



RF – Rogalandsforskning. <http://www.rf.no>

Øyvind F. Tvedten og Åge Molversmyr
Miljøforholdene i Førresfjord 2001-02

Rapport RF – 2002/298

Prosjektnummer: 7151640
Prosjektets tittel: Resipientundersøkelse i Førresfjorden for
Karmøy og Tysvær kommune
Kvalitetssikrer: Veslemøy Eriksen
Oppdragsgiver(e): Karmøy og Tysvær kommune
ISBN: 82-490-0216-4

Forord

Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra Tysvær og Karmøy kommune. Rapporten skal blant annet brukes som en del av dokumentasjonen i forbindelse med kommunenes bruk av resipienten for kommunalt avløpsvann. Jon Gunnar Vikingstad fra Tysvær kommune og Johannes Thaule og Elin Olsgard fra Karmøy har vært kontaktpersoner i forbindelse med oppdraget.

Feltarbeidet ble hovedsakelig utført av Øyvind F. Tvedten, samt Veslemøy Eriksen og Stig Westerlund fra RF. I tillegg var Erik Bakkevik, kaptein på M/S Risøygutt, med på bunnprøveinnsamlingen sammen med Elin Olsgard og Jon Gunnar Vikingstad.

Alle involverte fra kommunenes side, takkes for godt samarbeid.

Odd Ketil Andersen (RF) har vært kvalitetssikrer på prosjektforslaget som undersøkelsen bygger på. Veslemøy Eriksen har vært kvalitetssikrer på rapporten, hvor Åge Mølversmyr har hatt ansvaret for tilførselsberegninger og Øyvind Tvedten har skrevet om resultatene.

Vi ønsker også å takke RF-Miljølab for analyser.

Stavanger, 1. desember 2002

Øyvind F. Tvedten, prosjektleder

Innhold

| | |
|---|-----|
| Sammendrag og konklusjon | iii |
| 1 INNLEDNING | 1 |
| 2 MATERIALE OG METODER | 2 |
| 2.1 Områdebeskrivelse | 2 |
| 2.2 Utslipp til Førresfjord | 2 |
| 2.3 Innsamlingsprogram og metoder | 5 |
| 2.3.1 Bakgrunn og valg av prøveparametre og stasjoner | 5 |
| 2.3.2 Sjøvannsprøver | 6 |
| 2.3.3 Bunnprøver | 7 |
| 2.3.4 Tilførselsberegninger | 8 |
| 2.4 Analyser | 9 |
| 2.4.1 Vann | 9 |
| 2.4.2 Sediment | 9 |
| Partikkelstørrelse og organisk innhold (glødetap) | 9 |
| 2.4.2.1 Bunnfauna | 10 |
| Mål på diversitet | 10 |
| Multivariate metoder | 11 |
| 2.5 Databehandling | 13 |
| 2.6 STFs klassifiseringssystem av miljøkvalitet | 13 |
| 3 RESULTATER OG DISKUSJON | 15 |
| 3.1 Hydrografi og vannkjemi | 15 |
| 3.1.1 Kort om feltarbeidet, værforhold, observasjoner | 15 |
| 3.1.2 Temperatur og saltholdighet | 16 |
| 3.1.3 Oksygen i vannsøylen og bunnvann | 20 |
| 3.1.4 Næringsalter | 21 |
| 3.1.5 Klorofyll a og siktedyp | 26 |
| 3.2 Bunnprøver | 27 |
| 3.2.1 Kornstørrelse og organisk innhold | 27 |
| 3.2.2 Bunndyr | 30 |
| 3.3 SFT tilstandsklassifisering | 33 |
| 3.4 Tilførselsberegninger | 33 |
| 3.5 Oppsummering, resipientvurdering | 37 |
| 4 REFERANSER | 38 |
| 5 VEDLEGGSOVERSIKT | 40 |
| VEDLEGG 6. NOEN ORD OG UTTRYKK | |

Sammendrag og konklusjon

Undersøkelsen er igangsatt av Tysvær og Karmøy kommune i forbindelse med deres bruk av Førresfjorden som resipient for kommunalt avløpsvann. Det er ikke gjennomført like omfattende undersøkelser av fjorden tidligere, og det var ønskelig å få oppdatert kunnskap om miljøtilstanden.

Førresfjorden er omtrent 20 km lang i fra Førre til nordspissen av Vestre Bokn og har et 20 km² stort overflateareal. Over store deler har fjorden et bassengdyp på 60-70 m og det er nokså bratte fjordsider. Utenfor hovedbassenget er det en terskel på ca 40 m dyp ved Fosnaholmen og sør for denne holmen er det 83 m dypt. Fjorden er nokså smal og er i sør tilknyttet Boknafjorden gjennom to sund som er noe grunnere (40-50 m) en bassengene i Førresfjord. Tersklene (særlig den ved Fosnaholmen) betyr at det er noe begrenset utskiftning av dypvann og at fjorden dermed er en litt sårbar resipient for stor organisk tilførsel. Det meste av ferskvanntilførselen kommer ut ved Førre, og det største enkeltstående utslippet er fra renseanlegget i Udnarvik, hvor ca 2750 personer er tilknyttet. I tillegg kommer spredte utslipp fra ca 1650 personer, hvorav 561 er fra Tysvær kommune. 1000 av disse personene er tilknyttet kommunalt nett og er samlet i 4 utslippssteder. Det er ingen betydningsfulle industriutslipp eller fiskeoppdrett i fjorden.

Undersøkelsen har omfattet

- ❖ Hydrografi- og næringssaltanalyser
- ❖ Sedimentundersøkelser og bunndyr
- ❖ Tilførselsberegninger av næringsalter og organisk stoff

Det ble tatt prøver fra fire stasjoner (Før 1-4) som var plassert fra området innerst i fjorden ved Storholmen, mellom Aksnes og Kallevik, midtfjords ved Røyksund og sør for Fosnaholmen langt ute i fjorden. Vannprøvene ble tatt i fra august 2001 til juli 2002, til sammen 12 innsamlinger. Bunnprøvene ble tatt i november 2001. Resultatene sammenlignes med verdier i SFTs veiledning for klassifisering av miljøtilstand i fjorder og kystfarvann, og tildeles miljøtilstand fra *Meget god* (klasse I) til *Meget dårlig* (klasse V).

Resultatene oppsummeres;

- **Hydrografi.** Stasjon Før 1 var mer påvirket av ferskvanntilførsel enn de andre stasjonene, men ingen av de hadde et permanent og stabilt ferskvannsalg på toppen. Bunnvannet hadde en temperatur på 7-9 °C og saltholdighet på 33-34,5. Det var ikke noen vesentlig forskjell mellom stasjonene og det tyder på generelt bra vannutveksling mellom dem. I vannsøylen over bunnvannet var det tilfredsstillende oksygenforhold på alle stasjonene. Basert på de hydrografiske målingene, inkludert oksygeninnhold i bunnvannet, hadde Førresfjorden tre tilfeller av vannutskiftning. En om høsten 2001, en i februar 2002 og en om sommeren 2002.
- **Oksygeninnholdet i bunnvannet** var tilfredsstillende høyt på stasjonen lengst ute i fjorden (utenfor terskelen ved Fosnaholmen). I august og september var det noe lavt oksygeninnhold i bunnvannet midt i fjorden, og på Før 1 var det

oksygenfritt ved bunnen i september. Basert på oksygeninnhold i bunnvannet får dermed Før 1 tilstand *meget dårlig*, Før 2 og 3 tilstand *mindre god* og Før 4 *god*.

- **Næringsalter.** Det var en tydelig tendens til at innholdet var høyest på Før 1 og lavest på Før 4. Dette viser at det tilføres mest næringsalter innerst i fjorden. Innholdet av totalfosfor og fosfat om sommeren, lå på grensen mellom SFT tilstand *god* og *meget god*. Om vinteren var fosfatinnholdet en del lavere enn beste tilstandsklasse *meget god* og totalfosforinnholdet *god*. De fleste gjennomsnittsmålingene av nitrogenforbindelser viste et innhold som tilsvarer SFT tilstand *meget god*. Generelt var det et moderat eller lavt næringssaltinnhold i Førresfjord.
- **Klorofyll og siktedyp.** Klorofyllverdiene varierte mye i løpet av måleperioden, men var generelt lave. Innholdet i Førresfjord kan tildeles beste SFT tilstandsklasse. Siktedypet varierte mye mellom måletidspunktene. Gjennomsnittlig sikt for alle stasjonene i fra juni, juli og august var 7,6 m, noe som tilsvarer tilstand I, *meget god*.
- **Sedimentets partikkelstørrelse og organisk innhold.** Resultatene viser at det var stor forskjell mellom stasjonene Før 1-3 og Før 4. Sedimentet var mer finkornet og inneholdt mye mer organisk materiale på de tre innerste stasjonene enn på Før 4.

Det organiske innholdet i sedimentet var høyt på Før 1-3. Det var også en klar gradient fra høyest innhold innerst i fjorden og avtagende utover. Denne forskjellen kan forklares med at tilførselen er størst innerst i fjorden, og at det er lavere oksygeninnhold (seinere nedbrytning) lengst inne i fjorden. I tillegg er andel leire og silt er høyest på Før 1, og det vil normalt føre til høyere organisk innhold. Før 4 fikk tilstand *god* og de andre stasjonene tilstand *meget dårlig*, basert på normaliserte TOC verdier. I forhold til undersøkelsen i 1992 var det organiske innholdet (målt som glødetap) på samme nivå.

- **Bunndyr.** Antall arter og individer var meget forskjellig på stasjonene. Bunnfaunaen var meget arts- og individfattig på utenfor Storholmen (Før1) og det var mye høyere artsmangfold på de andre stasjonene. Det er det lave oksygeninnholdet i bunnvannet (eller totalt mangel på oksygen) som er årsaken til manglende bunndyr på Før 1. Også på Før 2, kan faunaen (25 arter) være påvirket av perioder med et noe lavt oksygeninnhold. Både Før 3, midtfjords ved Røyksund og Før 4 utenfor Fosnaholmen hadde en artsrik fauna med 52 og 63 arter.
- **Tilførsler.** Totalt nedbørsfelt for Førresfjord er beregnet til 68 km², dersom en tar med arealet av fjorden. Nedbøren i området er antatt å være ca 1700 mm pr. år, vannavrenningen omlag 45 l/s·km². Beregnede tilførselsverdier for nitrogen, fosfor og organisk materiale (BOF) viser at tilførsler fra kommunalt avløp og spredt bebyggelse står for 48 % av fosfortilførselen, 27 % av nitrogen og 91 % av BOF. Dersom ikke renseanlegget ved Udnarvik var i drift, ville prosentandelene for avløpsvann øke til 69 % for fosfor og 94 % for BOF, mens

nitrogen ville ligge på samme prosent siden bakgrunns- og jordbrukstilførselen dominerer og renseseffekten for nitrogen er liten.

Oppsummering og anbefalinger;

Hovedkonklusjonen fra denne undersøkelsen er at det ikke er noen store miljøproblemer i største delen av Førresfjord. Næringssaltinnholdet er moderat eller lavt og det ble ikke funnet eutrofieringseffekter som høyt algeinnhold og dårlig sikt. Næringssaltinnholdet avtok i fra innerst i fjorden og utover og viser at tilførselene gir en målbar økning innerst i fjorden. Det var generelt bra med oksygen i bunnvannet, men oksygeninnholdet avtok innover i fjorden. Dette har trolig i stor grad sammenheng med de naturgitte forholdene og topografien til fjorden å gjøre. På tross av at det i perioder er stagnerende bunnvann er det hyppige nok vannutskiftninger til å sikre et tilfredsstillende oksygeninnhold. Sjøbunnen har bra med bunndyr og det som trekker mest ned ved bunnforholdene er et høyere organisk innhold i sjøbunnen enn SFTs klassifiseringen karakteriserer som tilfredsstillende. Imidlertid er miljøforholdene dårligere innenfor terskelen ved Sandholmen. Der er bunnvannutskiftningen dårlig og bunnvannet er periodevis uten oksygen. Dette fører til at bunnen er uten permanent dyreliv. Terskelen mener vi har hovedskylden for dette men i tillegg kan tilførselene av organisk stoff og næringsalter ha forverret tilstanden siden det øker oksygenforbruket i vannet og sjøbunnen.

Ut fra de målingene som er gjort tidligere er det ikke funnet noen utvikling av miljøforholdene over tid. Dette kan tas som et tegn på rimelig stabile forhold, men sammenligningsgrunnlaget var begrenset. En har i denne undersøkelsen skaffet seg et godt sammenligningsgrunnlag ved fremtidig miljøovervåking. Utvikling av oksygenforholdene i fjorden vil være viktig i nye undersøkelser, som (minst) bør inneholde de samme parametre og omfang som i denne undersøkelsen.

Selv om avløpsvann står for 48 % av fosfortilførselen, 27 % av nitrogentilførselen og 91 % av organisk stoff målt som BOF, kan det ikke konkluderes med at disse tilførselene har noen særlig innvirkning på de observerte miljøforholdene. Det eneste unntaket må være inne ved Storholmen hvor tilførselene fra land kan ha en negativ effekt. Siden oksygeninnholdet i bunnvannet og vannutskiftningen er bedre jo lenger ut en kommer i fjorden, anbefaler vi på generell basis at utslipp legges så langt ut i fjorden som det er hensiktsmessig. Generelt synes Førresfjord å ha tilstrekkelig kapasitet til å omsette dagen avløpsvanntilførsel og trolig noe mer.

1 Innledning

Karmøy og Tysvær kommune bruker Førresfjorden som resipient for kommunalt avløpsvann. I forbindelse med dette ønsker de å få undersøkt miljøforholdene i fjorden. Rensekrav for kloakk som settes av myndighetene er blant annet knyttet opp mot nasjonale målsetninger om reduksjoner av nærings saltutslipp/kloakksanering, og miljøtilstanden i resipienten. Grensen mellom kommunene går omtrent midt i fjorden og kommunene samarbeider om prosjektet.

Norge har gjennom EØS avtalen forpliktet seg til å forholde seg til noen EU direktiver når det gjelder utslipp og avløpsvann. De to viktigste i denne sammenheng er Vanddirektivet (EU 2000) og Avløpsdirektivet (1991/271/EØF og 1998/15/EØF). Vanddirektivet omhandler overordnede mål er å fastsette en ramme for beskyttelse av ferskvann, grunnvann og sjøvann. Avløpsdirektivet beskriver kriterier for hvilke rensekrav som skal fastsettes for ulike resipienter og utslipp. Hovedregelen er at utslipp fra tettsted med 10 000 – 150 000 pe på Vestlandet skal gjennomgå sekundærrensing før utslipp til sjø. I tillegg er det egne krav for utslipp til elvemunninger og økte krav ved utslipp til følsomme resipienter. Førresfjord mottar totalt ca 6800 pe og har ingen elvemunning av betydning og er dermed unntatt hovedregelen om sekundærrensing.

Den foreliggende undersøkelsen er hovedsakelig gjennomført for å skaffe et datagrunnlag for å gi resipienten en tilstandsklassifisering i følge SFT veileder 97:03 ”Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann” (Molvær m.fl. 1997). Programmet for undersøkelsen ble utarbeidet av RF, og gjennomgikk flere revisjoner før det endelig ble godkjent av kommunene og Fylkesmannen. Undersøkelsen omfatter målinger av hydrografi (siktedyp, temperatur og saltholdighet) og en rekke vannkjemiske parametre (næringsalter, klorofyll, oksygeninnhold i bunnvann). I tillegg er det tatt bunnprøver for måling av organisk innhold og identifisering av bunndyr. Innsamlingen ble foretatt på fire stasjoner i perioden august 2001 til juli 2002.

I Rapporten er det også gjennomført en vurdering av tilførselsmengdene av næringsalter og organisk stoff til fjorden. Dette er stort sett basert på informasjon som vi har mottatt fra kommunene. Ulike kilder er identifisert og kvantifisert, slik at eventuelle tiltak kan iverksettes der de vil gi størst miljøgevinst.

Tidligere er Førresfjorden undersøkt i 1973 (NIVA 1973) og 1991 (Vea 1992), samt vurdert som lokalitet for akvakultur av Bergheim m.fl 1986. NIVA (1973) konkluderer med at fjorden ser ut til å ha bra miljøforhold og god vannutskiftning. Vea fant tegn til stagnerende bunnvann, men ellers var miljøforholdene tilfredsstillende. Omfanget av disse undersøkelsene var mye mindre enn denne, og de var mest konsentrert omkring hydrografiske forhold.

2 Materiale og metoder

2.1 Områdebeskrivelse

Førresfjorden er omtrent 20 km lang i fra Førde til nordspissen av Vestre Bokn og 20 km² overflateareal. Over store deler har fjorden et bassengdyp på 60-70 m og det er nokså bratte fjordsider. Utenfor hovedbassenget er det en terskel på ca 40 m dyp ved Fosnaholmen og sør for denne holmen er det 83 m dypt (stasjon Før 4). Fjorden deler seg i to etter bassenget ved Fosnaholmen, ved Flogholmane. Ett sund går utover mot Boknaflæet og en del (Austdjupet) mot Karmsundet. De to sundene har et minimumsdyp på 40-50 m (basert på sjøkart nr 17). Tersklene betyr at det er noe begrenset utskiftning av dypvann og at fjorden dermed er en litt sårbar resipient overfor stor organisk tilførsel. Ved Lindøytåna/Røyksund, hvor Før 3 er plassert, er det 75 m dypt. Før 2 (86 m dyp) er plassert ved Kallevik på motsatt side av fjorden i forhold til Aksnes. Den innerste stasjonen (Før 1) ligger vest for Napskjer, utenfor Storholmen. Her ble maksimaldypet funnet til å være 49 m, men det var i et lite område. Denne delen av fjorden er avgrenset med en 35 m dyp terskel ved Sandholmen. Innerst mot Førre er dypet 20-30 m og her kommer det meste av ferskvanntilførselen til fjorden, via to små elver.

Førresfjorden har en smal og grunn forbindelse mot Karmsundet via Røyksund, ved stasjon Før 3. Denne kanalen har trolig nokså liten innvirkning på vannkvaliteten til fjorden.

Tidligere er Førresfjorden undersøkt med hensyn på resipientforholdene i 1973 (NIVA 1973) og 1991 (Vea 1992). Undersøkelsen i 1973 omhandler hydrografiske forhold og en del vannkjemi (næringssalter og partikulært materiale). Undersøkelsen i 1991 omfattet analyse av det organiske innholdet i sjøbunnen og hydrografi. Generelt var det organiske innholdet (glødetapet) lavt og det var litt lavt oksygeninnhold på 75 m dyp. Myhrvold m. fl. 1996 oppsummerte miljøsituasjonen på midten av 90-tallet.

Sintef har gjort noen strømmålinger i bunnvannet ved Åsgard transportledning som krysser fjorden ved Vadholmen (Eidnes & Bjerke 2002).

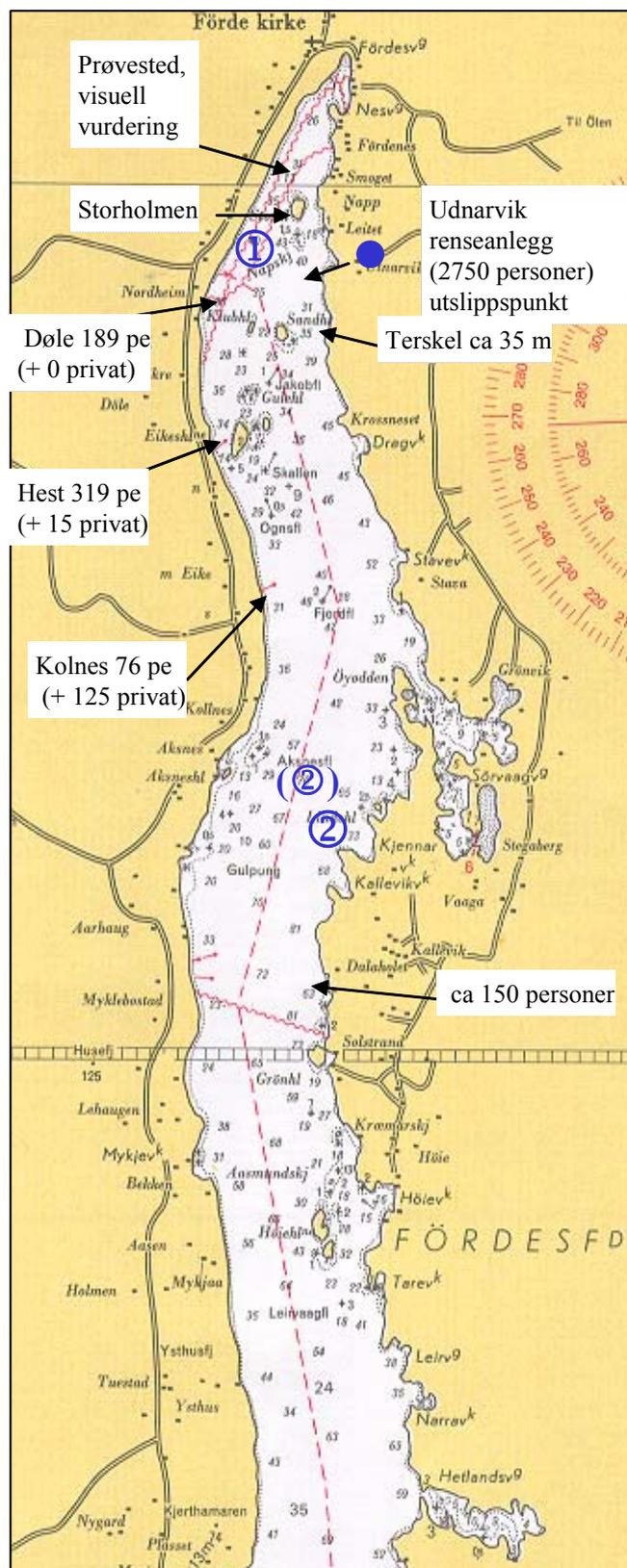
Det kan ellers nevnes at Førresfjord også omtales som Førdesfjord og det står Førdesfjord blant annet i sjøkart.

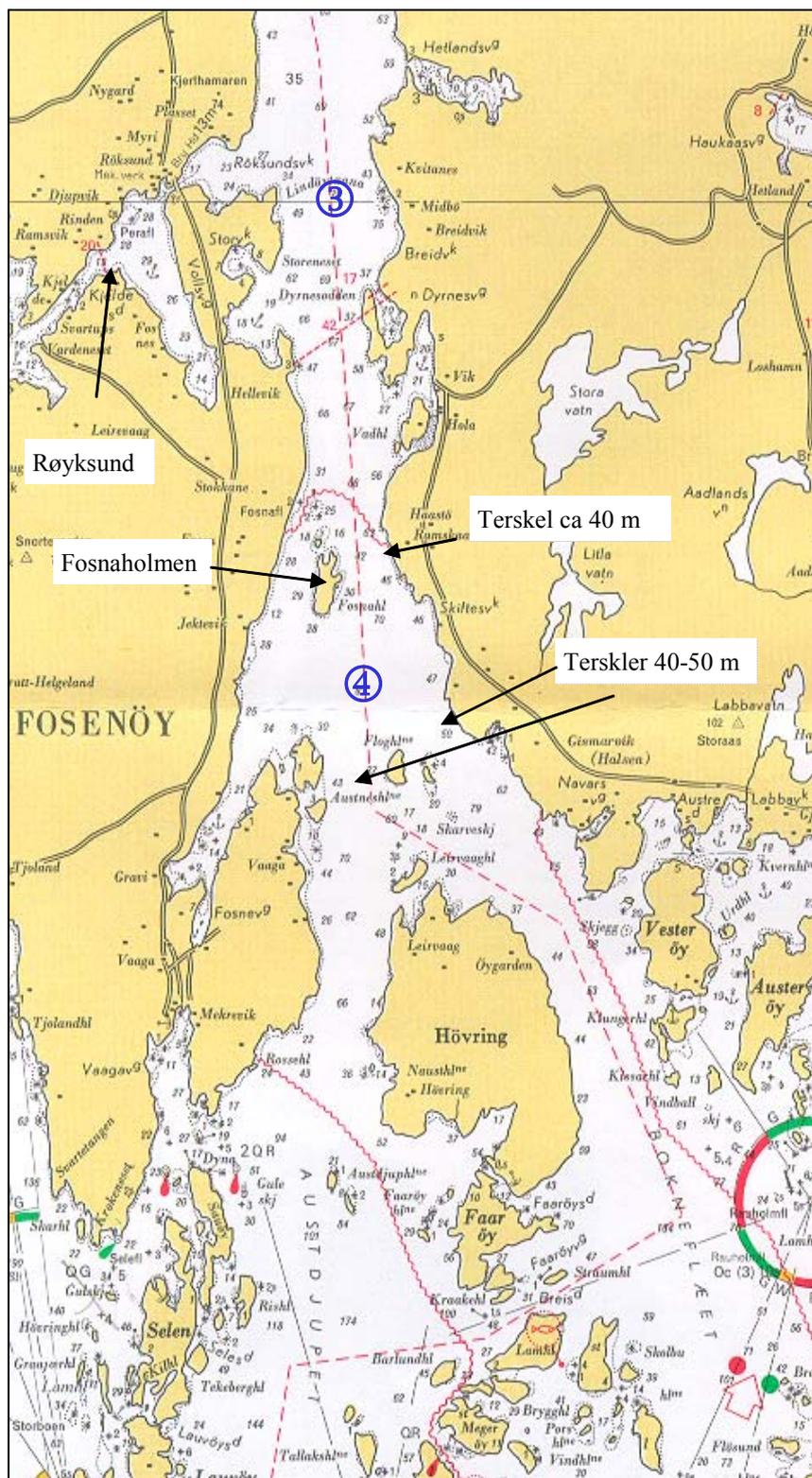
2.2 Utslipp til Førresfjord

Det er lite industri i Førresfjord, og ikke noe fiskeoppdrett. Fjorden brukes til skjelloppdrett i et lite omfang. Tilførselen av næringssalter skjer via nedbør og avrenning, samt kommunalt avløpsvann. Største delen av befolkningen i nedbørsfeltet er tilknyttet rensesanlegg ved Udnarvik (2750 personer) og ca 2000 personer er spredt på ulike mindre utslipp. I tillegg til utslippet fra Udnarvik er ca 150 personer samlet på Tysvær siden i et utslipp nord for Høie. Resten av Tysvær kommune sine utslipp er spredt i stor grad i forhold til befolkningen. Tysvær har oppgitt sine data som gamle pe. 1 pe = 1 person. Karmøy kommune sine utslipp er i stor grad samlet til tre utslippsteder

(totalt 574 pe), Døle, Hest og Kolnes. I tillegg er det spredte utslipp tilsvarende 140 pe. Karmøy sine utslipp er oppgitt som nye pe - 1 pe = 1,5 personer.

Figur 1. Kart over indre deler av Førresfjord (utsnitt av sjøkart nr 17). Stasjonene er markert med nummererte blå sirkler. Før 2 ble tatt midtjords frem til november da den ble flyttet. Prøvestedet innenfor Før 1 er markert med en pil. De største enkeltutslippene er markert + antall spredte private utslipp i disse områdene. Karmøy kommune sine utslipp (i nye pe) ligger på venstre side av fjorden (vest). Tysvær sine utslipp er oppgitt i gamle pe. 1 pe = 1 person. Kartet fortsetter på neste side.





Figur 1. Kart over prøveinnsamlingsområdet (utsnitt fra sjøkart nr. 17). Prøvestasjonene er markert med \bigcirc . I tillegg til de markerte utslippene har Tysvær kommune spredte utslipp tilsvarende ca 550 personer. De private utslippene på Karmøy siden er også spredt over et mye større område enn vist på kartet, antallene er oppgitt av Karmøy kommune.

2.3 Innsamlingsprogram og metoder

2.3.1 Bakgrunn og valg av prøveparametre og stasjoner

Det er forsøkt å lage et undersøkelsesopplegg som skal være kostnadseffektivt og tilstrekkelig omfattende i henhold til problemstillingen, samt ut fra erfaring med lignende undersøkelser. I tillegg har SFT veileder 97:03 "Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann" og de norske standardene NS 9420, NS 9422, NS 9423 vært med på avgjøre innholdet i undersøkelsen. Ved stasjonsplassering er det også lagt vekt på følgende: stedene er undersøkt tidligere, de er lagt i dypeste punkt i resipienten fordi det her det først vil bli oksygenmangel ved bunn dersom oksygenforbruket er større enn tilførselen (vannutskiftning).

Prøvene ble tatt fra 4 stasjoner (se Figur 1 for stasjonsplassering) i en gradient ut fjorden. Stasjonene er spredt for å gi en tilstand ut fra et større område og prøveantall enn fra en punktmåling, samt å dekke oksygeninnhold i dypbassengene. De samme stasjonene (områdene) ble benyttet i 1991, men vi tar ikke prøver ved stasjon 6 (sør for Høyeholmene) i Veia 1992. Stasjonene er plassert nokså jevnt spredt utover i fjorden fra Førre innerst til nord for Høvring og Flogholmene i sør, og i de dypeste partiet i hvert område.

For å kunne tildele resipienten tilstandsklasser ut fra SFTs veiledning er det et sett med ulike parametre som kan måles og det er gitt anbefalinger/krav til hyppighet og omfang av målingene (Tabell 3 i Molvær *m. fl.* 1997). Blant annet skal næringssalter minimum måles 10 ganger (helst med 1 til 2 ukers mellomrom) og oksygeninnhold i bunnvann månedlig. Det er likevel en rekke valg som må tas, når en planlegger en slik undersøkelse. Blant annet antall vanddyp, stasjoner, og hvilke parametre som skal inngå. Målinger av klorofyll, siktedyp, oksygeninnhold i bunnvann og bunnundersøkelser er *effektparametre* mens målinger av næringssalter gir eventuelle årsaker til tilstanden. Nivået av total nitrogen og – fosfor gir et bilde av det totale næringsinnholdet, mens nitrat, ammonium og fosfat viser hva som er lettest tilgjengelig for algevekst. Næringssaltinnholdet, og tilførselene, vil naturlig variere til dels mye fra ett år til et annet. Hyppige målinger over lang tid er dermed ønskelig for å beskrive godt situasjonen i en vannmasse. Dette er som oftest ikke mulig og denne rapporten bygges på de resultatene vi her har funnet.

Næringssalter er helt nødvendig for algevekst og produksjon i sjøen, akkurat som gjødsel er det på land. Det er først når det blir for høyt innhold at miljøforholdene kan bli dårlige (i vår farvann er det ikke vanlig at periodevis næringssaltbegrensning blir sett på som et problem). Innholdet av de ulike næringssaltene kan avgjøre hvilke typer alger som vokser best (noen kan være giftige, noen er godt egnet som mat for dyreplankton), og høyt innhold av alger kan føre til redusert sikt og høyt oksygenforbruk når de nedbrytes.

Analyse av bløtbunnsamfunn er vanlig i marine miljøundersøkelser og kan gi mye informasjon om miljøforholdene og oksygeninnhold i bunnvannet. Faunaen i fjordbunnen er i hovedsak lite mobil og kan derfor betraktes som et "speil" på den forurensningsbelastning området har vært utsatt for, og representerer ikke bare et øyeblikksbilde men hvordan miljøforholdene har vært i tiden (mnd-år) før prøvene ble

tatt. Det finnes mye kunnskap om dyrene sin utbredelse og respons på forurensning samt lavt oksygeninnhold.

I 1995 ble RF sertifisert etter kvalitetsstandarden ISO-9001. RF-Miljølab er akkreditert etter NS-EN 17025 for en rekke analysemetoder av vann, slam og sedimenter. Høsten 1999 ble metodene for innsamling av bløtbunnsprøver og bestemmelse av bløtbunnsfauna akkreditert (basert på NS 9420, 9422, 9423).

2.3.2 Sjøvannsprøver

Posisjonen til stasjonene ble i august lokalisert ved hjelp av en hånd GPS (Garmin 12XL, ikke differensiert) med gradnett WGS-84 samt at dypet ble målt med et Furuno FE 4200 ekkolodd. Senere ble prøvestedet lokalisert ved hjelp av krysspeilinger, distanse til land og merker på land (mé). Da bunnprøvene ble tatt i november ble endelig stasjonsplassering gjort. Det var bare stasjon Før 2, som ble flyttet et stykke, siden det viste seg å være ett annet sted i nærheten hvor det var større vanddyp enn det vi fant i august.

Vannprøvene til næringsalter ble tatt ved hjelp av en slange og batteridrevet pumpe, og deretter tappet på egnede flasker. Mellom prøvene ble pumpen kjørt tilstrekkelig lenge for at vannet i fra ett dyp ikke skulle påvirke neste prøve. Prøveflaskene ble satt i kjølebag og satt i kjølerom ved ankomst RF-Miljølab inntil videre analyse eller behandling. Siktedypet ble målt med en Secchi skive (25 cm). Temperatur, saltholdighet og oksygen ble målt med en YSI 6820 sonde, som etter fabrikantens spesifikasjoner har følgende nøyaktighet: temperatur $\pm 0,15$ °C, saltholdighet $\pm 0,1$ (eller 1%), oksygeninnhold $\pm 0,2$ mg/l (for prøver 0-20 mg/l) og vanddyp 0,12 cm (for dyp 0-61m). Bare saltholdighet og oksygeninnhold ble kalibrert før prøveinnsamlingen. Sonden hang i kabel og ble brukt fra overflaten og ned til ca 60 m eller bunn. Data ble lagret (minst) for hver 5. meter. YSI sonden var dessverre defekt i en periode fra februar til juni 2002 og det ble da brukt en SD 204 CTD (Conductivity Temperature Density) sonde. Dette instrumentet har mye høyere nøyaktighet når det gjelder temperatur ($\pm 0,01$ °C), og saltholdighet (0,02), men måler ikke oksygen. CTDen startes på overflaten og ble senket ned til bunnen i et tau. Den lagret data for hvert sekund. Ved noen innsamlinger ble begge instrumenter benyttet.

I rapporten er saltholdighet oppgitt uten benevning som ”Practical Salinity UNIT, PSU” med symbolet S, dette tilsvarer promille (‰) som ble brukt tidligere (se eventuelt vedlegg i Molvær *m. fl.* 1997). Sjøvannets tetthet (masse pr volum) er oppgitt som σ_t og 1000 kg må legges til for å få tyngde i kg pr m³. I våre farvann kan en forenklet si at tettheten øker med økende saltholdighet og trykk, og avtagende temperatur.

På hver stasjon ble det også ved hvert tidspunkt tatt én prøve av bunnvannet (2-3 m over bunn) med en Niskin vannhenter for å måle oksygeninnholdet (winkler titrering). Oksygeninnholdet i bunnvann måles med winkler, siden den metoden er mer nøyaktig og pålitelig (og akkreditert) enn målinger ved hjelp av sonder.

Ved hver innsamling ble værforholdene registrert og eventuell strømretning i overflatevannet. Strømretningen kan brukes ved tolkning av gradienter i resultatene. Tabell 1 oppsummerer undersøkelsesprogrammet.

Tabell 1. Antall prøver i 2001 og 2002 (start i august 2001). 4 stasjoner og næringssalter i tre vanddyb (0, 5 og 10 m) på hver stasjon. Oksygenprøvene fra bunnvann (2-3 m over bunn). Klorofyll i blandprøve fra 0, 5 og 10 m (sommer) på alle stasjoner. Analysene ble utført av RF-Miljølab.

| Parameter (antall stasjoner) | aug | sep | nov | des | jan | feb | feb | april | mai | jun | jun | jul | Sum |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Total fosfor (4) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 144 |
| Fosfat (4) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 144 |
| Total nitrogen (4) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 144 |
| Nitrat (4) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 144 |
| Ammonium (4) | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 144 |
| Siktedyb (4) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 48 |
| Klorofyll <i>a</i> (4) | 4 | 4 | | | | | | | 4 | 4 | 4 | 4 | 24 |
| Sonde (hydrografi) (4) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 48 |
| Oksygenmålinger, bunnvann (4) | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 48 |

2.3.3 Bunnprøver

På hver stasjon ble det tatt fire sedimentprøver med en 0,1 m² van Veen grabb. Innsamlingen ble gjort i november 2001 fra M/S Risøygutt. Prøvene ble beskrevet visuelt og eventuell uvanlig lukt, registrert. Det ble ført en feltjournal med opplysninger og prøvene og værforhold mm. Det ble tatt prøver til analyse av organisk innhold (glødetap og TOC) samt nitrogen (TN) fra de øverste 1-2 cm fra de tre første grabbprøven på hver stasjon, samt tatt prøver til kornstørrelse fra 0-5 cm dyp i sedimentet. Prøvene ble pakket i plastprøveglass og oppbevart i kjølebag, inntil opparbeidelse eller nedfrysing på laboratoriet.

Bunnfaunaprøvene ble silt gjennom to siler med 5 mm og 1 mm runde hull. Prøvene er kvantitative for dyr som er større enn 1 mm. Materiale som ble igjen på siktene ble konservert i formalinløsning nøytralisert med boraks, merket og emballert. Dyrene ble senere sortert ut i laboratoriet under lupe og artsbestemt.

Etter ønske fra oppdragsgiver ble det også tatt en grabbprøve innenfor Storholmen helt innerst i fjorden. Denne prøven ble bare vurdert visuelt, og ingen prøve til analyse ble tatt.

Beskrivelse av sedimentet og generelle opplysninger fra stasjonene er gitt i Tabell 2.

Tabell 2. Stasjonsopplysninger, innsamlingsomfang og sedimentbeskrivelse på de fire hovedstasjonene samt en vurdering av sjøbunnen innenfor Storholmen. Før 3 og 4 ble samlet 15. november 2001, Før 1 og 2 ble tatt 26. november 2001. Det blåste nordlig frisk bris-liten kuling ved første innsamlingsdag, og det var stille og sol 26. november. Posisjonene er notert fra båtens GPS og dypene fra båtens ekkolodd. Full grabb tar 19 liter sediment. Det ble tatt prøver til kjemiske analyser av de tre første grabbprøvene på hver stasjon og bunndyrsprøver i fra alle.

| Stasjon | Dyp (m) | Posisjon WGS 84 | Fyllingsgrad i grabb (prøvevol. lit.) | Kommentarer | Prøve |
|--|------------|------------------------------|--|---|--|
| Innenfor Storholmen | 33 | 59°25,087' N 05°22,727' Ø | 1. hugg, - | Grålig finkornet sand med mudder. En del terrestrisk materiale. 1 levende <i>Corbula gibba</i> , tomme <i>Pectinaria</i> og <i>Spiochaetopterus</i> rør. Ingen levende børstemark sett. | Ingen prøve, kun observasjoner |
| Før 1 Utenfor Storholmen | 49 | 59°24,723' N 05°22,603' Ø | 1. hugg, 19 2. hugg, 19 3. hugg, 19 4. hugg, 19 | Grå-svart mudder. Bløtt sediment. Sterk H ₂ S lukt. . grabbene helt fulle til lokket. Litt terrestrisk materiale. Ingen levende dyr sett. Noen tomme skjell av <i>Thyasira</i> . | Kornstørrelse, glødetap, TOC og TN Prøve Id-nr 01364, 1-3 Bunnfauna prøve Id 01363, 1-4 |
| Før 2 Utenfor Kallevik I aug.-nov. ble prøvene tatt midt i fjorden | 86 | 59°22,722' N 05°22,853' Ø | 1. hugg, 19 2. hugg, 19 3. hugg, 19 4. hugg, 19 | Mørkegrått finkornet sediment. Svak lukt av H ₂ S. Noen slangestjerner. Litt tomme <i>Thyasira</i> skall og <i>Spiochaetopterus</i> rør (døde). | Kornstørrelse, glødetap, TOC og TN Prøve Id-nr 01364, 4-6 Bunnfauna prøve Id 01363, 5-8 |
| Før 3 Midt i fjorden utenfor Røyksund | 78 | 59°20,020' N 05°23,108' Ø | 1. hugg, 19 2. hugg, 14 3. hugg, 19 4. hugg, 19 | Mørkegrått, finkornet, bløtt sediment. Noen slangestjerner. <i>Thyasira</i> og børstemark (bl.a. <i>Spiochaetopterus</i> rør). En plastpose i 2. hugg. | Kornstørrelse, glødetap, TOC og TN Prøve Id-nr 01364, 7-9 Bunnfauna prøve Id 01363, 9-12 |
| Før 4 Midt mellom Fosnaholmen og Flogholmene | 83 | 59°18,265' N 05°23,380' Ø | 1. hugg, 11 2. hugg, 11 3. hugg, 11 4. hugg, 13 | Grå-grønt finkornet sediment med sand. Brunlig ”dynn” lignende overflate, 0,5 cm tykk. Børstemark og gravende sjøpiggsvin. | Kornstørrelse, glødetap, TOC og TN Prøve Id-nr 01364, 10-12 Bunnfauna prøve Id 01363, 13-16 |

2.3.4 Tilførselsberegninger

Beregning av stofftilførsler fra land er basert på data som kommunene har skaffet til veie. Her er det gitt opplysninger om arealstørrelser og arealbruk, om antall personer tilknyttet offentlig avløpsnett eller med separate avløpsløsninger og om antatt rensegrad for disse avløpene, og om eventuelle andre tilførselskilder i nedbørfeltet. Beregningene er gjort etter fremgangsmåten beskrevet i SFTs veiledning 95:02 (Bratli & Holtan 1995). En har antatt at nedbøren over området er ca 1700 mm pr. år, og at spesifikk avrenning er omlag 45 l/s·km².

Når det gjelder avrenning fra jordbruket har en benyttet lavere koeffisienter for arealavrenning enn det som er anbefalt for landsdelen i SFTs veiledning, da disse tallene er urealistisk høye (særlig for fosfor). I stedet er det benyttet nyere erfaringstall fra Jæren (som også inkluderer tilførsler fra punktkilder; Molversmyr *et al.* 2002). Avrenningstallene er i tillegg nedjustert noe (ca 20%) siden intensiteten i jordbruket må antas å være lavere enn på Jæren. For organisk stoff har en ikke hatt konkrete opplysninger om antall husdyr å basere beregningene på. I stedet har en benyttet beregninger (i henhold til SFTs veiledning) for områder på Jæren, og vurdert tilførslene i forhold til størrelsen av jordbruksarealet. Og igjen er avrenningen nedjustert noe (ca 20%) med antagelse om lavere intensitet i jordbruket.

2.4 Analyser

2.4.1 Vann

Næringssalter, klorofyll og oksygen

Analysene ble foretatt ved RF-Miljølab (akkreditert). Totalfosfor: NS 4725 3/84, fosfat: NS 4724 2/84, totalnitrogen NS 4743 2/93, nitrat + nitritt NS 4745 2/91 og ammonium NS 4746 (1975). I overflatesjøvann med tilfredsstillende oksygeninnhold er det normalt ubetydelige mengder nitritt. I rapporten omtales resultatene fra nitrat + nitritt analysen som nitrat. Klorofyll a ble analysert etter metode Stauffer (1979), Klaveness. Oksygeninnholdet ble analysert med Winkler titrering (NS-ISO 5813 1/93).

Siktedyp

Siktedyp er et enkelt mål på klarheten til vannet. En Secchi skive ble senket ned til den var ute av syne, og deretter trukket opp igjen. Snitt verdien av dypet hvor skiven forsvant og kom til syne igjen ble notert som siktedypet.

2.4.2 Sediment

Totalt organisk karbon og nitrogen

Sedimentet ble ubehandlet frosset og sendt videre fra RF-Miljølab til analyse ved Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) sitt laboratorium i Oslo. Analysene ble gjort ved forbrenning ved 1800 °C etter at karbonater var fjernet ved hjelp av saltsyre. NIVA metode G6 (akkreditert), HCN analysator.

Partikkelstørrelse og organisk innhold (glødetap)

Analysene av kornfordeling ble foretatt ved RF-Miljølab etter intern metode (ikke akkreditert) basert på Buchanan (1984). Sedimentet ble tørket over natten ved 105 °C. 20-30 gr prøve ble veid inn til analyse. Deretter ble prøven splittet i to fraksjoner ved våt-sikting (0,063 mm). Den grove fraksjonen (> 63 µm = 0,063 mm) ble analysert ved tørrsikting etter at prøven var tørket over natten ved 105 °C. Det tørre sedimentet ble overført til en sikt-serie med følgende åpninger; 4, 2, 1, 0,5, 0,25, 0,125, og 0,063 mm

og kjørt i ristemaskin i 15 minutt. Materialet som ble liggende igjen på de ulike siktene ble veid til nærmeste 0,01 gram. Andel partikler (vekten) som var mindre enn 0,063 mm ble bestemt ved å trekke summen av vekten til de andre partikkelstørrelsene (> 0,063 mm) fra utgangsvekten til prøven.

Mengden organisk materiale i sedimentet ble analysert som glødetap (vektreduksjon), etter gløding ved 550 °C i minimum 2 timer (NS 4764). På forhånd ble prøven tørket ved 105 °C og det ble innveid ca 5 gr.

2.4.2.1 Bunnfauna

Analysene ble gjort ved RF. Antallet av arter og individer er primære resultater i bunnfaunaundersøkelser. Etersom antallet arter og individer i upåvirkede marine sedimenter kan være høyt og derfor vanskelig å få oversikt over, er det hensiktsmessig å sammenfatte informasjonen ved bruk av ulike beregningsmetoder og grafiske fremstillinger.

Ved å redusere datasett med mange variable (her vil hver bunndyrart representere en variabel) til enklere tall eller figurer, vil det på grunn av de enkelte metoders svakheter være fare for at vesentlig informasjon går tapt. Metodene har ulike fordeler og ulemper, og det er derfor vanlig å benytte flere utfyllende og til dels overlappende metoder. I denne undersøkelsen er analysene utført ved hjelp av beregninger og figurfremstillinger som er anbefalt (Gray *m. fl.* 1988) og vanlig brukt i tilsvarende resipientundersøkelser.

Taksonomiske grupper (art og slekt) som er tatt med i de videre analysene, er tatt med ut fra følgende kriterier:

- Artene lever i bunnsedimentet
- Artene er samlet kvantitativt med grabben
- Individene holdes tilbake på sikt med maskevidde 1 mm
- Individene er identifisert til art, slekt eller familie. Unntaket er fåbørstemarken (*Oligochaetae*) og slimormer (*Nemertea*), disse er bare bestemt til gruppe, men er likevel tatt med i analysene.

Dette medfører at grupper som rundmakk samt kolonidannende arter som hydrozoer og svamper ikke er tatt med i analysene. Krepser uten tilknytning til sedimentet er også utelatt fra de videre analyser. I denne undersøkelsen er ingen dyrgrupper fra artslisten utelatt.

Mål på diversitet

Diversitet blir beregnet ut fra antall arter og fordeling av individene på artene i prøven. Med høyt antall arter og jevn individ fordeling mellom artene, vil prøven ha høy diversitet. Diversitet er beregnet som Shannon-Wieners diversitetsindeks (H') (Shannon & Weaver 1963), jevnhet (Pielou 1966), samt diversitetskurver (Hurlbert 1971).

Shannon-Wiener indeksen beregnes som:

$$H' = -\sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i$$

Hvor $p_i = n_i / N$, s = totalt antall arter, n_i = antall individer av i 'te art og N = totalt antall individer.

De beregnede verdiene sammenlignes med *grenseverdier* gitt av SFT (Molvær *m.fl.* 1997).

Jevnhet (J) er et mål på hvor jevnt individene er fordelt mellom artene. Verdiene ligger mellom 0 og 1. Verdien vil gå mot 0 om de fleste individene tilhører en art, mens den vil være 1 om alle artene er representert med like mange individer. Ved maksimal diversitet, vil alle artene være representert med like mange individer, det vil si at $H' = \log_2 S = H_{max}$. Forholdet mellom observert (H') og maksimal diversitet (H_{max}), kan derfor sees som et mål på jevnhet (Magurran 1988). Jevnhet beregnes som:

$$J = \frac{H'}{\log_2 S} = \frac{H'}{H_{max}}$$

Et annet mål på artsrikdom er beregnet etter Hurlberts formel (Hurlbert 1971):

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^s \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

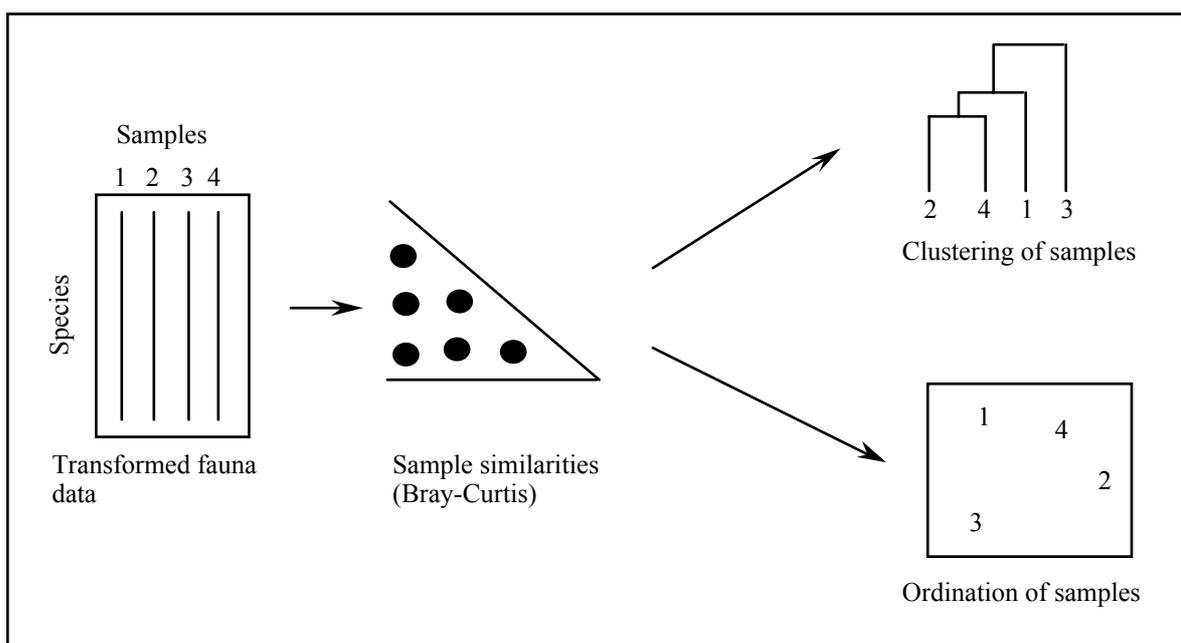
hvor $E(S_n)$ = forventet antall arter i en delprøve av n tilfeldig valgte individer, N = totalt antall individer i prøven, S = totalt antall arter i prøven, og N_i = antall individer av art i .

Det regnes ut forventet antall arter ved 100 individer ($ES_{n=100}$), verdiene sammenlignes med *grenseverdier* gitt av SFT.

Multivariate metoder

Klassifisering (klusteranalyse) og ordinerings (MDS) er benyttet for å undersøke likheten mellom bunndyrsprøvene fra de ulike innsamlingstidspunkt. Rådata blir transformert før analysen, slik at dyr med få individer får større betydning enn de ellers ville ha hatt. Dette er vanlig å gjøre på denne type rådata.

Multi Dimensional Scaling (MDS) og klusteranalysen ble utført i programpakken PRIMER 5.2.9 (Clarke & Gorley 2001). Metodene begynner med å måle likheten mellom to og to prøver basert på Bray-Curtis similaritetsindeks (Bray & Curtis 1957). Den resulterende similaritetsmatrisen brukes til å dele prøvene inn i grupper. Likheten mellom disse gruppene fremstilles deretter grafisk som dendrogram fra klusteranalysen, eller som to dimensjonale plott fra MDS analysen. Se figuren nedenfor for skjematisk fremstilling av metodene.



Skjematisk fremstilling av de ulike trinn i klassifisering og MDS analyse. Modifisert etter (Field *m. fl.* 1982).

I dendrogrammet er *grenene* som ligger nærmest hverandre de som ligner mest på hverandre. Forgreningspunktene forteller også kvantitativt hvor stor likheten mellom ulike prøver er.

MDS konstruerer et "kart" over prøvene, hvor dess mer like to prøver er med hensyn på forekomst av arter, dess nærmere vil de være til hverandre på "kartet" (Gray *m. fl.* 1988). MDS analysen forsøker å opprettholde den innbyrdes rekkefølgen av likheter fra dataanalysen, og frem til presentasjonen av resultatene i et to-dimensjonalt plot – med andre ord; prøve 1 er likere prøve 2, enn prøve 3 er til prøve 4, skal fremkomme i plottet som, prøve 1 er nærmere prøve 2 enn prøve 3 er til prøve 4 (Clarke & Warwick 1994).

Stress-faktoren for analyseresultatet forteller hvor godt det to-dimensjonale plottet reflekterer mange-dimensjonaliteten i dataene. Clarke (1993) foreslår følgende "tommelfingerregler" for tolkning av *stress*-faktoren.

- Stress* < 0.05 – gir en meget god gjengiving
- Stress* < 0.10 – gir en god gjengiving
- Stress* < 0.20 – krever varsom tolkning
- Stress* > 0.20 – plottet kan være "farlig" å tolke, og hvis verdien når 0.35-0.40, så er prøvene tilfeldig plassert i plottet.

I denne rapporten er analysene gjort med standard oppsett i programmet PRIMER. Det vil si kvadrattrot transformerte data og "group average linking". Det ble også gjort analyse på fjerderot transformerte rådata, og MDS plottet viste omtrent det samme bilde.

2.5 Databehandling

Isopleter fra de hydrografiske dataene er laget i programmet Surpher, stort sett etter standard oppsett (kriging og automatisk valgt antall grid linjer). Dataprogrammet forsøker å trekke linjer mellom alle punkter med samme verdi (isolinjer, iso betyr lik). Dette krever en del beregning og resultatet er avhengig av valg av metode og oppsett, samt hvordan grunnlagsdataene er. Analysene på bunndyrdata ble utført ved hjelp av programpakken PRIMER v5.2.9 (Clarke & Gorley 2001) og Microsoft Excel. Annen generell tallbehandling og lagring av figurer er også gjort i Excel.

2.6 STFs klassifiseringssystem av miljøkvalitet

SFT har gitt ut en veiledning som kan brukes til å klassifisere miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær *m. fl.* 1997). I veiledningen finnes en del bakgrunnsinformasjon og kommentarer til tabellene med måltall (grenseverdier) for ulike klasser av miljøkvalitet i vann, sedimenter og biologisk materiale. Det kreves en del bakgrunnskunnskap om miljøparametrene og det må ofte brukes skjønn for å kunne bestemme rett tilstandsklasse og å tolke resultatene. Nedenfor har vi tatt med to tabeller i fra veiledningen som omtaler miljøparametre som er aktuelle for denne undersøkelsen. Virkninger av organiske stoffer karakteriseres blant annet ved hjelp av oksygen i dypvann.

Tabell 3. Klassifisering av tilstand for næringssalter, klorofyll a, og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet for vann med saltholdighet over 20 (se Molvær *m. fl.* 1997).

| Parametre | | Tilstandsklasser | | | | |
|---|--|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
| | | I Meget god | II God | III Mindre god | IV Dårlig | V Meget dårlig |
| Overflatelag Sommer (juni-august) | Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)* | <12 | 12-16 | 16-29 | 29-60 | >60 |
| | Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)* | <4 | 4-7 | 7-16 | 16-50 | >50 |
| | Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <250 | 250-330 | 330-500 | 500-800 | >800 |
| | Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <12 | 12-23 | 23-65 | 65-250 | >250 |
| | Ammonium-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <19 | 19-50 | 50-200 | 200-325 | >325 |
| | Klorofyll a ($\mu\text{g/l}$) | <2 | 2-3,5 | 3,5-7 | 7-20 | >20 |
| Siktedyp (m) | >7,5 | 7,5-6 | 6-4,5 | 4,5-2,5 | >2,5 | |
| Overflatelag Vinter (desember-februar) | Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$)* | <21 | 21-25 | 25-42 | 42-60 | >60 |
| | Fosfat-fosfor ($\mu\text{g P/l}$)* | <16 | 16-21 | 21-34 | 34-50 | >50 |
| | Total nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <295 | 295-380 | 380-560 | 560-800 | >800 |
| | Nitrat-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <90 | 90-125 | 125-225 | 225-350 | >350 |
| | Ammonium-nitrogen ($\mu\text{g N/l}$)* | <33 | 33-75 | 75-155 | 155-325 | >325 |
| Dypvann | Oksygen (ml/l)** | >4,5 | 4,5-3,5 | 3,5-2,5 | 2,5-1,5 | <1,5 |
| | Oksygen (mg/l)** | >6,4 | 6,4-5 | 5-3,6 | 3,6-2,1 | <2,1 |
| | Oksygenmetning (%)*** | >65 | 65-50 | 50-35 | 35-20 | <20 |

* Omregningsfaktoren til mg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.

** Omregningsfaktoren mellom $\text{mg O}_2/\text{l}$ og $\text{ml O}_2/\text{l}$ er 1,42.

*** Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C .

Tabell 4. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna (se Mølvær m. fl. 1997).

| Parametre | | Tilstandsklasser | | | | |
|------------------|--------------------------------------|------------------|-----------|-------------------|--------------|-------------------|
| | | I Meget god | II God | III Mindre god | IV Dårlig | V Meget dårlig |
| Sediment | Organisk karbon (mg/g) | <20 | 20-27 | 27-34 | 34-41 | >41 |
| Artsmangfold for | Hurlberts indeks ($ES_{n=100}$) | >26 | 26-18 | 18-11 | 11-6 | <6 |
| bløtbunnsfauna | Shannon-Wiener indeks (H) | >4 | 4-3 | 3-2 | 2-1 | <1 |

3 Resultater og diskusjon

3.1 Hydrografi og vannkjemi

Innholdet av næringssalter brukes som et mål på om fjorden tilføres mye eller lite næringssalt. Innholdet av klorofyll *a* i overflatesjiktet, siktedyp og oksygen i bunnvann er mer et mål på **effekter** av næringssalttilførselen. Mye klorofyll og dårlig sikt viser det er mye alger i vannet, og det tyder på høyt næringssaltinnhold/tilførsel. Lavt oksygeninnhold i bunnvannet viser at oksygenforbruket er stort, som følge av tilførsel av mye organisk materiale (alger, kloakk og lignende) til vannet, eller at det er dårlig bunnvannsutsiftning. Målingene av temperatur, saltholdighet (og oksygen) i vannsøylen brukes som støtteparametre ved tolkning av resultatene. Blant annet er det viktig å vurdere sjiktning i vannet og utsiftning av bunnvann. Lagdeling i vannsøylen kan være bestemmende for algevekst og tilførsel av næringssalt fra underforliggende vannmasser. Sodedataene er vist i Vedlegg 1 og resten av vannresultatene er vist i Vedlegg 2.

3.1.1 Kort om feltarbeidet, værforhold, observasjoner

Tabell 5 viser utdrag fra feltobservasjoner og kommentarer. Stort sett har feltarbeidet gått greit, men det har vært tekniske problem med YSI-sonden. Været har vært tilfredsstillende for prøvetakingen, som er blitt utsatt når det var is på fjorden, eller værvarselet var for dårlig.

Tabell 5. Kommentarer til feltarbeidet. Strømmen er bare visuelt observert.

| Dato | Kommentarer |
|-----------|--|
| 29-aug-01 | Hydrografi (YSI-sonde) og vannprøver. Lettskyet, sol. Svak bris. Grumsete sjø innerst ved Førde på grunn av mye avrenning bl.a. fra gravearbeid på land. |
| 12-sep-01 | Hydrografi (YSI-sonde) og vannprøver. Skya, litt regn. Sørlig svak bris. |
| 12-nov-01 | Hydrografi (YSI-sonde) og vannprøver. Nordlig bris, snø- og haglbyger. |
| 15-nov | Bunnprøver Før 3 og Før 4 |
| 26-nov-01 | Bunnprøver Før 1 og Før 2 |
| 10-des-01 | Hydrografi (YSI-sonde) og vannprøver. Svak bris, skodde og disig, vanskelig å finne korrekt stasjonsplassering. Brun-gul sjø pga. avrenning i fra land. Dårlig sikt innerst, bedre utover i fjorden. Svak overflatestrøm utover. |
| 17-jan-02 | Hydrografi (YSI-sonde og CTD) og vannprøver. Sørlig bris, regn, disig/skodde. Mye avrenning fra land. Sjøen gul-brun innerst og ut til Før 2. |
| 8-feb-02 | Hydrografi (YSI-sonde deffekt) og vannprøver. Vestlig kuling (minkende), byger. |
| 28-feb-02 | Hydrografi (YSI-soded deffekt, CTD brukt) og vannprøver. Nordlig frisk bris, kaldt. Noen snøbyger. |
| 17-apr-02 | Hydrografi (YSI-sonde) og vannprøver. Nord-vest bris, sol. Grøn sjø (våroppblomstring). Mye <i>Calanus</i> og sjøstilkelsbær i sjøen. Sterk strøm innover ved Før 4 (tatt som første stasjon). |
| 15-mai-02 | Hydrografi (kun CTD) og vannprøver. Sør-vest bris, delvis skya. |
| 6-jun-02 | Hydrografi (YSI-sonde og CTD) og vannprøver. Sør-østlig bris. Sol og varmt. |
| 26-jun-02 | Hydrografi (kun CTD) og vannprøver. Sørlig bris. Regn + byger. Litt forekomst av kalkalgen <i>Emiliania huxleyi</i> . |
| 10-jul-02 | Hydrografi (kun CTD) og vannprøver. Sørlig bris, regnbyger. Gul-brun sjø ved Før 1. Mye avrenning og regn i tiden før prøveinnsamling. |

3.1.2 Temperatur og saltholdighet

En del av resultatene fra sondemålingene er fremstilt i isopletdiagram (Figur 2-4) Disse plottene er en forenkling av virkeligheten (og viser ikke nøyaktig de reelle forholdene), men oppsummerer mye informasjon på en forholdsvis illustrativ måte. For å spare litt plass har vi ikke tatt med Før 3, men isopleter for den stasjonen finnes i vedlegg.

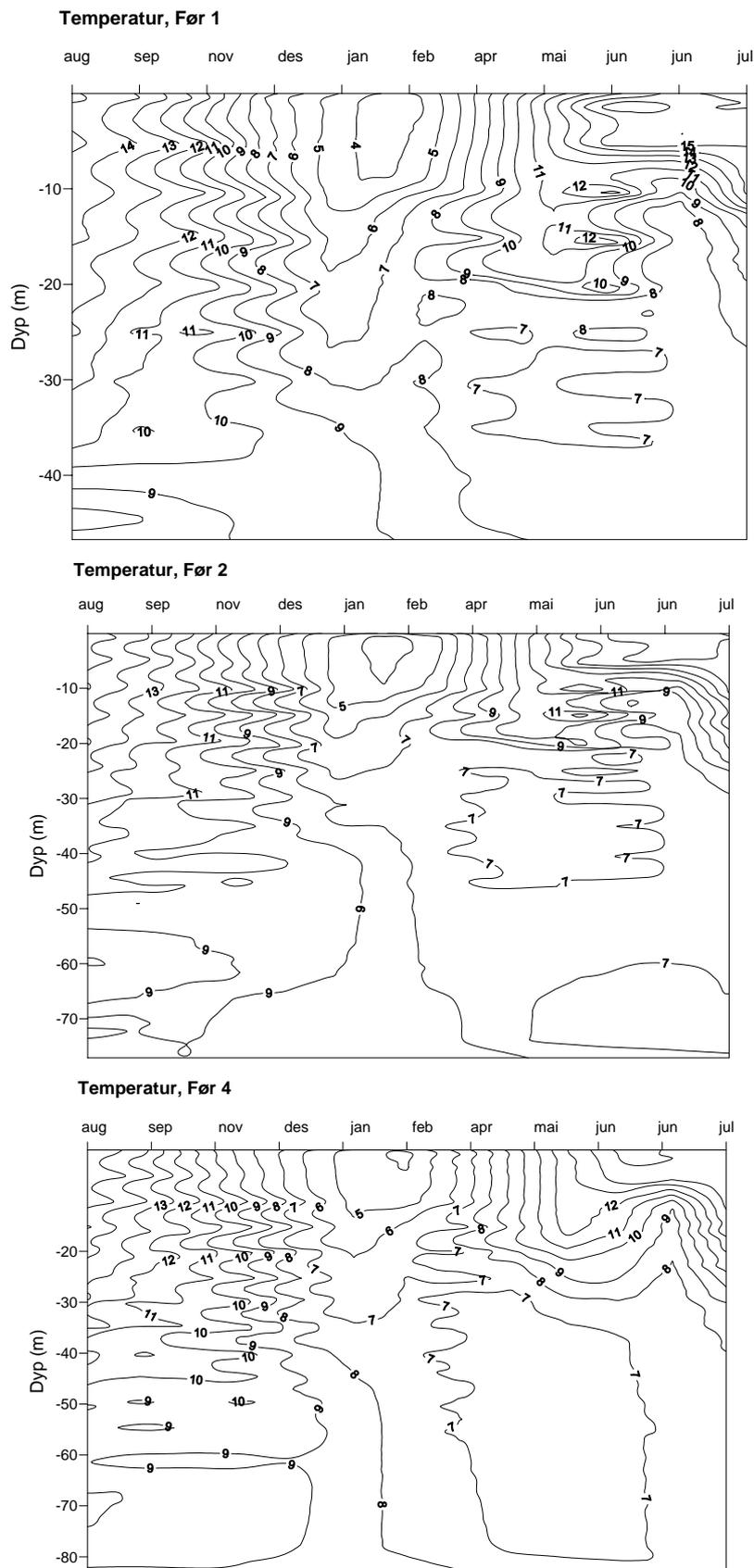
Stasjonene har forholdsvis lik vannkvalitet med hensyn til saltholdighet og temperatur. Den største forskjellen i overflaten, er at Før 1 er mer ferskvannspåvirket enn de andre stasjonene. På tidspunkt hvor det var en tydelig lagdeling var det størst endring i tetthet rundt 10 m dyp. I januar-februar var det en periode hvor det var kaldt vann (3-5 °C) i overflaten med nokså høy saltholdighet. Det er da forholdsvis liten forskjell mellom overflatetetthet og dypere vann og dermed rimelig stor mulighet for vertikal blanding av vannet ved for eksempel kraftig vind.

Generelt var det ikke noe markert brakkvannslag i fjorden, men det var lavest saltholdighet om sommeren. Under feltarbeidet ble det ved en del anledninger observert at det kunne være et meget tynt (0,5 m) brakkvannslag i overflaten som var tydeligst på Før 1.

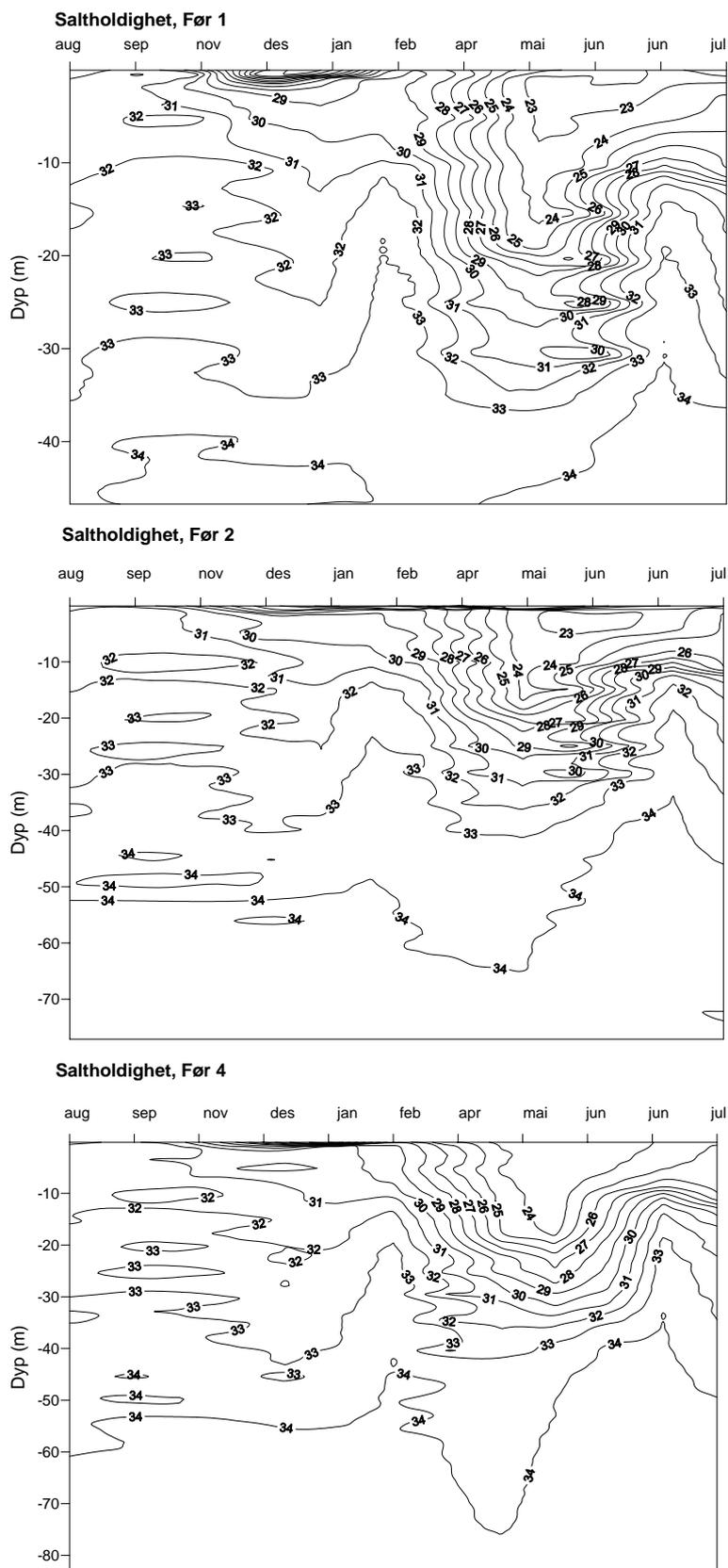
Bunnvannet hadde en temperatur på 7-9 °C og saltholdighet på 33-34,5. Det var ikke noen vesentlig forskjell mellom stasjonene og det tyder på generelt bra vannutveksling mellom dem. Vannet var varmest fram mot vinteren 2002 og i januar-februar var det tydelig at bunnvannet endret karakter ved at det ble kaldere og saltere. Sammen med økning i oksygeninnhold viser dette at det skjedde en betydelig utskiftning av bunnvannet. I juni var det også en spesiell situasjon hvor kaldt vann med forholdsvis høy saltholdighet steg nesten helt opp til 10 m dyp. Dette vannet hadde dermed høy tetthet. Samtidig endret også bunnvannets temperatur og saltholdighet seg, det skjedde en ny bunnvannsutskiftning. Situasjonen i juni kan skyldes at det har vært en periode med vind i fra nord, som har blåst bort vannet nærmest overflaten. Dette vannet blir erstattet av tyngre vann fra større dyp. Førresfjorden er lang og ligger i nord-sør retning, som er de dominerende vindretningene.

Oksygeninnholdet i vannsøylen og bunnvannet er diskutert i eget kapittel.

Resultatene fra hydrografimålingene viser at saltholdigheten vanligvis er over 20 og at de representerer overflatevann (se diskusjonen nedenfor). Det betyr at næringssaltprøvene er tatt i vannmasser som passer til klassifiseringssystemet (SFT) for overflatevann og saltholdigheter over 20.

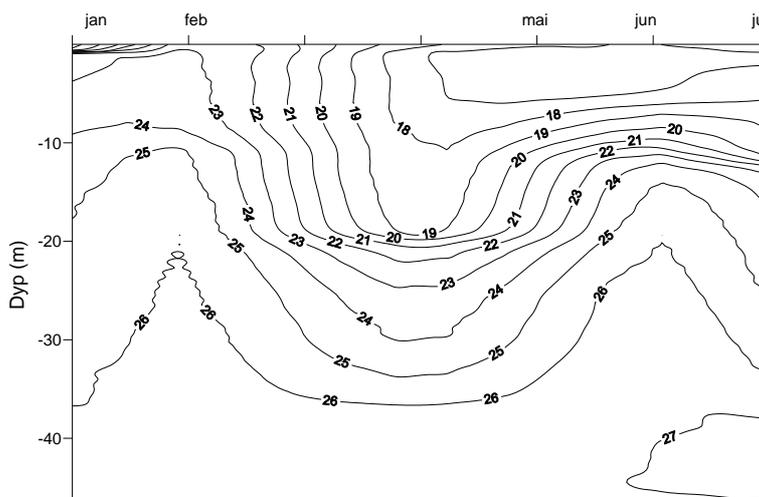


Figur 2. Temperaturen på Før 1 (ned til ca 40 m), Før 2 og Før 4. Det er gjort målinger ved hver avmerket måned. Start i august 2001 og slutt i juli 2002.

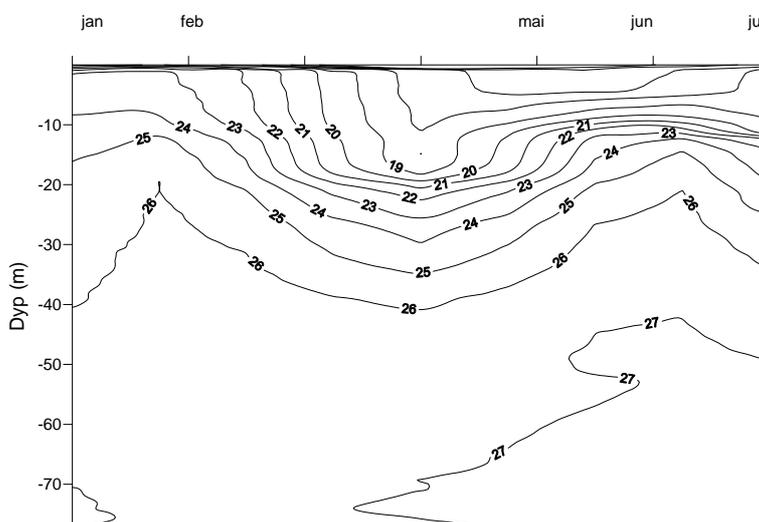


Figur 3. Saltholdighet på Før 1 (ned til ca 40 m), Før 2 og Før 4. Det er gjort målinger ved hver avmerket måned. Start i august 2001 og slutt i juli 2002.

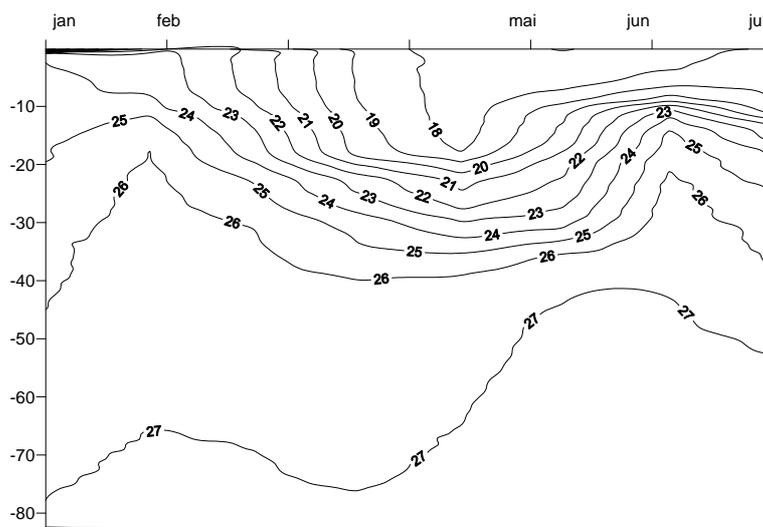
Tetthet, Før 1



Tetthet, Før 2



Tetthet, Før 4



Figur 4. Tetthet på Før 1 (ned til ca 40 m), Før 2 og Før 4. Det er gjort målinger ved hver avmerket måned. Det vil si at data mangler mellom februar og mai 2002.

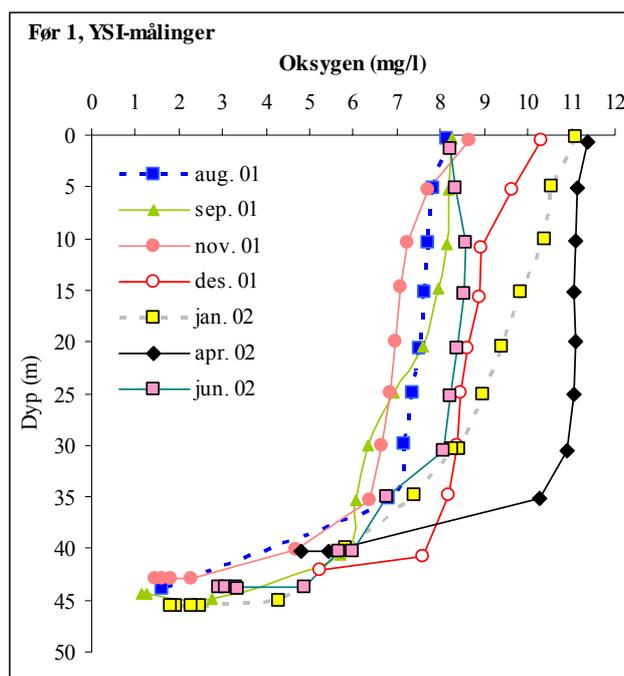
3.1.3 Oksygen i vannsøylen og bunnvann

Vedlegg 1 og 2 gir resultatene fra henholdsvis sondemålingene og analysene av bunnvann. Oksygeninnholdet i vannsøylen på Før 1 og i bunnvannet på alle stasjoner er også presentert i henholdsvis Figur 5 og 6.

Sondemålingene viser at det er meget skarpe oksygengradienter i vannsøylen på Før 1 (Figur 5). På 35 og 40 m dyp og over er det alltid bra med oksygen, mens det noen få meter lengre ned er mye mindre. Dette er typisk for bunnvann som står stille og er avgrenset fra området rundt med terskler. Målingene viser også at det dermed er et forholdsvis lite vannvolum som har meget lavt oksygeninnhold, siden maksimaldypet vi har funnet på 49 m var begrenset til et lite område. Den skarpe gradienten kan også forklare hvorfor oksygenanalysene på laboratoriet ikke alltid stemmer helt godt overens med det som er målt med sonden. Vannprøvene er tatt 2-3 m over bunn, mens sonden har målt helt ned til bunnen. Ett eksempel på dette er i april, hvor sonden registrerer 4,8 mg O₂/l på 40 m (dypeste målepunkt) mens oksygenanalysen av bunnvannet viste 2,3 mg/l. Sondene krever også nokså lang tid å innstille seg for å måle rett oksygeninnhold.

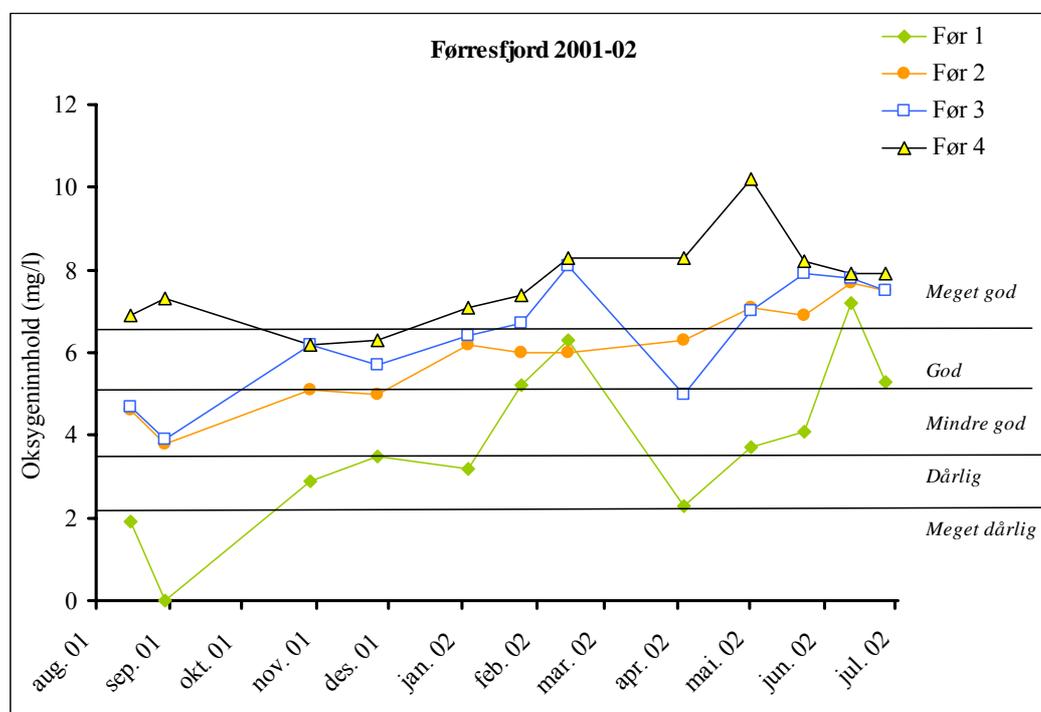
En betydelig nedgang i oksygeninnholdet på Før 1 og 2 i fra slutten av februar til i midten av mars, tyder på at oksygenforbruket er høyt.

Analysene av bunnvannsprøvene viste at det var tilfredsstillende oksygenforhold på den ytterste stasjonen (Før 4) i hele perioden (tilstand *god*). I august og september ble det på Før 2 og 3 målt et oksygeninnhold som tilsvarte tilstand *mindre god*. Men i resten av perioden var innholdet høyere og tilstanden varierte mellom *god* og *meget god*. Innerst i fjorden, Før 1, var det dårligst oksygeninnhold i bunnvannet (tilstand *meget dårlig*, Figur 6). Generelt var det alltid minst oksygen i bunnvannet på Før 1. Resultatene viser at det er en begrenset bunnvannsutskiftning i Førresfjorden, men at det er bedre utskiftning utenfor Fosnholmen. Innerst i fjorden blir bunnvannsutskiftningen ytterligere hindret av terskelen ved Sandholmen.



Figur 5. Oksygeninnhold (mg/l) målt med YSI-sonde i vannsøylen på Før 1.

I fra september til november-desember skjer det en bunnvannsfornyelse på Før 1 og Før 3. Dette vises som en stor økning i oksygeninnholdet (og mindre tydelig endring av temperatur og saltholdighet). Det nye vannet må ha høyere tetthet (tyngde) for at det skal kunne fortrenge det eksisterende bunnvannet. Det skjer også en bunnvannsutskiftning på Før 1 i februar og i fra mai og utover sommeren.



Figur 6. Oksygeninnhold (mg/l) i bunnvannet (2-3 m over bunn) i Førresfjord. Horisontal strek markerer grenseverdi for SFT tilstandsklasser ut fra oksygenminimum i bunnvann.

På de tre dypeste stasjonene har ikke sondemålingene avdekket lave oksygenkonsentrasjoner i vannsøylen. Sonden (som måler oksygen) har maksimalt blitt brukt ned til ca 60 m og det er 10-20 m videre ned til bunnen. Winkleranalysene bekrefter at det stort sett er gode oksygenforhold i vannet på disse stasjonene.

I forhold til de tidligere undersøkelsene har denne undersøkelsen avdekket et område ved Før 1 som har meget dårlige oksygenforhold i bunnvannet. Vea (1992) fant noe lavt oksygeninnhold (4,2 mg/l på 75 m dyp) ved Aksnes og ellers var minimumsverdien 5,3 mg/l på 70 m dyp, midtfjord ved Røyksund. Ut fra de hydrografiske målingene konkluderer Veia med at det er noe stagnerende bunnvann i fjorden. Dette blir bekreftet i vår undersøkelse.

I fra Sintefs strømmålinger kan det konkluderes at bunnvannet ved Vadholmen beveger seg på langs av fjorden og i stor grad skylles tidevannsbevegelse. Generelt var det svake strømmer over bunnen.

3.1.4 Næringsalter

For å tolke næringsaltdataene og å inndele prøvene i SFTs klassifiseringssystem er det nødvendig å gjøre en del valg. SFT har gitt grenseverdier for prøver som er tatt om

sommeren (juni-august) eller vinteren (desember-februar). Prøvene i denne undersøkelsen representerer ulike årstider, vanddyb og vannsjikt, men de fleste prøvene er samlet om vinteren eller sommeren. Vi har valgt å bruke alle næringssaltdataene (0, 5 og 10 m dyp) til å beregne gjennomsnittsinhold. Det viser seg at innholdet stort sett er nokså jevnt mellom ulike dyp selv om det i noen tilfeller og særlig om sommeren øker med økende dyp (og et omvendt eksempel med høyest innhold i overflaten 10. juli). Det skjer fordi algene har brukt opp mye av næringssaltene som er i de øverste 5 m og lagdeling av vannet hindrer blanding med det næringsrike vannet under.

Vi har også valgt å stort sett holde SFTs inndeling av prøvene i årstider. April, mai, september og november er tatt ”utenfor” SFTs sommer og vinter. April-, mai- og september-målingene lignet mest på resultatene i fra sommerperioden. Særlig når det gjelder de løste næringssaltene. Totalfosfor og totalnitrogeninnholdet i de tre månedene var mer i en mellomstilling. Vi valgte å presentere resultatene fra disse målingene i egne søyler i figurene nedenfor. Målingene fra november hadde store likhetstrekk med målingene i fra vintermånedene og er inkludert i vintermålingene selv om november ikke inkluderes i SFTs ”vinterperiode”.

Utvalget og inndeling av prøvene fører til at ”vintersøylene” representerer 15 prøver fra hver stasjon, og sommersøylene representerer 12. april, mai og oktober er slått sammen, og det er dermed 9 prøver inkludert i hver søyle. Mange av ammoniummålingene endte med at innholdet var lavere en deteksjonsgrensen, og om sommeren hadde noen vannprøver lavere fosfat- og nitratinnhold enn deteksjonsgrensen. I gjennomsnittene som figurene nedenfor er laget i fra, er målinger med verdier under deteksjonsgrensen, satt lik deteksjonsgrensen.

Som ventet var det størst forskjell mellom sommer og vinter når det gjelder innholdet av de løste næringssaltene. Algene bruker opp mye av disse næringsemnene om sommeren og det var også til dels stor forskjell mellom overflaten og på 10 m dyp. Dette vises som stort standardavvik i figurene. I tilfeller hvor det er forholdsvis få resultater og noen verdier skiller seg vesentlig ut fra resten, kan gjennomsnittsinholdet bli misvisende og median kan være bedre egnet til å beskrive tilstanden (se Molvær m.fl. 1997). I vedlegg 2 har vi derfor også oppgitt utregnet median i tillegg til gjennomsnitt. Generelt er medianverdiene lik eller lavere enn gjennomsnittet.

Totalfosfor og fosfat

Innholdet av disse næringssaltene om sommeren ligger på grensen mellom SFT tilstand *god* og *meget god* (Figur 7 og 8). Om vinteren fosfatinnholdet en del lavere enn beste tilstandsklasse og totalfosforinnholdet *god*. Generelt viser dette at fjorden ikke ble tilført så mye fosforforbindelser i forhold til kystvann generelt. Fosforforbindelser er i større grad enn nitrogen knyttet til menneskeskapte utslipp (jordbruksavrenning og kloakk), og resultatene viser at fjorden ikke tilføres mengder som kan spores som høyt innhold i overflatevannet.

Totalnitrogen, nitrat og ammonium

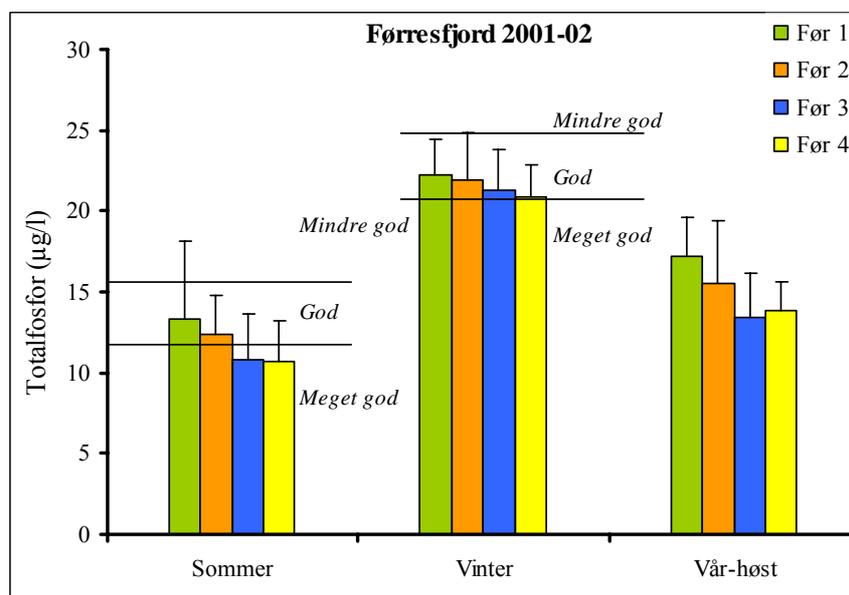
De fleste gjennomsnittsverdiene av nitrogenforbindelser viste et innhold som tilsvarer SFT tilstand *meget god* (Figur 9 og 10). Nitratmålingene om sommeren og

ammoniumsmålingene varierte nokså mye mellom dypene og over tid. Dette viser at tilførselen og forbruket varierer mye. Den 10. juli er det et godt eksempel på at stor avrenning i fra land førte til høyere næringssaltinnhold enn i resten av sommermålingene. Også i august, desember og 17. januar ble det under feltarbeidet observert stor avrenning, og det kan sees som litt høyere nitrat- og ammoniumsinnhold på Før 1 ved disse tidspunktene.

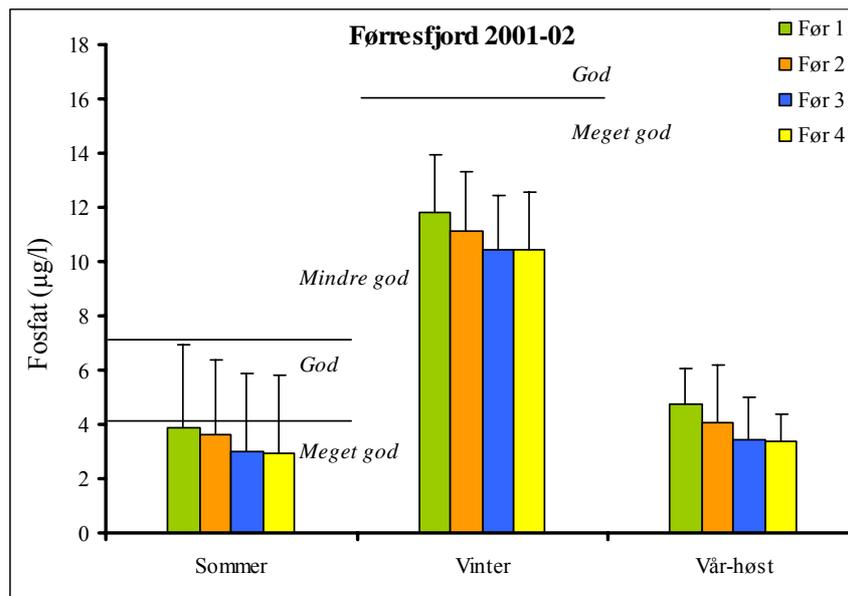
Stort sett var ammoniumsinnholdet under deteksjonsgrensen på <math><10\ \mu\text{g/l}</math>. De store standardavvikene viser at ammoniumsinnholdet var meget variabelt (Figur 11). I oksygenrikt vann i den eufotiske sonen (der det er godt med lys) er ammoniuminnholdet vanligvis lavt og kan knyttes til resirkulering av næringssaltet og utskillelse (ekskresjon) fra dyreplankton (Paasche 1991).

I planteplankton er forholdet mellom nitrogen og fosfor 7,2:1 (på vektbasis). Dersom forholdet mellom disse næringssaltene avviker vesentlig fra 7, kan en anta at det ene næringssaltet er begrensende for algevekst (undersøkelser har imidlertid vist at dette er en forenkling av de reelle forholdene, hvor en rask gjenbruk av frigitte næringssalter kan sikre algevekst). I Førresfjord var N/P forholdet på 15 (basert på totalnitrogen og totalfosfor) om sommeren og en kan dermed anta at fosfor er det næringssaltet som mest begrenser algeveksten. Imidlertid var forholdet mellom de løste nitrogen- og fosforforbindelsene 2-4 og det tyder på at det var nitrogen som var begrensende.

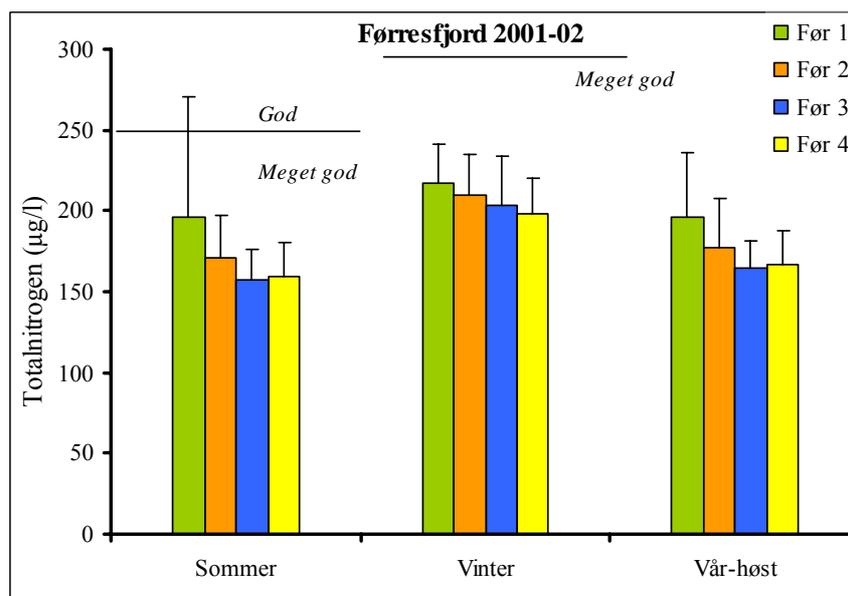
I Vea 1992 ble det ikke målt næringsalter, men i NIVA 1973 ble det opplyst at næringssaltinnholdet var som normalt for kystvann på Vestlandet. Dessverre var alt tallmaterialet presentert i et eget vedlegg, som vi ikke hadde tilgang til. De tidligere undersøkelsene gir ikke grunnlag for å trekke noen konklusjoner angående tidsutvikling i næringssaltinnhold.



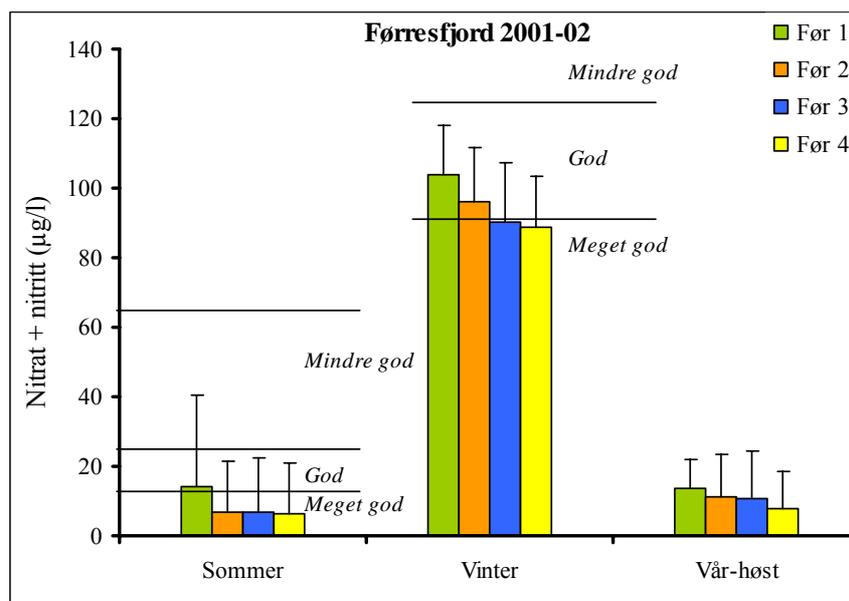
Figur 7. Gjennomsnittsinhold av totalfosfor ($\mu\text{g/l P}$) i overflatevann fra Førresfjord. Prøvene er inndelt i sommer, vinter og vår-høst (september, april og mai). Vertikale streker viser positive standardavvik. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03. Det er ikke gitt grenseverdier for høst eller vår.



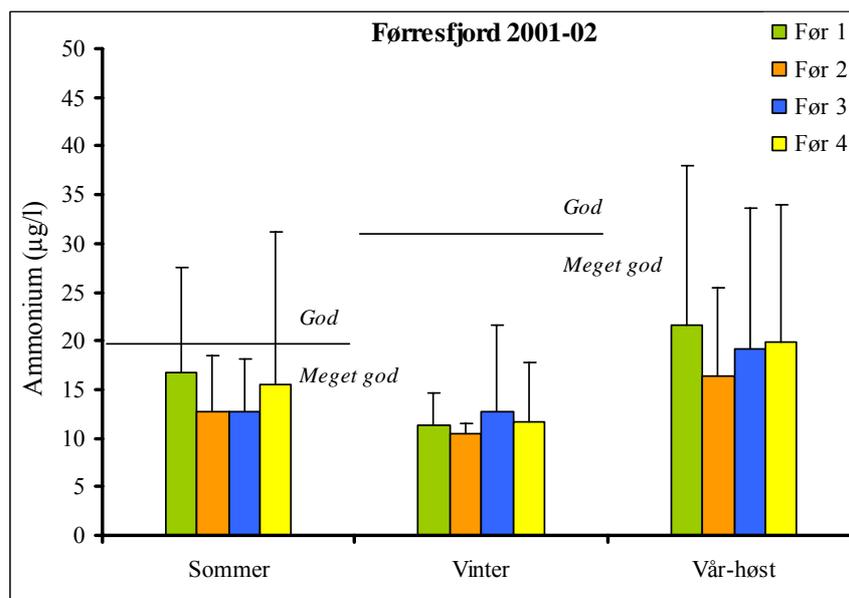
Figur 8. Gjennomsnittsinhold av fosfat ($\mu\text{g/l P}$) i overflatevann fra Førresfjord. Prøvene er inndelt i sommer, vinter og vår-høst (september, april og mai). Vertikale streker viser positive standardavvik. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03. Det er ikke gitt grenseverdier for høst eller vår.



Figur 9. Gjennomsnittsinhold av totalnitrogen ($\mu\text{g/l N}$) i overflatevann Førresfjord. Prøvene er inndelt i sommer, vinter og vår-høst (september, april og mai). Vertikale streker viser positive standardavvik. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03. Det er ikke gitt grenseverdier for høst eller vår.



Figur 10. Gjennomsnittsinhold av nitrat ($\mu\text{g/l N}$, nitrat + nitritt) i overflatevann fra Førresfjord. Prøvene er inndelt i sommer, vinter og vår-høst (september, april og mai). Vertikale streker viser positive standardavvik. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03. Det er ikke gitt grenseverdier for høst eller vår.



Figur 11. Gjennomsnittsinhold av ammonium ($\mu\text{g/l N}$) i overflatevann fra Førresfjord. Prøvene er inndelt i sommer, vinter og vår-høst (september, april og mai). Vertikale streker viser positive standardavvik. Horisontale streker viser grenseverdier for tilstandsklasser ifølge SFT veiledning 97:03. Det er ikke gitt grenseverdier for høst eller vår.

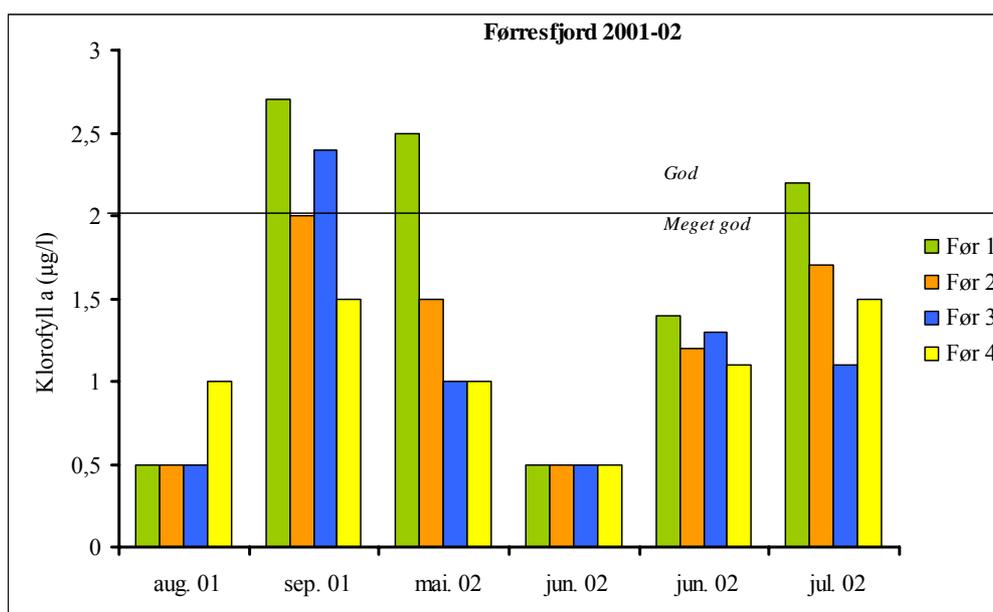
Oppsummert

Generelt kan en si at det i denne måleperioden var et moderat eller lavt innhold av næringssalter i Førresfjord. Dette førte til at vannmassene kunne tildeles SFT tilstandsklasse *god* til *meget god*. Det var en tydelig tendens til at innholdet var høyest på Før 1 og lavest på Før 4. Dette viser at det tilføres mest næringssalter innerst i fjorden.

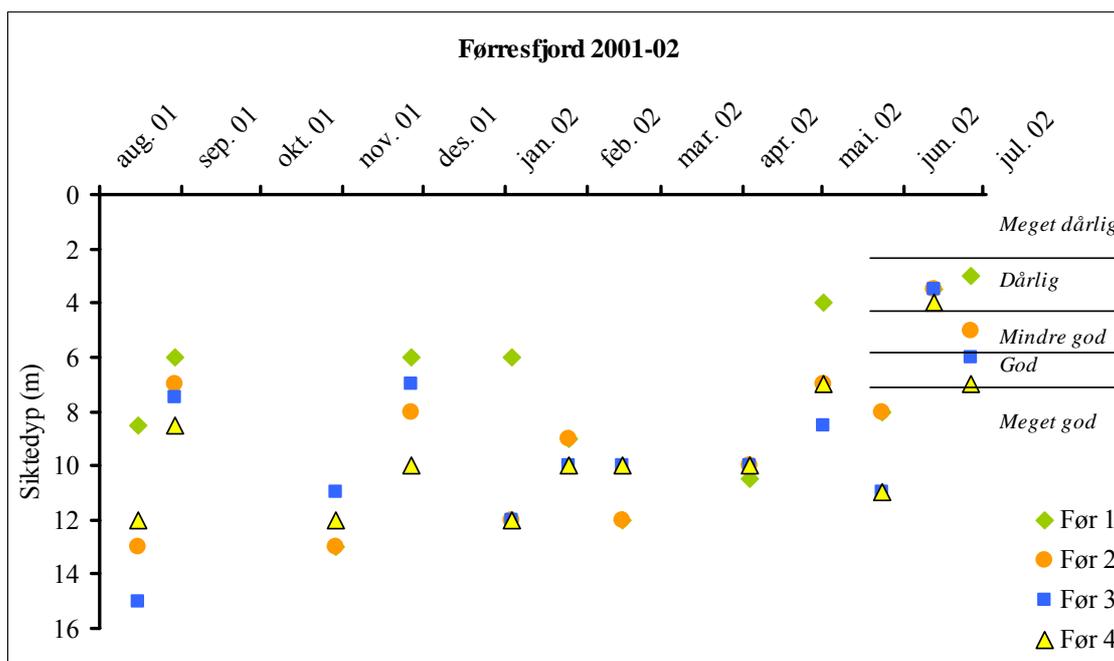
3.1.5 Klorofyll a og siktedyp

Klorofyllverdiene varierte mye i løpet av måleperioden, men var generelt lave (Figur 12). Innholdet i Førresfjord kan tildeles beste SFT tilstandsklasse. Det var høyest i september og mai, og lavest innhold ble målt 6. juni. Før 1 hadde det høyeste klorofyllinnholdet og det har trolig sammenheng med at stasjonen også hadde høyest innhold av næringssalter. Det lave innholdet i juni skyldes sannsynligvis at det da var lite næringssalter i vannet.

Siktedypet (Figur 13) endret seg sammen med klorofyllnivået, og det tyder som ventet at algemengden påvirker sikten i vannet. I slutten av juni og 10. juli var sikten dårlig. 26. juni kan den dårlige sikten skyldes oppblomstring av en liten kalkalge (*Emiliania huxleyi*) som helt normalt opptrer i høye konsentrasjoner i vestlandsfjorder om sommeren. Sikten var dårligst på Før 1 og det skyldes nok en kombinasjon at det var mest alger der, og at vannet var mest påvirket av avrenning i fra land. Siden det var en del forskjell mellom stasjonene og tidspunktene er det ikke tydelig hva som blir korrekt SFT tilstandsklasse. Tar en gjennomsnittlig sikt for alle stasjonene i fra juni, juli og august blir sikten 7,6 m, noe som tilsvarer tilstand I, *meget god*.



Figur 12. Klorofyllinnholdet ($\mu\text{g kl.f. a/l}$) i overflatevann fra Førresfjord. Horisontale streker viser grenseverdier (sommer) for miljøtilstand ifølge SFT veiledning 97:03. I figuren er tall under deteksjonsgrensen satt til 0,5.



Figur 13. Siktedyp (m) i Førresfjord. Horisontale streker viser grenseverdier for miljøtilstand ifølge SFT veiledning 97:03. Det er bare gitt grenseverdier for sommer.

3.2 Bunnprøver

3.2.1 Kornstørrelse og organisk innhold

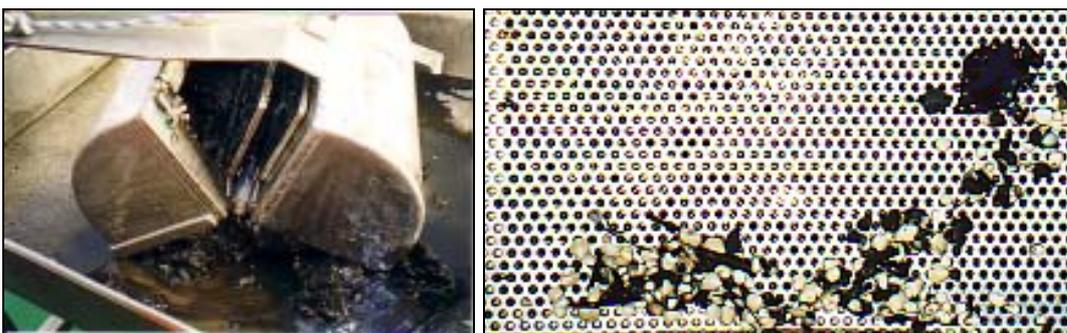
Resultatene viser at det var stor forskjell mellom stasjonene Før 1-3 og Før 4 som ligger utenfor terskelen inn til Førresfjord (Figur 15-16, Vedlegg 3). Sedimentet var mer finkornet og inneholdt mye mer organisk materiale på de tre innerste stasjonene enn på Før 4. Dette har trolig sammenheng med at det utenfor terskelen er bedre strømforhold, som transporterer bort de mest finkornete partiklene, og tilførsel av nytt vann sikrer bedre oksygentilgang. Oksygen er nødvendig for rask nedbrytning av organisk materiale. Bortsett fra på Før 3 var de tre prøvene fra hver stasjon rimelig like hverandre.

Under feltarbeidet ble sedimentet på de tre innerste stasjonene beskrevet som finkornet og til dels bløtt (bilder i Figur 14), mens det var innslag av sand på den ytterste. Dette stammer bra med analyseresultatene (Figur 15). I analysene kan innholdet av leire og silt være litt lavere enn det korrekte. Tørkingen av sedimentet før kornfordelingsanalysen fører til at partiklene binder seg meget hard til hverandre (særlig i sediment med mye organisk materiale) og disse aggregerte partiklene kan være meget harde å knuse. Dersom de ikke blir tilstrekkelig knust vil de bli liggende igjen på siktene i sand og grus fraksjonene.

Leire og siltinnholdet har betydning for innholdet av organisk materiale (TOC og glødetap). Høy andel finfraksjon fører til at sedimentet normalt har et mye høyere organisk innhold enn et grovkornet sediment. Dette er det tatt noe hensyn til i de normaliserte verdiene som SFT tilstandsklasse baseres på. En sedimentprøve får bedre tilstandsklasse dersom leire og siltinnholdet økes og TOC innholdet holdes konstant.

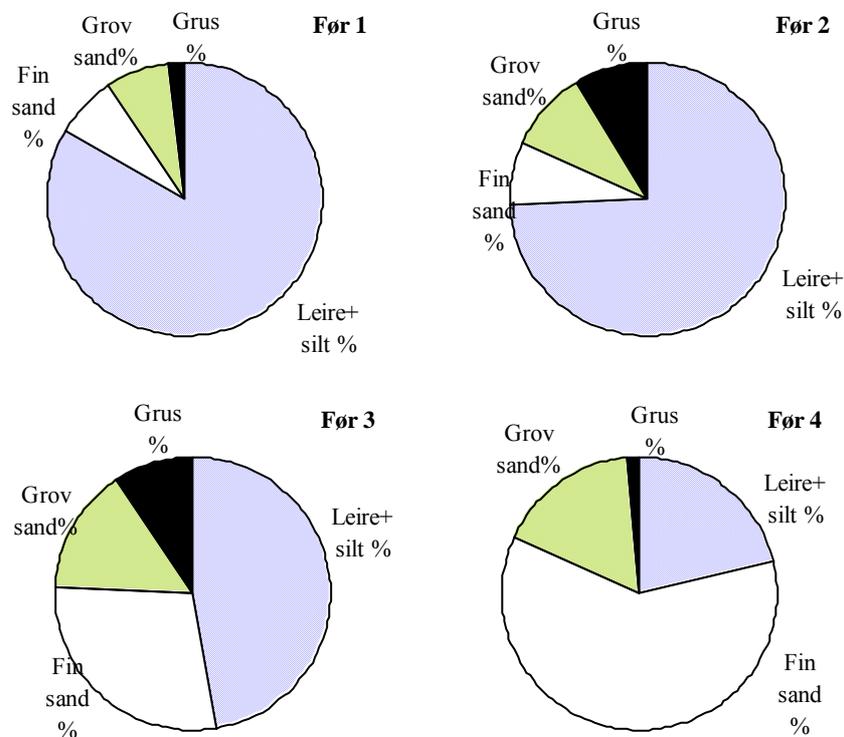


Sedimentet på Før 3, tømt ut på skyllebordet (til venstre), sedimentet fra stasjonen innenfor Storholmen



Grabb og sediment på skyllebord. Prøve i fra Før 1. Rester av skjell (*Thyasira*) og litt organisk materiale på 5 mm sikten.

Figur 14. Bilde av sedimentet på Før 1 på Før 3. Fargene kan være noe misvisende.

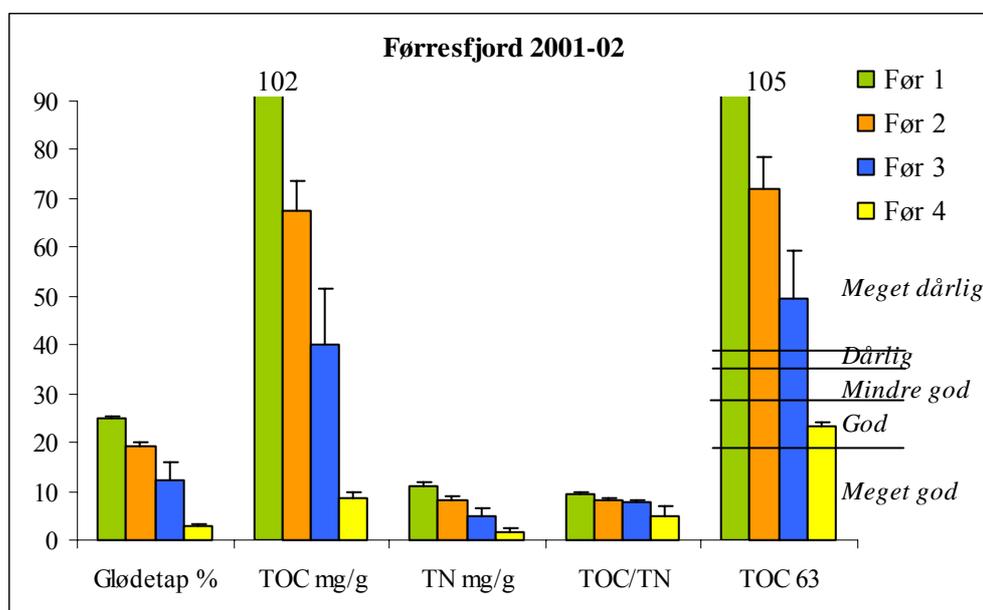


Figur 15. Gjennomsnittsinholdet av ulike kornstørrelser i sedimentet i Førresfjord. Prøvene ble tatt i november 2001.

Det organiske innholdet i sedimentet var meget høyt på Før 1-3 (Figur 16). Det var også en klar gradient fra høyest innhold innerst i fjorden og avtagende utover. Denne forskjellen kan forklares med tilførselen er størst innerst i fjorden, organisk materiale kommer ut i fjorden sammen med ferskvannavrenning, og at det er lavere oksygeninnhold (seinere nedbrytning) lengst inne i fjorden. I tillegg kommer det med at andel leire og silt er høyest innerst i fjorden. I undersøkelsen er det også funnet høyere algeinnhold i vannet ved Før 1. Siden nedbrytning av organisk materiale går sent i oksygenfritt miljø, er det "naturlig" at Før 1 har høyere innhold enn de andre stasjonene. Med bakgrunn i de normaliserte TOC verdiene fikk Før 1-3 tilstand *meget dårlig* og Før 4 tilstand *god*.

Forholdstallet mellom TOC og TN kan gi informasjon om opprinnelsen til det organiske innholdet i sjøbunnen. Et høyt forholdstall tyder på at tilførselen består av terrestrisk materiale (humus, løv og kvister osv.) og et forholdstall rundt 8-10 regnes som normalt i sediment med tilførsel av marin opprinnelse. Tare har gjerne et C:N forholdstall opp til 20 (Paasche 1991). Forholdet mellom TOC og TN var ikke spesielt høyt i Førresfjord men lå rundt 10 på de innerste stasjonene og 5 på Før 4. Dette tyder på at kilden til det organiske materialet ikke bare har en terrestrisk opprinnelse, men skyldes mer marin produksjon.

I Vea 1992 er det oppgitt glødetapsverdier i sedimentet. Det ble den gang funnet et glødetap på 21,1 % i området ved vår Før1, 18 % ved Aksnes (nærmest Før 2), 7 % ved Røyksund (Før 3) og 3,3 % sør for Fosnaholmen (Før 4). Bortsett fra at vi har funnet et noe høyere innhold i fjorden ved Aksnes passer resultatene godt overens. Det tyder på at innholdet har vært stabilt de siste 10 årene. Det skal her nevnes at stasjonsplasseringen ikke helt har vært den samme.



Figur 16. Glødetap, totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), forholdstall mellom TOC og TN og normalisert TOC verdi i sedimentet i Førresfjord. TOC 63 mg/g er TOC verdi som er justert ut fra innhold av leire og silt i sedimentet og som blir brukt til å gi SFT tilstandsklasse. Verdiene er oppgitt som % og som mg/g. Prøvene ble tatt i november 2001. Vertikale streker på søylene angir standardavvik, horisontale streker markerer grenseverdier for SFT tilstand.

3.2.2 Bunn dyr

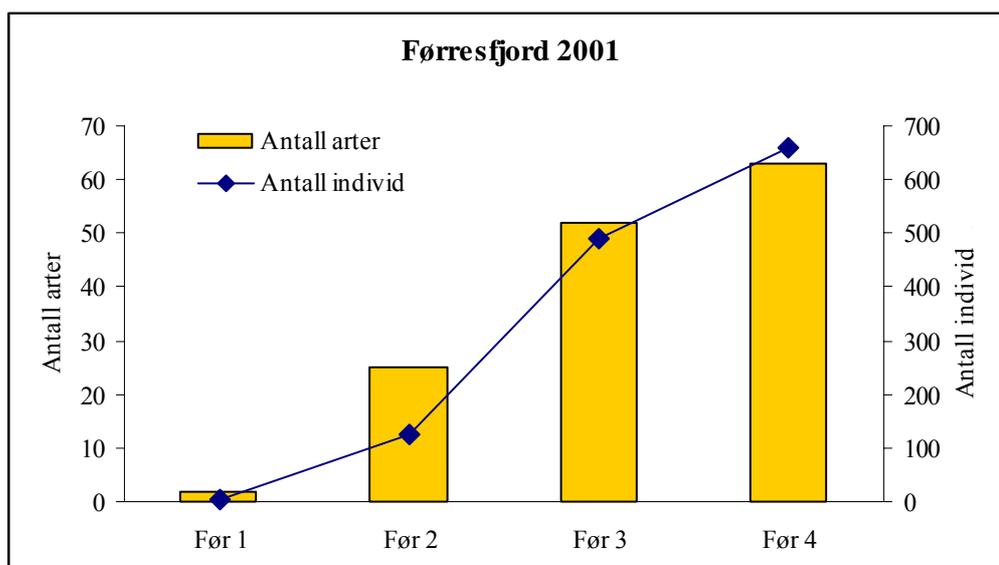
Antall arter og individer var meget forskjellig på stasjonene. Bunnfaunaen var meget arts- og individfattig på Før1 og det var mye høyere artsmangfold på de andre stasjonene (Figur 17). Det er det lave oksygeninnholdet i bunnvannet (eller totalt mangel på oksygen) som er årsaken til manglende bunndyr på Før 1. De to individene børstemark som ble funnet, kan være noen som tilfeldig var på bunnen da prøvene var tatt eller de har ved en feil sneket seg inn i prøven. Det ble ellers under feltarbeidet funnet noen tomme skjell i prøvene. Det viser at det i perioder kan være levende dyr, men dette varierer trolig med oksygenforholdene og det er sannsynligvis unntaksvis at det er dyr i bunnen. De fleste artene av den skjelltypen vi fant er vanlige i bunn der det er lite oksygen. Det presiseres at de dårlige forholdene for bunnfauna trolig er bare fra rundt 35-40 m dyp og dypere i dette området.

Stasjonen som var lokalisert innenfor Storholmen og stasjon Før 1, som bare ble beskrevet visuelt (se Tabell 2), hadde et sediment som lignet en del det på Før 1. Det ble sett ett levende skjell, men flere rester av arter som er typiske for miljøforhold med lite oksygen. Dette viser at det også i det området er periodevis lite eller ikke oksygen i bunnvannet og at området har en artsfattig bunnfauna.

Bunnfaunaen på Før 2 hadde et brukbart artsmangfold selv om det var mye færre arter og individer enn på Før 3 og 4 (Tabell 6). Faunaen på Før 2 viser at det der var bra miljøforhold og bar ikke preg av arter som tåler lavt oksygeninnhold, men det ble funnet rester av noen slike (*Thyasira* og *Spiochaetopterus*) under feltarbeidet. I tillegg luktet det litt H₂S av sedimentet, og det tyder på for liten oksygentilgang til sedimentet. Vi tror derfor at det til en viss grad er oksygeninnholdet i bunnvannet, som til tider er for lavt, til at det er en mer tallrik fauna på stasjonen. På denne stasjonen var det 86 m dypt, og trolig vil det finnes en mer rikholdig fauna midtfjords på 70-75 m dyp.

På Før 2 var det flest individer av en slangestjerne art. På tross av et moderat lavt arts- og individantall fikk stasjonen tilstand *god*, basert på utregnet diversitet. Dette skyldes til dels at individene var forholdsvis jevn fordelt på artene, og dette gir høy diversitet.

Både Før 3, midtfjords ved Røyksund og Før 4 utenfor Fosnholmen hadde en artsrik fauna med 52 og 63 arter. Det var ingen tegn til dårlige miljøforhold på disse stasjonene. Begge fikk SFT tilstand *meget god*. På Før 3 var det både børstemark, skjell, slangestjerner og slimormer som var de mest tallrike artene, men det var ulike børstemarkner som dominerte på Før 4.



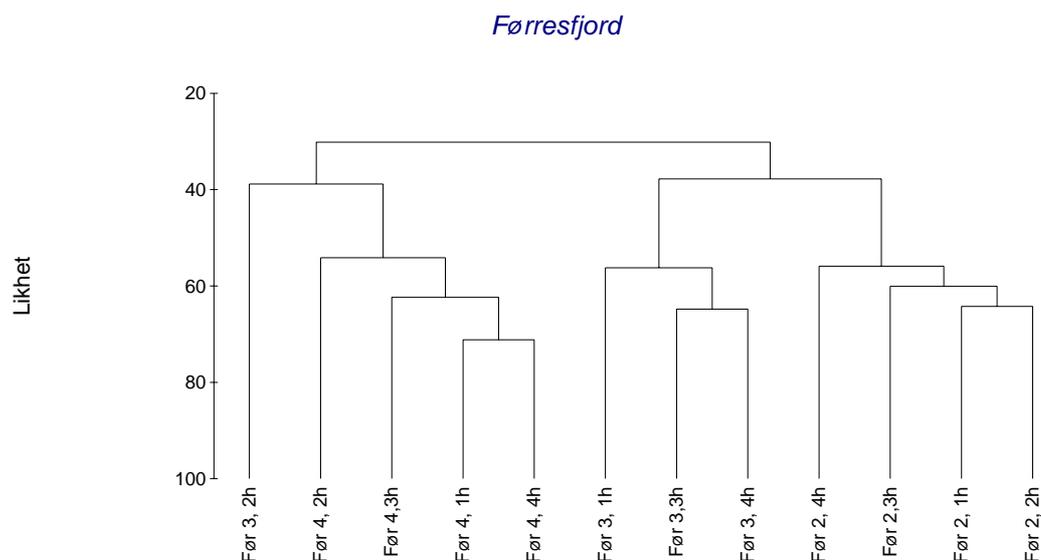
Figur 17. Antall individ og arter pr stasjon (0,4 m²), på Før 1-4. Prøver tatt november 2001.

Tabell 6. Antall individ (pr hugg, stasjon 0,4 m² og pr m²), antall arter, Shannon-Wiener indeks, jevnhetsindeks og Hurlbert (ESn=100). Resultater på "huggnivå" er gitt i vedleggene. Tilstandsklasse er gitt i henhold til SFTs grenseverdier (Molvær *m. fl.* 1997), basert på Shannon-Wiener indeks. Noen prøver tildeles i noen tilfeller ulike tilstandsklasser som følge av de to diversitetsberegningene.

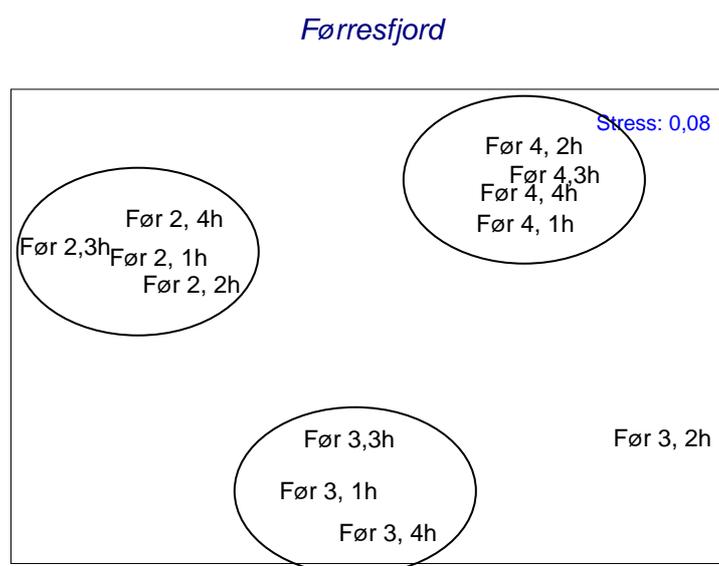
| | Antall arter | Antall individ pr. hugg og stasjon | Antall individ pr m ² | Jevnhets indeks | Hurlbert | Shannon-Wiener indeks | SFT tilstand |
|-------------------|--------------|------------------------------------|----------------------------------|-----------------|--------------|-----------------------|----------------------------|
| Før 1, 1h | 2 | 2 | 20 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 1, 2h | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - |
| Før 1, 3h | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - |
| Før 1, 4h | 0 | 0 | 0 | - | - | - | - |
| Før 1, sum | 2 | 2 | 20 | 1,00 | 2,00 | 1,00 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 2, 1h | 12 | 43 | 430 | 0,80 | 12,00 | 2,88 | <i>Mindre god</i> |
| Før 2, 2h | 15 | 32 | 320 | 0,88 | 15,00 | 3,44 | <i>God</i> |
| Før 2, 3h | 9 | 21 | 210 | 0,81 | 9,00 | 2,58 | <i>Mindre god</i> |
| Før 2, 4h | 18 | 30 | 300 | 0,92 | 18,00 | 3,83 | <i>God</i> |
| Før 2, sum | 25 | 126 | 315 | 0,79 | 22,59 | 3,66 | <i>God</i> |
| Før 3, 1h | 25 | 116 | 1160 | 0,77 | 23,42 | 3,58 | <i>God</i> |
| Før 3, 2h | 28 | 162 | 1620 | 0,82 | 23,59 | 3,96 | <i>God</i> |
| Før 3, 3h | 28 | 117 | 1170 | 0,82 | 26,01 | 3,96 | <i>God</i> |
| Før 3, 4h | 23 | 94 | 940 | 0,84 | 23,00 | 3,80 | <i>God</i> |
| Før 3, sum | 52 | 489 | 1223 | 0,82 | 31,02 | 4,68 | <i>Meget god</i> |
| Før 4, 1h | 29 | 134 | 1340 | 0,80 | 25,59 | 3,87 | <i>God</i> |
| Før 4, 2h | 41 | 188 | 1880 | 0,80 | 30,78 | 4,30 | <i>Meget god</i> |
| Før 4, 3h | 28 | 155 | 1550 | 0,81 | 24,38 | 3,91 | <i>God</i> |
| Før 4, 4h | 34 | 182 | 1820 | 0,84 | 27,47 | 4,27 | <i>Meget god</i> |
| Før 4, sum | 63 | 659 | 1648 | 0,77 | 30,96 | 4,61 | <i>Meget god</i> |

De to neste figurene (Figur 18 og 19) viser resultatene fra de multivariate analysene. Disse analysene sammenligner hvor lik artsammensetningen er i ulike prøver. Mange arter felles, gir stor likhet. For å redusere influens av individrike arter er analysen gjort på kvadratroten og fjerderoten (dobbelkvadratroten) transformerte individtall. I dette tilfellet

ble resultatene nokså de samme. Prøvene fra stasjonene grupperer seg samlet innen hver stasjon og stasjonene i fra hverandre. Det betyr at stasjonene hadde en artssammensetning som var mer forskjellig fra hverandre enn prøvene innen hver stasjon. Dette er normalt. I motsetning til diversitetsmålene skiller de multivariate analysene ut hugg 2 på Før 3. Faunaen i denne prøven var forskjellig i fra de andre prøvene på stasjonen. Dette kan skyldes at prøven er tatt fra ett litt annet sted enn resten fra denne stasjonen og at det dermed er fanget andre dyr. I dette hugget ble det under feltarbeidet funnet en plastpose i prøven og det kan absolutt ha påvirket hvilke dyr som levde på bunnen.



Figur 18. Dendrogram over bunndyrstasjoner i Førresfjord november 2001. Det er tatt fire grabbprøver fra hvert sted. Høy likhetsprosent (similaritet) mellom stasjoner tyder på mange felles arter. Før 1 er utelatt siden det bare var to arter på den stasjonen.



Figur 19. MDS plot over bunndyrstasjoner i Førresfjord november 2001. Det er tatt fire grabbprøver fra hvert sted. Prøver som har lik bunnfauna er plassert nærmest hverandre. Før 1 er utelatt siden det bare var to arter på den stasjonen.

3.3 SFT tilstandsklassifisering

I Tabell 7 har vi oppsummert analyseresultatene i hele undersøkelsen i forhold til grenseverdier i SFT miljøklassifisering. Det er da tatt et gjennomsnitt og brukt skjønn der det var tvil om tilstandsklassa (lå på grensen mellom to ulike klasser). I noen tilfeller har vi satt opp ytterlighetene. Tidligere i rapporten har vi skrevet om forskjeller mellom stasjonene og valg som er gjort ved inndeling i årstider og utvalg av prøver, samt at tilstanden varierer en del fra år til år og hvor prøvene er tatt i resipienten.

Tabell 7. Oppsummert SFT tilstandsklasser for vannprøver samlet ved 12 tidspunkt fra fire stasjoner i Førresfjord i fra august 2001 til juli 2002, samt bunnprøver i fra november 2001. Der det er stor forskjell mellom stasjonene er det oppgitt flere tilstandsklasser for samme parameter. Før 1 har de dårligste miljøforholdene og de tre andre stasjonene var nokså like.

| Parameter | Tilstand | |
|---------------------------|-----------------|--------------|
| Totalfosfor, sommer | God, II | |
| Fosfat, sommer | Meget god, I | |
| Totalnitrogen, sommer | Meget god, I | |
| Nitrat, sommer | Meget god, I | |
| Ammonium, sommer | Meget god, I | |
| Totalfosfor, vinter | God, II | |
| Fosfat, vinter | Meget god, I | |
| Totalnitrogen, vinter | Meget god, I | |
| Nitrat, vinter | God, II | |
| Ammonium vinter | Meget god, I | |
| Klorofyll, sommer | Meget god, I | |
| Siktedyp, sommer | God, II | |
| Oksygen, minimum | Meget dårlig, V | God, II |
| Bunnfauna diversitet | Meget dårlig, V | Meget god, I |
| Organisk innhold sediment | Meget dårlig, V | God, II |

3.4 Tilførselsberegninger

Grunnlagsdataene for beregningene er mer detaljert satt opp i Vedlegg 5 og noen tall er oppsummert i Tabell 8. Resultatene bør ses på som omtrentlige. Vanligvis er fosfat tilførsler knyttet til menneskeskapt utslipp og nitrogentilførsler er hovedsakelig knyttet til avrenning. Fosforforbindelser knytter seg mer til partikler enn nitrogen og skylles dermed i mindre grad ut fra land. Resultatene fra Førresfjord er i tråd med dette. I tillegg er det i renseanlegg mye lettere (og rimeligere) å fjerne fosfor enn nitrogen, siden fosforforbindelser forholdsvis enkelt kan felles ut av avløpsvannet. Renseanlegg utover

primærrensing vil gjerne fjerne 70-95 % av fosfor og 70 % av nitrogen ved nitrogenrensing, men dette er avhengig av type anlegg. Rensekravene er vanligvis satt i forhold til prosentvis reduksjon av fosfor og BOF samt utslippskonsentrasjon av nitrogen (10-20 mg N/l).

BOF er et uttrykk for den mikrobielt nedbrytbare delen av det organiske stoffet, dvs. den del som er nokså raskt omsettelig. Det viktigste bidraget vil normalt være avløpsvann fra befolkning, men noe vil også tilføres fra jordbruksaktivitet og da i første rekke knyttet til silo og melkeromsavløp. Naturlig bakgrunnsavrenning regnes ikke å bidra med BOF.

Arealet av Førresfjord er i Myhrvold m.fl. 1997 oppgitt til 14,6 km², mens NIVA (1973) opererer med 21 km². Årsaken til dette er at de trolig setter ulike yttergrenser for fjorden. Likeledes opererer de med et nedbørsareal på henholdsvis 78 og 73 km², mens vi kommer til 68 km², når alle arealene summeres. Ved å endre på disse tallene i våre tilførselsberegningene finner en ut at det fører til forholdsvis få prosent endringer i forholdet mellom de ulike kildene. NIVA anslo midlere ferskvannstilførsel til 3,4 m³/s, mens vi får 3,06 m³/s med en nedbørsmengde på 1700 mm i året og avrenning på 45 l/s/km².

Det er også store vannvolumer (og næringssaltmengder) som flyttes i fjorden med tidevannet. NIVA anslår tidevannsvolumet til 6,3 mill. m³, ved en tidevannsvariasjon på 30 cm. Tilførsel av næringssalter fra dette vannet til algeproduksjonen i overflatelaget i Førresfjord kan være betydelig dersom de hydrografiske forholdene tillater blanding av vannmassene. Ferskvannstilførsel innerst i fjorden vil også skape en kompensasjonsstrøm med saltvann inn fjorden (estuarin sirkulasjon), og dette vil bidra til næringssalttilførsel. Ved bruk av matematiske modeller (og data fra fjorden) kan bidragene fra disse tilførselene kvantifiseres. I tillegg vil vind kunne føre til blanding av vannet og ny tilførsel av næringssalt. I denne undersøkelsen har vi sett at perioder med nordavind kan blåse bort overflatevannet, som erstattes av vann som lå dypere og som har høyere næringssaltinnhold enn vannet som ble blåst bort.

Den biologiske produksjonen i en fjord kan være stor og mye av den kan synke ut av vannsøylen. Det er en rekke faktorer som styrer produksjonen og i hvor stor grad den sedimenteres til bunn, transporteres bort, eller oppløses i vannsøylen og dermed kan gi opphav til ny produksjon. I våre farvann kan en regne med en årlig primærproduksjon på 100-200 g karbon pr m² (SFT 1997). I Førresfjord (14,6 km²) vil en produksjon på 100 g C m² pr år gi en total karbonmengde på 1460 tonn. For fullstendig nedbrytning av dette ville det brukes ca 5110 tonn oksygen (1460 * 3,5), noe som er mer enn 100 ganger de 42 tonnene med BOF som tilføres fjorden fra land. Nitrogen og fosformengdene som er bundet i denne produksjonen kan anslås til henholdsvis 250 og 30 tonn. Det er betydelig mer enn tilførselene fra land (73 og 2 tonn).

Tabell 8. Noen grunnlagsdata for beregninger av tilførsler, samt beregnede tilførsler fra ulike kilder pr 2002, se også Vedlegg 5.

| Type kilde | Areal eller antall |
|--|----------------------|
| Areal Førresfjord | 14,6 km ² |
| Areal nedbørsfelt (eksl. jordbruk og tettsteder) | 45,5 km ² |
| Avløpsvann, kommunalt | 3776 personer |
| Avløpsvann, spredt | 771 personer |
| Tettsteder | 1 km ² |
| Jordbruk | 7 km ² |

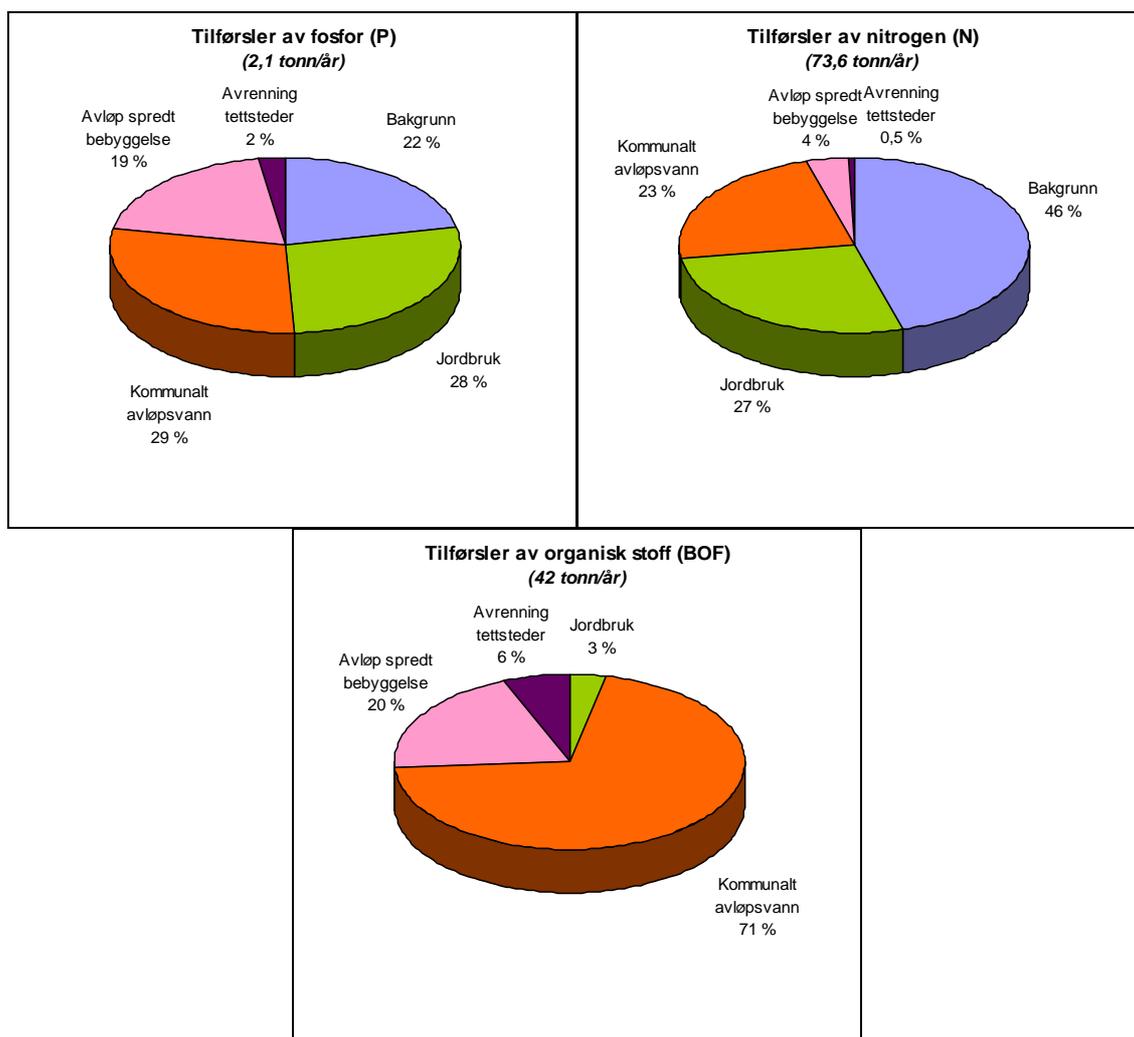
| Kilde | Karmøy kg P/år | Karmøy kg N/år | Karmøy kg BOF/år | Tysvær kg P/år | Tysvær kg N/år | Tysvær kg BOF/år |
|--|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Naturlig bakgrunn ekskl. vannoverflate | 88 | 6494 | - | 140 | 10325 | - |
| Kommunalt avløp | 435 | 3261 | 10296 | 157 | 9910 | 19434 |
| Avløpsvann spredt bebyggelse | 110 | 828 | 2468 | 288 | 2247 | 5939 |
| Tettsteder | 27 | 188 | 1345 | 24 | 166 | 1188 |
| Jordbruk | 124 | 4650 | 310 | 441 | 16551 | 1103 |
| Totalt fra land | 784 | 15422 | 14419 | 1049 | 39195 | 27656 |

| Kilde | Totalt kg P/år | Totalt kg N/år | Totalt kg BOF/år |
|---------------------------------------|-------------------|-------------------|---------------------|
| Naturlig bakgrunn inkl. vannoverflate | 446 | 35799 | - |
| Kommunalt avløp | 592 | 13717 | 29730 |
| Avløpsvann spredt bebyggelse | 398 | 3071 | 8399 |
| Tettsteder | 51 | 355 | 2533 |
| Jordbruk | 565 | 21201 | 1413 |
| Totalt fra land | 2052 | 73596 | 42075 |

I våre beregninger finner vi at ca 53 % av fosfortilførslene kommer via avløpsvann fra kommunal kloakk og spredt bebyggelse (Figur 20, Tabell 8). Avrenning fra jordbruk og bakgrunnstilførsler står for resten (med omlag like mye hver). For nitrogen bidrar derimot bakgrunnstilførsler med ca 45 %, mens ca 27 % kommer fra jordbruk og 23 % fra kommunalt avløpsvann og kun 5 % via avløp fra spredt bebyggelse. BOF-tilførselen domineres av utslippene av avløpsvann med 71 % og fra spredt bebyggelse (21 %). Beregningene viser at en økning av rensegrad på avløpsvann til Førresfjord, vil ha størst effekt på tilførselen av fosfor og BOF.

Dersom en sammenligner utslippen fra de to kommunene med hverandre er det tydelig at det er Tysvær kommune som står for de største tilførslene men forskjellen er minst med hensyn til fosfor. Årsakene til dette er at kommunen har det største nedbørsfeltet og jordbruksarealet, samt størst befolkning som har Førresfjord som resipient. Det er bare fosfortilførselen fra kommunale utslipp som er tydelig størst i fra Karmøy siden (435 kg mot 157 kg fra Tysvær). Dette på tross av at Tysvær har fem ganger så stor befolkning i forhold til Karmøy (med Førresfjord som resipient). Årsaken til dette er at Tysværs renseanlegg ved Udnarvik fjerner 95 % av fosforet før utslipp.

For å synliggjøre betydningen av kloakkrensingen ved renseanlegget ved Udnarvika, kan en gjøre følgende regneøvelse: Dersom avløpet på 2750 personer ikke ble gjenstand for annen rensing enn slamavskiller, ville dette medføre at utslippet av fosfor var 1326 kg P/år større enn i dag, og at det prosentvise bidraget fra de kommunale utslippene ikke ville være 29 %, men 57 % av totaltilførselen av fosfor. For nitrogen ville dette være av mye mindre betydning (prosentandelen blir uforandret, 23 %), mens tilførslene av organisk stoff (BOF) ville være mer enn 17 tonn/år større enn i dag, med et relativt bidrag fra kommunal kloakk økt fra 71 % til 80 %. Beregningene viser at renseanlegget ved Udnarvik har en vesentlig betydning for å begrense tilførselsmengdene av fosfor og BOF til Førresfjorden.



Figur 20. Oversikt over beregnede tilførsler til Førresfjord av fosfor (P), nitrogen (N) og BOF.

3.5 Oppsummering, resipientvurdering

Hovedkonklusjonen fra denne undersøkelsen er at det ikke er noen store miljøproblemer i største delen av Førresfjord. Næringssaltinnholdet er moderat eller lavt og det ble ikke funnet eutrofieringseffekter som høyt algeinnhold og dårlig sikt. Næringssaltinnholdet avtok i fra innerst i fjorden og utover og viser at tilførselene gir en målbar økning innerst i fjorden. Det var generelt bra med oksygen i bunnvannet, men oksygeninnholdet avtok innover i fjorden. Dette har trolig i stor grad sammenheng med de naturgitte forholdene og topografien til fjorden å gjøre. På tross av at det i perioder er stagnerende bunnvann er det hyppige nok vannutskiftninger til å sikre et tilfredsstillende oksygeninnhold. Sjøbunnen har bra med bunndyr og det som trekker mest ned ved bunnforholdene er et høyere organisk innhold i sjøbunnen enn SFTs klassifiseringen karakteriserer som tilfredsstillende. Imidlertid er miljøforholdene dårligere innenfor terskelen ved Sandholmen. Der er bunnvannutskiftningen dårlig og bunnvannet er periodevis uten oksygen. Dette fører til at bunnen er uten permanent dyreliv. Terskelen mener vi har hovedskylden for dette men i tillegg kan tilførselene av organisk stoff og næringssalter ha forverret tilstanden siden det øker oksygenforbruket i vannet og sjøbunnen.

Ut fra de målingene som er gjort tidligere er det ikke funnet noen utvikling av miljøforholdene over tid. Dette kan tas som et tegn på rimelig stabile forhold, men sammenligningsgrunnlaget var begrenset. En har i denne undersøkelsen skaffet seg et godt sammenligningsgrunnlag ved fremtidig miljøovervåking. Utvikling av oksygenforholdene i fjorden vil være viktig i nye undersøkelser, som (minst) bør inneholde de samme parametre og omfang som i denne undersøkelsen.

Selv om avløpsvann står for 48 % av fosfortilførselen, 27 % av nitrogentilførselen og 91 % av organisk stoff målt som BOF, kan det ikke konkluderes med at disse tilførselene har noen særlig innvirkning på de observerte miljøforholdene. Det eneste unntaket må være inne ved Storholmen hvor tilførselene fra land kan ha en negativ effekt. Siden oksygeninnholdet i bunnvannet og vannutskiftningen er bedre jo lenger ut en kommer i fjorden, anbefaler vi på generell basis at utslipp legges så langt ut i fjorden som det er hensiktsmessig. Generelt synes Førresfjord å ha tilstrekkelig kapasitet til å omsette dagen avløpsvanntilførsel og trolig noe mer.

4 Referanser

- Bergheim A., Stokland, Ø., & Dahle, A.B. 1986. Registrering av forholdene for akvakultur i sjøområdene i Rogaland. AVF 7/86.
- Bratli, J.L. & H. Holtan, 1995. Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. SFT-veiledning 95:02, TA-1139/1995.
- Bray, J.R. & J.T. Curtis 1957. An ordination of the upland forest communities of Southern Wisconsin. *Ecological Monographs* 27:325-349.
- Buchanan, J. B. 1984. Sediment analysis. Methods for the study of marine benthos. N. A. Holme and A. D. Mc Intyre. Oxford, Blackwell Scientific Publications: 41-65.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. - *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.
- Clarke, K.R. & R.N. Gorley 2001. PRIMER (Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research) v5; User Manual/Tutorial. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth. England.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick 1994. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. - *Marine Biology* 118:167.
- Eidnes, G. & P.L. Bjerke 2002. Current measurements in Karmsundet and Førresfjorden. Summary report. Konfidensiell. Rapport nr STF80 F028040.
- Field, J. G., Clarke, K. R., & Warwick, R. M. 1982. A Practical Strategy for Analysing Multispecies Distribution Patterns. *Marine Ecology Progress Series*, 8, 37-52.
- Gray, J.S., M. Aschan, M.R. Carr, K.R. Clarke, R.H. Green, T.H. Pearson, R. Rosenberg & R.M. Warwick 1988. Analysis of community attributes of the benthic macrofauna of Frierfjord/Langesundfjord and in a mesocosm experiment. - *Marine Ecology Progress Series* 46:151-165.
- Hurlbert, S.H. 1971. The nonconcept of species diversity: A critique and alternative parameters. - *Ecology* 52:577-586.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. - (red. - Croom Helm, London. 179.
- Molversmyr, Å, S. Vandsemb & H.O. Eggestad, 2002. Skas-Heigre. I: Vandsemb, S.M. & R. Skjevdal, (red.): *Jordsmonnovervåking i Norge. Feltrapporter fra programmet i 2001., Jordforsk, rapport 51/02, s. 155-171.*
- Molvær, J., J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei & J. Sørensen 1997. *Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann*. SFT Veiledning 97:03. Statens Forurensningstilsyn, TA-1467/1997, Oslo. 36 s.
- Myhrvold, A. U., O. I. Forsberg & Å. Molversmyr 1997b. *Samlerapport for Rogaland 1996. Forurensningsundersøkelser i sjøområder*, RF-Rogalandsforskning. RF-96/245. Versjon 2, datert 14.10.97. 138 s
- NIVA 1973. *Undersøkelse av Nord-Rogalandsfjordenes forurensningstilstand. Delrapport nr 3 Førresfjorden og nr. 4 Førlandsfjorden*. NIVA-rapport 0-41/70.
- NS 9420:1998. *Retningslinjer for feltarbeid i forbindelse med miljøovervåking og -kartlegging*. Norsk Standard 1998. 9 s.
- NS 9422:1998. *Retningslinjer for sedimentprøvetaking i marine områder*. Norsk Standard 1998. 11 s.
- NS 9423:1998 *Retningslinjer for kvantitative analyser av sublitoral bløtbunnsfauna i marint miljø*. Norsk Standard 1998. 16 s.

- Pielou, E. C. 1966. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. - *Journal of Theoretical Biology* 10: 370-383.
- Paasche, E. 1991. Forelesninger i marin biologi, botanisk del. Ny utgave. Forelesningshefte. Universitetet i Oslo 98. s.
- SFT, 1997. *The Norwegian North Sea Coastal Water. Eutrophication. Status and trends*. SFT ekspertgruppe. H.R. Skjoldal m. fl.
- Shannon, C. E. and W. Weaver 1963. *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Urbana.
- Vea J., 1992. *Resipienvurdering av Førlandsfjorden og Førresfjorden*. RF-Rogalandsforskning. RF 60/92. 32 s.

5 Vedleggsoversikt

Vedlegg 1. Resultater fra hydrografimålinger

Vedlegg 2. Resultater fra vannanalyser, usikkerhet i vannanalyser

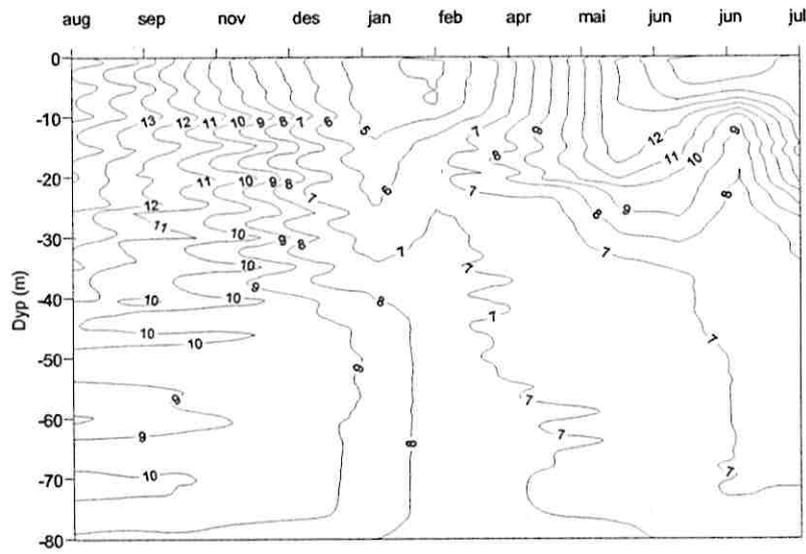
Vedlegg 3. Sedimentanalyser

Vedlegg 4. Bunnfauna, artsliste, de mest tallrike artene.

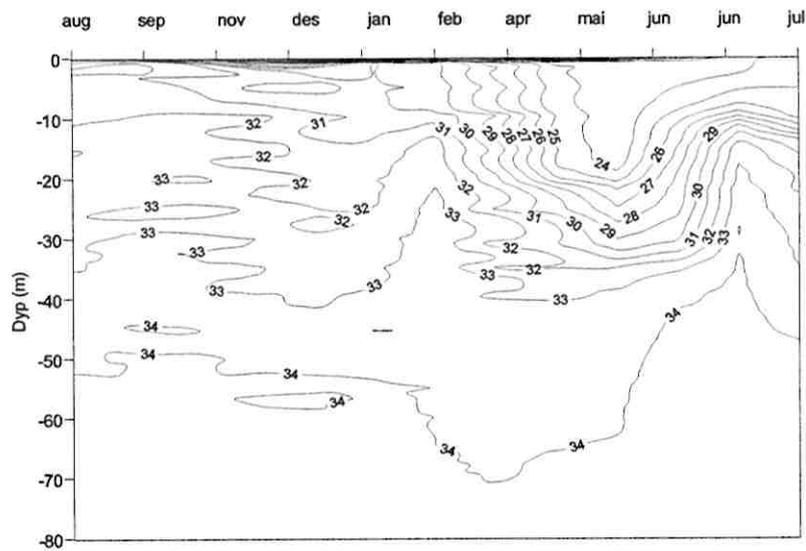
Vedlegg 5. Grunnlagsdata for tilførselsberegninger.

Vedlegg 6. Noen forklaringer til ord og uttrykk.

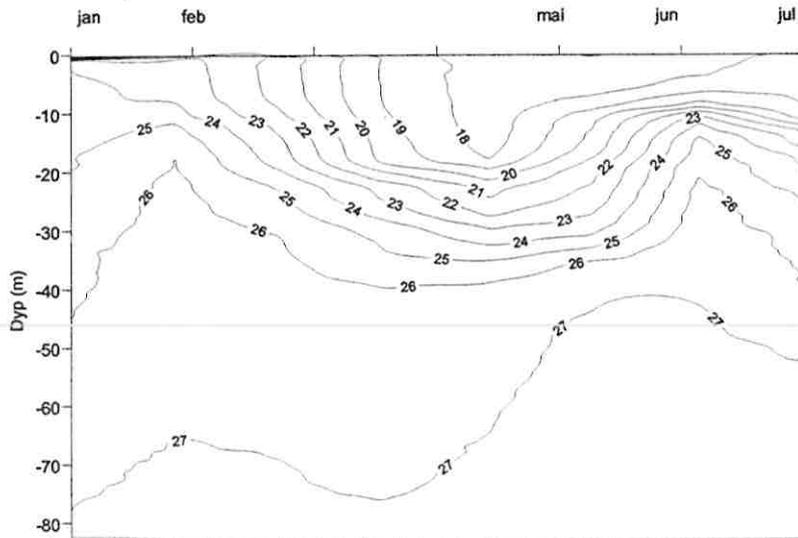
Temperatur, Før 3



Saltholdighet, Før 3



Tetthet, Før 3



Vedlegg 2. Resultater fra feltobservasjoner og laboratorianalyser (redigert satt opp for å spare plass). Næringssalter, oksygeninnhold i bunnvann, klorofyll (µg/l), sikteyp (m). Akkrediterte analyserapporter kan fås hos RF-Miljølab eller prosjektleder.

| | | 29.08.2001 | 12.09.2001 | 12.11.2001 | 10.12.2001 | 17.01.2002 | 08.02.2002 | 28.02.2002 | 17.04.2002 | 15.05.2002 | 06.06.2002 | 26.06.2002 | 10.07.2002 |
|-------------------------|------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Før 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 0 m | 14 | 19 | 21 | 23 | 23 | 23 | 19 | 17 | 17 | 11 | 10 | 26 |
| | 5 m | 14 | 18 | 25 | 21 | 22 | 24 | 17 | 18 | 20 | 10 | 10 | 14 |
| | 10 m | 14 | 19 | 26 | 23 | 22 | 22 | 22 | 15 | 12 | 7,5 | 18 | 11 |
| Fosfat µg/l P | 0 m | 3,0 | 2,0 | 10 | 9,5 | 11 | 13 | 10 | 4,5 | 4,0 | <2 | 2,5 | 5,5 |
| | 5 m | 4,0 | 3,5 | 14 | 8,5 | 10 | 13 | 11 | 6,0 | 5,5 | <2 | 2,5 | 3,5 |
| | 10 m | 3,5 | 5,5 | 15 | 12 | 11 | 13 | 16 | 5,5 | 6,0 | <2 | 13 | 3,0 |
| Totalnitrogen µg/l N | 0 m | 150 | 150 | 200 | 270 | 260 | 250 | 200 | 180 | 250 | 190 | 180 | 420 |
| | 5 m | 150 | 150 | 210 | 210 | 210 | 220 | 200 | 220 | 240 | 180 | 170 | 220 |
| | 10 m | 150 | 160 | 210 | 190 | 190 | 220 | 210 | 190 | 230 | 160 | 220 | 160 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 0 m | 5 | 5 | 83 | 120 | 130 | 120 | 99 | 10 | 24 | <2 | <2 | 88 |
| | 5 m | 4 | 10 | 97 | 94 | 100 | 110 | 100 | 10 | 17 | <2 | <2 | 17 |
| | 10 m | 3 | 30 | 100 | 85 | 87 | 110 | 120 | 10 | 6 | <2 | 43 | <2 |
| Ammonium µg/l N | 0 m | 17 | <10 | <10 | 21 | 17 | <10 | <10 | 15 | <10 | 16 | <10 | 16 |
| | 5 m | 20 | 58 | <10 | <10 | 12 | <10 | <10 | 19 | 15 | 15 | <10 | <10 |
| | 10 m | 17 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 19 | 39 | <10 | 49 | <10 |
| Før 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 0 m | 12 | 14 | 18 | 26 | 23 | 23 | 18 | 13 | 14 | 14 | 10 | 12 |
| | 5 m | 14 | 16 | 20 | 21 | 22 | 29 | 20 | 15 | 15 | 15 | 10 | 13 |
| | 10 m | 12 | 20 | 22 | 23 | 22 | 23 | 19 | 23 | 10 | 8,0 | 17 | 11 |
| Fosfat µg/l P | 0 m | 2,0 | <2 | 8 | 11 | 11 | 13 | 10 | 4,0 | 3,0 | 4,5 | 2,5 | 2,5 |
| | 5 m | 2,0 | <2 | 9,5 | 9 | 10 | 17 | 10 | 4,0 | 4,0 | 4,5 | 2,5 | 3,0 |
| | 10 m | 3,0 | 7,0 | 12 | 10 | 10 | 13 | 13 | 8,0 | 2,5 | <2 | 12 | 3,0 |
| Totalnitrogen µg/l N | 0 m | 140 | 130 | 200 | 270 | 220 | 240 | 210 | 180 | 190 | 200 | 180 | 190 |
| | 5 m | 140 | 140 | 210 | 200 | 190 | 240 | 190 | 190 | 220 | 190 | 160 | 190 |
| | 10 m | 130 | 170 | 190 | 180 | 180 | 220 | 200 | 210 | 170 | 160 | 210 | 160 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 0 m | 3 | <2 | 71 | 120 | 120 | 110 | 99 | 8 | 9 | <2 | <2 | 6 |
| | 5 m | 3 | 5 | 75 | 92 | 90 | 110 | 94 | 9 | 10 | <2 | <2 | 5 |
| | 10 m | 3 | 43 | 82 | 77 | 88 | 110 | 100 | 9 | 4 | <2 | 52 | <2 |
| Ammonium µg/l N | 0 m | 11 | 31 | <10 | 14 | <10 | <10 | <10 | 16 | <10 | 15 | <10 | <10 |
| | 5 m | 13 | 33 | 12 | <10 | <10 | <10 | <10 | 14 | <10 | 13 | <10 | <10 |
| | 10 m | 10 | <10 | <10 | 10 | <10 | <10 | <10 | 12 | 11 | 11 | 30 | <10 |
| Før 3 | | | | | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 0 m | 12 | 13 | 18 | 28 | 23 | 22 | 20 | 11 | 10 | 7,0 | 9,5 | 11 |
| | 5 m | 12 | 15 | 18 | 19 | 22 | 23 | 20 | 15 | 11 | 8,0 | 11 | 11 |
| | 10 m | 12 | 19 | 22 | 21 | 22 | 22 | 20 | 14 | 13 | 8,0 | 18 | 10 |
| Fosfat µg/l P | 0 m | <2 | <2 | 7 | 12 | 10 | 13 | 10 | 3,0 | 2,5 | <2 | 2,5 | 2,0 |
| | 5 m | <2 | 2,0 | 8 | 8 | 10 | 13 | 10 | 4,0 | 3,0 | <2 | 2,5 | 2,5 |
| | 10 m | 2,0 | 7,0 | 10 | 10 | 10 | 13 | 13 | 4,0 | 3,5 | <2 | 12 | 2,5 |
| Totalnitrogen µg/l N | 0 m | 140 | 130 | 190 | 300 | 200 | 220 | 190 | 180 | 170 | 150 | 170 | 170 |
| | 5 m | 130 | 150 | 200 | 200 | 190 | 220 | 180 | 170 | 180 | 160 | 160 | 160 |
| | 10 m | 130 | 160 | 180 | 180 | 190 | 220 | 190 | 160 | 180 | 160 | 200 | 160 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 0 m | <2 | <2 | 64 | 130 | 93 | 100 | 93 | 7 | 5 | <2 | <2 | 3 |
| | 5 m | <2 | 16 | 68 | 95 | 89 | 100 | 91 | 8 | 4 | <2 | <2 | <2 |
| | 10 m | 4 | 45 | 68 | 74 | 90 | 100 | 100 | 9 | 2 | <2 | 57 | <2 |
| Ammonium µg/l N | 0 m | <10 | 56 | <10 | 15 | <10 | <10 | <10 | 15 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| | 5 m | <10 | 22 | <10 | 13 | <10 | <10 | <10 | 15 | <10 | 14 | <10 | <10 |
| | 10 m | <10 | 19 | <10 | 44 | <10 | <10 | <10 | 16 | <10 | 14 | 15 | 29 |

Før 4

| | | | | | | | | | | | | | |
|-------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Totalfosfor µg/l P | 0 m | 12 | 14 | 18 | 24 | 23 | 23 | 20 | 14 | 12 | 7,5 | 9,5 | 10 |
| | 5 m | 12 | 14 | 19 | 19 | 22 | 22 | 18 | 14 | 12 | 9,0 | 9,5 | 11 |
| | 10 m | 12 | 17 | 19 | 21 | 22 | 23 | 20 | 12 | 16 | 8,0 | 17 | 11 |
| Fosfat µg/l P | 0 m | <2 | <2 | 7 | 10 | 10 | 13 | 11 | 3,5 | 3,0 | <2 | 2,5 | 2,0 |
| | 5 m | <2 | <2 | 7 | 8 | 11 | 13 | 12 | 4,0 | 3,5 | <2 | 2,0 | 3,0 |
| | 10 m | <2 | 5,0 | 9 | 9,5 | 10 | 14 | 12 | 4,0 | 3,5 | <2 | 12 | 2,0 |
| Totalnitrogen µg/l N | 0 m | 140 | 140 | 200 | 260 | 190 | 230 | 180 | 170 | 180 | 150 | 170 | 170 |
| | 5 m | 130 | 140 | 190 | 200 | 190 | 210 | 190 | 190 | 180 | 160 | 160 | 170 |
| | 10 m | 130 | 140 | 180 | 180 | 190 | 210 | 180 | 170 | 190 | 160 | 210 | 160 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 0 m | <2 | <2 | 67 | 120 | 90 | 100 | 92 | 6 | 3 | <2 | <2 | <2 |
| | 5 m | <2 | 3 | 65 | 92 | 88 | 100 | 91 | 6 | 3 | <2 | <2 | <2 |
| | 10 m | <2 | 35 | 67 | 76 | 87 | 100 | 94 | 11 | 3 | <2 | 53 | <2 |
| Ammonium µg/l N | 0 m | <10 | <10 | <10 | 34 | <10 | <10 | <10 | 14 | <10 | <10 | <10 | <10 |
| | 5 m | <10 | 26 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 16 | 11 | 12 | <10 | 65 |
| | 10 m | <10 | 55 | <10 | <10 | <10 | <10 | <10 | 18 | 18 | 12 | 15 | 12 |

Oksygeninnhold (mg/l) bunnvann

| | 29.08.2001 | 12.09.2001 | 12.11.2001 | 10.12.2001 | 17.01.2002 | 08.02.2002 | 28.02.2002 | 17.04.2002 | 15.05.2002 | 06.06.2002 | 26.06.2002 | 10.07.2002 |
|-------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Før 1 | 1,9 | <0,2 | 2,9 | 3,5 | 3,2 | 5,2 | 6,3 | 2,3 | 3,7 | 4,1 | 7,2 | 5,3 |
| Før 2 | 4,6 | 3,8 | 5,1 | 5 | 6,2 | 6 | 6 | 6,3 | 7,1 | 6,9 | 7,7 | 7,5 |
| Før 3 | 4,7 | 3,9 | 6,2 | 5,7 | 6,4 | 6,7 | 8,1 | 5,0 | 7 | 7,9 | 7,8 | 7,5 |
| Før 4 | 6,9 | 7,3 | 6,2 | 6,3 | 7,1 | 7,4 | 8,3 | 8,3 | 10,2 | 8,2 | 7,9 | 7,9 |

I august var trolig flaske 1 og 3 byttet om og dette er tatt hensyn til i tabellen over, men stemmer ikke med analyserapport fra RF-Miljølab

I desember var trolig flaske 1 og 2 byttet om og dette er tatt hensyn til i tabellen over, men stemmer ikke med analyserapport fra RF-Miljølab

| Siktedyp (m) | 29.08.2001 | 12.09.2001 | 12.11.2001 | 10.12.2001 | 17.01.2002 | 08.02.2002 | 28.02.2002 | 17.04.2002 | 15.05.2002 | 06.06.2002 | 26.06.2002 | 10.07.2002 |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Før 1 | 8,5 | 6 | 13 | 6 | 6 | 9 | 12 | 10,5 | 4 | 8 | 3,5 | 3 |
| Før 2 | 13 | 7 | 13 | 8 | 12 | 9 | 12 | 10 | 7 | 8 | 3,5 | 5 |
| Før 3 | 15 | 7,5 | 11 | 7 | 12 | 10 | 10 | 10 | 8,5 | 11 | 3,5 | 6 |
| Før 4 | 12 | 8,5 | 12 | 10 | 12 | 10 | 10 | 10 | 7 | 11 | 4 | 7 |

| Klorofyll | 29.08.2001 | 12.09.2001 | 12.11.2001 | 10.12.2001 | 17.01.2002 | 08.02.2002 | 28.02.2002 | 17.04.2002 | 15.05.2002 | 06.06.2002 | 26.06.2002 | 10.07.2002 |
|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Før 1 | < 0,7 | 2,7 | | | | | | | 2,5 | < 0,7 | 1,4 | 2,2 |
| Før 2 | <0,6 | 2,0 | | | | | | | 1,5 | < 0,5 | 1,2 | 1,7 |
| Før 3 | <0,5 | 2,4 | | | | | | | 1 | < 0,4 | 1,3 | 1,1 |
| Før 4 | 1 | 1,5 | | | | | | | 1 | < 0,4 | 1,1 | 1,5 |

Vedleggstabell 2. Noen beregninger som er gjort på næringssaldataene, og som er grunnlag for figurer. Tall under deteksjonsgrensen er i beregningen satt til å være lik deteksjongrensen..

Sommer: juni-august

Vinter: november-februar

Vår-høst: september, april og mai

Snitt: gjennomsnitt av målingene på 0, 5 og 10 m dyp

| | sommer | sommer | sommer | vinter | vinter | vinter | vår-høst | vår-høst | vår-høst |
|-------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|----------|
| | Snitt | SD | Median | Snitt | SD | Median | Snitt | SD | Median |
| Før 1 | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 13 | 5 | 13 | 22 | 2 | 22 | 17 | 2 | 18 |
| Fosfat µg/l P | 4 | 3 | 3 | 12 | 2 | 11 | 5 | 1 | 6 |
| Totalnitrogen µg/l N | 196 | 75 | 175 | 217 | 24 | 210 | 197 | 39 | 190 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 14 | 26 | 3 | 104 | 14 | 100 | 14 | 8 | 10 |
| Ammonium µg/l N | 17 | 11 | 16 | 11 | 3 | 10 | 22 | 16 | 15 |
| Før 2 | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 12 | 2 | 12 | 22 | 3 | 22 | 16 | 4 | 15 |
| Fosfat µg/l P | 4 | 3 | 3 | 11 | 2 | 10 | 4 | 2 | 4 |
| Totalnitrogen µg/l N | 171 | 26 | 170 | 209 | 25 | 200 | 178 | 29 | 180 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 7 | 14 | 3 | 96 | 16 | 94 | 11 | 12 | 9 |
| Ammonium µg/l N | 13 | 6 | 11 | 10 | 1 | 10 | 16 | 9 | 12 |
| Før 3 | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 11 | 3 | 11 | 21 | 2 | 22 | 13 | 3 | 13 |
| Fosfat µg/l P | 3 | 3 | 2 | 10 | 2 | 10 | 3 | 2 | 3 |
| Totalnitrogen µg/l N | 158 | 19 | 160 | 203 | 30 | 190 | 164 | 17 | 170 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 7 | 16 | 2 | 90 | 17 | 93 | 11 | 13 | 7 |
| Ammonium µg/l N | 13 | 5 | 10 | 13 | 9 | 10 | 19 | 14 | 15 |
| Før 4 | | | | | | | | | |
| Totalfosfor µg/l P | 11 | 2 | 11 | 21 | 2 | 21 | 14 | 2 | 14 |
| Fosfat µg/l P | 3 | 3 | 2 | 10 | 2 | 10 | 3 | 1 | 4 |
| Totalnitrogen µg/l N | 159 | 22 | 160 | 199 | 22 | 190 | 167 | 21 | 170 |
| Nitrat + nitritt µg/l N | 6 | 15 | 2 | 89 | 15 | 91 | 8 | 11 | 3 |
| Ammonium µg/l N | 16 | 16 | 10 | 12 | 6 | 10 | 20 | 14 | 16 |

| | sommer | vinter | vår-høst |
|-------|--------|--------|----------|
| | N/P | N/P | N/P |
| Før 1 | 15 | 10 | 11 |
| Før 2 | 14 | 10 | 11 |
| Før 3 | 15 | 10 | 12 |
| Før 4 | 15 | 10 | 12 |



Vedlegg til analyserapport: 02132,02165,02199 og 02218

Målesikkerhet for analyser utført ved RF-Miljølab

| Analyseparameter: | Enhet: | Metode: | Måleområde: | Målesikkerhet ¹⁾ |
|-------------------|--------|----------------|------------------------|-----------------------------|
| Total nitrogen | µg/l N | NS 4743 (1993) | 50 - 200 200 - 1000 | ± 20 µg/l N ± 10 % |
| Nitrat + nitritt | µg/l N | NS 4745 (1991) | 2 - 40 40 - 1000 | ± 2 µg/l N ± 5 % |
| Ammonium | µg/l N | NS 4746 (1975) | 10 - 100 100 - 500 | ± 10 µg/l N ± 10 % |
| Total fosfor | µg/l P | NS 4725 (1984) | 2 - 40 40 - 1000 | ± 2 µg/l P ± 5 % |
| Fosfat | µg/l P | NS 4724 (1984) | 2 - 40 40 - 1000 | ± 2 µg/l P ± 5 % |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

¹⁾ Målesikkerhet er angitt på 95% konfidensnivå.



Vedlegg til analyserapport: 02167,02201 og 02220

Måleusikkerhet for analyser utført ved RF-Miljølab

| Analyseparameter: | Enhet: | Metode: | Måleområde: | Måleusikkerhet ¹⁾ |
|-------------------|--------|----------------------------|-------------|------------------------------|
| Klorofyll a | µg/l | Stauffer (1979), Klaveness | 0,2 - | ± 10 % |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

¹⁾ Måleusikkerhet er angitt på 95% konfidensnivå.

Vedleggstabell 3. Totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN) i sedimentet på Før 1-4. Verdiene er oppgitt som % og som mg/g. Prøvene ble tatt november 2001. Det er også oppgitt prosentvis innhold av ulike partikkelstørrelser i sedimentet. TOC 63 mg/g er TOC verdi som er utregnet ut fra innhold av leire og silt i sedimentet (se Molvær m.fl. 1997).

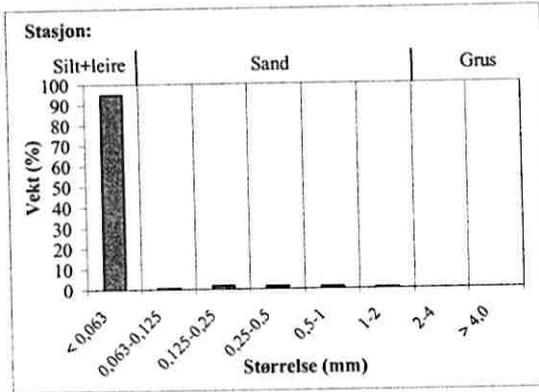
| | Leire+silt % < 0,063 mm | Sand % < 0,25 mm | Sand% > 0,25 mm | Grus % > 2 mm | Gløde- tap % | TOC mg/g | TN mg/g | TOC/TN | TOC 63 mg/g Normalisert | SFT Tilstandsklasse |
|---------------------|----------------------------|---------------------|--------------------|------------------|-----------------|--------------|-------------|----------|----------------------------|----------------------------|
| Før 1, 1. hugg | 95 | 2 | 2 | 0 | 25 | 100 | 10,8 | 9 | 101 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 1, 2. hugg | 73 | 10 | 13 | 4 | 25,2 | 107 | 11,8 | 9 | 112 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 1, 3. hugg | 82 | 10 | 7 | 1 | 24,3 | 99,8 | 10,2 | 10 | 103 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 1, snitt | 83 | 7 | 8 | 2 | 24,8 | 102,3 | 10,9 | 9 | 105 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 2, 1. hugg | 82 | 5 | 8 | 5 | 19,1 | 65,1 | 8,3 | 8 | 68 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 2, 2. hugg | 73 | 7 | 10 | 11 | 20,3 | 74,5 | 8,7 | 9 | 79 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 2, 3. hugg | 69 | 10 | 11 | 11 | 18,4 | 62,7 | 7,3 | 9 | 68 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 2, snitt | 74 | 7 | 10 | 9 | 19,3 | 67,4 | 8,1 | 8 | 72 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 3, 1. hugg | 53 | 11 | 20 | 17 | 14,7 | 49,1 | 6,3 | 8 | 58 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 3, 2. hugg | 37 | 50 | 9 | 4 | 8,1 | 27,5 | 3,4 | 8 | 39 | <i>Dårlig</i> |
| Før 3, 3. hugg | 52 | 25 | 15 | 8 | 13,8 | 43,8 | 5,4 | 8 | 52 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 3, snitt | 47 | 29 | 15 | 10 | 12,2 | 40,1 | 5,0 | 8 | 50 | <i>Meget dårlig</i> |
| Før 4, 1. hugg | 20 | 60 | 18 | 2 | 3 | 9,7 | 1,3 | 7 | 24 | <i>God</i> |
| Før 4, 2. hugg | 22 | 59 | 16 | 1 | 3,2 | 9,5 | 2,3 | 3 | 23 | <i>God</i> |
| Før 4, 3. hugg | 21 | 62 | 16 | 1 | 2,9 | 7,7 | 1,8 | 5 | 22 | <i>God</i> |
| Før 4, snitt | 21 | 60 | 17 | 1 | 3,0 | 8,6 | 1,8 | 5 | 23 | <i>God</i> |

Stasjon: Fø.1
Hugg nr. 1
Lab.ref.nr.: 01364.1

Analyseperiode: 29.11.-10.12.01
RF-Miljølab. Analytiker: RM

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,08 | 0,4 | 100,0 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,21 | 1,1 | 99,6 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 0,26 | 1,3 | 98,5 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 0,33 | 1,7 | 97,2 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 0,09 | 0,5 | 95,4 |
| < 0,063 | < 4 | 18,34 | 95,0 | 95,0 |
| Innveiet prøve før analyse | | 19,31 | | |
| | | | Glødetap | 25,0 % |

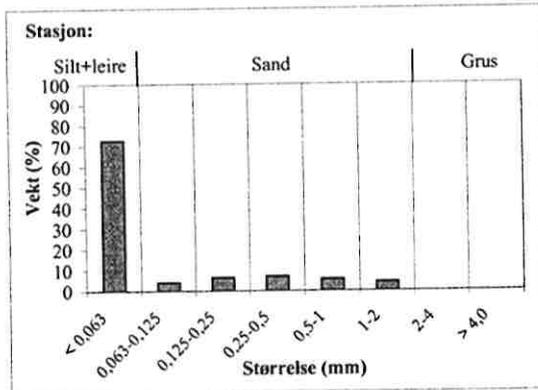


Stasjon: Fø.1
Hugg nr. 2
Lab.ref.nr.: 01364-2

Analyseperiode: 29.11.-10.12.01
RF-Miljølab. Analytiker: RM

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,70 | 4,2 | 100,0 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,94 | 5,7 | 95,8 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 1,16 | 7,0 | 90,1 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 1,06 | 6,4 | 83,1 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 0,66 | 4,0 | 76,6 |
| < 0,063 | < 4 | 12,00 | 72,6 | 72,6 |
| Innveiet prøve før analyse | | 16,52 | | |
| | | | Glødetap | 25,2 % |

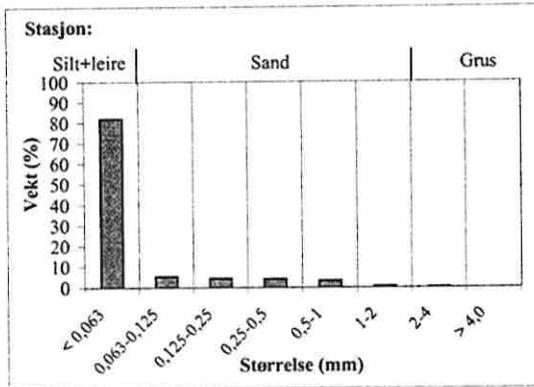


Stasjon: Fø.1
Hugg nr. 3
Lab.ref.nr.: 01364-3

Analyseperiode: 29.11.-10.12.01
RF-Miljølab. Analytiker: RM

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,03 | 0,2 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,12 | 0,7 | 99,8 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,58 | 3,3 | 99,2 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 0,73 | 4,1 | 95,9 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 0,77 | 4,3 | 91,8 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 0,95 | 5,4 | 87,4 |
| < 0,063 | < 4 | 14,54 | 82,1 | 82,1 |
| Innveiet prøve før analyse | | 17,72 | | |
| | | | Glødetap | 24,3 % |

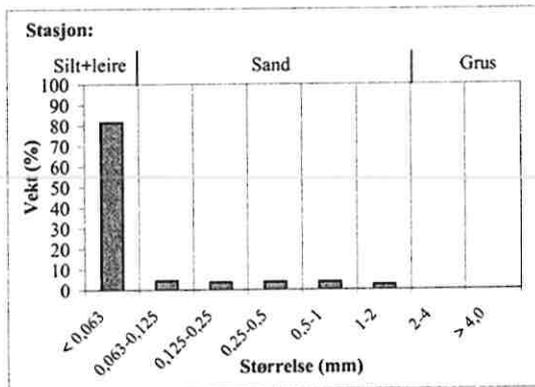


Stasjon: Fø.2
Hugg nr. 1
Lab.ref.nr.: 01364-4

Analyseperiode: 29.11.-10.12.01
RF-Miljølab. Analytiker: R.M.

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,64 | 2,4 | 100,0 |
| 0,5-1 | 1-0 | 1,03 | 3,9 | 97,6 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 1,02 | 3,9 | 93,6 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 1,00 | 3,8 | 89,8 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 1,17 | 4,5 | 86,0 |
| < 0,063 | < 4 | 21,43 | 81,5 | 81,5 |
| Innveiet prøve før analyse | | 26,29 | | |
| | | | Glødetap | 19,1 % |

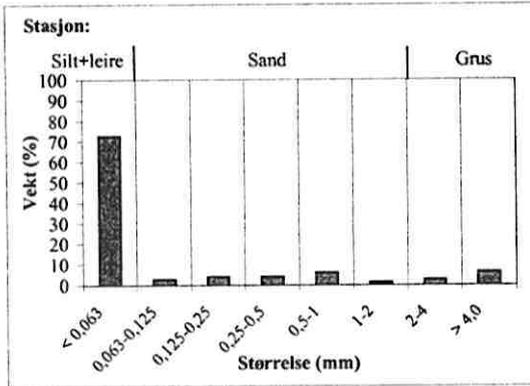


OK
11/12-01 *Suzanne Lisa Andersen*

Stasjon: Fø.2 Analyseperiode: 29.11.-10.12.01
 Hugg nr. 2 RF-Miljølab. Analytiker: RM
 Lab.ref.nr.: 01364-5

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

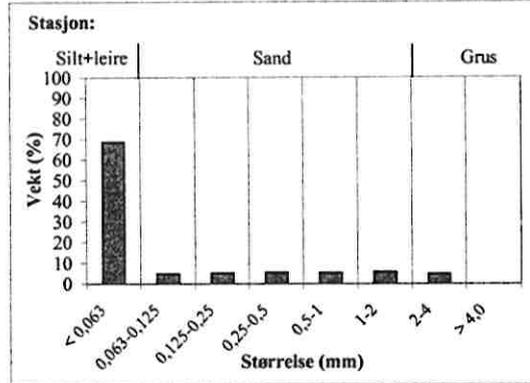
| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 1,69 | 6,3 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,73 | 2,7 | 93,7 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,38 | 1,4 | 91,0 |
| 0,5-1 | 1-0 | 1,61 | 6,0 | 89,6 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 1,10 | 4,1 | 83,6 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 1,08 | 4,0 | 79,5 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 0,77 | 2,9 | 75,5 |
| < 0,063 | < 4 | 19,56 | 72,7 | 72,7 |
| Innveiet prøve for analyse | | 26,92 | | |
| | | Glødetap | 20,3 % | |



Stasjon: Fø.2 Analyseperiode: 29.11.-10.12.01
 Hugg nr. 3 RF-Miljølab. Analytiker: RM
 Lab.ref.nr.: 01364-6

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

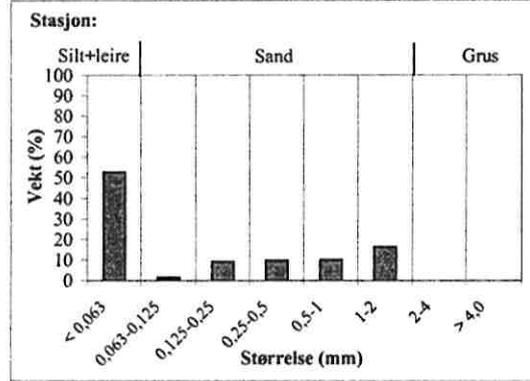
| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 1,46 | 4,8 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 1,77 | 5,8 | 95,2 |
| 0,5-1 | 1-0 | 1,62 | 5,3 | 89,3 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 1,66 | 5,5 | 84,0 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 1,56 | 5,2 | 78,5 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 1,45 | 4,8 | 73,4 |
| < 0,063 | < 4 | 20,77 | 68,6 | 68,6 |
| Innveiet prøve for analyse | | 30,29 | | |
| | | Glødetap | 18,4 % | |



Stasjon: Fø.3 Analyseperiode: 04.12.-10.12.01
 Hugg nr. 1 RF-Miljølab. Analytiker: RM
 Lab.ref.nr.: 01364-7

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

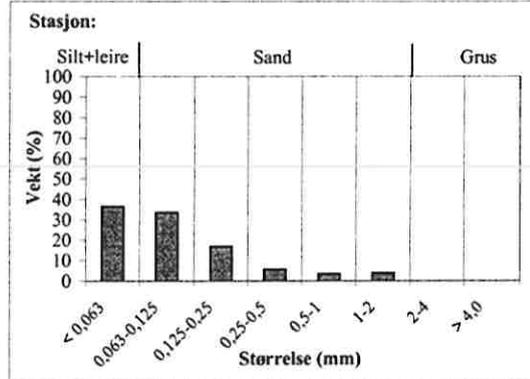
| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,01 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 4,13 | 16,6 | 100,0 |
| 0,5-1 | 1-0 | 2,53 | 10,2 | 83,4 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 2,45 | 9,8 | 73,2 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 2,29 | 9,2 | 63,4 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 0,37 | 1,5 | 54,2 |
| < 0,063 | < 4 | 13,12 | 52,7 | 52,7 |
| Innveiet prøve for analyse | | 24,90 | | |
| | | Glødetap | 14,7 % | |



Stasjon: Fø.3 Analyseperiode: 04.12.-10.12.01
 Hugg nr. 2 RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Lab.ref.nr.: 01364-8

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,02 | 0,1 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 1,00 | 3,9 | 99,9 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,89 | 3,5 | 96,0 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 1,45 | 5,6 | 92,6 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 4,35 | 16,9 | 87,0 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 8,64 | 33,5 | 70,1 |
| < 0,063 | < 4 | 9,42 | 36,6 | 36,6 |
| Innveiet prøve for analyse | | 25,77 | | |
| | | Glødetap | 8,1 % | |

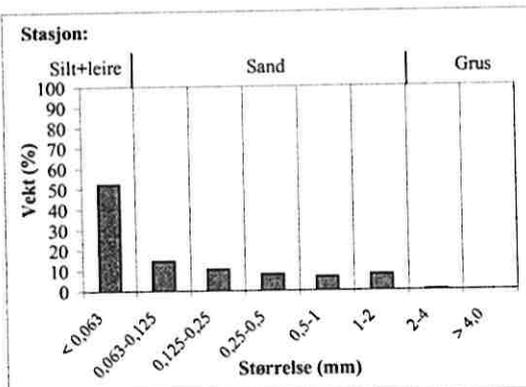


OK
 11/12-01 *Suzanne Lisa Andersen*

Stasjon: Fø.3 Analyseperiode: 04.12-10.12.01
 Hugg nr. 3 RF-Miljølab. Analytiker: RM
 Lab.ref.nr.: 01364-9

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

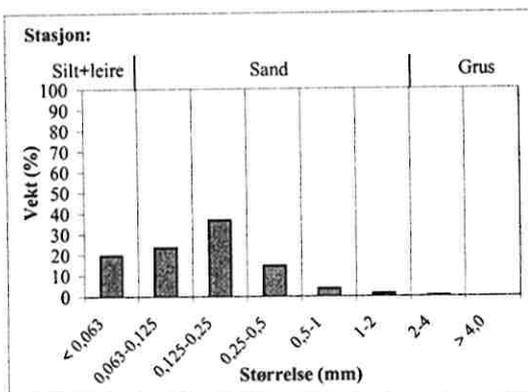
| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,04 | 0,2 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 1,85 | 7,9 | 99,8 |
| 0,5-1 | 1-0 | 1,58 | 6,7 | 92,0 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 1,89 | 8,0 | 85,2 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 2,48 | 10,5 | 77,2 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 3,41 | 14,5 | 66,7 |
| < 0,063 | < 4 | 12,26 | 52,1 | 52,1 |
| Innveiet prøve før analyse | | 23,51 | | |
| | | | Glødetap | 13,8 % |



Stasjon: Fø.4 Analyseperiode: 04.12-10.12.01
 Hugg nr. 1 RF-Miljølab. Analytiker: RM
 Lab.ref.nr.: 01364-10

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

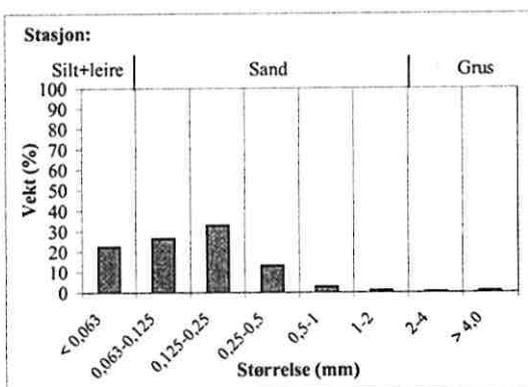
| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,06 | 0,2 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,37 | 1,5 | 99,8 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,94 | 3,7 | 98,3 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 3,73 | 14,7 | 94,6 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 9,33 | 36,8 | 79,9 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 5,94 | 23,4 | 43,1 |
| < 0,063 | < 4 | 4,97 | 19,6 | 19,6 |
| Innveiet prøve før analyse | | 25,34 | | |
| | | | Glødetap | 3,0 % |



Stasjon: Fø.4 Analyseperiode: 04.12-10.12.01
 Hugg nr. 2 RF-Miljølab. Analytiker: RM
 Lab.ref.nr.: 01364-11

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

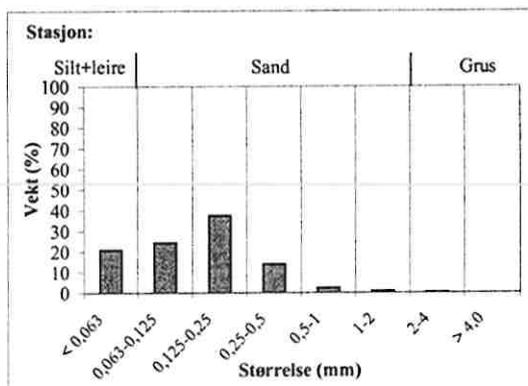
| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,22 | 0,9 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,10 | 0,4 | 99,1 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,24 | 0,9 | 98,8 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,74 | 2,9 | 97,8 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 3,36 | 13,1 | 94,9 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 8,44 | 32,9 | 81,8 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 6,79 | 26,5 | 48,9 |
| < 0,063 | < 4 | 5,75 | 22,4 | 22,4 |
| Innveiet prøve før analyse | | 25,64 | | |
| | | | Glødetap | 3,2 % |



Stasjon: Fø.4 Analyseperiode: 04.12-10.12.01
 Hugg nr. 3 RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Lab.ref.nr.: 01364-12

Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

| Størrelse (mm) | Phi ϕ | Vekt (g) | Vekt (%) | Kumulativ vekt (%) |
|----------------------------|------------|----------|----------|--------------------|
| > 4,0 | > +2 | 0,00 | 0,0 | 100,0 |
| 2-4 | +1 - +2 | 0,04 | 0,1 | 100,0 |
| 1-2 | 0 - +1 | 0,21 | 0,8 | 99,9 |
| 0,5-1 | 1-0 | 0,64 | 2,4 | 99,1 |
| 0,25-0,5 | 2-1 | 3,82 | 14,1 | 96,7 |
| 0,125-0,25 | 3-2 | 10,19 | 37,5 | 82,7 |
| 0,063-0,125 | 4-3 | 6,59 | 24,3 | 45,1 |
| < 0,063 | < 4 | 5,66 | 20,8 | 20,8 |
| Innveiet prøve før analyse | | 27,15 | | |
| | | | Glødetap | 2,9 % |



OK
 14/12-01 Jaganhisa Andasei

Navn **Rogalandsforskning**
Adresse **Postboks 2503
4091 STAVANGER**

| Deres referanse: | Vår referanse: | Dato |
|----------------------|--|----------|
| Hege Marita Svalheim | Rekv.nr. 2001-2855 O.nr. O 21015 02 | 13.12.01 |

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

| Prøvenr | Prøve merket | Prøvetakings- dato | Mottatt NIVA | Analyseperiode |
|---------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| 1 | 1364.1 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 2 | 1364.2 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 3 | 1364.3 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 4 | 1364.4 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 5 | 1364.5 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 6 | 1364.6 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 7 | 1364.7 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 8 | 1364.8 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 9 | 1364.9 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 10 | 1364.10 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 11 | 1364.11 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |
| 12 | 1364.12 | | 2001.11.30 | 2001.12.05-2001.12.10 |

| Analysevariabel | Enhet | Prøvenr Metode | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|--------------------|-------|-------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Tørrstoff | g/kg | B 3 | 177 | 181 | 189 | 278 | 253 | 292 | 322 |
| Nitrogen, total | µg/mg | TS G 6 | 10,8 | 11,8 | 10,2 | 8,3 | 8,7 | 7,3 | 6,3 |
| Karbon, org. total | µg/mg | TS G 6 | 100 | 107 | 99,8 | 65,1 | 74,5 | 62,7 | 49,1 |

| Prøvenr | Analysevariabel | Enhet | Metode | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|---------|--------------------|-------|--------|------|------|-----|-----|-----|
| | Tørrstoff | g/kg | B 3 | 476 | 336 | 650 | 653 | 648 |
| | Nitrogen, total | µg/mg | TS G 6 | 3,4 | 5,4 | 1,3 | 2,3 | 1,8 |
| | Karbon, org. total | µg/mg | TS G 6 | 27,5 | 43,8 | 9,7 | 9,5 | 7,7 |

Norsk institutt for vannforskning



Rainer G. Lichtenthaler
Forskningsleder

Rogalandsforskning
v/Øyvind Tvedten



ANALYSERAPPORT

Denne rapporten gir data fra analyse av marin bløtbunnsfauna.

Prøvested: Førresfjorden, Tysvær kommune
Prøvetakingsdato: 15/11/01 og 26/11/01
Prøver mottatt dato: 27/11/01
Analyseperiode: 27/11/01-31/08/02

Ref. nr.: 01363
Prøvetype: Sediment
Analyserapport sendt: 14/10/02

Ansvarlig for prøvetaking: Øyvind Tvedten.

Prøvene (faunagruppene) er analysert av følgende personell:

Polychaeta, Echinodermata, Varia Veslemøy Eriksen, *Cand. scient* (Rogalandsforskning)
Mollusca: Per B. Wikander, *Cand. real* (Biolaboratoriet)
Crustacea: Øystein Stokkland, *Cand. real* (SINTEF)

RF-Miljølab er akkreditert av Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i NS-EN ISO/IEC 17025. Prøvetakingen er omfattet av akkrediteringen. Innsamling av bløtbunnsprøver og bunndyrsbestemmelser er utført i henhold til norske standarder (NS 9420, NS 9422, NS 9423). Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene.

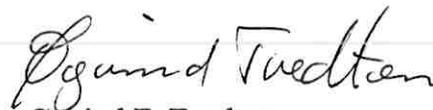
Med mindre annet er skriftlig avtalt med RF-Miljølab, er kopiering av denne analyserapport kun tillatt dersom rapporten kopieres i sin helhet ©.

Med vennlig hilsen

RF-Miljølab


Veslemøy Eriksen

Teknisk leder


Øyvind F. Tvedten

Kvalitetskontroll

| Stasjon | Før 1 | Før 1 | Før 1 | Før 1 | Før 2 | Før 2 | Før 2 | Før 2 | Før 3 | Før 3 |
|----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Replikat nummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Lab referanse nummer | 0.1363-1 | 0.1363-2 | 0.1363-3 | 0.1363-4 | 0.1363-5 | 0.1363-6 | 0.1363-7 | 0.1363-8 | 0.1363-9 | 0.1363-10 |
| NEMATODA | | | | | | | | | | |
| Nematoda indet | | | | | | | | | | |
| CNIDARIA | | | | | | | | | | |
| Anthozoa indet | | | | | | 1 | | 1 | | |
| NEMERTINI | | | | | | | | | | |
| Nemertini indet | | | | | 9 | 3 | 3 | 1 | 38 | 1 |
| SIPUNCULIDA | | | | | | | | | | |
| Sipuncula indet | | | | | | | | | 2 | |
| ANNELIDA | | | | | | | | | | |
| Polychaeta | | | | | | | | | | |
| Ampharete cf finmarchica | | | | | | | | | | |
| Ampharete sp | | | | | | | | | | |
| Ampharetidae indet | | | | | 1 | | | | | |
| Aonides paucibranchiata | | | | | | | | | 6 | |
| Brada villosa | | | | | | | | | | 1 |
| Ceratocephale loveni | | | | | 1 | 1 | 1 | 2 | 6 | |
| Chaetozone setosa | | | | | | | | | 1 | 3 |
| Diplocirrus glaucus | | | | | | | | 1 | 1 | |
| Eteone longa | | | | | | | | | | |
| Glycera alba | | | | | 1 | | | 1 | | 3 |
| Glycera sp | | | | | | 1 | | | 1 | |
| Goniada maculata | | | | | 2 | 1 | 1 | 2 | | 1 |
| Harmothoe sp | | | | | | 1 | | | | 19 |
| Hesionidae indet | | | | | | | | | | 1 |
| Heteromastus filiformis | | | | | | | | | | 16 |
| Kefersteinia cirrata | | | | | | | | | | |
| Lipobranchus jeffreysii | | | | | | | | | | 4 |
| Lumbrineris spp | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 7 | |
| Malacoceros vulgaris | | | | | | | | | | |
| Maldanidae indet | | | | | | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| Mediomastus fragilis | | | | | | | | | | |
| Melinna cristata | | | | | | | | | 2 | |
| Myriochele oculata | 1 | | | | 2 | 4 | | 7 | 3 | |
| Nephtys sp | | | | | | | | | 2 | |
| Nicomache lumbricalis | | | | | | | | | | |
| Notomastus latericeus | | | | | | | | | | |
| Ophelina cylindricaudata | | | | | | | | | | |
| Ophiodromus flexuosus | | | | | | | 1 | | 3 | |
| Owenia fusiformis | | | | | | | | | 1 | |
| Paradiopatra quadricuspis | | | | | | | | | | |
| Paradoneis cf eliasoni | | | | | | | | | | |
| Paradoneis sp | | | | | | | | | | |
| Paramphinome jeffreysii | | | | | | 2 | | | 4 | 2 |
| Paraonis sp | | | | | | | | | | |
| Pectinaria koreni | | | | | | | | | | 2 |
| Pholoe inornata | | | | | 2 | 3 | | 1 | 4 | 12 |
| Phyllodoce groenlandica | | | | | | | | | | |
| Phyllodocidae indet | | | | | | | | | 1 | |
| Phylo sp | | | | | 1 | | | | | |
| Phylo norvegica | | | | | | | | | | |
| Pista cristata | | | | | | | | | | |
| Polycirrus sp | | | | | | | | | | 15 |
| Polydora caeca | | | | | | | | | | |
| Polydora ciliata | | | | | | | | | 4 | 8 |
| Prionospio cirrifera | | | | | | | | | | |
| Prionospio sp | 1 | | | | | 1 | | | 1 | 1 |
| Protodorvillea kefersteini | | | | | | | | | | |
| Sabellidae indet | | | | | | | | | | |

| Stasjon | Før 1 | Før 1 | Før 1 | Før 1 | Før 2 | Før 2 | Før 2 | Før 2 | Før 3 | Før 3 |
|--------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Replikat nummer | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| Lab referanse nummer | 0.1363-1 | 0.1363-2 | 0.1363-3 | 0.1363-4 | 0.1363-5 | 0.1363-6 | 0.1363-7 | 0.1363-8 | 0.1363-9 | 0.1363-10 |
| Sabellides octocirrata | | | | | | | | | | |
| Scalibregma inflatum | | | | | | | | | 1 | 3 |
| Scolelepis foliosa | | | | | | | | | | |
| Scoloplos armiger | | | | | | | | | | |
| Sphaerodoridae indet | | | | | | | | | | |
| Spio sp | | | | | | | | | | |
| Spio filicornis | | | | | | | | | | |
| Spiochaetopterus typicus | | | | | | | | | | |
| Spionidae indet | | | | | | | | | | |
| Spiophanes bombyx | | | | | | | | | | 1 |
| Spiophanes krøyeri | | | | | | | | | | |
| Sthenelais zetlandica | | | | | | | | | | |
| Terebellidae indet | | | | | | | | | | 1 |
| Terebellides stroemi | | | | | | | | 1 | 6 | |
| Tharyx multibranchiis | | | | | | | | | | |
| Tharyx sp | | | | | | | | | | 2 |
| Typosyllis sp | | | | | | | | | | 12 |
| MOLLUSCA | | | | | | | | | | |
| Caudofoveata indet | | | | | | | | | 1 | |
| Nudibranchiata | | | | | | | | | | 1 |
| Gastropoda | | | | | | | | | | |
| Acteon tornatilis | | | | | | | | | | |
| Cylichna cylindracea | | | | | | | | | | |
| Philine scabra | | | | | | | | | | |
| Bivalvia | | | | | | | | | | |
| Arctica islandica | | | | | | | | | | |
| Abra nitida | | | | | | | | | | 33 |
| Corbula gibba | | | | | | | 1 | 2 | | |
| Montacuta tenella | | | | | | | | | | |
| Mysella bidentata | | | | | | | | | | 2 |
| Nucula nucleus | | | | | | | | | | 3 |
| Nuculoma tenuis | | | | | 5 | 2 | 3 | 1 | | |
| Thyasira flexuosa | | | | | | | | | | |
| Thyasira sarsii | | | | | 3 | 1 | | 2 | 1 | 6 |
| Thyasira equalis | | | | | | | | 1 | 1 | |
| CRUSTACEA | | | | | | | | | | |
| CUMACEA | | | | | | | | | | |
| Leucon nasica | | | | | | | | 1 | | |
| Eudorella emarginata | | | | | | | | | | |
| ISOPODA | | | | | | | | | | |
| Gnathia oxyurea | | | | | | | | | | |
| Astacilla longicornis | | | | | | | | | | |
| Arcturella dilatata | | | | | | | | | | |
| Cirolana borealis | | | | | | | | | | |
| AMPHIPODA | | | | | | | | | | |
| Tryphosites longipes | | | | | | | | 1 | | |
| ECHINODERMATA | | | | | | | | | | |
| Amphiura filiformis | | | | | 15 | 9 | 9 | 3 | 18 | 6 |
| Amphiura sp | | | | | | | | | | |
| Ophiura sarsi | | | | | | | | | | |
| Asterias rubens | | | | | | | | | | 1 |
| Echinocardium sp juv. | | | | | | | | | | |
| Echinocardium cordatum | | | | | | | | | | |
| Ophiuroidea indet juv | | | | | | | | | | |

| Stasjon | Før 3 | Før 3 | Før 4 | Før 4 | Før 4 | Før 4 |
|----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Replikat nummer | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Lab referanse nummer | 0.1363-11 | 0.1363-12 | 0.1363-13 | 0.1363-14 | 0.1363-15 | 0.1363-16 |
| NEMATODA | | | | | | |
| Nematoda indet | | | | | | |
| CNIDARIA | | | | | | |
| Anthozoa indet | | | | 1 | | 1 |
| NEMERTINI | | | | | | |
| Nemertini indet | 20 | 23 | 6 | 3 | | 7 |
| SIPUNCULIDA | | | | | | |
| Sipuncula indet | | | 1 | 1 | 1 | |
| ANNELIDA | | | | | | |
| Polychaeta | | | | | | |
| Ampharete cf finmarchica | | | | | 3 | |
| Ampharete sp | | 1 | 1 | | | 4 |
| Ampharetidae indet | | | | 7 | | |
| Aonides paucibranchiata | | | | | | |
| Brada villosa | | | | | | |
| Ceratocephale loveni | 5 | 4 | | | | |
| Chaetozone setosa | | | 1 | 3 | 2 | 1 |
| Diplocirrus glaucus | 2 | | 2 | 1 | 4 | 2 |
| Eteone longa | | | 1 | | | |
| Glycera alba | 1 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| Glycera sp | | | 3 | | | 2 |
| Goniada maculata | 1 | 3 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Harmothoe sp | | | 1 | 2 | | 1 |
| Hesionidae indet | 1 | 1 | | | | |
| Heteromastus filiformis | 1 | | | | | |
| Kefersteinia cirrata | | | | | | |
| Lipobranchus jeffreysii | | | | | | |
| Lumbrineris spp | 12 | 7 | 2 | 2 | | 2 |
| Malacoceros vulgaris | | | | 1 | | |
| Maldanidae indet | 1 | | 3 | 2 | 8 | 7 |
| Mediomastus fragilis | | | | 2 | | |
| Melinna cristata | | 1 | 1 | | | |
| Myriochele oculata | 3 | 1 | | 27 | 40 | 31 |
| Nephtys sp | | | 1 | 1 | | 1 |
| Nicomache lumbricalis | | | | 2 | | |
| Notomastus latericeus | | | 2 | | 1 | |
| Ophelina cylindricaudata | | | | | | |
| Ophiodromus flexuosus | 1 | 1 | | | | |
| Owenia fusiformis | | | 8 | 15 | 5 | 13 |
| Paradiopatra quadricuspis | | | | | | |
| Paradoneis cf eliasoni | | | | | | |
| Paradoneis sp | | | | 2 | | |
| Paramphinome jeffreysii | 4 | 6 | | 3 | | |
| Paraonis sp | | | | 1 | | |
| Pectinaria koreni | | | | 1 | | |
| Pholoe inornata | 8 | 6 | 1 | 3 | 3 | 3 |
| Phyllodoce groenlandica | | | | 1 | | |
| Phyllodocidae indet | | | | 1 | | |
| Phylo sp | | | | | | |
| Phylo norvegica | | 1 | | | | |
| Pista cristata | | | | | 1 | |
| Polycirrus sp | | 1 | 18 | 12 | 13 | 9 |
| Polydora caeca | | | | 5 | 4 | 2 |
| Polydora ciliata | 6 | 11 | 3 | 3 | 1 | 1 |
| Prionospio cirrifera | | | | 29 | | |
| Prionospio sp | 8 | 3 | 10 | | 13 | 10 |
| Protodorvillea kefersteini | | | | | | |
| Sabellidae indet | | | | | 1 | |

| Stasjon | Før 3 | Før 3 | Før 4 | Før 4 | Før 4 | Før 4 |
|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Replikat nummer | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Lab referanse nummer | 0.1363-11 | 0.1363-12 | 0.1363-13 | 0.1363-14 | 0.1363-15 | 0.1363-16 |
| Sabellides octocirrata | | | | | | |
| Scalibregma inflatum | 1 | 5 | 37 | 28 | 19 | 26 |
| Scolelepis foliosa | | | | | 3 | |
| Scoloplos armiger | | | | | 3 | |
| Sphaerodoridae indet | | | | | | |
| Spio sp | | | | 1 | | |
| Spio filicornis | 6 | 8 | 8 | | | 2 |
| Spiochaetopterus typicus | 2 | 1 | | | | |
| Spionidae indet | | | | | | |
| Spiophanes bombyx | 1 | 1 | 6 | 3 | 10 | 10 |
| Spiophanes krøyeri | 2 | 1 | | | | |
| Sthenelais zetlandica | | | | | | |
| Terebellidae indet | | | | | | 2 |
| Terebellides stroemi | | 4 | | | | |
| Tharyx multibranchiis | | | | 2 | | |
| Tharyx sp | 1 | | 1 | | 2 | 6 |
| Typosyllis sp | | | | 1 | | |
| MOLLUSCA | | | | | | |
| Caudofoveata indet | | | | | | |
| Nudibranchiata | | | | | | |
| Gastropoda | | | | | | |
| Acteon tornatilis | | | | 1 | | |
| Cylichna cylindracea | | | | | | 1 |
| Philine scabra | | | | | | 1 |
| Bivalvia | | | | | | |
| Arctica islandica | | | | 1 | | |
| Abra nitida | 1 | | | 1 | 4 | 13 |
| Corbula gibba | 2 | | | | 1 | |
| Montacuta tenella | | | 1 | | | 1 |
| Mysella bidentata | | | | | | |
| Nucula nucleus | | | | | | |
| Nuculoma tenuis | 2 | | 6 | 5 | 3 | 8 |
| Thyasira flexuosa | | | | | | 3 |
| Thyasira sarsii | 1 | | 4 | 5 | 4 | 3 |
| Thyasira equalis | | 3 | | | | |
| CRUSTACEA | | | | | | |
| CUMACEA | | | | | | |
| Leucon nasica | 1 | | | | | |
| Eudorella emarginata | 1 | | | | | |
| ISOPODA | | | | | | |
| Gnathia oxyurea | | | | | | 1 |
| Astacilla longicornis | | | | | | |
| Arcturella dilatata | | | | | | |
| Cirolana borealis | | | | | 1 | |
| AMPHIPODA | | | | | | |
| Tryphosites longipes | | | | | | |
| ECHINODERMATA | | | | | | |
| Amphiura filiformis | 22 | | 1 | 1 | 2 | 2 |
| Amphiura sp | | | | | | |
| Ophiura sarsi | | | | | | |
| Asterias rubens | | | | | | |
| Echinocardium sp juv. | | | 2 | | | 3 |
| Echinocardium cordatum | | | | 2 | | |
| Ophiuroidea indet juv | | | | 2 | | |

Vedlegg 4. Antall individer og prosent av totalt antall individ pr stasjon av de mest tallrike artene .

| Før 2 | Antall indivd | % av totalt antall |
|----------------------|---------------|--------------------|
| Amphiura filiformis | 36 | 29 % |
| Nemertini indet | 16 | 13 % |
| Myriochele oculata | 13 | 10 % |
| Nuculoma tenuis | 11 | 9 % |
| Goniada maculata | 6 | 5 % |
| Pholoe inornata | 6 | 5 % |
| Thyasira sarsii | 6 | 5 % |
| Ceratocephale loveni | 5 | 4 % |
| Lumbrineris spp | 4 | 3 % |
| Maldanidae indet | 3 | 2 % |

| Før 3 | Antall indivd | % av totalt antall |
|-------------------------|---------------|--------------------|
| Nemertini indet | 82 | 17 % |
| Amphiura filiformis | 46 | 9 % |
| Abra nitida | 34 | 7 % |
| Pholoe inornata | 30 | 6 % |
| Polydora ciliata | 29 | 6 % |
| Lumbrineris spp | 26 | 5 % |
| Harmothoe sp | 19 | 4 % |
| Heteromastus filiformis | 17 | 3 % |
| Paramphinome jeffreysii | 16 | 3 % |
| Polycirrus sp | 16 | 3 % |

| Før 4 | Antall indivd | % av totalt antall |
|----------------------|---------------|--------------------|
| Scalibregma inflatum | 110 | 17 % |
| Myriochele oculata | 98 | 15 % |
| Polycirrus sp | 52 | 8 % |
| Owenia fusiformis | 41 | 6 % |
| Prionospio sp | 33 | 5 % |
| Spiophanes bombyx | 29 | 4 % |
| Prionospio cirrifera | 29 | 4 % |
| Nuculoma tenuis | 22 | 3 % |
| Maldanidae indet | 20 | 3 % |
| Abra nitida | 18 | 3 % |
| Nemertini indet | 16 | 2 % |

Info frå Tysvær kommune til Rogalandsforskning i tilknytning til forurensingsundersøkelse i Førresfjorden 2002:

1. Avrenningsområdet

Avgrensningen av avrenningsområdet framgår av vedlagte kart.

Areal pr. klasse for området

| | |
|----------------------------------|----------|
| Dyrka mark | 2463 da |
| Gjødsla beite | 3054 |
| Skog | 4694 |
| Myr | 1671 |
| Anna jorddekt fastmark | 6081 |
| Grunnlendt mark og fjell i dagen | 15459 |
| TOTALT AREAL (eks tettbygd) | 33422 da |

Bebygd areal (tettbygde område)

(bustadareal, industri/forretning, offentlege område)

Frakkagjerd og Førresfjorden: 400 da

(75% bustad, 20% industri/forretning, 5% off. areal, dvs. skule+barnehage+idrettsanlegg)

Kallevik sør / Høie: 75 da

(100 % bustad)

2. Avløp

Renseanlegg Førresfjorden/Udnavika

All tett busetnad og industri i området Frakkagjerd og Førresfjorden går inn på dette renseanlegget. Totalt ca. 3000 pe. (noe i underkant).

Rensing dokumentert ved prøvetaking: fosfor 95%, nitrogen 20-25%, total organisk karbon 62%, suspendert stoff 98%.

Slamavskiller Kallevik sør / Høie

Bustadfelt – ca. 150 pe.

Rensing: fosfor 10-15%, nitrogen 10-15%, organisk stoff 20-30%.

Dette er normtal for rensing frå denne type slamavskiller – ikkje dokumentert ved prøvetaking ved denne konkrete slamavskillaren.

Spredt busetnad ikkje tilknytta off. kloakk

Totalt ca. 218 bustader som har separate avløpsanlegg.

Slamavskillar med tett ledning og utslepp i sjø: 193 bustader x 2,5 PE = 482,5 PE
Normtal for rensing: fosfor 5-10%, nitrogen 5-10%, org.stoff(BOF7) 25-35%

Slamavskillar og sandfiltergrøft: 20 bustader x 2,5 PE = 50 PE
Normtal for rensing: fosfor 10-20%, nitrogen 10-15%, org.stoff (BOF7) 70-90%

Minirensanlegg, biologisk-kjemisk: 5 bustader x 2,5 PE = 12,5 PE

Stegaberg skule = 15,0 PE

Normtal for rensing: fosfor 80-90%, nitrogen 15-25%, org.stoff (BOF7) 70-90%

3. Avfallsfyllinger

Det er ingen registrerte avfallsfyllinger i området.

4. Utslipp fra bedrifter

Er kobla til offentlig kloakk.

5. Opplysninger avløp og rensing

Sjå punkt 2 og % rensing av fosfor, nitrogen og org.stoff (BOF7).

12. september 2002

Jon Gunnar Vikingstad

miljøvernkonsulent

Tysvær kommune, teknisk etat

Diverse opplysninger i forbindelse med resipientundersøkelse av Karmsundet og Førdesfjorden

Nedslagsfelt:

| | |
|------------------|--|
| Karmsundet vest: | 35,92 km ² |
| Karmsundet øst: | 20,77 km ² |
| Førdesfjorden: | 19,64 km ² (derav 4,48 km ² som ligger i Haugesund kommune) |

Bebyggd areal

Har tatt utgangspunkt i kommuneplanens arealdel og målt de områder som er bebygde boligområder, industriområder, offentlige områder osv. Spredt bebyggelse (bebyggelse i lufteområde) er dermed ikke med.

| | |
|------------------|-----------------------|
| Karmsundet vest: | 8,661 km ² |
| Karmsundet øst: | 2,935 km ² |
| Førdesfjorden: | 0,538 km ² |

Landbruksareal

Når det gjelder data for fulldyrket jord, overflatedyrket jord og innmarksbeite hadde landbrukskontoret kun data for hele kommunen og inndelt i gnr/bnr. For å få det helt nøyaktig må en gå inn på hvert gnr/bnr og registrere. For så store området sier det seg selv at dette er et omfattende arbeid. De har derfor gjort et grovt anslag over fordelingen av gardsbruk i kommunen og tatt utgangspunkt i denne fordelingen og de totale dataene for kommunen. Dersom du må ha det helt nøyaktig, får du gi beskjed!

| | Karmsundet | Førdesfjorden |
|--|------------|---------------|
| Fulldyrket jord (dekar) | 900 | 600 |
| Overflatedyrket jord (dekar) | 20 | 50 |
| Innmarksbeite (gjødslet beite) (dekar) | 1000 | 900 |

Avløpsbelastning

Det er tatt utgangspunkt i hovedutslippene og rapporteringsdata fra 2001 til SSB. For de kommunale utslippene er det kun mekanisk rensing. For de private går de fleste avløpene via slamavskiller direkte til sjø, sandfiltergrøft eller infiltrasjonsgrøft. Noe mer nøyaktig data for rensemetode fordelt på område finnes dessverre ikke.

| Karmsundet vest: | Kommunalt | Privat |
|------------------|-----------|--------|
| 1.1 Rusneset | 2475 | 419 |
| 1.2 Gofarneset | 1490 | 248 |
| 2.1 Husøy | 1339 | 204 |
| 3.3 Bøvågen | 726 | 40 |
| 3.5 Storesund | 1096 | 81 |
| 4.1 Viken | 131 | 160 |
| 11.1 Skjærsund | 174 | 25 |
| 11.2 Bråtafeltet | 114 | 19 |

| <u>Karmsundet øst:</u> | <u>Kommunalt</u> | <u>Privat</u> |
|------------------------|------------------|---------------|
| 3.1 Snik | 595 | 27 |
| 3.2 Vormedal | 1021 | 119 |
| 3.4 Nordheim | 2507 | 27 |
| 13.1 Røyksund | 0 | 202 |

| <u>Førdesfjorden:</u> | <u>Kommunalt</u> | <u>Privat</u> |
|-----------------------|------------------|---------------|
| 12.1 Døle | 189 | 0 |
| 12.2 Hest | 319 | 15 |
| 12.3 Kolnes | 76 | 125 |

Alle utslipp er oppgitt i pe (etter EU-direktivet der 1 pe = 1,5 personer).

Industriutslipp

Det er kun industriutslipp til Karmsundet og er oppgitt i utslipp per år. Det er tatt kontakt med bedriftene for å undersøke hva dagens/fjorårets utslipp er.

| | |
|----------------------|-------------------------------------|
| Silfas og Seagarden: | 45 tonn (suspendert stoff (SS)) |
| FMC Biopolymer: | 6400 tonn (SS) – 1100tonn mineraler |
| | 100 tonn formaldehyd |

Biomar (kopi av mail):

Refererer til telefonsamtale og sender som avtalt tallene for 2001.

Rapportert tall er antatt, og er beregnet ut i fra et målt gj.snittelig tørrstoffinnhold på 193mg/100ml prosessavløpsvann til kommunalt nett. Dette gir et tørrstoffinnhold på 0,00193 kg/liter vann. Av våre målere fremgår det at vi i 2001 slapp ut 441000 liter vann, dette gir et tørrstoffutslipp til kommunalt nett på 853 kg. i 2001.

Hvor mye av dette som går til sjø, vet jeg ikke, da jeg er usikker på renseseffekten i det kommunale nett.

Avfallsfyllinger:

Det finnes ingen avfallsfyllinger i nedslagsfeltene (kun til vestsiden av Karmøy, Borgaredalen og Våge fyllplass.

Avrenningskoeffisienter - Beregningsgrunnlag

| Arealtype | P kg/km ² ·år | N kg/km ² ·år | BOD kg/km ² ·år | Grunnlag for tallene SFT TA-1139/1995. For N: antatt ca. 0,75 mg/l N i nedbør, og ca. 1700 mm nedbør pr år, og beregnet iht SFT TA-774/1991. |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|---|
| Fri vannflate-Førresfjord | 15 | 1300 | - | SFT TA-1139/1995. For N: antatt ca. 0,75 mg/l N i nedbør, og ca. 1700 mm nedbør pr år, og beregnet iht SFT TA-774/1991. |
| Skog/myr/fjell-Førresfjord | 5 | 370 | - | SFT TA-1139/1995. For N: antatt vannavrenning på ca. 45 l/sek og km ² . |
| Tettsted-by | 100 | 750 | 5000 | SFT TA-1139/1995. |
| Tettsted-villa | 50 | 350 | 2500 | SFT TA-1139/1995. |
| Jordbruk (inkl. punktkilder) | 80 | 3000 | 200 | N og P: se * |
| Forurensningsproduksjon personer: | | | | |
| Fosfor | 0,584 kgP/person/år | | | SFT TA-1139/1995. |
| Nitrogen | 4,38 kgN/person/år | | | SFT TA-1139/1995. |
| Organisk stoff (BOF7) | 16,79 kgO/person/år | | | SFT TA-1139/1995. |

* N og P: Nyere erfaringstall fra Jæren (JOVA-prosjektet), som inkluderer tilførsler fra punktkilder. Juster ned en del (20%) pga. mindre intensivt jordbruk. Tallene er betydelig lavere enn i SFT TA-1139/1995. For BOD fra silo og melkerom: ikke basert på reelle dyretall, men beregninger a.la. SFT TA-1139/1995 for Skas-Heigre feltet på Jæren, som så er fordelt på jordbruksarealet. Deretter justert ned en del (20%) pga. mindre intensiv jordbruksdrift.

Førresfjorden

Beregninger gjort av Rogalandsforskning
 Udnarvik renseanlegg tilsvarer 2750 pe (ikke 3000), pers. med. Jon Gunnar Vikingstad. Tysvær sine data er oppgitt som gamle pe. 1 pe var da lik 1 person

Antall pe som er oppgitt fra kommunene er multiplisert med 1,5 for å få antall personer

| Kilde | Tysvær | | | Karmøy | | | Totalt | | |
|------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|------------|--------------|---------------|-------------|--------------|
| | Grunnlag | kg P/år | kg N/år | Grunnlag | kg P/år | kg N/år | Grunnlag | kg P/år | kg N/år |
| Naturlig bakgrunn | 27,905 km2 | 140 | 10325 | 17,552 km2 | 88 | 6494 | 14,6 km2 | 219 | 18980 |
| Bebygde områder | 2750 personer | 80 | 9335 | 876 personer | 435 | 3261 | 45,457 km2 | 227 | 16819 |
| | 150 personer | 77 | 575 | 876 personer | 435 | 3261 | 3626 personer | 515 | 12596 |
| | 483 personer | 261 | 1957 | 210 personer | 110 | 828 | 150 personer | 77 | 575 |
| | 50 personer | 25 | 192 | 210 personer | 110 | 828 | 693 personer | 371 | 2785 |
| | 28 personer | 2 | 98 | 0 km2 | 0 | 0 | 50 personer | 25 | 192 |
| | 0 km2 | 0 | 0 | 0 km2 | 0 | 0 | 28 personer | 2 | 98 |
| | 0,475 km2 | 24 | 166 | 0,538 km2 | 27 | 188 | 0 km2 | 0 | 0 |
| | - | - | - | - | - | - | 1,013 km2 | 51 | 355 |
| Landbruk | 5,517 km2 | 441 | 16551 | 1,55 km2 | 124 | 4650 | 7,067 km2 | 565 | 21201 |
| Industri | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Fiskeoppdrett, land | - | - | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| Totalt fra land | | 1050 | 39198 | | 784 | 15422 | | 2053 | 73600 |
| | | | 27664 | | | 14419 | | | 42083 |

Sammenstilling

Samlet tilførsel fra:

| | Enheter | kg P/år | kg N/år | kg BOF/år |
|--------------------------|---------------|-------------|--------------|--------------|
| Naturlig bakgrunn | 60,057 km2 | 446 | 35799 | - |
| Jordbruk | 7,067 km2 | 565 | 21201 | 1413 |
| Avrenning tettsteder | 1,013 km2 | 51 | 355 | 2533 |
| Kommunalt avløpsvann | 3776 personer | 592 | 13171 | 29730 |
| Spredt bebyggelse | 771 personer | 399 | 3074 | 8407 |
| Fra avfallsfyllinger | - | 0 | 0 | 0 |
| Fra industri | - | 0 | 0 | 0 |
| Fra fiskeoppdrett (land) | - | 0 | 0 | 0 |
| Totalt fra land | | 2053 | 73600 | 42083 |

4547 personer

Totalt landareal
 Totalt nedørfelt

33,897 km2
 33,897 km2

19,64 km2
 19,64 km2

53,537 km2
 68,137 km2
 OK

Førresfjorden

Utdrag for å vise eksempler på formler og koeffisienter

| Kilde | Tysvær | | |
|---------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| | Grunnlag | kg P/år | kg N/år |
| Naturlig bakgrunn | Direkte på vannflate | | |
| Bebygde områder | Fra nedbørfeltet | =4,694+1,671+6,081+15,459 | =C6*SpesN_SkogMyrFjell_Førres |
| | Avløpsvann, kommunalt | =2750 | =C7*PersonN_år*0,775 |
| | Avløpsvann, kommunalt | =150 | =C8*PersonN_år*0,875 |
| | Avløpsvann, spredt | =482,5 | =C9*PersonN_år*0,925 |
| | Avløpsvann, spredt | =50 | =C10*PersonN_år*0,875 |
| | Avløpsvann, spredt | =27,5 | =C11*PersonN_år*0,8 |
| | Tettsteder (city) | 0 | =C12*SpesN_TettstedCity |
| | Tettsteder (villa) | =0,4+0,075 | =C13*SpesN_TettstedVilla |
| | Avfallsfyllinger | - | =C15*SpesN_Jordbruk |
| | Totalt (areal + punkt) | =2,463+3,054 | |
| Landbruk | | | |
| Industri | | | |
| Fiskeoppdrett, land | | | |
| Totalt fra land | | =SUM(D5:D17) | =SUM(E5:E17) |

| Kilde | Karmøy | | |
|---------------------|------------------------|-------------------|--------------------------------|
| | Grunnlag | kg P/år | kg N/år |
| Naturlig bakgrunn | Direkte på vannflate | | |
| Bebygde områder | Fra nedbørfeltet | 17,552 | =C25*SpesN_SkogMyrFjell_Førres |
| | Avløpsvann, kommunalt | =(189+319+76)*1,5 | =C26*PersonN_år*0,85 |
| | Avløpsvann, kommunalt | | |
| | Avløpsvann, spredt | =(15+125)*1,5 | =C28*PersonN_år*0,9 |
| | Avløpsvann, spredt | | |
| | Avløpsvann, spredt | | |
| | Tettsteder (city) | 0 | =C31*SpesN_TettstedCity |
| | Tettsteder (villa) | 0,538 | =C32*SpesN_TettstedVilla |
| | Avfallsfyllinger | | |
| | Totalt (areal + punkt) | 1,55 | =C34*SpesN_Jordbruk |
| Landbruk | | | |
| Industri | | | |
| Fiskeoppdrett, land | | | |
| Totalt fra land | | =SUM(D24:D36) | =SUM(E24:E36) |

Vedlegg 6. Noen ord og uttrykk

- Abiotisk** – ikke biologisk.
- Aerob** – som kan leve i nærvær av molekylært oksygen.
- Anaerob** – organismer som kan leve og vokse uten nærvær av molekylært oksygen.
- Anoksisk** – uten oksygen, oksygenfritt.
- Antropogen** – av menneskeskapt opprinnelse.
- Aromater** – organiske forbindelser hvor karbonatomene er bundet til hverandre i ring(er) og annenhver binding er en dobbeltbinding.
- Artsidentifisering** – taksonomi, bestemme identiteten (navn) på et individ.
- Artsmangfold** - et mål på antall arter (artsrikdom) en prøve eller et område.
- Autotrof** – brukes om organismer som kan leve utelukkende av uorganiske forbindelser, eksempelvis fotosyntetiske grønne alger og planter.
- BaP** – Benzo (a) pyren, fem ring struktur av PAH
- Benthos** – organismer som lever på eller i havbunnen.
- Biogen** – av biologisk opprinnelse (brukes særlig i forbindelse med partikler og sedimenter).
- BOF** - (Biokjemisk oksygenforbruk), et mål på oksygenforbruk ved biokjemisk nedbrytning av organisk materiale. Oppgis for eksempel som mg O₂ pr liter.
- Brakkvann** – sjøvann som er iblandet ferskvann, saltholdighet under ca 20.
- Bunnfauna** – dyr som lever på eller i sjøbunnen.
- Børstemark** – mark som har børster på kroppen. Deles inn i mangebørstemark (polychaeter) som har mange børster på kroppen og fåbørstemark (oligochaeter). Mangebørstemark er vanligst i sjøvann og vi omtaler derfor mangebørstemark ofte som bare børstemark.
- CTD sonde** – instrument som måler konduktivitet (ledningsevne for strøm) og temperatur (Conductivity Temperature Density). Resultatene brukes til å beregne saltholdighet og vannets tetthet (Density).
- Deteksjonsgrense** – den laveste verdien som kan påvises med metoden.
- Detritus** – dødt partikulært materiale av biologisk eller ikke biologisk opprinnelse.
- Diversitet** – arts mangfold, et mål på antall arter i en prøve eller et område.
- Ekskresjon** – utskillelse av stoffer i forbindelse med cellers stoffskifte.
- Eufotisk** – der det er godt med lys. Eufotisk sone er vanddyp hvor det er primærproduksjon.
- Eutrofi-effekt** – virkning av økt næringssalttilførsel (f. eks. økt algevekst)
- Eutrofiering** – overgjødsling.
- Finfraksjon** – brukes her om partikler som er mindre enn 0,063 mm, det vil si leire og silt.
- Fotosyntese** – oppbygging av energirike organiske stoffer ved å bruke lys som energikilde – finnes bare hos organismer som inneholder klorofyll a.
- Glødetap** – vektreduksjon av en prøve etter forbrenning. Et mål på innhold av organisk materiale.
- Heterotrof** – brukes om organismer som trenger organiske stoffer som energikilde, eksempelvis alle dyr, sopp og de fleste bakterier.
- Hydrografi** – den del av oceanografien (læren om havet) som beskriver havvannets fysiske og kjemiske forhold.
- Hydroider/hydrozoer** – nesledyr som er i slekt med for eksempel maneter.
- Hydrokarboner** – organiske stoffer som består utelukkende av karbon- og hydrogenatomer. Det enkleste er metan, CH₄. De viktigste finnes i jordolje.
- Isolinje** – linje som forbinder punkter med samme verdi.
- Isoplet** – grafisk fremstilling av isolinjer.
- Klorofyll** – grønne pigmenter (fargestoff) i fotosyntetiske organismer.
- Koeffisient** – betegnelse på en tallfaktor som står foran et matematisk uttrykk eller en del av det.
- KOF** - (kjemisk oksygenforbruk) mengde oksygen som forbrukes ved kjemisk nedbrytning av organisk materiale.
- Kvantitativt** – uttrykk for en fast mengde, antall, eller størrelse, -finne mengden av ulike stoff i en sammensatt forbindelse. Her i rapporten: Kvantitative bunnprøver. Prøven skal inneholde alle dyrene som var i bunn materialet (arealet) som grabben skulle ta prøve av. Se kvalitativt.
- Kvalitativt** – uttrykk for kvaliteten. For eksempel finne hva slags forbindelser som finnes i et sammensatt stoff. Ikke avhengig av mengdene av hvert stoff.
- Leire** – uorganiske partikler som er mindre enn 0,002 mm (< 2 μm)
- Makrobenthos** – bunnlevende organismer med diameter større enn 0,5 mm.
- Marin** – det som har med havet å gjøre, Latin *mare*, havet.
- MDS** - Multi Dimensional Scaling. En type multivariat analyse.
- Multivariate metoder** – her brukt om matematiske metoder som sammenligner og gir likheter og sammenhenger mellom mange ulike prøver og prøveparametre.
- Næringssalter** – stoffer som brukes av alger og planter, eksempelvis, nitrogen, fosfor og silisium.
- Organisk** – av biologisk opprinnelse, eller biologisk materiale. Inneholder karbon.

Organisk materiale – organisk stoff, av biologisk opprinnelse.

Oseanografi – vitenskapene som angår havet.

PAH – (Polyaromatiske hydrokarboner), eller tjærestoffer, er en gruppe forbindelser som består av 2 til 6 aromatiske benzen ringer.

Parameter – konstant i en ligning (se koeffisient). Representerer ofte variable som man velger en konstant verdi for som ledd i en forenkling av en matematisk modell. Brukes her også som en betegnelse på en type egenskap som kan observeres, måles eller beregnes..

PCB (polyklorerte bifenyl) er også blitt analysert i denne undersøkelsen. Dette er forbindelser som har blitt brukt i blant annet transformatorer, kjøle(apparat), maling. På grunn av ekstrem lav nedbrytbarhet og giftighet overfor organismer, er PCB regnet som en av de verste miljøgiftene. De er nå mer eller mindre faset ut av bruk i Norg

pe – **person ekvivalent** er definert som den mengde organisk stoff som brytes ned biologisk med et biokjemisk oksygenforbruk målt over fem døgn, BOF₅, på 60 g oksygen per døgn. Tidligere var 1 pe knyttet til stofftilførsler fra 1 person. Nå er det vanlig å regne 1,5 personer per 1 pe. I tillegg til BOF (Biokjemisk oksygenforbruk) finnes det blant annet verdier for hvor stor tilførsel av nitrogen og fosfor pr år det er pr pe.

Pelagisk – som er tilknyttet de frie vannmasser (ikke bunnen).

Planktonisk – angår frittlevende organismer som har så liten svømmeevne at de er prisgitt vannstrømmene.

Resipient – vannforekomst som mottar tilførsler av antropogen (menneskeskapt) opprinnelse. Begrepet brukes ofte i forbindelse med forurensninger, f. eks. ved utslipp av kommunalt avløpsvann eller prosessvann fra industri.

Populasjon – den samlede mengden av organismer av én art innenfor et gitt område.

Primærproduksjon – produksjon av biologisk materiale fra fotosyntetiserende organismer.

Primærrensing - oppnås dersom BOF₅-verdien i avløpsvannet reduseres med minst 20 % i forhold til det som blir tilført og den samlede mengde suspenderte stoffer, SS, reduseres med minst 50 % i forhold til det som blir tilført renseanlegget, eller ikke overstiger 60 mg/l ved utslipp (avløpsforskriften, SFT 2002a). Utslipp som kun går gjennom grove siler eller helt ubehandlet kalles direkte utslipp. Dersom utslippet går gjennom siler med spalteåpning på 1 mm og/eller slamavskiller kan primærrensekravet bli tilfredsstillt, men det er ikke alltid tilfelle.

Salinitet – saltholdighet.

Sediment – bunnslam, det som ligger på sjøbunnen

Sedimenter/sedimentasjon – partikler som synker ut fra vannmasse og til bunn

Sekundærrensing - oppnås dersom: 1) BOF₅-verdien i avløpsvannet reduseres med minst 70 % i forhold til det som blir tilført renseanlegget eller overstiger 25 mg/l O₂ ved utslipp, og 2) KOF_{cr}- verdien (KOF- Kjemisk oksygenforbruk) i avløpsvannet reduseres med minst 75 % forhold til det som blir tilført renseanlegget eller overstiger 125 mg/l O₂ ved utslipp (avløpsforskriften, SFT 2002). I tillegg anbefales det at SS-verdien (suspendert stoff) for det tilførte vannet reduseres med 90 % før utslipp, eller ikke overstiger 35 mg/l etter rensing.

Silt – uorganiske partikler som er større enn 0,002 mm (< 2 µm) og mindre enn 0,063 mm (<63 µm).

Standard avvik – et matematisk mål på variasjon/forskjeller mellom en serie med tall.

Sublittoral – dypere en lavvannsmarkedet.

Taksa/taxa (taxon) – en gruppe beslektede organismer

Terrestrisk – som angår landjorden.

Terrigen – som stammer fra landjorden.

Terskel – undersjøisk rygg som avgrenser et vannbasseng.

Tertiærrensing - knyttes opp mot prosentvis fjerning av næringssaltene nitrogen og fosfor, samt krav til utslippkonsentrasjoner av stoffene etter rensing.

Tetthet – tyngde på vannet. Sjøvannets tetthet (masse pr volum) er oppgitt som σ_t og 1000 kg må legges til for å få tyngde i kg pr m³. I våre farvann kan en forenklet si at tettheten øker med økende saltholdighet og trykk, og avtagende temperatur (ned mot frysepunktet).

THC – (Total hydrokarbon) et mål på det totale innhold av hydrokarboner, uten å skille mellom hvilke komponenter som inngår.

TN – total nitrogen, et mål på mengde nitrogen i en prøve.

TOC – totalt organisk karbon, et mål på innhold av organisk materiale

Toksisk – giftig

Topografi – beskrivelse av terrengets fasong, i havet bunntopografi.

Uorganisk – inneholder ikke karbon (unntak karbonoksider), ”ikke biologisk”.