

**Resipientundersøkelse i sjøen utenfor Sele
avfallsplass, 1999**

RF-2000/044

Vår referanse: 613/654876	Forfattere: Øyvind F. Tvedten og Are Jacobsen*	Versjonsnr. / dato: Vers. 1 / 02.03.00
Ant. sider: 46 inkl. vedl.	Faglig kvalitetssikrer: Asbjørn Bergheim	Gradering: Åpen
ISBN: 82-490-0025-0	Oppdragsgiver: IVAR	Åpen fra (dato):
Forskningsprogram:	Prosjekttittel: Resipientundersøkelse i sjøen utenfor Sele avfalls plass i 1999	

* Innleid personell

Emne:
<p>Formålet med undersøkelsen i 1999 har vært å vurdere miljøforholdene i sjøen utenfor Sele avfalls plass med henblikk på effekter av sigevannsutslipp. Området er tidligere undersøkt i 1988, 1990 og 1993.</p> <p>Undersøkelsen har omfattet registreringer av flora og fauna i strandsonen og analyser av metallinnhold i tang og snegl. I sjøbunnen er dyresamfunnet analysert og det er gjort målinger av både kjemiske og fysiske parametre.</p>
Emne-ord:
Resipientundersøkelse, bunndyr, sediment, organisk innhold, metaller, PCB, PAH, sigevann, avfalls plass

RF - Rogalandforskning er sertifisert etter et kvalitetssystem basert på NS - EN ISO 9001

Prosjektleder
Øyvind F. Tvedten

for RF - Miljø
Troels Jacobsen

Forord

Undersøkelsen er gjennomført på oppdrag fra IVAR, Sele avfalls plass. Rapporten skal blant annet brukes som en del av dokumentasjonen i forbindelse med utslippstillatelsen av sigevann. Seksjonssjef Tron Ree har vært kontaktperson hos IVAR i forbindelse med oppdraget.

Innsamling av bunnprøvene ble utført av Øyvind F. Tvedten fra RF. Are Jacobsen (er nå ansatt hos SFT, Horten) ble innleid for å være med på fjæreundersøkelsen og skrive den delen av rapporten.

M/S Austa ble leid inn til prøveinnsamlingen. Kaptein Jostein Lundal takkes for hjelpen under feltarbeidet.

Asbjørn Bergheim har vært kvalitetssikrer.

Vi ønsker også å takke Åshild Finnestad (RF) for skanning av kart, samt RF-Miljølab for analyser.

Stavanger 17.12.99

Øyvind F. Tvedten

Prosjektleder

Innhold

FORORD	I
INNHold	II
SAMMENDRAG OG KONKLUSJON	III
1. INNLEDNING	1
1.1. Områdebeskrivelse	1
2. MATERIALE OG METODE.....	3
2.1. Innsamlingsprogram og metoder.....	3
2.2. Analyser	5
2.2.1. Partikkelstørrelse og organisk innhold (glødetap).....	5
2.2.2. Total organisk karbon og total nitrogen	5
2.2.3. Metaller.....	6
2.2.4. PAH og PCB.....	6
2.2.5. Bunnfauna.....	6
2.2.6. Mål på diversitet	7
2.2.7. Multivariate metoder	8
2.3. SFTs veiledning for miljøkvalitet	9
3. RESULTATER OG DISKUSJON	12
3.1. Undersøkelser i fjæresonen	12
3.1.1. Arter i fjæresonen	12
3.1.2. Metaller i tang og snegl	14
3.2. Partikkelsammensetning i sedimentet	17
3.3. Organisk karbon og nitrogen i sedimentet	17
3.4. Metaller i sedimentet.....	17
3.5. PAH og PCB i sedimentet.....	19
3.6. Bunnfauna i sedimentet.....	19
3.6.1. Artsantall, diversitet og de mest tallrike artene	19
3.6.2. Multivariate analyser	21
4. REFERANSER.....	24
5. VEDLEGGSOVERSIKT	26
Vedlegg 1 –Artsliste fra undersøkelsen i fjæra	27
Vedlegg 2 – Sedimentparametre (TOC og TN, kornfordeling og glødetap).....	28
Vedlegg 3 – Figurer: partikkelsammensetning og glødetap i sedimentet	29
Vedlegg 4 – Metaller, tang og snegl og sedimenter	33
Vedlegg 5 - PAH og PCB i sedimentet	38
Vedlegg 6 – Artsliste fra bunndyrsanalyse, resultater pr grabbhugg	44

Sammendrag og konklusjon

Formålet med undersøkelsen i 1999 var å undersøke om sigevann fra Sele avfalls plass hadde noen effekter på de marine miljøforholdene i utslippsområdet. Avfallsplassen ble tatt i bruk tidlig på 1980-tallet og er nå den avfallsplassen i Norge som mottar mest avfall pr dag, både fra husholdninger og næringsvirksomhet i til sammen ni kommuner. Det er gjort lignende undersøkelser i 1988, 1990 og 1993.

I 1999 har undersøkelsen omfattet:

- Registreringer av planter og dyr i fjæresonen (3 stasjoner)
- Analyse av metallinnhold i tang og strandsnegl (3 stasjoner)
- Analyse av fysiske og kjemiske parametre i bunnsediment (4 stasjoner)
- Analyse av bunndyrssamfunn (4 stasjoner)

Resultatene oppsummeres;

- **Områdebeskrivelse**

Strandsonen i området er karakterisert av store, runde steiner med sand, grus eller leire i mellom. Helningen i strandsonen er liten og det var opptil 30 meter fra indre til ytre del av hver strandstasjon. Innenfor steinene er det et belte med sand som går over i sanddyner. I sjøen utenfor rullesteinene er det et 400-700 m bredt belte med sandbunn som strekker seg ut til 8-10 m dyp. Sanden er trolig i bevegelse ved store bølger og det er ikke noe sedimenteringsområde og akkumulasjonsbunn. Utenfor sandbeltet er bunnen hard og steinete. Sigevannsledningen ble forlenget i 1998 og ender nå utenfor sandbeltet på ca 15 m dyp.

- **Flora og fauna i strandsonen**

Det kan ut fra denne fjæreundersøkelsen ikke påvises vesentlige endringer fra tidligere undersøkelser i dette området. Det ble ikke funnet synlige effekter fra sigevanns-utslippet på plante- og dyrelivet, men litt leire var synlig på og mellom steiner på en av stasjonene. Leiren stammer fra gravearbeidet i forbindelse med legging av ny ledning i 1998. Dessuten var det noe mer grønnalger på steinene i dette området enn ellers.

- **Metallinnhold i tang og strandsnegl**

Metallinnholdet var lavt og resultatene tilsvarte beste miljøtilstandsklasse I (*ubetydelig-lite forurenset*) i følge SFTs grenseverdier. Det var ingen forskjell mellom de tre stasjonene. Innholdet var på nivå med det som ble målt i 1993 eller lavere.

- **Analyse av fysiske og kjemiske parametre i sedimentet**

Sjøbunnen på alle stasjonene var ensartet. Den bestod hovedsakelig av lys finkornet sand med partikkelstørrelse fra 0,125 til 0,25 mm. Fordi det var lite eller ingen leire og silt i sedimentet er det mindre partikkeloverflate som andre stoffer kan binde seg til. Innholdet av organisk materiale, metaller, PAH og PCB var lavt og til dels under deteksjonsgrensene. Innholdet var langt under grenseverdier for forurensning satt av SFT, men SFT-verdiene er definert ut fra et mer finkornet sediment (leire silt) enn det

ved Sele. Resultatene viser likevel at sedimentet utenfor Sele inneholdt svært lave konsentrasjoner av miljøgifter.

- **Bunndyrsanalyser**

Bunnsfaunaen på alle stasjonene var forholdsvis ensartet. Et lite skjell (*Spisula subtruncata*) var den mest tallrike arten i 1999. Artsantallet var forholdsvis lavt (16-26) sammenlignet med prøver fra fjordbunner andre steder. Dette skyldes trolig den sandholdige bunnen som er i bevegelse når det er store bølger. Det var ikke tegn til at bunnsfaunaen var negativt påvirket av sigevannsutslippet. Endringene fra 1993 kan ses på som ”naturlige”, i tillegg var stasjonsplasseringen en annen.

Hovedkonklusjon:

Det ble ikke funnet noen effekter av sigevannsutslippet. Miljøforholdene har ikke endret seg vesentlig i perioden 1988-99. Strømforholdene fører til en effektiv spredning av utslippet og området er meget eksponert, samtidig er sjøbunnen av en slik beskaffenhet at forurensede komponenter ikke akkumuleres.

1. Innledning

RF-Rogalandforskning har på oppdrag fra IVAR (Interkommunalt vann-, avløps- og renovasjonsverk) utført en marin resipientundersøkelse utenfor Sele avfallsplass, Klepp kommune i Rogaland. Rapporten inngår som en del av dokumentasjonen i forbindelse med utslippstillatelsen for sigevann som avfallsplassen har til sjøen. Undersøkelsen skal vurdere eventuelle effekter som sigevannet har på de marine miljøforholdene i utslippsområdet. Innholdet i undersøkelsen ble utarbeidet av RF og godkjent av Fylkesmannen i brev datert 14.09.99.

Sele avfallsplass ble tatt i bruk tidlig på 1980-tallet og er nå den avfallsplassen i Norge som mottar mest avfall pr dag. Avfall fra både husholdninger og næringsvirksomhet fra ni kommuner; Hå, Klepp, Kvitsøy, Randaberg, Rennesøy, Sandnes, Stavanger, Sola og Time, blir levert til Sele. I 1997 ble det deponert 131 000 tonn restavfall (55 000 tonn var husholdningsavfall). I tillegg ble det mottatt 4260 tonn slam fra kloakkrenseanlegg samt 1179 tonn avvannetseptikslam (IVAR 1999).

Sigevann dannes som en følge av regnvann som trenger igjennom fyllingen og varierer dermed med nedbørsmengden. I 1996 ble sigevannsmengden målt til 476 000 m³ (15,1 l/s) og i 1997 672 000 m³ (21,3 l/s) (Ree 1998). Sigevann inneholder forbindelser som blir tatt opp i fyllingen og er dermed en potensiell kilde til forurensning. Det foregår et eget overvåkingsprogram for sigevannskvalitet og -mengder.

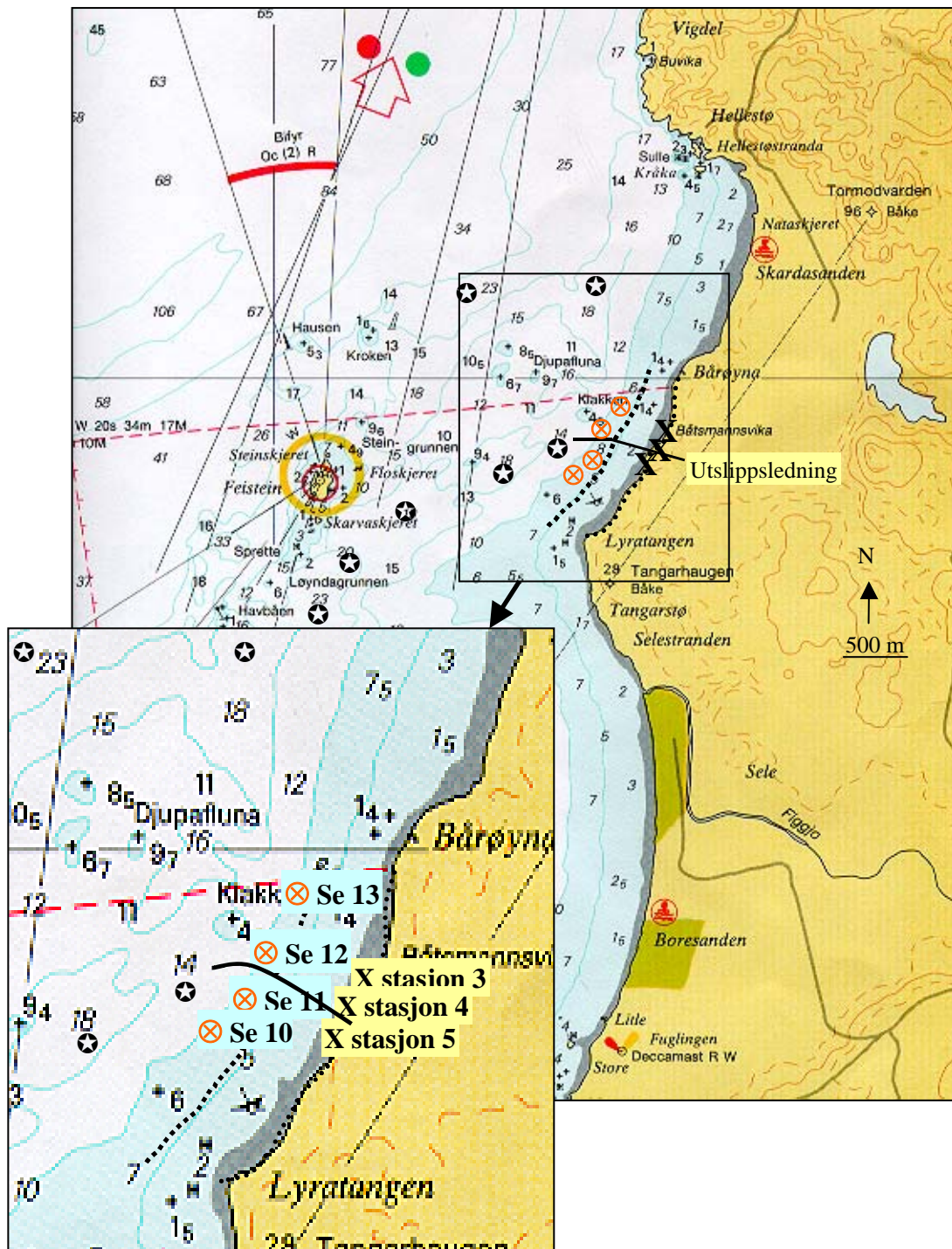
Det er tidligere gjort tre tilsvarende undersøkelser av området ved sigevannsutslippet (Aabel & Hauan 1988, Aabel 1990 og Myhrvold 1994). Generelt er det funnet små miljøeffekter i sjøen av sigevannsutslippet.

1.1. Områdebeskrivelse

Det er meget langgrunt i sjøen utenfor avfallsplassen og det er åpent ut mot havet (Figur 1). Sigevannet fortynnes raskt i sjøen og det er bra med strøm (Aabel 1990). Sjøkanten består av rullestein med sand i mellom. Innenfor steinene er det et belte med sand som går over i sanddyner. I sjøen utenfor rullesteinene er det et 4-700 m bredt belte med sand. Dette beltet strekker seg ut til 8-10 m dyp, og utenfor er det hard bunn med fjell og steiner. Nord for undersøkelseområdet er det sandstrand uten markert rullesteinbelte.

I 1998 ble utslippsledningen forlenget slik at den nå ender på ca 15 m dyp, ca 650 m ut fra land. Tidligere endte den nærmere land og omtrent midt under en havarett lekter, som ligger like ved traséen for den nye sigevannsledningen, nord for Lyratangen. Den gamle ledningen som ender under lekteren kan være aktuell å benytte som et overløp.

Som følge av omleggingen av sigevannsutslippet i 1998 har årets undersøkelse et litt annet omfang og stasjonsplassering enn i de tidligere undersøkelsene. Det er tatt færre prøver i strandsonen og bunnstasjonene er flyttet lenger ut fra land, nærmere enden av utslippsledningen. Det er tatt flere prøver (også replikater) til kjemiske og fysiske analyser av sedimentet.



Figur 1. Oversiktskart over sigtevannsledningen (omtrentlig) og stasjonsplassering (utsnitt av Båtsporkart E-735). De fire bunnprøvestasjonene i 1999 er markert med ⊗. ⊛ markerer steder hvor det var hard og steinete bunn og ikke mulig å få prøver. De tre fjærestasjonene i 1999 er markert med X og var plassert nærmest traséen for sigtevannsledningen. I 1993 var stasjonene i sjøen og på land plassert langs med de to stiplede linjene (se eventuelt kartskisse i Myhrvold 1994).

2. Materiale og metode

2.1. Innsamlingsprogram og metoder

Innsamlingen av materialet som ligger til grunn for denne undersøkelsen foregikk i løpet av to dager i felt (Tabell 1). Den første dagen ble brukt til å undersøke strandsonen og samle prøver av tang og snegl. Den andre dagen ble brukt til å ta bunnprøver.

Tabell 1. Tabellen viser arbeidet som ble utført på de forskjellige feltdagene i 1999.

Dato	Type arbeid og analyser
14. sept	Registrering av planter og dyr på Stasjon 3, 4 og 5 i fjæresonen. Innsamling av strandsnegl og tang til metallanalyser fra de samme stasjonene.
20. okt	Bunnprøver, registrering av farge, lukt, spesielle dyr, prøvevolum. Fire grabbprøver fra hver stasjon til bunndyrsanalyser. Tre ekstra grabbprøver til analyse av, TOC og TN, partikkelstørrelsesfordelingen og glødetap, metaller, PCB og PAH.

Tabell 2. Stasjonsopplysninger og sedimentbeskrivelse på de 4 stasjonene 20. oktober 1999. Det ble tatt fire grabbprøver til analyse av bunnfauna og tre grabbprøver til analyse av: TOC og TN, kornstørrelse og glødetap, metallanalyser, PCB og PAH. Posisjonene er tatt fra en hånd-GPS (Garmin 12XL, ikke differensiert) og dypene fra et transportabelt ekkolodd (Furuno FE 4200). En full grabb inneholder ca. 19 liter sediment.

Stasjon Sted	Posisjon (WGS-84)	Dyp (m)	Fyllingsgrad i grabb (prøve- volum i liter)	Kommentarer
Se 10	59°49.600'N 05°32.340'Ø	9	1. hugg, 5 2. hugg, 5 3. hugg, 5 4. hugg, 7 5. hugg, 3 6. hugg, 7 7. hugg, 5	Finkornet grålig sand. Ingen spesiell lukt. En del skjell, noen siler (<i>Ammodytes</i>).
Se 11	59°49.660'N 05°32.440'Ø	7	1. hugg, 7 2. hugg, 8 3. hugg, 7 4. hugg, 8 5. hugg, 8 6. hugg, 7 7. hugg, 8	Finkornet sand med noen svarte felt. Lite dyr med litt skjell, sil og gravende sjøpiggsvin. Ingen spesiell lukt.
Se 12	59°49.760'N 05°32.550'Ø	10	1. hugg, 5 2. hugg, 5 3. hugg, 5 4. hugg, 7 5. hugg, 5 6. hugg, 7 7. hugg, 9	Grålig finkornet sand. Ligner sedimentet på de andre stasjonene.
Se 13	59°49.900'N 05°32.700'Ø	9	1. hugg, 5 2. hugg, 3 3. hugg, 7 4. hugg, 7 5. hugg, 5 6. hugg, 7 7. hugg, 7	Finkornet grålig sand som på Se 11. Ingen spesiell lukt. En del skjell, noen siler (<i>Ammodytes</i>).

Fjæreundersøkelsen ble utført av Are Jacobsen og Øyvind Tvedten 14. september 1999. Formålet med undersøkelsen var å undersøke om sigevann fra Sele bossplass påvirker resipienten og endrer sammensetningen av flora/fauna og å samle snegl og tang til analyse av metallinnhold. Denne undersøkelsen følger opp undersøkelser som ble foretatt i 1988, 1990 og 1993 (Aabel & Haugan 1988, Aabel 1990, Myhrvold 1994).

I år ble tre stasjoner (Stasjon 3, 4 og 5) i strandsonen undersøkt mot åtte i 1993. Stasjonene ble funnet ved hjelp av skisse i rapporten fra 1994 og foto som RF hadde i fra undersøkelsen i 1993. Stasjon 5 er den sørligste av stasjonene og Stasjon 3 er den nordligste. Fra hver stasjon ble det samlet minst 50 strandsnegl (*Littorina* spp.) og minst 10 skuddspisser av blæretang (*Fucus vesiculosus*). Prøvene ble tatt fra litt ulike steder innen hver stasjon.

Fjæreundersøkelsen ble foretatt ved fjære sjø om morgen/formiddag 14. september 1999. Ved fjære sjø er det lettere tilgjengelighet til flora og fauna. Det var nokså lite lavvann denne dagen og det ble brukt vadebukser for å komme så langt ut som mulig. Se kart i figur 1 for stasjonsplassering. Været var overskyet, med enkelte regnbyger. Det blåste sør-østlig bris og bølgehøyden var ca 0,5 m. All stasjonær flora og fauna ble registrert i et ca 4 meter bredt belte fra øverst i fjæresonen ned til ca 0,5 meters dyp. Alger og dyr man ikke fikk bestemt i felten, ble samlet i plastposer og bestemt senere samme dag i laboratoriet. Bestemmelse ble foretatt med stereolupe og mikroskop. Undersøkelsen er kvalitativ, man har registrert hvilke arter som finnes på lokaliteten uten å gå inn på noen opptelling og kvantifisering av de forskjellige gruppene. Det ble tatt en del foto av stasjonene.

Bunnprøveinnsamlingen ble gjennomført av Øyvind Tvedten og Jostein Sandal (kaptein) fra skøyten M/S Austa som ble leid inn til oppdraget. Været vart godt på prøveinnsamlingsdagen 20. oktober. Det var en sør-østlig bris og forholdsvis små bølger (ca 0,5 m).

I 1999 ble RF akkreditert til å ta prøver av marin bløtbunn. Dette betyr at feltarbeidet og opparbeidningen av faunaprøvene gjøres i tråd med de norske standardene NS 9420, NS 9422, NS 9423.

I prosjektforslaget (versjon 2) var det foreslått fire steder for prøveinnsamling. En stasjon som var tilsvarende stasjon 4 i forrige undersøkelse, og tre nye stasjoner lenger ute ved utslippspunktet. Det viste seg å være hard bunn med stein og fjell over store deler av området. Det var dermed ikke mulig å få prøver fra området ved enden av ledningen eller i området utenfor. Stasjonene måtte derfor plasseres nærmere land, hvor det var finkornet sandbunn. Prøvestedene ble lagt i ytterkant av belte med sand, som strekte seg ut til 8-10 m dyp, for å komme nærmest mulig sigevannsutslippet. Dette gikk på bekostning av å bruke de samme stasjonene som i 1993. Alle stasjonene ligger nå lenger ut fra land enn i forrige undersøkelse. Stasjon 4 i undersøkelsen i 1993 ligger nærmest stasjon Se 10 og Se 11 i denne undersøkelsen. Se kart i Figur 1, posisjonene til stasjonene fra feltarbeidet er gitt i Tabell 2.

Bunndyrsprøvene ble tatt med en 0,1 m² van Veen grabb og opparbeidet ved RF. Opplysninger om innsamlingen av grabbhuggene er vist i Tabell 2. Prøvevolumet ble målt ved å stikke en linjal ned på midten av prøven i grabben, og ved hjelp av et skjema

omregnes sedimenttykkelsen til liter prøve. Sedimentet var av en slik beskaffenhet at en del lakk ut av grabben på vei opp til overflaten og på skyllebordet. For å redusere uheldige effekter av dette ble uttak av delprøver (til analyser) gjort der i prøven hvor det var minst utlekking og sedimentoverflaten mest mulig intakt. I tillegg ble grabbprøver til faunaanalyser satt raskt på skyllebordet og siktene plassert under bordet. Faunaprøvene ble vasket gjennom sifter med hulldiameter 5 og 1 mm, slik at prøvene er kvantitative for bentisk infauna >1,0 mm. Prøvene ble fiksert med 4 % formalin og nøytralisert med boraks.

På laboratoriet ble alle dyr plukket ut under lupe, og overført til egnet konserveringsmiddel. Dyrene ble identifisert til art så langt dette har vært mulig. Moluskene ble artsbestemt av P. B. Wikander, krepsdyrene av K. M. Nodland, mens V. Eriksen har stått for identifiseringen av de resterende gruppene.

Fra hver stasjon ble det tatt tre ekstra grabbprøver for kjemiske og fysiske analyser (organisk karbon og nitrogen (TOC og TN), partikkelstørrelsesfordelingen og glødetap, metaller, PCB og PAH). Prøvene ble tatt i de øverste to cm av sedimentet gjennom en luke på toppen av grabben. Prøvene ble oppbevart i kjølebag og frosset etter ankomst til RF.

2.2. Analyser

2.2.1. Partikkelstørrelse og organisk innhold (glødetap)

Analysene 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 og tilsatt og tilsatt 100 ml 6 % hydrogenperoksid (H₂O₂) for å fjerne organisk karbon. Neste trinn bestod i å tilsette 250 ml vann og 10 ml Natrium hexametafosfat (NaPO₃)₆. 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 10 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.

2.2.2. Total organisk karbon og total nitrogen

Sedimentprøvene ble frosset og sendt fra RF-Miljølab til analyse ved NIVAs laboratorium i Oslo. Analysene ble gjort etter forbrenning ved 1800 °C. NIVA metode G6 (akkreditert).

2.2.3. Metaller

Analysene ble foretatt ved RF. Sedimentprøvene til metallanalysene ble oppsluttet i henhold til Norsk Standard 4770. Prøvene ble tørket ved 50 °C til konstant vekt og ble deretter knust og homogenisert i en agarmorter og siktet gjennom en 0,5 mm nylon sikt. Videre analyser ble utført av fraksjonen av partikler mindre enn 0,5 mm.

Metallene ble ekstrahert ved at 1 gram av fraksjonen ble tilsatt 10 ml 7 M salpetersyre. Prøvene ble deretter overført til en autoklav med konstant temperatur på 120 °C i 30 minutter. Etter avkjøling ble prøvene fortynnet med destillert vann til 50 ml. Prøvene av det biologiske materialet ble oppløst i salpetersyre og ekstrahert i mikrobølgeovn.

Prøvene ble analysert for følgende metaller: krom (Cr), nikkel (Ni), kobber (Cu), sink (Zn), kadmium (Cd), bly (Pb) og kvikksølv (Hg). Metallene ble, med unntak av kvikksølv, analysert i en ICP-MS med indium som intern standard. For kvikksølv ble det benyttet kalddamp-atomabsorpsjon (CV-AAS) med et automatisk injeksjonssystem (FIMS) fra Perkin-Elmer.

Kvalitetskontroll

Kvalitetssikringen omfattet alle faser av analysen inkludert oppslutning av referansemateriale, oppslutning av blanker og oppslutning av replikater. Som referansemateriale ble det valgt MESS-1 og BEST-1. MESS-1 har ingen sertifiserte verdier for kvikksølv, mens BEST-1 bare har sertifiserte verdier for kvikksølv. Resultatene fra referansematerialet gav resultater som er normale i henhold til Norsk Standard. Vedlegg 4 viser oppsummeringen fra analyse av referansematerialet.

2.2.4. PAH og PCB

Sedimentprøvene ble frosset og sendt fra RF-Miljølab til analyse ved Miljø-Kjemis laboratorium i Oslo. Metodene er beskrevet i Vedlegg 5. PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner. PCB: Polyklorerte bifenyler.

2.2.5. Bunnfauna

Analysene ble foretatt ved RF. Bunndyrfaunaen er i hovedsak immobil. Faunaen kan derfor betraktes som et "speil" på den forurensningsbelastning området har vært utsatt for over tid, og ikke bare representere et øyeblikksbilde, slik tilfellet er om det blir målt ulike parametre i vannsøylen. Derfor er bunndyrundersøkelser ofte benyttet for å vurdere effekten av ulik forurensning.

Antallet av arter og individer er primære resultater i bunnfaunaundersøkelser. Ettersom 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 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. Krepsdyr uten tilknytning til sedimentet er også utelatt fra de videre analysene.

2.2.6. 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):

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

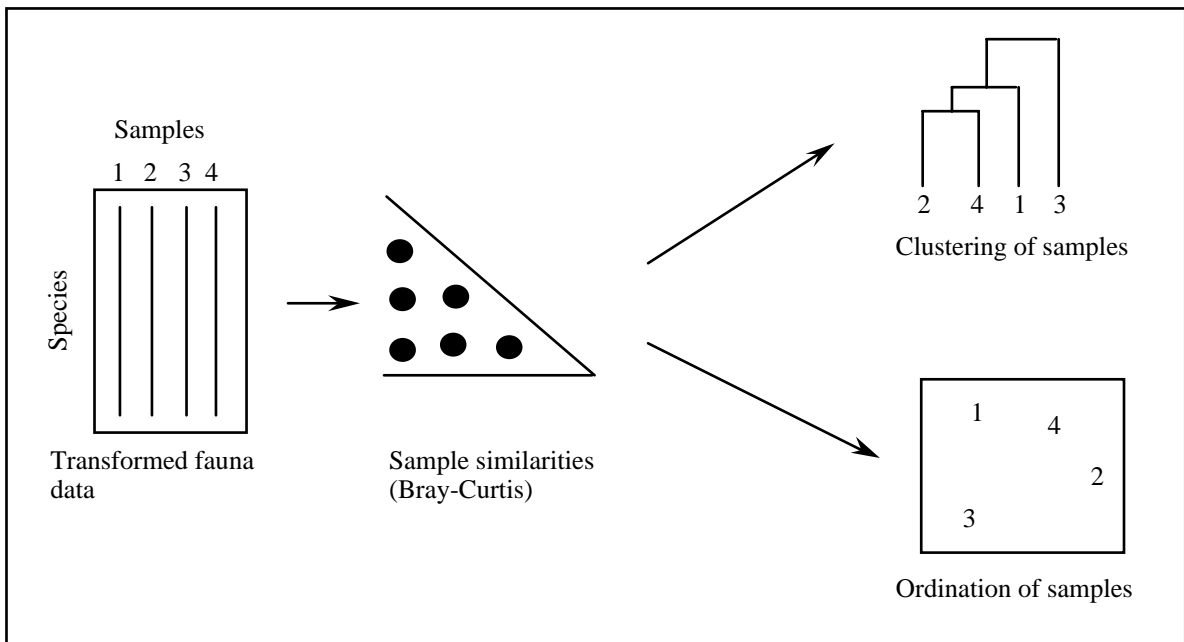
hvor $E(S_n)$ = forventet antall arter i en delprøve av n tilfeldig valgte individer, N = totalt antall individer i prøven, S = totalt antall arter i prøven, og N_i = antall individer av art i .

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

2.2.7. Multivariate metoder

Klassifisering (klusteranalyse) og ordinerings (MDS) er benyttet for å undersøke likheten mellom bunndyrprøvene fra de ulike innsamlingstidspunkt og likheten mellom stasjonene for innsamlingen i 1999 og i forhold til tidligere år. Analysene er utført på data fra hvert enkelt hugg, og på dobbel kvadratroten (4.-rot) transformerte data. Dette er "standardoppsettet" for disse analysene (Gray *m. fl.* 1988), (Carr 1994).

Multi Dimensional Scaling (MDS) og klusteranalysen ble utført i programpakken PRIMER 4.0 (Carr 1994). Metodene begynner med å måle likheten mellom to og to prøver basert på Bray-Curtis similaritets indeks (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 plot fra MDS analysen. Se Figur 2 for skjematisk fremstilling av metodene.



Figur 2. 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.

2.3. SFTs veiledning for 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 tabeller i fra veiledningen som omtaler miljøparametre som er aktuelle for denne undersøkelsen.

Tabell 3. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna (se Molvær *m. fl.* 1997).

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

Tabell 4. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller m.m. i tang og strandsnegl (se Molvær *m. fl.* 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Metaller m.m. i blæretang og grisetang (øvre 10 cm, tørrvektsbasis)	Arsen (mg As/kg)	<50	50-150	150-350	350-700	>700
	Bly (mg Pb/kg)	<1	1-3	3-10	10-30	>30
	Fluorid (mg F/kg)	<15	15-50	50-100	100-300	>300
	Kadmium (mg Cd/kg)	<1,5	1,5-5	5-20	20-40	>40
	Kobber (mg Cu/kg)	<5	5-15	15-50	50-150	>150
	Krom (mg Cr/kg)	<1	1-5	5-15	15-50	>50
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,05	0,05-0,15	0,15-0,5	0,5-1	>1
	Nikkel (mg Ni/kg)	<5	5-25	25-50	50-100	>100
Metaller m.m. i vanlig strand-snegl (bløtdeler tørrvektsbasis)	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-400	400-1000	1000-2500	>2500
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,5	0,5-1,5	1,5-5	5-10	>10
	Arsen (mg As/kg)	<30	30-75	75-300	300-600	>600
	Bly (mg Pb/kg)	<10	10-25	25-75	75-150	>150
	Kadmium (mg Cd/kg)	<2	2-8	8-25	25-50	>50
	Kobber (mg Cu/kg)	<150	150-300	300-750	750-1500	>1500
	Krom (mg Cr/kg)	<3	3-10	10-30	30-60	>60
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,5	0,5-2	2-5	5-10	>10
Nikkel (mg Ni/kg)	<10	10-30	30-100	100-200	>200	
Sink (mg Zn/kg)	<100	100-300	300-1000	1000-2000	>2000	
Sølv (mg Ag/kg)	<3	3-10	10-20	20-40	>40	

Tabell 5. Klassifisering av tilstand ut fra innhold av metaller og klororganiske forbindelser i sedimenter (se Molvær m. fl. 1997).

Parametre		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig- Lite forurenset	II Moderat forurenset	III Markert forurenset	IV Sterkt forurenset	V Meget sterkt forurenset
Metaller m.m. i sedimenter (tørrvekt)	Arsen (mg As/kg)	<20	20-80	80-400	400-1000	>1000
	Bly (mg Pb/kg)	<30	30-120	120-600	600-1500	>1500
	Fluorid (mg F/kg)	<800	800-3000	3000-8000	8000-20000	>20000
	Kadmium (mg Cd/kg)	<0,25	0,25-1	1-5	5-10	>10
	Kobber (mg Cu/kg)	<35	35-150	150-700	700-1500	>1500
	Krom (mg Cr/kg)	<70	70-300	300-1500	1500-5000	>5000
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	<0,15	0,15-0,6	0,6-3	3-5	>5
	Nikkel (mg Ni/kg)	<30	30-130	130-600	600-1500	>1500
	Sink (mg Zn/kg)	<150	150-700	700-3000	3000-10000	>10000
	Sølv (mg Ag/kg)	<0,3	0,3-1,3	1,3-5	5-10	>10
	TBT ¹⁾ (µg/kg)	<1	1-5	5-20	20-100	>100
Organiske miljøgifter i sedimenter (tørrvekt)	∑PAH ²⁾ (µg/kg)	<300	300-2000	2000-6000	6000-20000	>20000
	B(a)P ³⁾ (µg/kg)	<10	10-50	50-200	200-500	>500
	HCB ⁴⁾ (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50
	∑PCB _{75'} (µg/kg)	<5	5-25	25-100	100-300	>300
	EPOCI ⁶⁾ (µg/kg)	<100	100-500	500-2000	2000-15000	>15000
	TE _{CFD} ⁷⁾ (ng/kg)	<0,01	0,01-0,03	0,03-0,10	0,10-0,5	>0,5
	∑ DDT ⁸⁾ (µg/kg)	<0,5	0,5-2,5	2,5-10	10-50	>50

- 1) TBT: Tributyltinn (antibegroingsmiddel i skipsmaling).
- 2) PAH: Polysykliske aromatiske hydrokarboner. Gruppe tjærestoffer der en del forbindelser er potensielt kreftfremkallende (KPAH), deriblant benzo(a)pyren (B(a)P). ∑ PAH: sum av tri- til heksasykliske forbindelser bestemt ved gasskromatografi med glasskapillarkolonne.
- 3) Se under PAH.
- 4) HCB: Heksaklorbenzen.
- 5) PCB: Polyklorerte bifenyler. Gruppe forbindelser (ulike kommersielle blandinger). ∑ PCB₇ = sum av de 7 enkeltforbindelsene nr 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180. I den tidligere utgave av veiledningen er PCB angitt som total PCB ut fra likhet med kommersielle blandinger. Enkelte PCB har dioksinlignende egenskaper (se note 2 til tabell).
- 6) EPOCI: Ekstraherbart persistent organisk bundet klor.
- 7) Toksitetsekvivalenter, se note 2 til tabell.
- 8) DDT: Diklordifenyltrikloretan. ∑ DDT betegner sum av DDT og nedbrytningsproduktene DDE og DDD.

3. Resultater og diskusjon

En del opplysninger om feltarbeidet og stasjonsplassering er gitt i kapittel 2.1. Sedimentet på alle stasjonene bestod av finkornet, lys sand og det ble observert noen mørke flekker i sedimentet på to av stasjonene. Sanden virket ikke forurenset. Fra de fleste grabbprøvene lakk det ut litt sand fra grabben. Dette er uheldig fordi en da kan miste materiale fra sedimentoverflaten. Imidlertid er denne type sediment slik, og det er lite som kan gjøres for unngå at det lekker ut. Sedimentbeskrivelsen er den samme som i 1988 og 1993. Det ble sett en del skjell og børstemark. I mange av grabbprøvene i 1999 ble det også funnet sil.

3.1. Undersøkelser i fjæresonen

3.1.1. Arter i fjæresonen

Vedlegg 1 viser den fullstendige listen over flora og fauna funnet på stasjon 3, 4 og 5 ved undersøkelsen i 1999 og det er vist noen fotografi i fra undersøkelsene i 1988, 1993 og 1999 i Figur 3. I 1998 ble utslippsledningen forlenget slik at den nå går 650 m ut fra land. I tillegg er det en ledning for eventuelt overløp som ender omtrent under den havarete lekteren. Stasjonene ligger på begge sider av lekteren og utslippsledningene (Bilde 1 og 2). Stasjon 5 er lagt ca 50 meter sør for den nye ledningstraséen og Stasjon 4 er lagt ca 10 meter nord for ledningstraséen. Stasjon 3 er lagt ca 150 meter nord for ledningen, like før en strekning med sandstrand. Området er karakterisert av store, runde steiner med sand, grus eller leire i mellom. Helningen i strandsonen er liten og det var opptil 30 meter fra indre til ytre del av hver stasjon. Det er ikke opprettet et standardisert system for denne type fjæreundersøkelser, og vurderingen av området vil derfor til en viss grad basere seg på skjønn.

Området hadde ingen klar biologisk sonering, men innerst i littoralen fantes mye grønnalger som *Enteromorpha* sp. *Cladophora* sp. Man fant ikke tangarter som sagtang (*Fucus serratus*) og blæretang (*Fucus vesiculosus*) før lengre ute i steinbeltet. Det var ingen påvekstalger på disse tangartene. Stasjonær stein var tett dekket med rur (*Balanus balanoides*) i tidevannssonen (Bilde 3).

Ved lave næringssalt-konsentrasjoner vil andelen av grønnalger være mellom 10 og 20 % (Bokn 1976). Ved de undersøkte stasjonene i denne undersøkelsen ligger andelen grønnalger mellom 25 og 36 % (Tabell 6). Dette kan tyde på en viss belastning av området. Grønnalger som *Enteromorpha* og *Porphyra* opptrer i store mengder øverst i littoralen.

Tabell 6. Prosentvis fordeling av algene på de tre stasjonene ved Sele i 1999.

	St. 3	St. 4	St. 5
Blågrønnalger, %	9	13	8
Grønnalger, %	36	27	25
Brunalger, %	46	27	25
Rødalger, %	9	33	42

Det ble kun observert sukkertare på én stasjon (Stasjon 3), og fingertare ble ikke observert. Fingertare har tidligere vært observert på alle de tre stasjonene. Mangelen på fingertare skyldes trolig at man ikke nådde langt nok ut i tang- og tarebeltet denne dagen.

Resultater og diskusjon



Figur 3. Bilde 1 og 2 viser oversiktsbilde over stasjon 4 og 5 i 1993 og 1999. Det var mye rur på alle stasjonene og strandsnegl som beiter på grønnalgene (Bilde 3, fra Stasjon 5). På Stasjon 4 var det stedvis leire og fin sand mellom steinene (Bilde 4) og leire lå som et tynt lag på noen steiner (Bilde 5). Det gamle utløpet for sigevann i fjæren ved Stasjon 4, hvor steinene var rustfarget i 1988 (Bilde 6), var borte i 1999 (trolig også borte i 93). Bilde 7 viser området hvor sigevannsledningen ble lagt i 1998.

Stasjon 4 og 5 hadde tette matter av brunalgen *Sphaecelaria* sp. På stasjon 4 var stein og grunnen merkbart glattere enn på stasjon 3 og 5. Dette skyldes trolig at i deler av undersøkelsesområdet var det mye leire mellom steinene på denne stasjonen (Bilde 4), og at leiren gikk gradvis i oppløsning og lå som et tynt lag på steinene (Bilde 5). Leiren stammer fra gravearbeidet i forbindelse med forlengelsen av utslippsledningen. Leiren er så kompakt at den enda ikke var blitt skylt bort av sjøvannet. Ut fra slik det så ut i september 1999 antar vi at det kan gå noen år til, før leiren er skylt bort. I området hvor gravearbeidet hadde pågått, var det noe mer grønnalger enn ellers.

Det gamle utløpet for sigevann ved Stasjon 4, hvor steinene var rustfarget i 1988 (Bilde 6), var nå borte og det ble ikke sett slik misfarging på steinene. I rapporten fra forrige undersøkelse (1993) står det heller noe om brunfarging av steiner.

Strandsnegl-arter beiter på grønnalgene (Bilde 3). Flere arter av strandsnegl ble observert, og de fantes i store mengder over hele området. Dette kan tyde på at det er gode vekstforhold for grønnalger.

På Stasjon 3 ble det observert et svart sulfid-lag under flere av steinene. Det er vanlig å se oksygenfattig mudder under steiner i fjæra og det skyldes ikke forurensning. Det ble ikke observert noe liv under og ved disse steinene.

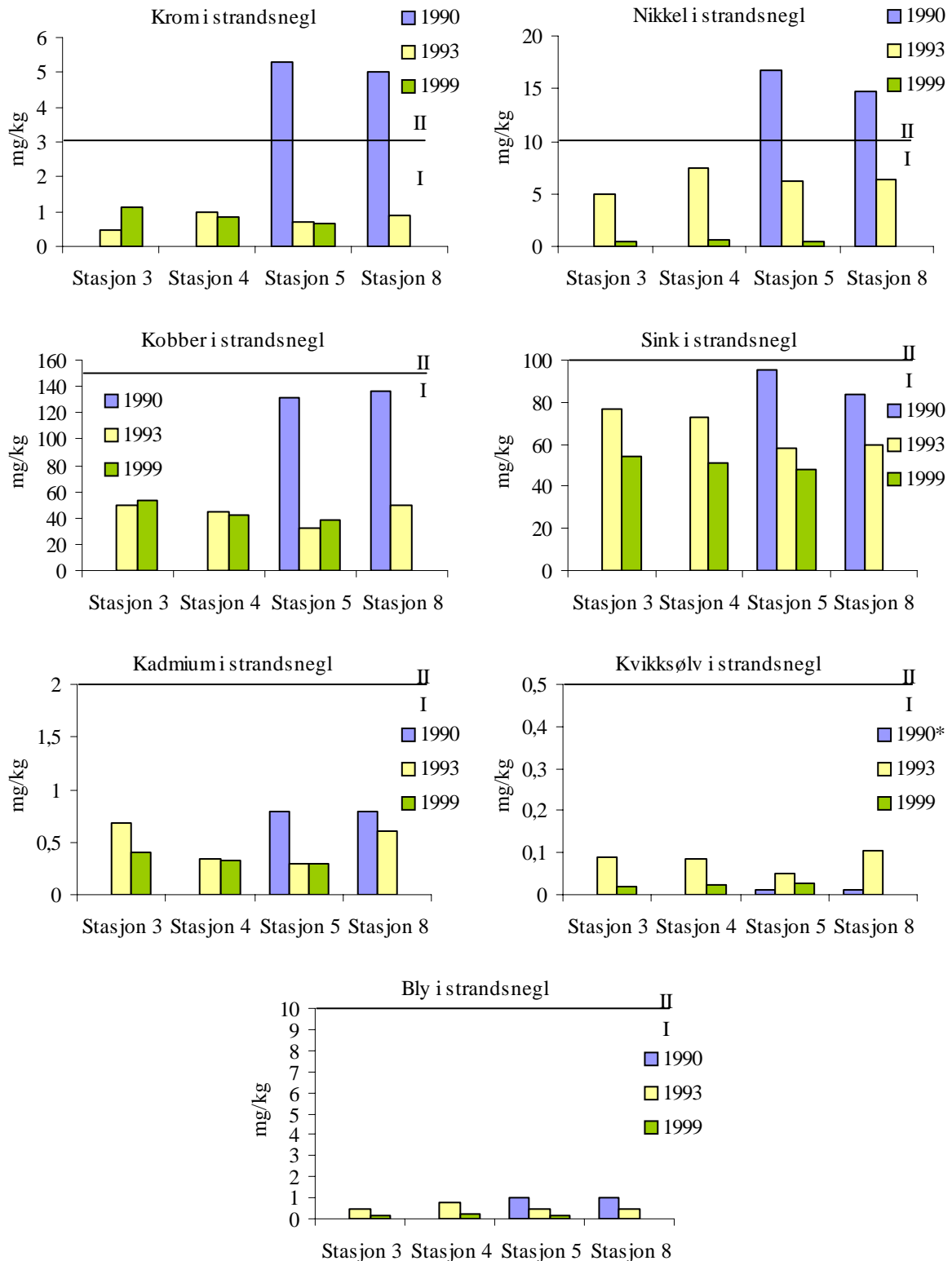
Det ble observert noen få, små tjæreklumper på steiner i undersøkelsesområdet. I tillegg var det en del treverk, plastposer, tauverk og lignende i strandsonen. Dette er vanlige typer forurensning langs med strendene. I området var det noen få sjøfugler som gråmåse og tjeld. I strandsonen ble det totalt funnet 24 algearter og 22 dyrearter. Dette er et lavere antall alger enn i tidligere undersøkelser. Denne undersøkelsen omfatter imidlertid kun tre stasjoner, mot tidligere åtte. De tre stasjonene undersøkt er også fra et begrenset område, og habitater som sandstrand og områder med mindre stein er ikke representert.

Det kan ut fra denne fjæreundersøkelsen ikke påvises vesentlige endringer fra tidligere undersøkelser i dette området. Det ble ikke funnet synlige effekter fra sigevannsutslippet på plante- og dyrelivet, men litt leire var synlig på og mellom steiner på en av stasjonene. Leiren stammer fra gravearbeid med legging av ny ledning i 1998. Dessuten var det noe mer grønnalger på steinene i dette området enn ellers. Området med brunfarget steiner rundt sigevannsutslippet i 1988 var borte. Undersøkelsen ble foretatt på høsten, dvs senere på året enn de foregående undersøkelsene. Det er normalt å finne mindre påvekstalger på alger og tang ut over høsten. Dette skyldes både økt mekanisk påvirkning fra bølger, samt beiting utført av snegl, sjøstjerner og kråkeboller.

3.1.2. Metaller i tang og snegl

Strandsneglene var ikke forurenset av metaller i 1999 og nivået ligger godt under grenseverdiene som er satt av SFT (Figur 4). Det var ingen forskjell mellom stasjonene. I forhold til tidligere år var metallinnholdet generelt lavere. Særlig skilte 1990 seg ut med det høyeste innholdet. Årsaken til dette er trolig metodisk ved analysen i 1990, eller at metallbelastningen har avtatt for eksempel som følge av at utslippspunktet har blitt flyttet lenger ut fra land.

Resultater og diskusjon

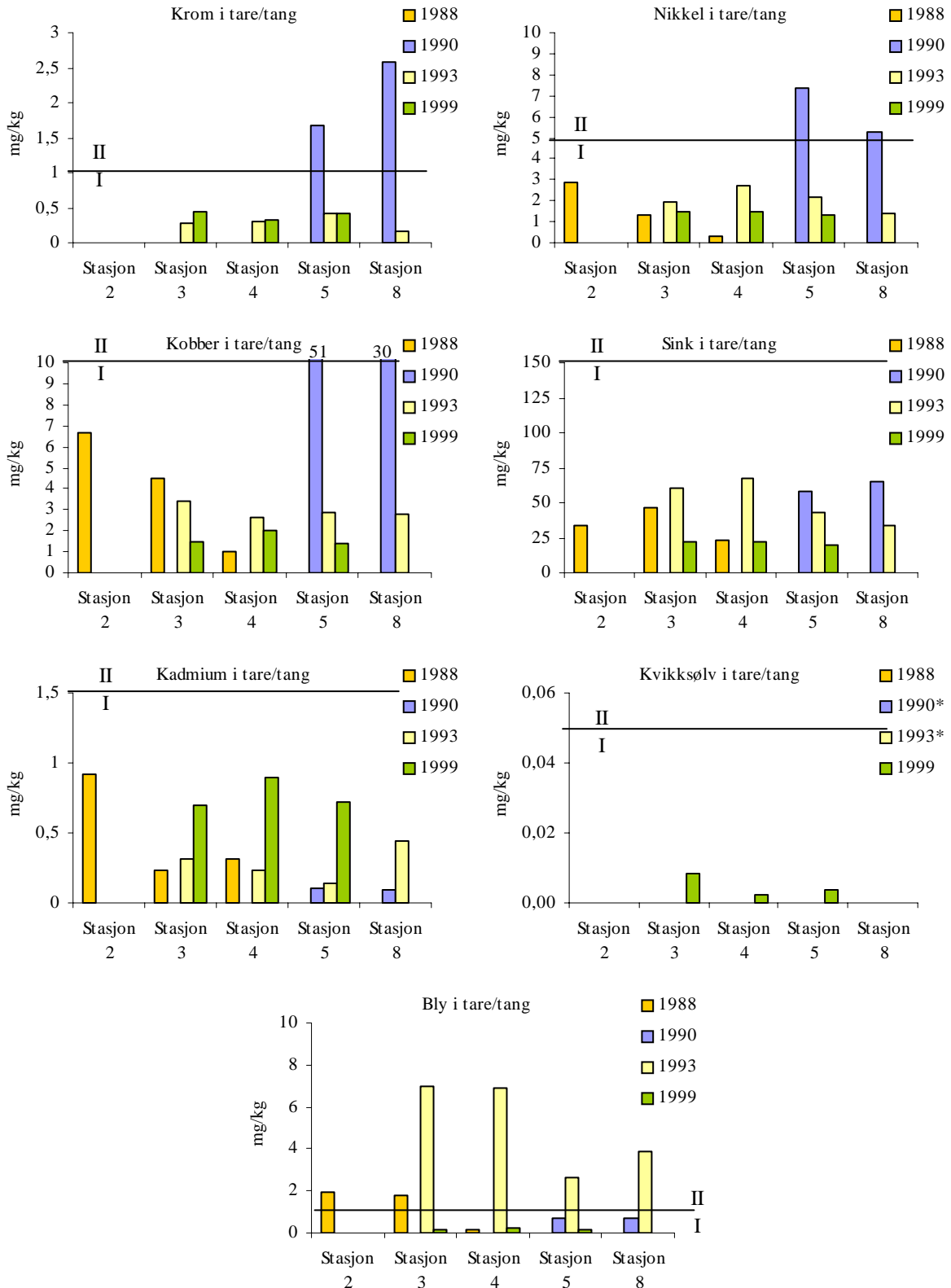


Figur 4. Innhold av metaller (tørrvektbasis) i strandsnegl (*Littorina* spp) fra Selestranda i 1990, 1993 og 1999. Horisontale streker markerer grenseverdi mellom SFT tilstandsklasse I (*Ubetydelig-Lite forurenset*) og klasse II (*Moderat forurenset*). * betyr at nivået var under deteksjonsgrensen.

Som for strandsneglene ble det ikke funnet metallforurensning i blæretangen i 1999, og nivået ligger godt under greseverdiene som er satt av SFT (Figur 5). Det var ingen forskjell mellom stasjonene. I forhold til tidligere år var er det ingen tydelige trender, men resultatene fra 1990 skilte seg ut spesielt med det høyeste innholdet. Årsaken til dette er trolig metodisk ved analysen

Resultater og diskusjon

i 1990, eller fordi det ble brukt en annen tang-art, eller at metallbelastningen har avtatt. Utslippspunktet har også blitt flyttet lenger ut fra land.



Figur 5. Innhold av metaller (tørrvektsbasis) i tare og tang fra Selestranda i 1988, 1990, 1993 og 1999. I 1988 ble analysene gjort på fjærehinne (*Porphyra* spp), i 1990 og 1993 på fingertare (*Laminaria digitata*) og 1999 i blæretang (*Fucus vesiculosus*). Horisontale streker markerer grenseverdi mellom SFT tilstandsklasse I (*Ubetydelig-Lite forurenset*) og klasse II (*Moderat forurenset*) for metallinnhold i blæretang og grisetang. * betyr at nivået var under deteksjonsgrensen. Det ble ikke målt kvikksølv og bly i 1988.

3.2. Partikkelsammensetning i sedimentet

Sedimentet var meget ensartet på de fire stasjonene. Det bestod nesten utelukkende av finkornet sand med partikkelstørrelse 0,125-0,25 mm (Tabell 7, Vedlegg 2-3). Det var bare en prøve på Se 13 som hadde litt høyere innhold av leire og silt. I 1993 var det litt større andel (ca. 10 %) av finkornet sand med partikkelstørrelse mellom 0,355 og 1 mm (altså litt grovere enn i 1999). Allikevel kan partikkelstørrelsen karakteriseres som finkornet sand og resultatene fra de to årene var forholdsvis like.

Resultatene viser at sanden er homogen i et stort område. Bunnen blir påvirket av bølger og vannstrøm og sanden er trolig stadig i bevegelse.

Tabell 7. Innholdet av ulike partikkelstørrelser (som prosent) i sedimentet på de 4 stasjonene, 20. oktober 1999.

Stasjon/kornstørrelse	leire+silt %	Sand %	Grus %
Se 10 gjennomsnitt	0,7	99,1	0,2
Se 11 gjennomsnitt	0,5	99,5	0,0
Se 12 gjennomsnitt	0,5	99,5	0,0
Se 13 gjennomsnitt	3,0	97,0	0,0

3.3. Organisk karbon og nitrogen i sedimentet

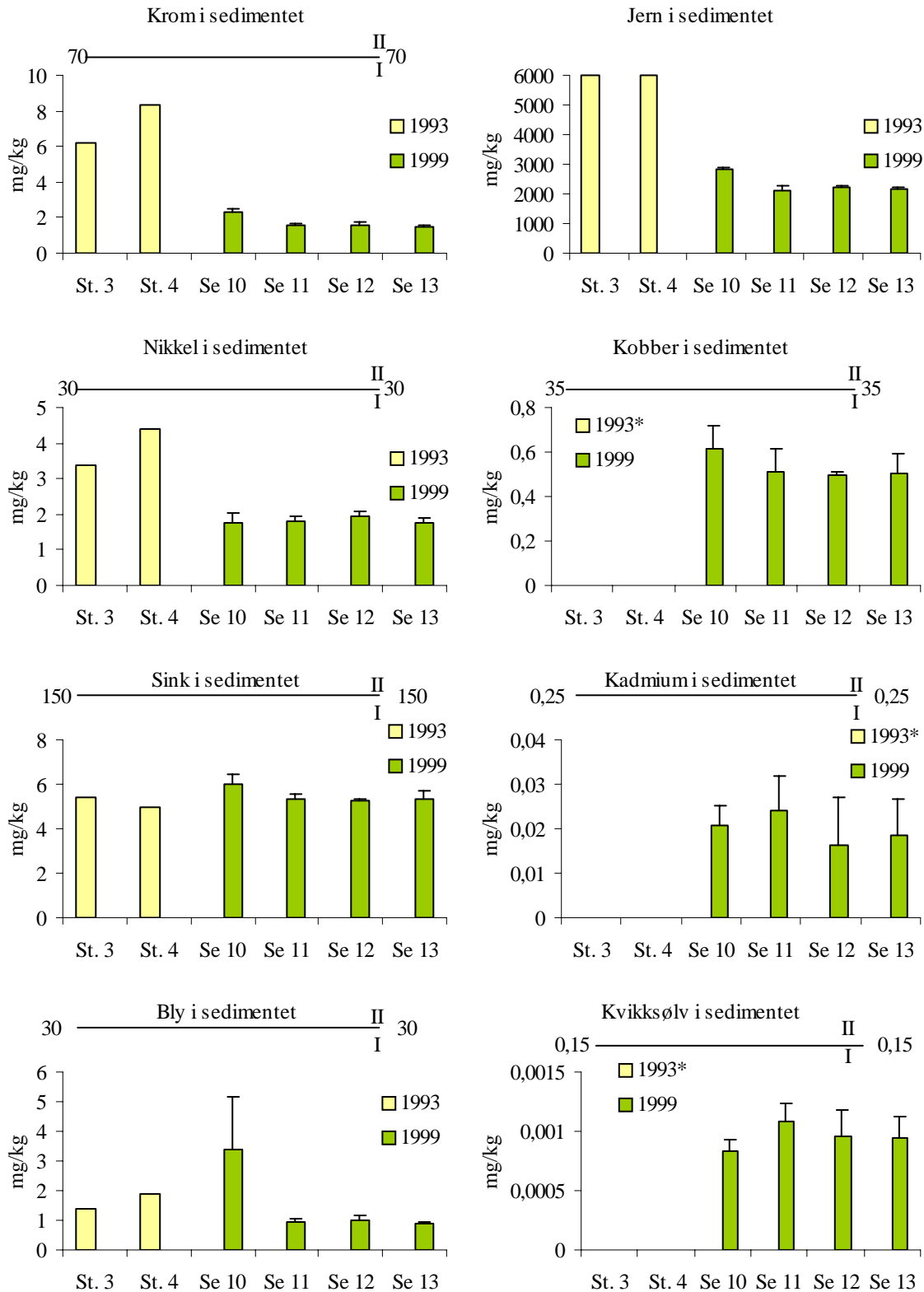
Resultatene fra analysen av totalt organisk karbon (TOC) er vist i Vedlegg 2 sammen med glødetap og innholdet av nitrogen (TN). Generelt inneholder bunnen på alle stasjonene svært lite organisk karbon og nitrogen. Innholdet av TOC og TN lå vanligvis under deteksjonsgrensen på 1 mg/g. Glødetapet var under 1 % og det er også meget lavt. Dette tyder på at bunnen mottar lite organisk materiale og at det som tilføres blir raskt omsatt i sedimentet. I tillegg er det lite leire og silt i sedimentet og dette fører til at det er liten partikkeloverflate som de organiske stoffene kan binde seg til. På grunn av liten eller ingen andel av finfraksjon (leire+silt) kan TOC innholdet ikke korrigeres mot andel av finfraksjon. Innholdet av TOC ligger under SFTs grenseverdier for tilstandsklasse I, *meget god*.

I tidligere undersøkelser er det målt glødetap av sedimentet, og i 1988 og i 1993 var det fra 0,5 – 1 % og innholdet av organisk materiale ikke har endret seg.

3.4. Metaller i sedimentet

Metallinnholdet i sanden utenfor Sele var meget lavt, og langt under SFTs grenseverdier for uforurenset sediment (Figur 6). Årsaken til dette er hovedsakelig at det er ubetydelige mengder leire og silt, samt organisk materiale i sedimentet. Det blir dermed ikke noe godt substrat som en eventuell metallforurensning kan binde seg til. SFTs klassifisering bygger på innhold i leire- og siltholdige sediment. Det er ikke noen forskjell mellom stasjonene i 1999, bortsett fra at det var høyest blyinnhold på Se 10. I fra 1993 til 1999 avtar innholdet av krom, jern og nikkel, mens det for kobber, kadmium og kobber ikke er mulig å se noen tidsutvikling siden nivået var under

deteksjonsgrensen i 1993 (deteksjonsgrensen var mye høyere i 1993 enn i 1999). Blyinnholdet var høyet på Se 10, og dette kan tyde på en viss tilførsel av bly i dette området.



Figur 6. Innhold av metaller (tørrvektbasis) i sediment fra Selestranda i 1993 og 1999. Horisontale streker markerer grenseverdi (se tallverdi i figurene) mellom SFT tilstandsklasse I (*Ubetydelig-Lite forurenset*) og klasse II (*Moderat forurenset*) for metallinnhold i sediment. * betyr at nivået var under deteksjonsgrensen. Det er ikke gitt noen grenseverdi for jern. Det ble ikke gjort metallanalyser av sediment i 1988 og 1990.

3.5. PAH og PCB i sedimentet

Det ble funnet ubetydelige mengder PAH-komponenter i syv av de tolv sedimentprøvene. Resultatene er vist i Vedlegg 5. SFT setter en nedre grense på 300 µg sum PAH/kg tørt sediment mellom tilstandsklasse I og II. Det høyeste som ble målt var 7,4 µg PAH/kg i en prøve fra Se 12. Det ble ikke detektert noe PCB i prøvene. Resultatene viser at eventuelle utslipp av PAH og PCB i sigevannet ikke lar seg spore som forhøyet innhold i sedimentet.

Både i 1988 og 1990 ble det påvist PAH og PCB over SFTs grenseverdier for uforurenset sediment. I 1993 ble det derimot ikke påvist slik forurensning. Resultatene i 1999 passer godt med resultatene fra 1993.

3.6. Bunnfauna i sedimentet

I oktober 1999 ble det tatt fire grabbprøver fra fire stasjoner til bunndyrsanalyser. Rådata og noen resultater fra utregninger på grabbhugg-nivå er vist i Vedlegg 6. Det ble brukt samme metoder som i 1993, men stasjonene lå den gang litt nærmere land. I et området som har så ustabile miljøforhold som Selestranda kan en forvente å finne stor forskjell i bunnfaunaen fra et år til et annet. Ved en feil ble prøvene fra Se 11 slått sammen under sorteringen og det blir dermed ikke presentert replikater fra denne stasjonen.

3.6.1. Artsantall, diversitet og de mest tallrike artene

Svært forenklet kan en si at prøver med få arter, som kan være tilstede med svært mange individer, tyder på at miljøforholdene er dårlige. Slike prøver vil få beregnet en lav diversitet og jevnhet. Motsatt tyder mange arter på gode miljøforhold. Mange individer av enkelte arter tyder gjerne på at området er utsatt for en belastning (eks. organisk tilførsel) som noen arter tåler godt, og eventuelt bruker som føde, mens andre arter forsvinner. Diversitet er av og til et misvisende mål på miljøtilstand (og bruk av SFT tilstandsklasse blir uheldig). Det er spesielt for prøver med få arter hvor individene er jevnt fordelt mellom de få artene. Slike prøver får høy jevnhet og kan også få høy diversitet. Det kan også bli misvisende for prøver med mange arter, men med meget skjev fordeling av individene, som får forholdsvis lav jevnhet og diversitet.

Artsantall, individantall og diversitet gir sammen med en vurdering av artene sin økologi en god miljøbeskrivelse. Særlig med hensyn på organisk belastning og oksygeninnhold. Antall individer, antall arter og mål på diversitet for alle stasjonene er gitt i Tabell 8, sammen med SFTs tilstandsklasse ut fra de beregnede diversitetene.

Generelt var det som i 1993 få arter i sanden utenfor Sele, men det var likevel litt høyere i 1999. Forskjellen fra 1993 skyldes i noen grad at alle krepsdyrene (4 arter) var utelatt fra analysene i 1993. Det kan diskuteres hvor strekt knyttet disse er til sanden, og dermed hvor kvantitativt de blir fanget med grabb. I 1999 har vi bare tatt ut krepsdyr som er typisk frittsvømmende (planktoniske) før analysene ble gjennomført. Som artsantallet har også antall individer og diversiteten økt. I 1999 fikk stasjonene tildelt tilstandsklasse *god-mindre god* (II-III). Det er først og fremst det forholdsvis lave artsantallet som gjør at diversiteten ikke blir høyere. Det er vanlig med minst 30 arter i prøver fra våre fjordområder. Sannsynligvis er det de varierende miljøforholdene og sandens bevegelser som gjør at det er forholdsvis få arter utenfor Selestranda.

I 1993 var det krepsdyrgruppen amphipoda og børstemark som var mest tallrike i sanden. I 1999 var det flest individer av et lite skjell (*Spisula subtruncata*) og på Se 12 var børstemarken *Magelona mirabilis* den mest tallrike etterfulgt av små og unge individ av gravende sjøpiggsvin (Tabell 9). Børstemarken er liten, og lever av organisk materiale (detritus). Den både graver i sanden og beveger seg på sedimentoverflaten. Det var også mange amphipoder tilstede i 1999 (5 arter). Vanligvis tas det som et positivt tegn når det er bra med skjell i prøvene i stedet for små hurtigvoksende arter av børstemark. Sånn sett kan det se ut som artssammensetningen indikerer ”bedre” miljøforhold i 1999 enn i 1993. Imidlertid er det ikke noe som tyder på at bunnfaunaen er særlig påvirket av sigevannsutslippet i noen av årene.

Tabell 8. Antall individ (pr stasjon: 0,5 m² i 1993 og 0,4 m² i 1999 og utregnet pr m²), antall arter, Shannon-Wiener indeks, jevnhetsindeks og Hurlberts mål på diversitet på stasjonene i oktober 1999 og i 1993. Resultater på ”huggnivå” i 1999 er gitt i vedleggene. Tilstandsklasse er gitt i henhold til SFTs grenseverdier (Molvær *m. fl.* 1997). Stasjonene Se 10-13 fikk tilstandsklasse *god- mindre god* (II-III), men bunnsamfunnet var ikke merkbart påvirket av forurensing.

Stasjon	År	Antall individ pr. stasjon	Antall individ pr m ²	Antall arter	Shannon-Wiener indeks	Jevnhets indeks	Hurlbert	SFT klasse
Stasjon 1	1993	89	178	8	2,0	0,7	8	IV
Stasjon 2	1993	365	730	8	0,9	0,3	6	V
Stasjon 3	1993	275	550	8	1,5	0,5	7	IV
Stasjon 4	1993	120	240	10	2,6	0,8	9	III
Stasjon 5	1993	2323	4646	13	0,4	0,1	4	V
Se 10	1999	291	728	18	2,83	0,68	12,92	III
Se 11	1999	705	1763	17	2,14	0,52	10,49	III-IV*
Se 12	1999	365	913	26	3,45	0,73	18,62	II
Se 13	1999	287	718	16	2,93	0,73	12,38	III

*Resultatene havner i ulike tilstandsklasser basert på de to diversitetsmålene.

Tabell 9. Antall individer og % av totalt antall individer av de mest tallrike artene på stasjonene i oktober 1999 (sum av 4*0,1 m² grabbprøver).

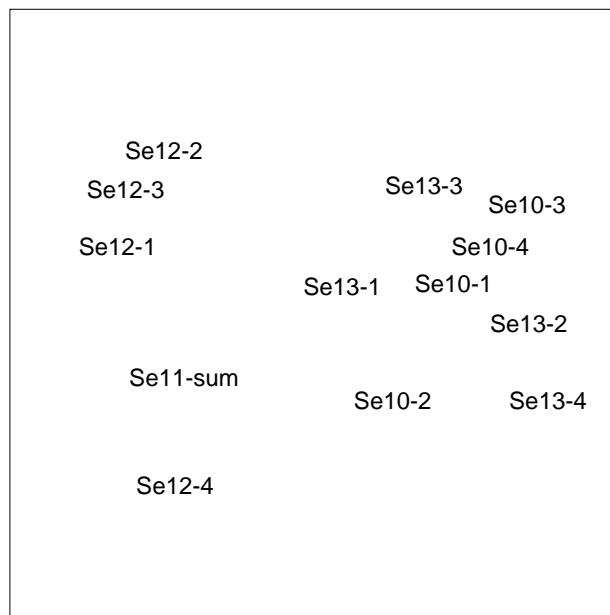
Se 10			Se 11		
Art / antall ind./ % av totalt antall ind.			Art / antall ind./ % av totalt antall ind.		
<i>Spisula subtruncata</i>	111	38 %	<i>Spisula subtruncata</i>	413	59 %
<i>Bathyporeia</i> sp	53	18 %	<i>Magelona mirabilis</i>	121	17 %
<i>Magelona mirabilis</i>	39	13 %	<i>Prionospio</i> sp	37	5 %
<i>Synchelidium</i> sp	24	8 %	<i>Bathyporeia</i> sp	31	4 %
<i>Lunatia alderi</i>	15	5 %	<i>Lunatia alderi</i>	23	3 %
<i>Prionospio</i> sp	13	4 %	<i>Synchelidium</i> sp	21	3 %
<i>Bathyporeia norvegia</i>	13	4 %	<i>Echinocardium</i> sp juv	20	3 %
Se 12			Se 13		
Art / antall ind./ % av totalt antall ind.			Art / antall ind./ % av totalt antall ind.		
<i>Magelona mirabilis</i>	102	28 %	<i>Spisula subtruncata</i>	76	26 %
<i>Echinocardium</i> sp juv	78	21 %	<i>Bathyporeia</i> sp	74	26 %
<i>Lunatia alderi</i>	37	10 %	<i>Magelona mirabilis</i>	46	16 %
<i>Bathyporeia</i> sp	22	6 %	<i>Synchelidium</i> sp	20	7 %
<i>Synchelidium</i> sp	20	5 %	<i>Bathyporeia norvegia</i>	19	7 %
<i>Prionospio</i> sp	17	5 %	<i>Echinocardium</i> sp juv	15	5 %
<i>Prionospio</i> sp	12	3 %	<i>Prionospio</i> sp	11	4 %

3.6.2. Multivariate analyser

Vi har også brukt en annen analyse til å sammenligne bunndyrssamfunnene på alle stasjonene og til å vurdere utvikling over tid. Analysene tar hensyn til hvilke arter som er i prøvene og antall individer av artene. Dess flere arter som to prøver har felles, jo mer lik hverandre vil disse fremstå i resultatene. De mest tallrike artene blir lagt mest vekt på. Denne analysemetoden er vanlig i marine miljøundersøkelser hvor bunndyrsanalyser inngår. Metodene er effektive til å finne likheter (og ulikheter) mellom bunndyrssamfunn i ulike prøver og steder, samt utvikling over tid. Resultatene fra bunnfaunanen i 1999 er vist i Figur 7 og 8. Denne analysen er gjort på alle grabbprøvene.

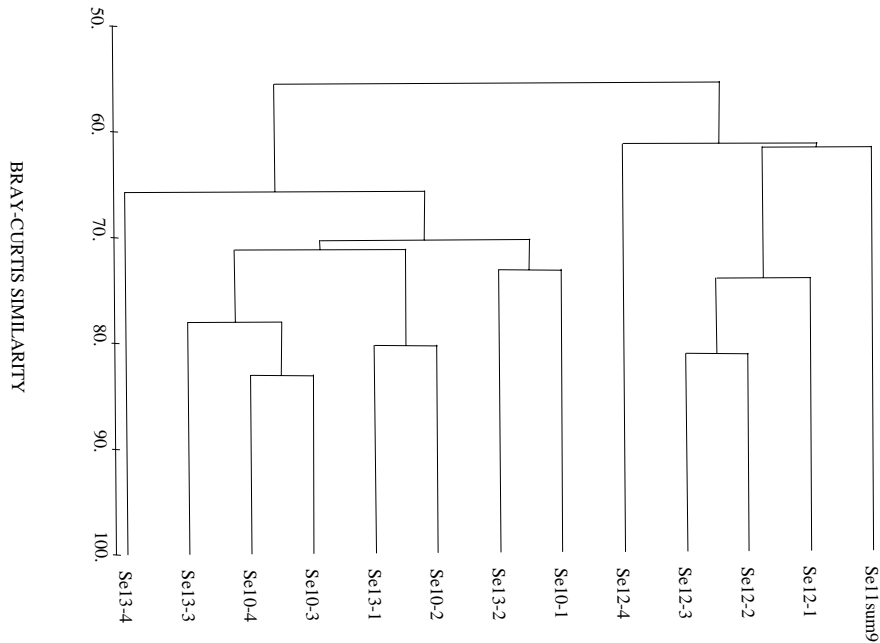
I 1993 ble ikke amphipodene bestemt til art. Før analysen hvor vi sammenligner de to årene er amphipodeartene fra 1999 slått sammen (satt på samme linje som amphipodene fra 1993). Analysene er utført på stasjonsnivå når vi sammenligner de to innsamlingene, dvs. summen av antall arter og individer pr stasjon. I Figur 9-10 er resultatene fra sammenligning av undersøkelsene i 1993 og 1999 vist.

Prøvene fra 1999 er nokså like hverandre og det tyder på ensartet miljøforhold i hele området. Stasjon Se 11 og Se 12 skiller seg mest ut fra de andre stasjonene og det 4. hugget på Se 12 var forskjellig fra de andre prøvene fra den stasjonen. I artslisten kan en se at det var fem arter (som er inkludert i analysene) i dette grabbhugget som ikke ble funnet i de andre prøvene fra stasjonen.



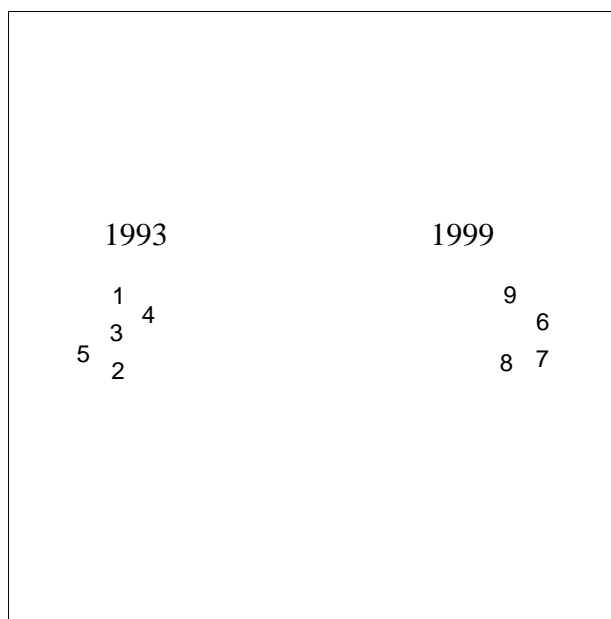
Figur 7. MDS plott fra analyse av data fra 1999, grabbhuggnivå. Stress verdi er 0,12. Punkter som ligger nær hverandre er mest like. Det siste tallet etter stasjonbetegnelsen viser grabbhuggnummer (eks. Se 12-4 = 4. hugg) På Se 11 er de fire huggene slått sammen.

Resultater og diskusjon



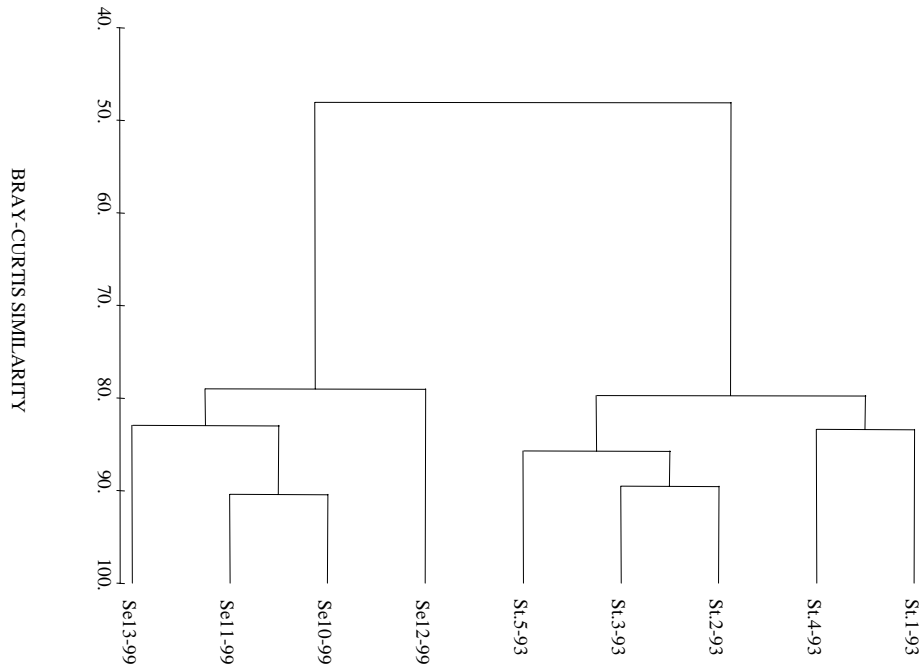
Figur 8. Dendrogram for analyse av data fra 1999. Verdiene langs y-aksen viser grad av likhet mellom prøvene. På Se 11 er de fire huggene slått sammen.

Forskjellen mellom årene var nokså stor. Dette skyldes at det er andre arter (for eksempel *Spisula subtruncata* og *Magelona mirabilis*) som dominerer i 1999 i forhold til i 1993 (*Paraonis fulgens* og *Polydora* sp.). Sannsynligvis er dette som følge av naturlige endringer i artssammensetningen og ikke endringer av forurensningssituasjonen. Stasjonene i 1999 lå lenger ute fra land og hadde større vanddyp enn i 1993 og det kan også forklare forskjellene.



Resultater og diskusjon

Figur 9. MDS plott fra analyse av data fra 1993-1999. Stressverdi er 0,01. Punkter som ligger nær hverandre er mest like. Stasjon 1 i 1993 er markert med 1, stasjon 2 med 2 osv. Stasjon Se 10 er markert med 6, stasjon 11 med 7 osv.



Figur 10. Dendrogram for analyse av data fra 1993-1999. Verdiene langs y-aksen viser grad av likhet mellom prøvene. Tallkoder, l.s.93 betyr; Stasjon 1, summen av alle prøver, 1993

4. Referanser

- Bokn, T. 1976. Fastsittende alger brukt som forurensningsindikatorer. NIVA Årbok 1975, Pp 73-86.
- 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.
- Carr, M. 1994. PRIMER. Plymouth Routines in Multivariate Ecological Research. Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- Clarke, K.R. 1993. Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. - *Australian Journal of Ecology* 18:117-143.
- Clarke, K.R. & R.M. Warwick 1994. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. - *Marine Biology* 118:167.
- 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.
- IVAR 1999. Kilde til opplysningene om avfallsplassen er i hovedsak informasjon som fantes under internetadressen: <http://www.ivar.rl.no/index.html>.
- Magurran, A.E. 1988. Ecological diversity and its measurement. - (red. - Croom Helm, London. 179.
- 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. 1994. Sigevannsutslipp fra Sele avfallsplass, Rogaland. Oppfølgende undersøkelse. Rapport 68/94. 37 s.
- 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.
- Shannon, C.E. & W. Weaver 1963. The mathematical theory of communication, University of Illinois Press, Urbana.

Referanser

- Aabel, J.P., & P.J. Haugan 1988. Sigevannsutslipp fra Sele boss plass en marin resipientvurdering. – RF – 183/88. ISBN-82-7220-185-2. Åpen rapport. RF – Rogalandforskning. 35 s.
- Aabel, J.P. 1990. Sigevannsutslipp fra Sele boss plass. Oppfølgende marin Resipientundersøkelse 1990. – RF – 168/90. Åpen rapport. RF – Rogalandforskning. 20 s.

5. Vedleggsoversikt

Vedlegg 1 – Artsliste fra undersøkelsen i fjæra

Vedlegg 2 – Sedimentparametre (TOC og TN, kornfordeling og glødetap)

Vedlegg 3 – Figurer: partikkelsammensetning og glødetap i sedimentet

Vedlegg 4 – Metaller, tang og snegl og sedimenter

Vedlegg 5 - PAH og PCB i sedimentet

Vedlegg 6 – Artsliste fra bunndyrsanalyse, resultater pr grabbhugg

Vedlegg

Vedlegg I. Artsliste fra Selestranda i 1999. 1-tall markere at arten var tilstede.				
Sele littoral-undersøkelse 1999		Stasjon 3	Stasjon 4	Stasjon 5
Latin	norsk			
BLÅGRØNNALGER				
<i>Verucaria maura</i>	marebek	1	1	1
<i>Verrucaria mucosa</i>			1	
GRØNNALGER				
<i>Cladophora centralis</i>	Grønndusk			1
<i>Cladophora rupestris</i>	Vanlig Grønndusk	1	1	1
<i>Enteromorpha intestinalis</i>	Tarmgrønske	1	1	1
<i>Porphyra linearis</i>	Fjærehinne	1		
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Vanlig fjærehinne	1		
<i>Spongomorpha aeruginosa</i>	Liten grønndott		1	
<i>Ulva lactuca</i>	Havsalat		1	
BRUNALGER				
<i>Alaria esculenta</i>	butare	1		
<i>Chorda filum</i>	marطوم		1	
<i>Fucus serratus</i>	Sagtang	1	1	1
<i>Fucus vesiculosus</i>	Blæretang	1	1	1
<i>Laminaria saccharina</i>	Sukkertare	1		
<i>Scytosiphon lomentaria</i>	fjæreslo	1		
<i>Sphaecelaria</i> sp.			1	1
RØDALGER				
<i>Ceramium nodulosum</i>	Vanlig rekeklo		1	1
<i>Chondrus crispus</i>	krusflik			1
<i>Corallina officinalis</i>	krasing		1	
<i>Furcellaria lumbricalis</i>	svartkluff		1	
<i>Hildenbrandia rudra</i>	Fjæreblood		1	1
<i>Palmaria palmata</i>	søl	1		1
<i>polysiphonia nigrescens</i>	svartdokke		1	
<i>Rhodomela confervoides</i>	teinebusk			1
DYR				
<i>Actinia equinea</i>	Sjørose	1	1	1
<i>Arenicola marina</i>	fjæremark		1	
<i>Asterias rubens</i>	Sjöstjerne	1	1	1
<i>Balanus balanoides</i>	gur	1	1	1
Bryozoa				1
<i>Carcinus maenas</i>	strandkrabbe	1	1	
<i>Corophium</i> sp		1		
<i>Coryne pusilla</i>	polyppdyr		1	
<i>Dexamine thea</i>		1		
<i>Gammarus locusta</i>		1		1
<i>Gammarid amphipod</i> indet		1	1	1
<i>Gibbula</i> sp.			1	
<i>Idotea granulosa</i>		1		
<i>Littorina littorea</i>			1	1
<i>Littorina obtusata</i> .			1	
<i>Littorina saxatilis</i>		1	1	1
<i>Macropipus depurator</i>	Svømmekrabbe	1		
<i>Mytilus</i> sp		1		1
<i>Nucella lapillus</i>	purpurnegl	1	1	
Paguridae				1
<i>Patella vulgata</i>	Albuesnegl	1	1	1
<i>Crangon crangon</i>	Sandreker	1	1	1
Antall arter		26	29	24
Antall Blågrønnalger		1	2	1
Antall grøninalger		4	4	3
Antall brunalger		5	4	3
Antall rødalger		1	5	5
Antall dyr		15	14	12

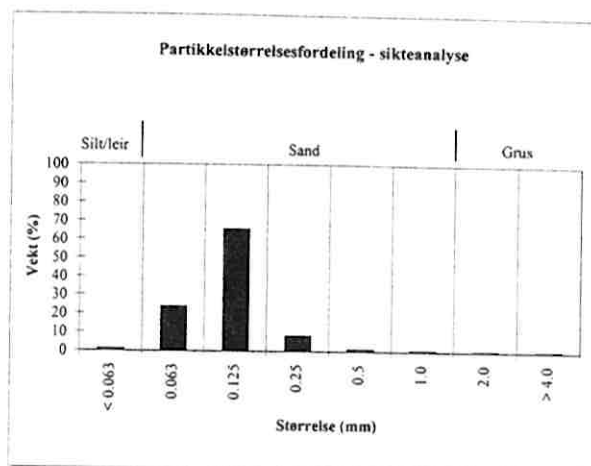
Vedlegg

Vedlegg 2. Innholdet av totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN), og glødetap i sedimentet på de 4 stasjonene, 20. oktober 1999. Det ble tatt tre prøver fra hver stasjon. Det er også oppgitt prosentvis innhold av ulike partikkelstørrelser i sedimentet og prøvemerlingskoder.

St. / hugg nr	TOC mg/g	TN mg/g	Glødetap leire+silt	sand	Grus
Se 10 hugg 1	< 1,0	< 1,0	0,7	0,9	98,8 0,3
Se 10 hugg 2	< 1,0	< 1,0	0,6	0,9	99,0 0,1
Se 10 hugg 3	< 1,0	< 1,0	0,7	0,4	99,4 0,2
Se 10 gjennomsnitt			0,7	0,7	99,1 0,2
Se 11 hugg 1	< 1,0	< 1,0	0,7	0,6	99,4 0,0
Se 11 hugg 2	< 1,0	< 1,0	0,8	0,4	99,6 0,0
Se 11 hugg 3	< 1,0	< 1,0	0,8	0,6	99,4 0,0
Se 11 gjennomsnitt			0,8	0,5	99,5 0,0
Se 12 hugg 1	< 1,0	< 1,0	0,8	0,0	100,0 0,0
Se 12 hugg 2	< 1,0	< 1,0	0,7	0,6	99,4 0,0
Se 12 hugg 3	< 1,0	< 1,0	0,7	1,0	99,0 0,0
Se 12 gjennomsnitt			0,7	0,5	99,5 0,0
Se 13 hugg 1	< 1,0	< 1,0	0,8	0,3	99,6 0,1
Se 13 hugg 2	< 1,0	< 1,0	0,8	8,1	91,9 0,0
Se 13 hugg 3	< 1,0	1,2	0,9	0,4	99,6 0,0
Se 13 gjennomsnitt			0,8	2,9	97,0 0,0

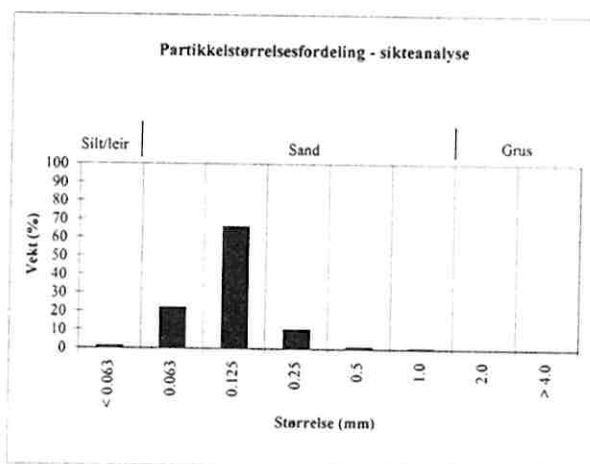
Stasjon: Sele. St.nr.Se 10. Hugg nr.5,4cm, Lab.ref.nr.: 99329-10
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,05	0,2	100,0
2.0	-2,0	0,04	0,1	99,8
1.0	-1,0	0,15	0,5	99,7
0.5	0,0	0,32	1,0	99,2
0.25	1,0	2,54	8,2	98,2
0.125	2,0	20,26	65,5	90,0
0.063	3,0	7,30	23,6	24,5
< 0.063	4,0	0,27	0,9	0,9
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,93		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		31,15		
Skjevhet	2,25		Glødetap	0,7 %
Kurtosis	5,11			



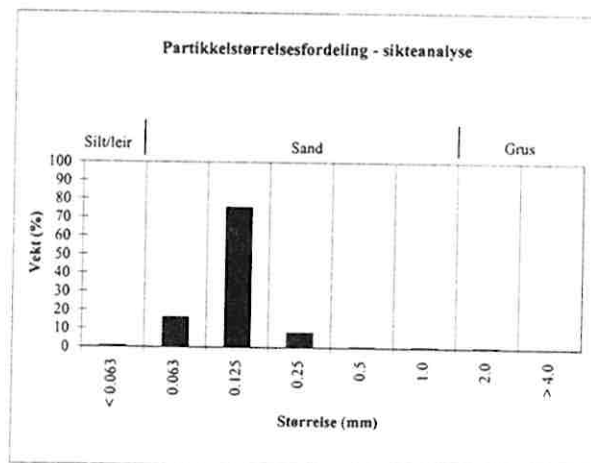
Stasjon: Sele. St.nr.Se.10. Hugg nr.6,6cm, Lab.ref.nr.: 99329-11
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,02	0,1	100,0
1.0	-1,0	0,06	0,2	99,9
0.5	0,0	0,24	0,8	99,7
0.25	1,0	3,09	10,2	98,9
0.125	2,0	19,99	65,9	88,8
0.063	3,0	6,66	21,9	22,9
< 0.063	4,0	0,29	0,9	0,9
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,35		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		30,53		
Skjevhet	2,28		Glødetap	0,6 %
Kurtosis	5,33			



Stasjon: Sele. St.nr.Se 10. Hugg nr.7,5cm Lab.ref.nr.: 99329-12
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

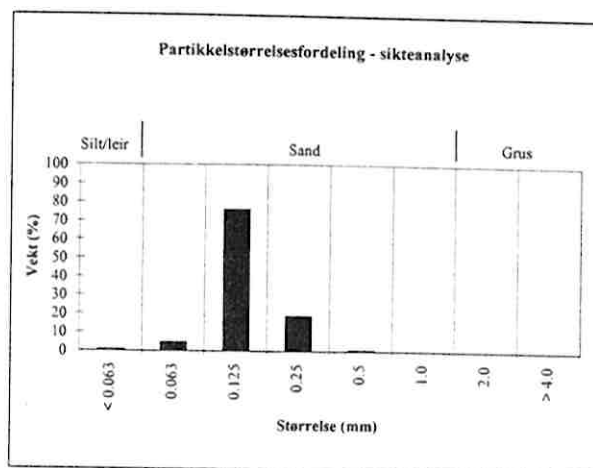
Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,02	0,1	100,0
2.0	-2,0	0,04	0,1	99,9
1.0	-1,0	0,03	0,1	99,8
0.5	0,0	0,05	0,2	99,7
0.25	1,0	2,59	7,9	99,6
0.125	2,0	24,85	75,4	91,7
0.063	3,0	5,25	15,9	16,3
< 0.063	4,0	0,12	0,4	0,4
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		32,95		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		33,18		
Skjevhet	2,58		Glødetap	0,7 %
Kurtosis	6,84			



OK
 21/11.99
 147

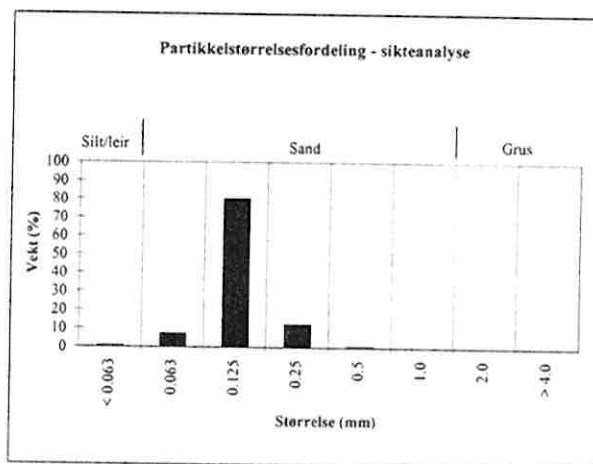
Stasjon: Sele. St.nr.Se 11. Hugg nr.5,7cm, Lab.ref.nr.: 99329-1
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,02	0,1	100,0
0.5	0,0	0,13	0,4	99,9
0.25	1,0	6,01	18,5	99,5
0.125	2,0	24,67	75,9	81,0
0.063	3,0	1,48	4,6	5,1
< 0.063	4,0	0,19	0,6	0,6
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		32,50		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		32,73		
Skjevhet	2,54		Glødetap	0,7 %
Kurtosis	6,61			



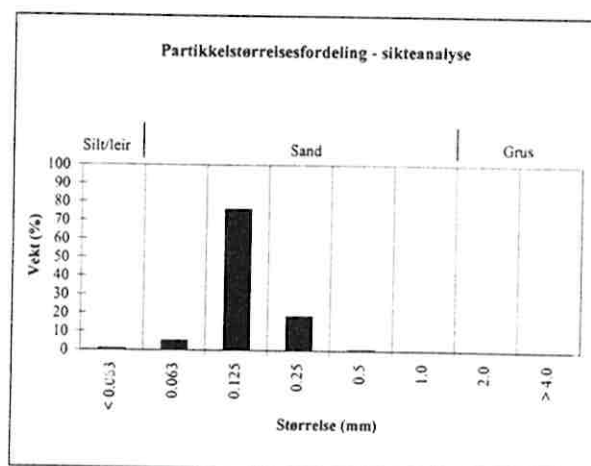
Stasjon: Sele. St.nr.Se.11. Hugg nr.6,7cm, Lab.ref.nr.: 99329-2
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,00	0,0	100,0
0.5	0,0	0,09	0,3	100,0
0.25	1,0	3,78	12,1	99,7
0.125	2,0	24,91	80,0	87,6
0.063	3,0	2,21	7,1	7,5
< 0.063	4,0	0,13	0,4	0,4
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		31,12		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		31,37		
Skjevhet	2,69		Glødetap	0,8 %
Kurtosis	7,36			



Stasjon: Sele. St.nr.Se 11. Hugg nr.7,7cm Lab.ref.nr.: 99329-3
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

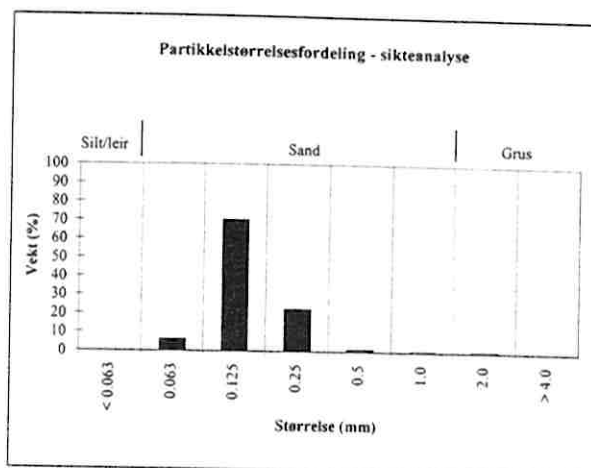
Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,01	0,0	100,0
0.5	0,0	0,11	0,4	100,0
0.25	1,0	5,45	18,1	99,6
0.125	2,0	22,79	75,8	81,5
0.063	3,0	1,52	5,1	5,6
< 0.063	4,0	0,17	0,6	0,6
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,05		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		30,29		
Skjevhet	2,55		Glødetap	0,8 %
Kurtosis	6,65			



OK
 21/11-99
 I-LA

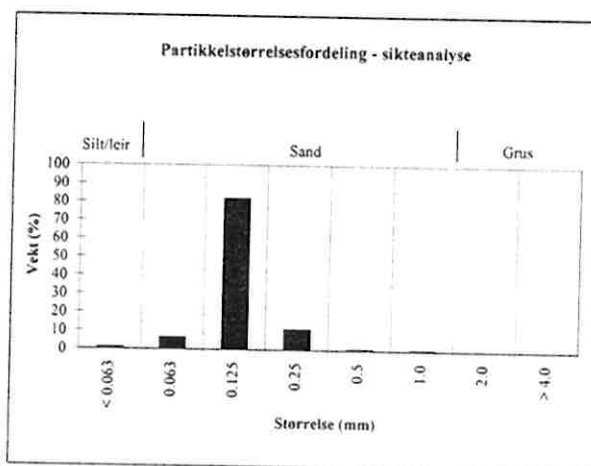
Stasjon: Sele. St.nr.Se 12. Hugg nr.5,5cm, Lab.ref.nr.: 99329-7
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,05	0,2	100,0
1.0	-1,0	0,07	0,2	99,8
0.5	0,0	0,33	1,1	99,6
0.25	1,0	6,69	22,2	98,5
0.125	2,0	21,10	70,2	76,3
0.063	3,0	1,83	6,1	6,1
< 0.063	4,0	0,00	0,0	0,0
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,07		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		30,31		
Skjevhet	2,37		Glødetap	0,8 %
Kurtosis	5,71			



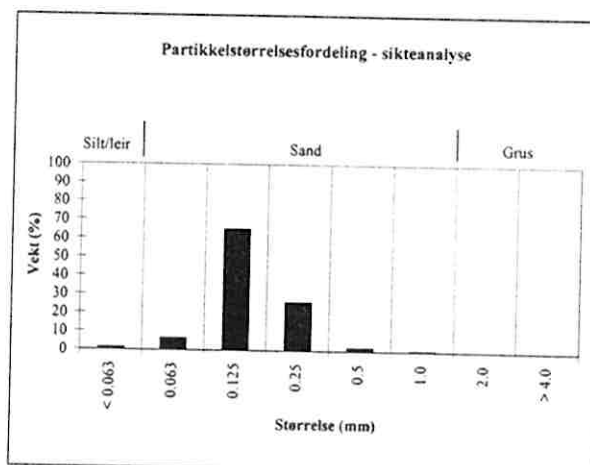
Stasjon: Sele. St.nr.Se.12. Hugg nr.6,6cm, Lab.ref.nr.: 99329-8
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,03	0,1	100,0
0.5	0,0	0,10	0,3	99,9
0.25	1,0	3,15	10,9	99,6
0.125	2,0	23,69	81,8	88,7
0.063	3,0	1,82	6,3	6,9
< 0.063	4,0	0,19	0,6	0,6
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		28,98		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		29,18		
Skjevhet	2,72		Glødetap	0,7 %
Kurtosis	7,52			



Stasjon: Sele. St.nr.Se 12. Hugg nr.7,8cm Lab.ref.nr.: 99329-9
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

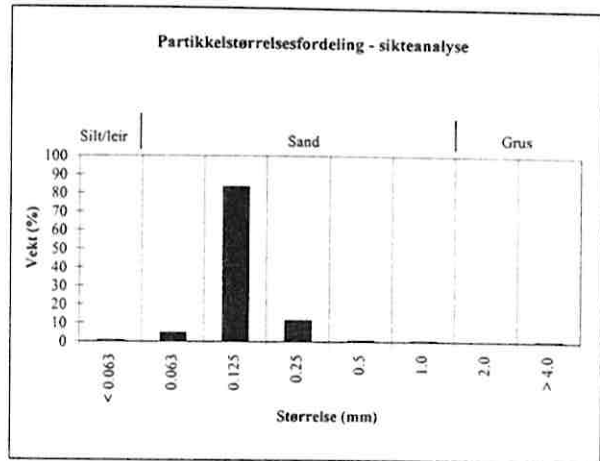
Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,03	0,1	100,0
0.5	0,0	0,51	1,7	99,9
0.25	1,0	7,84	26,0	98,2
0.125	2,0	19,57	65,0	72,2
0.063	3,0	1,87	6,2	7,2
< 0.063	4,0	0,31	1,0	1,0
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,13		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		30,34		
Skjevhet	2,17		Glødetap	0,7 %
Kurtosis	4,62			



OK
 21/11-99
 147

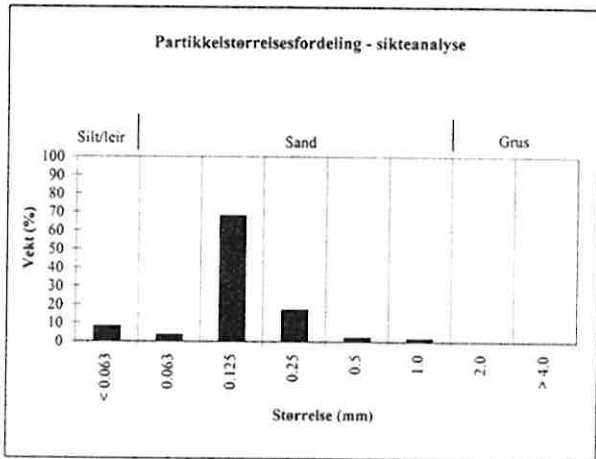
Stasjon: Sele. St.nr.Se 13. Hugg nr.5,6cm, Lab.ref.nr.: 99329-4
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,03	0,1	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	99,9
1.0	-1,0	0,04	0,1	99,9
0.5	0,0	0,11	0,4	99,8
0.25	1,0	3,42	11,3	99,4
0.125	2,0	25,20	83,2	88,1
0.063	3,0	1,40	4,6	5,0
< 0.063	4,0	0,11	0,3	0,3
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		30,31		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		30,55		
Skjevhet	2,73		Glødetap	0,8 %
Kurtosis	7,55			



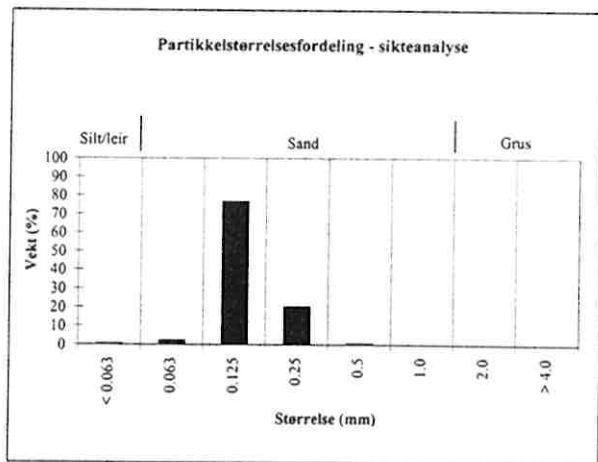
Stasjon: Sele. St.nr.Se.13. Hugg nr.6,6cm, Lab.ref.nr.: 99329-5
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,43	1,4	100,0
0.5	0,0	0,61	2,1	98,6
0.25	1,0	5,05	17,0	96,5
0.125	2,0	20,16	67,9	79,5
0.063	3,0	1,05	3,5	11,6
< 0.063	4,0	2,39	8,1	8,1
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		29,69		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		29,93		
Skjevhet	2,52		Glødetap	0,8 %
Kurtosis	6,55			



Stasjon: Sele. St.nr.Se 13. Hugg nr.7,6cm Lab.ref.nr.: 99329-6
 Analyseperiode: 03.11.-12.11.99. RF-Miljølab. Analytiker: R.M.
 Partikkelstørrelsesfordeling i sediment - sikteanalyse

Størrelse (mm)	Phi	Vekt (g)	Vekt (%)	Kumulativ vekt (%)
> 4.0	-3,0	0,00	0,0	100,0
2.0	-2,0	0,00	0,0	100,0
1.0	-1,0	0,01	0,0	100,0
0.5	0,0	0,19	0,6	100,0
0.25	1,0	6,52	20,1	99,4
0.125	2,0	24,85	76,6	79,3
0.063	3,0	0,74	2,3	2,7
< 0.063	4,0	0,13	0,4	0,4
Utg.vekt I (ekskl. org. stoff)		32,44		
Utg.vekt II (inkl. org. stoff)		32,73		
Skjevhet	2,51		Glødetap	0,9 %
Kurtosis	6,41			



OK
 2/11-99
 1LA

Internt: Rogalandforskningen



Henv: Øyvind Tveten
Kopi:

Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 20.10.99
Analyseperiode: 18.11.99
Analyserapport sendt: 18.01.00

Ref.nr.: 99331
Prøvested: Sele
Prøvetype: Sediment

Analyse:	Analyse- metode:	Ikke akkreditert analyse	Merknad
Metaller i sediment	NS4770+Metode RF-J1		
Hg(CVAAS)	RF-K1		

RF - Miljølab er akkreditert i Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.

Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene.

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

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab


Inger-Lisa Andersen
Kvalitetssikrer


Stig Westerlund
Analytiker

Vedlegg : Kvalitetskontrolldata ved de aktuelle analyser.

Resultat

Referansenr:
99331
Analyserapport sendt:
18.01.2000



Oppslutning NS 4770
mg/kg tørrstoff

	99331-1	99331-2	99331-3	99331-4	99331-5	99331-6
	SE-11	SE-11	SE-11	SE-13	SE-13	SE-13
	Grabb 1	Grabb 2	Grabb 3	Grabb 1	Grabb 2	Grabb 3
Chromium	1.36	1.67	1.59	1.52	1.50	1.44
Iron	1939	2190	2233	2234	2161	2033
Nickel	1.85	1.64	1.89	1.77	1.59	1.91
Copper	0.42	0.63	0.48	0.46	0.60	0.43
Zinc	5.13	5.40	5.56	5.32	5.69	5.03
Cadmium	0.021	0.019	0.033	0.011	0.017	0.028
Lead	0.87	1.00	0.99	0.95	0.89	0.90
Hg(CVAAS)	0.0010	0.0010	0.0013	0.0011	0.0007	0.0010

	99331-7	99331-8	99331-9	99331-10	99331-11	99331-12
	SE-12	SE-12	SE-12	SE-10	SE-10	SE-10
	Grabb 1	Grabb 2	Grabb 3	Grabb 1	Grabb 2	Grabb 3
Chromium	1.53	1.54	1.75	2.20	2.32	2.51
Iron	2144	2172	2303	2777	2806	2882
Nickel	1.83	2.07	1.96	2.07	1.71	1.57
Copper	0.48	0.50	0.51	0.54	0.73	0.57
Zinc	5.32	5.26	5.28	5.58	6.07	6.44
Cadmium	0.004	0.025	0.019	0.016	0.025	0.020
Lead	0.92	1.00	1.16	5.41	2.28	2.558
Hg(CVAAS)	0.0012	0.0007	0.0009	0.0009	0.0007	0.0009

Referansenr:
99331
Analyserapport sendt:
18.01.2000



Results from certified reference material

NS4770/RF-J1 mg/kg

	MESS-1 Certified values Total digestion	This determination	RF normal value	Det lim
Cr	71.0	23.9	21.9	0.04
Fe	30520	17864	20043	17
Ni	29.5	19.9	20.6	0.02
Cu	25.1	22.2	21.2	0.04
Zn	191	150	159	0.1
Cd	0.59	0.65	0.67	0.009
Pb	34.00	23.9	26.6	0.06
Hg CVAAS		0.26	0.24	0.0001

	BEST-1 Certified values Total digestion	This determination	RF normal value
Hg CVAAS	0.091	0.074	0.070

Internt: Rogalandforskningen

Henv: Øyvind Tveten
Kopi:



Prøver tatt dato:
Prøver mottatt dato: 28.11.99
Analyseperiode: 29.11.99
Analyserapport sendt: 18.01.00

Ref.nr.: MS 9959
Prøvested: Sele
Prøvetype: Snail og Tang

Analyse:	Analysemetode:	Ikke akkreditert analyse	Merknad
Metaller i musling	RF- J4		
Hg(CVAAS)	RF-K1		

RF - Miljølab er akkreditert i Norsk Akkreditering (NA) i henhold til kravene i EN-NS 45001 og ISO/IEC Guide 25.

Analyseresultatene gjelder utelukkende på de analyserte prøvene.

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

Med vennlig hilsen
RF - Miljølab


Inger-Lisa Andersen
Kvalitetssikrer


Stig Westerlund
Analytiker

Vedlegg : Kvalitetskontrolldata ved de aktuelle analyser.

Page 1 (2)

36

Resultat

Referansenr:
MS 9959
Analyserapport sendt:
18.01.2000



mg/kg tørrstoff

	Snegler			Tang		
	Sta 3	Sta 4	Sta 5	Sta 5	Sta 4	Sta 3
Chromium	1.12	0.83	0.66	0.42	0.32	0.44
Nickel	0.53	0.54	0.42	1.36	1.44	1.50
Copper	52.85	42.74	38.91	1.40	2.03	1.45
Zinc	54.6	51.4	47.8	19.5	22.6	21.7
Cadmium	0.40	0.32	0.29	0.72	0.90	0.69
Lead	0.19	0.23	0.15	0.14	0.19	0.18
Hg(CVAAS)	0.019	0.023	0.027	0.004	0.002	0.009



Rapport

Analyse av sedimenter

99332/ILA

Rekvirent: RF-Rogalandforskning
Øyvind Tveten
Professor Olav Hanssensvei 15
Pb 2503 Ullandhaug
N-4004 Stavanger

Dato utgitt: 02.12.1999

Utført av: MILJØ-KJEMI, Norsk Miljø Senter
Nils Hansens vei 13, N-0667 Oslo

Tom Lohiniva
cand. scient.

Einar Jordfald
laboratorieleder

38



Generelt

MILJØ-KJEMI Norsk Miljø Senter har foretatt analyse av 12 sedimentprøver.

Analysene er rekvirert av Rogalandforskning ved Inger Lisa Andersen.

Prøvemateriale og analyseomfang

Laboratoriet mottok den 22.10.1999 12 sedimentprøver til analyse for PAH og PCB.

Prøvene var merket 99332-1 til 99332-12 med løpende nummerering av siste siffer.

Hver prøve ble mottatt aluminiumsfolie pakket i plastpose.

Prøvene ble frosset ned ved mottak og holdt frosne frem til analysen.

Analysene er utført i perioden 26.11.1999-02.12.1999.



Analysemetoder

For sedimentprøvene er prøve til analyse tatt ut ved å ta ut 10 delprøver fra prøven.

MK-2021

PAH og PCB i sediment

Prinsipp:

Prøven forsåpes i metanolisk KOH. Prøven filtreres, og filtratet ekstraheres med diklormetan. Den polare fraksjonen fjernes ved kolonnekromatografi. Etter inndamping analyseres ekstraktet ved gasskromatografi med massespektrometrisk detektor (GC/MS-SIM). Ved metoden bestemmes de 16 EPA PAH. Ifølge EPA bestemmes benzo(b)fluoranten og benzo(j)fluoranten som enkeltkomponenter. Ved denne metoden bestemmes disse som en sum sammen med benzo(k)fluoranten. Det anvendes 5 deutermerkede PAH og PCB 77 som intern standard.

Analyseusikkerhet:

RSD 15%, men ved verdier mindre enn 10 ganger metodens deteksjonsgrense opp til 50%.

MK-4031

Tørstoff i sediment

Prinsipp:

Prøven tørres ved 105°C til konstant vekt og differanseveies.

Analyseusikkerhet:

RSD 5% ved veiing av 20 g eller mer.

Resultater

Resultatene er sammenfattet i tabellene nedenfor.

PAH og PCB i sediment

Enhet: µg/kg TS	Prøvemerkning				Det. grense ^①
	99332-1	99332-2	99332-3	99332-4	
PAH:					
naftalen	<	<	<	<	0,5
acenaftylen	<	<	<	<	0,5
acenaften	<	<	<	<	0,5
fluoren	<	<	<	<	0,5
fenantren	<	<	<	<	0,5
antracen	<	<	<	<	0,5
fluoranten	<	<	<	<	0,5
pyren	<	<	<	<	0,5
benso(a)antrasen	<	<	<	<	0,5
krysen/trifenylen	<	<	<	<	0,5
benzo(b/j/k)fluorantener	<	<	0,71	0,74	0,5
benzo(a)pyren	<	<	<	<	0,5
indeno(1,2,3-cd)pyren	<	<	<	<	0,5
benzo(ghi)perylen	<	<	<	<	0,5
dibenzo(a,h)antrasen	<	<	<	<	0,5
Sum PAH₁₆ ②	i.p.	i.p.	0,71	0,74	-
PCB:					
PCB 28	<	<	<	<	0,5
PCB 52	<	<	<	<	0,5
PCB 101	<	<	<	<	0,5
PCB 118	<	<	<	<	0,5
PCB 138	<	<	<	<	0,5
PCB 153	<	<	<	<	0,5
PCB 180	<	<	<	<	0,5
Sum PCB₇ ②	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	
TS %	81,7	82,1	82,2	81,6	

<: Mindre enn den angitte deteksjonsgrense.

i.p.: Ikke påvist.

①: Deteksjonsgrensen er gitt i µg/kg våtstoff Akkreditert deteksjonsgrense for PAH og PCB er henholdsvis 2 og 1 µg/kg våtstoff

②: PAH som ikke er påvist inngår ikke i summen.

TS: Tørstoff

41

Prøveresultatene gjelder utelukkende for de(n) undersøkte prøve(r).

Rapporten må ikke gjengis, unntatt i sin helhet, uten laboratoriets skriftlige godkjenning.

P:\RFM\p654876 SELE 99\FELTARBEID+RESULTAT\RES-PAH-PCBMILJØKJEMI.DOC



PAH og PCB i sediment, fortsettelse

Enhet: µg/kg TS	Prøvemerkning				Det. grense ^①
	99332-5	99332-6	99332-7	99332-8	
PAH:					
naftalen	<	<	<	<	0,5
acenaftylen	<	<	<	<	0,5
acenaften	<	<	<	<	0,5
fluoren	<	<	<	<	0,5
fenantren	<	<	<	<	0,5
antracen	<	<	<	<	0,5
fluoranten	<	<	<	<	0,5
pyren	<	<	<	<	0,5
benso(a)antrasen	<	<	<	<	0,5
krysen/trifenylen	<	<	0,84	<	0,5
benzo(b/j/k)fluorantener	0,94	<	1,4	0,66	0,5
benzo(a)pyren	<	<	0,60	<	0,5
indeno(1,2,3-cd)pyren	<	<	<	<	0,5
benzo(ghi)perylen	<	<	<	<	0,5
dibenzo(a,h)antrasen	<	<	<	<	0,5
Sum PAH₁₆ ②	0,94	i.p.	2,8	0,66	-
PCB:					
PCB 28	<	<	<	<	0,5
PCB 52	<	<	<	<	0,5
PCB 101	<	<	<	<	0,5
PCB 118	<	<	<	<	0,5
PCB 138	<	<	<	<	0,5
PCB 153	<	<	<	<	0,5
PCB 180	<	<	<	<	0,5
Sum PCB₇ ②	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	
TS %	81,1	80,9	81,2	81,5	

<: Mindre enn den angitte deteksjonsgrense.

i.p.: Ikke påvist.

①: Deteksjonsgrensen er gitt i µg/kg våtstoff Akkreditert deteksjonsgrense for PAH og PCB er henholdsvis 2 og 1 µg/kg våtstoff

②: PAH som ikke er påvist inngår ikke i summen.

TS: Tørrstoff

42

PAH og PCB i sediment, fortsettelse

Enhet: µg/kg TS	Prøvemerkning				Det. grense ^①
	99332-9	99332-10	99332-11	99332-12	
PAH:					
naftalen	<	<	<	<	0,5
acenaftylen	<	<	<	<	0,5
acenaften	<	<	<	<	0,5
fluoren	<	<	<	<	0,5
fenantren	<	<	<	<	0,5
antracen	<	<	<	<	0,5
fluoranten	1,1	<	<	<	0,5
pyren	1,0	<	<	<	0,5
benzo(a)antrasen	0,81	<	<	<	0,5
krysen/trifenylen	0,84	<	<	<	0,5
benzo(b/j/k)fluorantener	1,7	<	<	0,78	0,5
benzo(a)pyren	0,81	<	<	<	0,5
indeno(1,2,3-cd)pyren	0,54	<	<	<	0,5
benzo(ghi)perylen	0,69	<	<	<	0,5
dibenzo(a,h)antrasen	<	<	<	<	0,5
Sum PAH₁₆ ②	7,5	i.p.	i.p.	0,78	-
PCB:					
PCB 28	<	<	<	<	0,5
PCB 52	<	<	<	<	0,5
PCB 101	<	<	<	<	0,5
PCB 118	<	<	<	<	0,5
PCB 138	<	<	<	<	0,5
PCB 153	<	<	<	<	0,5
PCB 180	<	<	<	<	0,5
Sum PCB₇ ②	i.p.	i.p.	i.p.	i.p.	
TS %	81,1	82,9	83,1	83,0	

<: Mindre enn den angitte deteksjonsgrense.

i.p.: Ikke påvist.

①: Deteksjonsgrensen er gitt i µg/kg våtstoff Akkreditert deteksjonsgrense for PAH og PCB er henholdsvis 2 og 1 µg/kg våtstoff

②: PAH som ikke er påvist inngår ikke i summen.

TS: Tørrstoff

Vedlegg 6. Artsliste, bunndyr, Sele 20.10 1999.

Tabellen viser antall individer for hver art/dyregruppe. * foran artsnavn, betyr at arten ikke er med i analyser.

Antall * i artslisten angir mengde av arten (lite, en del, mye, svært mye). Reg. betyr at det er registrert dyr. Ved en feil ble de fire prøvene fra stasjon 11 slått sammen under sorteringen.

Artsliste Sele, 1993 og 1999	Stasjon Se 10					Stasjon Se 11					Stasjon Se 12					Stasjon Se 13				
	1.h.	2.h.	3.h.	4.h.	Sum	1.h.	2.h.	3.h.	4.h.	Sum	1.h.	2.h.	3.h.	4.h.	Sum	1.h.	2.h.	3.h.	4.h.	Sum
*Nematoda										3				1	1					
Nemertini indet										3	1		1	1	3	1				1
Cnidaria																				
*Hydrozoa indet														reg						
Annelida																				
Polychaeta indet											1				1					
Eteone longa	1		2	1	4					14	3	1	4		8		1	2		3
Phyllodoce groenlandica													1	1	2					
Nephtys sp	1	2			3					9	1	1	1	5	8	2	2		2	6
Glycera alba			1		1					1				1	1					
Scoloplos armiger										1	1	1			2					
Paraonis fulgens																		1		1
Scolelepis foliosa	1				1					1		2	3		5	1	1			2
Prionospio sp	3	4	5	1	13					37	5	12	6	6	29	8	1	2		11
Malacoceros sp														3	3					
Magelona mirabilis	10	20	5	4	39					121	31	18	22	31	102	17	11	10	8	46
Tharyx sp										1				6	6					
Ophelina norvegica				1	1															
Ophelia borealis	1				1									11	11					
Capitella capitata				2	2								1		1					
Artropoda																				
Amphipoda indet																				
Bathyporeia norvegia	5		3	5	13					3	1	1	2	2	6	6	3	2	8	19
Bathyporeia sp	7	11	17	18	53					31	9	7		6	22	17	22	17	18	74
Atylus cf. swammerdami																		1	1	2
Phoxocephalidae indet																		1		1
Synchelidium sp	6	6	5	7	24					21	7	2	7	4	20	4	6	2	8	20
Cumacea indet	1	1		1	3								2	2	9	1		1		2
Mollusca																				
Mollusca indet	1				1															
Lunatia alderi	2	5	3	5	15					23	10	12	9	6	37	4		3	1	8
Montacuta ferruginosa										1			1	1	4					
Spisula subtruncata	7	66	15	23	111					413						19	35	21	1	76
Ensis sp. Juv	4				4					5										
Mysella bidentata												1			1					
Clausinella fasciata												1	1		2					
Turtonia minuta												1	1	1	3					
Echinodernata																				
Astrpoceten irregularis														1	1					
Echinocardium sp juv			2		2					20	27	30	14	7	78	8		7		15
Pisces																				
*Ammodytidae indet	5	3	4	3	15					11	6		1	3	10	2		5	4	11

Vedlegg 6, fortsettelse. Resultater fra bunndyrsanalysene. Enkelthugg. van Veen grabb 0,1 m²

Se 10, 1. grabbhugg		SFT	Se 11, 1. grabbhugg		SFT
Individantal (N):	50		Individantal (N):	-	
Artsantall (S):	14		Artsantall (S):	-	
Shannon-Wiener (H ⁺):	3,36	II	Shannon-Wiener (H ⁺):	-	
Jevnhet (J):	0,88		Jevnhet (J):	-	
Se 10, 2. grabbhugg			Se 11, 2. grabbhugg		
Individantal (N):	118		Individantal (N):	-	
Artsantall (S):	10		Artsantall (S):	-	
Shannon-Wiener (H ⁺):	2,12	III	Shannon-Wiener (H ⁺):	-	
Jevnhet (J):	0,64		Jevnhet (J):	-	
Se 10, 3. grabbhugg			Se 11, 3. grabbhugg		
Individantal (N):	56		Individantal (N):	-	
Artsantall (S):	9		Artsantall (S):	-	
Shannon-Wiener (H ⁺):	2,69	III	Shannon-Wiener (H ⁺):	-	
Jevnhet (J):	0,85		Jevnhet (J):	-	
Se 10, 4. grabbhugg			Se 11, 4. grabbhugg		
Individantal (N):	67		Individantal (N):	-	
Artsantall (S):	10		Artsantall (S):	-	
Shannon-Wiener (H ⁺):	2,60	III	Shannon-Wiener (H ⁺):	-	
Jevnhet (J):	0,78		Jevnhet (J):	-	
Se 10, sum av 4 grabbhugg			Se 11, sum av 4 grabbhugg		
Individantal (N):	291		Individantal (N):	705	
Artsantall (S):	18		Artsantall (S):	17	
Shannon-Wiener (H ⁺):	2,83	III	Shannon-Wiener (H ⁺):	2,14	III
Jevnhet (J):	0,68		Jevnhet (J):	0,52	
Hurlbert (ESn=100):	12,92	III	Hurlbert (ESn=100):	10,49	IV
Art / antall ind./ % av totalt antall ind.			Art / antall ind./ % av totalt antall ind.		
Spisula subtruncata	111 38 %		Spisula subtruncata	413 59 %	
Bathyporeia sp	53 18 %		Magelona mirabilis	121 17 %	
Magelona mirabilis	39 13 %		Prionospio sp	37 5 %	
Synchelidium sp	24 8 %		Bathyporeia sp	31 4 %	
Lunatia alderi	15 5 %		Lunatia alderi	23 3 %	
Prionospio sp	13 4 %		Synchelidium sp	21 3 %	
Bathyporeia norvegia	13 4 %		Echinocardium sp.juv	20 3 %	

Vedlegg 6. Fortsettelse

Se 12, 1. grabbhugg			SFT	Se 13, 1. grabbhugg			SFT
Individantal (N):	100			Individantal (N):	88		
Artsantall (S):	15			Artsantall (S):	12		
Shannon-Wiener (H ^ˆ):	2,85	III		Shannon-Wiener (H ^ˆ):	3,04	II	
Jevnhet (J):	0,73			Jevnhet (J):	0,85		
Se 12, 2. grabbhugg				Se 13, 2. grabbhugg			
Individantal (N):	94			Individantal (N):	83		
Artsantall (S):	17			Artsantall (S):	10		
Shannon-Wiener (H ^ˆ):	3,00	II		Shannon-Wiener (H ^ˆ):	2,30	III	
Jevnhet (J):	0,73			Jevnhet (J):	0,69		
Se 12, 3. grabbhugg				Se 13, 3. grabbhugg			
Individantal (N):	74			Individantal (N):	69		
Artsantall (S):	14			Artsantall (S):	12		
Shannon-Wiener (H ^ˆ):	3,08	II		Shannon-Wiener (H ^ˆ):	2,81	III	
Jevnhet (J):	0,81			Jevnhet (J):	0,78		
Se 12, 4. grabbhugg				Se 13, 4. grabbhugg			
Individantal (N):	97			Individantal (N):	47		
Artsantall (S):	16			Artsantall (S):	8		
Shannon-Wiener (H ^ˆ):	3,37	II		Shannon-Wiener (H ^ˆ):	2,38	III	
Jevnhet (J):	0,84			Jevnhet (J):	0,79		
Se 12, sum av 4 grabbhugg				Se 13, sum av 4 grabbhugg			
Individantal (N):	365			Individantal (N):	287		
Artsantall (S):	26			Artsantall (S):	16		
Shannon-Wiener (H ^ˆ):	3,45	II		Shannon-Wiener (H ^ˆ):	2,93	III	
Jevnhet (J):	0,73			Jevnhet (J):	0,73		
Hurlbert (ESn=100):	18,62	II		Hurlbert (ESn=100):	12,38	III	
Art / antall ind./ % av totalt antall ind.				Art / antall ind./ % av totalt antall ind.			
Magelona mirabilis	102	28 %		Spisula subtruncata	76	26 %	
Echinocardium sp juv	78	21 %		Bathyporeia sp	74	26 %	
Lunatia alderi	37	10 %		Magelona mirabilis	46	16 %	
Bathyporeia sp	22	6 %		Synchelidium sp	20	7 %	
Synchelidium sp	20	5 %		Bathyporeia norvegia	19	7 %	
Prionospio sp	17	5 %		Echinocardium sp juv	15	5 %	
Prionospio sp	12	3 %		Prionospio sp	11	4 %	