

Innhold

1. Innledning.....	4
2. Metoder.....	5
3. Resultater.....	6
4. Konklusjon og diskusjon.....	8
5. Referanser.....	8

1. Innledning

Målsetningen med denne undersøkelsen var å måle konsentrasjonene i sedimentet av noen sentrale tungmetaller og PCB i Porsvatn, som er drikkevatt for Lakselv, og tungmetaller i avrenning fra deponiene på Gairasmoen og Otermoen som henholdsvis er og har vært kommunale fyllplasser. I Porsvaten ble det dumpet militær ammunisjon etter 2. verdenskrig og det har vært uklart i hvilken grad tungmetaller fra korrodert ammunisjon har påvirket vannkvaliteten. Undersøkelsen ble utført høsten 1993 og konsentrasjonene i bekkene er representative for denne perioden (august/september). Analysene av sedimentene i Porsvatn og tjernene vil imidlertid gi oss viktig informasjon om tidsutviklingen i eventuell forurensninger av tungmetaller fram til i dag. NIVA har i 3 år overvåket metallavrenningen fra 10 av Forsvarets største skytefelt. I dette programmet inngår også Porsangermoens skytefelt. Miljøvernrådgiveren i Porsanger har deltatt under dette feltarbeidet og blitt informert om metoder og resultater.

Bakgrunnen for undersøkelsen ved Gairasmoen var konklusjonene i en rapport om utsig av tungmetaller fra deponiet på Gairasmoen utført høsten 1992 (NOTEBY 1992). Det ble konkludert med at: "Grunnvannet er forurensset. Innholdet av tungmetaller, og da spesielt kvikksølv og kadmium ligger svært høyt i forhold til det som er tilrådelig i følge norske drikkevannsnormer og nederlandske forurensningsnormer." Med dette som bakgrunn var det at miljøvernrådgiveren i Porsanger tok kontakt med NIVA og ønsket at vi skulle bruke våre overvåkningsmetoder på avrenningen fra Gairasmoen og sammenligne disse resultatene med resultatene fra ovennevnte undersøkelse.

Etter at vi utførte vårt feltarbeid har NOTEBY den 18 november 1993 tatt ut nye vannprøver fra 4 prøvepunkter nedstrøms deponiet og resultatet ble rapportert 20 desember 1993 (NOTEBY 1993). Konklusjonen denne gangen var imidlertid en annen enn i den første undersøkelsen: "Prøvepunktene nedstrøms fyllplassen har lavt innhold av tungmetaller. I følge norske drikkevannsnormer tilfredstiller vannprøvene kravene til en god drikkevannskilde." De store forskjellene fra resultatene i 1992 ble forklart med sesong- og nedbørmessige variasjoner. Det høge kvikksølvinnholdet i 1992 ble forklart med mulighet for moserester i vannprøven. Dette er i hovedtrekk situasjonen før resultatene fra våre undersøkelser publiseres i denne rapporten.

I Porsvatn har det som nevnt vært deponert ammunisjon, men også langs Porsbekken nedenfor vegen er det områder som er brukt som avfallsplass. Vannkvaliteten i bekken nedenfor dette området ble også undersøkt. På Otermoen er det ingen definert avrenning, men sedimentene i det nærmeste tjernet som ligger nær deponiet ble undersøkt. En eventuell lekkasje av tungmetaller fra deponiet til dette tjernet må en forvente at nesten i sin helhet blir fanget opp i sedimentene.

2. Metoder

I lite eller moderat forurensede elver og bekker forekommer tungmetallene oftest i meget lave konsentrasjoner, og det kreves et stort antall prøver for å oppnå representative middelværddier over en lengre tidsperiode. I tillegg til dette kreves det omhyggelig rengjøring av prøveflasker og spesielle forhåndsregler ved prøvetakningen da kontamineringsfaren er meget stor ved slike analyser. Konsentrasjonene i vann for mange tungmetaller er også nær eller under grensen for det vi kan måle med tradisjonell metoder som atomabsorpsjonsspektrofotometri (AAS), grafittovn, ICP og kalddampsteknikk for kvikksølv. I rennende vann brukes derfor ofte vannmoser, spesielt arter fra slekten *Fontinalis* som bioindikator. Disse akkumulerer (oppkonsentrerer) metallene i vevet i et bestemt forhold til konsentrasjonene i vannet (opptil 10000 ganger). Mosene har en rask opptakshastighet, men en mye seinere utskilleleshastighet. Dette gjør at de gjenspeiler den midlere vannkonsentrasjonen over noen uker på en god måte også i de tilfeller hvor en har hatt pulser med høye konsentrasjoner som f.eks. ved tilfeldige utslipp (Mouvet et al. 1993).

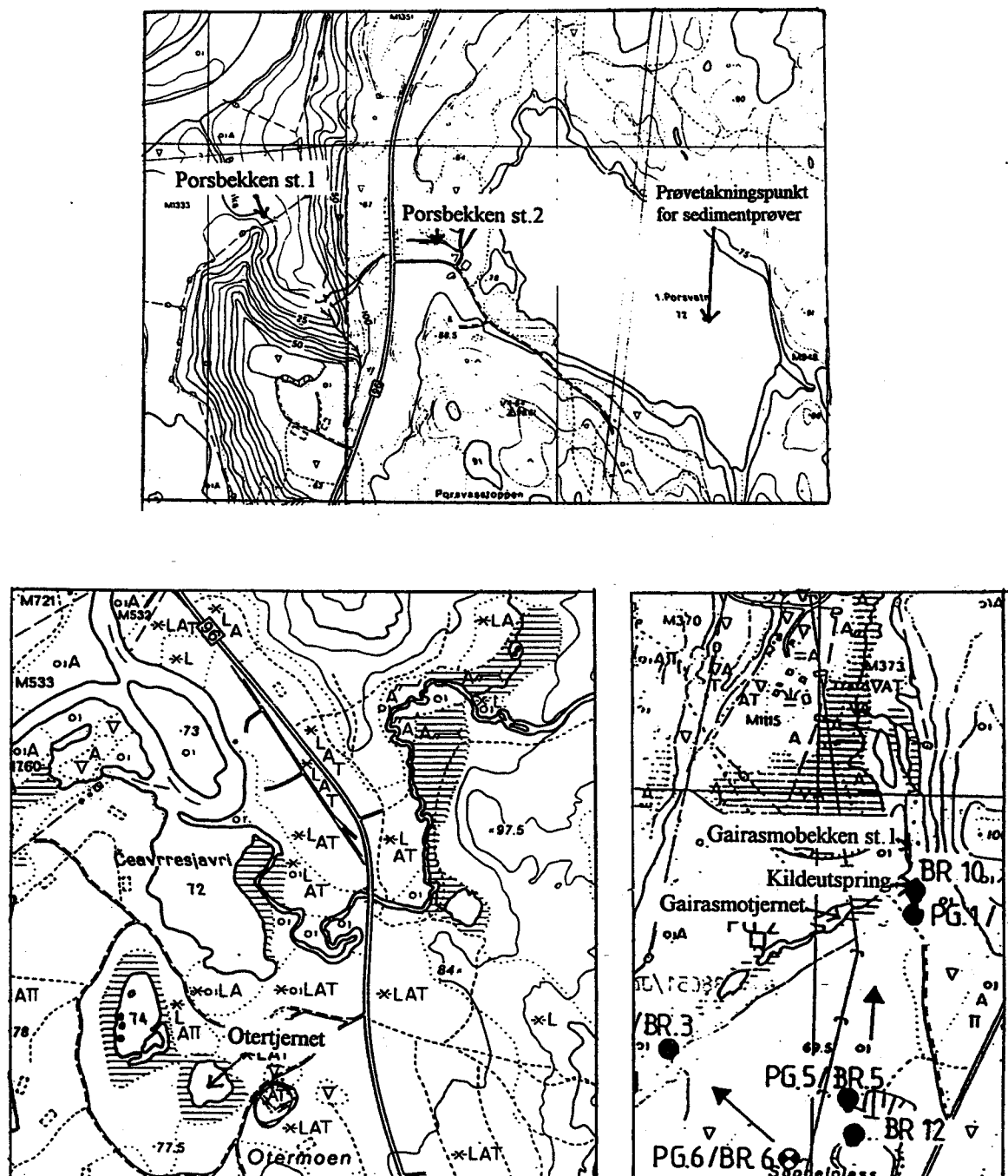
Vannprøvene gir bare øyeblikksbilder, mens konsentrasjonene i mosene er relatert til middelsituasjonen over flere uker. Dessuten gir de informasjon om den biotilgjengelige fraksjonen av metallkonsentrasjonen som er viktig for vurderingen av de biologiske konsekvensene. Vannmoser brukes i overvåkning av metallkonsentrasjoner i Sverige (Selinus 1988), Canada (Barryman 1990), Frankrike (Mouvet 1993), Belgia (Descay & Empain 1981), England (Kelly et al. 1987) og i Portugal (Monteiro et al 1989). I Norge er også vannmoser benyttet ved flere anledninger spesielt i forbindelse med overvåkingen av metallavrenningen fra militære skytefelt (Rognerud & Boye 1992, Rognerud 1993). For at mosene skal kunne brukes som bioindikator er det imidlertid viktig at vannet ikke er for surt (pH over 5,5) eller humøst eller for kalkrikt (over 40 mg/l kalsium). Vannkvaliteten i alle de undersøkte bekkene i Lakselv-området var godt egnet til å benytte moser som bioindikator. Med hensyn til detaljert teknikk ved feltarbeidet henvises interesserte til metodekapitlet i Rognerud (1993).

I innsjøer og tjern vil tilførte metaller oftest bindes til partikler som sedimenterer eller bindes direkte til bunnsedimentene. Resultatet er at sedimentene virker som felle for metallene. Dersom innsjøen er dyp nok avsettes sedimentene kronologisk. Det har vist seg at slike sedimenter er et svært følsomt medium for å måle forurensningstilførsler av metaller til innsjøer. Til og med svært beskjedne avsetninger av atmosfæriske forurensninger kan måles i sedimentene (Rognerud & Fjeld 1993). Eventuelle lekkasjer av metaller fra deponier vil derfor kunne spores på en enkel måte i nedenforliggende vann og tjern. I Porsvatn vil vi også forvente at metallforurensninger vil kunne spores i sedimentene dersom ammunisjonen har vært utsatt for en rask nok korrosjon.

Analysene av jern, kobber, bly, kadmium og nikkel er gjort ved hjelp av ETAAS (Perkin Elmer AAS 460) etter oppslutning i konsentrert salpetersyre under oppvarming i 24 timer. Løsningen filtreres med blått bånd filter og overføres til 25 ml målekolbe og fylles opp til 25 ml med vann. Standarder er laget ved fortykning av Spectroscan standarder i 7,5 M salpetersyre. Kvikksølv er analysert ved hjelp av nøytronaktivering (etter IFE analysemanual). PCB analysene ble utført etter retningslinjer gitt i NIVA's metodebeskrivelse som er detaljert gjengitt i Rognerud et al. 1993.

3. Resultater

Det er vist en oversikt over prøvetakningspunktene i de tre områdene i figur 1. De navnløse tjernene på Gairasmoen og Otermoen er kalt henholdsvis Gairasmotjernet og Otermotjernet. Første Porsvatn er i denne rapporten bare kalt Porsvatn.



Figur 1. Oversikt over prøvetakningspunktene i Porsvatn, Porsbekken, Gairasmoen og Otermoen.

Resultatene fra sedimentundersøkelsen er gitt i Tabell 1 for tungmetallene, mens tabellen for PCB analysene er vedlagt bak i rapporten. Sedimentene i Porsvatn var ikke forurensset av metaller fra korrodert ammunisjon eller av PCB fra militære etterlatenskaper. Det var et lite påslag i de yngste sedimentene for bly og kvikksølv, men dette skyldes nok i sin helhet atmosfæriske avsetninger. Både landsomfattende sedimentundersøkelser (Rognerud & Fjeld 1993) og sedimentundersøkelser regionalt i Finnmark (Skotvold & Rognerud 1994) har vist at også Lakselvområdet har vært utsatt for et økt nedfall av bly og kvikksølv etter krigen selv om de avsatte mengdene er mindre enn i sydlige deler av landet.

Tabell 1. Sedimentanalyser fra Porsvatn, Otermotjernet og Gairasmotjernet. Referanseprøvene er tatt fra ca. 20 cm's dyp sediment og er mer enn 300 år gamle. Alle resultater er gitt pr. tørrvekt sediment. GT = glødetapet, som er et uttrykk for andelen organisk materiale

Lokalitet	Sedim. dyp	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Fe %	Hg (ppm)	GT %
Porsvatn	0-1 cm	<0,5	76	22	18	3,8	0,078	14,7
	1-2 cm	<0,5	60	20	9,5	2,3	0,056	14,8
	2-3 cm	<0,5	50	18	6,3	2,0	0,025	10,1
	ref	<0,5	130	34	8,2	3,1	0,033	13,0
Otermotjernet	0-1 cm	<0,5	17	5,8	26	0,1	0,065	94
	1-2 cm	<0,5	19	8,0	26	0,1	0,075	96
	2-3 cm	<0,5	16	8,0	25	0,1	0,085	93
	ref.	<0,5	15	7,8	2,7	0,0	0,025	96
Gairasmotjernet	0-2 cm	<0,5	15	7,6	9,5	0,3	0,037	76

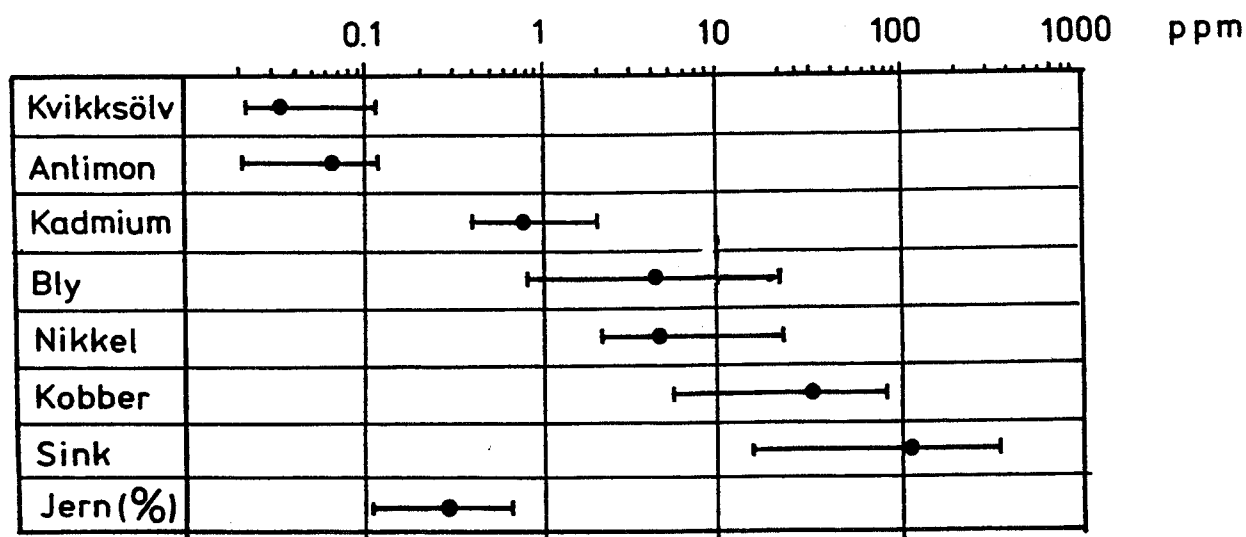
Sedimentene fra de to tjernene hadde et høgt organisk innhold noe som er typisk for slike "myrtjern". Tungmetaller har stor bindingsevne til organisk materiale. Eventuelle forurensninger av metaller fra deponiene skulle derfor bindes opp i disse organiske sedimentene. Med unntak av et lite påslag fra atmosfærisk avsatt bly og kvikksølv kan det ikke registreres forurensninger av de undersøkte metallene. Det er i allefall utenkelig at det lekker tungmetaller av betydning til disse tjernene fra deponiene. Konsentrasjonene er godt innenfor det som er vanlige bakgrunnsverdier i Finnmark (Rognerud & Skotvold 1994).

Konsentrasjonene i vannmoser fra de aktuelle stasjonene på Gairasmoen og i Porsbekken, samt referanser i Kaggelva og Harrejokka og i bekk som renner inn på Gairasmoen er vist i Tabell 2.

Tabell 2. Analyser av tungmetaller i vannmoser (Fontinalis) eksponert i august og september 1993. Det er tatt parallelle prøver på Gairasmoen (ref og st.1) og i Porsbekken st.1.

Lokalitet	Stasjon	Cd (ppm)	Cu (ppm)	Ni (ppm)	Pb (ppm)	Fe %	Hg (ppm)
Gairasmoen	ref.	0,6	41	13	77	0,4	0,106
	ref.	0,6	40	11	67	0,2	0,120
Gairasmoen	st.1	0,9	35	15	18	0,5	0,130
	st.1	0,5	29	13	13	0,4	0,099
Gairasmoen	kildeutspring	1,2	121	24	7,0	0,3	0,035
Porsbekken	st.1	0,9	65	18	13	1,3	0,056
	st.1	0,7	40	16	5	1,1	0,048
	st.2	<0,5	47	15	14	1,8	0,048
Kaggelva	ref.	<0,5	18	14	7	1,4	0,049
Harrejokka	ref.	<0,5	25	<1	13	0,1	0,170

Med unntak av kobberverdiene i kildeutspringet på Gairasmoen, som var noe høyere enn normalt, er det ikke indikasjoner på metallforurensninger på noen av stasjonene i avrenningen fra Gairasmoen. Konsentrasjonene for metallene er innenfor det intervallet en registrerer i bekker uten punktkilder i regionen (Rognerud et al. 1992, Rognerud 1993) og landet forøvrig (Figur 2). Referansebekken som renner inn på Gairasmoen hadde høyere blyverdier enn det som er vanlige referanseverdier uavhengig av hvilken grunn.



Figur 2. Middelverdier og variasjonsbredder for konsentrasjoner av tungmetaller i vannmose fra ulike deler av landet som ikke har punktkilder i nedbørfeltet. Data innhentet ved NIVA's Østlandsavdelingen i perioden 1986-93.

Geologien er komplisert i området med bl.a. omdannede sedimentære bergarter som stedvis har høye metallverdier. Dette gjelder bl.a. kobber som kan forekomme i svært forhøyede bakgrunnsverdier slik som tilfellet er i skytefeltet på Porsangermoen (Rognerud 1993). Det er mulig at de forhøyede verdiene av kobber i kildeutspringet på Gairasmoen kan ha geokjemiske årsaker.

På bakgrunn av moseverdiene kan den midlere vannkonsentrasjonen over en tre ukers periode estimeres etter sammenhenger gitt i Rognerud et al. 1992. Resultatene er presentert i Tabell 3 der det også er vist analyseresultatene for Br 10 gitt i NOTEBY's siste rapport (som er det samme kildeutspringet som vi har moseprøver fra). Det går fram av tabellen at det er godt samsvar mellom disse resultatene. Konsentrasjonene var lave og på nivå med det som er vanlige bakgrunnsverdier ellers i landet (Steinnes 1990). Vi ser også at resultatene fra en av referansebekkene som renner inn på Gairasmoen (den samme referansebekken som NOTEBY har brukt) viste nær de samme verdiene som i kildeutspringet, med unntak av bly som var noe høyere.

Tabell 3. Konsentrasjoner av tungmetaller i vann estimert ut fra konsentrasjonene i moseprøver. NOTEBY's analyser fra Br.10 tatt den 18/11-93 er også vist.

Lokalitet	Stasjon	Cd (µg/l)	Cu (µg/l)	Ni (µg/l)	Pb (µg/l)	Hg (ng/l)
Gairasmoen	ref.	<0,1	2	0,6	1,0	<5
	st.1	<0,1	1,6	0,8	0,5	<5
Gairasmoen	kildeutspring	<0,1	6	0,5	0,2	<5
Gairasmoen	Br.10 (Noteby)	<0,1	3	<1	<1	<200

4. Konklusjon og diskusjon

Undersøkelsene i Porsvatn, Porsbekken, i tjernene på Otermoen og Gairasmoen og i kildeutspringet på Gairasmoen samt i bekken fra dette ned til Lakselva, har ikke avdekket forurensninger av kvikksølv, kadmium, kobber, bly og nikkel som kan tilbakeføres til lekkasjer fra deponier og/eller korrodert ammunisjon. For Gairasmoens vedkommende er dette i overenstemmelse med NOTEBY's siste rapport. De høge verdiene av spesielt kvikksølv og kadmium som ble rapportert i NOTEBY's første rapport mener vi skyldes kontaminering under innsamling av prøvene. Analyser av kvikksølv i vann setter svært store krav til prøveflasker og prøvetakning. Det er kun såkalt "super clean" teknikk somer brukbart i dette tilfellet. Derfor er det også internasjonal enighet om at prøver av kvikksølv i vann som ikke har benyttet en slik metodikk oftest er verdiløse. Kvikksølv-konsentrasjoner på opp til 210 µg/l slik som rapportert av NOTEBY er på nivå med de høyeste verdiene som ble registrert i forbindelse med fabrikkutslippene under Minamata katastrofen i Japan på 1950 - 60 tallet (Salomons & Førstner 1984). Det sier seg selv at det er urealistisk at slike konsentrasjoner skulle kunne opptre i grunnvannet på Gairasmoen uten at det finnes spor av dette i mosene fra kildeutspringet, i tjernets sedimenter eller i bekken ned mot Lakselva.

Forsvaret på Porsangermoen har bilder som viser korrodert ammunisjon på bunnen av Porsvatn. Årsaken til at det ikke er utløst metaller i et slikt omfang at det har preget sedimentene kan skyldes to forhold. For det første er det mulig at den deponerte ammunisjonen ikke inneholder nevneverdige mengder av de undersøkte metallene (dette må i så tilfelle undersøkes nærmere). Dersom det likevel er ammunisjon (f.eks handvåpen-ammunisjon) som inneholder bly og kobber må korrosjonshastigheten ha vært så lav at de årlige frigitte mengdene har vært ubetydelig i forhold til de naturlige kilder og de atmosfæriske avsetninger. Våre undersøkelser i de militære skytefeltene har vist at korrosjonen av bly og kobberholdige prosjektiler går svært sent og at de årlige frigitte mengder er små sett i forhold til de store deponerte mengdene. Resultatene fra Porsvatn er således i overenstemmelse med disse resultatene. Den deponerte ammunisjonen kan imidlertid inneholde andre stoffer enn tungmetaller som kan være betenkelige ut fra et drikkevann-synspunkt. Vi vil derfor anbefale at dette undersøkes nærmere dersom vannet i fremtiden også skal være drikkevannskilde.

Det ble ikke registrert forurensninger av PCB i Porsvatn's sedimenter. PCB er et persistent stoff som bindes i sedimentene og kan forblir der i lang tid. Det er derfor svært lite trolig at innsjøen overhode har vært utsatt for forurensninger av dette stoffet.

5. Referanser

- Berryman, D. 1990. Selection de nouveaux indicateurs de la qualite des cours d'eau du Quebec. Ministry of Environment Quebec EN 900 QE/67/1, 77 p.
- Descy, J. P. & Empain, A. 1981. Inventaire de la qualite des eaux courantes en Wallonie. Univ. of Liege, Department of Botany.
- Kelly, M. G., Gipton, C. & Whitton B. A. 1987. Use of moss-bags for monitoring heavy metals in rivers. Water Resource Vol. 21, No. 11, 1429-1435.
- Monteiro, H.M.V., Goncalves, E. P. & Boaventura, R. 1989. International Symposium on Integrated Approches to Water Pollution Problems, SISSIPA, Lisboa Portugal 19-23 juni 1983.III 463

- Mouvet, C., Morhain, E. Sutter, C. & Couturieux, N. 1993. Aquatic mosses for the detection and follow-up of accidental discharges in surface waters. *Water Air, and Soil Pollution* 66: 333-348.
- Noteby 1992. Gairasmoen fyllplass. Kartlegging av sigevannsførhold. Saksb. M. H. Murvold.
- Noteby 1993. Gairasmoen fyllplass. Oppfølging av vannprøvetaking. Saksbeh. M.H. Murvold.
- Rognerud, S. & Fjeld, E. 1993. Regional survey of heavy metals in lake sediments in Norway. *Ambio* Vol 22, No. 4. 206-212
- Rognerud, S. 1993. Vannforurensning fra skytefelt. Overvåkning av kobber og bly i 1992. NIVA-rapport L.nr. 2884.
- Rognerud, S. & Boye, B. 1992. Vannforurensning fra skytefelt. Del 3. Forurensning av aktuelle tungmetaller fra 10 av Forsvarets skytefelt. NIVA-rapport L.nr. 2699.
- Rognerud, S. Kjellberg, G. & Ingebrigtsen, K. 1993. Overvåkning av tungmetaller og klorerte hydrokarboner fra Terningmoen skytefelt i 1992, inklusive to eldre søppelplasser. NIVA-rapport L.nr. 2882.
- Salamons, W. & Førstner U. 1984. *Metals in the Hydrocycle*. Springer Verlag Berlin. 349 s.
- Selinus, O. 1988. *Geochemistry and health*, Ian Thornton (ed.) Science Reviews Limited, Northwood, U.K. pp 13-19.
- Skotvoll, T. & Rognerud, S. 1994. Tungmetaller og persistente organiske forbindelser i innsjøsedimenter i Finnmark. Rapport no 306/01/01 Akvaplan-Niva, Tromsø.
- Steinnes, E. 1990. Lead, cadmium and other metals in Scandinavian surface waters, with emphasis on acidification and atmospheric deposition. *Environ. Toxicol. & Chem.* Vol.9 (7).

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

Navn/lokalitet : PORSANGER
 Oppdragsnr. : 93240
 Prøver mottatt : Nov.-93
 Lab.kode : BIL1
 Jobb.nr. : 94/19
 Prøvetype : Sediment
 Kons. i : Ug/kg tørrvekt
 Dato : 2.03.94
 Analytiker : EMB

1: Porsv. 0-5cm
 2:
 3:

Parameter/prøve	1
5-CB	<0.3
a-HCH	<0.3
HCB	<0.3
g-HCH	<0.3
PCB 28	<0.3
PCB 52	<0.3
OCS	<0.3
PCB 101	<0.3
p,p-DDE	<0.3
PCB 118	<0.3
p,p-DDD	<0.3
PCB 153	<0.3
PCB 105	<0.3
PCB 138	<0.3
PCB 156	<0.3
PCB 180	<0.3
PCB 209	<0.3
SUM PCB	0
SUM SEVEN DUTCH PCB	0
%Fett	
%Tørrstoff	30.0