

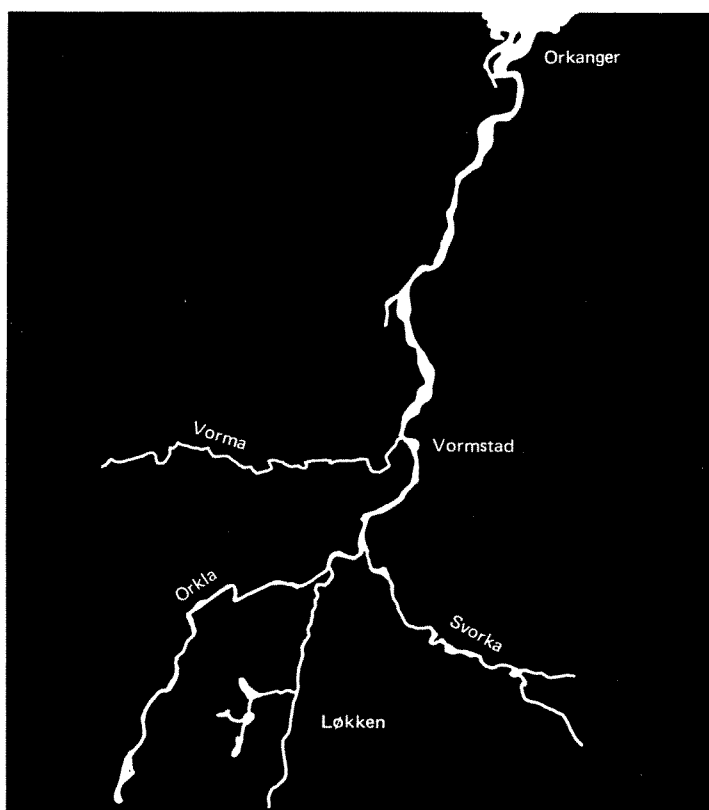
0.2695



O-74078

# Løkken Gruber as & Co

Kontrollundersøkelser 1991



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-74078	Undernr.: XIV
Løpenr.: 2695	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	<b>Serlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: <b>LØKKEN GRUBER A/S &amp; CO.</b> Kontrollundersøkelser 1991	Dato: 20/11-1991	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: Industri	
Forfatter(e): Iversen, Eigil Rune	Geografisk område: Sør-Trøndelag	
	Antall sider: 50	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Løkken Gruber A/S & Co	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.): O-74078
--	---

## Ekstrakt:

Kontrollundersøkelsene i 1991 bekrefter den tendens som har vært tydelig i flere år ved at tungmetalltransporten fra gruveområdet er avtakende. Det er påvist avtakende tungmetallkonsentrasjoner både i Raubekken og i Orkla nedstrøms Svorkmo Kraftverk. Som i tidligere år er viktigste forurensningskilder det avfall som ligger på Løkken-siden og som har direkte avrenning til Raubekken.

4 emneord, norske

1. Kisgruve
2. Drensvann
3. Tungmetaller
4. Orkla

4 emneord, engelske

1. Pyrite mining
2. Acid mine drainage
3. Heavy metals
4. Orkla river

Prosjektleder

Eigil Rune Iversen

For administrasjonen

Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-2038-0

Norsk institutt for vannforskning

**O-74078 .**

**LØKKEN GRUBER A/S & CO.**

**Kontrollundersøkelser 1991**

Oslo, 21. februar 1992

Forfatter: Egil Rune Iversen

## INNHALDSFORTEGNELSE

	Side
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	4
3. FYSISK-KJEMISKE UNDERSØKELSER	4
3.1 Stasjonsplassering og analyseprogram	4
3.2 Vurdering av analyseresultatene	6
3.2.1 St. 1 Overløp slamdam	6
3.2.2 St. 2 Utløp Bjørnlivatn	6
3.2.3 St. 3 Raubekken	6
3.2.4 Stasjonene i Orkla, st. 4 Rønningen og st. 5 Vormstad	7
4. LITTERATUR	8

# 1. SAMMENDRAG

1. Kontrollundersøkelsene av avrenningen fra Løkken-gruveområde har pågått siden 1975. Denne rapporten gir en vurdering av resultatene for undersøkelser foretatt i 1991.
2. I rapporten er foretatt en vurdering av samtlige analyseresultater som foreligger for stasjoner i området.
3. Resultatene for avrenningen fra denne delen av gruveområdet som drenerer til Bjørnlivatn har endret seg lite i måleperioden og er av størrelsesorden ca 10% av den totale tungmetalltransport fra Løkken-området. Vannkvaliteten i slamdammen i Bjørndalen har blitt noe surere og metallkonsentrasjonene har vist en moderat økning siste år. Transporten av forurensningskomponenter herfra er fortsatt beskjeden da nedbørfeltet er lite.
4. I Raubekken har det skjedd en gradvis reduksjon i tungmetallkonsentrasjonen i den perioden det foreligger datamateriale for (1968-91). Tendensen er fortsatt avtagende. Dette kan ha naturlige årsaker, men kan også settes i sammenheng med forurensningsbegrensende tiltak i området. Den samme tendens kan observeres i Orkla ved Vormstad også etter at reguleringen av vassdraget ble avsluttet i 1984.

## 2. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har siden 1975 utført undersøkelser i den nedre delen av Orklavassdraget for å føre kontroll med forurensningstilførslene fra gruveområdet ved Løkken Verk (fig. 1).

Siden 1981 har kontrollundersøkelsene vært samordnet med statlig program for forurensningsovervåking for Orklavassdraget i regi av Statens forurensningstilsyn (SFT), ved at de biologiske og fysisk/kjemiske undersøkelser for stasjonene i Orkla er overført til dette overvåkingsprogrammet. Et sammendrag av de fysisk/kjemiske resultatene for disse stasjonene er også tatt med i denne rapporten. I kapittel 4 er gitt en litteraturoversikt over NIVA-rapporter som behandler gruveforurensninger i Orklavassdraget.

De rutinemessige undersøkelser i Raubekken har siden 1981 bestått av prøvetaking 2 ganger pr. måned for fysisk/kjemiske analyser.

Løkken Gruber har foretatt den rutinemessige innsamling av vannprøver tatt på kontrollerte prøveflasker fra NIVA.

## 3. FYSISK-KJEMISKE UNDERSØKELSER

### 3.1. Stasjonsplassering og analyseprogram

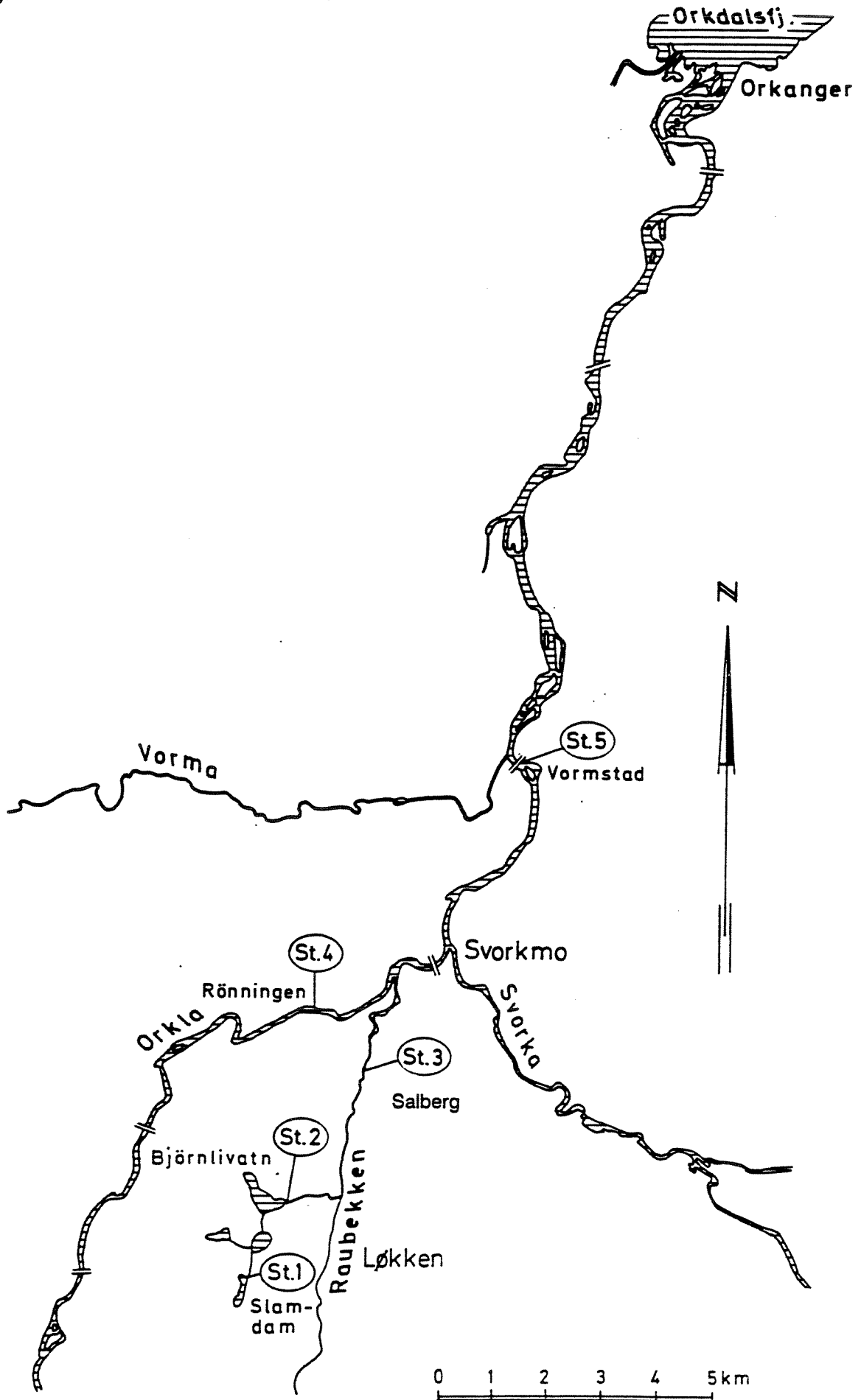
Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene og figur 1 viser en kartskisse over nedre del av Orklavassdraget hvor prøvetakingsstasjonene er markert. Tabellene 2-10 og figurene 2-12 er plassert bakerst i rapporten.

Analysene er delvis gjort ved NIVAs laboratorium og delvis ved Byveterinærens laboratorium i Trondheim. Alle tungmetallanalyser er utført av NIVA. For stasjonene i Orkla (st. 4 og st. 5) er det i denne rapporten bare tatt med parameterutvalg som har relevans til utslipp fra gruvevirksomheten. De øvrige data er presentert i rapport for det statlige overvåkingsprogram for Orkla.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner

St. nr.	Navn
1	Overløp slamdam Bjørndalen
2	Utløp Bjørnlivatn
3	Raubekken ved Salberg (ved inntak kraftverk)
4	Orkla ved Rønningen
5	Orkla ved Vormstad

Figur 1. Nedre del av Orklavassdraget med prøvetakingsstasjoner inntegnet.



## 3.2. Vurdering av analyseresultater

### 3.2.1. St. 1 Overløp slamdam, Bjørndalen

Deponering i dammen opphørte i juli 1987. Damkronen er siden forsterket og tilsådd. Etter driftsstansen fikk en et pH-fall i dammen som antas å ha sammenheng med oksydasjon av tiosulfat. Dammen ble kalket ved et par anledninger. De to siste år har dammen ligget urørt og vannkvaliteten har utviklet seg naturlig.

Tabell 2 gir en fremstilling av analyseresultatene for 1991. Dammen hadde intet overløp fram til april måned. Prøvene ble da tatt i overflaten ved overløpskanalen. pH-verdien for vannmassene i dammen lå ved utgangen av året noe under 4 (3,8). Metallkonsentrasjonene synes relativt stabile i løpet av året. Verdiene for mars og april er neppe representative for vannmassene i dammen og de lave konsentrasjonene skyldes trolig uttynning med overflatevann. I tabell 3 er beregnet tidsveiede middelerverdier for en del analyseparametre for hele driftsperioden fram til 1991. I fig. 2 og 3 er avbildet grafisk utviklingen i tidsveiede middelerverdier for pH, konduktivitet, kobber og sink. Etter at deponiet har ligget urørt en tid tyder resultatene på at pH-verdien fortsatt er svakt synkende. Konduktivitetsverdien har avtatt betydelig siden 1987, noe som skyldes utskifting av det saltholdige driftsvannet med naturlig ionefattig vann samt at utveksling av porevann fra sedimentene avtar og stabiliserer seg på et visst nivå. Den noe lavere pH-verdien i dammen har ført til en moderat økning i sink- og kobberkonsentrasjonene. Vannføringen over damkronen er imidlertid svært beskjeden slik at tilførsleene fra dammen fortsatt ikke har noen betydning for de totale tilførsler av forurensningskomponenter til Raubekken.

### 3.2.2. St. 2 Utløp Bjørnlivatn

Da deponeringen i slamdammen i Bjørndalen opphørte, forsvant tilførsleene av driftsvann til Bjørnlivatn. Vannkvaliteten i Bjørnlivatn er i dag hovedsakelig bestemt av tilførsleene fra Fagerlivatn som delvis skjer som overløp over en støpt terskel som sikrer stabil vannstand i Fagerlivatn, og delvis som grunnvannstilførsler gjennom fyllingen mellom Fagerlivatn og Bjørnlivatn. Det er i perioden etter driftsnedleggelsen gjennomført overdekkingsiltak med myrjord samt tilsåing over gruveavfall som er deponert rundt Fagerlivatn. I tabell 3 er samlet analyseresultatene for 1991. I tabell 4 er beregnet tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre. Vannkvaliteten varierer lite i løpet av året. pH-verdien har steget noe siste år (tabell 4, fig. 4). Det mest bemerkelsesverdige er det sterke fall i jernkonsentrasjonen siden 1987 (tabell 4, fig. 6). Dette kan ha sammenheng med at pH-verdien har økt. Kobberkonsentrasjonen er også noe fallende etter 1987, mens sinkkonsentrasjonen er tilnærmet stabil (tabell 4, fig. 5). Tilførsleene fra Bjørnlivatnets nedbørfelt til Raubekken betyr fortsatt lite for den totale transport fra Løkken-området til Raubekken.

### 3.2.3. St. 3 Raubekken ved Salberg

Stasjon 3, Raubekken ved Salberg, representerer samlet avrenning fra gruveområdet og prøvetas like før den tas inn i overføringstunnelen til Svorkmo Kraftverk. Tabell 5 gir en samlet oversikt over analyseresultatene for 1991. Alle tungmetallanalysene er i 1991 utført av NIVA. I tabell 6 er beregnet tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre for perioden 1975-91. I figurene 7-9 er en del middelerverdier avbildet grafisk.



I 1989 ble det foretatt en grundig kartlegging av de viktigste forurensningskilder til Raubekken (Øren *et al.* 1990). I forhold til situasjonen ved utgangen av 1989 har endringene i vannkvaliteten vært beskjedne, men en del tendenser er likevel tydelige:

- pH-verdien er stigende og konduktivitetsverdien avtagende (fig. 10), noe som tyder på at transporten av forvittringsprodukter er avtagende.
- Kobber- og sinkkonsentrasjonene er jevnt avtagende i hele måleperioden 1975-91. Endringene er størst etter ca 1980-82 (fig. 11).

Materialtransporten er vanskelig å beregne da det ikke er utført systematiske vannføringsmålinger i perioden. Det er etablert en måleprofil ved inntaket til kraftverket, men denne er vanskelig å lese av om vinteren når det er mye snø og is.

Materialtransporten vurderes som noe lavere i 1991 enn i 1989, men varierer en del fra år til år som følge av nedbørforholdene. I 1991 var vannføringen i Raubekken en del lavere enn foregående år (tabell 6).

Samlet vurdering av datamaterialet viser at tungmetalltransporten fra gruveområdet fortsatt er svakt avtakende slik den har vært de siste 15 år.

#### 3.2.4. Stasjonene i Orkla. St. 4 Rønningen og St. 5 Vormstad

Stasjonene i Orkla hører med til det statlige program for forurensningsovervåking av Orkla. Tungmetallanalysene utføres for tiden av NIVA, mens øvrige analyser utføres ved Byveterinærens laboratorium i Trondheim. Prøvetakingen foretas av Kraftverkene i Orkla (KVO).

Stasjon 4 benyttes som en referansestasjon, men vannføringen er her liten da mesteparten av vannet i Orkla tas inn ved Bjørset for overføring til Svorkmo kraftverk.

I tabell 7 og 8 er samlet analyseresultatene for 1991 for stasjon 4 og 5. Resultatene viser at ved Rønningen ligger naturlig bakgrunnsnivå for kobber i området 2-3 µg/l som årsmiddel. Etter at tilførselene fra Løkken-området er blandet inn (st. 5, tabell 8), øker kobberkonsentrasjonen 13 µg/l som årsmiddel. I tabell 9 er beregnet tidsveide årsmiddelverdier for de viktigste analyseparametre for stasjon 5, Vormstad. Resultatene viser samme tendens som i tidligere år. Reguleringen av vassdraget som ble avsluttet i 1984 førte til en markert nedgang i middelverdiene for tungmetallene. Dette har sin årsak i høyere vintervannføring som medførte større fortykning av tilførselene fra Løkken i forhold til tidligere. Resultatene etter 1984 viser en fortsatt reduksjon i tungmetallkonsentrasjonene. I 1991 ble tidsveiet middel for kobber beregnet til 13 µg/l og for sink 29 µg/l, de lavest registrerte verdier hittil i den tid en har pålitelige data for. Figur 12 viser utviklingen i de tidsveiede middelverdier for kobber og sink for perioden 1974-91, mens figur 13 viser hvordan maksimumsverdiene for kobber og sink varierer i perioden 1974-91.

Observasjonsmaterialet for stasjon 5 Vormstad bekrefter den tendens som er observert i Raubekken. Dette viser at tungmetalltransporten fra gruveområdet til Orkla er avtakende, og at den i løpet av de siste 15 år er mer en halvert. Denne utvikling settes i sammenheng med naturlige årsaker og drenerings- og overdekkingstiltak som er gjennomført i gruveområdet (Øren *et al.* 1990).

## 4. LITTERATUR

- Arnesen, R.T., Iversen, E.R., Grande, M. NIVA-rapporter. O-74078. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget. Årsrapporter 1975-1990.
- Iversen, E. 1983. NIVA-rapport nr. 1572. O-82062 Løkken verk. Forurensningstilførsler fra gruveområdet ved Løkken Sentrum 1982-1983.
- Grande, M., Romstad, R. og Lindstrøm, E.-A. 1982: Rutineovervåking i Orkla 1981. Overvåkingsrapport nr. 41/82.
- Grande, M., Romstad, R. og Lindstrøm, E.-A. 1983: Rutineovervåking i Orkla 1982. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport nr. 83/83.
- Grande, M., Romstad, R., Bildeng, R. og Bakketun, Å. 1984. Rutineovervåking i Orkla 1983. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport nr. 154/84.
- Grande, M., Bakketun, Å. og Romstad, R. 1986: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1985. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport 242/82.
- Grande, M., Bakketun, Å. og Romstad, R. 1987: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1986. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport nr. 289/87.
- Grande, M. og Romstad, R. 1988: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1987. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport nr. 326/88.
- Grande, M. og Romstad, R. 1991: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1990. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport 463/91, 58 s.
- Iversen, E. 1982. NIVA-rapport nr. 1369. O-80071. Vannforurensning fra nedlagte gruver i Okrlas nedbørfelt.
- Iversen, E. og Johannessen, M. 1984: NIVA-rapport nr. 1621. O-82068. Vannforurensning fra nedlagte gruver.
- Øren, K. , Arnesen, R.T., Iversen, E., Knudsen, C.H., Lundgren, T. og Skjelkvåle, B.L. 1990. Løkken Gruber A/S & Co. Vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensningstilførslene fra gruveområdet. NIVA-rapport O-88226, l.nr. 2400, 163 s.

Tabell 2 . Analyseresultater St.1 Overløp slamdam Bjørndalen

Dato	pH	Kond mS/m	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Vannf l/s
15.01.91	4.11		380	1520		0.0
15.02.91			490	2130	450	0.0
15.03.91			70	620	220	0.0
15.04.91			30	270	120	7.0
23.05.91	3.91	52.6	370	1720	750	2.0
01.07.91	3.87	43.0	450	1810	800	6.9
05.08.91			420	1910		0.6
02.09.91			440	2050	850	3.5
01.10.91			490	2330	1090	5.0
01.11.91			620	2700	1220	2.0
28.11.91	3.80	42.1	490	1800	1300	1.0
Gj.snitt :	3.92	45.9	386	1715	756	2.5
Maks.verdi :	4.11	52.6	620	2700	1300	7.0
Min.verdi :	3.80	42.1	30	270	120	0.0

Tabell 3 .St.1 Overløp slamdam Bjørndalen. Tidsveiede middelverdier

År	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l	Vannf l/s
1975	10.11	244.0	835	387	1.7	224	572	289		
1976	7.66	179.0	788	179	17.0	62	532	325		
1977	8.92	212.0	763	332	1.0	36	46	239		
1978	9.92	194.8	866	357	1.0	14	46	248		
1979	8.84	170.6	677	416	1.6	29	79	342		
1980	8.42	190.2	1074	418	3.0	69	421	773		
1981	7.15	187.1	840	455	2.2	236	225	703		
1982	5.48	206.5	902	457	4.4	485	966	1578		
1983	4.78	158.9	704	315	4.8	220	1589	794		
1984	5.41	148.2	703	306	4.5	246	1498	747		
1985	5.61	171.0	802	374	3.3	963	637	773		
1986	5.53	193.7	849	449	1.8	895	375	298		
1987	5.26	192.5	1048	429	2.8	828	1129	2311		
1988	3.78	134.9	783	260	3.5	576	2652	5728	11.1	
1989	4.95	68.8	339	115	2.3	228	1199	498	2.6	7.5
1990	4.46					299	1169			
1991	3.92	47.0				387	1701	756		2.6

Tabell 4 .Analyseresultater St.2 Utløp Bjørnlivatn

Dato	pH	Kond mS/m	Cu mg/l	Zn mg/l	Fe mg/l	Cd µg/l	Vannf l/s
15.01.91	3.62		2.04	5.35			5.83
15.02.91			2.15	5.70	0.46		12.60
15.03.91			1.82	5.06	2.09		32.90
15.04.91			1.07	2.76	0.76		74.40
23.05.91	3.93	77.8	1.77	4.08	1.70		67.30
01.07.91	3.82	75.7	1.95	4.49	1.53		67.20
05.08.91			1.82	4.36			14.60
02.09.91			1.78	4.52	0.86	16.7	20.80
01.10.91			1.76	4.70	1.09		35.70
01.11.91			1.92	4.70	1.76		24.60
28.11.91	3.88	74.4	1.80	4.1	2.7		82.20
Gj.snitt :	3.81	75.97	1.81	4.53	1.44		39.83
Maks.verdi	3.93	77.8	2.15	5.70	2.70		82.20
Min.verdi :	3.62	74.4	1.07	2.76	0.46		5.83

Tabell 5 .St.2 Utløp Bjørnlivatn.Tidsveiede middelveier.

År	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Fe mg/l	Cd µg/l	Vannf l/s
1975	4.73	123.3	646	88.4	10.61	1.35	5.88	5.48		
1976	3.99	185.8	726	118.7	9.97	2.24	8.12	14.73		
1977	3.69	156.4	839	198.4	10.87	2.12	7.92	16.75		
1978	4.24	148.4	568	229.7	11.17	2.50	7.08	14.46		
1979	4.29	140.2	696	278.2	10.02	2.02	8.03	12.92	27.13	
1980	4.06	152.3	897	231.3	10.76	2.22	8.28	15.07	31.33	
1981	4.10	138.3	741	298.3	7.99	2.18	6.06	15.30	23.14	
1982	3.83	183.1	950	297.2	9.41	1.77	5.50	18.91	17.92	
1983	3.50	167.2	851			3.16	7.54	21.70	23.36	
1984	3.00	176.2	864	237.6	12.64	2.45	6.73	18.51		
1985	3.43	161.1	876	270.4	9.84	2.01	4.72	15.62		
1986	3.42	163.4	894	295.5	10.89	2.35	5.56	15.74		
1987	3.68	167.2	848	291.8	9.76	1.88	3.84	22.35		50.3
1988	3.36	131.8	648	199.6	10.98	2.43	4.83	12.98	17.67	40.4
1989	3.66	86.9	453	120.2	9.49	2.17	4.76	2.80	14.34	76.0
1990	3.57					2.10	4.84			49.0
1991	3.82					1.80	4.47	1.40		43.6

Tabell 6 .Analyseresultater St.3 Raubekken ved Salberg

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Fe mg/l	Cd µg/l	Vannf l/s
09.01.91	4.23	48.7	190			2.21	4.68	25.60	10.4	470
15.01.91	3.32					1.95	2.93			
15.02.91						3.81	8.10	36.70		
28.02.91	4.41	43.9	204	45.6	8.1	1.78	3.85	20.00	7.6	170
15.03.91						0.78	1.63	8.33		
02.04.91	4.47	25.8	112			0.99	1.65	11.40	3.9	1200
15.04.91						1.07	1.79	10.70		1030
14.05.91	4.20	27.8	110			1.16	2.18	14.10	4.9	
23.05.91	4.64	19.7				0.73	1.20	7.07		1530
06.06.91	4.48	20.0	120	16.5	2.9	0.76	1.33	7.60	3.1	1360
01.07.91	3.43	42.2				1.44	2.74	16.80		820
04.07.91	3.35	50.9	156			1.74	3.33	20.20	8.3	630
05.08.91						1.78	3.28			300
08.08.91	3.59	38.0	116			1.39	2.57	16.40	6.3	470
02.09.91						1.44	2.91	16.90	8.0	520
10.09.91	4.44	25.3	80	10.9	3.6	0.89	1.69	9.14	3.9	1030
01.10.91						1.55	3.20	11.30		570
10.10.91	3.53	48.3	210			1.64	3.30	21.00	7.1	1360
01.11.91						1.75	3.20	23.00		498
07.11.91	3.89	38.1	180			1.34	2.65	20.60	4.9	630
28.11.91	3.86	31.7				1.40	2.00	14.70		1110
10.12.91	3.92	35.8	140	28.3	5.2	1.31	2.64	15.80	6.2	750
Gj.snitt	3.98	35.4	147	25.3	5.0	1.50	2.86	16.37	6.2	803
Maks.verdi	4.64	50.9	210	45.6	8.1	3.81	8.10	36.70	10.4	1530
Min.verdi	3.32	19.7	80	10.9	2.9	0.73	1.20	7.07	3.1	170

Tabell 7. St.3 Raubekken ved Salberg. Tidsveiede middelverdier.

År	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Fe mg/l	Cd µg/l	Vannf l/s
1975	3.66	53.5	275	23.0	10.02		2.27	6.01	15.64		
1976	3.34	87.6	387	43.6	10.62		3.96	10.40	23.23		
1977	3.28	118.3	378	58.6	9.67		3.35	7.40	23.05		
1978	3.41	118.5	387	81.3	10.15		3.78	7.92	30.40	33.85	
1979	3.51	83.2	374	122.5	9.12		3.43	7.52	27.02	23.16	
1980	3.36	81.4	329	62.9	7.94		3.55	6.87	28.02	25.36	
1981	3.40	80.2	373	117.4	11.15		3.03	5.34	20.70	18.95	
1982	3.42	92.7	483	109.5	8.85		3.48	6.08	28.05	18.03	
1983	3.86	54.8	242	49.0	3.97		2.22	3.49	19.55	9.53	
1984	3.41	81.7	338	70.3	8.90		2.98	4.99	21.18	16.61	
1985	3.36	82.4	428	91.4	8.20		2.19	3.73	24.56	12.55	
1986	3.26	88.3	411	98.0	8.27		2.37	3.84	26.76	11.01	
1987	3.57	64.9	323	62.1	6.69		1.89	3.40	23.70	6.14	
1988	3.43	57.8	234	47.1	6.94		2.15	3.73	24.27	9.98	
1989	3.65	46.1	150	22.0	4.61	3.82	1.55	2.52	18.83	7.31	1108
1990	3.66	38.6	141	29.2	5.66		1.52	2.66	13.57	5.30	1106
1991	4.00	35.9	142	24.9	4.87		1.52	2.90	17.00	6.20	827

Tabell 8 .Analyseresultater St.4 Orkla ved Rønningen

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l
09.01.91	7.68	9.8	0.43	5.8			2.9	<10	39	<0.10
28.02.91	7.61	12.2	1.00	7.7	14.4	1.75	4.6	30	440	0.12
02.04.91	7.72	8.4	0.73	4.9			2.7	<10	123	<0.10
14.05.91	7.45	4.8	0.69	3.2			3.9	<10	162	<0.10
06.06.91	7.32	4.6	0.29	3.1	5.9	0.57	2.4	<10	78	<0.10
04.07.91	7.48	5.5	0.27	3.3			2.8	<10	64	<0.10
08.08.91	7.52	5.8	0.39	3.3			1.9	<10	131	<0.10
10.09.91	7.48	6.2	0.64	3.3	8.0	0.74	1.8	<10	85	<0.10
10.10.91	7.52	7.3	0.22	4.7			2.1	<10	51	<0.10
07.11.91	7.73	9.0	0.25	5.0			2.0	<10	49	<0.10
10.12.91	7.53	8.7	0.22	5.0	12.0	1.00	1.7	10	79	<0.10
Gj.snitt	7.55	7.5	0.47	4.5	10.1	1.02	2.6	<10	118	<0.10
Maks.verdi	7.73	12.2	1.00	7.7	14.4	1.75	4.6	30	440	0.12
Min.verdi	7.32	4.6	0.22	3.1	5.9	0.57	1.7	<10	39	<0.10

Tabell 9 .Analyseresultater St.5 Orkla ved Vormstad

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l
09.01.91	7.42	5.5	0.53	3.9			8.0	20	125	<0.10
28.02.91	7.58	8.2	0.57	6.9	12.8	1.20	14.4	40	330	<0.10
02.04.91	7.45	7.6	0.77	6.4			22.9	50	260	<0.10
14.05.91	7.39	5.0	0.82	3.3			5.4	5	190	<0.10
06.06.91	7.22	4.6	0.53	3.9	6.0	0.58	13.5	20	165	<0.10
04.07.91	7.25	5.3	0.59	4.6			15.6	30	230	<0.10
08.08.91	7.51	6.3	0.54	3.5			6.4	30	203	<0.10
10.09.91	6.96	5.6	1.00	4.1	6.8	0.64	14.8	30	185	0.20
10.10.91	7.27	6.4	0.53	5.0			13.1	20	168	<0.10
07.11.91	7.39	6.8	0.84	5.0			14.6	30	370	<0.10
10.12.91	7.42	6.1	0.42	4.5	7.9	0.77	13.5	30	174	<0.10
Gj.snitt	7.35	6.1	0.65	4.6	8.4	0.80	12.9	28	218	<0.10
Maks.verdi	7.58	8.2	1.00	6.9	12.8	1.20	22.9	50	370	0.20
Min.verdi	6.96	4.6	0.42	3.3	6.0	0.58	5.4	5	125	<0.10

Tabell 10 .St.5 Orkla ved Vormstad.Tidsveiede middelverdier

År	pH	Kond mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Cd µg/l
1974	7.42	10.62					50.5	159	394	
1975	7.33	9.48					48.8	138	453	
1976	7.22	9.13	2.12	11.1	12.8	1.13	44.8	165	404	
1977	7.07	9.64	2.32	15.0	14.1	1.23	84.0	194	717	
1978	7.18	9.65	2.55	14.5	13.9	1.20	66.6	148	685	0.57
1979	7.09	9.76	2.47	14.7	14.5	1.19	68.2	164	492	0.62
1980	7.21	10.38	3.20	16.8	14.8	1.20	72.9	161	576	0.81
1981	7.30	10.39	3.42	14.2	15.4	1.19	74.7	128	506	0.65
1982	7.21	9.28	1.94	13.5	11.6		43.7	100	413	0.37
1983	7.21	8.92	1.58	8.2	11.6		31.0	59	413	0.09
1984	7.28	6.84	1.19	7.3	10.4	0.85	26.2	52	297	0.13
1985	7.25	6.05	1.52	7.6	9.0	0.76	19.3	39	342	0.11
1986	7.32	6.57	1.03	7.3	10.2	0.80	22.8	38	323	0.11
1987	7.28	5.77	0.87	5.5	7.8	0.65	15.1		260	0.08
1988	7.35	6.07	1.07	5.3	7.5	0.67	22.3	40	291	0.08
1989	7.22	5.82	1.24	5.2	8.0	0.70	21.9	35	396	0.07
1990	7.27	6.04	1.73	5.0	8.8	0.83	16.1	30	351	0.10
1991	7.36	6.22	0.65	4.7	8.6	0.81	13.0	29	221	0.06

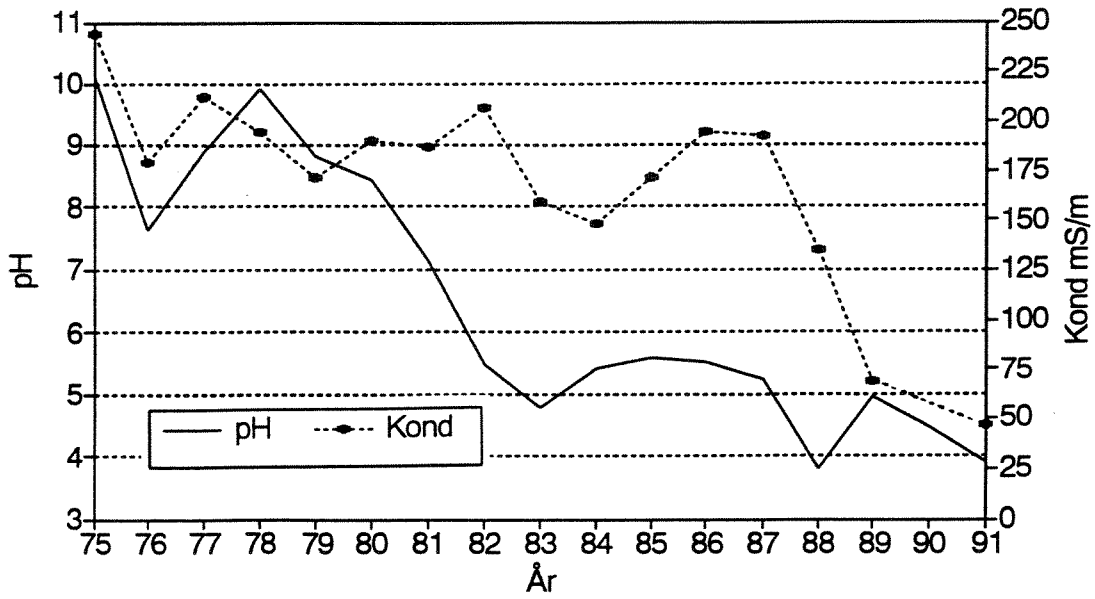


Fig.2 **Slamdam Bjørndalen**  
Tidsveiet middel pH og Kond.

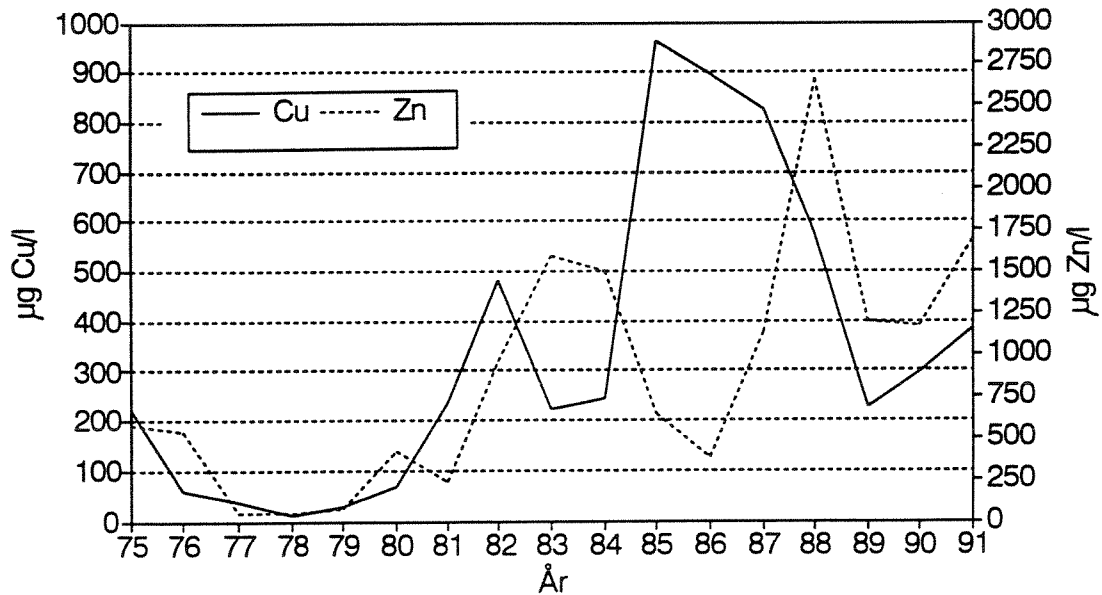
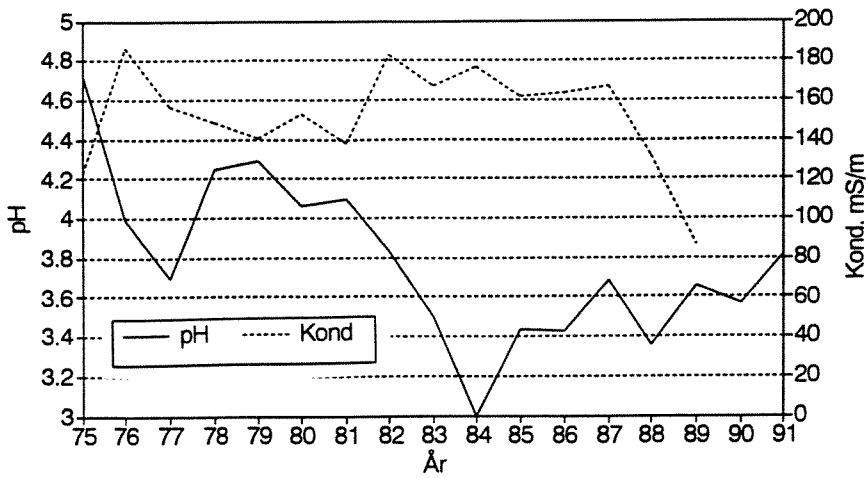
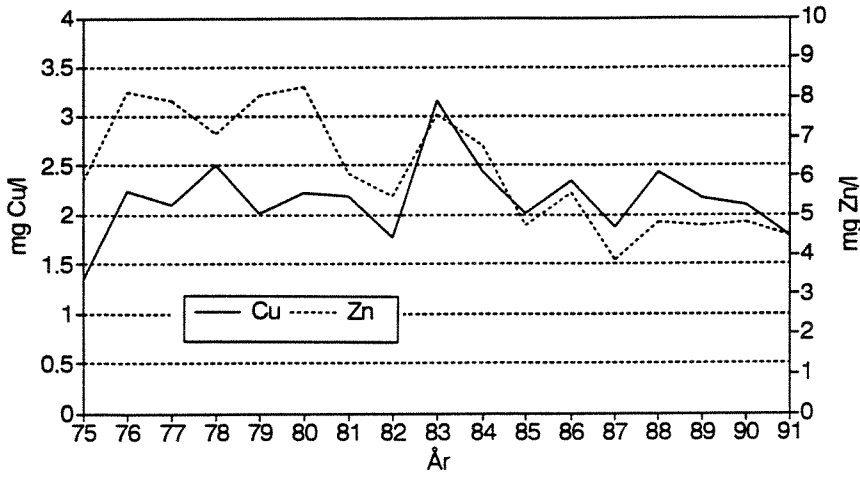


Fig.3 **Slamdam Bjørndalen**  
Tidsveiet middel Cu og Zn

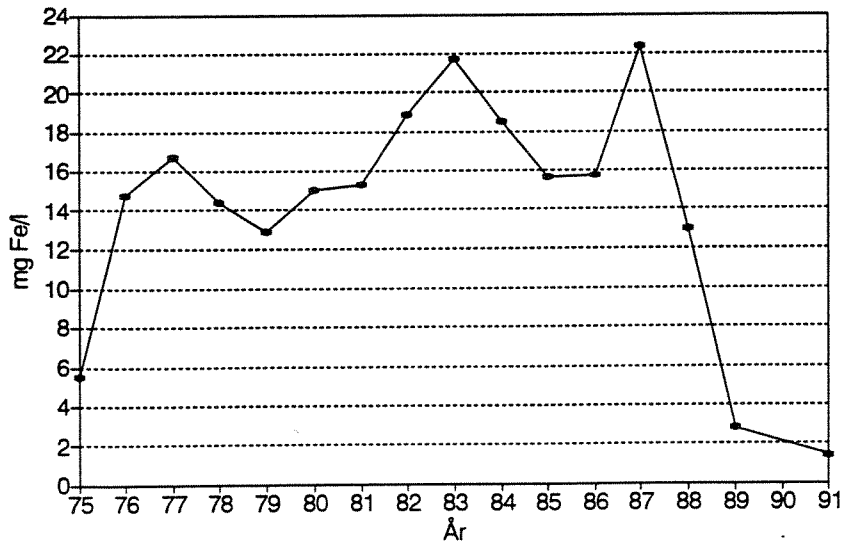




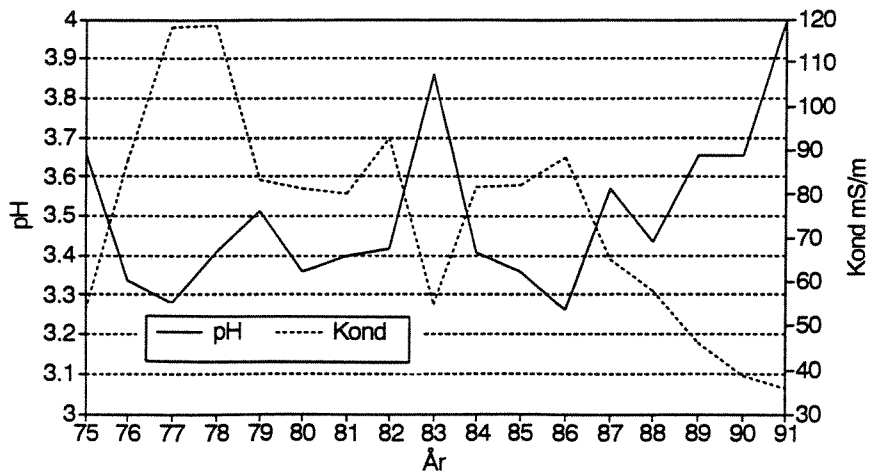
**Fig.4** *Utløp Bjørnlivatn*  
Tidsveiede middelerdier pH og Kond.



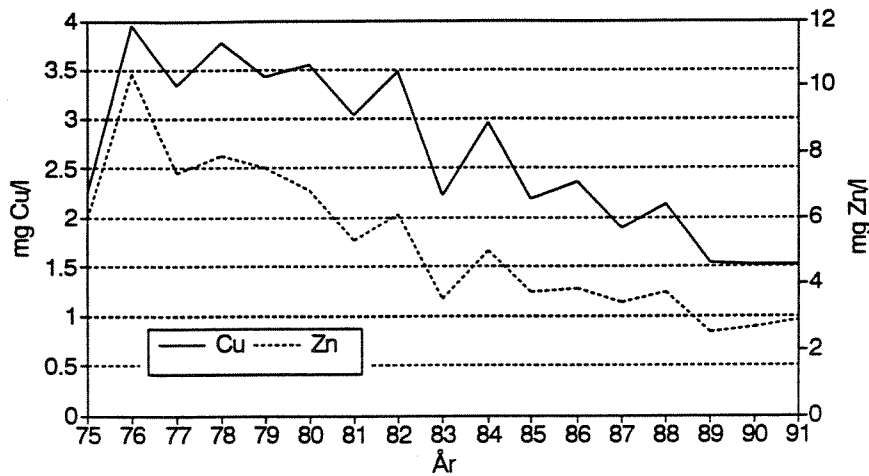
**Fig.5** *Utløp Bjørnlivatn*  
Tidsveiede middelerdier Cu og Zn



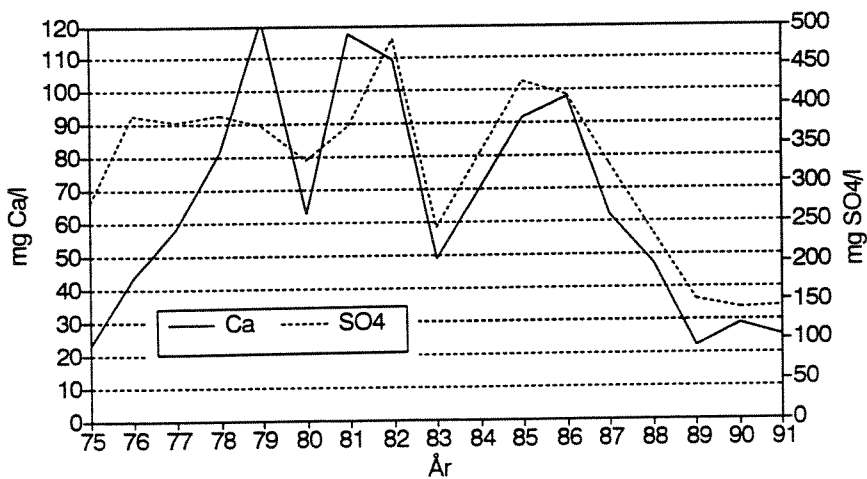
**Fig.6** *Utløp Bjørnlivatn*  
Tidsveiede middelerdier Fe



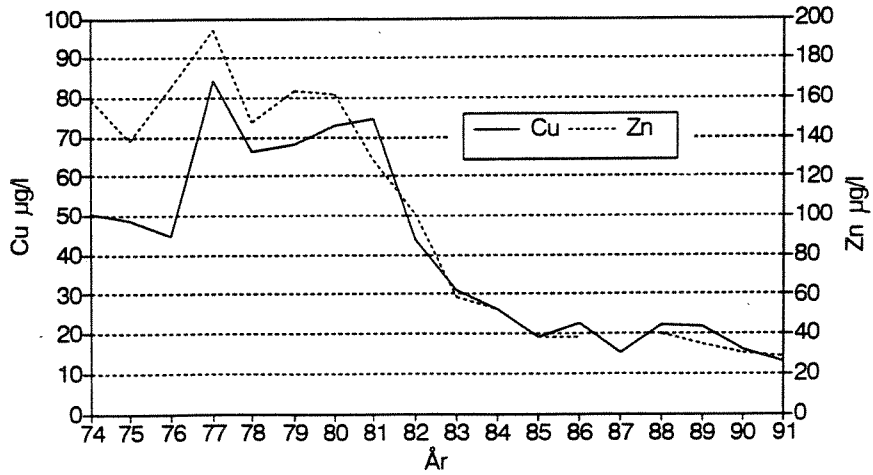
**Fig.7 Raubekken ved Salberg**  
Tidsveiet middel pH og Kond.



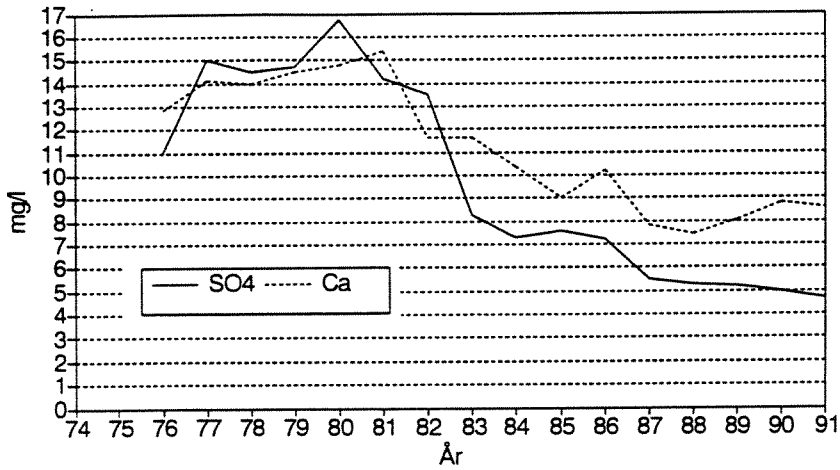
**Fig.8 Raubekken ved Salberg**  
Tidsveiet middel Cu og Zn



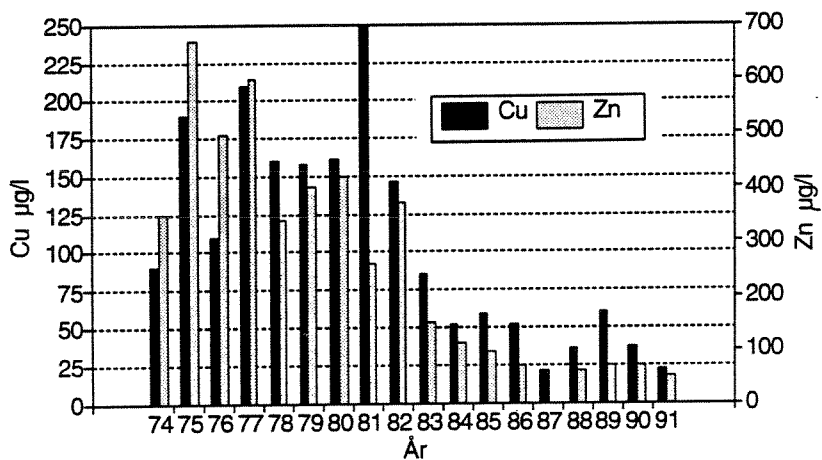
**Fig.9 Raubekken ved Salberg**  
Tidsveiet middel Ca og SO4



**Fig.10 Orkla ved Vormstad 1974-91**  
Tidsveiede middelverdier Cu og Zn



**Fig.11 Orkla ved Vormstad 1974-91**  
Tidsveiede middelverdier SO4 og Ca



**Fig.12 Orkla ved Vormstad 1974-91**  
Maks.verdier Cu og Zn

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-2038-0