13	125	165	21
Gl_3	07.08.15	0.5		48	31	10	116	260	30
Gl_3	07.08.15	5		7	3	3	127	150	14
Gl_3	07.08.15	10		31	16	8	120	160	17
Gl_3	07.08.15	15		32	23	12	128	185	20
Gl_4	07.08.15	0.5		9	12	4	118	155	15
Gl_4	07.08.15	5		8	12	3	96	145	15
Gl_4	07.08.15	10		6	13	4	125	134	14
Gl_4	07.08.15	15		15	12	8	136	129	17
Gl_2	22.08.15	5	1.6						
Gl_3	22.08.15	5	2						
Gl_4	22.08.15	5	0.85						
Gl_1	27.08.15	0.5		5	2	2	52	144	9
Gl_1	27.08.15	5	1.2	< 5	< 1	3	34	137	12
Gl_1	27.08.15	10		13	3	10	41	131	24
Gl_1	27.08.15	15		41	20	11	< 25	175	18
Gl_2	27.08.15	0.5		23	22	2	66	185	11
Gl_2	27.08.15	5		< 5	6	2	45	129	10

Stasjon	Dato	Dyp (m)	Klf a ($\mu\text{g/l}$)	$\text{NH}_4\text{-N}$ ($\mu\text{g/l}$)	Nitrat+nitritt ($\mu\text{g/l}$)	$\text{PO}_4\text{-P}$ ($\mu\text{g/l}$)	SiO_2 (mg/l)	Tot-N ($\mu\text{g/l}$)	Tot-P ($\mu\text{g/l}$)
Gl_2	27.08.15	10		10	24	3	36	175	14
Gl_2	27.08.15	15		42	24	10	35	185	17
Gl_3	27.08.15	0.5		33	40	3	102	235	14
Gl_3	27.08.15	5		< 5	5	3	75	150	12
Gl_3	27.08.15	10		< 5	10	2	74	135	12
Gl_3	27.08.15	15		16	19	6	64	160	15
Gl_4	27.08.15	0.5		43	34	3	74	225	13
Gl_4	27.08.15	5		< 5	10	3	58	117	11
Gl_4	27.08.15	10		< 5	12	3	28	110	12
Gl_4	27.08.15	15		< 5	11	4	81	119	17
Gl_1	01.09.15	5	1.9	17	16	6	98	165	14
Gl_2	01.09.15	5	2.2	13	13	5	94	170	13
Gl_3	01.09.15	5	2	22	25	6	97	180	16
Gl_4	01.09.15	5	2.2	8	3	4	92	145	13

Vedlegg B.

Artsliste for dyr og alger i fjæresonen fra makroalgestasjoner undersøkt i 2015.

Mengdeangivelse:

1=enkeltfunn, 2=spredt forekomst, 3=frekvent forekomst, 4=vanlig forekomst, 5=betydelig forekomst, 6=dominerende forekomst

Artsnavn	GL_H1	GL_H2	GL_H3	GL_H4	GL_H5	GL_H6	GL_H7	GL_H8
DYR								
<i>Acmaea</i> sp.	2		3	2		2	3	
<i>Actinia equina</i>							2	
<i>Alcyonidium hirsutum</i>	2					2		
<i>Alcyonidium parasiticum</i>						2		
<i>Balanus balanoides</i>	6	4	6		6	5	6	6
<i>Balanus</i> sp.	5	2	4		4	3	5	5
<i>Campanularia johnstoni</i>			2					
<i>Carcinus maenas</i>								
<i>Echinus esculentus</i>			2	2		2	2	
<i>Electra pilosa</i>	2		2	2	2	2		
<i>Gibbula cineraria</i>				2		2	3	2
<i>Hiatella arctica</i>								2
Invertebrate egg mass: band	2							
<i>Laomedea geniculata</i>			2	2	2			
<i>Littorina littorea</i>	3	3	3	3	3	3	3	3
<i>Littorina obtusata</i>			2			2		2
<i>Littorina saxatilis</i>	3	2	3	3	3		2	2
<i>Littorina</i> sp.					3	3		
<i>Membranipora membranacea</i>					2			
<i>Modiolus modiolus</i>							2	2
<i>Mytilus edulis</i>		4	5		6	6	5	6
<i>Mytilus edulis</i>	3		3	3	5	3	5	5
<i>Nucella lapillus</i>		3	3	3	3	3	3	3
<i>Nucella lapillus</i> : eggmass							2	2
<i>Facelina bostoniensis</i>			1					
<i>Patella</i> sp.	3	4		3	3	3	3	3
<i>Pomatoceros triqueter</i>		2	3	4	3	6	4	3
<i>Spirorbis borealis</i>	2					2	4	2
<i>Strongylocentrotus droebachiensis</i>				3		3	3	
<i>Urticina felina</i>								2

Artsnavn	GL_H1	GL_H2	GL_H3	GL_H4	GL_H5	GL_H6	GL_H7	GL_H8
RØDALGER								
Bangiales indet. - bladformet		2						
Chondrus crispus		2		2	2	2	2	2
Corallina officinalis							2	2
Dumontia contorta	2						2	
Hildenbrandia rubra	4	4	4	2	4		3	2
Mastocarpus stellata	5		4					
Membranoptera alata					1			
Palmaria palmata					2		2	
Polysiphonia brodiei							2	
Polysiphonia stricta	2				2		2	
Porphyra linearis								2
Porphyra purpurea	3		2		3			
Rhodomela confervoides	2							
Rød skorpeformet kalkalge		2		2		2	2	3
Vertebrata lanosa				2				
BRUNALGER								
Alaria esculenta	2							2
Ascophyllum nodosum	2			2	1	3		
Brun skorpeformet alge - mørk								1
Chorda filum								1
Chordaria flagelliformis	2		2		2			2
Desmarestia viridis					2			2
Dictyosiphon foeniculaceus			2					
Ectocarpus fasciculatus		2			2			
Ectocarpus siliculosus								3
Elachista fucicola	2			2	2	2		2
Fucus serratus	4				3	2		1
Fucus sp.					1			1
Fucus spiralis	2				2	2		
Laminaria hyperborea					2			
Laminaria sp.	2							
Leathesia difformis								2
Pelvetia canaliculata						2		
Pylaiella littoralis	3							
Scytosiphon lomentaria								2

Artsnavn	GL_H1	GL_H2	GL_H3	GL_H4	GL_H5	GL_H6	GL_H7	GL_H8
GRØNNALGER								
<i>Acrosiphonia arcta</i>	4				2			3
<i>Blidingia minima</i>	2		2		2			2
<i>Cladophora albida</i>			2	2				
<i>Cladophora rupestris</i>		2		2		2	2	2
<i>Cladophora sericea</i>		2					2	2
<i>Prasiola stipitata</i>	2	5	2		2			
<i>Rhizoclonium riparium</i>		2	2		2		2	
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>					2			2
<i>Ulva compressa</i>					2		2	
<i>Ulva flexuosa</i>			2					
<i>Ulva intestinalis</i>				2				
<i>Ulva lactuca</i>	4		2		2			
<i>Ulva linza</i>					2			
<i>Ulva prolifera</i>			2					
<i>Ulva</i> sp.								2

Vedlegg C.

Feltrapper:

- Feltrappert Glomfjorden desember 2014 – februar 2015. Prøvetaking av næringssalter, hydrografi og secchi. Argus Miljø as
- Feltrappert Glomfjorden mars 2015 – august 2015. Prøvetaking av næringssalter, hydrografi, secchi og grabbprøver på siste tur. Argus Miljø as

**Feltrapport Glomfjorden desember
2014 – februar 2015
Prøvetakning av næringsalter,
hydrografi og secchi.
Prosjektnummer 14380**

Argus-rapport nr. 312-04-15



Argus Miljø as

Bodø

REFERANSESIDE

Tittel Feltrapport Glomfjorden desember 2014 – februar 2015	Offentlig tilgjengelig:	Argus-rapport nr.: 312-04-15
	Antall sider: 8	Dato: 07.04.15
Forfatter: Morten Krogstad	Prosjektansvarlig (sign.) Morten Krogstad	
	Oppdragsgiver: NIVA	
Sammendrag:		

Forord

Feltarbeidet er gjennomført på oppdrag fra NIVA v/Camilla With Fagervik, og er utført regelmessig ca hver 14 dag i perioden desember 2014 – februar 2015. Rapporten er skrevet av Morten Krogstad og feltarbeidet er utført av Argus Miljø AS. Argus stilte med 2 mann og egen båt, «Lophelia» 21 fot Quicksilver.

Bodø, den 7. april 2015

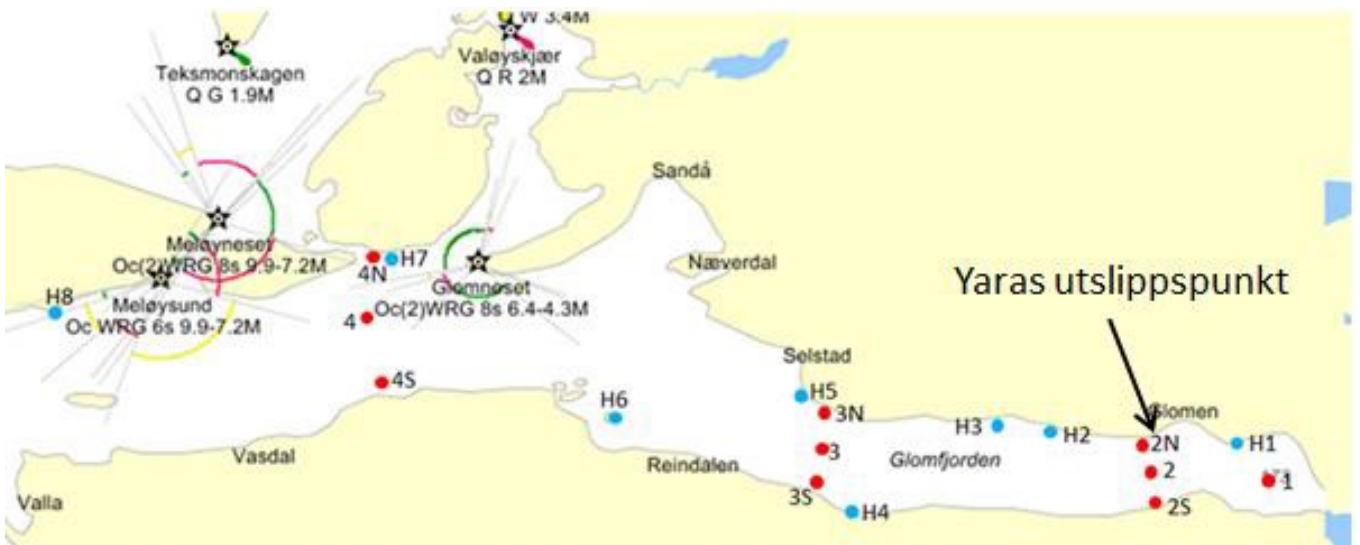
Morten Krogstad

Argus Miljø AS

Innhold

1	OMRÅDE	5
2	PROSEDYRE.....	5
2.1	Feltarbeid.....	6
3	RESULTATER	7

1 Område



Figur nr. 1. Oversikt over prøvestasjoner, mottatt fra oppdragsgiver.

2 Prosedyre

Generelt

1. Notert hver dag dato og klokkeslett ved alle stasjonene samt værdata.
2. Notert om det er fjærende eller fløende sjø ved innsamlingsstart.

Hydrografi/secchi.

Kjøring av profilerende STD-sonde (SAIV SD204 med turbiditet) på samtlige stasjoner. STD-sonden må startes og stoppes for hver måling (jfr. Veiledning for bruk av STD-sonde).

På stasjonene **GL 1, GL2N, GL2, GL2S, GL3N, GL3, GL3S, GL4N, GL4 og GL4S** er det tatt ctd til maks 100 m, samt secchidyp + farge.

Næringssalter

Prøver for analyse av næringssalter er fylt på følgende flasketyper:

- 100 ml brun medisinflaske – totalt nitrogen
- 100 ml plastflaske – totalt fosfor +

For stasjonene **1, 2, 3, 4** (altså de midtre stasjonene) er det tatt prøver fra følgende dyp:

0,5, 5 ,10 og 15 m.

Følgende prosedyre er fulgt:

Fosforprøver lagres på plastflasker, nitrogenprøver lagres på glassflasker.

Til hvert tokt merkes flasker for næringssalter, påsettes merkelapper og merkes med:

Prosjektnummer (14380)

Dato

Stasjonsnummer

Dyp

Måle parameter

1. Senk vannhenteren til aktuelt dyp.
2. Slipp loddet.
3. Hiv opp vannhenteren når du kjenner at den løses ut.
4. Tapp vannet fra vannhenteren og fyll brun glassflaske og plastflaske opp til 100 ml merkene.
5. Husk hansker og beskyttelsesbriller ved fiksering med syre.
6. Tilsett 1 ml 4M H₂SO₄ til hver av flaskene. Bruk 1 ml sprøyte.
7. Skru korkene godt igjen og vend hver flaske 3-4 ganger.
8. Gjenta pkt 1-4 for hver enkelt stasjon.
9. Alle flasker skal oppbevares mørkt og kjølig i en kjølebagg.
10. Ved retur til Bodø lagres prøvene mørkt og kjølig.

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet er utført med ”Lophelia”, Argus Miljø sin feltbåt.

Tabell nr. 3. Kartkoordinater for plassering av stasjoner.

	Nord	Øst
Grabbstasjoner		
GL1	66.80056	13.97467
GL2N	66.80729	13.93010
GL2N	66.80208	13.93010
GL2S	66.79769	13.93014
GL3N	66.81421	13.79736
GL3N	66.80756	13.79576
GL3S	66.80079	13.79507
GL4N	66.83337	13.63206
GL4	66.82218	13.63292
GL4S	66.81441	13.63389

3 Resultater

Stasjonsrekkefølge (Bruk denne ved CTD analyse):

		Dato		Dato		Dato		Dato		Dato		Dato
Stasjoner		13.12.14		27.12.14		15.01.15		28.01.15		14.02.15		26.02.15
GL1	1	9:30	10	13:40	7	10:50(16/1)	1	11:54	1	10:00	1	9:50
GL2N	2	10:15	7	12:50	8	11:55(16/1)	4	12:35	4	10:30	2	10:15
GL2	3	10:30	8	13:00	9	11:30(16/1)	3	12:18	3	10:44	3	10:30
GL2S	4	11:01?	9	13:20	10	11:20(16/1)	2	12:10	2	10:30	4	10:40
GL3N	9	13:00	6	12:25	6	14:12	7	13:22	7	11:45	7	11:30
GL3	5	11:19	5	12:10	5	13:58	6	13:10	6	11:32	6	11:15
GL3S	10	13:11	4	12:00	4	13:33	5	12:46	5	11:15	5	11:00
GL4N	8	12:37	1	10:45	3	12:59	10	14:03	10	12:40	10	12:25
GL4	6	11:53	2	11:05	2	12:27	9	13:45	9	12:50	9	12:10
GL4S	7	12:20	3	11:37	1	11:59	8	13:40	8	12:05	8	11:50

Secchidyp meter						
	Dato					
Stasjoner	13.12.14	27.12.14	15.01.15 16.01.15	28.01.15	14.02.15	26.02.15
GL1	18.00	18.50	18.00	20.00	20.00	20.00
GL2N	19.50	19.50	20.00	20.00	15.00*	18.00
GL2	16.50	19.00	18.00	19.00	18.00	20.00
GL2S	17.50	17.50	20.00	20.00	18.00	19.00
GL3N	18.50	19.50	15.00	20.00	14.00	20.00
GL3	17.00	22.00	15.00	22.00	10.00	18.00
GL3S	18.50	20.50	15.00	20.00	17.00	19.00
GL4N	18.50	21.00	15.00	21.00	11.00	19.00
GL4	17.00	18.00	16.00	21.00	18.00	18.00
GL4S	19.00	19.00	18.00	22.00	16.00	19.00

* Mye oljesøl i overflaten.

Farge						
	Dato					
Stasjoner	13.12.14	27.12.14	15.01.15 16.01.15	28.01.15	14.02.15	26.02.15
GL1	Blå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Blågrønn
GL2N	Grønnblå	Blå	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Dårlig vær
GL2	Grønnblå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Dårlig vær
GL2S	Blå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå
GL3N	Blå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå
GL3	Grønnblå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønn	Grønnblå
GL3S	Blågrønn	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Blågrønn
GL4N	Blågrønn	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Blågrønn
GL4	Grønnblå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Blågrønn
GL4S	Grønnblå	Blågrønn	Grønnblå	Grønnblå	Grønnblå	Blågrønn

Værdata							
	Dato						
	13.12.14	27.12.14	15.01.15	16.01.15	28.01.15	14.02.15	26.02.15
Vind retn.	Ø	SØ	Ø	Ø		Ø	Ø
Vind hast.* m/sek	1-6	1-4	4-10	3	0	0-8	5-15
Weather	Lite vind	Lite vind	Endel vind og sjø	Mindre vind og sjø	Lite vind	Noe vind	Mye vind 15 m i kastene
Sky	40% skyer	40% skyer	Klart	100 % skyer	Klart	50% skyer	100 % skyer
Seastate	Rolig	Noe	Mye sjø	Noe	Rolig	Rolig	Mye sjø
Ice	-	-	-	-	-	-	-
Flo	16:37	16:06	07:30	08:42	06:22	07:49	05:47
Fjære	10:18	10:00	13:50	15:03	12:56	14:24	12:27

* Antatt hastighet

CTD data i sd200 format og excelfiler legges ved som vedleggsfiler.

**Feltrapport Glomfjorden mars 2015 –
august 2015**
**Prøvetakning av næringssalter,
hydrografi, secchi og grabbprøver på
siste tur.**
Prosjektnummer 14380

Argus-rapport nr. 323-09-15

REFERANSESIDE

Tittel Feltrapport Glomfjorden mars 2015 – august 2015	Offentlig tilgjengelig:	Argus-rapport nr.: 323-09-15
	Antall sider: 10	Dato: 10.09.15
Forfatter: Morten Krogstad	Prosjektansvarlig (sign.) Morten Krogstad	
	Oppdragsgiver: NIVA	
Sammendrag:		

Forord

Feltarbeidet er gjennomført på oppdrag fra NIVA v/Camilla With Fagervik, og er utført regelmessig ca hver 14 dag i perioden mars 2015 – august 2015. Rapporten er skrevet av Morten Krogstad og feltarbeidet er utført av Argus Miljø AS. Argus stilte med 2 mann på hver tur og egen båt, «Lophelia» 21 fot Quicksilver.

Bodø, den 9. september 2015

Morten Krogstad

Argus Miljø AS

Innhold

1	OMRÅDE	5
2	PROSEDYRE.....	5
2.1	Feltarbeid.....	7
3	RESULTATER	7

1 Område



Figur nr. 1. Oversikt over prøvestasjoner, mottatt fra oppdragsgiver.

2 Prosedyre

Generelt

1. Notert hver dag dato og klokkeslett ved alle stasjonene samt værdata.
2. Notert om det er fjærende eller fløende sjø ved innsamlingsstart.

Hydrografi/secchi.

Kjøring av profilerende STD-sonde (SAIV SD204 med turbiditet) på samtlige stasjoner. STD-sonden må startes og stoppes for hver måling (jfr. Veiledning for bruk av STD-sonde).

På stasjonene **GL 1, GL2N, GL2, GL2S, GL3N, GL3, GL3S, GL4N, GL4 og GL4S** er det tatt ctd til maks 100 m, samt secchidyp + farge.

Næringssalter

Prøver for analyse av næringssalter er fylt på følgende flasketyper:

- 100 ml brun medisinflaske – totalt nitrogen
- 100 ml plastflaske – totalt fosfor +

For stasjonene **1, 2, 3, 4** (altså de midtre stasjonene) er det tatt prøver fra følgende dyp:

0,5, 5, 10 og 15 m.

Grabbstasjoner

Grabbstasjonene ble tatt 22/8 2015 med en 0,025m² Van Veen grabb og det ble hentet opp sediment fra 3 grabber på hver stasjon. Prøvene ble lagret på glass, ufiksert. Stasjon Y1 og Y2 ble tatt i nærheten av utslippet fra fabrikk, mens YK (kontrollstasjonen) ble tatt lenger vest i fjorden.

Følgende prosedyre er fulgt:

Fosforprøver lagres på plastflasker, nitrogenprøver lagres på glassflasker.

Til hvert tokt merkes flasker for næringsalter, påsettes merkelapper og merkes med:

Prosjektnummer (14380)

Dato

Stasjonsnummer

Dyp

Måle parameter

- 1. Senk vannhenteren til aktuelt dyp.**
- 2. Slipp loddet.**
- 3. Hiv opp vannhenteren når du kjenner at den løses ut.**
- 4. Tapp vannet fra vannhenteren og fyll brun glassflaske og plastflaske opp til 100 ml merkene.**
- 5. Husk hansker og beskyttelsesbriller ved fiksering med syre.**
- 6. Tilsett 1 ml 4M H₂SO₄ til hver av flaskene. Bruk 1 ml sprøyte.**
- 7. Skru korkene godt igjen og vend hver flaske 3-4 ganger.**
- 8. Gjenta pkt 1-4 for hver enkelt stasjon.**
- 9. Alle flasker skal oppbevares mørkt og kjølig i en kjølebagg.**
- 10. Ved retur til Bodø lagres prøvene mørkt og kjølig.**

2.1 Feltarbeid

Feltarbeidet er utført med ”Lophelia”, Argus Miljø sin feltbåt.

Kartkoordinater for plassering av ordinære stasjoner og grabbstasjonene som ble brukt siste turen i august.

	Nord	Øst
Stasjoner		
GL1	66.80056	13.97467
GL2N	66.80729	13.93010
GL2N	66.80208	13.93010
GL2S	66.79769	13.93014
GL3N	66.81421	13.79736
GL3N	66.80756	13.79576
GL3S	66.80079	13.79507
GL4N	66.83337	13.63206
GL4	66.82218	13.63292
GL4S	66.81441	13.63389
GRABB-STASJONER		
Y1 (30 meter)	66.81002	13.94060
Y2 (70 meter)	66.80699	13.93695
YK (46 meter)	66.80913	13.84533

3 Resultater

Stasjons/serie rekkefølge (Bruk denne ved CTD analyse): **NB Lokal tid !**

		Dato		Dato		Dato		Dato		Dato		Dato
Stasjoner		14.03.15		28.03.15		11.04.15		25.04.15		9.05.15		6.6.15
GL1	1	9:45	10	12:10	1	9:40	1	07:40	10	11:40	10	11:58
GL2N	4	10:35	7	11:05	2	9:55	2	07:45	7	11:00	9	10:52
GL2	3	10:25	8	11:15	3	10:05	3	07:55	8	11:10	8	10:40
GL2S	2	10:20	9	11:30	4	10:15	4	08:03	9	11:25	7	10:30
GL3N	7	10:50	6	10:50	7	10:55	7	08:40	4	10:20	4	9:20
GL3	5	11:00	5	10:45	6	10:45	6	08:27	5	10:30	5	9:35
GL3S	6	11:10	4	10:30	5	10:30	5	08:20	6	10:40	6	10:13
GL4N	10	11:55	1	9:50	10	11:45	8	08:55	1	9:35	1	7:55
GL4	9	11:40	2	10:05	9	11:35	9	09:08	2	9:50	2	8:30
GL4S	8	11:30	3	10:15	8	11:15	10	09:20	3	10:00	3	9:00

		Dato		Dato		Dato		Dato		Dato		Dato
Stasjoner		19.6.15		4.7.15		7.8.15		22.8.15				
GL1	10	11:35	10	14:25	1	11:40	1	08:00				
GL2N	7	11:00	7	13:45	4	12:27	2	09:41				
GL2	8	11:10	8	13:50	3	12:14	3	09:50				
GL2S	9	11:20	9	14:05	2	12:00	4	10:02				
GL3N	4	10:10	4	13:00	5	12:54	5	10:55				
GL3	5	10:25	5	13:10	6	13:10	6	11:10				
GL3S	6	10:35	6	13:20	7	13:18	7	11:15				
GL4N	1	9:24	1	12:14	8	13:42	10	12:27				
GL4	2	9:35	2	12:30	9	13:57	9	12:19				
GL4S	3	9:50	3	12:40	10	14:00	8	12:08				

Secchidyp meter						
	Dato					
Stasjoner	14.03.15	28.03.15	11.04.15	25.04.15	19.05.15	6.6.15
GL1	14,5	12,5	4	8	7	8
GL2N	15,5	15,5	4,5	8,5	6,5	8
GL2	15	18,5	4	7,5	6,5	7,5
GL2S	15	10,5	3,5	9	7	7
GL3N	17	12,5	5	6,5	7,5	7
GL3	16	10,5	5	5,5	7	8
GL3S	15,5	10	4,5	7	7	7,5
GL4N	16	11	5,5	6,5	9	7,5
GL4	18	11,5	5	6,5	9	8
GL4S	15	11,5	5,5	9,5	8,5	10,5

Secchidyp meter						
	Dato					
Stasjoner	19.6.15	4.7.15	7.8.15	22.8.15		
GL1	10	2,5	4,5	5		
GL2N	9,5	2,5	4,5	6		
GL2	9	2,5	3,5	6		
GL2S	10	2,5	3,5	6,5		
GL3N	11,5	2	3	5		
GL3	11	3	3	6		
GL3S	12,5	2,5	4,5	8		
GL4N	11,5	2,5	2,5	7		
GL4	12	3,5	3	9		
GL4S	12	4,5	5	10		

Farge						
	Dato					
Stasjoner	14.03.15	28.03.15	11.04.15	25.04.15	9.05.15	6.6.15
GL1	Grønnblå	Blågrønn	Brun	Hvitgrønn	Grønnhvit	Grønnbrun
GL2N	Grønnblå	Blålig	Gulbrun	Gulgrønn	Grønnhvit	Grønn gul
GL2	Grønnblå	Blålig	Gulbrun	Hvitgrønn	Grønnhvit	Grønnbrun
GL2S	Grønnblå	Brunhvit	Gulbrun	Hvitgrønn	Grønnhvit	Grønn gul
GL3N	Blågrønn	Blågrønn	Gulbrun	Brunhvit	Blågrønn	Gulbrun
GL3	Grønnblå	Blågrønn	Gulbrun	Grønn	Grønn	Brungrønn
GL3S	Grønnblå	Blågrønn	Gulbrun	Brungrønn	Grønnhvit	Brungrønn
GL4N	Blågrønn	Blågrønn	Gulbrun	Gulhvit	Grønn	Grønn gul
GL4	Blågrønn	Blågrønn	Gulbrun	Gulgrå	Grønn	Grønnbrun
GL4S	Blågrønn	Blågrønn	Gulbrun	Grønnhvit	Blågrønn	Grønnbrun

Farge						
	Dato					
Stasjoner	19.6.15	4.7.15	7.8.15	22.8.15		
GL1	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit (matt)	Grønn		
GL2N	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL2	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL2S	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL3N	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL3	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL3S	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL4N	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL4	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		
GL4S	Grønnhvit	Brunhvit	Grønnhvit	Grønn		

Blågrønn tilsvarer grønn med blålig skjær. Grønnblå (turkis) tilsvarer blå med grønnlig skjær osv.

Vær og tidevanns- data							
	Dato						
	14.03.15	28.03.15	11.04.15	25.04.15	9.05.15	6.6.15	19.6.15
Vind retn.	SV	SØ	Ø	Ø	SV	Ø	Ø
Vind hast.* m/sek	2-5	1-6	1-3	4-10	5-8	0-3	1-2
Weather	Lite vind	Noe vind	Lite vind	Noe vind	Noe vind/regn	Disig	Delv. skyet
Sky	100% skyer	50% skyer	10% skyer	0% skyer	100% skyer	-	50% skyer
Seastate							
Ice	-	-	-	-	-	-	-
Flo (lokal tid)	05:46	06:21	05:21	05:43	04:19	03:22	02:46
Fjære	12:25	13:20	11:51	12:27	10:46	09:50	09:11

* Antatt hastighet

Vær og tidevanns- data							
	Dato						
	4.7.15	7.8.15	22.8.15				
Vind retn.	SV	Ø	Ø				
Vind hast.* m/sek	2-6	0-3	1-8				
Weather							
Sky	80% skyer	40% skyer	0% skyer				
Seastate							
Ice							
Flo (lokal tid)	14:52	06:06	05:31				
Fjære	08:52	12:50	11:56				

* Antatt hastighet

CTD data i sd200 format og Excel filer legges ved som vedleggs filer.

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 • post@niva.no