



Rapport

401|90

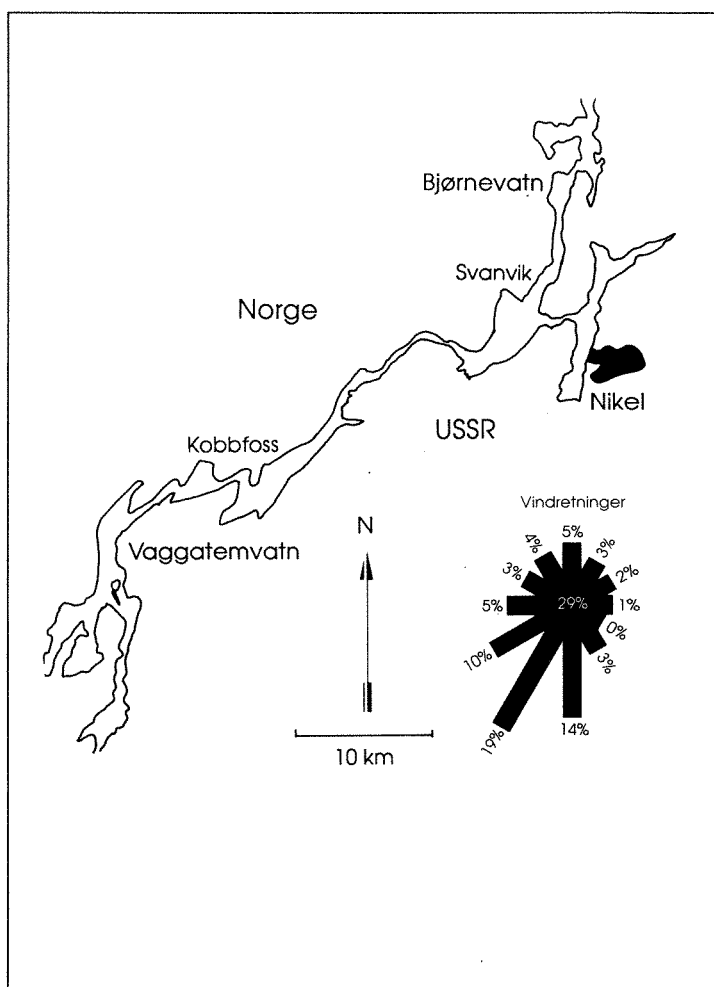
Oppdragsgiver

Statens forurensningstilsyn

Deltakende institusjoner

NIVA

# Sediment-undersøkelser i Pasvikelva høsten 1989





## Statlig program for forurensningsovervåking

Det statlige programmet omfatter overvåking av forurensningsforholdene i

**luft og nedbør  
grunnvann  
vassdrag og fjorder  
havområder**

Overvåkingen består i langsiktige undersøkelser av de fysiske, kjemiske og biologiske forhold.

Hovedmålsettingen med overvåkingsprogrammet er å dekke myndighetenes behov for informasjon om forurensningsforholdene med sikte på best mulig forvaltning av naturressursene.

Hovedmålet spenner over en rekke delmål der overvåkingen bl.a. skal:

**gi informasjon om tilstand og utvikling av forurensningssituasjonen på kort og lang sikt.**

**registrere virkningen av iverksatte tiltak og danne grunnlag for vurdering av nye forurensningsbegrensende tiltak.**

**påvise eventuell uheldig utvikling i resipienten på et tidlig tidspunkt.**

**over tid gi bedre kunnskaper om de enkelte vannforekomsters naturlige forhold.**

Sammen med overvåkingen vil det føres kontroll med forurensende utslipp og andre aktiviteter.

Overvåkingsprogrammet finansieres i hovedsak over statsbudsjettet. Statens forurensningstilsyn er ansvarlig for gjennomføring av programmet.

Resultater fra de enkelte overvåkingsprosjekter publiseres i årlige rapporter.

Henvendelser vedrørende programmet kan i tillegg til de aktuelle institutter rettes til Statens forurensningstilsyn, Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo 1, tlf. 02 - 65 98 10.

# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

<b>Hovedkontor</b> Postboks 33, Blindern 0313 Oslo 3 Telefon (02) 23 52 80 Telefax (02) 39 41 29	<b>Sørlandsavdelingen</b> Grooseveien 36 4890 Grimstad Telefon (041) 43 033 Telefax (041) 42 709	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (065) 76 752	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (05) 95 17 00 Telefax (05) 25 78 90
--	--	--	--

Prosjektnr.: 0-89187
Undernummer:
Løpenummer: 2418
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel: Sedimentundersøkelser i Pasvikelva høsten 1989. (Overvåkingsrapport nr. 401/90 )	Dato: april -90
Forfatter (e):  Sigurd Rognerud	Rapportnr. 0-89187
	Faggruppe: sediment
	Geografisk område: Sør-Varanger
	Antall sider (inkl. bilag): 10

Oppdragsgiver: <b>Statens forurensningstilsyn (SFT)</b> (Statlig program for forurensningsovervåking)	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
--	----------------------------------

Ekstrakt: Utslipp av tungmetaller fra smelteverkene i de grensnære områdene på russisk side har ført til at forurensningsgraden av sedimentene i Bjørnevatn var markert for nikkel, kopper og kvikksølv, moderat for kadmium, men liten for bly og sink. I Vaggatemvatn oppstrøms Nikel-området var sedimentene lite forurenset av alle elementene bortsett fra en moderat forurensning av kadmium og markert forurensning av kvikksølv. Til tross for en markert forurensningsgrad av kvikksølv så har det ikke gitt seg utslag i betenkelig høye kvikksølv-verdier i fisk, hovedsakelig fordi bakgrunnsverdiene var meget lave.

4 emneord, norske:

1. Pasvikelva
2. Sedimenter
3. Tungmetaller
4. Forurensningsgrad

4 emneord, engelske:

1. Pasvikelva
2. Sediments
3. Heavy metals
4. Contamination factor

Prosjektleder:

For administrasjonen:

ISBN 82-577-1722-3



# Statlig program for forurensningsovervåking

Sedimentundersøkelse i Pasvikelva

høsten 1989.

0 - 8 9 1 8 7

Saksbehandler: Sigurd Rognerud

Medarbeidere: Tor Traaen (NIVA)

Kjeld Stub-Jakobsen

(Fjelltjenesten i Finnmark)

## F o r o r d

Dette arbeidet er en del av undersøkelsene i Pasvikelva (0-89187) som inngår som en del av programmet "Statlig program for forurensningsovervåkning" som administreres og finansieres av Statens Forurensningstilsyn (SFT).

Feltarbeidet ble utført av Sigurd Rognerud (NIVA) og Kjeld Stub-Jakobsen i Fjelltjenesten i Finnmark. Sedimentprøvene ble analysert ved NIVA's laboratorium i Oslo.

## I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

FORMÅL - KONKLUSJONER	.....	1
1. Innledning	.....	2
2. Materiale og metoder	.....	3
3. Resultater og diskusjon	.....	4
3.1. Nikkel og kopper	.....	7
3.2 Sink og bly	.....	8
3.3 Kadmium og kvikksølv	.....	8
5. Referanser	.....	10

## FORMÅL - KONKLUSJONER

### Formål

Hovedmålet med denne undersøkelsen var å registrere eventuelle tungmetallforurensninger av Pasvikelva fra smelteverkene på russisk side.

### Konklusjon

Utslippene av nikkel og kopper fra smelteverkene på russisk side har ført til en markert forurensning av sedimentene i Bjørnevatn, mens forurensningsgraden var ubetydelig i Vaggatemvatn. Forurensningsgraden av sink og bly var liten ved begge stasjoner. Overflatesedimentene var moderat forurenset av kadmium og markert forurenset av kvikksølv ved begge stasjoner.

Høgere bakgrunnsverdier i Bjørnevatn gjør likevel at overflatesedimentene har ca 50% høyere konsentrasjoner av både kadmium og kvikksølv i Bjørnevatn enn i Vaggatemvatn. Det er rimelig å anta at dette viser den reelle forskjellen i antropogen forurensning da referanseverdiene kan være for høye i Bjørnevatn. Både ulike deponeringsmønstre og eventuelle direkte utslipp til elva fra Nikel-området kan forklare forskjellene i forurensningsgraden ved Vaggatemvatn og Bjørnevatn for de ulike elementene.

Den markerte forurensningen av kvikksølv i sedimentene har imidlertid ikke gitt så høge konsentrasjoner i kjøttet av fisk fra Pasvikelva at den ikke er tjenelig som menneskeføde (se Nordheim et.al.1985). Årsaken til dette er de meget lave bakgrunnsverdiene som gjør at til tross for en markert forurensningsgrad så var konsentrasjonene i overflatesedimentet forholdsvis lave.

## 1. Innledning

Høsten 1989 ble det samlet inn sedimentprøver fra Vaggatemvatn og Bjørnevatn i Pasvikelva (fig.1). Vaggatemvatn ligger oppstrøms eventuelle direkte utslipp til elva fra Nikel-regionen, mens Bjørnevatn ligger nedstrøms. Hensikten med undersøkelsen var å registrere eventuelle tungmetallforurensninger av Pasvikelva fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnyi (USSR). Utslipp til atmosfæren fra begge disse verkene vil bidra til metallforurensninger av både Vaggatemvatn og Bjørnevatn. Bjørnevatn ligger nærmere kildene og en kan forvente en større tilførsel også fra nedbørfeltene i denne regionen.

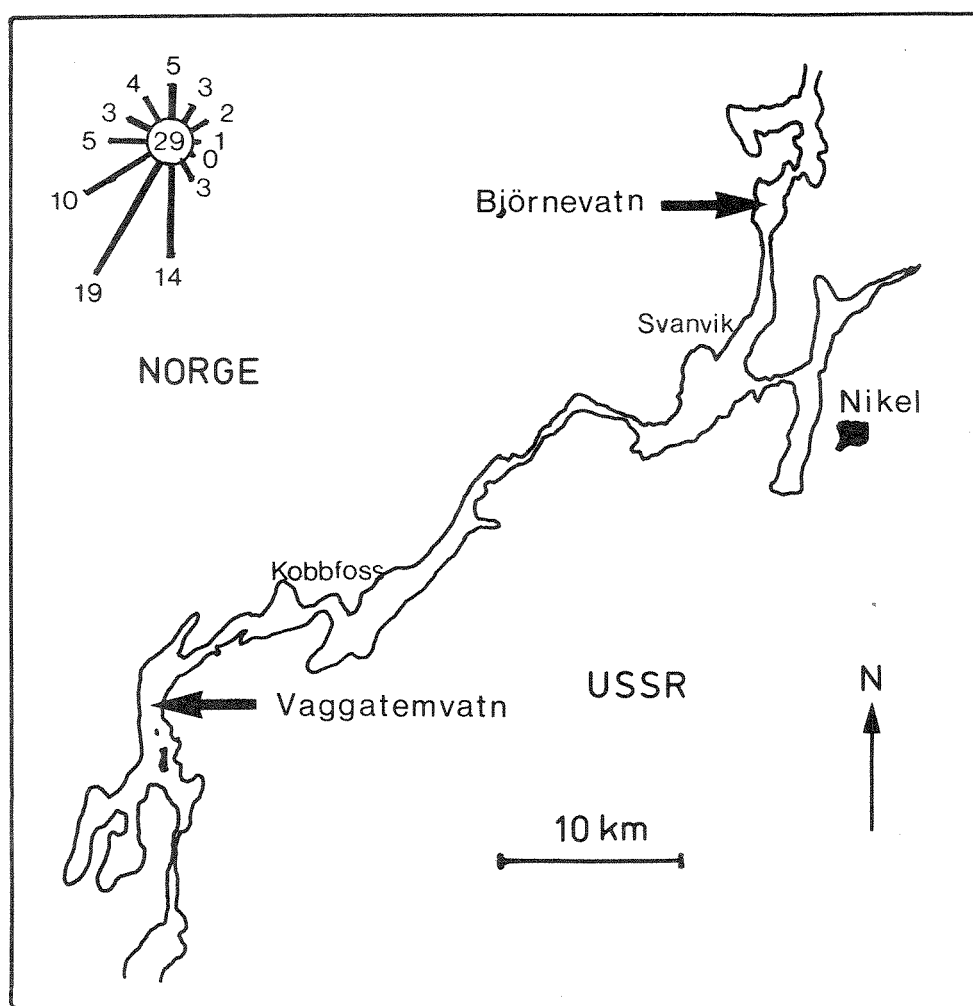


Fig.1 Pasvikelva mellom Vaggatem og Bjørnevatn. Zapoljarnyi ligger ca 25 km øst for Nikel. Vindroser (der vinden blåser fra i %) for oktober 1988-mars 1989 i Svanvik er også vist (Hagen et.al. 1989). Det var vindstille i 29% av registreringene.



## 2. Materiale og metoder

Det ble samlet inn 5 sedimentkjerner fra hver av de to stasjonene for å sikre en best mulig representativitet. Alle parallellene ble tatt fra de dypeste områdene i innsjøene. Prøvedypet varierte fra 22 til 25 m ved begge stasjoner og sedimentkjernene ble splittet opp i centimetertykke sjikt. Foreløpig er det analysert på glødetap, nikkell, kopper, sink, bly, kadmium og kvikksølv i 0-1 cm sjiktet i alle parallellene, mens konsentrasjoner i vertikalprofilen ble undersøkt på en sedimentkjerne ved hver stasjon. Alle analysene er utført ved NIVA's laboratorium. Resultatene er gitt i tab.1 og 2.

Tab.1 Analyser av overflatesedimentene (0-1 cm) ved 5 paralleller på 2 stasjoner i Pasvikelva høsten 1989. Middelerverdiene er også gitt. TV=tørrvekt, X=middelerverdi

Parallell Parameter	Bjørnevatn					
	1	2	3	4	5	X
Glødetap %	13.0	12.9	14.4	13.6	13.8	13.5
OC mgC/gTV	6.3	5.9	6.5	6.6	6.7	6.4
Ni µg/gTV	281	334	169	305	372	292
Cu "	151	170	110	172	185	158
Zn "	129	120	107	127	126	122
Pb "	34	22	29	31	37	31
Cd ng/gTV	300	320	200	330	340	298
Hg "	130	120	80	130	120	116

Parallell Parameter	Vaggatem					
	1	2	3	4	5	X
Glødetap %	15.2	16.4	15.3	13.0	13.3	14.6
OC mgC/gTV	7.2	7.5	7.4	6.5	6.3	6.9
Ni µg/gTV	53	52	21	52	55	47
Cu "	68	67	38	66	68	61
Zn "	108	109	67	126	127	107
Pb "	44	40	22	36	41	37
Cd ng/gTV	240	220	80	220	240	200
Hg "	90	90	20	90	100	78

Tab.2 Analyser av sedimentkjerner i vertikalprofilen ved 2 stasjoner i Pasvikelva 1989. TV=tørrvekt, GT=glødetap.

St.1 Bjørnevatn (parallell 5)

	GT %	Ni —— µg/g	Cu µg/g	Zn TV ———	Pb ———	Cd ng/gTV	Hg
0 - 1 cm	13.8	372	185	126	37	340	120
1 - 2 cm	12.3	327	163	122	36	340	150
2 - 3 cm	11.4	169	107	115	43	250	100
11-13 cm	9.1	59	56	94	35	140	30

St.2 Vaggatem (parallell 5)

	GT %	Ni —— µg/g	Cu µg/g	Zn TV ———	Pb ———	Cd ng/gTV	Hg
0 - 1 cm	13.3	55	68	127	41	240	100
1 - 2 cm	12.4	39	50	107	30	210	60
2 - 3 cm	11.0	40	51	103	30	170	40
11-13 cm	10.0	42	48	98	23	90	20

### 3. Resultater og diskusjon

Ved en sammenligning av metallkonsentrasjoner i sedimentet er det viktig å ta hensyn til forhold som innsjødypt, sedimentets organiske innhold og vannkvaliteten (spesielt surhetsgraden). Dette er kommet klart fram i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter som snart publiseres (Rognerud & Fjeld, 1990). Vannkvaliteten er tilnærmet lik på begge stasjoner (Pasvikelva) og prøvetakningsdyptet var nær det samme for alle paralleller på begge stasjoner. Det organiske innholdet både i overflatesjiktet og i vertikalprofilen var også svært likt ved begge stasjoner (tab.1 og 2). Alle disse forhold gjør det mulig å direkte sammenligne metallkonsentrasjonene ved de to stasjonene. Dette er et meget gunstig utgangspunkt for å løse undersøkelsens målsetning.

Surhetsgraden i vannfasen er viktig for graden av fastlegging i sedimentet av enkelte tungmetaller. Dette gjelder spesielt mobile elementer som f.eks. nikkel, kadmium og sink der surt vann reduserer bindingsgraden i sedimentet og adsorpsjonsgraden til sedimenterende partikler. I slike tilfeller kan sedimentene være et dårlig mål på belastningen. Surhetsgraden i Pasvikelva er imidlertid tilnærmet nøytral slik at det er rimelig å anta at konsentrasjonene i sedimentet gir en god indikasjon på belastning også for disse elementene. Dette sammen med de små forskjellene i glødetapet i vertikalprofilen gjør at bruken av kontamineringsfaktorer ( $K_f$ ) gir et godt mål på forurensningsgraden. Denne faktoren er definert som forholdet mellom et sjikts konsentrasjoner ( $C_x$ ) og bakgrunnskonsentrasjonene ( $C_b$ ).  $C_b$  er satt lik konsentrasjonene i sedimentsjiktet 11-13 cm som er over 100 år gammelt. I den ovennevnte nasjonale sedimentundersøkelsen kom en fram til følgende inndeling av forurensningsgraden (= avvik fra naturtilstanden) ut fra  $K_f$ -verdier:

$K_f$	Forurensningsgrad	Forurensningsklasse
< 1,5	ubetydelig, liten	1
1,5 - 3	moderat	2
3 - 6	markert	3
> 6	stor	4

Denne inndelingen blir også lagt til grunn i diskusjonen av forurensningsgraden i sedimentene ved Vaggatemvatn og Bjørnevatt.

Parallellanalysene viste små regionale forskjeller i overflate-sedimentet ved hver stasjon for alle analysene (tab.2). Middelerverdiene for hver analyse var også nær verdien for parallell 5 ved de respektive stasjoner som var de kjernene som ble studert i vertikalprofilen. Dette viser at de vertikalprofiler som er gitt i fig.2 og de beregnede  $K_f$ -verdiene (fig.3) høyst sannsynlig er representative for sedimentene i Bjørnevatt og Vaggatemvatn.

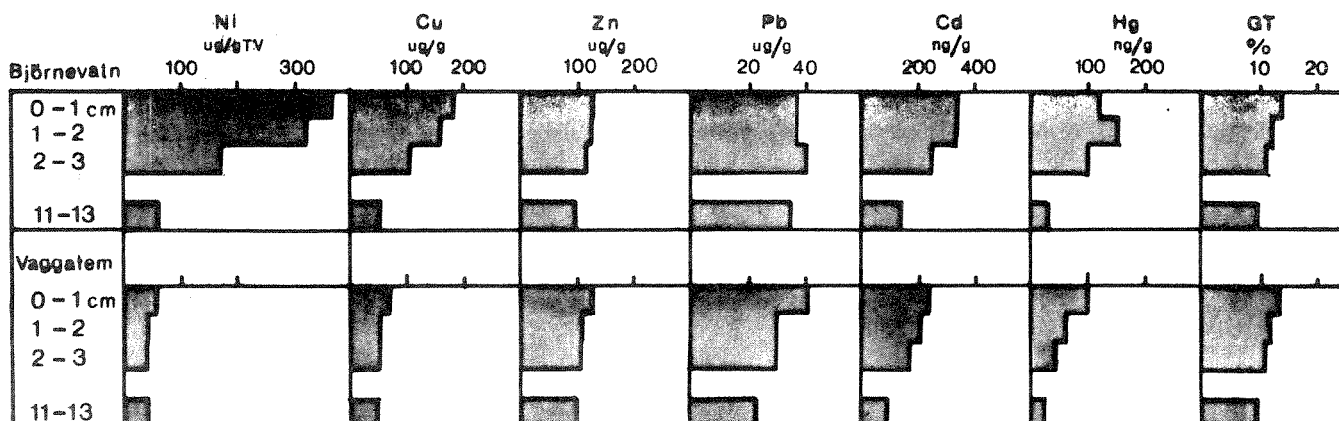


Fig.2 Sedimentkonsentrasjoner av tungmetaller og glødetapet (parallell 5) i vertikalprofilen for stasjonene Vaggatem og Bjørnevatn i Pasvikelva høsten 1989.

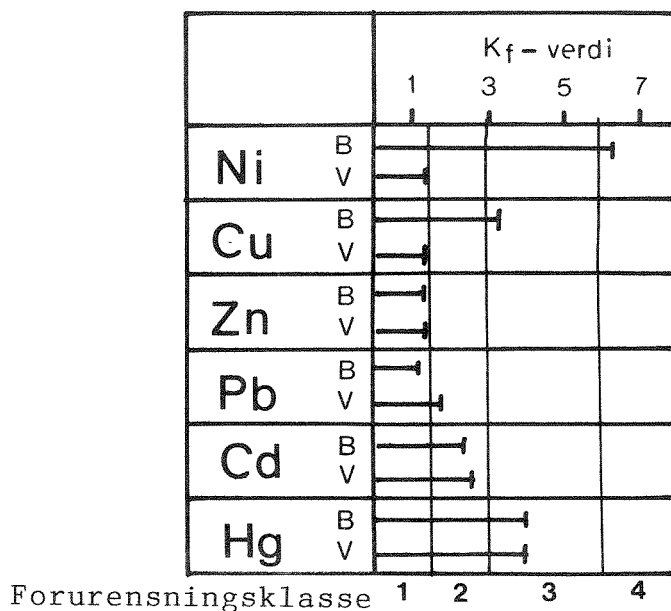


Fig.3 K<sub>f</sub>-verdier og forurensningsgraden for overflate-sedimentene (parallell 5) ved Vaggatem (V) og Bjørnevatn (B).

### 3.1. Nikkel (Ni) og kopper (Cu)

Bakgrunnsverdiene for nikkel og kopper var ca 50 ug/g tørrvekt sediment ved begge stasjoner (fig.2). Overflatesedimentene ved Vaggatem var ubetydelig forurenset av begge elementene, mens markerte forurensningsgrader ble registrert i Bjørnevatn. Disse forskjellene kan forklares ut fra to forhold.

- a) Det kan ha vært direkte utslipp til Pasvikelva fra Nikelområdet. Disse vil i tilfelle bare forurense sedimentene i Bjørnevatn og ikke i Vaggatemvatn.
- b) Bjørnevatn ligger nærmere kildene enn Vaggatemvatn og lokalnedbørfeltet spesielt på russisk side har mottatt store atmosfæriske deponeringer av både metaller og syrer i lang tid. Erfaringer fra andre tilsvarende smelteverk viser at nikkel og kopperutslipp til luft i hovedsak avsettes nær kildene (Nriagu et.al. 1982, Steiness et.al. 1989). Dette forholdet sammen med fremherskende syd/syd-vestlige vindretninger (Hagen et.al. 1989) gjør at områdene rundt Nikel og nordover blir mest berørt. Nedbørfeltet til Vaggatem blir langt mindre påvirket av atmosfæriske metalldeponeringer (Hagen et.al.1989). Høgere deponeringer og forurning av feltene rundt Nikel-området vil betinge enn større avrenning av metaller og spesielt mobile elementer slik som nikkel. En forurning av nedbørfeltene, vil også øke løseligheten av spesielt nikkel fra feltenes mineralfraksjon. Dersom feltene på russisk side har sur avrenning så vil en høyere pH-verdi i Pasvikelva gi en økt sjanse for felling av kopper og nikkel til sedimentet.

Det er derfor rimelig å anta at fremherskende vindretninger, graden av forurning i nærliggende nedbørfelt og deponeringsmønsteret for kopper og nikkel er hovedårsaken til forskjellene i forurensningsgrad i overflatesedimentene ved Vaggatemvatn og Bjørnevatn. Det kan imidlertid ikke utelukkes at det har funnet sted direkte utslipp til elva fra virksomheten i Nikelområdet.

Sedimentkonsentrasjonene ved Bjørnevatn økte opp mot overflaten for både kopper og nikkel. Hoveddelen av forurensningene var knyttet til sjiktet 0-3 cm som i hovedsak er avsatt etter andre verdenskrig. Denne tidsangivelsen baserer seg på en antatt gjennomsnittlig sedimentasjonshastighet på 0,5 - 1 mm/år som synes rimelig for denne regionen (diskutert i Rognerud & Fjeld 1990).

### 3.2 Sink (Zn) og bly (Pb).

Overflatesedimentene var ubetydelig forurenset av sink og bly ved begge stasjoner. Disse elementene er ofte godt interkorrelert i luft og forurensningene transporteres oftest over betydelig lengre distanser enn f.eks. kopper og nikkel (se Steinnes et.al. 1989). De lave verdiene viser imidlertid at forurensningen av bly og sink fra smelteverkene er av liten betydning for konsentrasjonene i sedimentene. Bly bindes sterkt til organisk materiale i nedbørfeltene sjøl i forsurede systemer. Hoveddelen av deponeringene forblir derfor ofte lagret i nedbørfeltene og når i liten grad innsjøsedimentene. Dette gjelder særlig dersom forholdet mellom nedbørfeltets areal ( $A_n$ ) og innsjøarealet ( $A_o$ ) er stort slik som for Vaggatemvatn og Bjørnevatn. Resultater fra andre innsjøer i Øst-Finnmark der  $A_n/A_o$  var lav viste en høyere forurensningsgrad (Rognerud & Fjeld 1990).

Sink er et mobilt element (slik som nikkel) og løsligheten er svært avhengig av forsureningen i nedbørfeltene. De lave sinkverdiene i sedimentene ved Bjørnevatn viser at deponeringen i området er relativt beskjedent og/eller at utløsning av sink fra mineralfraksjonen i eventuelt forsurede nedbørfelt på russisk side har liten betydning.

### 3.3. Kadmium (Cd) og kvikksølv (Hg).

Overflatesedimentene var moderat forurenset av kadmium og markert forurenset av kvikksølv ved begge stasjoner. Selv om forurensningsgraden var den samme ved de to stasjoner for de respektive elementene så var konsentrasjonene i overflate-

sedimentet ca 1.5 ganger høyere i Bjørnevatn ( m.a.o. bakgrunnsverdiene var tilsvarende høyere i Bjørnevatn). Det er mulig at 11-13 cm sjiktet ikke er dypt nok for å gi gode bakgrunnsdata for før-industrielle sedimenter. Det er rimelig å anta at både direkte utslipp til vann og økt atmosfærisk deponering i Nikelregionen kan bidra til noe høyere verdier i Bjørnevatn's sedimenter.

Analyser av luftmassers bevegelse og metalldeponeringer i Skandinavia har vist at hovedkildene for kadmium og kvikksølv er langtransport fra industrisentra i Europa (oppsummert i Rognerud & Fjeld 1990). Forsurning av atmosfæren og økt innhold av kjemiske oksydanter øker deponeringen av kvikksølv (Iverfeldt & Rhode 1988). Utslippene av svoveldioksyd fra smelteverkene i Nikel og Zapoljarnyi er ca 3 ganger større enn de samlede norske utslipp (Traaen 1990). Selv om de lokale atmosfæriske utslippene av kadmium og kvikksølv sannsynligvis ikke er spesielt store (indikasjoner i nedbørprøver, Hagen et.al. 1989) så kan den kjemiske sammensetningen i lufta i området gi økt deponering av spesielt kvikksølv.

Som tidligere nevnt (kap.3.1.) avsettes nikkel og kobber nær kildene. Både ulike deponeringsmønster og ulik grad av direkte utslipp til Pasvikelva fra Nikelområdet kan forklare at sedimentene ved Bjørnevatn i forhold til Vaggatemvatn var mer anrikt på nikkel og kobber enn kvikksølv og kadmium.

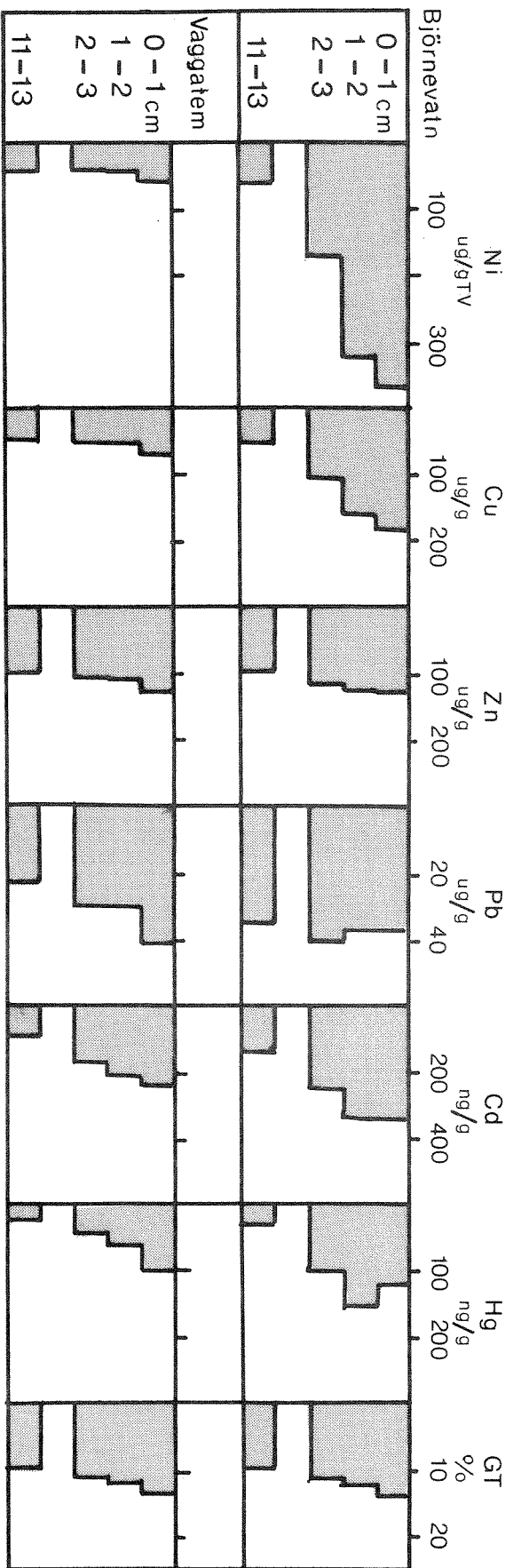
Kvikksølv har en meget stor evne til å akkumuleres i fiskekjøtt. Dette gjelder spesielt for større fisk og fiskepisende arter som f.eks. gjedde. Den markerte forurensningsgraden av kvikksølv i sedimentene kan derfor betinge økte konsentrasjoner utover de naturlige bakgrunnskonsentrasjoner i fisk fra Pasvikelva.

En undersøkelse utført i 1984 av fisk fra Svanevatn og nordover og fra Vaggatemvatn og sørover viste at fiskekjøttet ikke hadde urovekkende høye kvikksølvkonsentrasjoner (Nordheim et.al.1985). Det var heller ikke signifikante forskjeller mellom områdene.

**Referanser**

- Hagen, L.O. et.al. 1989. Basisundersøkelse av luftforurensninger i Sør-Varanger 1988-1990. NILU-rapport 46/89. 63s.
- Iverfeldt, Å. & Rodhe, H. 1988. Atmospheric transport and deposition of mercury in nordic countries. Progress report, Nordic Council of Ministers 1988.
- Nordheim, G., Kristoffersen, K. & Fiskebeck, P.E. 1985. Kvikksølv i vann, botnsedimenter og fisk fra Pasvikvassdraget. Fylkesmannen i Finnmark, miljøvernavd. rapp. Nr.12, 56s.
- Nriagu, J.O. et.al. 1982. Deposition and Chemistry of Pollutant Metals in Lakes around Smelters at Sudbury, Ontario. Environ. Sci. Technol, Vol 16. Nr.9. 551-560.
- Rognerud, S. & Fjeld, E. 1990. Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk. SFT-rapp. under rapportering.
- Steinnes, E. et.al. 1989. Heavy metal pollution by long range atmospheric transport in natural soils of southern Norway. Water, Air and Soil Pollution 45. 207-218.
- Traaen, T.S. 1990. Forsuring og tungmetallforurensning i små vassdrag i Sør-Varanger. Undersøkelser i 1989. NIVA-rapport, 0-89076, 19s.







HOI

Støv i froyer betyg (atom abs.)

Analysereksvisjon/Resultatskjema/ Forvarsel Kjemilaboratoriet	Fra pro-sjekt	nr. 85065	Prøve mottatt:	Prøve tatt	Prøve innk.	Prøve type	Rekv. kode	Rekv. av:	Ark.	Side
			Dato: 4/7-90	Dato:	Dato: Kl.:	Sediment				
		Navn	Av: M. G. St.	Av:			FNO			32

Harstad

Prøver merket	Kode	mg/g		Cd	Ni	Cr	Storhet:	Rekv. kode	Rekv. av:
		Pb	Zn						
37-90 St 1 a kont	FNO 1	23,5	0,35	0,8	29	30,0	1a = prøve		Berkinette
" " 1 b	2	11,3	0,26	0,5	21	26,4	(10 cm kjemilange)		2 Berkinette i medelste del av nedre del av prøve
" " 1 a lang	3	18,8	0,23	0,8	29	27,7			1 prøve samling
" " 1 b	4	10,1	0,31	0,9	31	36,4	20 cm kjemilange		1 medelste 2 cm.
" " 2 a	5	46,9	0,37	0,9	20	19,4	Bottekr		2a = prøve emblikon
" " 2 b	6	14,4	0,39	0,9	35	26	20 cm kjemilange		2b = medelste 2 cm
" " 6 a	7	39,9	0,75	0,8	30	22,8	Famisskorp 6 a		6a = prøve emblikon
" " 6 b	8	9,8	0,26	0,6	31	22,5	20 cm langke		6b = medelste 2 cm.
" " 3 moser	9	11,3	0,12	0,3	9	7,6	Utløpp Bottekr		
" " 3 alger	10	13,7	0,12	0,2	6	7,2	medt utvort gylgen		
" " 10	11	28,9	0,18	0,5	9	3,3	Bottekr fra styrteløkk		

Analsert av: Date:	Prøven er plassert:	Prøven kastes:	Ønskes reanalyseret på:
	25/9-90	1 PR, NET, BR	

Godkjent: 26/9-90  
Oversendt: Zi  
Sakbeh.: