

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: 0-80003-06
Undernummer: III
Løpenummer: 1437
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: SUPPLERENDE BASISUNDERSØKELSE I SØRFJORDEN 1981 (Overvåkingsrapport 51/82)	Dato: 10.12. 1982
Forfatter(e): Kristoffer Næs Brage Rygg	Prosjektnummer: 0-80003-06
	Faggruppe: Hydroøkologisk div.
	Geografisk område: Hordaland
	Antall sider (inkl. bilag): 39

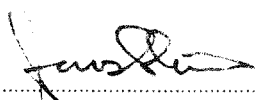
Oppdragsgiver: Statens forurensningstilsyn Statlig program for forurensningsovervåking	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
----------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------

Ekstrak Rapporten gjengir resultater av metallanalyser i vann og sedimenter innerst i Sørfjorden og på en stasjon i Granvinfjorden og undersøkelser av bløtbunnsfaunaen i Sørfjorden. Konsentrasjonene av løst sink, bly og kadmium i vannet innerst i Sørfjorden er fortsatt meget høye. Utslippene fra Norzink A/S er hovedkilde, men bunnsedimentene bidrar også med metaller. Sedimentanalysene vitner om en generell reduksjon i metallbelastningen jamført med forhold i begynnelsen av 70-årene. Bløtbunnsfaunaen var artsfattig i hele undersøkelsesområdet, men spesielt i området Odda - Tysedal. Undersøkelsen viste dominans av forurensningstolerante børstemark innerst i fjorden.

Statlig program

1. Overvåkingsrapport 51/82
2. Supplerende undersøkelse
3. Basisundersøkelse 1981
4. Sørfjorden
Metaller
Sedimenter

4 emneord, engelske:
1. Monitoring
2. Metals
3. Water
4. Sediments
5. Biology



Divisjonssjef:



For administrasjonen:



ISBN 82-577-0563-2





Statlig program for forurensningsovervåking

0-8000 309

SUPPLERENDE BASISUNDERSØKELSE I SØRFJORDEN 1981

Statlig program for forurensningsovervåking

Dato, 10. desember 1982

Prosjektleder : Jens Skei
Forfattere : Kristoffer Næs
: Brage Rygg

For administrasjonen : Arne Tollan

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

NIVAs hustrykkeri

FORORD

Basisundersøkelsen i Sørfjorden, Hardanger under Statlig program for forurensningsovervåking startet i 1978. Oppdragsgiver har vært Statens forurensningstilsyn. I løpet av denne 4-årsperioden er forurensning av vann og sedimenter, opptak av miljøgifter i organismer og innvirkning på bløtbunnsfauna og grunntvannsorganismene blitt undersøkt. Da det ikke forventes noen endring i forurensningsbelastning i 1983, vil det være hensiktsmessig å ta en pause i den ordinære overvåkingen av fjorden. I stedet vil det bli foreslått undersøkelser i områdene utenfor Sørfjorden (Hardangerfjorden, Eidfjord, Granvinfjorden) for å kartlegge størrelsen på det området som er influert av metallutslippene i Sørfjorden.

Denne rapporten presenterer resultatene fra undersøkelser av vann, sedimenter og biologi utført i 1981. De kjemiske analysene er utført ved Sentralinstituttet for industriell forskning (SI).

Brage Rygg har hatt ansvaret for rapportering av bløtbunnsfauna og Kristoffer Næs og Jens Skei for rapportering av vann- og sedimentresultater.

Feltarbeidet for bløtbunnsfaunaundersøkelsen ble utført av Institutt for marin zoologi og kjemi, Universitetet i Oslo. (cand.real. J.A. Berge, prof. J.S. Gray). Institutt for marinbiologi ved Universitetet i Bergen stilte fartøy til disposisjon. Prøvebearbeidelse og artsbestemmelse er delvis utført ved Universitetet i Oslo (cand.scient. F.B.Mirza) og delvis ved NIVA. Forskningsprogram om havforurensninger har finansiert det meste av arbeidet med bløtbunnsfaunaprøvene, bortsett fra NIVAs del.

Rapportering av miljøgifter i organismer vil skje i 1983.

INNHOOLD

	Side:
1. KONKLUSJONER	6
2. INNLEDNING	8
3. FELTARBEID OG METODER	8
4. RESULTATER OG DISKUSJON	11
4.1 Sjiktningen i vannmassene	11
4.2 Oppløste metaller i vann	13
4.3 Sedimentbeskrivelse	19
4.4 Organisk materiale i sedimentene	19
4.5 Metaller i sedimentene	19
4.6 Bløtbunnsfauna	27
5. LITTERATUR	31
6. VEDLEGG	33

FIGURFORTEGNELSE

- Fig. 1. Kart over undersøkelsesområdet samt beliggenhet av vannkjemi- og sedimentstasjoner i Sørfjorden. 9
- Fig. 2. Stasjoner for bløtbunnsfauna i Sørfjorden. 10
- Fig. 3. Saltholdighetsfordeling i vannmassene i Odda havnebasseng (stasjon SF 2). 12
- Fig. 4. Konsentrasjonen ($\mu\text{g/l}$) av løst sink (Zn), bly (Pb) og kadmium (Cd) på 1 m vanddyp i Sørfjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7). 15
- Fig. 5. Fordeling av løst sink (Zn), bly (Pb) og kopper (Cu) i vannmassene ($\mu\text{g/l}$) i Odda havnebasseng (stasjon SF 2). 16
- Fig. 6. Horisontal variasjon av sink (Zn)- og bly (Pb)-konsentrasjon ($\mu\text{g/l}$) i 10-30 m og 40-50 m vanddyp i Sørfjorden. 17
- Fig. 7. Fordeling av løst sink (Zn), bly (Pb) og kopper (Cu) ($\mu\text{g/l}$) øst av Eitrheimsneset (stasjon SF 5). 18
- Fig. 8. Innhold av organisk materiale (% ts) i sedimentene (0-1 cm) i Sørfjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7). 20
- Fig. 9. Innhold ($\mu\text{g/g ts}$) av sink (Zn), bly (Pb), kopper (Cu), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) i sedimentene (0-1 cm) i Sørfjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7). 22
- Fig. 10. Sammenligning av innholdet ($\mu\text{g/g ts}$) av sink (Zn), bly (Pb), kopper (Cu), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) i sedimentene i Odda havnebasseng i 1981 (gj.sn. SF1, 2, 3, 0-1 cm) med verdiene fra 1978 (SØR 6, 0-2). 26
- Fig. 11. Sammenligning av innholdet ($\mu\text{g/g ts}$) av sink (Zn), bly (Pb), kopper (Cu), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) i sedimentene ved Tyssedal i 1981 (SF 6, 0-1 cm) med verdiene fra 1981 (SØR 6, 0-1 cm). 26

TABELLFORTEGNELSE

	Side:
Tabell 1. Visuell beskrivelse av sedimentkjerner fra Sørfjorden 1981.	19
Tabell 2. Kontamineringsfaktor for sink, bly, kopper, kvikksølv og kadmium i Sørfjorden	24
Tabell 3. Anslåtte metalltilførsler til Sørfjorden fra Norzink A/S i kg/dg.	25
Tabell 4. Grabbprøver, stasjonsdyp og substrat (bløtbunnsundersøkelser)	27
Tabell 5. Individantall i prøvene og antall arter innen forskjellige hovedgrupper av bløtbunnsfaunaen	29
Tabell 6. Individantall pr. 0.4 m ² av noen karakteristiske arter i Sørfjorden	30
Tabell A. (Vedlegg). Metaller løst i vannmassene (µg/l) i Sørfjorden (SF1-6) og Granvinfjorden (SF 7)	34
Tabell B. (Vedlegg). Innhold av organisk materiale (% ts) og metaller (µg/g ts) i sedimentet i Sørfjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7)	36
Tabell C. (Vedlegg). Bløtbunnfauna fra Sørfjorden, mai 1980	37

1. KONKLUSJONER

1. Sørfjorden i Hardanger er en usedvanlig sterkt metallbelastet fjord. Industriutslipp i hovedsak fra begynnelsen av 30-åra og fram til i dag har ført til akkumulering av metaller i de forskjellige deler av fjordmiljøet. Undersøkelser iverksatt av Miljøvernkomiteén i Odda (1971-74) og resultater av annen forskning har vist behovet for rensesiltak. Dette har resultert i noen forurensningsbegrensende tiltak fra industriens side (reduksjon i utslipp av kvikksølv i 1973 og reduksjon av metaller i discardsyre og spillvann fra 1975-76).
2. For å studere virkningen av rensesiltakene på forurensningssituasjonen er det blitt analysert på sink, bly, kopper, kvikksølv, kadmium og arsen løst i vannmassene, og organisk materiale, sink, bly, kopper, kvikksølv, kadmium i sedimentet på 6 stasjoner i indre Sørfjorden, samt en stasjon i Granvinfjorden. I tillegg er saltholdighet og temperatur målt (3 stasjoner) under innsamling av vannprøver til metallanalyser.
3. De høyeste overflatekonsentrasjonene (1 m) av løste metaller i vann ble målt i Eitrheimsvågen og skyldes trolig utlekking fra sediment og deponier på land samt langsom utskiftning av vannmassene i vågen.
4. Vertikalfordelingen av løste metaller i vannmassen viste generelt et konsentrasjonsmaksimum i 10-30 m dyp i området Odda-Tyssedal. De høye verdiene ved dette dypet må ses i sammenheng med jarositt-utslippet.
5. Sedimentet representerer en sekundær forurensningskilde for enkelte metaller i vann, selv om de primære utslippene dominerer i dag. Bidrag fra sedimentene ble påvist ved Eitrheimneset for metallene sink, bly og kopper.
6. Kvikksølv og arsen løst i vannmassene var under deteksjonsnivå (henholdsvis 0,05 og 5 µg/l) i alle dyp på alle stasjoner. Deteksjonsgrensen er imidlertid ca. 5 x høyere enn konsentrasjonen i relativt upåvirket sjøvann.

7. Sedimentets organiske innhold var høyt i havnebassenget, trolig som følge av kloakkpåvirkning. Verdiene var generelt noe høyere enn i 1978.
8. De høyeste verdiene av sink, bly, kopper, kvikksølv og kadmium i overflatesedimentet (0-1 cm) ble observert i Eitrheimsvågen og øst for Eitrheimsneset. Fordelingen gjenspeiler dagens og tidligere utslipp fra Norzink A/S.
9. Resultatene indikerer generelt avtagende belastning på fjorden i de seinere åra, men fremdeles er metallkonsentrasjonene svært høye. Innenfor Eitrheimsneset er det kontamineringsfaktorer (observert verdi dividert med bakgrunnskonsentrasjon) i sedimentet på sink : 38, bly : 170, kopper : 43, kvikksølv : 2870, kadmium : 42.
10. Det er liten grunn til å forvente noen reduksjon i metallbelastningen i Sørfjorden så lenge utslippet av jarositt fra Norzink A/S ikke elimineres.
11. På grunnlag av de høye konsentrasjonene av løste metaller i vannet i Sørfjorden og forhøyede konsentrasjoner ved munningen av Granvinfjorden er det all grunn til å tro at forurensningen påvirker selve Hardangerfjorden.
12. Bløtbunnsfaunaundersøkelsen viste at antall arter var lavt på alle stasjoner, spesielt i området Odda-Tyssedal. Øst for Eitrheimsneset ble det ikke funnet dyr i sedimentene. Ellers viste undersøkelsen en dominans av forurensningstolerante børstemark innerst i fjorden.

2. INNLEDNING

Sørfjorden er en sidearm av Hardangerfjorden (figur 1). Fjorden er sannsynligvis som Norges mest metallforurensede fjord. Også i verdenssammenheng er den blant de mest belastede. Årsaken er at Sørfjorden er blitt brukt som resipient for industrielt avløpsvann og partikulært materiale helt siden 1908. Utslippene til fjorden har vært og er delvis fortsatt meget store.

Det er påvist betydelig forurensning i alle de undersøkte delene av det marine miljø i Sørfjorden. Fisk og blåskjell (Havre et al., 1973), tang (Haug et al., 1974. Melhuus et al., 1978; Julshamn, 1981, Knutzen, 1982), plankton (Skei et al., 1976), vann (Skei, 1975; Melhuus et al., 1979), suspendert partikulært materiale (Skei et al., 1973) og sedimenter (Skei et al., 1972; NIVA 1978).

Denne rapporten, innenfor Statlig program for forurensningsovervåking, tar primært for seg metallinnhold i de frie vannmasser og bunnsedimentene samt bløtbunnsfaunaundersøkelsen. Undersøkelsen er konsentrert til indre del av Sørfjorden samt en stasjon i munningen av Granvinfjorden (figur 1). I løpet av de siste årene er en rekke rensetiltak satt i verk av industrien i Odda. Blant annet har Norzink A/S fra 1973 tatt i bruk et renseanlegg for kvikksølv, og utslipp av spillvann og discardsyre fra sinkfremstillingen er redusert fra 1975-76. Jarosittutslippet, som bidrar med de største mengdene av metaller i dag, er like stort som det var tidligere. Blant annet representerer kvikksølvinnholdet i jarositt den største punktkilden for kvikksølv i Norge (SINTEF, 1979). Formålet med denne undersøkelsen har vært å se om de iverksatte tiltakene kan spores på metallkonsentrasjonene i vannmassene og sedimentene, og dessuten i hvilken grad de sterkt forurensede sedimentene bidrar med metaller til vannmassene. Undersøkelsen av bløtbunnsfaunaen ble gjort for å registrere eventuelle biologiske effekter av industriutslipp i Odda-området.

3. FELTARBEID OG METODER

Vannprøver ble innsamlet ved hjelp av HydroBios vannhentere og trykkfiltrert med nitrogen gjennom 0,4 µm Nuclepore membranfiltre. Sjuktninger i temperatur og saltholdighet ble målt med salinoterm.

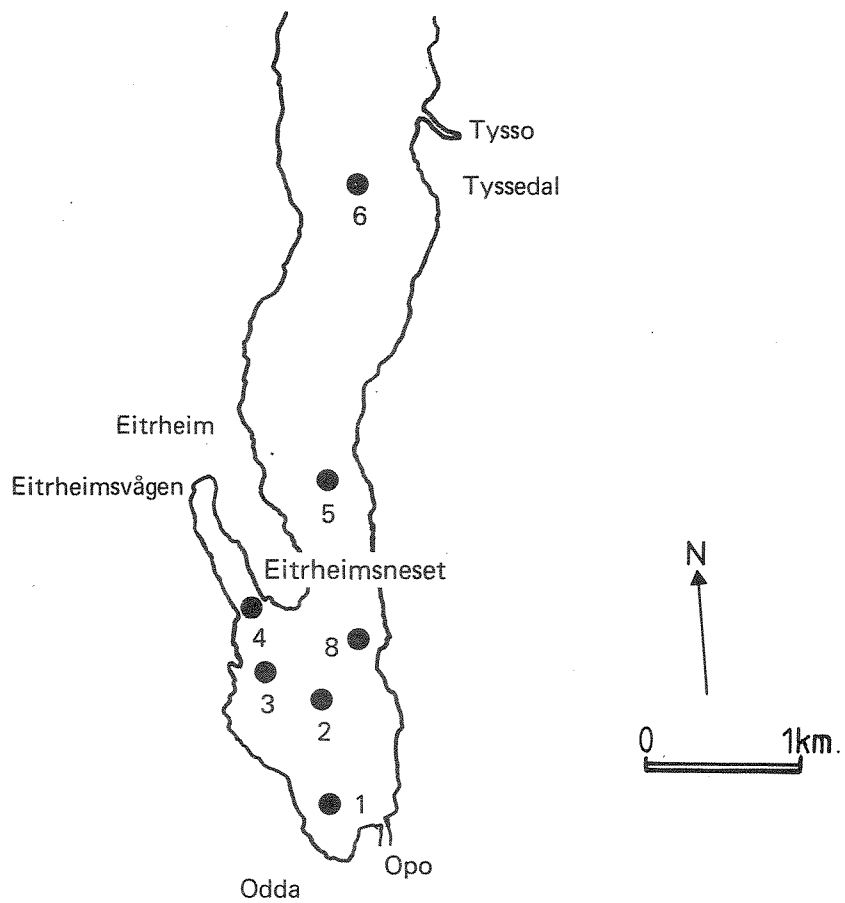
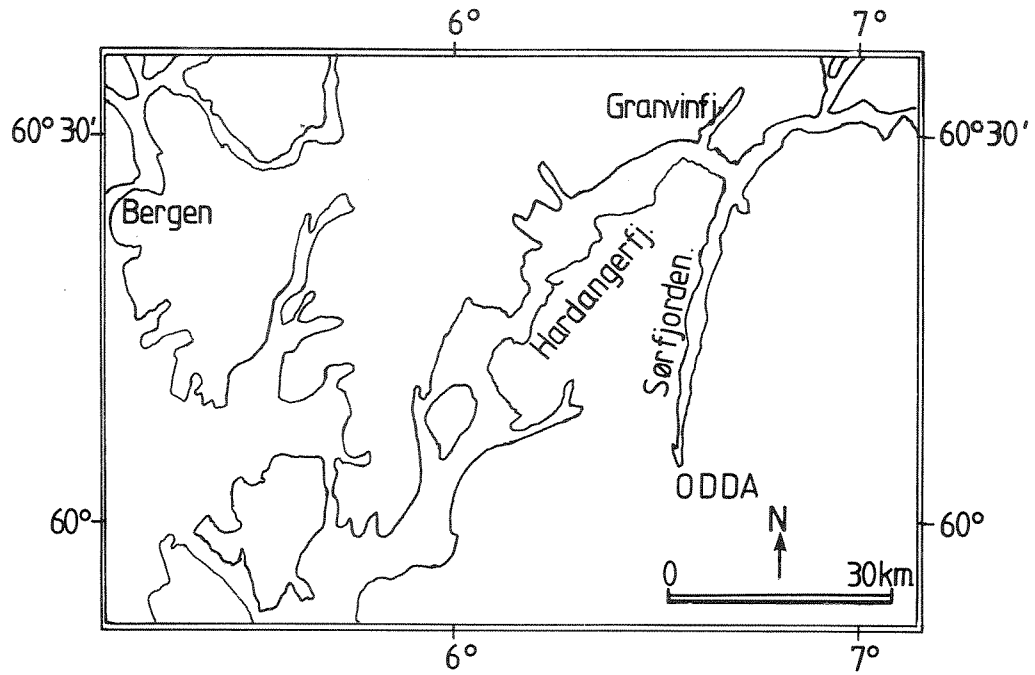


Fig. 1. Kart over undersøkelsesområdet samt beliggenhet av vannkjemi- og sedimentstasjoner i Sør fjorden (SF 1-6).

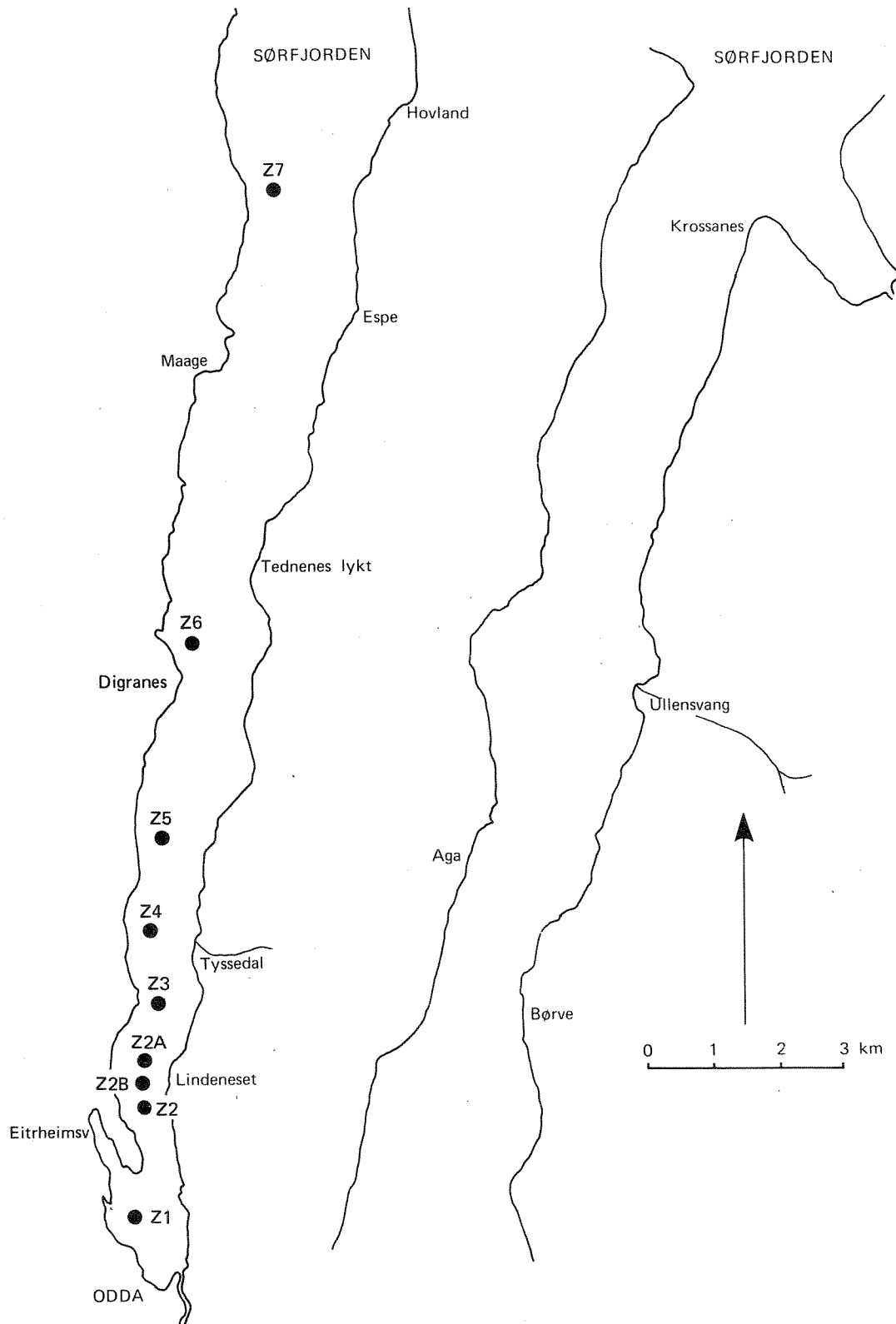


Fig. 2. Stasjoner for bløtbunnsfauna i Sør fjorden.

På laboratoriet ble filtratet analysert for løste metaller ved atomabsorpsjon etter APDC/MIBK ekstraksjon (Sentralinstitutt for industriell forskning).

Sedimentprøver ble tatt ved hjelp av en Niemistö gravity corer (Niemistö, 1974), snittet i 1 cm sjikt ned til 3 cm i hver kjerne. På laboratoriet ble prøvene tørket ved 80°C, homogenisert og oppsluttet med HNO₃/HBr og metaller bestemt ved atomabsorpsjon. En del av hver prøve ble glødet ved 550°C for å registrere glødetap som et mål på organisk materiale i prøvene.

Prøvene av bløtbunnsfauna ble samlet inn i mai 1980 med en 0,1 m² D-grabb fra åtte stasjoner (figur 2). På stasjon Z2 besto bunnen av industriavgang og var livløs. På hver av de øvrige stasjonene ble det tatt åtte grabbskudd. Fra Z1 er alle de åtte prøvene gjennomgått, fra Z2B seks prøver, og fra de øvrige stasjonene er fire prøver gjennomgått.

4. RESULTATER OG DISKUSJON

4.1 Sjiktningen i vannmassene

Tetthetsfordelingen bestemmes av temperatur og saltholdighet i vannmassene og vil derfor blant annet være påvirket av ferskvannstilførsel fra Opo og Tysso. Sjiktningen i vannmassene, illustrert ved saltholdighetsfordelingen i havnebassenget (SF 2) er vist i figur 3. Figuren viser et ferskvannspåvirket overflatelag ned til ca. 6 m. Dypere enn dette var det små forandringer i saltholdigheten.

Den laveste overflatesaltholdigheten (0,5 m) ble målt på østsiden av havnebassenget (SF 8). Det er påpekt at transport av brakkvann ut fjorden hovedsaklig foregår langs østsiden. Dette vil kunne sette opp en strømvirvel i området syd for Eitrheimsneset, og dermed gi en relativt lang oppholdstid av vannmassene i dette området. Hydrografien i området er komplisert og påvirket av vind, tidevann og ferskvannstilførsel (Svendsen, 1973).

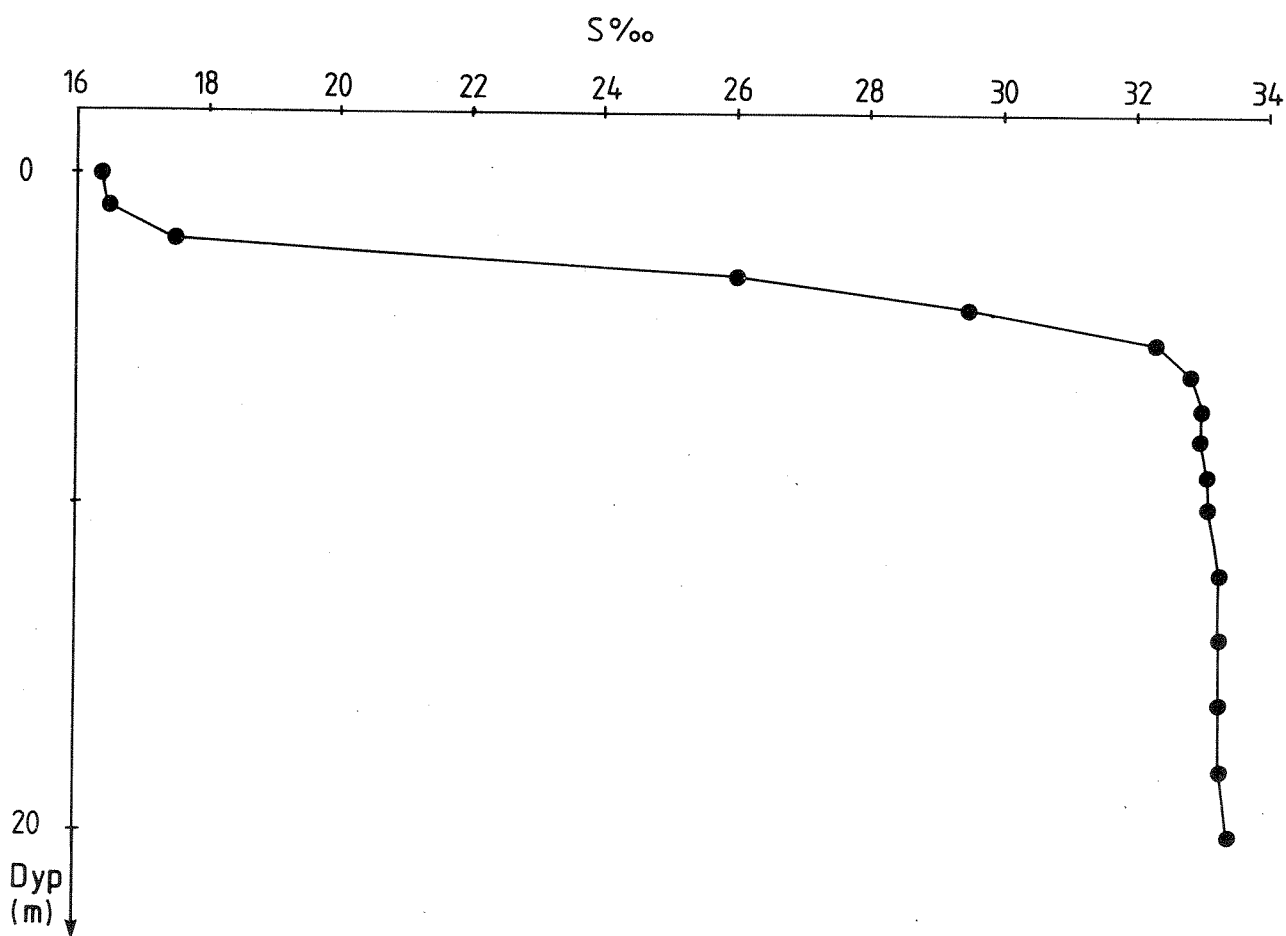


Fig. 3. Saltholdighetsfordeling i vannmassene i
Odda havnebasseng (stasjon SF 2, 13/5-81).

4.2 Oppløste metaller i vann

Sørfjordens vannmasser tilføres metaller i oppløst og partikkelbundet form fra naturlig avrenning/elvetransport og fra menneskelig aktivitet, i hovedsak fra industribedrifter i Odda-området (resultater fra vannanalyser i tabell A i Vedlegg). Figur 4 viser konsentrasjonen av løst sink (Zn), bly (Pb) og kadmium (Cd) på 1 m dyp i vannmassene i Sørfjorden, samt for én stasjon i Granvinfjorden (SF 7). De høyeste verdiene ble målt i og like utenfor Eitrheimsvågen med konsentrasjoner på 430, 11 og 14 µg/l for henholdsvis Zn, Pb og Cd. Ifølge forskningssjef Dyvik, Norzink A/S, ble utslippene til Eitrheimsvågen stoppet i 1976. Grunnen til at de høyeste overflatekonsentrasjonene likevel observeres her er sannsynligvis utlekking fra sedimentet og fra deponier på land samt langsom utskifting av vannmassene i Eitrheimsvågen. Kopper (Cu) viste også samme generelle fordeling som Zn, Pb og Cd, men konsentrasjonsforskjellene mellom stasjonene var mindre enn for de sistnevnte.

Den vertikale fordelingen av metallene kan illustreres ved profilene for Zn, Pb og Cu på SF 2 (figur 5). Det ble funnet et konsentrasjonsmaksimum i 10-30 m dyp med verdier på 660 µg Zn/l, 22 µg Pb/l, 3,5 µg Cu/l og 2,3 µg Cd/l. Høyeste verdier i 10-30 m dyp gjelder generelt for alle stasjonene. Dette er noe forskjellig fra hva som ble funnet i 1971-74 (Skei, 1975). Da ble de høyeste konsentrasjonene målt i overflaten som følge av at utslippene av løste metaller på den tiden stort sett gikk som overflateutslipp. I tillegg til overflatemaksimumet av løste metaller ble det imidlertid også den gang påvist et sekundært maksimum ved ca. 25 m dyp (Skei, 1981). Dagens utslipp fra Norzink A/S er på 20-30 m dyp på østsiden av Eitrheimsneset (Dyvik, pers. med.), og den vertikale fordelingen av metallene stemmer således med påvirkning fra dette utslippet.

Metallinnholdet i det dypet som svarer til konsentrasjonsmaksimum (10-30 m) varierer lite fra Odda til Tyssedal. Det kan skyldes at sjiktningen i vannmassene hindrer innblanding til dette laget hvor utslippet innlagres. Dypere ned i vannsøylen derimot, hvor vertikale tetthetsgradienter er meget små, vil blandingsprosessene øke. Dette kan forklare at metallkonsentrasjonen i 40-50 m dyp avtar raskere fra utslippstedet enn det som er tilfellet i dypet svarende til konsentrasjonsmaksimum (figur 6). Result-

tatet er at utslippet på østsiden av Eitrheimsneset brer seg som en sky både innover mot havnebassenget og utover i fjorden.

De vertikale konsentrasjonsprofilene viser en økning i Zn, Pb og Cu-innholdet i vannet nær sedimentoverflaten og skyldes trolig en utlekking av metaller fra sedimentet (figur 7). I særdeleshet er dette tilfelle på østsiden av Eitrheimsneset (SF 5, figur 7), hvor så høye verdier som 472 $\mu\text{g Zn/l}$, 70 $\mu\text{g Pb/l}$ og 5,6 $\mu\text{g Cu/l}$ ble målt i grenseflaten vann - sediment. De spesielt høye verdiene nær sedimentoverflaten på SF 5 skyldes at denne stasjonen er nær hovedutslippet fra Norzink A/S, og sedimentet vil her i større grad være påvirket av utslippsmassene. Sedimentene i indre del av Sørfjorden representerer derfor en betydelig sekundær forurensningskilde til vannmassene. Det er sannsynlig at utlekking av metaller fra sedimentet i dag er relativt liten i forhold til primærtillførslene, men ved reduserte utslippsmengder fra Norzink A/S vil den forholdsmessige betydningen av denne sekundære forurensningskilden øke.

Kvikksølv (Hg) og arsen (As) løst i vannmassene var under deteksjonsnivå, dvs. mindre enn henholdsvis 0,05 og 5 $\mu\text{g/l}$, i alle dyp på alle stasjonene. Det er derfor lite sannsynlig at kvikksølv i særlig grad frigis fra de forurensede bunnsedimentene. Imidlertid må det påpekes at deteksjonsgrensen både for kvikksølv og arsen er ca. 5 ganger høyere enn de konsentrasjonene som observeres i relativt upåvirket sjøvann.

Generelt synes metallforurensningen i vannmassene i Sørfjorden å ha avtatt noe siden 1971-1974, spesielt i overflaten. Skei (1975) målte da Zn-konsentrasjoner opp mot 5000 $\mu\text{g/l}$ i overflaten og større enn 1000 $\mu\text{g/l}$ i bunnvannet. Reduksjon i overflateverdiene skyldes som tidligere nevnt endrede utslippsforhold. Metallkonsentrasjonene var imidlertid fremdeles høye. Hvis vi eksempelvis går ut fra konsentrasjonsmaksimumet i 10-30 m dyp på SF 2 (havnebassenget), var det en anrikning relativt til oceanisk vann (Riley and Chester, 1971) på: Zn: ~ 130 x, Pb: ~ 730 x, Cd: ~ 50 x. Selv en lokalitet som Granvinfjorden, som ligger langt fra forurensningskildene, hadde høye overkonsentrasjoner (ut fra konsentrasjonsmaksimumet): Zn: ~ 10 x, Pb: ~ 50 x, Cd: ~ 30 x.

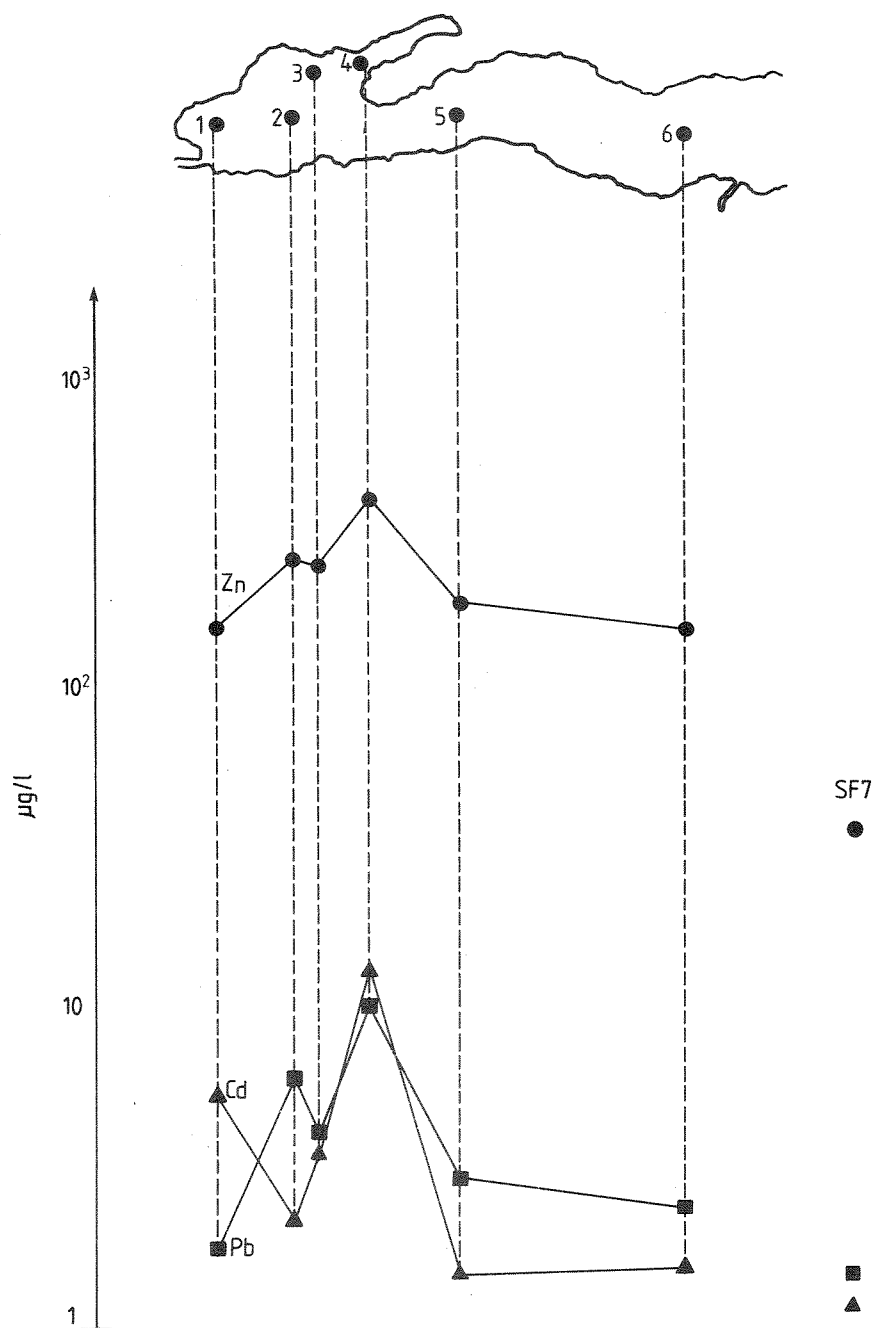


Fig. 4. Konsentrasjonen ($\mu\text{g/l}$) av løst sink (Zn), bly (Pb) og kadmium (Cd) på 1 m vandyp i Sør fjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7). (Merk logaritmisk skala.).

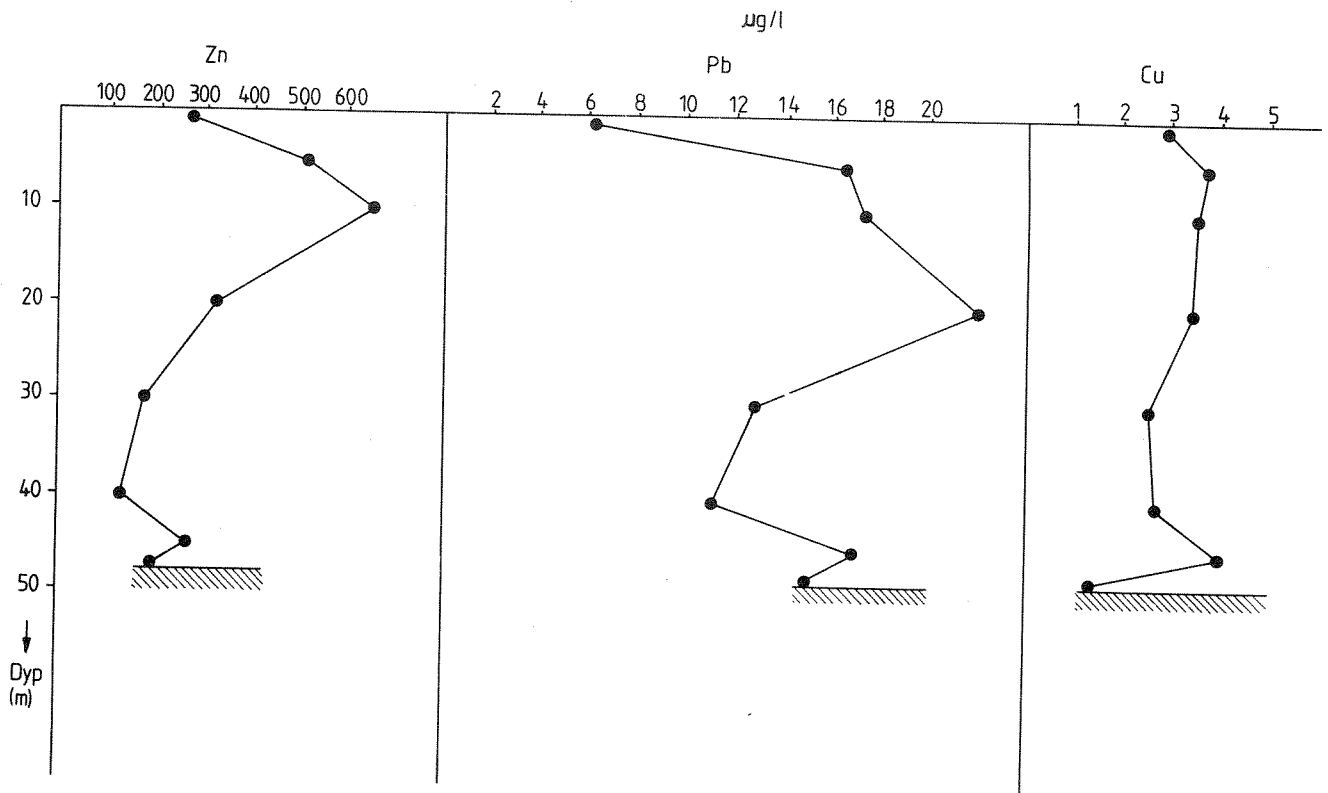


Fig. 5. Fordeling av løst sink (Zn), bly (Pb) og kopper (Cu) i vannmassene ($\mu\text{g/l}$) i Odda havnebasseng (stasjon SF 2). (Skravert felt markerer sedimentoverflate).

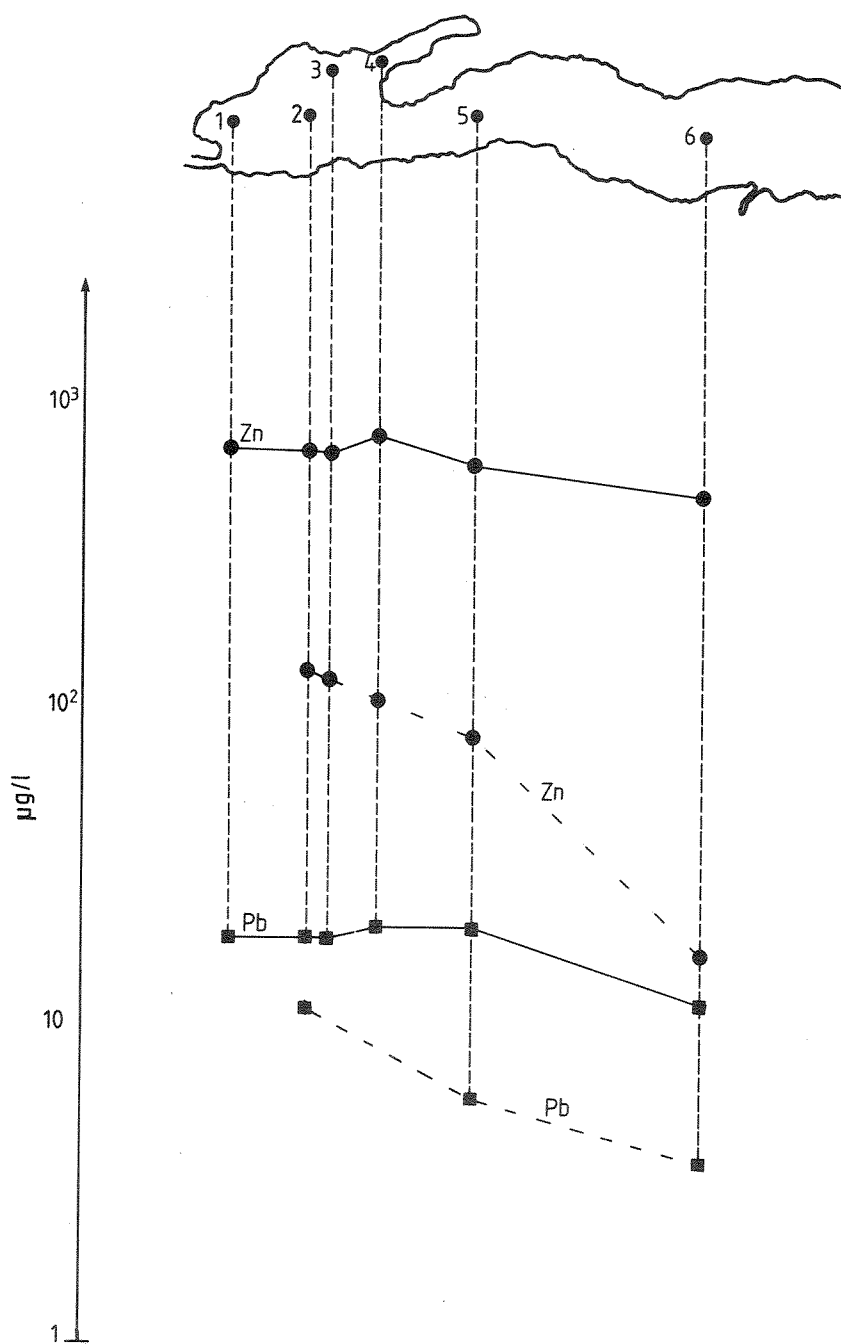


Fig. 6. Horizontal variasjon av sink (Zn)- og bly (Pb)-konsentrasjon ($\mu\text{g/l}$) i 10-30 m (heltrukket linje) og 40-50 m vanddyb (prikket linje) i Sørfjorden. 10-30 m representerer innlagringsdybet av utslippet øst for Eitrheimsneset. (Merk logaritmisk skala).

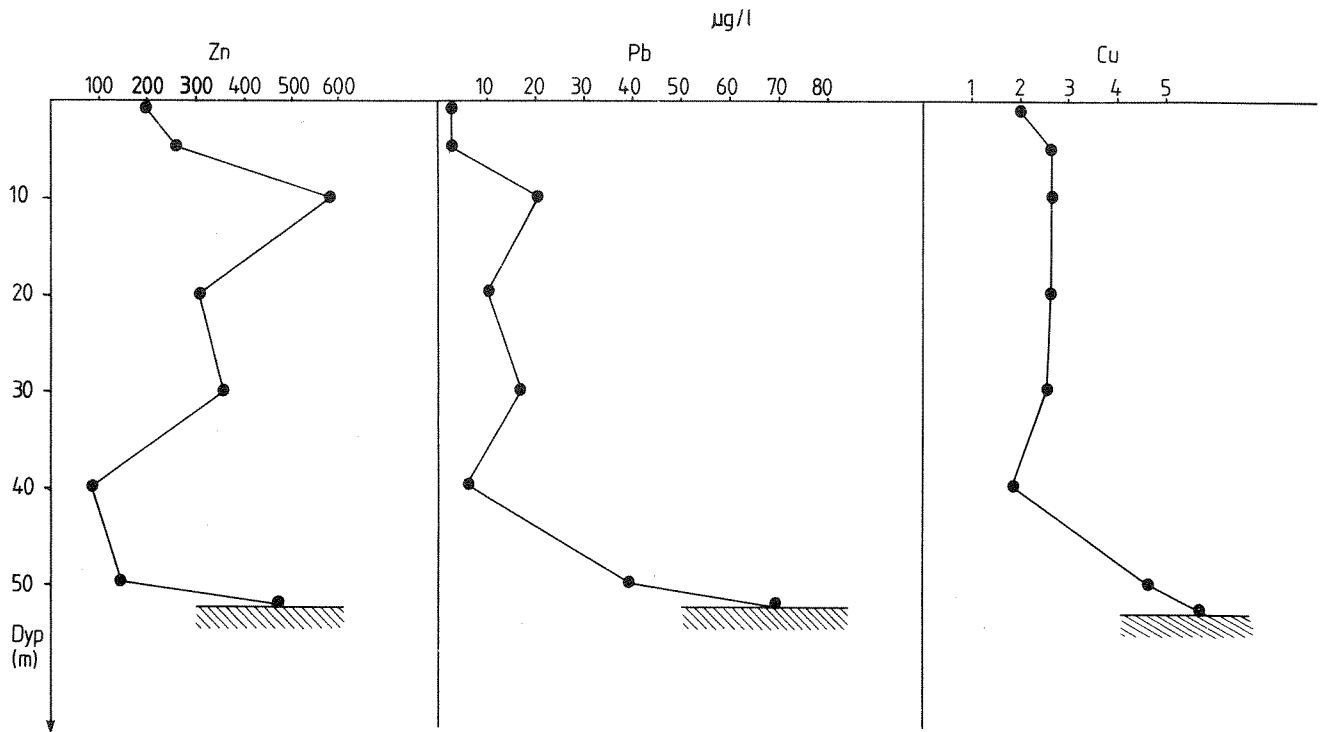


Fig. 7. Fordeling av løst sink (Zn), bly (Pb) og kopper (Cu) ($\mu\text{g/l}$) øst av Eitrheimsneset (stasjon SF 5). (Skravert felt markerer sedimentoverflate.)

4.3 Sedimentbeskrivelse

En visuell vurdering av hver sedimentkjerne ble gjort ved prøvetakingen. Beskrivelsen er gjengitt i tabell 1.

Tabell 1. Visuell beskrivelse av sedimentkjerner fra Sørfjorden 1981.

St.	Vanddyp (m)	Kjernelengde (cm)	Beskrivelse
SF-1	31	17	Sortfarget sediment. Silt
SF-2	47	34	Sortfarget sediment. Silt.
SF-3	34	25	Sortfarget lag over lysere sediment (silt). En del børstemarkrør.
SF-4	15	15	Rødbrunt sediment over sandig silt. Tydelig påvirket av industriavfall.
SF-5	54	18	Gulrødt industriavfall med sand i bunnen av kjernen.
SF-6	117	26	Brunt oksyderende overflatelag over rødlig industriavfall. Leire i bunnen av kjernen.
SF-7	212	29	Granvinfjorden. Grå leirig silt med svakt brunt topplag.

4.4 Organisk materiale

Mengden av organisk materiale i sedimentene ble bedømt ut fra vekttap ved glødning. Resultatene (tabell B i Vedlegg) viste en økende konsentrasjon innover mot Odda med konsentrasjoner fra 8,3% i Granvinfjorden (SF 7) til 30% i havnebassenget (SF 1) (figur 8). Akkumuleringen i havnebassenget skyldes sannsynligvis utslipp av kommunal kloakk og tilførsel av plantesterer fra land. Konsentrasjonene var generelt 5-10% høyere enn det som ble målt i 1978 (NIVA, 1978). Forskjellen er vanskelig å forklare, men kan skyldes økt belastning.

4.5 Metaller i sedimentene

Sørfjorden tilføres metallforurensninger i hovedsak fra industri i Odda-området. Belastningen på fjorden kan spores ved høye konsentrasjoner av

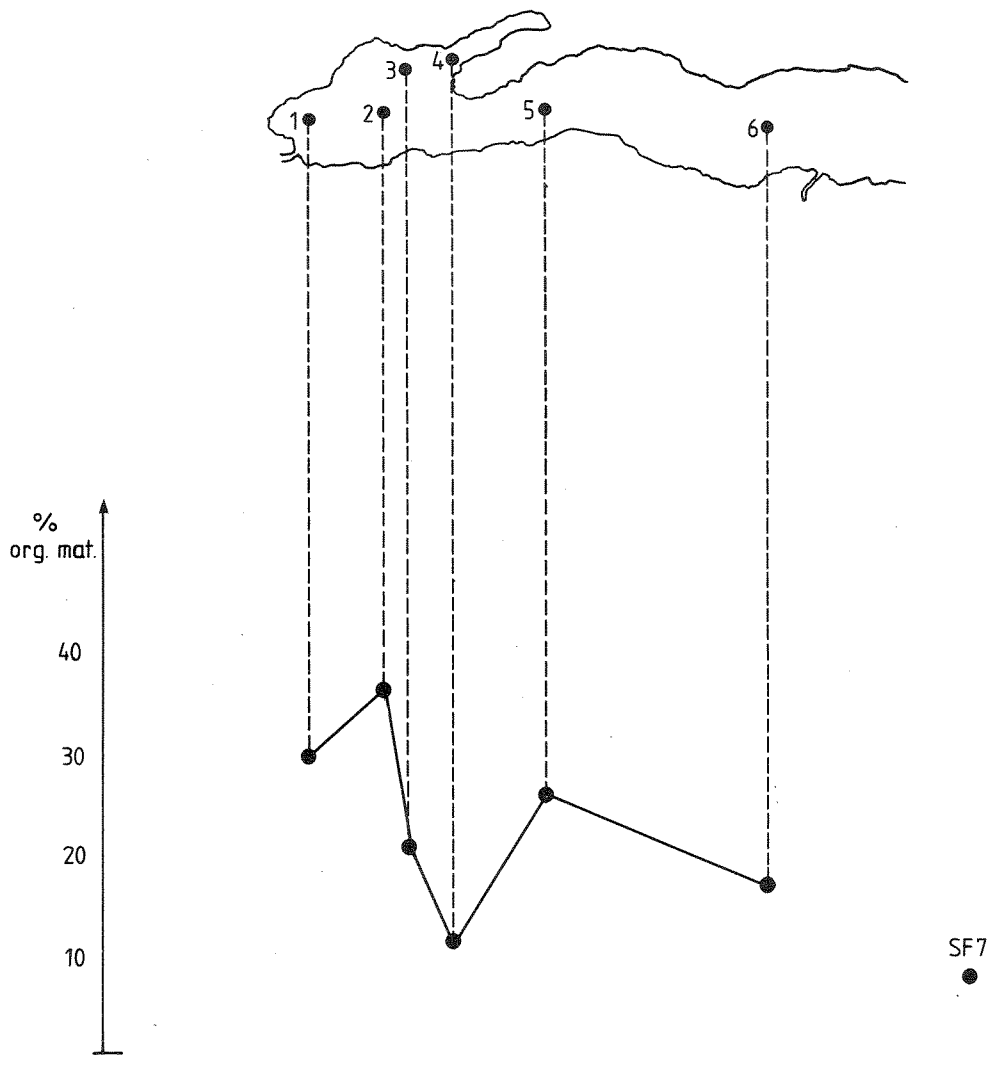


Fig. 8. Innhold av organisk materiale (% av tørt sedim., ts) i sedimentene (0-1 cm) i Sørfjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7).

metaller i sedimentene (tabell B i Vedlegg). Figur 9 viser fordelingen av sink, bly, kopper, kvikksølv og kadmium i overflatesedimentene (0-1 cm) i Sørfjorden samt én stasjon i munningen av Granvinfjorden, SF 7. Konsentrasjonene varierte mellom 286-59000 µg Zn/g, 156-13300 µg Pb/g, 41-2580 µg Cu/g, 0,8-285 µg Hg/g og <1,5-46 µg Cd/g. (µg/g = ppm). Det generelle bildet er at de høyeste konsentrasjonene ble observert i Eitrheimsvågen og øst for Eitrheimsneset, stasjon SF 4 og 5. (Zn-verdien i 0-1 cm dyp på SF 4, tabell B i Vedlegg, er sannsynligvis analysefeil, muligens en tierpotens for lav.) Fordelingen gjenspeiler dagens og tidligere utslippsforhold ved Norzink A/S. Hovedutslippet er i dag på østsiden av Eitrheimsneset, mens det fram til 1976-77 også var tilførsler til Eitrheimsvågen. Grunnen til at det fremdeles observeres meget høye metallkonsentrasjoner i Eitrheimsvågen kan være lav sedimenttilvekst, slik at det tar lang tid før sedimentet overdekkes av ukontaminert materiale. En annen mulighet er påvirkning fra avrenning fra deponier på land eller omdanningsprosesser i sedimentet. Løste metaller i 1 m dyp i vannet viste dessuten også de høyeste verdiene i Eitrheimsvågen.

Både innover i havnebassenget og utover i fjorden var metallkonsentrasjonene lavere enn ved Eitrheimsneset (SF 4 og 5). Stasjon SF 1, som ligger innerst i havnebassenget, hadde imidlertid høyere metallinnhold enn det som ble funnet midt i havnebassenget (SF 2). Dette kan skyldes forskjellen i sedimentering av uforurensede sedimenter transportert med Opo.

I 1978 ble metallinnholdet i sedimentene i Odda havnebasseng bedømt ut fra én stasjon, SØR 6 (NIVA, 1978). SØR 6 i havnebassenget var nær stasjon SF 2 i denne undersøkelsen. Det er derfor mulig å sammenligne metallkonsentrasjonene fra 1981 med de fra 1978. Imidlertid er det alltid lokale variasjoner i metallinnholdet i sedimenter i havnebassenger. For å unngå for stor usikkerhet i sammenligningene er derfor gjennomsnittskonsentrasjonene i overflaten (0-1 cm) av SF 1, 2 og 3 jamnført med overflateverdiene fra 1978 (0-2 cm), figur 10. Figuren viser en reduksjon i Zn, Pb, Cu, Hg og Cd-konsentrasjonene i perioden 1978-81. Størst var nedgangen i Zn, Pb og Cu-innholdet. Avtagende metallkonsentrasjon skyldes trolig endrede utslippsforhold og kan sannsynligvis tilskrives reduksjon, eventuelt eliminering av utslippet fra Norzink A/S til Eitrheimsvågen.

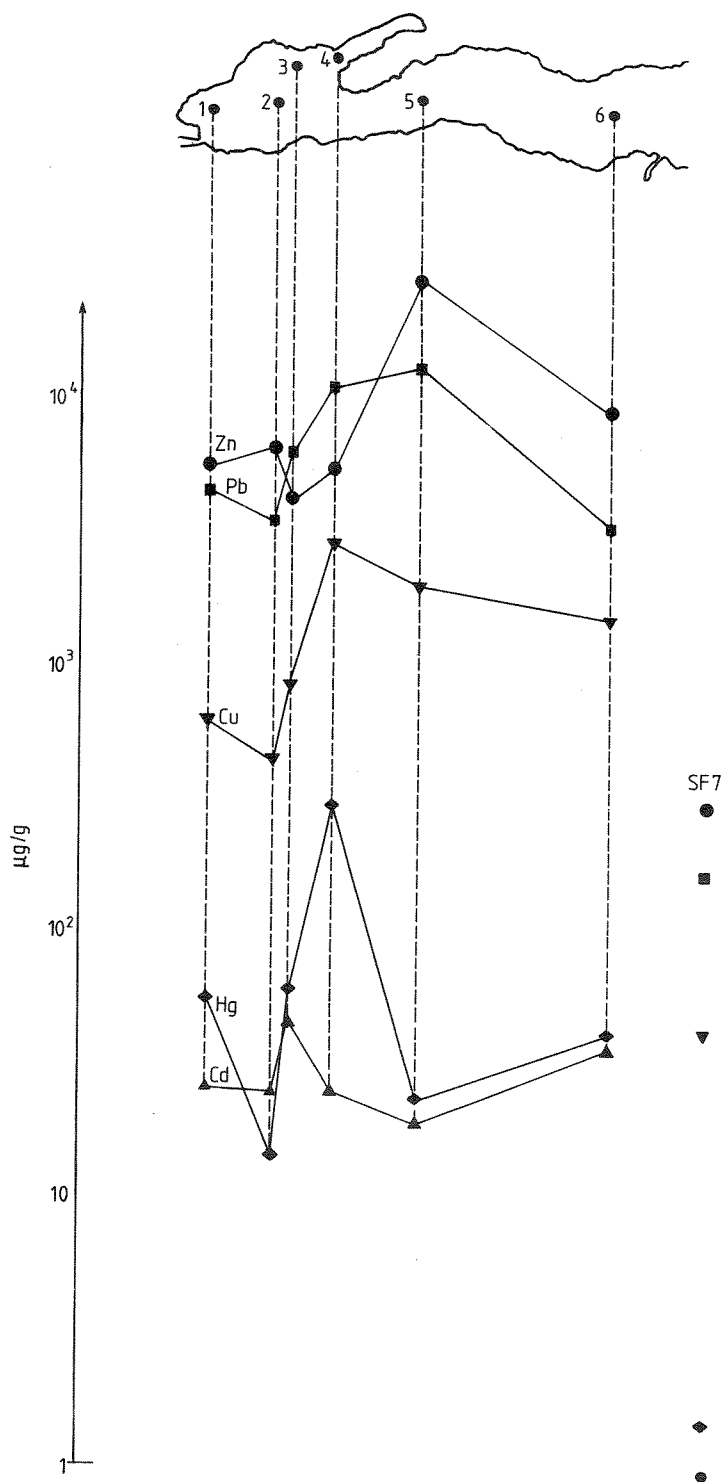


Fig. 9. Innhold ($\mu\text{g/g}$ ts) av sink (Zn), bly (Pb), kopper (Cu), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) isedimentene (0-1 cm) i Sør fjorden (SF 1-6) og Granvinfjorden (SF 7). (Merk logaritmisk skala).

Analyse av den vertikale fordelingen av metaller i en sedimentkjerne vil kunne gi informasjon om utvikling i tid av belastningen på fjorden. De øverste 0-3 cm av kjernene fra Sørfjorden ble derfor snittet i 1 cm tykke skiver. Resultatene er vist i tabell B i Vedlegg. I lys av det som er påpekt tidligere om reduserte overflatekonsentrasjoner i Odda havnebaseng sammenlignet med 1978 (figur 9), skulle man forvente en vertikal metallprofil med økende konsentrasjoner nedover i sedimentdypet. Verdiene i tabell 3 viser ikke dette. Forklaringen ligger sannsynligvis i høy sedimenttilvekst. I undersøkelsen fra 1978 ble tilveksten på en stasjon utenfor Espe (SØR 3) bestemt til 2 mm/år. Sedimenttilveksten vil imidlertid være langt høyere nær Odda. På grunn av tilførsler både fra industri og naturlig via Opo er det sannsynlig at man her har en sedimenttilvekst på ca. 1 cm/år. Dette er også i overensstemmelse med Skei (NIVA, 1978) som beregnet tilveksten til minimum 4 mm/år. Konsekvensen av 1 cm/år er at de øverste 3 cm av sedimentet er avsatt i løpet av siste tre år. I et område med så stor sedimenttilvekst vil de øverste 3 cm mer representere korttidsvariasjoner enn utviklingstrend.

For å bedømme utviklingen lenger ute i fjorden, kan man sammenligne verdiene fra stasjonen ved Tyssedal (SF 6) med tilsvarende stasjon fra 1978 (SØR 5), figur 11. Figuren viser reduserte overflatekonsentrasjoner av Zn, Pb, Hg og Cd, mens Cu-innholdet hadde økt. Ifølge opplysninger fra Norzink A/S (Dyvik, pers. med.) har kopperutslippene vært konstant eller avtagende siden 1977-78. Økningen i Cu-konsentrasjonen er derfor vanskelig å forklare.

Stasjon SF 7 i Granvinfjorden skulle representere en antatt lite belastet lokalitet. Sammenlignes overflatekonsentrasjonene med bakgrunnsverdi for Sørfjorden (NIVA, 1978), har vi en anrikning på: Zn: ~ 2 , Pb: ~ 2 , Hg: ~ 8 . Kadmium var under deteksjonsnivå, dvs. lavere enn $1,5 \mu\text{g/g}$ (bakgrunnsverdi: $0,6 \mu\text{g/g}$). Dette viser at selv Granvinfjorden som ligger langt fra Odda, er påvirket av forurensninger. Følger vi samme klassifisering som Håkanson (1981) anvender på innsjøsedimenter i Sverige, vil en anrikningsgrad eller kontamineringsfaktor for Hg på ~ 8 klassifiseres som høy, mens sedimentet med hensyn på Zn og Pb må bedømmes som svakt kontaminert. Forskjellen i kontamineringsfaktor mellom Zn, Pb og Hg kan skyldes at Zn og Pb i større grad transporteres ut av fjorden som løst i vannmassene, mens Hg vil være bundet til sedimenter og partikulært materiale. Dette er i samsvar med

analyser av metallinnhold i alger (Haug et al., 1974; Julshamm, 1981), og med at løst Hg i vannet var under deteksjonsnivå i alle dyp på alle stasjonene innerst i Sørfjorden.

Den vertikale konsentrasjonsprofilen for Hg og Pb i sedimenter fra Granvinfjorden bekrefter oppfatningen av avtagende belastning på fjorden. Trenden er også til stede for Cu og Zn, men verdiene for disse er statistisk sett usikre.

Selv om tendensen de seinere år har vært en avtagende forurensningsbelastning på Sørfjorden, er det fremdeles meget høye metallkonsentrasjoner i overflatesedimentene. Ser vi på kontamineringsfaktoren for de forskjellige metallene i forskjellige deler av Sørfjorden, får vi følgende:

Tabell 2. Kontamineringsfaktor (dvs. overflatekons. dividert med bakgrunnsverdi for Sørfjorden, NIVA, 1978) for sink, bly, kopper, kvikksølv og kadmium i Sørfjorden.

Stasjon	Kontamineringsfaktor				
	Zn	Pb	Cu	Hg	Cd
Havnebassenget	38	72	9	430	54
Eitrheimsvågen	-	170	43	2870	42
Tyssedal	62	52	22	48	66

Utslippene fra Norzink A/S analyseres en gang pr. halvår. På grunnlag av dette kan metalltilførslene til fjorden fra fabrikken anslås som vist i tabell 3. Det må påpekes at verdiene er usikre. Halvårige stikkprøver av avløpsvannet gir dessuten dårlig grunnlag for å følge utviklingen i resipienten i forhold til forurensningsbegrensende tiltak.

Tabell 3. Metalltilførsler (løst og partikulært) til Sørfjorden fra Norzink A/S i kg/dg. (Årsverdiene er beregnet ut fra middelverdi av halvårlige utslippsanalyser av filtrat fra Hg-renseanlegg, oppslemmet jarositt, discardsyre og gipsslam fra AlF_3 -fabrikk).

	1978	1979	1980	1981
Zn	~3000	~2500	~3800	~2900
Cu	~310	~240	~170	~180
Cd	~40	~20	~40	~20
Pb	~1400	~700	~900	~1700
Hg	-	-	~2	~2

Generelt bidrar utslipp av oppslemmet jarositt med over 90% av disse metall-tilførslene. Ytterlig reduksjon i metallbelastningen på Sørfjorden kan derfor ikke forventes før jarosittutslippet elimineres.

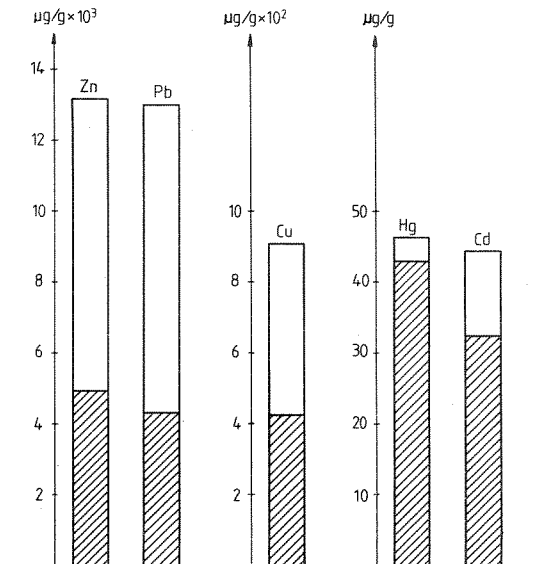
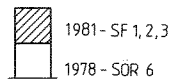


Fig. 10.
Sammenligning av innholdet ($\mu\text{g/g ts}$) av sink (Zn), bly (Pb), kopper (Cu), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) i sedimentene i Odde havnebasseng i 1981 (gj.sn. SF1, 2, 3, 0-1 cm) med verdiene fra 1978 (SØR 6, 0-2 cm).

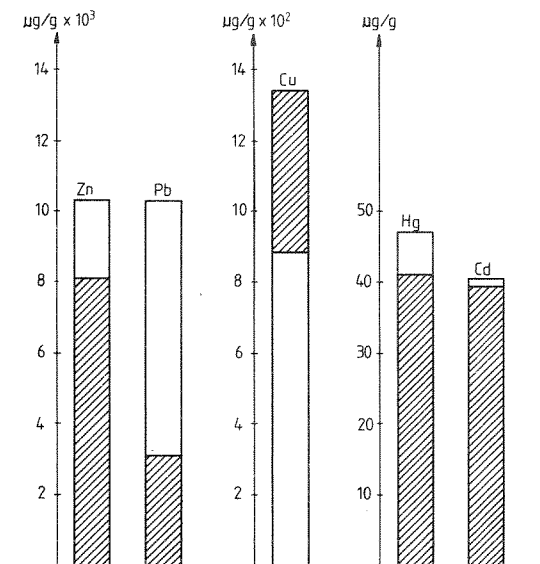
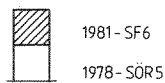


Fig. 11.
Sammenligning av innholdet ($\mu\text{g/g ts}$) av sink (Zn), bly (PB), kopper (Cu), kvikksølv (Hg) og kadmium (Cd) i sedimentene ved Tyssedal i 1981 (SF 6, 0-1 cm) med verdiene fra 1978 (SØR 5, 0-1 cm).

4.6 Bløtbunnsfauna

De komplette data fra undersøkelsen er vist i tabell C i Vedlegg. Beskrivelse av substratet er gitt i tabell 4.

Tabell 4. Grabbprøver, stasjonsdyp og substrat (bløtbunnsundersøkelser).

Stasjons- nr.	Dyp (m)	Antall prøver gj.gått	Substratbeskrivelse
Z 1	48	8	Mye terrestriske planterester, mest mose.
Z 2	-	-	Industriavgang, død bunn.
Z 2B	56	6	Grus, skallrester, trebiter o.a. terrestriske planterester.
Z 2A	70	4	En god del terrestriske planterester og mye grus.
Z 3	114	4	Mye skjellsand og terrestriske planterester.
Z 4	120	4	En god del grus og terrestriske planterester.
Z 5	240	4	Store mengder terrestriske planterester.
Z 6	280	4	Store mengder treflis og mose.
Z 7	390	4	Litt skjellsand, treflis.

Antall arter var lavt på alle stasjoner, men viste stort sett en stigning utover i fjorden (tabell 5). Antall arter pr. 1000 individer lå under 40-30, som må betegnes som svært lavt. Normalt ligger det på 45-80. Individtettheten var lav på stasjon Z1 og Z4, men "normal" på de øvrige stasjonene. Høyest var den på stasjon Z2A (tabell 4). Faunaen var dominert av børstemark (Polychaeta). Det er vanlig at børstemarkene er det dominerende element i bløtbunnsfaunaen, men ikke i den grad som viste seg i Sørfjorden, der de utgjorde 70-88 % av artene og 67-99 % av individene. Denne forholdsmessige dominansen skyldtes at faunaen var uvanlig fattig på muslinger, krepsdyr og pigghuder (tabell 5). Bemerkelsesverdig var den totale mangelen på slangestjerner.

Forekomsten av de vanligste artene endret seg betydelig fra innerst i fjorden og utover (tabell 6). Stasjon Z1 og Z2B hadde høy innbyrdes likhet, likeledes utgjorde Z2A, Z3 og Z4 en gruppe og de tre ytterste og dypeste stasjonene (Z5, Z6 og Z7) en gruppe med høy innbyrdes likhet. De komplette resultater finnes i tabell C i vedlegg.

Capitella capitata var en av de tre vanligste artene på st. Z1 og Z2B, og indikerer forurensninger og forstyrrelser av miljøet. På stasjon Z2 mellom Z1 og Z2B (figur 2) besto overflatesedimentene av industriavfall og dyr ble ikke funnet. Heteromastus filiformis er en forurensningstolerant art som ofte finnes i høyt antall på moderat forurensete lokaliteter, men som også er vanlig ellers. Den var vanlig også i Sørfjorden og var tallrikest på de innerste stasjonene. Antagelig er den Norges vanligste bløtbunnsfaunaart. Høye individantall av Cirratulus cirratus og Scoloplos armiger var begrenset til stasjon Z2B og Z5, henholdsvis Z2A (tabell 5). Det er usikkert hva som er grunnen til den flekkvise forekomsten.

Chaetozone setosa var den tallrikeste arten på stasjon Z2A, Z3 og Z4. Arten er svært alminnelig, men på større dyp viker den ofte plassen for sin nære slektning Tharyx marioni. Muslingslekten Thyasira fantes ikke på de innerste stasjonene i Sørfjorden, men var tallrik på de tre ytterste stasjonene. Thyasira er antagelig den vanligste muslingslekten på bløtbunn i våre fjorder. En Thyasira-art (T. sarsi) kan iblant dominere på lokaliteter med organisk forurensning. Børstemarkslekten Lumbrineris forekommer hyppig i våre fjorder, selv om individtettheten som regel ikke er særlig høy. I Sørfjorden var den vanlig på stasjon Z5-7, men bare ett individ ble funnet lenger inne. Mangel på Lumbrineris er ellers bare kjent fra Frierfjorden.

Det er rimelig å anta at forurensninger fra den lokale industrien er årsak til den utarmete bløtbunnsfaunaen innenfor Lindeneset. Artsfattigdommen på stasjonene utenfor Lindeneset (Z2A-Z7) kan også skyldes forurensningene, selv om også andre faktorer kan spille en rolle. Det var mye terrestrisk plantemateriale på bunnen (tabell 4). Vi har observasjoner fra andre fjorder som tyder på at slikt substrat fører til en fattigere bløtbunnsfauna. Sørfjordens lange og smale form kan dessuten tenkes å hemme larvespredning og rekruttering av arter som i og for seg kunne trives i fjorden.

Tabell 5. Individantall i prøvene og antall arter innen forskjellige hovedgrupper av bløtbnnsfaunaen.

Stasjon Z1 : 8 grabbskudd, stasjon Z2B: 6 grabbskudd, ellers 4 grabbskudd.

Stasjon	Z 1	Z 2B	Z 2A	Z 3	Z 4	Z 5	Z 6	Z 7	Sum
Individantall	307	754	1367	801	193	665	419	400	4906
Børstemark	6	7	20	14	15	22	18	14	39
Muslinger	0	0	2	1	2	2	2	2	4
Krepsdyr	0	0	0	0	1	0	1	2	2
Pigghuder	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Andre	1	1	1	1	2	1	2	1	3
Sum ant. arter	7	8	23	16	20	25	24	20	50
Antall arter pr. 1000 ind.	9			26			36		

Tabell 6. Individantall pr. 0.4 m² av noen karakteristiske arter i Sørfjorden.
Innrammet: Høye individantall i forhold til de andre stasjonene.

Stasjoner	Z 1	Z 2B	Z 2A	Z 3	Z 4	Z 5	Z 6	Z 7
Art								
<i>Capitella capitata</i>	16	22	1	1	0	0	0	0
<i>Heteromastus filiformis</i>	114	282	380	214	8	14	11	51
<i>Cirratulus cirratus</i>	0	239	5	1	0	85	0	0
<i>Scoloplos armiger</i>	0	2	229	4	2	0	3	0
<i>Chaetozone setosa</i>	12	14	588	346	69	1	0	0
<i>Thyasira flexuosa</i>	0	0	8	12	6	189	37	53
<i>Lumbrineris latruli</i>	0	0	1	0	0	79	48	67
<i>Tharyx marioni</i>	0	0	0	0	0	119	146	122

5. LITTERATUR

- Haug, A., S. Melsom and S. Omang. 1974. Estimation of heavy metal pollution in two norwegian fjord areas by analysis of the brown alga Ascophyllum nodosum. Environ. Pollut., 7 : 179-192.
- Havre, G.N., B. Undedahl & C. Trosdahl. 1973. Analyse av elementene kvikksølv, kadmium, bly og sink i marint animalsk materiale fra Sørfjorden i Hardanger. I Miljøvernkomiteén i Odda, Resipientundersøkelse i Sørfjorden 1972, 14 s.
- Håkanson, L. 1981. Sjøsedimenten i recipientkontrollen Naturvårdsverket (Uppsala). Rapport SNV pm 1398, 242 s.
- Julshamn, K., 1981. Studies on major and minor elements in molluscs in Western Norway. Fisk. Dir. Skr., Ser. Ernæring, Vol. 1, No. 5: 267-287.
- Knutzen, J. 1982. Eksempler på miljøgifter i norske fjorder. VANN, 2 : 249-261.
- Melhuus, A., K.L. Seip & H.M. Seip. 1978. A preliminary study of the use of benthic algae as biological indicators of heavy metal pollution in Sørfjorden, Norway. Environ. Pollut., 15: 101-107.
- Melhuus, A., P. Paus & H.M. Seip. 1979. Concentrations of zinc, cadmium, copper and lead in Sørfjorden, Norway. Vatten, 2: 89-95.
- Miljøvernkomiteén i Odda, 1974. Forurensningens miljømessige konsekvenser. Sluttrapport, Del 2, 78 s.
- Niemistö, H. 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. Havforskningsinst. Skr. Helsinki, 238: 33-38.

- NIVA, 1978. Nasjonalt program for overvåking av vannressurser.
Pilotprosjekt Sørfjorden (Hardanger) 1978. 0-75038.
Saksbehandler: J. Skei. 32 s.
- Riley, J.P. and R. Chester, 1971. Introduction to Marine Chemistry.
Academic Press, London, New York. 465 pp.
- SINTEF. 1979.
Materialstrømanalyse for kvikksølv. Forprosjekt. Rapport for
Statens forurensningstilsyn.
Saksbearb.: R. Romslo og T. Syversen, 49 s.
- Skei, J.M. 1981. Dispersal and retention of pollutants in Norwegian fjords.
Rapp. P.v. Réun. Cons. int. Explor. Mer., 181 : 78-86.
- Skei, J.M. 1975. The marine chemistry of Sørfjorden, West Norway.
Unpubl. Ph.D. thesis, University of Edinburgh, 207 s.
- Skei, J.M., N.B. Price & S.E. Calvert. 1973.
Particulate metals in waters of Sørfjord, West Norway.
Ambio, 2: 122-124.
- Skei, J.M., N.B. Price, S.E. Calvert & H. Høltedahl. 1972.
The distribution of heavy metals in sediments of Sørfjord, West Norway. Water, Air & Soil Poll., 1, 425-461.
- Skei, J.M., M. Saunders & N.B. Price. 1976.
Mercury in plankton from a polluted Norwegian fjord.
Mar. Poll., 7: 34-36.
- Svendsen, H. 1973. Oceanografiske undersøkelser i Sørfjorden 1972.
I: Miljøvernkomitén i Odda. Resipientundersøkelser i Sørfjorden 1972

V E D L E G G

Tabell A. Metaller løst i vannmassene ($\mu\text{g/l}$) i Sørfjorden (SF1-6) og Granvinfjorden (SF7)

Stasjon nr.	Vanddyp m	Zn $\mu\text{g/l}$	Pb $\mu\text{g/l}$	Cu $\mu\text{g/l}$	Hg $\mu\text{g/l}$	Cd $\mu\text{g/l}$	As $\mu\text{g/l}$
SF1	1	170	1,8	2,3	<0,05	5,5	<5
	5	190	3,1	4,7	<0,05	2,1	<5
	10	660	18,8	3,4	<0,05	3,3	<5
	20	460	18,8	4,0	<0,05	2,6	<5
	25	280	12,7	3,1	<0,05	1,5	<5
	sed. overfl.	183	11,6	2,6	<0,05	0,8	<5
SF2	1	275	6,2	2,9	<0,05	2,2	<5
	5	510	17	3,7	<0,05	2,4	<5
	10	660	17	3,5	<0,05	2,3	<5
	20	330	22	3,4	<0,05	1,6	<5
	30	177	13	2,5	<0,05	1,0	<5
	40	131	11	2,6	<0,05	1,3	<5
	45	270	17	4,0	<0,05	1,4	<5
	sed. overfl.	197	15	1,3	<0,05	0,7	<5
SF3	1	260	4,1	3,0	<0,05	3,7	<5
	5	640	21	3,4	<0,05	2,6	<5
	10	600	19	3,6	<0,05	2,3	<5
	20	290	20	3,0	<0,05	1,5	<5
	25	280	20	3,2	<0,05	1,8	<5
	sed. overfl.	151	15	3,6	<0,05	1,5	<5
SF4	1	430	11	2,8	<0,05	14,0	<5
	5	680	15	3,3	<0,05	2,5	<5
	7	710	20	4,0	<0,05	2,6	<5
	9	720	19	4,0	<0,05	2,5	<5
	sed. overfl.	570	18	4,3	<0,05	2,9	<5

Tabell A. (forts.)

Stasjon nr.	Vanndyp m	Zn µg/l	Pb µg/l	Cu µg/l	Hg µg/l	Cd µg/l	As µg/l
SF5	1	195	2,9	2,0	<0,05	1,5	<5
	5	260	2,9	2,6	<0,05	1,5	<5
	10	580	20	2,6	<0,05	2,6	<5
	20	300	11	2,6	<0,05	1,5	<5
	30	360	17	2,5	<0,05	1,7	<5
	40	81	5,7	1,8	<0,05	0,5	<5
	50	143	39	4,6	<0,05	0,6	<5
	sed. overfl.	470	70	5,6	<0,05	1,2	<5
SF6	1	165	2,4	1,7	<0,05	1,6	<5
	5	122	1,8	2,0	<0,05	0,8	<5
	10	470	13	2,7	<0,05	2,3	<5
	30	220	22	1,8	<0,05	1,2	<5
	50	54	3,6	1,2	<0,05	0,2	<5
	70	17	0,7	1,1	<0,05	<0,2	<5
	100	10	1,1	1,2	<0,05	<0,2	<5
	110	6,7	1,0	1,6	<0,05	<0,2	<5
	115	7,1	<0,5	1,6	<0,05	0,3	<5
	sed. overfl.	27	1,5	1,7	<0,05	<0,2	<5
SF7	1	38	1,5	1,3	<0,05	1,2	<5
	5	45	0,5	2,4	<0,05	0,6	<5
	10	26	0,7	1,7	<0,05	0,5	<5
	20	17	0,5	1,0	<0,05	<0,1	<5
	30	15	0,9	2,0	<0,05	0,4	<5
	40	10	<0,5	0,3	<0,05	0,3	<5
	50	13	<0,5	1,1	<0,05	0,2	<5

Tabell B. Innhold av organisk materiale (% ts) og metaller ($\mu\text{g/g ts}$) i sedimentet i Sørfjorden (SF1-6) og Granvinfjorden (SF7)

Stasjon nr.	Sediment-dyp (cm)	Organisk materiale %	Zn $\mu\text{g/l}$	Pb $\mu\text{g/g}$	Cu $\mu\text{g/g}$	Hg $\mu\text{g/g}$	Cd $\mu\text{g/g}$
SF1	0-1	30	5100	4100	585	57	26
	1-2	32	6400	4000	585	56	27
	2-3	33	6600	3600	600	42	25
SF2	0-1	-	5900	3200	410	12	25
	1-2	37	4600	1800	255	9,0	28
	2-3	36	4700	2200	285	10	24
SF3	0-1	21	3800	5700	780	60	46
	1-2	15	1000	4700	510	42	32
	2-3	10	7100	3200	395	38	26
SF4	0-1	12	5000	10200	2580	285	25
	1-2	14	59200	11300	2830	335	26
	2-3	13	56100	11600	3000	295	23
SF5	0-1	27	24900	13300	1770	23	19
	1-2	29	23700	13800	2200	31	27
	2-3	22	22400	10900	475	31	15
SF6	0-1	17	8100	3100	1330	41	40
	1-2	15	9200	7400	790	41	42
	2-3	23	10300	8400	855	48	46
SF7	0-1	8,3	286	156	41	0,8	<1,5
	1-2	8,5	275	178	43	1,0	<1,5
	2-3	8,2	310	222	44	1,3	<1,5

Tabell C. Bløtbunnsfauna fra Sørfjorden, mai 1980.

Arter	Stasjoner	1	2B	2A	3	4	5	6	7
<i>Heteromastus filiformis</i>		228	376	380	214	8	14	11	51
<i>Capitella capitata</i>		32	29	-	1	-	-	-	-
<i>Ophiodromus flexuosus</i>		3	1	-	2	-	1	-	1
<i>Chaetozone setosa</i>		24	18	588	346	69	1	-	-
<i>Pholos minuta</i>		2	4	27	9	4	3	-	1
<i>Nemertina spp.</i>		17	4	53	80	28	28	13	1
<i>Scoloplos armiger</i>		-	3	229	4	2	-	3	-
<i>Cirratulus cirratus</i>		-	319	5	1	-	85	-	-
<i>Nereimyra punctata</i>		1	-	3	55	5	14	-	1
<i>Cossura longocirrata</i>		-	-	27	64	2	4	1	1
<i>Ceratocephale loveni</i>		-	-	5	8	7	2	1	-
<i>Nephtys caeca</i>		-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Thyasira flexuosa</i>		-	-	8	12	6	189	37	53
<i>Euclymene praetermissa</i>		-	-	4	1	29	-	-	-
<i>Platynerei dumerli</i>		-	-	3	2	1	1	-	-
<i>Eteone longa</i>		-	-	8	1	2	1	-	-
<i>Goniada maculata</i>		-	-	9	-	4	-	-	-
<i>Astarte elliptica</i>		-	-	2	-	1	-	-	-
<i>Nephtys paradoxa</i>		-	-	2	-	6	13	7	2
<i>Melinna cristata</i>		-	-	6	-	-	-	-	-
<i>Nephtys hombergii</i>		-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Nephtys ciliata</i>		-	-	1	-	1	2	-	-
<i>Phyllodocid juvenile</i>		-	-	2	-	-	-	-	-
<i>Caprella spp.</i>		-	-	-	-	1	-	-	2
<i>Hesionidae spp.</i>		-	-	-	-	2	-	-	-
<i>Sabellides octocirrata</i>		-	-	-	-	12	7	-	-
<i>Onuphis spp.</i>		-	-	-	-	-	9	13	6
<i>Tharyx marioni</i>		-	-	-	-	-	119	146	122
<i>Pista cristata</i>		-	-	-	-	-	-	3	-
<i>Spiophanes kroeyeri</i>		-	-	-	-	-	34	12	3
<i>Polydora spp.</i>		-	-	-	-	-	38	30	-
<i>Lumbrineris latereilli</i>		-	-	1	-	-	79	48	67
<i>Sabella fabricii</i>		-	-	-	-	-	5	4	-

Tabell C. Fortsatt.

Arter	Stasjoner	1	2B	2A	3	4	5	6	7
<i>Amphitrite cirrata</i>		-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Prionospio malmgreni</i>		-	-	-	-	-	-	7	-
<i>Prionospio cirrifera</i>		-	-	-	-	-	-	2	9
<i>Onchnesoma</i> spp.		-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Phyllochaetopterus major</i>		-	-	-	-	-	3	71	64
Gammaridea indet.		-	-	-	-	-	-	3	6
<i>Anaitides maculata</i>		-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Glycera capitata</i>		-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Maldane sarsi</i>		-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Glycera alba</i>		-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Thelepus cincinnatus</i>		-	-	-	-	-	10	1	-
<i>Chlamys vitrea</i>		-	-	-	-	-	1	1	-
<i>Echinocyamus pusillus</i>		-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Paraonis</i> spp.		-	-	-	-	-	-	2	3
<i>Brissopsis lyrifera</i>		-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Nucula</i> spp.		-	-	-	-	-	-	-	3
<i>Chaetoderma nitidulum</i>		-	-	-	-	3	-	-	-