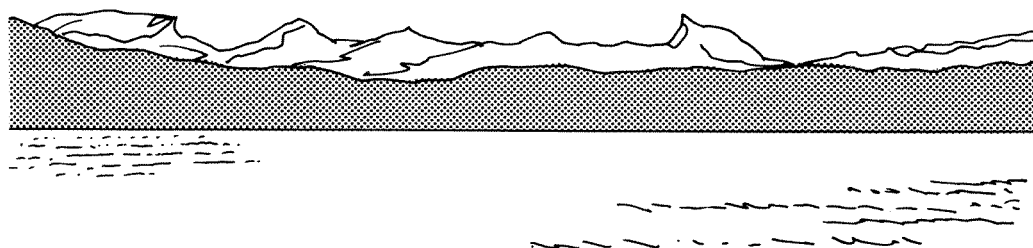




O-89070

Måleprogram i Ballangfjorden

Vannkvalitet, bunnsedimenter,
bløtbunnfauna og metaller i tang



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 89	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 43 033	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752 Telefax (065) 78 402	Vestlandsavdelingen Breiviken 5 5035 Bergen-Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	---	--	--

Prosjektnr.:

0-89070

Undernummer:

Løpenummer

2523

Begrenset distribusjon:

Reportens tittel:	Dato:
Måleprogram i Ballangfjorden. Vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnfauna og metaller i tang.	9/1-91
Forfatter (e):	Prosjektnummer:
Aud Helland Brage Rygg	0-89070
	Faggruppe:
	Marinøkologisk
	Geografisk område:
	Nordland
	Antall sider (inkl. bilag):
	72

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.):
Nikkel og Olivin A/S.	

Ekstrakt:

Måleprogrammet i Ballangfjorden ble utført i 1989 i forbindelse med oppstartingen av Nikkel og Olivin A/S-gruvedrift i Bruvannfeltet og deponi ved Fornesodden i Ballangfjorden. Undersøkelsene viste at gruvedriften har gitt økte verdier av bl.a nikkel, kobolt og kadmium i sjøvann i Ballangfjorden. Konsentrasjonsøkninger ble registrert helt ut i Ofotfjorden. Innholdet av nikkel i grisetang samlet nær deponiet var høyere enn sammenlignet med andre deler av fjorden. Deponiene fra gamle Bjørkåsen gruver er årsaken til forhøyede verdier av særlig kobber, sink, bly og arsen i sedimentene innerst i fjorden. Sedimentene lekker metaller til bunnvannet i fjorden. Belastningen har avtatt med årene, men er fortsatt høy. Bunnfaunaen viser klart nedsatt artsmangfold og dominans av forurensningstolerante arter som følge av de forhøyede metallverdiene. Området nord for linjen Arnes-Balsnes kan regnes som uforurenset.

4 emneord, norske:

1. Ballangfjorden
2. Vannkjemi
3. Sedimenter
4. Bløtbunnfauna
5. Tang

4 emneord, engelske:

1. Ballangfjord
2. Water chemistry
3. Sediments
4. Soft bottom fauna
5. Seaweed

Prosjektleder:

Aud Helland

For administrasjonen:

Tor Bokn

ISBN 82-577-1829-7

0-89070

MÅLEPROGRAM I BALLANGFJORDEN

Vannkvalitet, bunnsedimenter, bløtbunnfauna og metaller i tang

Oslo, 9. januar 1991.

Prosjektleder: Aud Helland
Medarbeidere: Frank Kjellberg
Brage Rygg

INNHOLD	SIDE
FORORD	3
1. SAMMENDRAG, KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER	4
2. INNLEDNING	8
3. MÅLSETTING	10
4. FELTARBEID OG METODER	10
5. MÅLEPROGRAM	11
6. RESULTATER OG DISKUSJON	17
6.1 Vannkvalitet	17
6.1.1 Ferskvann	17
6.1.2 Sjøvann	20
6.2 Bunnsedimenter	32
6.3 Bløtbunnfauna	45
6.4 Metaller i tang	50
7. REFERANSER	53
DATAVEDLEGG	55

FORORD

Den 22.9.88 fikk Nikkel og Olivin A/S midlertidig utslippstillatelse av Statens Forurensningstilsyn (SFT) i forbindelse med selskapets mineralbryting i Bruvannsfeltet, Ballangen i Nordland Fylke. Nikkel og Olivin A/S ble i den forbindelse pålagt å utføre et måleprogram i Ballangfjorden.

Forslag til måleprogram ble utarbeidet ved Norsk institutt for vannforskning (NIVA) den 9.1.89.

Innsamling av prøvemateriale ble utført av Frank Kjellberg og Aud Helland (NIVA) i juni og oktober 1989. Tøktet i juni ble utført med F/F "Raud den Rame" med skipper Per Torrissen (Nordland Distriktshøyskole).

Det innsamlete materiale omfattet prøver av sjøvann, ferskvann, sediment, bløtbunnfauna og tang.

Alle analyser, med unntak av arsen, ble utført ved NIVA. Arsenanalysene på ferskvann ble utført ved Senter for Industriell Forskning (SI) og på sediment, Nordisk Analyse Center (NAC A/S).

Brage Rygg har stått for rapportering av bløtbunnfauna og Aud Helland for vannkvalitet, bunnsedimenter og metaller i tang.

Oslo, 9. januar 1991.

Aud Helland
Prosjektleder

1. SAMMENDRAG, KONKLUSJONER OG TILRÅDNINGER

Formålet med undersøkelsen har vært å:

- 1) Undersøke i hvilken grad Ballangfjorden er påvirket av den tidligere gruvedriften ved Bjørkåsen Gruver. I tillegg:
- 2) Fastslå nivåene av endel metaller, som inngår i avløpsvannet fra Nikkel og Olivin A/S, i sedimenter og biologisk materiale fra fjorden før driften startet. (Nikkel og Olivin A/S startet sin produksjon i mars 1989. Eventuell påvirkning på fjorden fra mars til prøvetaking i juni burde man kunne anta var begrenset).

Undersøkelsen gir grunnlag for følgende konklusjoner:

-
- (i) Vannkvaliteten i Tverrelva fra Bjørkåsen Gruver var lite påvirket av den gamle gruvedriften, og bidraget av partikkelbundne metaller fra denne elva til fjorden må regnes å være av liten betydning.
 - (ii) Vannkvaliteten i Arneselva fra Nikkel og Olivin A/S viste forhøyede verdier av nikkel og krom i juni. I oktober ble det registrert en kraftig økning i konsentrasjonen av alle analyserte metaller. Økningen var størst for nikkel, kobolt og kobber. De økte verdiene har en klar sammenheng med at bedriften startet sin produksjon i mars 1989. Arneselva har liten vannføring og bidraget av metaller fra elva til fjorden regnes derfor som relativt beskjedent.
 - (iii) Målinger av vann i Ballangfjorden viste forhøyede verdier av kobber, bly og sink innerst i fjorden (innenfor Fornesodden). Dette antas å skyldes utlekking fra avgangen fra Bjørkåsen Gruver som ligger innerst i fjorden. Innholdet av nikkel, kobolt og kadmium lå innenfor normalnivået for kystvann i juni, men ikke i oktober. Økningen i konsentrasjonene antas å ha sammenheng med gruvedriften ved Nikkel og Olivin A/S.
 - (iv) Bunnsedimentene var tydelig påvirket av avgangen fra Bjørkåsen Gruver i indre deler av fjorden til nord for Fornesodden. Innholdet av kobber, bly, sink, kadmium og arsen var forhøyet i forhold til antatt normalnivå for marine sedimenter. Vertikalfordelingen av metaller i sedimentene viste at fjorden hadde større metallbelastning i de årene Bjørkåsen Gruver var i drift. Gruvedriften ved Nikkel og Olivin A/S har ikke pågått lenge nok til å se effekter på sedimentene.

- (v) Bløtbunnfaunaen var klart påvirket av metallforurensningen av sedimentene i indre deler av fjorden. Faunaen innerst i fjorden var karakterisert av forurensningstolerante arter og artsmangfoldet var lavt, men økte utover i fjorden. Det økende artsmangfoldet viste klar sammenheng med nedgangen av kobberkonsentrasjonen i sedimentet utover i fjorden. Faunaen nord for linjen Arnes - Balsnes kan karakteriseres som upåvirket av forurensning.
- (vi) Bare kobber i grisetang var i overkonsentrasjon i forhold til antatt bakgrunnsnivå. Generelt var kobber, bly og sinkinnholdet i grisetang høyere innerst i fjorden, sammenlignet med stasjoner lenger ut. Dette har sammenheng med gruveavgangen fra Bjørkåsen innerst i fjorden. På stasjonene nærmest Fornesodden var også nikkel, kobolt og krominnholdet i grisetang høyere enn sammenlignet med andre deler av fjorden. Påvirkningen tilskrives deponiet til Nikkel og Olivin A/S.
-

Undersøkelsen kan oppsummeres slik:

1. Det ble tatt vannprøver fra Arneselva og Tverrelva i juni og oktober 1989. Prøvene ble analysert for metallene kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel, krom og arsen. Analysene viste at Tverrelva var lite påvirket av avgangen fra Bjørkåsen Gruver. Metallinnholdet i Arneselva hadde økt kraftig fra juni til oktober som følge av oppstarting av gruvedriften ved Nikkel og Olivin A/S i mars.
2. Analyser av sjøvann i Ballangfjorden ble utført på fem stasjoner på tre forskjellige dyp. Sjøvannprøvene ble analysert på de samme metallene som i elvevannet med unntak av arsen. I tillegg ble salt og temperatur målt. Tilførselen av ferskvann til Ballangfjorden var større i juni enn i oktober. Kobber og blyinnholdet var også høyere i juni enn i oktober. Analysene viste høye metallverdier i bunnvannet i fjorden, noe som trolig skyldtes utlekking fra sedimentene, som innerst i fjorden for det meste består av gruveavgang. Sink, nikkel, kobolt og kadmium viste generelt høyere verdier i fjorden i oktober enn i juni. Nikkelinnholdet var eksempelvis opptil 20 ganger høyere i oktober i forhold til i juni. De høyere verdiene i oktober viste at det foregikk en aktiv transport av nikkel fra deponiet ved Fornesodden og helt ut i Ofotfjorden.
3. Sedimentprøver fra 14 stasjoner i Ballangfjorden ble analysert for kobber, sink, bly, kadmium, nikkel, kobolt og krom. Av disse ble overflateprøver (0 - 2 cm) fra 13 av stasjonene også analysert på arsen. Kobber, sink, bly, kadmium og arsen i overflatesedimentene viste forhøyede verdier innerst i fjorden. Verdiene var markert

høyest på de to innerste stasjonene, men avtok utover i fjorden. Nord for linjen Balsnes - Arnes var verdiene innenfor normalnivået. Nikkel, krom og kobolt viste også høye verdier innerst i fjorden, men i tillegg var også verdiene høye på de ytterste stasjonene. Det antas at kilden til de relativt høye verdiene helt ut i Ofotfjorden er en naturlig tilførsel fra Arnesfjellet, fordi tilførselen har vært konstant gjennom de siste ca. 200 år. Kilden til de forhøyede metallverdiene innerst i fjorden er gruveavgangen fra Bjørkåsen. Vertikalanalyser av sedimentene viste at metallbelastningen på fjorden var langt større i de årene gruvedriften ved Bjørkåsen var i gang. Den mest forurensede horisonten ligger høyere i sedimentet på stasjoner et stykke ut i fjorden sammenlignet med stasjoner lenger inne. Dette som følge av avtagende sedimentasjonshastighet utover i fjorden.

4. Undersøkelser av bløtbunnfaunaen ble utført på 4 stasjoner i Ballangfjorden. Det var store variasjoner både i artsammensetning og artsmangfold mellom stasjonene. Forurensningspåvirkningen gikk fra markert til moderat til upåvirket fra innerst til ytterst i fjorden. Området nord for linjen Balsnes - Arnes kunne karakteriseres som upåvirket. Det var en markert negativ sammenheng mellom sedimentets kobberkonsentrasjon og artsmangfold. Kobberkonsentrasjonen i sedimentene innerst i fjorden lå betydelig høyere enn de verdier som er vist å kunne gi skadevirkninger. Dette alene kan forklare påvirkningen av faunaen i indre deler av fjorden.
5. Grisetang fra 6 stasjoner i Ballangfjorden ble analysert på kobber, sink, bly, nikkel, kadmium, kobolt og krom. Bare kobber viste overkonsentrasjon på de to innerste stasjonene. Innholdet av sink og bly var også høyere innerst i fjorden sammenlignet med stasjoner lenger ut. Dette har trolig sammenheng med avgangen fra Bjørkåsen Gruver og utlekking til vannmassen. Grisetangen utenfor Fornesodden hadde høyere verdier av nikkel, kobolt, og krom enn andre steder i fjorden. Dette må tilskrives påvirkning fra deponiet til Nikkel og Olivin A/S.

TILRÅDNINGER

Måleprogrammet som er utført viser at fjorden er blitt betydelig påvirket av gruvedriften ved Nikkel og Olivin A/S. Selv etter bare 8 måneders drift ble det registrert en økning av nikkel i sjøvann helt ut i Ofotfjorden. Likedan var det høyere verdier av nikkel i grisetang nær deponiet på Fornesodden, selv etter denne korte eksponeringstiden. Selv om nikkel som frigis fra deponiet på Fornesodden skulle transporteres ut i Ballangfjorden som partikler og sedimentere her, vil det pga. nikkels vannløselighet lett transporteres videre. Dette betyr at et nikkelutslipp fra Fornesodden vil få et langt større influensområdet enn selve Ballangfjorden.

Vi mener det derfor er viktig med en oppfølging av utviklingen i Ballangfjorden. Det bør avklares om tungmetallutslippene har økt ytterligere siden oktober 1989. Det bør i tillegg undersøkes i hvilken form utslippet av nikkel til fjorden foreligger, hvor stor andel som er løst og hvor mye som er partikkelbundet. Videre bør influensområdet til nikkelutslippet kartlegges, ved å legge flere vannprøvestasjoner lenger ut i Ofotfjorden.

Tidligere undersøkelser har vist at nikkel har en viss evne til bioakkumulasjon. Bløtdyr er spesielt utsatt (Mance og Yates, 1984). Akkumulasjon av nikkel i blåskjell eller andre skjell i Ballangfjorden - Ofotfjorden bør derfor undersøkes med tanke på konsum. (Det gjøres oppmerksom på at det opprinnelig var meningen å gjøre undersøkelser på blåskjell i måleprogrammet for 1989. Det ble imidlertid ikke funnet blåskjell i Ballangfjorden i oktober 1989. Blåskjellene satt antagelig under fjærebeltet, slik at ved senere innsamling må det benyttes dykkere.)

Undersøkelser av grisetang bør også følges opp. Ved å analysere siste års tilvekst av tangen får man en god indikasjon på endringer fra år til år.

For å få avklart om de økte metallkonsentrasjonene fra juni til oktober 1989 var midlertidige, forårsaket av manglende filterduk i deponiet og manglende sedimentasjonsbasseng ved gruva, har Nikkel og Olivin A/S ytret ønske om nye målinger i Ballangfjorden.

2. INNLEDNING

Ballangfjorden ligger i Nordland fylke, sør for Narvik, og er en mindre gren av Ofotfjorden.

Ballangfjorden har vært resipient for gruveavgang fra Bjørkåsen Gruver fra 1917 til 1964. Hovedproduktet til Bjørkåsen var svovelkis og forekomsten ble oppdaget i 1906. Det ble satt ned en spuntvegg av tømmer innerst i fjorden for å holde på avgangen, som ble ført med elva fra gruveområdet. I dag er det bare rester igjen av denne trekonstruksjonen. Beregninger tilsier at produksjonen i disse årene skulle gi 1.974.000 tonn avgang. Det meste av dette ligger i fjorden, og endel ligger som hauger langs bredden av Tverrelva som renner gjennom gruveområdet og ut innerst i fjorden.

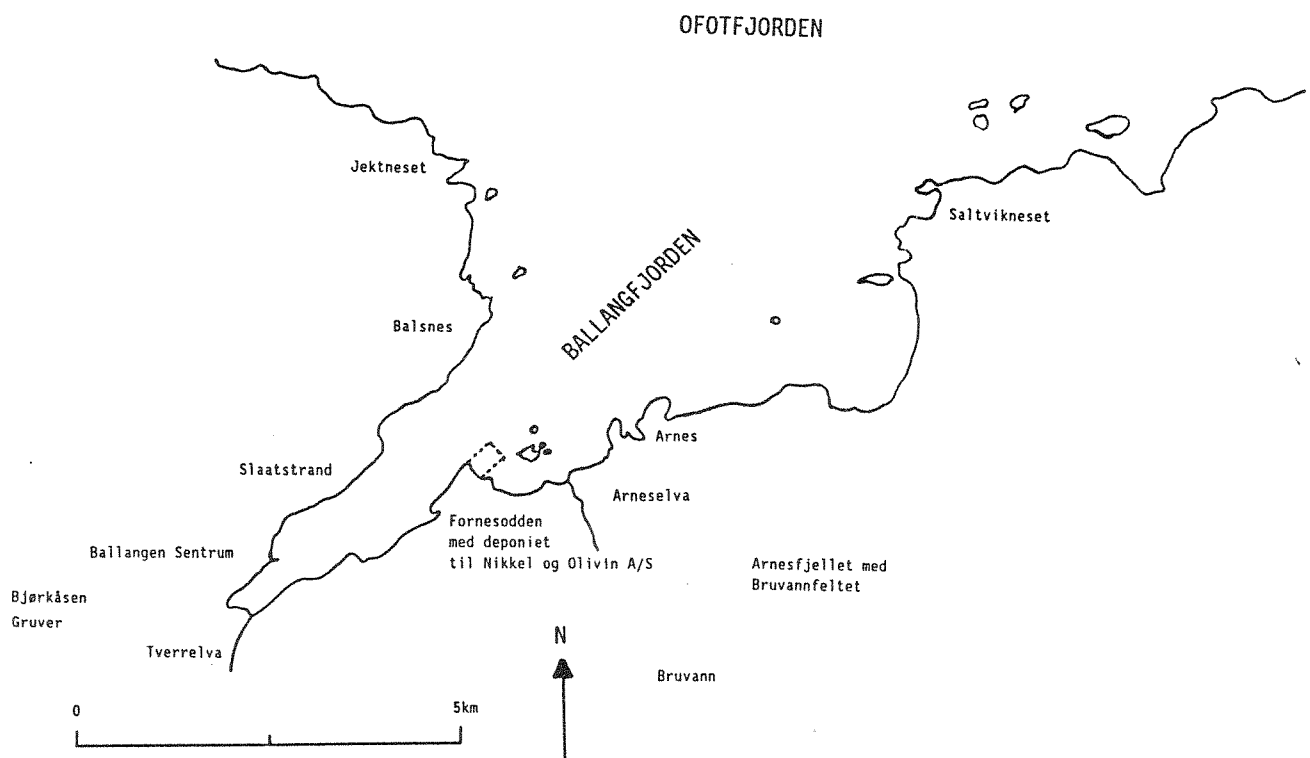
Forekomsten som Bjørkåsen Gruver drev på inneholdt fra 2.5 - 40% svovel, 0.24 - 0.6% sink og 0.06 - 0.74% kobber samt mindre mengder av bly, arsen og selen. De 10 første årene gruva var i drift gikk 18% av svovelkisen i avgangen (Foslie, 1926). I de påfølgende årene regner man med at ca. 10% av svovelkisen gikk i avgangen. Beregninger tilsier da at det ligger ca. 200.000 tonn svovelkis og 50.000 tonn sink i fjorden. Forøvrig bestod avgangen av kvarts.

Nikkel og Olivin A/S har sin virksomhet ved Bruvannsfeltet ved Arnesfjellet, NØ for Bjørkåsen Gruver og Ballangen sentrum (figur 1).

Forekomstene i Arnesfjellet er en del av Råna norittfelt, en massiv intrusiv gabbro med olivinførende bergarter som inneholder blant annet nikkelholdig magnetkis (Foslie, 1922).

Det har vært bryting av noritt til pukk i Arnesfeltet siden 1940.

Nikkel og Olivin A/S startet sin produksjon i mars 1989 og regner med 18 års drift med en konsesjon av årlig bergfangst på 500.000 tonn. Dette skulle gi en årlig produksjon av 15.000 tonn nikkelkonsentrat og 200.000 tonn rensert olivin, som tas ut ved flotasjon. Prosess-spillvannet, som bl.a. inneholder nikkel, krom, kobolt og arsen, ledes i rør til deponi ved Fornesodden (figur 1). Deponiet står i forbindelse med sjøen, og er laget som sedimentasjonsbassenger med vegger av sprengstein-fyllinger. Ved gruva er det nå også opprettet sedimentasjonsbasseng hvor avløpsvannet fra utvinningen har en oppholdstid før det renner ut i Arneselva. Arneselva renner ut i Ballangfjorden, NØ for Fornesodden (figur 1).



Figur 1. Oversiktskart over Ballangfjorden med omegn.

3. MÅLSETTING

Undersøkelsen har to hovedmål.

1. Kartlegge i hvilken grad Ballangfjorden er påvirket av den tidligere gruvedriften ved Bjørkåsen Gruver.
2. Fastslå nivåene av nikkel, krom, kobolt og arsen (som er komponenter i avløpsvannet fra Nikkel og Olivin A/S) i vann, sedimenter og biologisk materiale fra fjorden, før driften starter.

4. FELTARBEID OG METODER

Innsamling av prøver ble utført ved to tokt, det første i juni 1989, og det andre i oktober 1989.

Under juni-toktet ble det samlet inn vann-, sediment- og grabbprøver. Under oktober-toktet ble det samlet inn vannprøver, etter samme program som på juni toktet, samt prøver av grisetang.

Sjøvannprøvene ble tatt med en 5l Niskin vannhenter fra 5 stasjoner i fjorden. På alle stasjonene ble det tatt prøver fra 3 forskjellige dyp. Det ble også tatt prøver fra Tverrelva som renner forbi Bjørkåsen Gruver og Arneselva som renner forbi gruveområdet til Nikkel og Olivin A/S.

Temperatur og saltholdighet ble målt på alle stasjonene i fjorden i intervaller ned til bunnen, og maksimum ned til 95m dyp.

Sjøvannprøvene ble tappet direkte på spesialvaskede plastflasker for analyse av kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel og krom.

Ferskvannsprøvene ble tatt like under vannoverflaten i spesialvaskede glass for tungmetaller. Disse ble analysert på de samme metallene som sjøvannprøvene, og i tillegg arsen, magnesium og kalsium. Vann til måling av konduktivitet, partikulært materiale, og pH ble tatt med Deconex-vaskede plastflasker.

Tungmetallene ble analysert etter Freon-ekstraksjon og atomabsorpsjon (ufiltrert) (Danielson et. al, 1982)

Sedimentprøvene ble tatt med en Niemistø "gravity corer" (Niemistø, 1974) fra 14 stasjoner i fjorden. Sedimentkjernene ble kort beskrevet før de ble snittet i skiver a 2cm. På de fleste stasjonene ble kjernene snittet ned til 10cm. Prøvene ble frysetørret før de ble analysert på kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel, krom og arsen ved flamme-atomabsorpsjon, etter oppslutning i 50% salpetersyre.

Prøver for undersøkelser av bløtbunnfauna ble innsamlet på fire stasjoner langs fjordens midtlinje fra innerst i Ballangen til munningen mot selve Ofotfjorden.

På hver stasjon ble det tatt 4 prøver med en 0.1 m² Petersen grabb. Prøvene ble silt gjennom siler med 0.1 mm runde hull og konserverert for senere bearbeidelse i laboratoriet. Hver grabbprøve ble behandlet for seg.

Alle dyr ble sortert ut, så vidt mulig bestemt til art, og tallet. Artsantall, individantall, artsmangfold ved indeksen H (Shannon & Weaver 1963), ES₁₀₀ (Hurlbert 1971) og artsantall som funksjon av individantall (Rygg 1984a) er brukt til å klassifisere tilstand.

Det ble samlet inn prøver av grisetang fra 6 stasjoner i fjorden. Hver prøve bestod av en blandprøve av ca. 50 skuddspisser fra 5-10 eksemplarer. Skuddspissene ble kuttet like under andre blære (10-15cm lange). Disse spissene utgjør siste års tilvekst. Prøvene ble frysetørret og analysert på metallene kobber, bly, sink, kadmium, nikkel, krom og kobolt, etter oppløsning i salpetersyre (Norsk Standard 4770, 4773, 4783).

5. MÅLEPROGRAM

Vannprøver

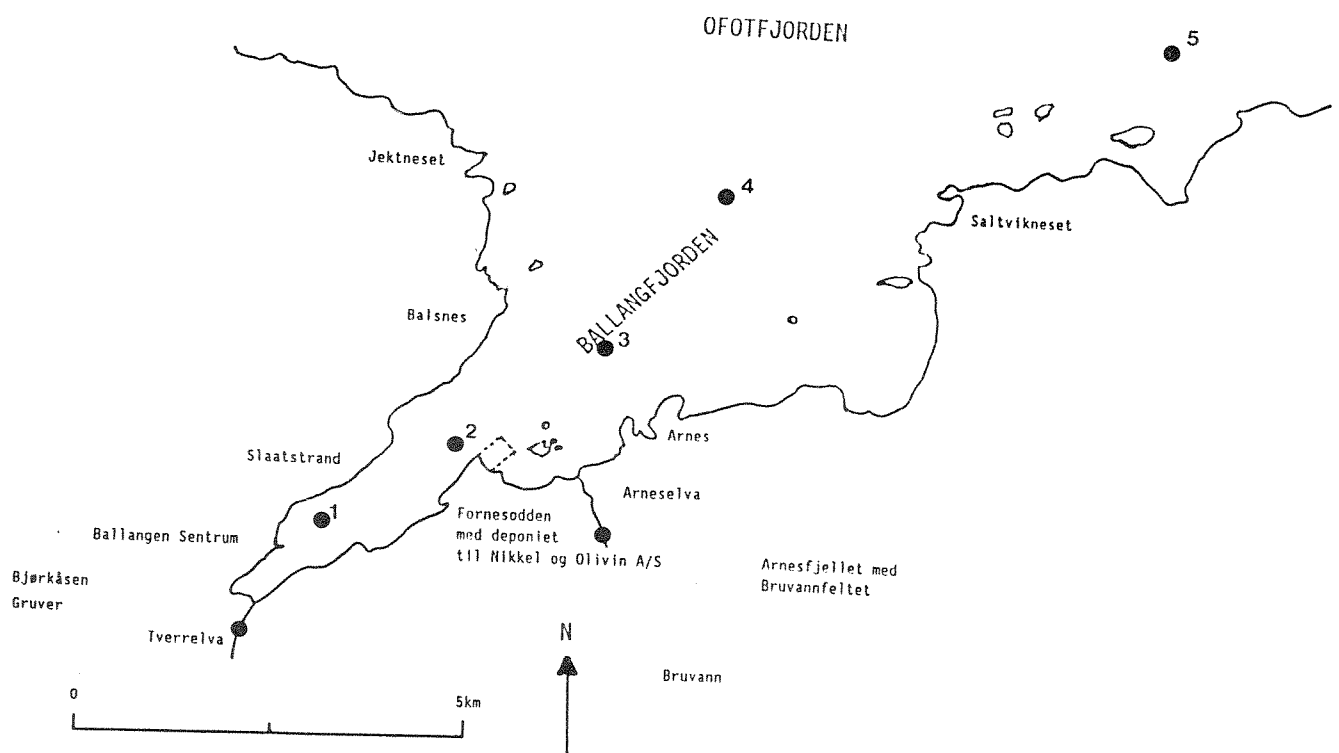
- 2 prøveinnsamlinger, 27.6.89 og 18.10.89 (samme program).
- 5 stasjoner i fjorden (fig. 2) med prøvetaking fra 3 forskjellige dyp. - 2 stasjoner i ferskvann (fig. 2).
- Analyserte parametere i sjøvann (ufiltrert): kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel og krom, samt saltholdighet.
- Analyserte parametere i ferskvann (ufiltrert): kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel, krom, arsen, magnesium, kalsium, partikulært materiale, konduktivitet og pH.

Sedimentprøver

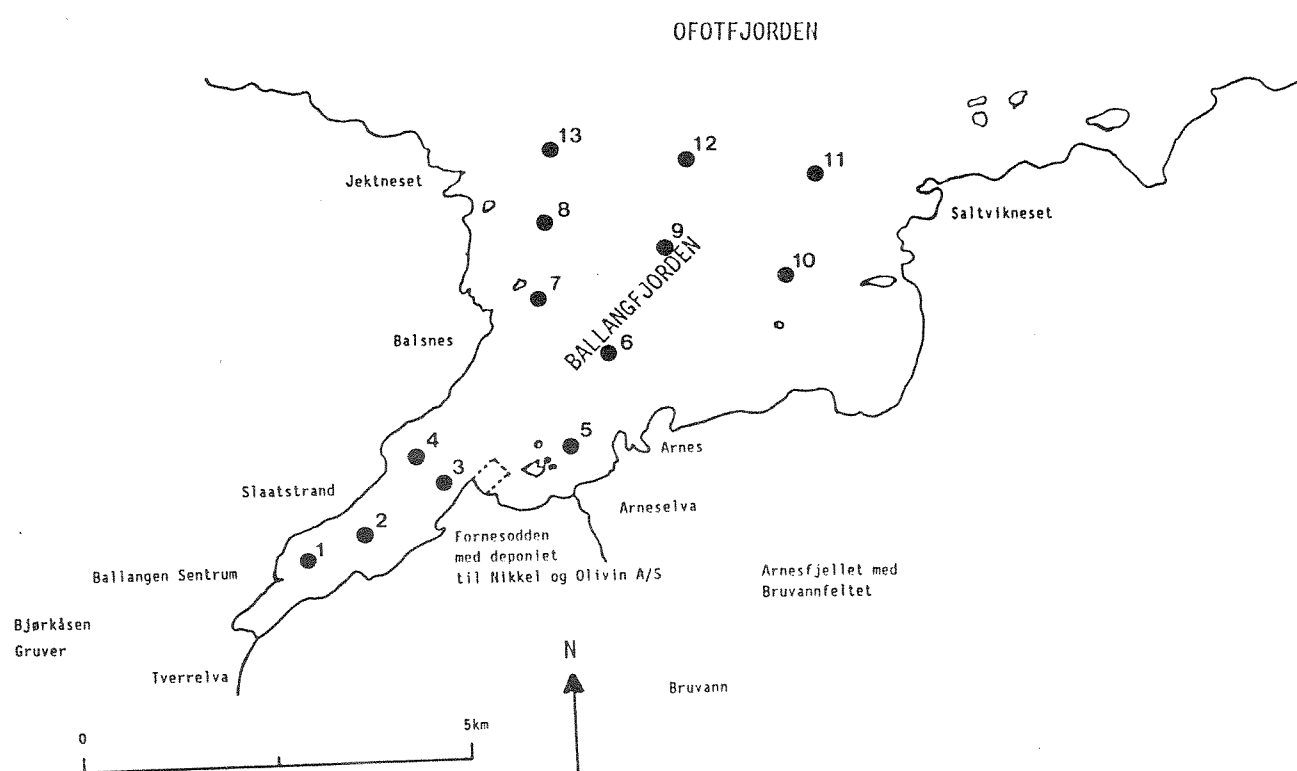
- 1 prøveinnsamling, 27-28.6.89.
- 14 stasjoner, 14 kjerner med totalt 70 prøver (fig. 3 og tabell 3)
- Analyserte parametere: kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel, krom og arsen.

Tangprøver

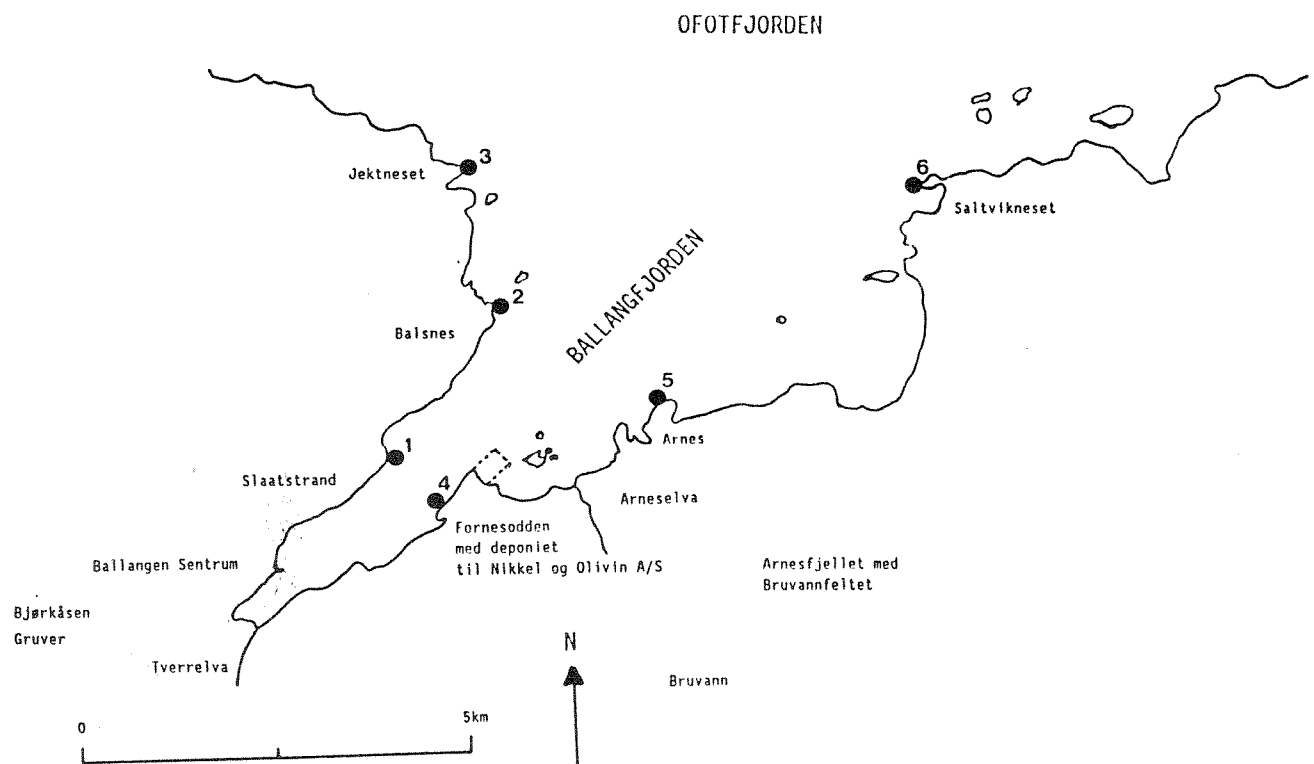
- 1 prøveinnsamling, 19.10.89.
- 6 stasjoner (fig. 4) er lokalisert som følger.



Figur 2. Vannprøvestasjoner i juni og oktober 1989.



Figur 3. Sedimentprøvestasjoner i juni 1989.



Figur 4. Tangprøvestasjoner i oktober 1989.

St. 1 På neset N for Slaatstrand, nedenfor maskinlaftet tømmerhytte.

St. 2 Balsneset, på odde S for fyret.

St. 3 Jektneset ved naust, S for liten holme og stake.

St. 4 Fornesodden, S for deponiet til N&O.

St. 5 Arnes, rett innenfor stake.

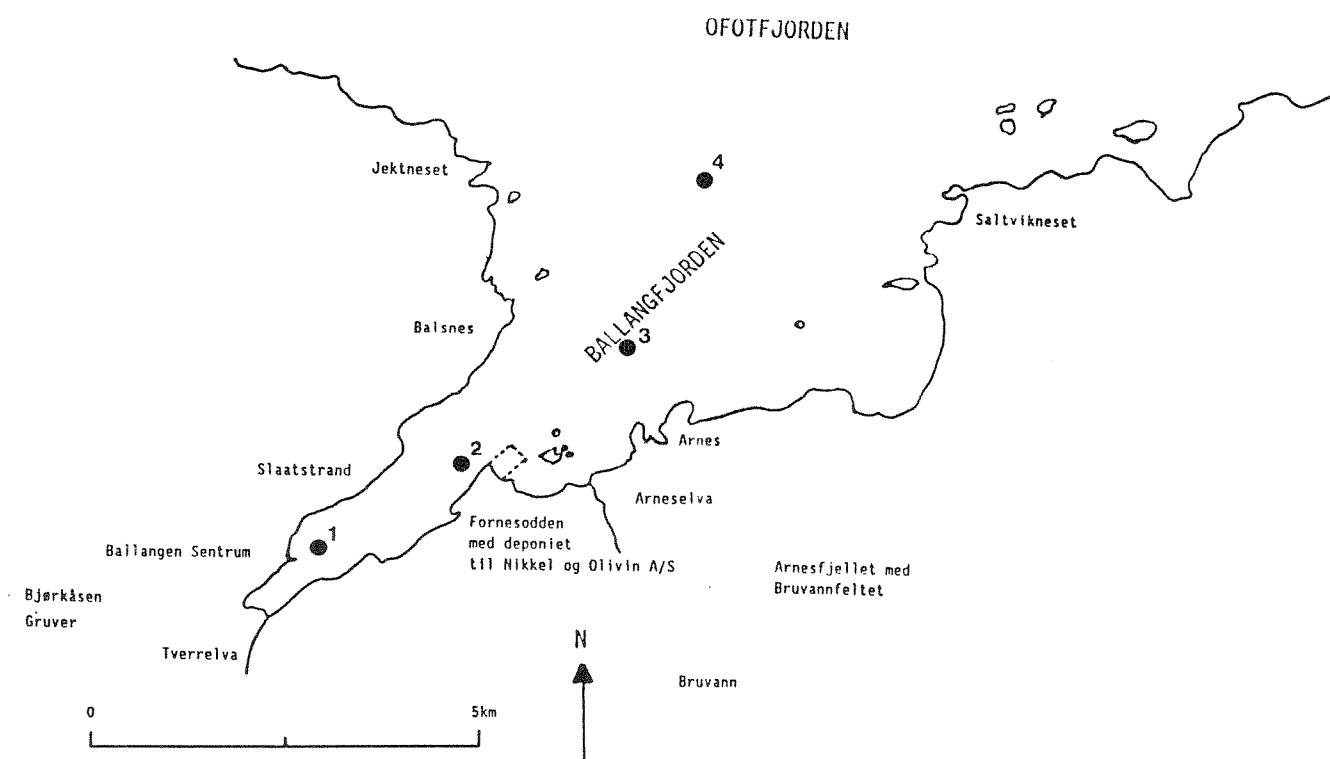
St. 6 Saltvikneset, med en stake på hver side.

- Analyserte parametere: kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel og krom.

Prøver av bløtbunnfauna

- 1 prøveinnsamling 27.6.89.

- 4 stasjoner, 4 paralleller, totalt 16 prøver (fig. 5)



Figur 5. Grabbprøvestasjoner i juni 1989.

6. RESULTATER OG DISKUSJON

6.1. Vannkvalitet

Alle data finnes i datavedlegget.

6.1.1 Ferskvann

Tverrelva fra Bjørkåsen Gruver var lite påvirket av tungmetaller fra gruveområdet, og bidraget av metaller fra ellevannet til fjorden regnes derfor som lite. Arneselva fra gruveområdet til Nikkel og Olivin A/S hadde lave konsentrasjoner av de fleste metaller i juni, med unntak av nikkel og krom. Da hadde produksjonen ved Nikkel og Olivin A/S vært i drift i tre måneder. I oktober, etter åtte måneders drift, hadde det skjedd en kraftig økning i konsentrasjonen av alle metaller. Økningen var størst for nikkel, kobolt og kobber, men også sink og krom viste markert høyere verdier i Arneselva i forhold til i juni.

Det ble tatt prøver av Tverrelva og Arneselva. Beliggenheten er vist på kart, figur 2.

Tverrelva fra Bjørkåsen Gruver hadde et svakt forhøyet innhold av kobber, henholdsvis 2.5µg/l i juni og 3.5µg/l i oktober. Normalnivået for kobber i ferskvann i Nord Norge har vist seg å være ~1.2µg/l (Henriksen, 1976). Konsentrasjonen er avhengig av grunnforholdene. Man kan derfor forvente et "naturlig" høyt nivå av kobber i ellevannet fra Bjørkåsen som følge av anrikning av kobber i omliggende berggrunn. Gruvedriften i området har likevel vært med på å øke tilgjengeligheten av metaller til ellevannet.

Innholdet av sink var også noe forhøyet, og årsakene antas å være de samme som for kobber. Konsentrasjonen på 20µg/l i oktober er noe høyere en antatt bakgrunnsnivå på 7.1µg/l (Henriksen, 1976).

Innholdet av bly, kadmium, kobolt, nikkel, krom og arsen ligger innenfor normalen for ferskvann (tabell 1.). Likeledes er pH og konduktivitet som normalt for ferskvann i kystnære lavlandsområder i Nord Norge, henholdsvis mellom 6 og 7 og mellom 2 og 5mS/m (Holtan et al., 1989).

Partikkelinnholdet i elva var også lavt (<5 mg/l), bidraget av partikkelbundet tungmetaller til Ballangfjorden fra Tverrelva kan derfor antas å være forholdsvis lite.

Arneselva renner ut fra Bruvann. Vi kan derfor regne nivåene registrert i Bruvann som bakgrunnsnivå for vann i Arneselva. Prøver tatt i Arneselva i juni viste lave konsentrasjoner av de fleste analyserte metallene (tabell 1.). Nikkel og krom derimot, viste forhøyede verdier, henholdsvis 11 og 7.8µg/l sammenlignet med <5 og <0.5µg/l som antatt bakgrunnsnivå.

Analysene i oktober viste en kraftig økning i konsentrasjonen av alle analyserte metaller. Økningen var størst for nikkel, kobolt og kobber, men også sink og krom viste markert høyere verdier i forhold til i juni. Nikkelinnholdet økte til 880µg/l, kobolt 53µg/l og kobber 32µg/l mens krom og sink viste verdier på henholdsvis 39 og 30µg/l (tabell 1.) etter 8 måneders drift. Bedriften startet sin produksjon i mars 1989.

Ellevannet i oktober var nærmest melkehvitt av utseende, og mengden av partikulært materiale hadde øket fra 107 til 384 fra juni til oktober. Mye av metallene forelå derfor sannsynligvis som partikler i ellevannet. Analysene ble imidlertid bare gjort på ufiltrerte prøver. pH verdiene viste også en forandring fra svakt surt (6.84) til svakt basisk (7.52) fra juni til oktober. Dette var som forventet pga. de basiske bergartene i gruveavgangen til Nikkel og Olivin A/S.

I mars var produksjonen ved Nikkel og Olivin A/S igang. Veien opp til gruva var på det tidspunkt ferdig. Utgraving og påfylling av løsmasser kan også ha vært årsak til økt avrenning og tilførsel av bl.a. nikkel til Arneselva allerede i juni. Konsentrasjonene registrert i oktober viser klart at gruedriften tilfører elva metaller, særlig nikkel, kobolt og krom.

Giftvirkninger av nikkel på organismer i ferskvann er avhengig av konsentrasjonen av nikkel og hardheten på vannet som bestemmes av kalsiumkarbonat (CaCO₃). Hardt vann kan ha et høyere nikkelinnhold enn bløtt vann før giftvirkninger på organismer oppstår. Kalsiuminnholdet i Arneselva økte fra 1.21 til 4.85mg/l fra juni til oktober. Hvis man antar at alt kalsiumet var bundet i kalsiumkarbonat, vil vannet i Arneselva karakteriseres som bløtt. I følge miljøkvalitetstandarder (Mance og Yates, 1984) bør ikke nikkelkonsentrasjonen i ferskvann (bløtt) overskride 8µg/l av hensyn til skadevirkninger på små

organismer som krepsdyr. Av hensyn til fisk, bør ikke nivåene overskride 50 μ g/l.

For kobber og sink har verdier på henholdsvis 10-15 μ g/l og 30 μ g/l vist seg å gi giftvirkninger på larver (Hatakeyama, 1989).

Arneselva inneholdt i oktober så høye konsentrasjoner av flere metaller at det kan gi giftvirkninger på organismer. Vannføringen i Arneselva er ikke kjent, men elva er relativt liten. Bidraget av metaller fra elva til fjorden regnes derfor som relativt lavt.

Tabell 1. Resultater av målinger gjort i Arneselva og Tverrelva i juni og oktober 1989, samt målinger i Bruvann (Iversen et al., 1990).

ELEMENT	BRUVANN	ARNESELVA		TVERRELVA	
	(bakgrunn.)	juni	oktober	juni	oktober
Cu μ g/l	0.6	1.3	32.0	2.5	3.5
Pb "	<0.5	<0.5	2.4	<0.5	<0.5
Zn "	<10	<10	30	<10	20
Cd "	<0.1	<0.1	0.12	<0.1	<0.1
Co "	<5	<5	53	<5	<5
Ni "	<5	11	880	<5	<5
Cr "	<0.5	7.8	39.4	<0.5	<0.5
As "	-	<2	-	<2	-
Ca mg/l	0.72	1.21	4.85	1.3	1.94
Mg "	0.44	0.77	4.0	0.41	0.47
pH	6.36	6.48	7.52	6.64	6.78
Kondukt. mS/m	-	2.89	9.24	2.55	2.87
Part. matr.mg/l	-	107	384	4	<5

6.1.2 Sjøvann

Innholdet av metaller i sjøvann fra Ballangfjorden var tilnærmet normalt i juni.

Kobber-, bly- og sinkinnholdet var noe forhøyet, og da særlig innerst i fjorden hvor bunnvannet viste høyere metallkonsentrasjoner enn i vannmassene over. Dette tilskrives gruveavgangen fra Bjørkåsen Gruver, som ligger deponert innerst i fjorden.

Målingene av sjøvannet i oktober viste at de fleste analyserte metallene hadde økt i konsentrasjon. Denne økningen fra juni til oktober har klar sammenheng med gruvedriften ved Nikkel og Olivin A/S. De samme metallene som viste en markert økning i Arneselva fra juni til oktober, viste også en økning i fjorden i samme tidsrom. Økningen var størst for metallene sink, kobolt og nikkel.

Tilførselen av ferskvann til Ballangfjorden skjer i hovedsak via endel små elver hvor to av de største er Tverrelva som renner ut innerst i fjorden og Arneselva som renner ut nord for Fornesodden.

Målinger av saltinnholdet i overflatevannet i fjorden i juni viste i gjennomsnitt 27.2 o/oo. En saltholdighet på 30 o/oo ble registrert mellom 14 og 18m i juni. I oktober ble samme saltholdighet registrert mellom 2 og 10m. Tilførselen av ferskvann til fjorden var altså større i juni enn i oktober. Alle vannprøvene fra fjorden ble tatt ved fjærende sjø, både i juni og oktober. Innholdet av kobber, sink, bly, nikkel, kobolt, kadmium og krom ble analysert i tre forskjellige dyp på fem stasjoner (figur 2).

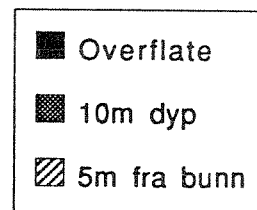
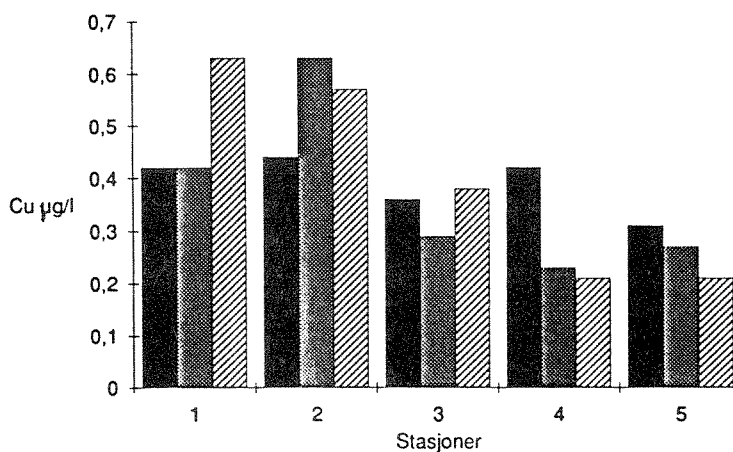
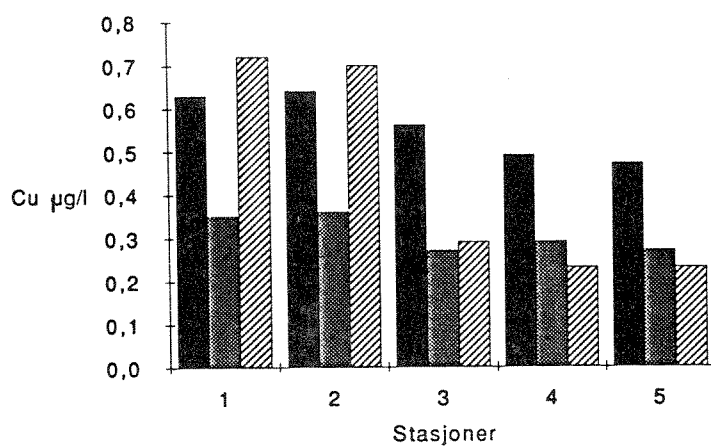
Kobber (Cu)

De høyeste kobberverdiene ble registrert innerst i fjorden i juni (figur 6). Maksimumsverdien var på $0.7\mu\text{g/l}$ (tabell 2). Dette er høyere verdier enn man finner i uforurenset kystvann, som ligger på ca. $0.3\mu\text{g/l}$. Overflatevannet hadde generelt de høyeste verdiene, og verdiene avtok utover i fjorden. Stasjon 1 og 2 innerst i fjorden skilte seg ut ved å ha høyere kobberinnhold i bunnvannet enn i overflatevannet (figur 6). Dette kan skyldes påvirkning fra kobberholdig avgang fra Bjørkåsen Gruver som ligger innerst i fjorden.

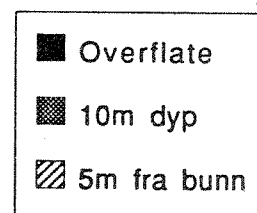
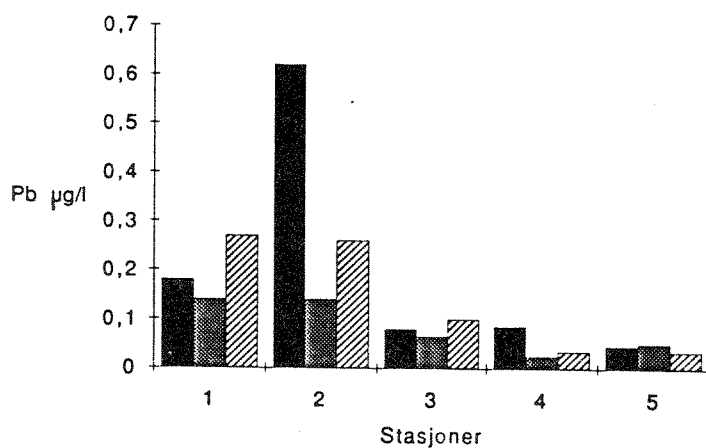
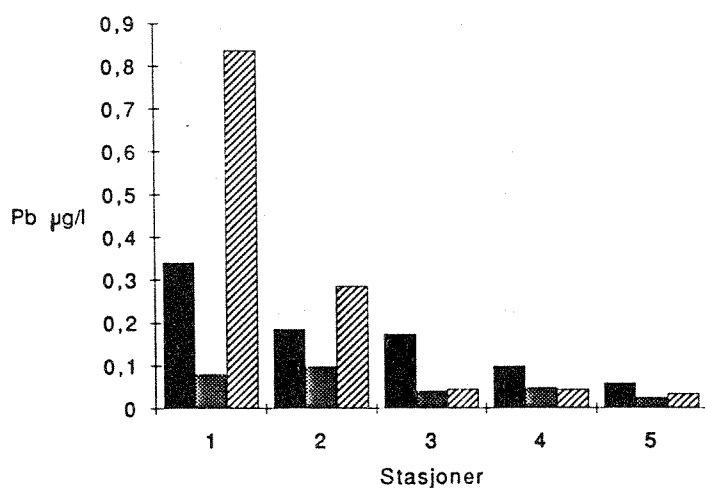
Bly (Pb)

Bly viste samme opptreden som kobber, med de høyeste verdiene i juni i overflatevannet. Verdiene var høyest innerst i fjorden, hvor også bunnvannet viste høyere verdier i forhold til i vannmassene over (figur 7). I juni hadde bunnvannet på stasjon 1 et blyinnhold på

0.8 $\mu\text{g}/\text{l}$, mens overflatevannet hadde en konsentrasjon på 0.3 $\mu\text{g}/\text{l}$. I oktober var det derimot overflatevannet på stasjon 1 som hadde høyeste verdi på 0.6 $\mu\text{g}/\text{l}$. Blyinnholdet i bunnvannet var likevel høyere enn i



Figur 6. Kobber i sjøvann målt i juni (øvre plott) og oktober (nedre plott) i 1989, i overflaten, ved 10 m dyp og nær bunnen i Ballangfjorden.



Figur 7. Bly i sjøvann målt i juni (øvre plott) og oktober (nedre plott) i 1989, i overflaten, ved 10 m dyp og nær bunnen i Ballangfjorden.

vannet 10m fra overflaten (figur 7). Normalnivået for bly i kystvann regnes å være ca. 0.1µg/l (tabell 2).

De høye metallverdiene i bunnvannet skyldes trolig utlekking fra sedimentene, som innerst i fjorden for det meste består av gruveavgang. Risteforsøk med denne avgangen i saltvann (utført ved NIVA) ga ekstreme verdier av kobber og bly, henholdsvis 1.72mg/l kobber og 775µg/l bly. Avgangen har en oksydert rød overflate, mens den et stykke ned i sedimentet er svart, ikke oksydert. Utluting med oksydert avgang ga noe lavere verdier enn forsøk med den ikke oksyderte. Av figur 6 og 7 ser det ut til at vannmassene er merkbart påvirket av gruveavgangen fra Bjørkåsen ut til stasjon 3. Generelt var det vannmassene innenfor Fornesodden som var påvirket av kobber og bly.

Tabell 2. Minimum-, maksimum- og middelkonsentrasjonen av kobber, sink, bly, nikkel, kobolt og kadmium fra 5 stasjoner i Ballangfjorden ved en måling i juni og en i oktober 1989.

Metall (µg/l)	JUNI			OKTOBER		
	Midl.	Maks.	Min.	Midl.	Maks.	Min.
Cu	0.43	0.72	0.23	0.39	0.63	0.21
Zn	1.65	2.81	0.80	2.41	6.85	1.05
Pb	0.16	0.84	<0.01	0.14	0.62	<0.03
Ni	0.25	0.33	0.21	1.47	6.50	0.24
Co	0.02	0.03	<0.01	0.06	0.16	<0.03
Cd	0.02	0.02	0.01	0.09	0.80	0.02

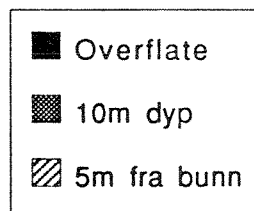
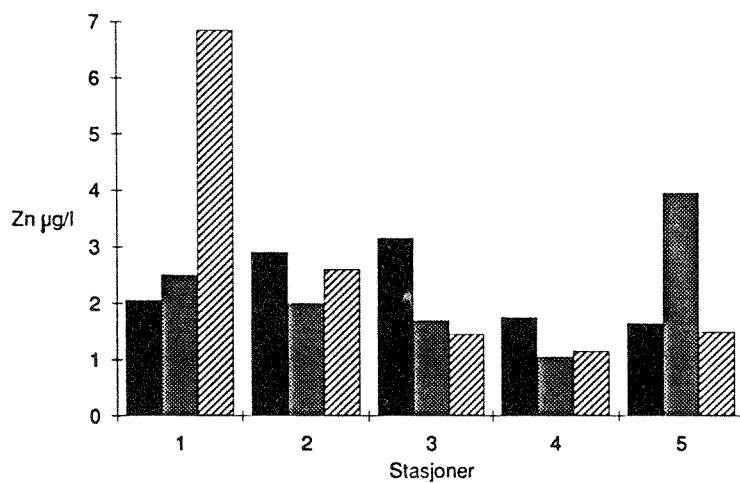
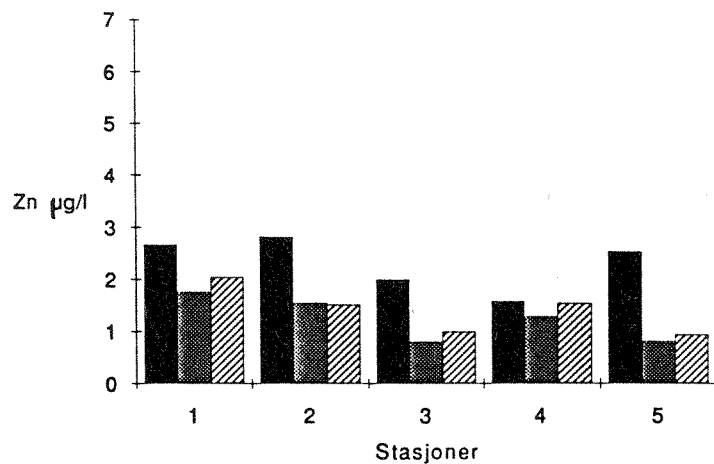
Til forskjell fra kobber og bly viste sink, nikkel, kobolt og kadmium generelt lavere verdier i juni enn i oktober hvis vi midler alle stasjoner og dyp (tabell 2). Krom viste verdier under deteksjonsgrensen 2µg/l, både i juni og oktober.

Sink (Zn)

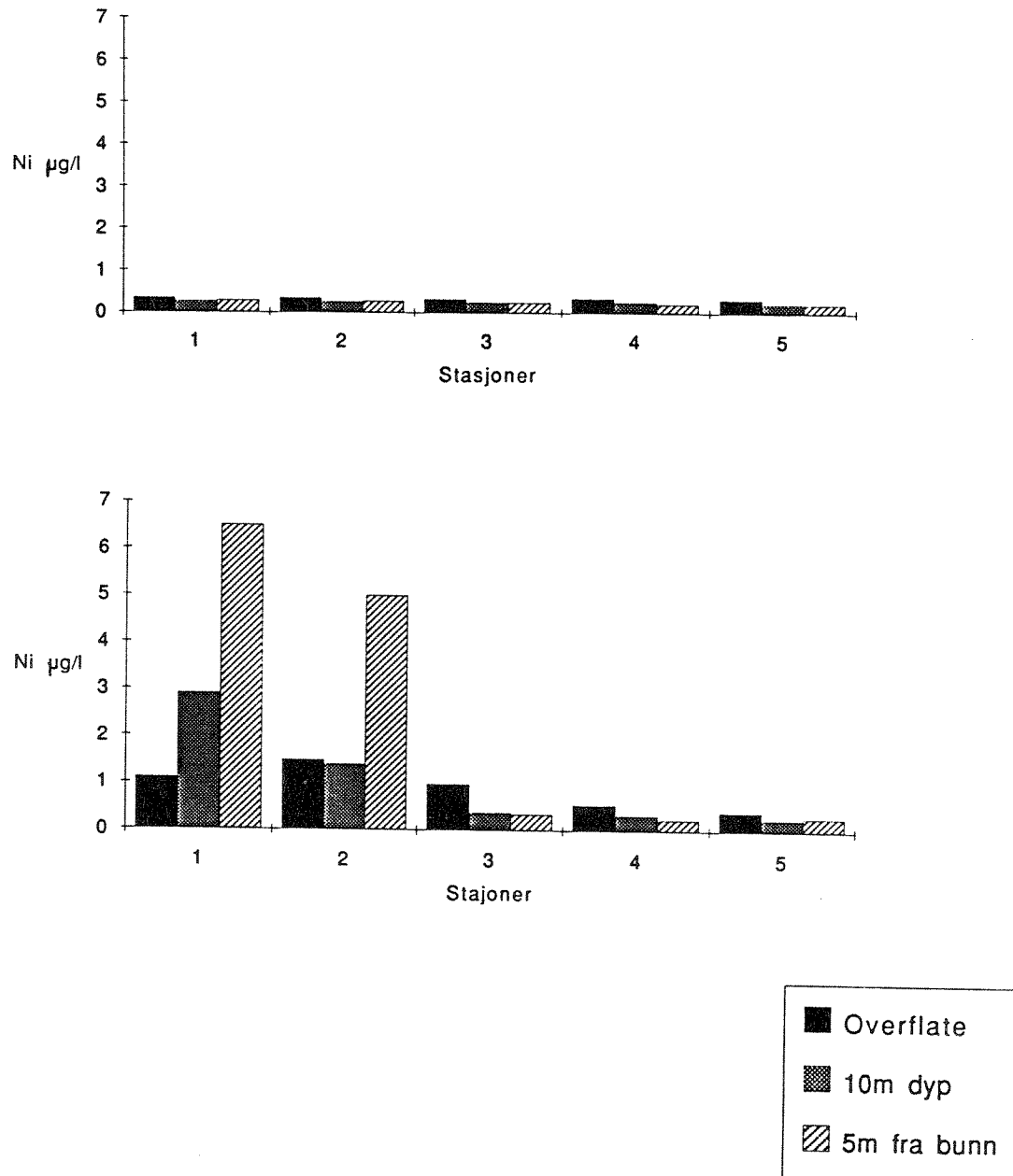
Innholdet av sink var høyest i indre deler av fjorden, og overflatevannet hadde de høyeste verdiene. Bunnvannet hadde tendens til å ha noe høyere verdier enn vann 10m fra overflaten. Dette var tydelig i oktober på de innerste stasjonene (figur 8). Maksimumsverdier i juni var på 2.8µg/l i overflatevann på stasjon 2. I oktober derimot viste bunnvannet på stasjon 1 høyeste verdi på 6.9µg/l. Sinkinnholdet i uforurenset kystvann regnes å være 1 - 2µg/l. Vannmassene i indre deler av fjorden hadde altså en overkonsentrasjon av sink. Figur 8 viser at det var en generell økning av sinkinnholdet fra juni til oktober.

Nikkel (Ni)

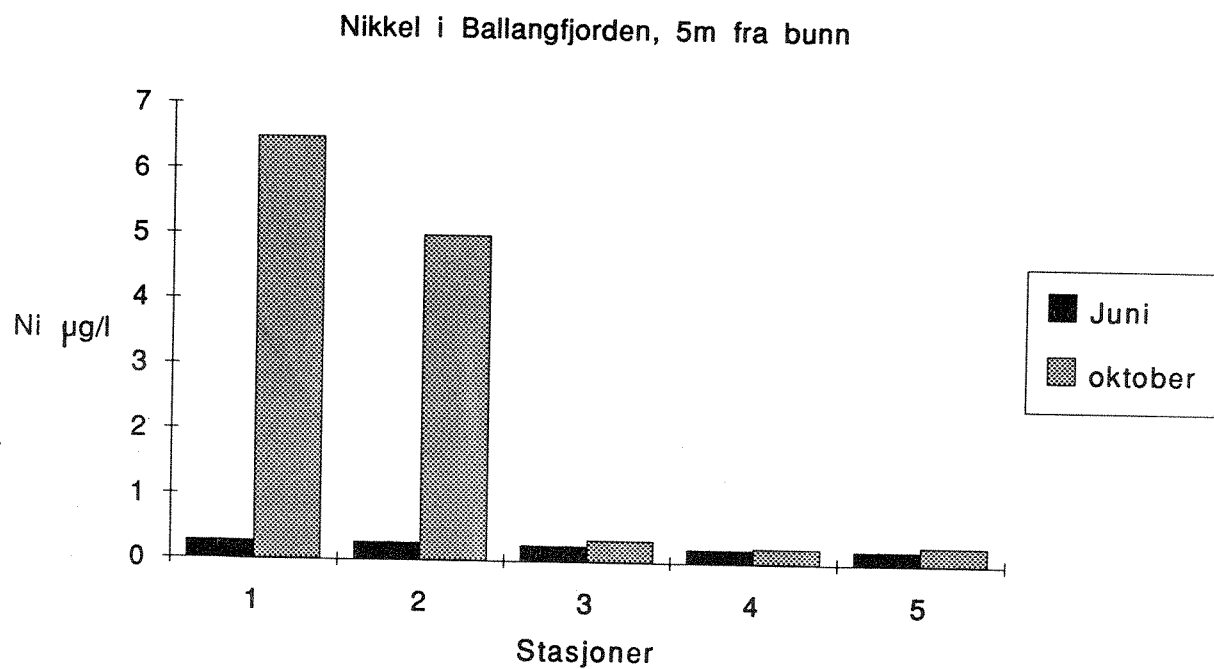
Det var også en markert økning av nikkelinholdet fra juni til oktober i fjorden (figur 9). I juni viste overflatevannet konsentrasjoner mellom 0.3 og 0.35µg/l. Det var tilnærmet ingen variasjon i konsentrasjonene mellom stasjonene. I oktober derimot hadde nikkelinholdet øket fra 0.4 til 1.48µg/l med høyeste verdi på stasjonen utenfor Fornesodden, ved deponiet til Nikkel og Olivin A/S. Det var forøvrig en klar avstandsgradient fra Fornesodden med avtagende konsentrasjoner utover i fjorden. Bunnvannet i juni viste noe høyere verdier enn vann 10m fra overflaten. I oktober ble det registrert en betydelig økning av nikkel i bunnvannet innerst i fjorden (figur 10). Konsentrasjonen hadde øket til maksimum 6.5µg/l, som betyr en økning på ca 20 ganger fra målingene i juni. De generelt høyere verdiene i oktober viser at det foregikk en aktiv transport av nikkel fra deponiet ved Fornesodden og helt ut i Ofotfjorden. Den høye



Figur 8. Sink i sjøvann målt i juni (øvre plott) og oktober (nedre plott) i 1989 i overflaten, ved 10 m dyp og nær bunnen i Ballangfjorden.



Figur 9. Nikkel i sjøvann, målt i juni (øvre plott) og oktober (nedre plott) i 1989 i overflaten, ved 10 m dyp og nær bunnen i Ballangfjorden.



Figur 10. Nikkel i bunnvannet i Ballangfjorden målt i juni og oktober 1989.

verdien i bunnvannet innenfor Fornesodden kan forklares ved at prøvene ble tatt ved fjærende sjø. Overflatevannet strømmes da ut av fjorden mens bunnvannet strømmes innover. Normalnivået for nikkel i sjøvann er 0.2 - 0.7 µg/l. Dette viser at Ballangfjorden lå innenfor normalnivået i juni men ikke i oktober. I oktober var konsentrasjonen i gjennomsnitt øket med en faktor på ca. 6.

Det finnes få data om giftighet av nikkel på marine organismer. Undersøkelser viser at giftigheten av nikkel i sjøvann varierer mye fra art til art og med eksponeringstid. I henhold til Environmental Quality Standard (Mance and Yates, 1984) bør konsentrasjon av nikkel i sjøvann ikke overskride 30 µg/l hvis skadelige effekter på marine organismer skal unngås.

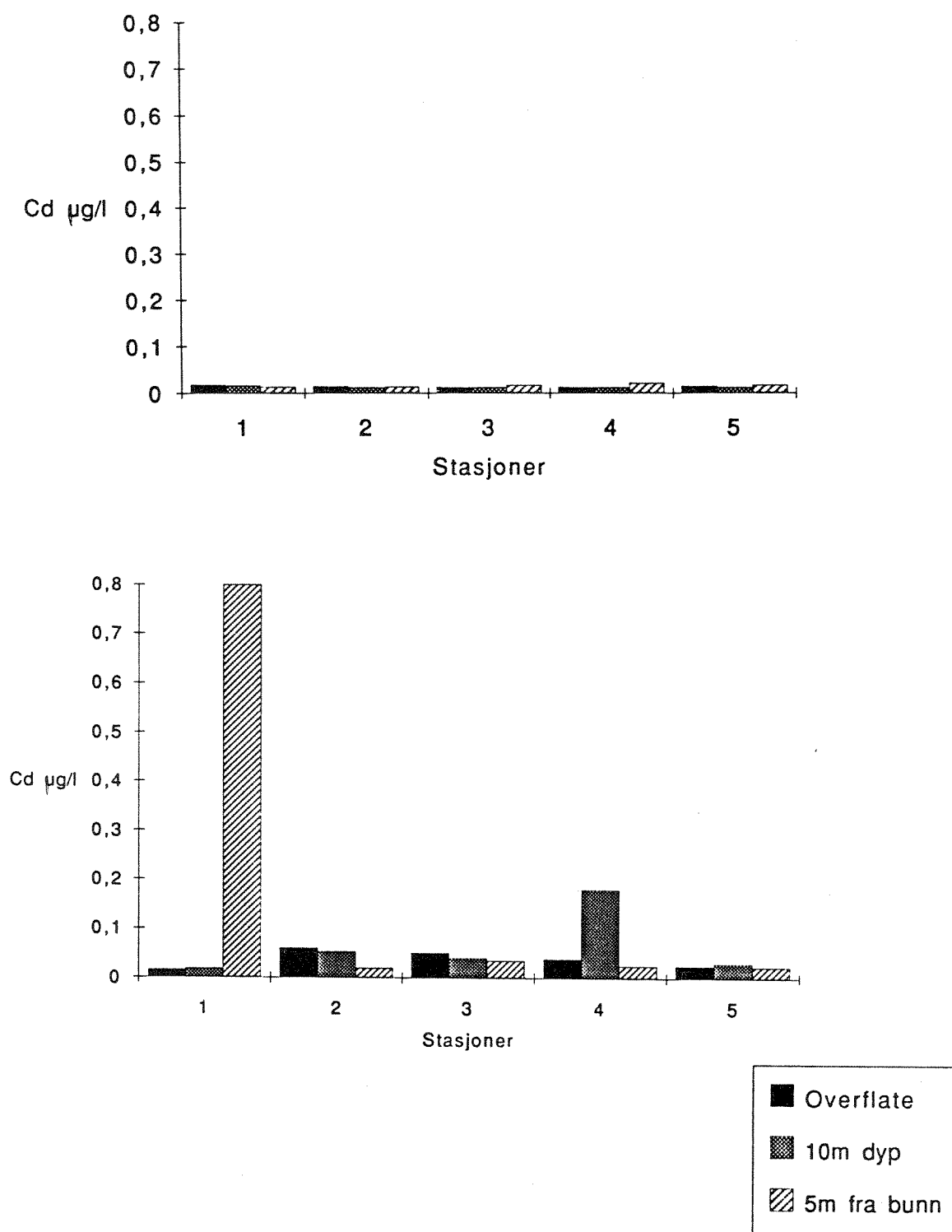
Kadmium (Cd)

I juni var det små eller ingen variasjoner i konsentrasjonen utover i fjorden (figur 11). Maksimumsverdien var på 0.022 µg/l som er innenfor normalnivået for uforurenset sjøvann. I oktober ble det registrert en økning til over normalnivået i store deler av fjorden. Spesielt var økningen stor på stasjon 1 og 4 hvor henholdsvis bunnvannet og vannet 10m fra overflaten viste 0.8 og 0.18 µg/l. I gjennomsnitt var det en ca. 6 ganger økning i kadmiuminnholdet fra juni til oktober.

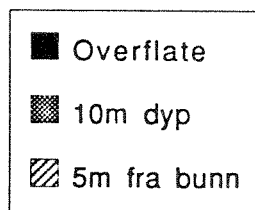
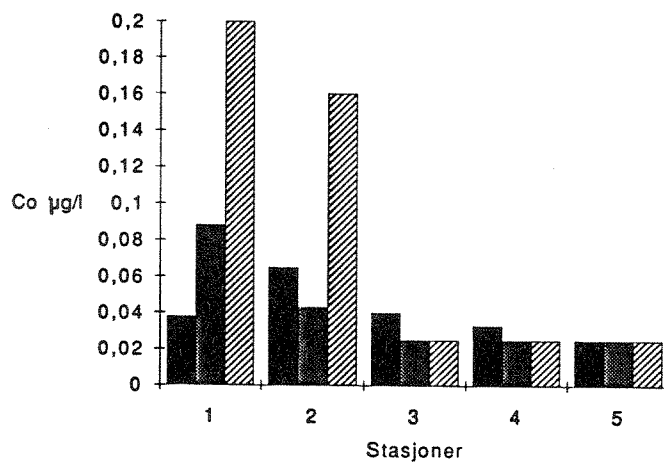
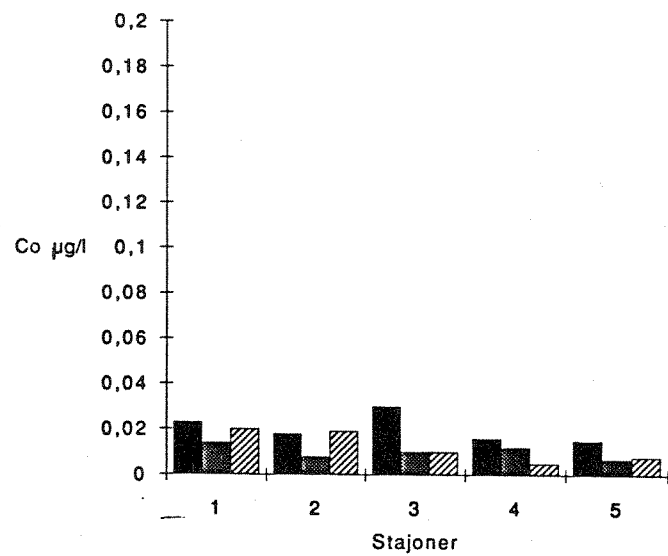
Kobolt (Co)

I juni ble det registrert en svak reduksjon i konsentrasjonen utover i fjorden. Alle verdiene lå innenfor normalen på 0.04 µg/l. I oktober ble det registrert en konsentrasjonsøkning på alle stasjonene (figur 12). I gjennomsnitt økte konsentrasjonen av kobolt med en faktor på 4 fra juni til oktober. Høyest var økningen innerst i fjorden med maksimum i overflatevannet på stasjonen utenfor Fornesodden. Som for nikkel var bunnvannet på stasjon 1 og 2 markert forhøyet i forhold til i juni, med en konsentrasjon på 0.2 µg/l. Det var en klar avstandsgradient fra Fornesodden med avtagende verdier utover fjorden. Ballangfjorden hadde altså en overkonsentrasjon av kobolt innerst i fjorden i oktober.

Analysene viste at metallkonsentrasjonene i sjøvannet var tilnærmet normale i Ballangfjorden i juni. Kobber, sink og bly var noe forhøyet som følge av tilførselen fra gruveavgangen fra Bjørkåsen Gruver. I oktober var de fleste analyserte metallene i overkonsentrasjon. Dette har klar sammenheng med gruvedriften ved Nikkel og Olivin A/S. Analysene viser at det er de samme metallene som viste en markert økning i Arneselva fra juni til oktober, som også økte i konsentrasjon i fjorden i samme tidsrom. Økningen var størst av metallene sink, kobolt og nikkel. Kobber viste også en konsentrasjonsøkning i Arneselva. Denne økningen ble ikke observert i fjorden. Nikkel er mer mobilt i saltvann enn kobber og kobolt (Mance og Yates, 1984). Deponiet ved Fornesodden er altså en langt større potensiell kilde for metaller til Ballangfjorden, enn deponert gruveavgang fra Bjørkåsen.



Figur 11. Kadmium i sjøvann målt i juni (øvre plott) og oktober (nedre plott) 1989 i overflaten, ved 10 m dyp og nær bunnen i Ballangfjorden.



Figur 12. Kobolt i sjøvann målt i juni (øvre plott) og oktober (nedre plott) 1989 i overflaten, ved 10 m dyp og nær bunnen i Ballangfjorden.

6.2. Bunnsedimenter

Innholdet av kobber, sink, bly, kadmium og arsen i overflate-sedimentene viste forhøyede konsentrasjoner innerst i fjorden som avtar utover i fjorden. Innholdet av nikkel, kobolt og krom var tilnærmet normalt i hele fjorden. De høyeste verdiene av disse metallene var også innerst i fjorden.

Vertikalfordelingen av metallene i sedimentene viste økende konsentrasjoner nedover i sedimentet.

Dette viser at tilførselen av metaller til fjorden fra driften ved Bjørkåsen Gruver var større i de årene gruva var i drift enn i dag. Driften ved Nikkel og Olivin A/S hadde ikke påvirket bunnsedimentene i Ballangfjorden i juni 1989.

Alle data finnes i vedlegget.

Det ble samlet inn sedimentkjerner på 13 stasjoner i Ballangfjorden samt på 1 stasjon i Ofotfjorden som referanse (figur 3). Prøvetaking av sedimenter ble utført i juni, dvs. før eventuelle virkninger fra driften ved Nikkel og Olivin A/S ville gi utslag i sedimentene. Sedimentkjernene ble gitt en visuell beskrivelse slik tabell 3 viser.

Tabell 3. Stasjon- og sedimentkjerneoversikt

Stasjon	Vanddyb (m)	Kjerne lengde (cm)	Ant.snitt (a 2cm)	Kommentarer
1	18	12	5	Siltig leire, oransje topplag gikk over i svart. Metallaktig lukt, glinsende metallpartikler.
2	18	15	5	Som stasjon 1
3	32	8.5	4	Sandig leire, oransje topplag gikk over i svart og videre grått. Børstemarker.
4	21	10.5	5	Som stasjon 3. I tillegg endel skallfragmenter.

5	9	10	5	Leire med skjellsand, brunt topplag som gikk over i svart.
6	96	11.5	5	Sandig leire med skjellsand. Brunt til grønt topplag gikk over i grått.
7	29	10	5	Siltig sand med en del skallfragmenter og grus. Brunt til grønt topplag gikk over i grått.
8	58	7	3 + 6-7cm	Siltig leire. Brunt til grønt topplag gikk over i grått.
9	143	13.5	5	Leire, noe siltig. Brunt til grønt topplag gikk over i grått. Skallfragmenter mot bunn av kjernen.
10	103	17.5	5	Som stasjon 9.
11	100	14	5	Leire, noe sandig. Ellers som stasjon 10.
12	123	10	5	Leire, noe siltig. Brunt til grønt topplag gikk over i lys grå. Børstemarket.
13	118	11	5	Som stasjon 12. I tillegg noe bioturbert de øvre 2-3cm.
14	451	40	7	Leire, homogen. Brunt topplag ellers grå. Noe bioturbert i de øvre 5cm.

Sedimentene på alle stasjonene i Ballangfjorden var svært harde og kompakte. Selv med full tyngdebelastning på sedimentprøvetakeren var det ikke mulig å få tatt kjerner på over 10-20cm lengde. På stasjon 14 i Ofotfjorden, var sedimentet bløtere.

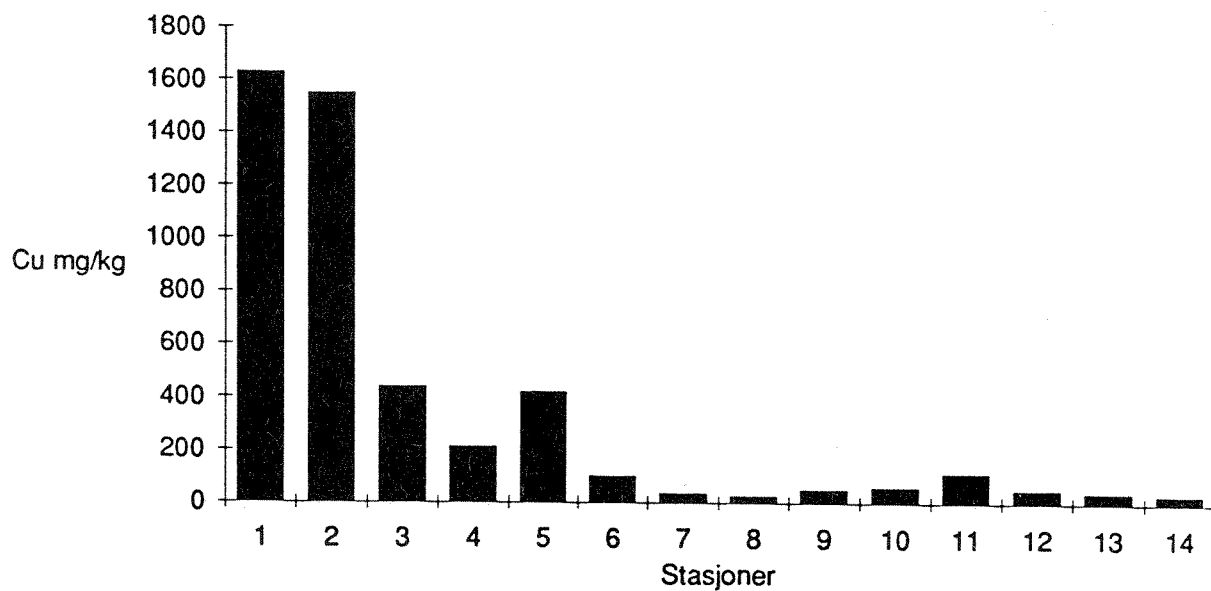
70 sedimentprøver ble analysert for metallene kobber, bly, sink, kadmium, kobolt, nikkel og krom. I tillegg ble det analysert for arsen på 13 stasjoner i overflatesedimentet (0-2cm).

Metallinnholdet i overflatesedimentene fordelte seg i to grupper etter to forskjellige fordelingsmønstre. Den ene gruppen som omfattet kobber, sink, bly, kadmium og arsen hadde tilnærmet samme opptreden i overflatesedimentene, dette vises av figur 13 til 17. Stasjon 1 og 2 skilte seg fra de øvrige stasjonene med markert høyere metallverdier. Maksimumsverdiene for metallene ble observert på stasjon 1, med unntak for arsen som hadde høyeste verdi på stasjon 2. Maksimumsverdiene for metallene var som følger:

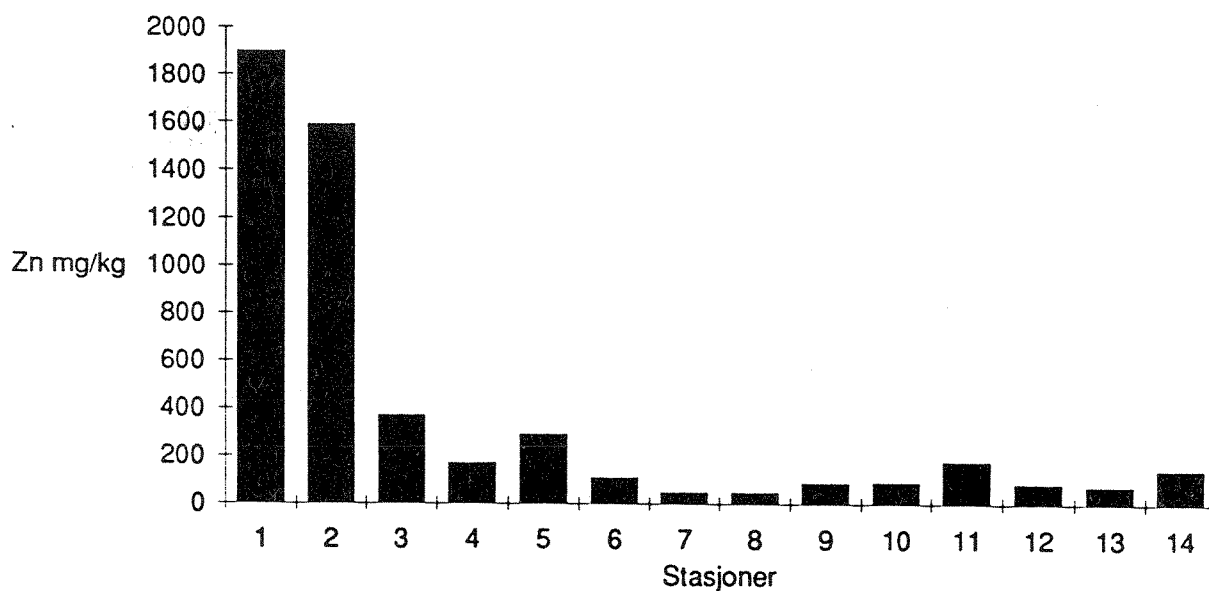
Metall	Cu mg/kg	Zn mg/kg	Pb mg/kg	Cd mg/kg	As mg/kg
Maks verdi	1630	1900	790	2.16	115
Antatt normalt nivå	30-70	70-150	10-50	0.1-0.2	12

Analysene viser at alle metallkonsentrasjonene ligger over antatt bakgrunnsnivå for marine sedimenter. De høye verdiene skyldes at sedimentene i stor grad består av gruveavgang fra virksomheten ved Bjørkåsen. Med utgangspunkt i metallkonsentrasjonene ser det ut til at gruveavgangen har satt sitt preg på sedimentene helt ut til stasjon 5, nord for Fornesodden. Fra stasjon 6, dvs. nord for linjen Balsnes - Arnes og videre utover i fjorden var metallkonsentrasjonene ned mot antatt normalnivå. Generelt var det en nedgang i konsentrasjonene fra innerst til ytterst i fjorden.

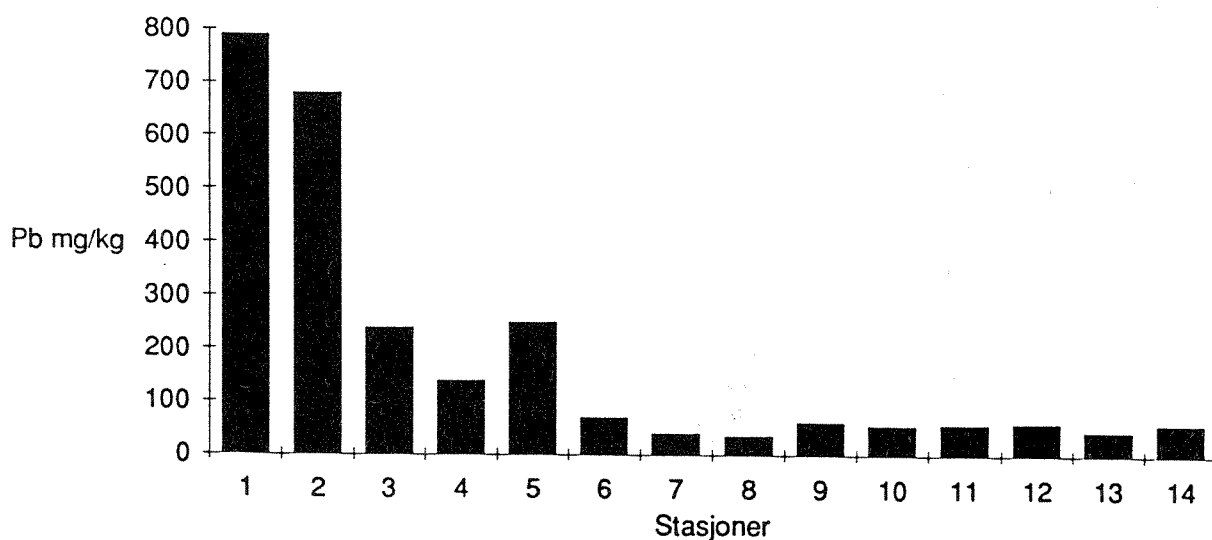
Den andre gruppen av metaller bestod av nikkel, kobolt og krom. Nikkel var det eneste metallet i gruppen som viste verdier over bakgrunnsnivå av særlig grad. Konsentrasjonen av nikkel, kobolt og krom var likevel relativt sett høye på stasjon 1 og 2. Istedenfor å avta jevt utover i fjorden som metallene i første gruppe, økte konsentrasjonen fra stasjon 7, og nådde et maksimum på stasjon 14. Høyeste verdi for nikkel og kobolt ble registrert på stasjon 1, mens for krom var



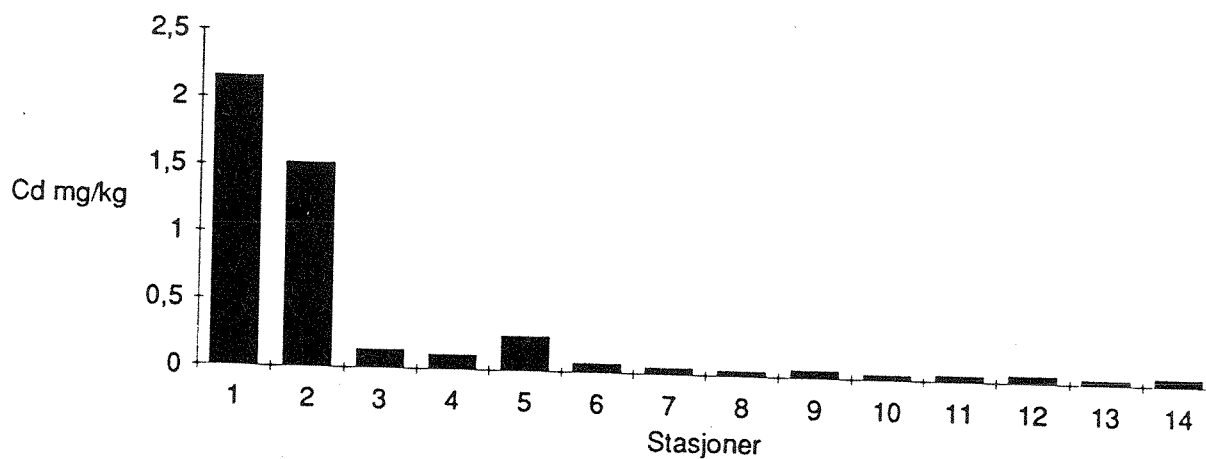
Figur 13. Innhold av kobber i overflatesediment (0 - 2 cm) fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.



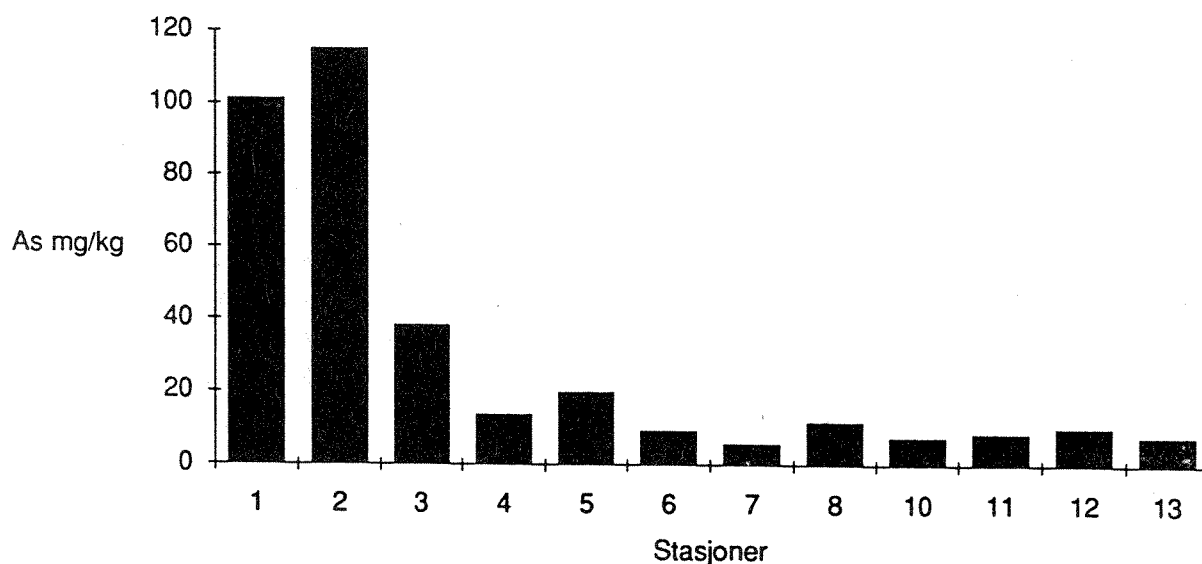
Figur 14. Innhold av sink i overflatesediment (0 - 2 cm) fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.



Figur 15. Innhold av bly i overflatesediment (0 - 2 cm) fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.



Figur 16. Innhold av kadmium i overflatesediment (0 - 2 cm) fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.



Figur 17. Innhold av arsen i overflatesediment (0 - 2 cm) fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.

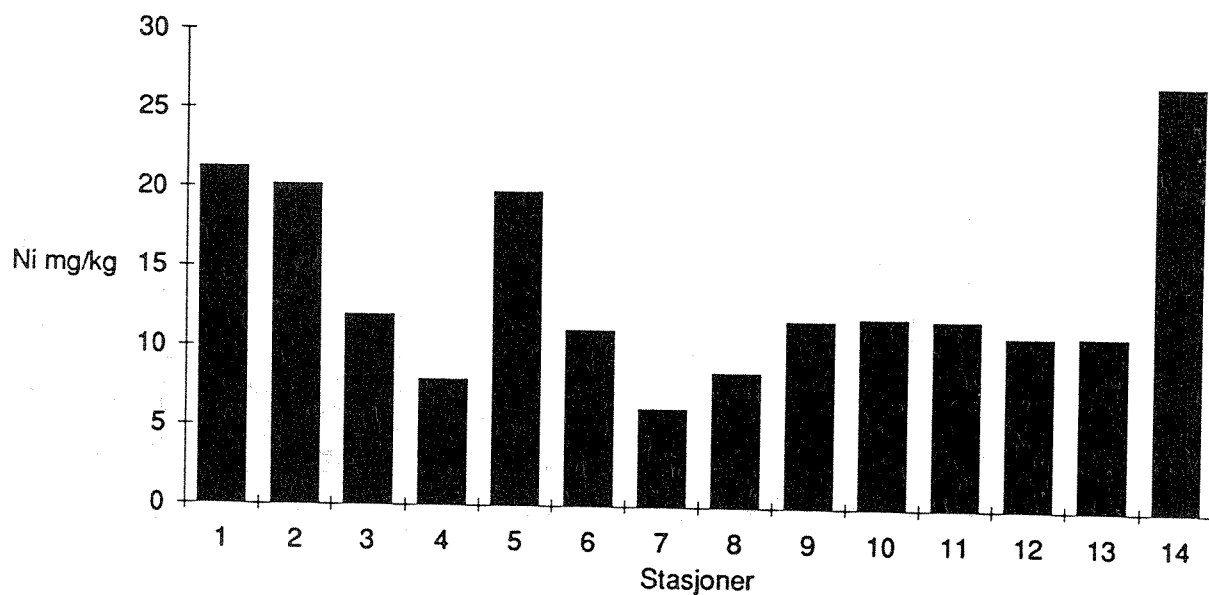
høyeste verdi på stasjon 2. Laveste verdi var på stasjon 7 for alle tre metallene. Maksimumsverdien ble registrert på stasjon 14, referansestasjonen i Ofotfjorden. Variasjonene i verdiene kan sees i figur 18 til 20. De hittil omtalte verdier var som følger:

Metall	Ni mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg
Maks verdi indre fjord	21.3	21.3	40.3
Min. verdi (= st.7)	6.19	2.00	9.98
Maks verdi (=st.14)	26.9	21.9	45.7
Antatt normalt nivå	~10	10-20	30-80

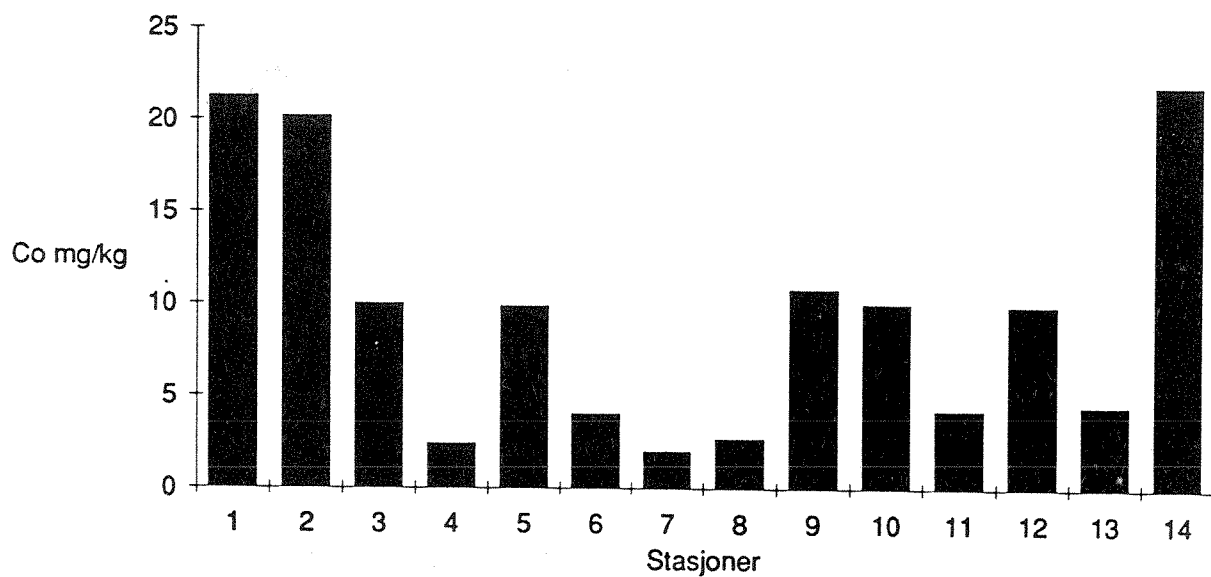
Årsaken til de relativt høye verdiene innerst i fjorden skyldes det store innslaget av gruveavgang, dvs. kilden er den samme som for metallene i første gruppe.

Normalt vil metallkonsentrasjonene i sedimentene avta med avstanden fra kilden, hvilket det tydelig gjør for metallene i første gruppe. Metallkonsentrasjonene i sedimentene styres av flere faktorer, bl.a.

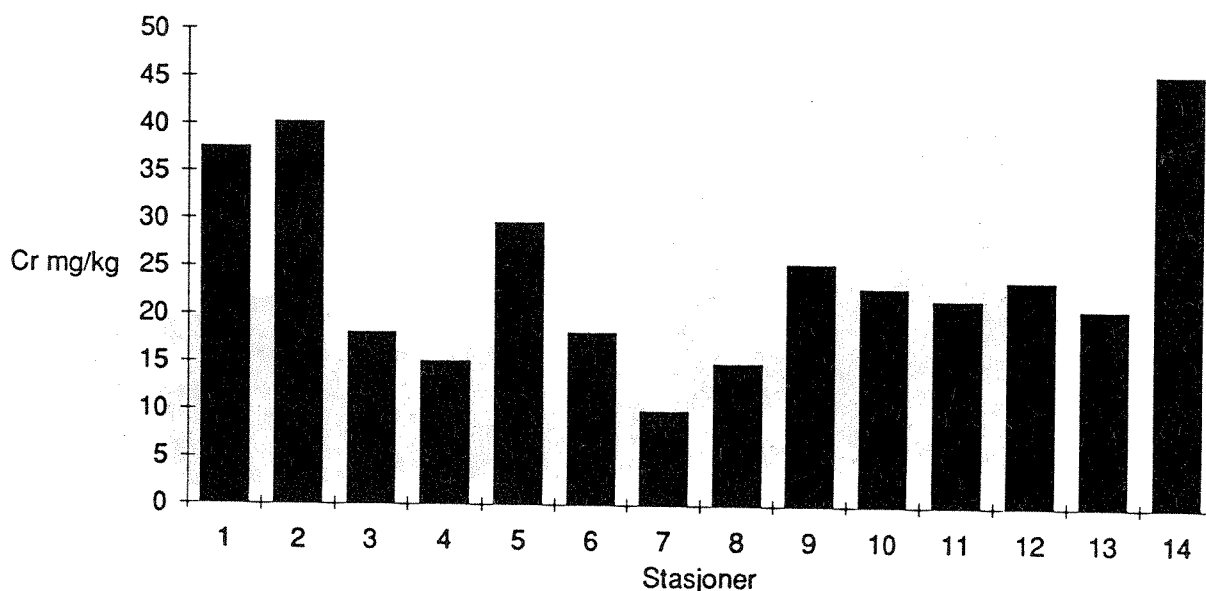
av hvor grovkornet eller finkornet sedimentet er. Grovkornete sedimenter har gjerne lavere metallkonsentrasjoner enn finkornete, fordi metallene har tendens til å knytte seg til små partikler. Normalt vil kornstørrelsen på sedimentene avta utover i fjorden. Tabell 3 viser at dette også er tilfelle i Ballangfjorden. Sedimentene på stasjon 9 og utover hadde generelt et større leireinnhold enn sedimentene lenger inn i fjorden. Økende leireinnhold i sedimentene kan altså være en av forklaringene på de økende verdiene for nikkel, kobolt og krom utover i fjorden, med maksimum på stasjon 14 i Ofotfjorden som hadde det mest finkornete sedimentet. Kornstørrelsen kan forklare den innbyrdes variasjonen mellom stasjon 7 til 14, men den generelle konsentrasjonsøkningen fra stasjon 7 og utover tyder på ytterligere en kilde for tilførsel av nikkel, kobolt og krom til fjorden.



Figur 18. Innhold av nikkel i overflatesediment (0 - 2 cm) fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.



Figur 19. Innhold av kobolt i overflatesediment fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.



Figur 20. Innhold av krom i overflatesediment fra innerst (st. 1) til ytterst (st. 14) i Ballangfjorden.

Ser vi på vertikalfordelingen av nikkel, kobolt og krom i sedimentene på stasjon 14 var de som følger:

Stasjon 14.	Ni mg/kg	Co mg/kg	Cr mg/kg
0-2 cm	26.9	21.9	45.7
2-4 "	28.0	23.0	49.0
4-6 "	27.9	22.9	48.8
6-8 "	29.0	24.0	50.0
8-10 "	27.9	22.9	48.9
18-20 "	28.0	23.0	50.0
38-40 "	27.8	23.8	48.7

Analysene viser at verdiene var tilnærmet konstante helt ned til 40cm dyp. Antar vi at sedimentasjonshastigheten i Ofotfjorden er ~2mm/år representerer dette dypet sediment avsatt for ca. 200 år siden. Kilden til nikkel, kobolt og krom i sedimentene må derfor regnes som naturlig.

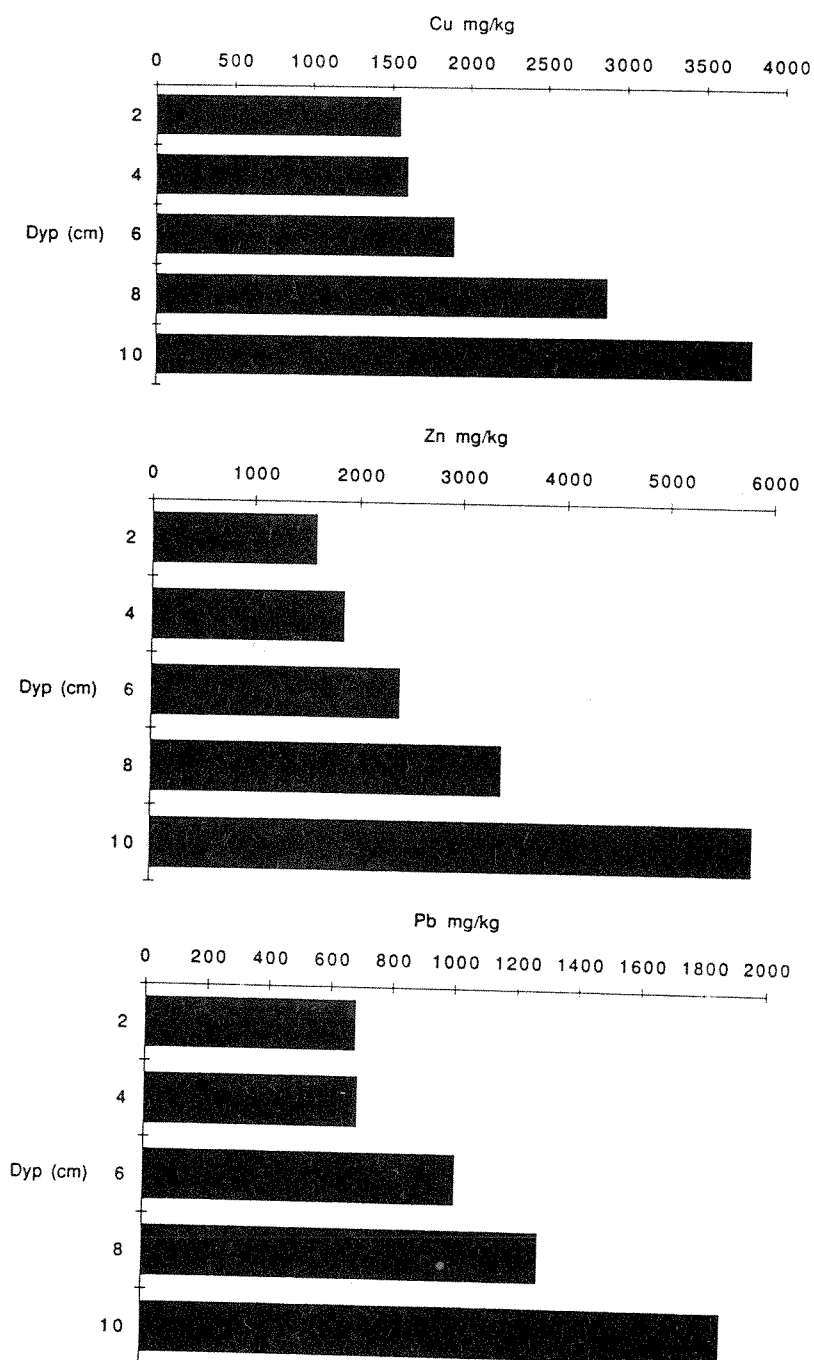
Vertikalfordelingen av metaller lenger inne i fjorden viser et annet forhold. For metallene kobber, sink, bly, nikkel, kobolt og kadmium ble det registrert en konsentrasjonsøkning nedover i sedimentet (figur 21 og 22). Maksimumsverdien på stasjon 2 ble registrert på 10cm dyp i sedimentet for alle disse metallene. Dette viser som forventet at metallbelastningen innerst i fjorden var større for endel år siden mens gruvedriften ved Bjørkåsen var i gang, og at den har avtatt de senere årene.

Sammenholder vi maksimumsverdiene fra stasjon 2 på 10cm dyp med antatte normalnivåer, ser vi at alle metallene var i stor overkonsentrasjon. Som eksempel var kobberbelastningen redusert fra ca. 50 til 20 ganger, og tilsvarende for bly fra ca. 40 til 10 ganger over antatt normalnivå, gjennom de årene 10cm av sedimentet representerer. Krom skiller seg fra de øvrige ved en reduksjon i konsentrasjonen nedover i sedimentet (figur 23). Krom forekommer heller ikke i overkonsentrasjon slik de andre metallene gjør. Konsentrasjonsreduksjonen kan skyldes at kilden til krom er en annen enn gruveavgangen fra Bjørkåsen.

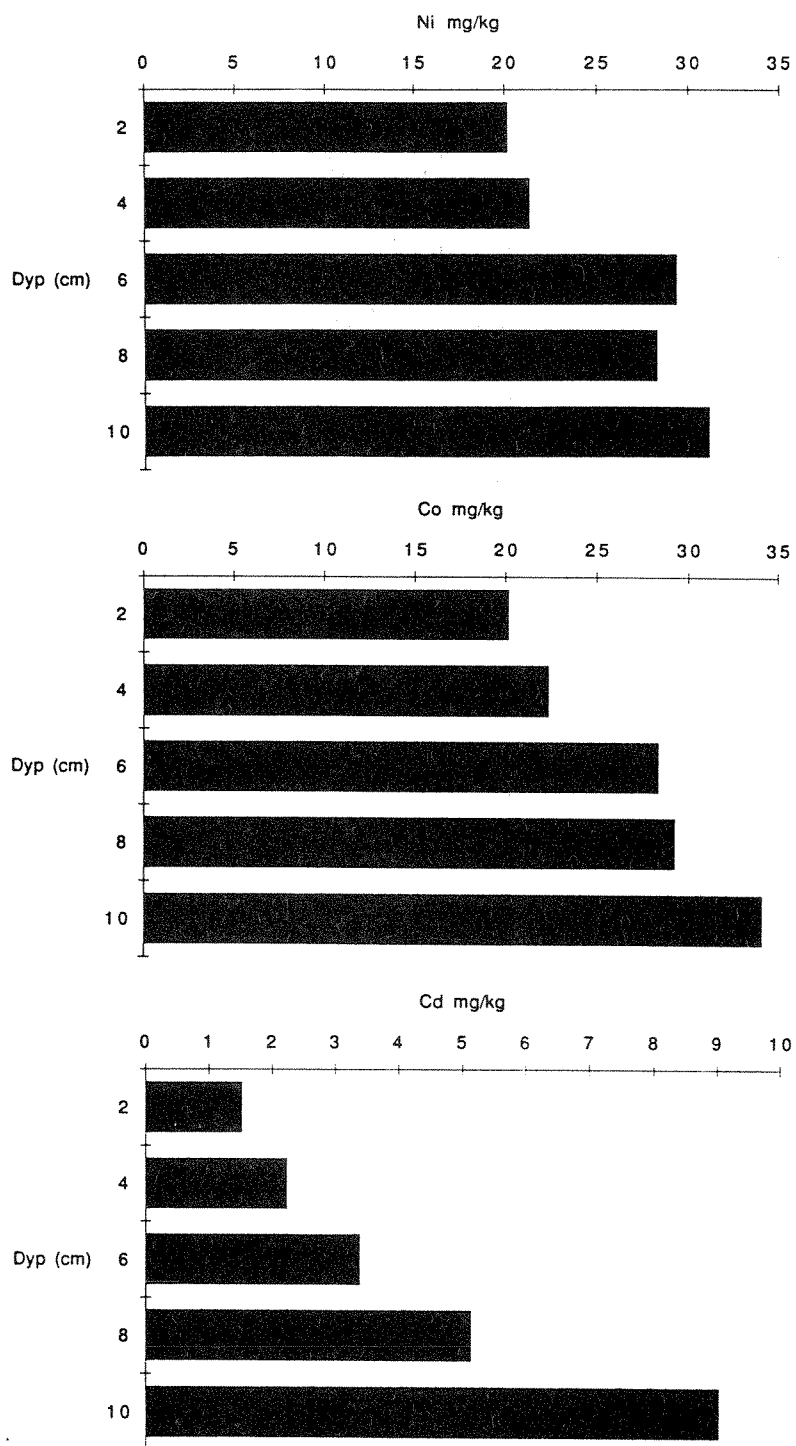
Ser vi til sammenligning på fordelingen av eksempelvis kobber og bly på en stasjon lenger ut i fjorden (st. 10), viser analysene en reduksjon i konsentrasjonen med sedimentdypet (figur 24). Den sterkt metallforurensede horisonten ligger altså høyere i sedimentet lenger utover i fjorden. Dette kan ha sammenheng med en generell økning i sedimentasjonshastigheten innover i fjorden. Dvs. at indre deler av fjorden mottar større mengder sediment per tidsenhet enn de ytre delene.

Når indre deler av fjorden selv 25 år etter avsluttet drift ved Bjørkåsen Gruver har forhøyede metallverdier i overflatesedimentene, viser det at det stadig foregår en transport av gruveavgang utover i fjorden.

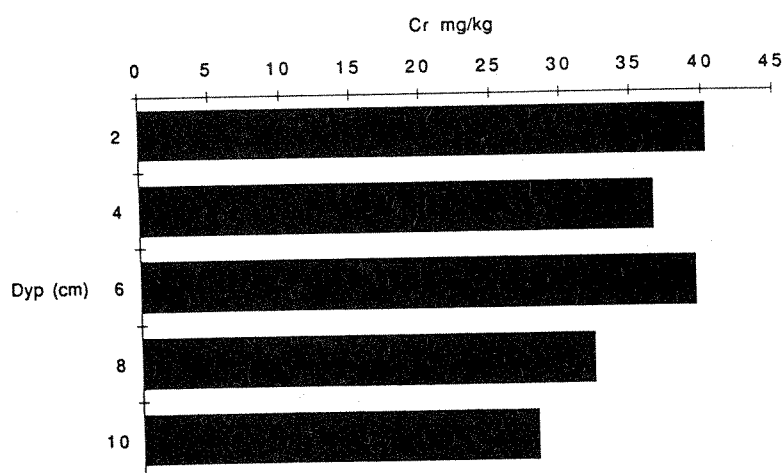
Aktiviteten ved Nikkel og Olivin A/S ble registrert i sjøvannprøvene (jfr. pkt. 6.1.2), men ikke i sedimentprøvene. Det skyldes at prøver av sjøvann gir et øyeblikksbilde av situasjonen, mens det tar en tid før det avsettes nok sediment til at eventuelle forandringer kan detekteres. Hvis f.eks. sedimentasjonshastigheten innerst i fjorden er ~4mm/år vil det ta 2 - 3 år før eventuelle forandringer kan registreres i den øvre 1cm av sedimentene.



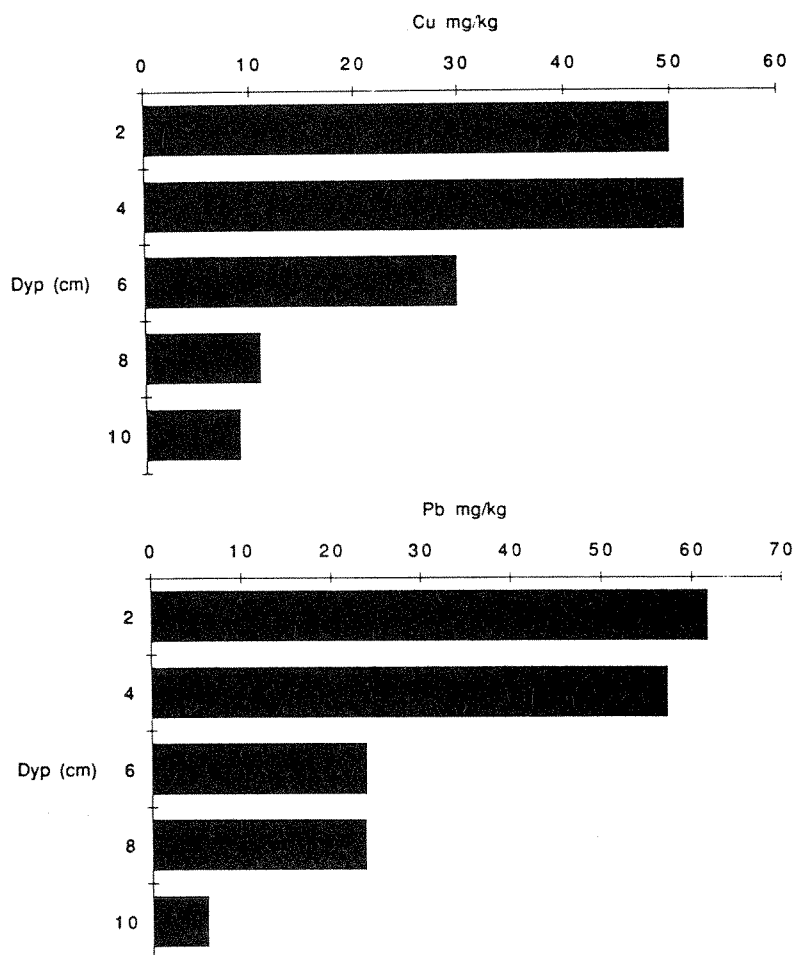
Figur 21. Vertikalfordeling av kobber, sink og bly i sediment fra stasjon 2 i Ballangfjorden.



Figur 22. Vertikalfordeling av nikkel, kobolt og kadmium i sediment fra stasjon 2 i Ballangfjorden.



Figur 23. Vertikalfordeling av krom i sediment fra stasjon 2 i Ballangfjorden.



Figur 24. Vertikalfordeling av kobber og bly på stasjon 10 i Ballangfjorden.

6.3 Bløtbunnfauna

På den innerste stasjonen (stasjon 1) var artsmangfoldet lavt. Forurensningstolerante arter dominerte. På stasjon 2 tydet artsmangfoldet på en moderat påvirkning. Kopperkonsentrasjonen på stasjon 2 og særlig stasjon 1 lå betydelig høyere enn de verdier som kan gi skadevirkninger, og kan alene forklare påvirkningen av faunaen i indre del av Ballangen.

Opplysninger om dyp og sedimenttype er gitt i Tab. 3.

Faunaresultatene er behandlet både for hver enkelt grabb og stasjonsvis. Ved å behandle dataene fra de enkelte grabbprøver hver for seg, kan forskjeller mellom stasjonene påvises med større sikkerhet. Tab. 2 viser verdiene for de viktigste faunaparametrene for hver enkelt grabb og for hver stasjon samlet.

Artsmangfoldet avhenger av artsantallet og hvordan individmengden er fordelt blant artene. Mange arter og jevn fordeling blant artene betyr høyt artsmangfold. Omvendt gir lavt artsantall og dominerende individantall hos en eller få arter lavt artsmangfold. Artsmangfoldet går ned ved forurensningspåvirkning, mens det holder seg høyt ved naturlige, upåvirkete forhold.

Artsmangfoldet kan defineres som artsantall som funksjon av det totale individantallet i prøven. På Fig. 25 er artsantall plottet mot individantall i en grafisk framstilling for klassifisering av artsmangfold. Moderat eller lavere artsmangfold tyder på dårlig miljøtilstand (Rygg 1984a).

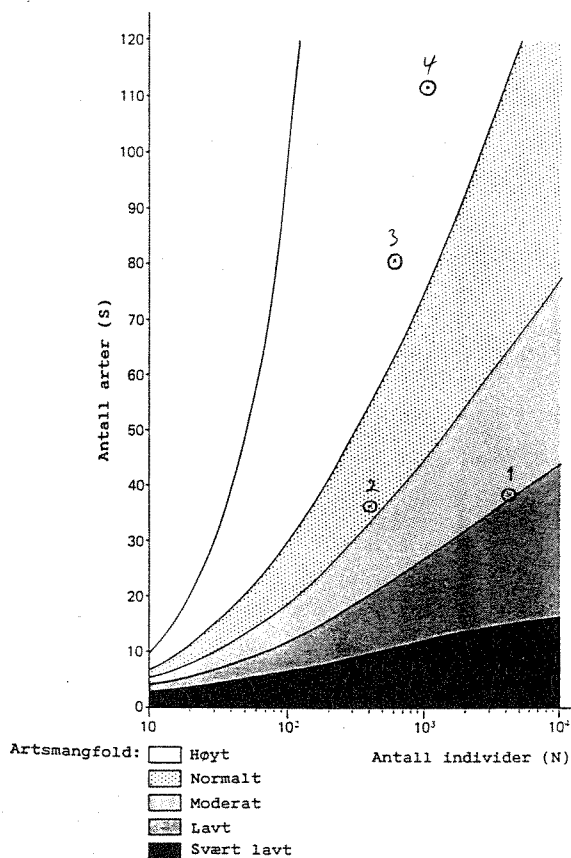
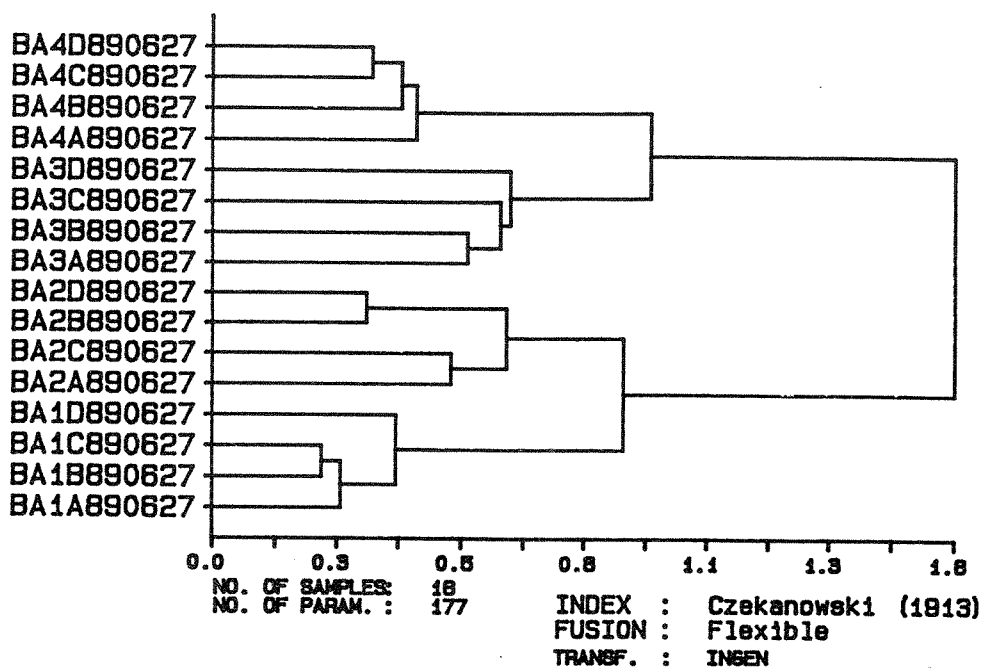


Fig. 25. Klassifikasjon av artsmangfold.

Vedlegg I og II viser artslistene og artenes individantall for hver grabbprøve og for hver stasjon samlet.

Det er gjort analyser av likheten mellom de enkelte grabber på hver stasjon og mellom grabber fra ulike stasjoner.

Likhetsanalysene er utført ved å beregne likhetsindeks for alle par av grabber, basert på prosent felles arter. Deretter er grabbene gruppert ved clusteranalyse for å få fram grupper med høy indre likhet. Resultatene presenteres i dendrogram (Fig. 26). Dendrogrammet viser grupperinger av innbyrdes like prøver. De mest like prøvene grupperes tidligst sammen i dendrogrammet, dvs. lengst til venstre.



Figur 26. Clusteranalyse av grabbprøver. Første siffer i kodene langs den lodrette akse angir stasjonsnummer. Bokstaven angir grabb A til D på vedkommende stasjon. Skalaen langs den vannrette akse viser grad av ulikhet.

Resultatene av clusteranalysene viser følgende:

Det var to hovedgrupper av stasjoner. Den første utgjøres av stasjon 1 og 2. Den andre utgjøres av stasjon 3 og 4. Innefor hovedgruppene var det egne undergrupper representert ved de enkelte stasjonene. Det var mye større likhet mellom grabbprøver fra samme stasjon enn mellom grabbprøver fra forskjellige stasjoner. Dette viser at hver enkelt grabbprøve er representativ for stasjonen og at det er reelle ulikheter mellom stasjonene. Hver stasjon viste tydelig egenart.

Tab. 4. Verdier for kobber i sedimentet, artsantall, individantall og artsmangfold for hver stasjon og for hver enkelt grabb.

Sta- sjon	Dyp (m)	Areal (m ²)	Cu mg/kg	S	N	N/m ²	H log2	ESn n=100
1	17	0.4	1630	38	4218	10545	2.58	11.88
2	32	0.4	440	36	403	1008	2.95	16.93
3	70	0.4	100	80	632	1580	3.47	30.75
4	122	0.4	50	111	1032	2580	5.33	39.57
Totalt artsantall:				177				

Stasjon Grabb	S	N	H log2
1 A	23	835	2.36
1 B	20	1068	2.34
1 C	27	1358	2.47
1 D	24	957	2.63
2 A	16	86	2.63
2 B	14	75	2.63
2 C	17	123	2.98
2 D	16	120	2.57
3 A	39	144	3.78
3 B	32	152	2.62
3 C	28	157	2.63
3 D	34	179	3.02
4 A	65	279	5.12
4 B	53	250	4.57
4 C	60	268	4.81
4 D	56	235	5.07

S=Artsantall
 N=Individantall
 H=Artsmangfold
 ESn=Artsmangfold
 (forventet arts-
 antall blant n
 individer)

Det lave artsmangfoldet på stasjon 1 indikerer en markert forurensningspåvirkning. Også artssammensetningen var typisk for en belastet lokalitet. De fleste artene på stasjon 1 er kjent for å være forurensningstolerante (Rygg 1986). På stasjon 2 tyder artsmangfoldet på en moderat påvirkning. Også der var mange av artene forurensningstolerante arter. Faunaen på stasjon 2 lignet mer på faunaen på stasjon 1 enn på faunaen på de ytre stasjonene 3 og 4.

Stasjon 3 og 4 viste mye høyere artsantall og artsmangfold og kan klassifiseres som upåvirkete. Faunaen på stasjon 4 var til og med svært rik, med hele 111 arter og et høyt artsmangfold. Det var innslag av mange arter som er kjent for ikke å tåle noen betydelig forurensningsbelastning. Clusteranalysen viste at stasjon 3 lignet mer på stasjon 4 enn på de to indre stasjonene.

Det var en markert negativ sammenheng mellom sedimentets kopperkonsentrasjon og artsmangfoldet (Fig. 27). Undersøkelser i andre fjorder har vist at forhøyede kopperkonsentrasjoner fører til nedsatt artsmangfold (Rygg 1984b). Kopperkonsentrasjonen på stasjon 2 og særlig stasjon 1 lå betydelig høyere enn de verdier som er vist å kunne gi skadevirkninger, og kan alene forklare påvirkningen av faunaen i indre del av Ballangen.

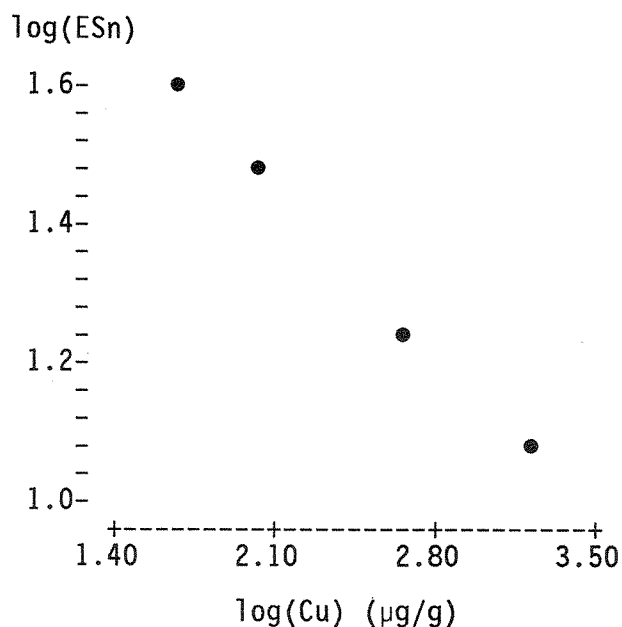


Fig. 27. Sammenheng mellom artsmangfold og kopperkonsentrasjon i sedimentet i Ballangen.

6.4 Metaller i tang

Innholdet av kobber i griselang var opptil dobbelt så høyt som antatt høyt normalnivå. Verdiene av kobber, sink og bly var høyere innerst i fjorden sammenlignet med stasjoner lenger ute. Dette må antas å ha sammenheng med gruveavgangen fra Bjørkåsen som ligger deponert innerst i fjorden. Griselang utenfor Fornesodden hadde høyere verdier av nikkel, kobolt og krom sammenlignet med andre deler av fjorden. Dette må tilskrives påvirkning fra deponiet til Nikkel og Olivin A/S.

Alle data finnes i vedlegget.

Det ble samlet inn griselang fra 6 stasjoner langs Ballangfjorden (figur 4). I alt 6 prøver ble analysert for metallene kobber, sink, bly, kadmium, nikkel, krom og kobolt.

De høyeste metallverdiene ble registrert innerst i fjorden, og avtok relativt jevnt utover i fjorden. Maksimumsverdiene for metallene var som følger:

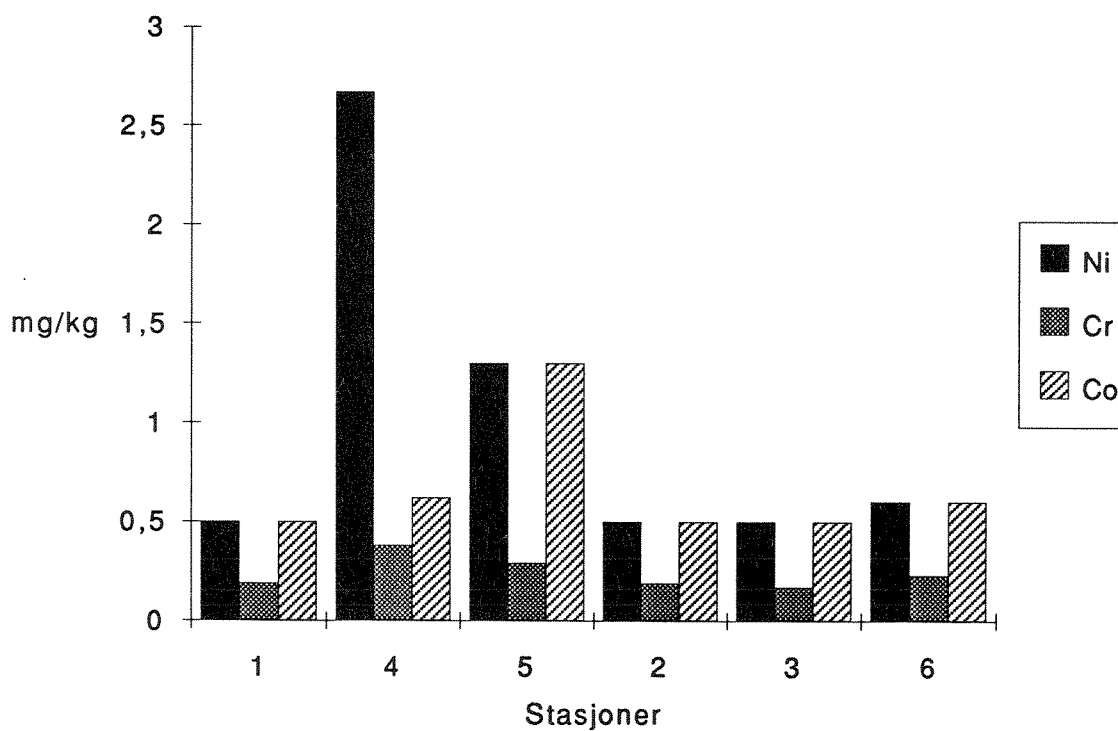
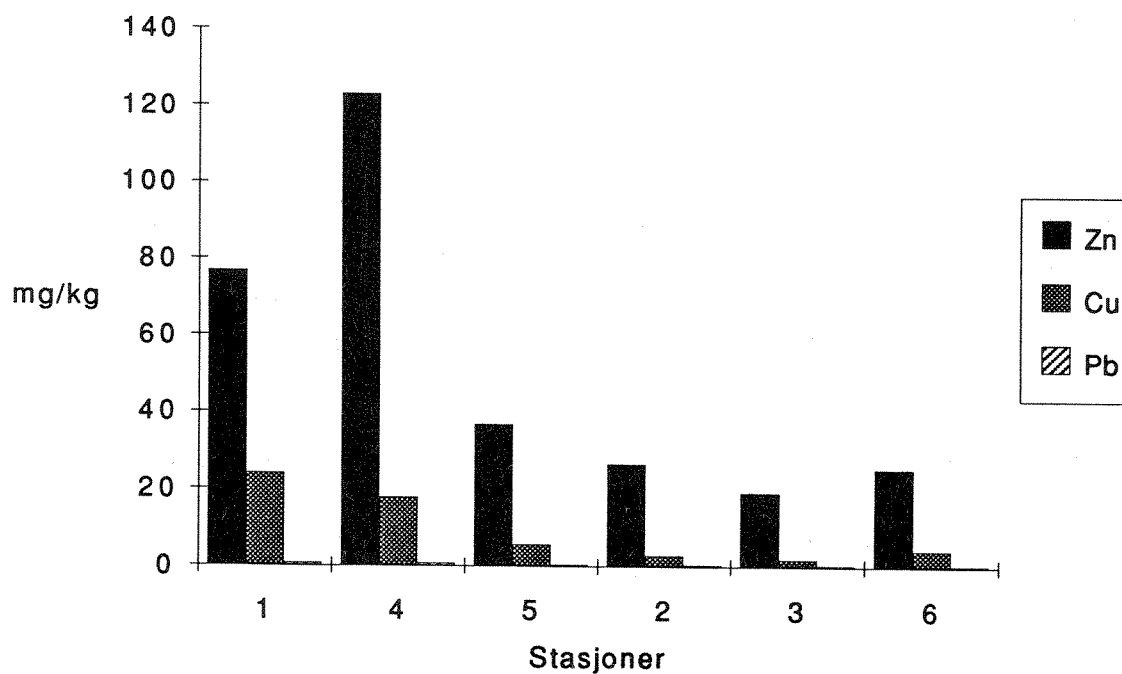
Metall	mg/kg tørrvekt						
	Cu	Zn	Pb	Ni	Cd	Co	Cr
Maxverdi	24.0	123	0.75	2.67	0.13	0.62	0.38
Antatt høyt bakgr. nivå*	10	200	3	10	1.5	2	2

*Etter Knutzen og Skei, 1990.

Analysene viste at kobber var det eneste metallet som forekom i overkonsentrasjon i forhold til et antatt høyt bakgrunnsnivå.

Kobberkonsentrasjonen var høyest på stasjon 1 og 4 innerst i fjorden. Her var verdiene opptil dobbelt så høye som bakgrunnsnivået. De høyeste verdiene av sink, bly, nikkel, krom og kobolt ble også registrert innerst i fjorden (figur 28). Kadmiuminnholdet var imidlertid relativt konstant.

Opptak av metaller i tang er avhengig av flere faktorer som salinitet, temperatur, lystilgang, hvilken tilstandsform metallet foreligger i og konsentrasjonen av metallene. Opptaket varierer også fra art til art og mellom de forskjellige metallene. For griselang har det vist seg at opptaket av sink er proporsjonalt med konsentrasjonen, opp til et visst nivå (<100µg Zn/l) (Skipnes et al., 1975). En annen undersøkelse



Figur 28. Innholdet av sink, kobber, bly, nikkel, krom og kobolt i grisetang fra Ballangfjorden 1989. (Konsentrasjonene er beregnet på tørrvektsbasis).

har vist at forskjellige metaller tas opp i grisetang med ulik hastighet. Bly viste særlig raskt opptak og utskillelse i forhold til nikkel, kobber og kobolt. Opptaket av nikkel skjedde imidlertid hurtigere enn opptaket av kobber og kobolt (Grimnes, 1982).

De høye verdiene av kobber, sink og bly innerst i fjorden (st. 1 og 4), sammenlignet med verdier lenger ute, synes derfor å ha klar sammenheng med gruveavgangen fra Bjørkåsen Gruver. Resultatene er i overensstemmelse med de tilsvarende høye verdiene som ble registrert i sjøvannet og sedimentene i dette området.

Stasjon 4 og 5 som ligger sør og nord for Fornesodden hadde også relativt høye verdier av nikkel, kobolt og krom sammenlignet med andre deler av fjorden. Dette må tilskrives påvirkning fra deponiet til Nikkel og Olivin A/S. Stasjon 4 ligger nærmest deponiet og hadde den høyeste konsentrasjonen av nikkel. Konsentrasjonen av nikkel i sjøvann var også som forventet størst nærmest deponiet (jfr. kap. 6.1).

7. REFERANSER

Danielson, L-G., Magnusson, B og Westerlund, S., 1982. An improved metal extraction procedure for the determination of trace metals in sea water by atomic absorption spectrometry with electrothermal atomization. *Anal. Chim. Acta*, 98, 47-57.

Foslie, S., 1922. Raana novitfelt. Differentiation ved "squeezing". Årbok for 1920 og 21. *Norges Geologiske Undersøkelser*, 87, 44 s.

Foslie, S., 1926. Norges Svovelkisforekomster. *Norges Geologiske Undersøkelser*, 127, 114-117.

Grimnes, S., 1982. Opptak og innhold av tungmetallene Cu, Ni, Pb og Co i Ascophyllum nodosum (L) Le Jolis. Hovedfagsoppgave i marin botanikk ved Universitetet i Oslo, 149s.

Hatakeyama, S., 1989. Effect of copper and zinc on the growth and emergence of Epeorus latifolium (Ephemeroptera) in an indoor model stream. *Hydrobiologia* 174, 17-27.

Henriksen, A., 1976. Tungmetallkonsentrasjoner i små norske innsjøer. NIVA-rapport. B2-20, 55s.

Holtan, H. (red.), 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. Rapport TA-630 fra Statens Forurensningstilsyn

Hurlbert, S.N. 1971. The non-concept of species diversity. *Ecology* 53, 577-586.

Iversen, E.R., Kjevstad, E., Rasmussen, S. og Lindgren, K., 1990. Nikkel og Oliven A/S. Konsekvensanalyse for mineralbryting ved Bruvannsfeltet, Ballangen. Norsk Institutt for Vannforskning og Cowiplan A/S. NIVA-rapport 0-89252, 64 s.

Knutzen, J. og Skei, J., 1990. Kvalitetskriterier for miljøgifter i vann, sedimenter og organismer og foreløpig forslag til klassifikasjon av miljøkvalitet. NIVA-rapport, under utarbeidelse.

Mance, G. og Yates, J., 1984. Proposed environmental quality standards for list II substances in water. Nickel. Tech. Rep. TR 211. Water Research Center, 45s.

Niemistö, L., 1974. A gravity corer for studies of soft sediments. *Havforsningsinst. skr. Helsinki*, 238, 33-38.

Rygg, B. 1984a. Bløtbunnfaunaundersøkelser - et godt verktøy ved marine resipientvurderinger. NIVA-rapport F.481, 29 s.

Rygg, B. 1984b. Økologiske skadevirkninger av kopperforurensning i det marine miljø. *Vann*, 4, 464-474.

Rygg, B. 1986. Miljøkvalitetskriterier for marine områder. Rapport 2. Forurensningsvirkninger på bløtbunnfaunasamfunn. NIVA-rapport 0-8612601, 42 s.

Shannon, C.E. and Weaver W. 1963. *The Mathematical Theory of Communication*. University of Illinois Press, Urbana. 117 s.

Skipnes, O., Roald, T., og Haug, A., 1975. Uptake of zinc and strontium by brown algae. *Physiologia Pl*, 34, 314-320.

DATAVEDLEGG

Stasjonsposisjoner for sedimenter tatt med AP navigator.

STASJON	VANNDYP (m)	BREDDEGRAD	LENGDEGRAD
1	18	68 20.5	16 51.2
2	18	68 20.5	16 51.8
3	32	68 21.1	16 53.4
4	21	68 21.2	16 53.2
5	9	68 21.3	16 56.1
6	96	68 22.1	16 56.1
7	29	68 22.2	16 55.0
8	58	68 23.0	16 55.7
9	143	68 22.8	16 57.5
10	103	68 22.5	16 59.9
11	100	68 23.2	17 00.0
12	123	68 22.6	16 57.6
13	118	68 23.3	16 56.0
14	451	68 24.5	16 56.4

Analyseresultater av målinger utført i ferskvann (Tverrelva og Arneselva) finnes i tabell 1, kap., 6.1.

Innhold av kobber (Cu), bly (Pb), sink (Zn), kadmium (Cd), kobolt (Co), nikkel (Ni) og krom (Cr) i sjøvannprøver tatt i juni og oktober 1989. (0 = prøver tatt 1m under overflaten, I = prøver tatt 10m under overflaten og B = prøver tatt 5m fra bunn).

JUNI MÅLINGER:

Stasjon	µg/l						
	Cu	Pb	Zn	Cd	Co	Ni	Cr
1 0	0.63	0.340	2.67	0.018	0.023	0.33	<2.0
1 I	0.35	0.080	1.76	0.017	0.014	0.26	
1 B	0.72	0.835	2.04	0.014	0.020	0.28	
2 0	0.64	0.185	2.81	0.015	0.018	0.33	
2 I	0.36	0.098	1.55	0.013	0.008	0.25	
2 B	0.70	0.285	1.51	0.014	0.019	0.27	
3 0	0.56	0.173	1.99	0.012	0.030	0.32	
3 I	0.27	0.040	0.80	0.012	0.010	0.24	
3 B	0.29	0.045	0.99	0.017	0.010	0.24	
4 0	0.49	0.098	1.58	0.013	0.016	0.33	
4 I	0.29	0.048	1.29	0.013	0.012	0.25	
4 B	0.23	0.043	1.54	0.022	<0.005	0.21	
5 0	0.47	0.058	2.53	0.015	0.019	0.32	
5 I	0.27	<0.025	0.81	0.012	0.007	0.22	
5 B	0.23	0.033	0.94	0.017	0.008	0.21	

OKTOBER MÅLINGER:

Stasjon	mg/l			µg/l			
	Cu	Pb	Zn	Cd	Co	Ni	Cr
1 0	0.42	0.18	2.05	0.015	0.038	1.10	<2.0
1 I	0.42	0.14	2.50	0.018	0.088	2.90	
1 B	0.63	0.27	6.85	0.80	0.20	6.50	
2 0	0.44	0.62	2.90	0.060	0.065	1.48	
2 I	0.63	0.14	2.00	0.053	0.043	1.40	
2 B	0.57	0.26	2.60	0.020	0.16	5.00	
3 0	0.36	0.080	3.15	0.050	0.040	0.97	
3 I	0.29	0.065	1.70	0.040	<0.025	0.37	
3 B	0.38	0.10	1.45	0.035	<0.025	0.34	
4 0	0.42	0.085	1.75	0.038	0.033	0.54	
4 I	0.23	<0.025	1.05	0.18	<0.025	0.32	
4 B	0.21	0.035	1.15	0.025	<0.025	0.24	
5 0	0.31	0.045	1.65	0.025	<0.025	0.40	
5 I	0.27	0.050	3.95	0.030	<0.025	0.25	
5 B	0.21	0.035	1.50	0.023	<0.025	0.29	

Analyseresultater av sedimentprøver samlet i juni, analysert på de samme metallene som i sjøvann. Samt analyse av arsen (As) i overflateprøver på utvalgte stasjoner.

Stasjon, (snitt i cm)	mg/g			µg/g				
	Cu	Pb	Zn	Cd	Co	Ni	Cr	As
1 (0-2)	1.63	0.79	1.90	2.16	21.3	21.3	37.6	101
1 (2-4)	1.61	0.84	1.91	2.20	24.1	25.1	38.2	
1 (4-6)	1.71	0.87	2.31	3.34	28.1	28.1	36.2	
1 (6-8)	2.14	1.00	2.85	4.52	25.3	24.3	32.4	
1 (8-10)	2.05	0.98	2.99	4.95	33.0	19.0	26.0	
2 (0-2)	1.55	0.68	1.59	1.52	20.2	20.2	40.3	115
2 (2-4)	1.60	0.69	1.86	2.23	22.4	21.4	36.6	
2 (4-6)	1.90	1.01	2.40	3.39	28.4	29.4	39.5	
2 (6-8)	2.88	1.28	3.39	5.14	29.3	28.3	32.3	
2 (8-10)	3.80	1.87	5.83	9.05	34.2	31.2	28.2	
3 (0-2)	0.44	0.24	0.37	0.14	10.0	12.0	18.1	38.1
3 (2-4)	0.69	0.37	0.75	0.48	10.2	10.2	22.5	
3 (4-6)	0.66	0.34	0.74	0.87	9.67	9.67	19.3	
3 (6-8)	0.13	0.07	0.14	0.14	2.74	7.71	14.2	
4 (0-2)	0.21	0.14	0.17	0.11	2.41	7.94	15.1	13.5

4 (2-4)	0.32	0.19	0.27	0.24	3.09	11.9	15.9	
4 (4-6)	0.21	0.12	0.19	0.17	2.71	9.75	14.1	
4 (6-8)	0.04	0.03	0.06	0.08	1.80	7.59	13.0	
4 (8-10)	0.02	0.01	0.04	0.07	1.62	6.95	12.1	
5 (0-2)	0.42	0.25	0.29	0.26	9.89	19.8	29.7	19.6
5 (2-4)	0.42	0.27	0.32	0.36	10.0	16.0	23.1	
5 (4-6)	0.43	0.25	0.37	0.64	9.85	12.8	21.7	
5 (6-8)	0.13	0.08	0.15	0.22	3.05	10.2	18.3	
5 (8-10)	0.03	0.01	0.05	0.11	2.09	10.9	11.9	
6 (0-2)	0.10	0.07	0.11	0.07	4.05	11.1	18.2	9.07
6 (2-4)	0.10	0.07	0.10	0.07	3.98	11.0	17.9	
6 (4-6)	0.08	0.06	0.09	0.07	3.36	9.28	15.3	
6 (6-8)	0.09	0.06	0.03	0.04	3.04	8.05	14.7	
6 (8-10)	0.07	0.04	0.03	0.04	2.48	8.51	12.4	
				$\mu\text{g/g}$				
7 (0-2)	36.9	40.9	48.9	0.05	2.00	6.19	9.98	5.57
7 (2-4)	41.7	45.8	54.9	0.04	2.14	6.71	10.2	
7 (4-6)	42.4	42.4	51.5	0.04	2.12	6.56	10.1	
7 (6-8)	50.0	52.0	63.0	0.06	2.00	6.70	11.0	
7 (8-10)	21.9	23.9	37.8	0.05	1.89	6.37	8.96	
8 (0-2)	26.1	36.1	47.1	0.04	2.71	8.52	15.0	
8 (2-4)	28.0	29.0	52.0	0.03	2.60	8.80	12.0	
8 (4-6)	17.8	28.7	40.6	0.05	2.68	7.93	11.9	
8 (6-7)	7.02	4.94	30.1	0.04	2.41	7.52	12.0	
9 (0-2)	50.0	61.8	88.2	0.06	10.8	11.8	25.5	11.5
9 (2-4)	51.3	57.3	91.8	0.06	9.87	10.9	24.7	
9 (4-6)	29.9	23.9	68.8	0.05	9.98	11.0	22.9	
9 (6-8)	10.9	23.8	57.5	0.06	4.26	10.9	21.8	
9 (8-10)	8.94	6.20	45.7	0.06	3.98	9.93	19.9	
10 (0-2)	59.0	56.0	89.0	0.04	10.0	12.0	23.0	7.34
10 (2-4)	56.0	61.0	84.0	0.06	4.20	14.0	22.0	
10 (4-6)	41.7	46.7	69.5	0.06	9.93	11.9	20.8	
10 (6-8)	8.86	6.04	38.4	0.05	3.54	10.8	18.7	
10 (8-10)	8.90	4.44	35.6	0.05	3.66	10.9	17.8	
11 (0-2)	113	58.5	177	0.05	4.26	11.9	21.8	8.35
11 (2-4)	73.2	56.3	86.0	0.05	4.25	10.9	20.8	
11 (4-6)	42.5	24.7	60.3	0.05	3.56	11.9	17.8	
11 (6-8)	8.90	6.32	37.6	0.04	3.16	10.9	16.8	
11 (8-10)	6.93	3.98	32.7	0.05	2.87	9.90	17.8	
12 (0-2)	50.5	60.4	85.2	0.06	9.91	10.9	23.8	9.90
12 (2-4)	45.1	49.1	80.5	0.06	4.71	11.8	22.6	

12 (4-6)	22.8	31.8	59.5	0.05	3.97	10.9	20.8	
12 (6-8)	16.9	19.9	53.8	0.06	4.38	12.0	20.9	
12 (8-10)	11.9	7.61	53.5	0.06	10.9	13.9	24.8	
13 (0-2)	39.9	44.8	73.7	0.04	4.48	11.0	20.9	7.62
13 (2-4)	37.5	44.3	70.3	0.06	3.66	9.63	20.2	
13 (4-6)	31.3	34.3	58.6	0.04	3.33	10.1	17.2	
13 (6-8)	12.0	24.0	52.9	0.05	3.40	9.49	15.0	
13 (8-10)	7.99	4.84	41.0	0.05	3.10	8.99	15.0	
14 (0-2)	32.8	59.7	144	0.06	21.9	26.9	45.7	11.7
14 (2-4)	39.0	59.0	151	0.05	23.0	28.0	49.0	
14 (4-6)	38.8	62.7	151	0.08	22.9	27.9	48.8	
14 (6-8)	40.0	60.0	154	0.11	24.0	29.0	50.0	
14 (8-10)	39.9	57.8	155	0.05	22.9	27.9	48.9	
14 (18-20)	21.0	28.0	125	0.09	23.0	28.0	50.0	
14 (38-40)	19.9	35.7	121	0.07	23.8	27.8	48.7	

Metallanalyser og prosent tørrstoff (%TS) av grisetang fra Ballangfjorden, samlet i oktober 1989.

Stasjon	µg/g			Cd	%			TS
	Cu	Pb	Zn		Co	Ni	Cr	
1	24.0	0.75	76.7	0.12	<0.5	<0.5	0.19	36.9
2	2.75	0.38	26.4	0.13	<0.5	<0.5	0.19	39.1
3	1.76	0.31	19.1	0.12	<0.5	<0.5	0.17	37.1
4	17.8	0.71	123	0.13	0.62	2.67	0.38	32.0
5	5.64	0.29	36.7	0.11	<1.3	<1.3	0.29	36.2
6	4.34	0.35	25.4	0.10	<0.6	<0.6	0.23	37.2

Temperatur (T °C) og salinitet (S ‰) i sjøvann fra Ballangfjorden i juni 1989.

Dyp (m)	STASJONER									
	1		2		3		4		5	
	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
0	10.0	28.5	10.8	27.2	10.8	26.8	10.6	27.3	10.8	26.5
1	10.0	28.6	10.8	27.3	10.8	26.9	10.6	27.0	10.8	26.2
2	10.1	29.0	10.8	27.5	10.8	26.9	10.5	27.6	10.5	26.5
3	10.1	28.9	10.4	28.9	10.5	28.0	10.2	28.2	10.0	28.3
4	9.8	29.0	10.0	29.3	9.8	29.2	9.9	29.1	10.0	28.3
5	9.8	29.0	9.8	29.2	9.7	29.3	9.8	29.3	10.0	28.4
6	9.7	29.2	9.8	29.3	9.7	29.4	9.8	29.4	9.8	29.0
7	9.6	29.3	9.6	29.5	9.7	29.4	9.6	29.4	9.5	29.3
8	9.6	29.3	9.6	29.5	9.6	29.4	9.6	29.4	9.5	29.4
9	9.4	29.5	9.4	29.5	9.6	29.5	9.4	29.6	9.4	29.5
10	9.4	29.5	9.4	29.6	9.5	29.6	9.4	29.7	9.2	29.5
12	9.2	29.6	9.3	29.8	9.4	29.8	9.4	29.8	9.1	29.6
14	9.1	29.8	9.2	29.8	9.1	30.0	9.2	30.0	9.0	29.8
16	8.8	30.0	9.1	30.0	9.1	30.0	9.2	30.1	9.0	29.9
18			9.0	30.1	9.1	30.1	9.0	30.3	8.8	30.0
20			9.0	30.2	9.0	30.2	8.8	30.3	8.8	30.1
25			8.8	30.3	8.8	30.4	8.6	30.4	8.5	30.4
30			8.4	30.5	8.4	30.5	8.4	30.5	8.3	30.6
35					8.0	30.6	8.0	30.7	8.0	30.8
40					8.0	30.8	7.9	30.9	7.8	30.9
45					6.8	31.0	7.6	30.9	6.1	31.2
50					6.2	31.3	6.0	31.4	6.0	31.5
55					5.8	31.6	5.9	31.7	5.9	31.7
60							5.8	31.9	5.9	31.8
65							5.8	32.0	5.9	32.0
70							5.8	32.2	5.9	32.2
75							5.9	32.3	6.0	32.3
80							6.0	32.5	6.0	32.4
85							6.0	33.3	5.8	32.4
90							6.2	33.9	6.0	32.5
95							6.2	33.5	7.9	33.4

Temperatur (T °C) og salinitet (S o/oo) i Ballangfjorden i oktober 1989.

Dyp(m)	STASJONER									
	1		2		3		4		5	
	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
0	7.8	28.2	8.3	27.0	8.8	29.4	6.4	28.6	6.8	29.0
1	9.1	29.6	9.5	29.7					6.8	29.0
2	10.1	30.4	9.6	30.0					6.8	29.0
3	10.2	30.5	9.8	29.6					7.2	29.2
4	10.3	30.8	9.8	30.0					7.4	29.4
5	10.3	30.9	9.8	30.1	9.9	30.5	9.0	29.5	8.2	29.5
6									8.8	29.8
7									9.3	30.0
8									9.8	30.3
9									10.0	30.4
10	10.3	31.2	10.3	30.8	10.3	31.0	10.2	30.5	10.3	30.5
12									10.5	31.0
14	10.2	31.5	10.4	31.3	10.4	31.2	10.4	31.0	10.5	31.1
16									10.4	31.4
18									10.1	31.6
20	10.0	31.8	10.4	31.5	10.4	31.5	10.4	31.4	10.2	31.7
25			10.1	32.0	10.2	31.7	10.0	32.0	10.3	32.0
30			9.9	32.1	10.1	32.0	9.9	32.2	10.0	32.2
35			9.2	32.5	9.9	32.2	9.6	32.5	9.8	32.4
40					9.6	32.4	9.1	32.4	9.2	32.3
45					9.4	32.5	8.6	32.6	8.6	32.3
50					9.4	32.4	8.2	32.7	8.0	32.5
55					9.4	32.4	8.1	32.8	7.9	32.6
60							7.6	32.8	7.7	32.8
65							7.6	32.9	7.5	32.9
70							7.3	33.1	7.2	32.9
75							7.0	33.2	6.9	33.1
80							7.0	33.4	6.8	33.2
85							6.8	33.4	6.6	33.3

Vedlegg I. Arter og deres individantall pr. 0.4 m² på stasjonene i Ballangen 27. 6. 1990.

	STASJON	1	2	3	4

ANTHOZOA					
Edwardsiidae indet		-	1	-	-
NEMERTINEA					
Nemertinea indet		35	1	2	20
POLYCHAETA					
Amage auricula Malmgren 1865		-	-	5	12
Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)		-	-	-	1
Amphitritinae indet		-	-	-	9
Apistobranthus tullbergi (Theel 1879)		5	-	-	-
Aricidea cf. quadrilobata		-	-	-	2
Aricidea sp		-	-	1	3
Asychis biceps (M.Sars 1861)		-	-	2	22
Brada sp		-	-	-	1
Capitella capitata (Fabricius 1780)		12	-	-	-
Chaetozone setosa Malmgren 1867		958	14	5	6
Chone cf. duneri Malmgren 1867		-	-	10	-
Chone sp		-	-	7	25
Cirratulus cirratus (O.F.Mueller 1776)		38	1	-	-
Clymenura borealis (Arwidsson 1906)		-	-	-	23
Cossura longocirrata Webster & Benedict		3	-	3	-
Ditrupa arietina (O.F.Mueller 1776)		-	1	-	-
Dutonereis filum		-	-	-	1
Eteone sp		6	1	-	1
Euchone papillosa (M.Sars 1851)		-	2	-	-
Euchone sp		-	-	1	2
Euclymene sp		-	-	4	7
Eumida fusigera Malmgren 1865		-	-	-	2
Exogone verugera (Claparede 1868)		-	-	23	7
Gattyana cirrosa (Pallas 1766)		3	-	-	-
Glycera capitata Oersted 1843		1	3	9	1
Goniada maculata Oersted 1843		2	-	1	-
Harmothoe sarsi (Kinberg 1865)		-	-	1	-
Harmothoe sp		1	-	-	1
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)		-	2	2	18
Hydroides norvegica Gunnerus 1768		-	-	-	1
Lanassa venusta (Malm 1874)		-	-	4	61
Laonice cirrata (M.Sars 1851)		-	-	2	1
Laonome kroeyeri Malmgren 1865		9	1	-	2
Laphania boeckii Malmgren 1866		-	-	1	-
Leaena sp		-	-	-	1
Lumbrineris cf. fragilis (O.F.Mueller)		-	-	1	-
Lumbrineris fragilis (O.F.Mueller 1766)		-	1	-	-
Lumbrineris sp		-	-	-	2
Maldane sarsi Malmgren 1865		-	-	3	-
Maldanidae indet		-	-	-	2
Mediomastus fragilis Rasmussen 1973		1882	21	1	-
Nephtys cirrosa Ehlers 1868		-	-	5	-
Nephtys hombergii Savigny 1818		-	1	-	1
Nephtys incisa Malmgren 1865		-	-	-	4
Nephtys sp		-	1	1	1
Nothria conchylega (M.Sars 1835)		-	-	2	3
Notomastus latericeus Sars 1851		-	-	-	12
Onuphis conchylega M.Sars 1835		-	1	-	-
Onuphis fiordica		-	-	-	4
Onuphis quadricuspis M.Sars 1872		-	-	-	1
Ophelina acuminata Oersted 1843		-	-	1	-
Ophryotrocha sp		5	-	-	-
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)		-	-	-	2

	STASJON	1	2	3	4
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	-	-	-	-	1
Pectinaria hyperborea (Malmgren 1865)	9	2	1	-	-
Pectinaria koreni Malmgren 1865	-	-	2	-	-
Petaloproctus tenuis Arwidsson 1906	-	-	6	1	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	22	22	7	6	-
Phyllodoce groenlandica (Oersted 1842)	193	-	-	-	-
Phyllodoce maculata (Linne 1767)	-	-	1	-	-
Phyllodocidae indet	-	2	1	1	-
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	72
Polydora cf. ligni Webster 1879	-	-	6	-	-
Polydora quadrilobata Jacobi 1883	162	-	-	-	-
Polydora socialis (Schmarda 1861)	-	-	4	-	-
Polydora sp	-	1	-	-	-
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	-	-	-	-	1
Prionospio cirrifera Wiren 1883	1	1	359	111	-
Proclea graffii (Langerhans 1884)	-	-	5	13	-
Pseudopolydora sp	-	-	2	-	-
Pseudopolydora antennata (Claparede 1868)	-	-	2	4	-
Rhodine gracilior Tauber 1879	-	-	12	-	-
Rhodine loveni Malmgren 1865	-	-	-	1	-
Sabellides octocirrata (M.Sars 1835)	-	-	-	1	-
Samythella neglecta	-	-	1	1	-
Scalibregma inflatum Rathke 1843	-	-	-	6	-
Scalibregmidae indet	-	-	-	1	-
Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)	114	112	7	-	-
Sphaerodorum flavum Oersted 1843	-	-	-	1	-
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	445	150	10	1	-
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	-	-	-	9	-
Streblosoma intestinalis M.Sars 1872	-	-	-	105	-
Terebellidae indet	1	-	-	1	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835	-	-	5	7	-
Tharyx sp	-	2	-	-	-
PROSOBRANCHIA					
Admete viridula (Fabricius)	-	-	-	-	1
Buccinum undatum Linne	1	-	-	-	-
Lacuna vincta (Montagu)	1	-	-	-	-
Natica alderi Forbes	1	-	-	-	-
Oenopota cf. trevelliiana (Turton)	-	1	-	-	-
Oenopota sp	1	-	-	-	-
Oenopota tenuicostata (G.O.Sars)	-	-	1	-	-
Rissoa parva (daCosta)	1	-	-	-	-
OPISTOBRANCHIA					
Cylichna alba (Brown)	-	-	-	-	1
Philine scabra (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	-	1
Philine sp	3	3	1	3	-
CAUDOFOVEATA					
Caudofoveata indet	-	-	2	8	-
BIVALVIA					
Abra nitida (Mueller 1789)	-	-	-	-	6
Abra prismatica (Montagu)	-	-	-	-	1
Arctica islandica (Linne 1767)	2	1	-	-	-
Astarte crenata (J.E.Gray)	-	-	1	3	-
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	-	-	2	6	-
Bathyarca pectunculoides (Scacchi 1836)	-	-	1	-	-
Crenella decussata (Montagu)	-	-	-	2	-
Cuspidaria lamellosa (G.O.Sars)	-	-	1	3	-
Dacrydium vitreum (Holboell)	-	-	2	2	-
Hiatella cf. gallicana (Lamarck)	3	-	-	-	-

	STASJON	1	2	3	4
Hiatella sp		1	-	-	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)		-	-	-	1
Macoma calcarea (Gmelin 1790)		72	10	-	-
Musculus niger (Gray 1824)		3	-	-	-
Mya cf. pseudoarenaria Schlesch		11	2	-	-
Mya sp		-	1	-	-
Mysella bidentata (Montagu 1803)		-	-	-	1
Nucula delphinodonta Migh.		-	-	-	4
Nucula tumidula (Malm)		-	-	-	2
Nuculana minuta (Mueller 1776)		-	-	1	-
Nuculoma tenuis (Montagu)		-	-	4	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)		-	5	2	13
Thyasira croulinensis (Jeffreys)		-	-	-	2
Thyasira equalis (Verrill & Bush)		-	-	4	8
Thyasira eumyaria (M.Sars)		-	-	-	1
Thyasira ferruginea (Forbes)		-	-	-	32
Thyasira gouldi (Philippi)		174	-	6	-
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)		-	-	3	68
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)		-	-	9	32
Thyasira sp		-	-	1	-
Yoldiella lucida (Loven 1846)		-	-	5	35
Yoldiella nana (M.Sars)		-	-	-	40
Yoldiella tomlini Winckworth 1932		-	-	3	12
SCAPHOPODA					
Dentalium sp		-	-	1	1
Entalina quinquangularis (Forbes)		-	-	-	9
OSTRACODA					
Cypridina norvegica Baird		-	-	-	5
CUMACEA					
Campylaspis horrida G.O.Sars		-	-	-	1
Diastylis rathkei Kroeyer		-	-	-	1
Diastylis scorpioides (Lepechin)		-	-	1	-
Diastylodes serrata (Sars 1865)		-	-	1	6
Eudorella hirsuta G.O.Sars		-	-	-	2
Eudorella sp		-	-	-	1
Leucon nasica (Kroeyer)		-	-	1	-
TANAIDACEA					
Tanaidacea indet		-	1	4	12
ISOPODA					
Eurycope furcata G.O.Sars		-	-	-	1
Gnathia elongata (Kroeyer)		-	1	1	1
Ianira maculosa Leach		-	-	-	1
Pleurogonium rubicundum G.O.Sars		2	-	-	-
AMPHIPODA					
Ampelisca aequicornis Bruzelius		-	-	2	14
Ampelisca eschrichti Kroeyer		-	-	13	-
Ampeliscidae indet		-	-	-	1
Arrhis phyllonx (M.Sars)		-	3	8	-
Atylus guttatus (Costa)		-	-	1	-
Bathymedon saussurei (Boeck)		-	-	-	1
Bruzelius tuberculata G.O.Sars		-	-	-	1
Eriopisa elongata Bruzelius		-	-	-	8
Harpinia sp		-	-	-	6
Hippomedon cf. propinquus G.O.Sars		-	-	2	-
Laetmatophilus armatus (Norman)		-	-	-	1
Lysianassidae indet		-	1	-	1

	STASJON	1	2	3	4
Paroediceros propinquus Sars	-	-	-	2	1
Protomedeia fasciata Kroeyer	-	-	28	-	-
Synchelidium haplocheles (Grube)	-	-	-	1	-
Tmetonyx cicada (Fabricius)	-	-	-	1	-
Tryphosites longipes (Bate & Westwood 186)	-	-	2	-	-
Urothoe elegans (Bate 1856)	-	-	-	2	-
SIPUNCULIDA					
Onchnesoma steenstrupi Koren & Danielssen	-	-	-	-	24
Phascolion strombi (Montagu 1804)	-	-	-	2	6
BRACHIOPODA					
Waldheimia cranium (Mueller)	-	-	-	2	-
ASTEROIDEA					
Asteroidea indet	-	-	-	-	1
OPHIUROIDEA					
Ophiocten sericeum (Forbes)	-	-	-	-	1
Ophiura affinis Luetken	-	-	-	-	1
Ophiura robusta Ayres	31	-	-	1	-
Ophiura sarsi Luetken	-	-	-	6	5
Ophiura sp	-	-	-	3	11
Ophiuroidea indet	4	-	-	-	-
HOLOTHUROIDEA					
Labidoplax buski (McIntosh)	-	-	-	-	14

Vedlegg II. Arter og deres individantall i de enkelte grabbprøvene
(0.1 m²) på stasjonene i Ballangen 27. 6. 1990.

STASJON	1	1	1	1
GRABB	A	B	C	D
NEMERTINEA				
Nemertinea indet	6	6	20	3
POLYCHAETA				
Apistobranthus tullbergi (Theel 1879)	1	-	2	2
Capitella capitata (Fabricius 1780)	-	1	10	1
Chaetozone setosa Malmgren 1867	260	361	248	89
Cirratulus cirratus (O.F.Mueller 1776)	8	17	12	1
Cossura longocirrata Webster & Benedict	1	-	-	2
Eteone sp	-	1	2	3
Gattyana cirrosa (Pallas 1766)	1	1	1	-
Glycera capitata Oersted 1843	-	-	-	1
Goniada maculata Oersted 1843	1	-	-	1
Harmothoe sp	-	-	-	1
Laonome kroeyeri Malmgren 1865	5	2	2	-
Mediomastus fragilis Rasmussen 1973	337	423	700	422
Ophryotrocha sp	1	1	3	-
Pectinaria hyperborea (Malmgren 1865)	4	1	3	1
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	4	5	5	8
Phyllodoce groenlandica (Oersted 1842)	32	30	63	68
Polydora quadrilobata Jacobi 1883	45	48	30	39
Prionospio cirrifera Wiren 1883	-	-	1	-
Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)	14	28	40	32
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	101	100	75	169
Terebellidae indet	-	-	1	-
PROSOBRANCHIA				
Buccinum undatum Linne	-	-	1	-
Lacuna vincta (Montagu)	-	-	-	1
Natica alderi Forbes	-	-	-	1
Oenopota sp	-	-	-	1
Rissoa parva (daCosta)	-	-	1	-
OPISTOBRANCHIA				
Philine sp	2	-	1	-
BIVALVIA				
Arctica islandica (Linne 1767)	1	1	-	-
Hiatella cf. gallicana (Lamarck)	3	-	-	-
Hiatella sp	-	-	-	1
Macoma calcarea (Gmelin 1790)	2	31	6	33
Musculus niger (Gray 1824)	-	2	1	-
Mya cf. pseudoarenaria Schlesch	3	5	-	3
Thyasira gouldi (Philippi)	2	-	98	74
ISOPODA				
Pleurogonium rubicundum G.O.Sars	1	-	1	-
OPHIUROIDEA				
Ophiura robusta Ayres	-	4	27	-
Ophiuroidea indet	-	-	4	-

BALLANGEN 890627				
STASJON	2	2	2	2
GRABB	A	B	C	D
ANTHOZOA				
Edwardsiidae indet	-	-	1	-
NEMERTINEA				
Nemertinea indet	-	-	-	1
POLYCHAETA				
Chaetozone setosa Malmgren 1867	-	1	6	7
Cirratulus cirratus (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	1
Ditrupa arietina (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	1
Eteone sp	1	-	-	-
Euchone papillosa (M.Sars 1851)	-	1	-	1
Glycera capitata Oersted 1843	-	3	-	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	-	-	2	-
Laonome kroeyeri Malmgren 1865	1	-	-	-
Lumbrineris fragilis (O.F.Mueller 1766)	-	-	1	-
Mediomastus fragilis Rasmussen 1973	2	3	9	7
Nephtys hombergii Savigny 1818	-	-	-	1
Nephtys sp	1	-	-	-
Onuphis conchylega M.Sars 1835	-	-	1	-
Pectinaria hyperborea (Malmgren 1865)	-	1	-	1
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	2	6	7	7
Phyllodocidae indet	-	-	2	-
Polydora sp	-	1	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	1	-	-	-
Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)	30	12	31	39
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	31	34	41	44
Tharyx sp	2	-	-	-
PROSOBRANCHIA				
Oenopota cf. trevelliiana (Turton)	-	-	-	1
OPISTOBRANCHIA				
Philine sp	-	1	1	1
BIVALVIA				
Arctica islandica (Linne 1767)	1	-	-	-
Macoma calcarea (Gmelin 1790)	4	1	5	-
Mya cf. pseudoarenaria Schlesch	2	-	-	-
Mya sp	-	-	1	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	1	1	3	-
TANAIDACEA				
Tanaidacea indet	-	-	-	1
ISOPODA				
Gnathia elongata (Kroeyer)	-	1	-	1
AMPHIPODA				
Arrhis phyllonx (M.Sars)	2	-	1	-
Lysianassidae indet	1	-	-	-
Protomedeia fasciata Kroeyer	4	9	9	6
Tryphosites longipes (Bate & Westwood 1861)	-	-	2	-

BALLANGEN 890627				
STASJON	3	3	3	3
GRABB	A	B	C	D
NEMRTINEA				
Nemertinea indet	2	-	-	-
POLYCHAETA				
Amage auricula Malmgren 1865	3	1	-	1
Aricidea sp	-	-	-	1
Asychis biceps (M.Sars 1861)	-	2	-	-
Chaetozone setosa Malmgren 1867	2	-	3	-
Chone cf. duneri Malmgren 1867	-	-	10	-
Chone sp	2	2	-	3
Cossura longocirrata Webster & Benedict	-	-	-	3
Euchone sp	-	1	-	-
Euclymene sp	-	1	3	-
Exogone verugera (Claparede 1868)	5	9	7	2
Glycera capitata Oersted 1843	4	2	3	-
Goniada maculata Oersted 1843	-	-	1	-
Harmothoe sarsi (Kinberg 1865)	-	-	-	1
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	-	-	-	2
Lanassa venusta (Malm 1874)	4	-	-	-
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	1	1	-	-
Laphania boeckii Malmgren 1866	-	-	-	1
Lumbrineris cf. fragilis (O.F.Mueller 1766)	-	-	1	-
Maldane sarsi Malmgren 1865	3	-	-	-
Mediomastus fragilis Rasmussen 1973	-	1	-	-
Nephtys cirrosa Ehlers 1868	-	-	-	5
Nephtys sp	-	1	-	-
Nothria conchylega (M.Sars 1835)	1	-	-	1
Ophelina acuminata Oersted 1843	-	-	1	-
Pectinaria hyperborea (Malmgren 1865)	-	1	-	-
Pectinaria koreni Malmgren 1865	-	-	-	2
Petaloproctus tenuis Arwidsson 1906	1	5	-	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	2	3	1	1
Phyllodoce maculata (Linne 1767)	-	1	-	-
Phyllodocidae indet	1	-	-	-
Polydora cf. ligni Webster 1879	-	-	-	6
Polydora socialis (Schmarda 1861)	-	-	-	4
Prionospio cirrifera Wiren 1883	64	96	97	102
Proclea graffii (Langerhans 1884)	3	-	-	2
Pseudopolydora sp	1	1	-	-
Pseudopolydora antennata (Claparede 1868)	-	-	2	-
Rhodine gracilior Tauber 1879	2	1	2	7
Samythella neglecta	1	-	-	-
Scoloplos armiger (O.F.Mueller 1776)	2	3	-	2
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	1	2	1	6
Terebellides stroemi M.Sars 1835	1	-	2	2
PROSOBRANCHIA				
Oenopota tenuicostata (G.O.Sars)	-	-	1	-
OPISTOBRANCHIA				
Philine sp	-	-	-	1
CAUDOFOVEATA				
Caudofoveata indet	-	1	-	1
BIVALVIA				
Astarte crenata (J.E.Gray)	-	-	-	1
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	2	-	-	-
Bathyarca pectunculoides (Scacchi 1836)	-	-	-	1
Cuspidaria lamellosa (G.O.Sars)	-	-	-	1

Dacrydium vitreum (Holboell)	2	-	-	-
Nuculana minuta (Mueller 1776)	-	1	-	-
Nuculoma tenuis (Montagu)	-	1	2	1
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	-	-	1	1
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	1	-	-	3
Thyasira gouldi (Philippi)	-	2	3	1
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	-	-	-	3
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	3	-	3	3
Thyasira sp	-	-	1	-
Yoldiella lucida (Loven 1846)	2	-	-	3
Yoldiella tomlini Winckworth 1932	-	1	2	-
SCAPHOPODA				
Dentalium sp	-	1	-	-
CUMACEA				
Diastylis scorpioides (Lepechin)	-	1	-	-
Diastylodes serrata (Sars 1865)	-	-	1	-
Leucon nasica (Kroeyer)	1	-	-	-
TANAIDACEA				
Tanaidacea indet	2	1	1	-
ISOPODA				
Gnathia elongata (Kroeyer)	-	1	-	-
AMPHIPODA				
Ampelisca aequicornis Bruzelius	-	-	2	-
Ampelisca eschrichti Kroeyer	6	5	2	-
Arrhis phyllonx (M.Sars)	3	-	1	4
Atylus guttatus (Costa)	1	-	-	-
Hippomedon cf. propinquus G.O.Sars	-	-	2	-
Paroediceros propinquus Sars	1	-	-	1
Synchelidium haplocheles (Grube)	1	-	-	-
Tmetonyx cicada (Fabricius)	-	1	-	-
Urothoe elegans (Bate 1856)	2	-	-	-
SIPUNCULIDA				
Phascolion strombi (Montagu 1804)	1	-	1	-
BRACHIOPODA				
Waldheimia cranium (Mueller)	2	-	-	-
OPHIUROIDEA				
Ophiura robusta Ayres	1	-	-	-
Ophiura sarsi Luetken	5	1	-	-
Ophiura sp	2	1	-	-

BALLANGEN 890627				
STASJON	4	4	4	4
GRABB	A	B	C	D
NEMERTINEA				
Nemertinea indet	4	3	5	8
POLYCHAETA				
Amage auricula Malmgren 1865	1	2	3	6
Amphicteis gunneri (M.Sars 1835)	1	-	-	-
Amphitritinae indet	-	-	-	9
Aricidea cf. quadrilobata	2	-	-	-
Aricidea sp	-	1	1	1
Asychis biceps (M.Sars 1861)	6	4	8	4
Brada sp	-	1	-	-
Chaetozone setosa Malmgren 1867	2	-	2	2
Chone sp	4	6	10	5
Clymenura borealis (Arwidsson 1906)	12	11	-	-
Dutonereis filum	1	-	-	-
Eteone sp	-	-	1	-
Euchone sp	-	1	-	1
Euclymene sp	-	-	-	7
Eumida fusigera Malmgren 1865	1	-	1	-
Exogone verugera (Claparede 1868)	1	-	5	1
Glycera capitata Oersted 1843	-	1	-	-
Harmothoe sp	-	-	1	-
Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	6	4	5	3
Hydroides norvegica Gunnerus 1768	-	-	1	-
Lanassa venusta (Malm 1874)	18	22	21	-
Laonice cirrata (M.Sars 1851)	1	-	-	-
Laonome kroeyeri Malmgren 1865	1	1	-	-
Leaena sp	1	-	-	-
Lumbrineris sp	1	-	-	1
Maldanidae indet	1	-	-	1
Nephtys hombergii Savigny 1818	-	1	-	-
Nephtys incisa Malmgren 1865	1	2	1	-
Nephtys sp	-	-	-	1
Nothria conchylega (M.Sars 1835)	-	-	1	2
Notomastus latericeus Sars 1851	3	-	2	7
Onuphis fiordica	2	-	-	2
Onuphis quadricispis M.Sars 1872	1	-	-	-
Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	-	1	-	1
Paraonis gracilis (Tauber 1879)	1	-	-	-
Petaloproctus tenuis Arwidsson 1906	-	-	1	-
Pholoe minuta (Fabricius 1780)	-	3	1	2
Phyllodocidae indet	1	-	-	-
Pista cristata (O.F.Mueller 1776)	4	11	53	4
Polyphysia crassa (Oersted 1843)	1	-	-	-
Prionospio cirrifera Wiren 1883	30	34	21	26
Proclea graffii (Langerhans 1884)	10	2	1	-
Pseudopolydora antennata (Claparede 1868)	3	-	1	-
Rhodine loveni Malmgren 1865	-	-	-	1
Sabellides octocirrata (M.Sars 1835)	-	-	-	1
Samythella neglecta	1	-	-	-
Scalibregma inflatum Rathke 1843	4	1	1	-
Scalibregmidae indet	-	1	-	-
Sphaerodorum flavum Oersted 1843	-	1	-	-
Spio filicornis (O.F.Mueller 1766)	-	1	-	-
Spiophanes kroeyeri Grube 1860	3	2	1	3
Streblosoma intestinalis M.Sars 1872	24	47	9	25
Terebellidae indet	1	-	-	-
Terebellides stroemi M.Sars 1835	-	-	3	4

PROSOBRANCHIA

Admete viridula (Fabricius)	-	-	-	1
OPISTHOBANCHIA				
Cylichna alba (Brown)	-	1	-	-
Philine scabra (O.F.Mueller 1776)	-	-	-	1
Philine sp	-	-	2	1
CAUDOFOVEATA				
Caudofoveata indet	1	1	4	2
BIVALVIA				
Abra nitida (Mueller 1789)	1	1	2	2
Abra prismatica (Montagu)	-	-	1	-
Astarte crenata (J.E.Gray)	1	-	1	1
Astarte sulcata (Da Costa 1778)	-	1	3	2
Crenella decussata (Montagu)	1	-	-	1
Cuspidaria lamellosa (G.O.Sars)	1	-	-	2
Dacrydium vitreum (Holboell)	-	-	2	-
Kelliella miliaris (Philippi 1844)	-	1	-	-
Mysella bidentata (Montagu 1803)	-	-	1	-
Nucula delphinodonta Migh.	-	1	1	2
Nucula tumidula (Malm)	1	-	1	-
Parvicardium minimum (Philippi 1836)	3	1	5	4
Thyasira croulinensis (Jeffreys)	-	1	-	1
Thyasira equalis (Verrill & Bush)	2	-	1	5
Thyasira eumyaria (M.Sars)	1	-	-	-
Thyasira ferruginea (Forbes)	12	6	2	12
Thyasira obsoleta (Verrill & Bush)	12	17	22	17
Thyasira pygmaea (Verrill & Bush)	14	5	3	10
Yoldiella lucida (Loven 1846)	16	5	5	9
Yoldiella nana (M.Sars)	12	8	11	9
Yoldiella tomlini Winckworth 1932	5	2	2	3
SCAPHOPODA				
Dentalium sp	-	-	1	-
Entalina quinquangularis (Forbes)	1	3	3	2
OSTRACODA				
Cypridina norvegica Baird	-	-	3	2
CUMACEA				
Campylaspis horrida G.O.Sars	-	-	1	-
Diastylis rathkei Kroeyer	-	-	1	-
Diastylodes serrata (Sars 1865)	3	2	1	-
Eudorella hirsuta G.O.Sars	1	-	-	1
Eudorella sp	-	1	-	-
TANAIDACEA				
Tanaidacea indet	5	3	1	3
ISOPODA				
Eurycope furcata G.O.Sars	1	-	-	-
Gnathia elongata (Kroeyer)	1	-	-	-
Ianira maculosa Leach	-	1	-	-
AMPHIPODA				
Ampelisca aequicornis Bruzelius	8	3	2	1
Ampeliscidae indet	1	-	-	-
Bathymedon saussurei (Boeck)	-	-	-	1
Bruzelius tuberculata G.O.Sars	-	1	-	-
Eriopisa elongata Bruzelius	2	1	3	2
Harpinia sp	2	-	2	2
Laetmatophilus armatus (Norman)	1	-	-	-
Lysianassidae indet	-	-	1	-
Paroediceros propinquus Sars	1	-	-	-

SIPUNCULIDA						
Onchnesoma steenstrupi	Koren & Danielssen	1	10	6	5	3
Phascolion strombi	(Montagu 1804)	-	-	2	4	-
ASTEROIDEA						
Asteroidea	indet	-	-	1	-	-
OPHIUROIDEA						
Ophiocten sericeum	(Forbes)	-	-	-	1	-
Ophiura affinis	Luetken	1	-	-	-	-
Ophiura sarsi	Luetken	1	2	2	-	2
Ophiura	sp	3	2	2	3	3
HOLOTHUROIDEA						
Labidoplax buski	(McIntosh)	-	-	7	7	-

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, Korsvoll
0808 Oslo 8

ISBN 82-577 -1829-7