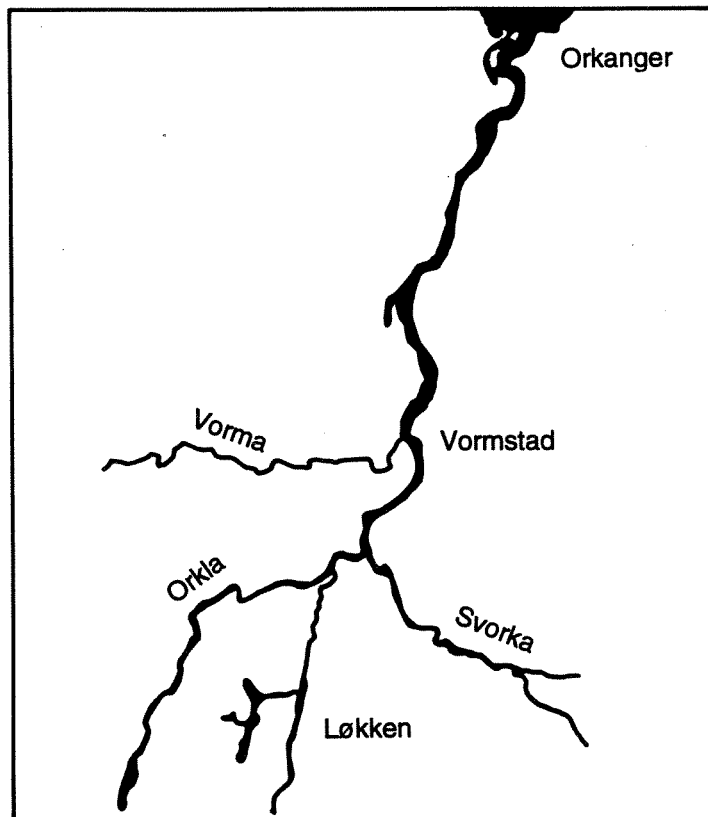




O-74078

Løkken Gruber as & Co

Kontrollundersøkelser 1992



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-74078	XV
Løpenr.:	Begr. distrib.:
2898	Sperret

Hovedkontor Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 85) 76 752 Telefax (47 85) 76 853	Vestlandsavdelingen Thormøhleneggt 55 5008 Bergen Telefon (47 5) 32 56 40 Telefax (47 5) 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Rapportens tittel: Løkken Gruber A/S & Co Kontrollundersøkelser 1992	Dato: 3.5.93	Trykket: NIVA 1993
Forfatter(e): Iversen, Eigil Rune	Faggruppe: Industri	Geografisk område: Sør-Trøndelag
	Antall sider: 21	Opplag: 30

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

Ekstrakt:

Kontrollundersøkelsene i 1992 bekrefter den tendens som har vært tydelig i flere år ved at tungmetalltransporten fra gruveområdet er avtakende. Det er påvist fortsatt avtakende tungmetallkonsentrasjoner både i Raubekken og i Orkla nedstrøms Svorkmo Kraftverk.

Sigevann fra Løkkenområdet føres nå til Wallenberg gruve. Det er ennå for tidlig å si noe om effekten av dette tiltaket.

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 Braaten

ISBN82-577-2312-6

Norsk institutt for vannforskning

O-74078

LØKKEN GRUBER A/S & CO.

Kontrollundersøkelser 1992

Oslo, 3 mai 1993

Eigil Rune Iversen

Innhold

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. Utløp pumpestasjon Wallenberg sjakt	6
3.2.3. St. 2 Utløp Bjørnlivatn	6
3.2.4. St. 3 Raubekken	7
3.2.5. Stasjon 5. Orkla ved Vormstad	8
4. Litteratur	9
VEDLEGG	
Figurer og Tabeller	11

1. Sammendrag

1. Kontrollundersøkelsene av avrenningen fra Løkken gruveområde har pågått siden 1975. Denne rapporten gir en vurdering av resultatene for undersøkelser foretatt i 1992.
2. Ved utløpet av Bjørnlivatn har pH-verdien vist en avtakende tendens etter 1984. Jernkonsentrasjonen har avtatt betydelig i samme periode. Dette settes i sammenheng med tiltakene som er gjennomført rundt Fagerlivatn. Sinkkonsentrasjonene har økt noe siste år, noe som settes i sammenheng med de nye tilførselene fra Wallenberg sjakt. Tilførselene herfra har hittil ikke ført til noen endringer i kobberkonsentrasjonene.
3. I Raubekken har det skjedd en gradvis reduksjon i tungmetallkonsentrasjonen i den perioden det foreligger datamateriale for (1968-92). Tendensen er fortsatt avtagende. Dette kan ha naturlige årsaker, men kan også settes i sammenheng med forurensningsbegrensende tiltak i området. I 1992 ble drensvann fra veltene på Løkkensiden ført til Wallenberg gruve. Dette har ført til en ytterligere reduksjon i forurensningstilførselene til Raubekken. Det er ennå for tidlig å si noe om effekten av tiltaksplanen for Løkkenområdet.
4. Ved stasjonen i Orkla ved Vormstad observeres den samme tendens som i Raubekken ved at kobberkonsentrasjonene er avtakende.
5. Det anbefales å utføre bedre vannføringsmålinger for å føre kontroll med materialbalansen i gruveområdet.

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 gruvedområdet 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

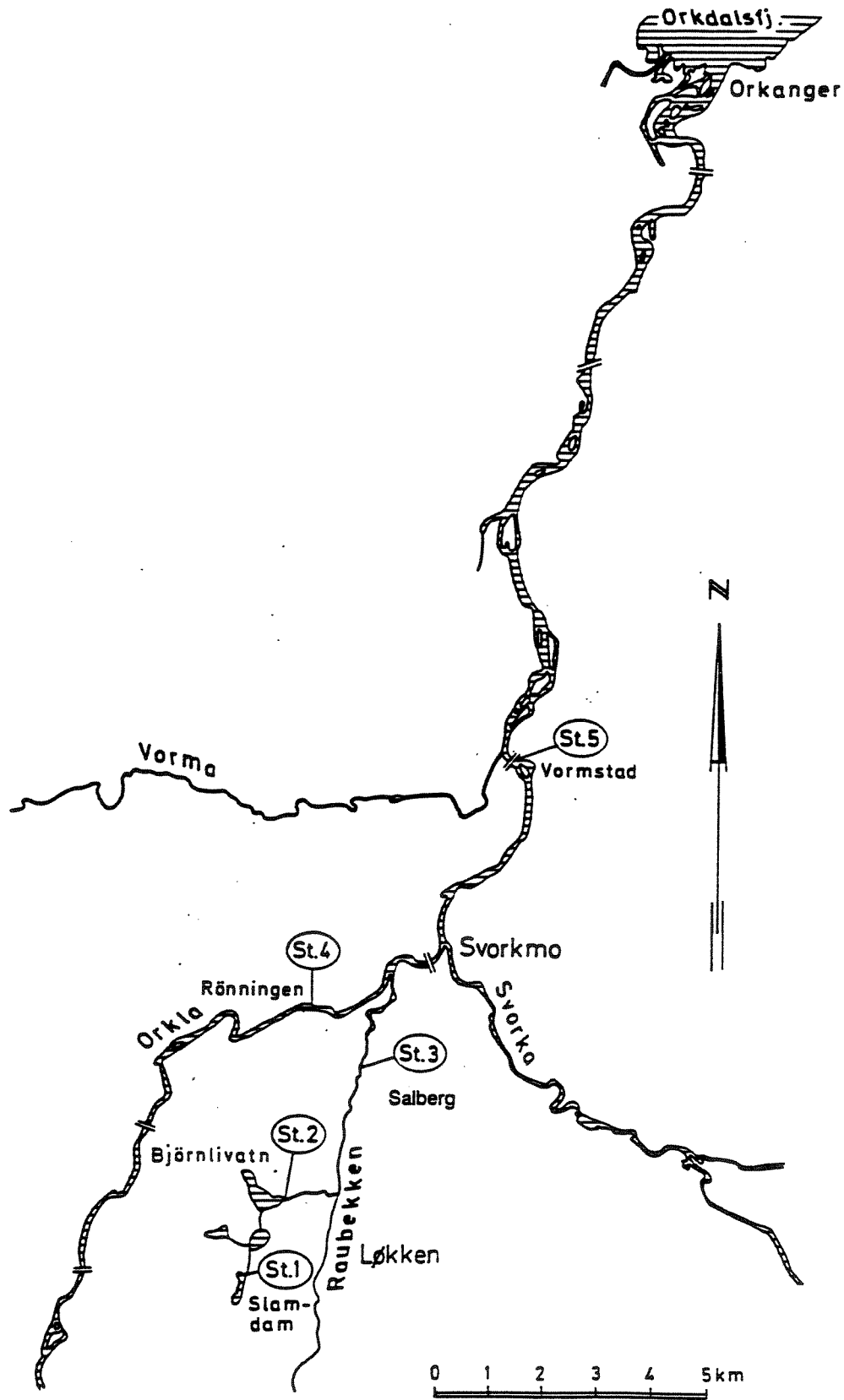
3.1. Stasjonsplassering og analyseprogram

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 (Grande 1993).

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner

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



Figur 1. Nedre del av Orklavassdraget med prøvetakingsstasjoner inntegnet.

3.2. Vurdering av analyseresultatene

3.2.1. St. 1 Overløp slamdam

Deponering i dammen opphørte i juli 1987. Damkronen er siden forsterket og tilsådd. I tiden etter at deponeringen opphørte fikk en et pH-fall i dammen som ble satt i sammenheng med oksidasjon av tiosulfat som var i vannmassene og som lekket ut fra avgangen. Det ble foretatt kalking ved et par anledninger. Det er ikke fortatt noen tilførsel av kalk etter 1990 og vannkvaliteten har utviklet seg naturlig etter denne tid.

Tabell 2 gir en oversikt over analyseresultatene for 1992. Dammen hadde intet overløp i månedene juli, august og oktober. Avgangen har imidlertid til enhver tid vært dekket med vann. Laveste pH-verdi ble observert til 3,52 (1/10), mens høyeste verdi ble observert til 6,15 (4/5). I periodene da det ikke var overløp, ble prøvene tatt i overflaten ved overløpstorskelen. Metallkonsentrasjonene var lavest i vintermånedene, noe som har sammenheng med fortynningsforhold. Av verdiene for konduktivitet, kalsium og sulfat ser en at i disse månedene er overløpsvannet mer ionefattig. I tabell 3 er beregnet tidsveiede middelveier for de viktigste komponenter for perioden 1975-92. I figur 2 og 3 er gjengitt grafisk utviklingen i de samme middelveier for pH, konduktivitet, kobber og sink. I tiden etter at deponeringen opphørte har konduktivitetsverdiene avtatt noe som i det vesentligste skyldes lavere kalsium og sulfatkonsentrasjoner i slamdammen. I den første tiden var reduksjonen forholdsvis stor på grunn av utskifting av prosessavløpsvannet som da var i dammen. Den reduksjonen som nå pågår kan ha sammenheng med at utveksling av porevann fra sedimentene er avtagende og er i ferd med å stabilisere seg. Årsmiddelveier for pH var noe høyere i 1992 enn det foregående år. Tungmetallkonsentrasjonene var omtrent de samme som foregående år. Det kan imidlertid se ut som om sinkkonsentrasjonen har økt noe i tiden etter 1990 da all kalktilførsel opphørte. Vannkvaliteten i dammen har ennå ikke stabilisert seg. Dette er også i samsvar med laboratorieforsøk og teoretiske beregninger NIVA har utført ved flere andre avgangsdeponier for sulfidholdig avgang. Selv om tungmetallkonsentrasjonene i dammen er betydelige, er imidlertid vannføringen og følgelig materialtransporten fra deponiet så liten at tilførslene herfra ikke har noen betydning for vannkvaliteten i Bjørnlivatn og Raubekken.

3.2.2. Utløp pumpestasjon Wallenberg sjakt

Pumpestasjonen ble satt i drift 10/4-92 og vannkvaliteten har vært fulgt opp med regelmessig prøvetaking. Utpumpet vannmengde avleses på pumpestasjonens telleverk. Analyseresultatene for prøver som er tatt i 1992 er samlet i tabell 4. Resultatene viser at kobberkonsentrasjonene sank til verdier omkring 0,6-1,6 mg/l etter ca. 1 måneds driftstid. Ved utgangen av året ble det registret svært lave kobberverdier, men disse observasjoner skyldes store tilførsler av overflatevann rundt sjaktområdet i en mildværsperiode. Dette forhold går også fram av konduktivitetsverdiene. En "normal" vannkvalitet hadde ved utgangen av året en kobberkonsentrasjon i området 1-2 mg/l. Stasjonen inngår i det fremtidige kontrollprogram for gruveområdet.

3.2.3. St. 2 Utløp Bjørnlivatn

Bjørnlivatn hadde tilførsler av driftsvann fra slamdammen i Bjørndalen fram til juli 1987. Vannet fra slamdammen føres fortsatt til Bjørnlivatn, men vannmengdene er nå betydelig mindre da nedbørfeltet til slamdammen er lite. Vannkvaliteten i Bjørnlivatn er idag hovedsaklig bestemt av tilførslene fra Fagerlivatn som delvis skjer som en overføring via et dreneringsrør mellom

Fagerlivatn og Bjørnlivatn og delvis som grunnvannstilførsler i fyllingen mellom de to innsjøer. Vannstanden i Fagerlivatn er stabilisert ved en støpt overløpsprofil. Ved Fagerlivatn er det utført overdekkingstiltak av gruveavfall som er deponert rundt innsjøen. I april måned ble pumping av gruvevann fra Wallenberg sjakt startet. Vannet føres til Fagerlivatn.

I tabell 5 er samlet analyseresultatene for 1992. I tabell 6 er beregnet tidsveiede middelveidier for de viktigste analyseparametre. Figurene 4-6 gir en grafisk fremstilling av middelveidene for pH, konduktivitet, kobber, sink og jern. Vannkvaliteten er relativt stabil i løpet av året med pH-verdier varierende i området 3,6-4,4. Årsmiddelveidien for pH har vist en økende tendens etter 1984. Konduktiviteten har avtatt etter 1987 som følge av at tilførslene av driftsvann fra slamdammen opphørte. Jernkonsentrasjonene har avtatt betydelig etter 1987. Dette antas for en stor del å ha sammenheng med de tiltak som er utført ved Fagerlivatn og at pH-verdien har steget. Sinkkonsentrasjonene viste en økende tendens i løpet av 1992 noe som trolig skyldes tilførslene av gruvevann fra Wallenberg sjakt. Dette vannet inneholder en del sink. Vannmengdene ut av Bjørnlivatn var en del høyere enn i foregående år. Det er imidlertid vanskelig å gjøre vurderinger av materialbalansen på årsbasis da vannmengdeobservasjonene ved utløpet av Bjørnlivatn ikke er utført med samme intervall og presisjon som ved utpumping av gruvevann fra Wallenberg sjakt. Det bør vurderes å foreta en kontinuerlig registrering av vannføring ved utløpet av Bjørnlivatn. Dette kan idag utføres med relativt rimelig utstyr.

3.2.4. St. 3 Raubekken

Stasjon 3, Raubekken, representerer samlet avrenning fra gruveområdet og prøvetas like før den tas inn på overføringstunnelen til Svorkmo Kraftverk. Det er kalibrert en overløpsprofil før inntaksristen. Det kan imidlertid være vanskelig å foreta avlesning av vannstanden i perioder med mye is og snø.

Tabell 7 gir en oversikt over analyseresultatene for 1992. I tabell 8 er det beregnet tidsveiede middelveidier for de viktigste analyseparametre for perioden 1975-92. I figurene 7-9 er foretatt en grafisk fremstilling av noen av middelveidene.

Pumping av dreinsvann fra grøften under tippene på Løkkensiden startet i april 1992. Dreinsvannet føres inn i Wallenberg gruve mens vannstanden i gruva holdes ved pumping fra Wallenberg sjakt. Det er således foretatt betydelige reduksjoner i tilførslene til Raubekken fra avfallet på Løkkensiden. Middelveidien for pH økte noe i 1992, mens kobber- og jernkonsentrasjonene avtok en del. Middelveidien for kobber var i 1992 1,15 mg/l, den laveste som hittil er registrert. Det skjedde ingen endringer i middelveidien for sink i 1992. Dette kan ha flere årsaker :

- Det var ved utgangen av året for tidlig å si noe om effekten av dreneringstiltaket da det sterkt forurensede grunnvannsreservoaret under grøften også vil bidra med forurensningstilførsler en tid fremover.
- Sinktilførslene fra Bjørnlivatn har økt som følge av tilførslene fra Wallenberg sjakt.

Et annet påfallende trekk er at kalsium-, magnesium- og sulfatkonsentrasjonene har økt litt siste år. Dette kan skyldes økte tilførsler fra Bjørnlivatn da gruvevannet fra Wallenberg inneholder betydelige konsentrasjoner av disse komponenter. Som for Bjørnlivatn er det ikke mulig å gjennomføre noen god materialtransportvurdering da vannføringen endrer seg vesentlig mer fra dag til dag enn det analyseverdiene gjør. Det bør også her vurderes å forta en kontinuerlig registrering av vannføringen

for å kunne ha kontroll med materialbalansen for gruveområdet. Totalt sett vurderes materialtransporten for kobber å ha avtatt i tiden etter driftsnedleggelsen i 1987.

3.2.5. St. 5 Orkla ved Vormstad

Stasjon 5 Orkla ved Vormstad hører med til det statlige program for forurensningsovervåking av Orklavassdraget. Tungmetallanalysene utføres ved NIVA, mens de øvrige analyser utføres ved Byveterinærens laboratorium i Trondheim. Prøvetakingen foretas av Kraftverkene i Orkla (KVO). Løkken Gruber har i tillegg etter avtale med NIVA fortatt prøvetaking 2 ganger i måneden etter 18. mai for analyse av kobber, sink og kadmium. Disse prøvene er analysert v.h.a. ICPMS ved Norsk institutt for luftforskning (NILU).

Analyseresultatene for 1992 er samlet i tabell 9. I tabell 10 er beregnet tidsveiede middelveier for de samme analyseparametre. I figurene 10-12 er gjengitt grafisk tidsveiede middelveier for kobber, sink, sulfat, kalsium og maksimalverdier for kobber og sink for perioden 1974-92. Tidsveiet middelveier for kobber i 1992 er beregnet til 11,8 $\mu\text{g/l}$, den laveste som er registrert hittil.

4. Litteratur

- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R. 1976: O-74078. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1975. 34 s.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R. 1977: O-74078. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1976. 25 s.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R. 1978: O-74078. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1977. 46 s.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R. 1980: O-74078. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Overvåkingsundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1978-79. Lnr. 1222. 57 s.
- 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 nr. 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 nr. 463/91, 58 s.
- Grande, M., Romstad, R. 1992: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1991. Statlig program for forurensningsovervåking, SFT. Overvåkingsrapport nr. 497/92. TA-875/1992. 53 s.
- Iversen, E.R., Grande, M. 1981: O-74078. Orkla Industrier A/S. Grubeseksjonen. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1980. Lnr. 1308. 42 s.
- Iversen, E.R. 1982: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1981. Lnr. 1439. 25 s.
- Iversen, E. 1982: NIVA-rapport nr. 1369. O-80071. Vannforurensning fra nedlagte gruver i Orklas nedbørfelt.
- Iversen, E. 1983: NIVA-rapport nr. 1572. O-82062 Løkken verk. Forurensningstilførsler fra gruveområdet ved Løkken Sentrum 1982-1983.

- Iversen, E. og Johannessen, M. 1984: NIVA-rapport nr. 1621. O-82068. Vannforurensning fra nedlagte gruver.
- Iversen, E.R. 1984: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1982 og 1983. Lnr. 1682. 35 s.
- Iversen, E.R. 1985: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1984. Lnr. 1718. 28 s.
- Iversen, E.R. 1986: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1985. Lnr. 1932. 28 s.
- Iversen, E.R. 1987: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1986. Lnr. 2014. 27 s.
- Iversen, E.R. 1988: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1987. Lnr. 2167 30 s.
- Iversen, E.R. 1991: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1990. Lnr. 2674. 21 s.
- Iversen, E.R. 1992: O-74078. Løkken Gruber A/S & Co. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget 1991. Lnr. 2695. 17 s.
- 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.

VEDLEGG

FIGURER OG TABELLER

Tabell 2. Analyseresultater.St.1 Overløp slamdam Bjørndalen

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Fe µg/l	Al µg/l	Vannf l/s
02.01.92	3.78	56.70	206.0	71.0	2.81	470	2500	1760	970	0.89
03.02.92	5.18	19.20	57.0	20.6	2.03	110	750	510	250	20.00
04.03.92	4.73	23.80	73.4	27.9	1.60	140	830	490	370	6.70
01.04.92	6.08	14.70	34.7	16.0	1.07	70	380	570	210	0.67
04.05.92	6.15	9.14	17.4	9.2	0.66	25	150	120	100	17.20
02.06.92	4.03	41.60	143.7	48.1	2.17	340	1540	1700	690	2.22
01.07.92	3.76	42.40	164.0	56.2	2.58	390	1940	680	720	0.00
03.08.92	3.61	46.40	166.5	55.4	2.65	480	2200	870	780	0.00
02.09.92	3.63	42.90	166.2	54.9	2.72	530	2350	1020	860	3.50
01.10.92	3.52	45.90	188.0	58.6	3.17	560	2770	1390	1020	0.00
27.10.92	3.59	47.10	175.0	57.4	2.89	580	2850	1680	1220	0.89
01.12.92	3.60	42.90	174.3	56.2	3.10	620	2760	2030	1150	0.14
Gj.snitt	4.31	36.06	130.5	44.3	2.29	360	1752	1068	695	4.35
Maks.verdi	6.15	56.70	206.0	71.0	3.17	620	2850	2030	1220	20.00
Min.verdi	3.52	9.14	17.4	9.2	0.66	25	150	120	100	0.00

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

År	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al 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
1992	4.31	35.6	129	43.9	2.31	0.71	368	1771	1087		4.3

Tabell 4. Wallenberg sjakt . Utløp pumpestasjon

Dato	Utpumpet m ³	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l
10.04.92	160								0.22		
13.04.92	5450								4.61		
15.04.92	9356								4.65		
23.04.92	24980	4.70	417.0	2880	477	345.0	5.28	172.0	5.81	60.4	0.130
04.05.92		4.75	439.0	3234	517	358.0	3.31	156.0	4.99	55.1	0.110
18.05.92		4.76	421.0	2904	467	337.0	4.35	152.0	3.26	51.9	0.100
02.06.92	104831	5.03	404.0	2840	492	333.0	0.83	136.0	1.35	41.2	0.070
15.06.92	129655	5.24	357.0	2263	442	310.0	0.89	127.0	0.99	39.0	0.070
01.07.92	160254	5.11	354.0	2880	518	353.0	2.45	173.0	1.63	49.9	0.060
30.07.92	187662	5.45	232.0	1647	290	180.0	0.85	80.0	0.60	21.0	<0.030
03.08.92	197580	5.35	349.0	2904	180	330.0	0.93	130.0	0.73	35.0	0.040
17.08.92	204485	5.36	405.0	2509	470	340.0	1.01	143.0	0.76	35.4	0.045
02.09.92	234918	5.40	334.0	2228	456	318.0	1.22	131.0	1.37	31.4	0.040
15.09.92		5.48	334.0	2769	488	342.0	1.42	125.0	1.64	34.9	0.040
01.10.92	270617	5.52	333.0	2940	500	350.0	1.38	139.0	1.45	33.5	0.050
15.10.92	287496	5.60	226.0	1638	331	200.0	0.75	67.7	0.81	18.7	<0.030
27.10.92	310422	5.77	323.0	2228	465	311.0	1.22	122.0	1.44	27.6	0.050
16.11.92	329396	5.51	341.0	2153	455	302.0	1.93	115.0	1.82	25.3	0.048
01.12.92	335785	5.53	331.0	2452	474	324.0	2.01	139.0	1.67	27.3	0.079
07.12.92	347942	5.78	190.0	1159	276	150.0	2.46	51.6	0.86	11.9	<0.030
15.12.92	347952	6.95	79.4	383	127	32.8	0.23	0.9	0.07	1.0	<0.030
21.12.92	353711	6.56	101.7	548	166	56.1	1.21	5.0	0.27	3.1	0.0086

Tabell 5. Analyseresultater.St2 Utløp Bjørnlivatn

Dato	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	Vannf l/s
02.01.92	4.07	85.3	380	127.0	10.90	3.06	1.55	4.45	1.31	81.9
03.02.92	3.83	66.6	273	88.3	8.06	3.09	1.77	3.81	1.86	198.0
04.03.92	4.19	62.3	257	83.8	7.90	2.88	1.57	3.66	1.66	53.9
01.04.92	4.39	59.2	251	81.9	8.13	2.93	1.65	3.81	1.10	42.8
04.05.92	4.14	82.6	296	126.0	9.72	3.08	1.72	4.07	1.69	210.9
18.05.92	3.93	78.7	347	110.0	12.00	3.24	1.83	4.61	1.71	117.0
02.06.92	3.76	101.3	440	129.0	19.40	3.10	1.93	6.09	0.94	42.8
15.06.92	3.67	98.8	488	143.0	24.40	3.15	1.95	6.78	0.69	20.8
01.07.92	3.63	101.8	563	162.0	28.30	3.35	2.15	7.57	1.46	24.4
15.07.92	3.62	115.8	608	171.0	32.20	3.35	2.12	8.03	1.11	28.3
03.08.92	3.62	113.9	584	166.0	32.10	3.04	1.91	7.77	1.43	42.8
17.08.92	3.87	82.3	521	144.0	29.50	2.56	1.56	6.75	0.94	74.4
02.09.92	3.73	122.1	686	188.0	43.00	2.86	1.90	9.05	1.26	81.9
15.09.92	3.69	130.3	778	212.0	48.20	2.88	1.90	9.66	1.45	28.3
01.10.92	3.61	131.9	835	221.0	50.10	2.94	1.89	9.96	1.49	20.8
15.10.92	3.58	135.2	808	219.0	51.60	2.55	1.75	9.58	2.88	116.9
27.10.92	3.66	140.8	832	225.0	54.20	2.68	1.86	10.10	3.85	37.7
15.11.92	3.66	142.3	865	219.0	56.20	2.53	1.79	10.30	4.48	53.9
01.12.92	3.72	128.8	799	213.0	55.30	2.36	1.70	9.89	1.83	17.5
15.12.92	3.71	134.8	919	209.0	55.90	2.63	1.76	9.92	5.44	37.5
Gj.snitt	3.80	105.7	577	161.9	31.86	2.91	1.81	7.29	1.93	66.6
Maks.verdi	4.39	142.3	919	225.0	56.20	3.35	2.15	10.30	5.44	210.9
Min.verdi	3.58	59.2	251	81.9	7.90	2.36	1.55	3.66	0.69	17.5

Tabell 6. St.2 Utløp Bjørnlivatn.Tidsveiede middelveidier.

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	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
1992	3.86	101	541	153.1	29.06	2.93	1.80	6.87	1.98		73.2

Tabell 7. 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 ug/l	Al mg/l	Vannf l/s
02.01.92	3.59	46.4	144.0	31.6	5.62	1.38	2.57	9.75		3.66	820
20.01.92	3.60	42.7	106.0			1.22	1.95	14.80	5.30		2740
03.02.92	3.33	49.7	129.0	25.0	4.89	1.41	2.33	18.90		3.40	1900
20.02.92	3.42	52.8	139.0			1.82	2.90	37.90	0.90		820
04.03.92	3.37	50.1	134.0	24.0	5.36	1.55	2.38	19.80		4.14	690
24.03.92	3.66	34.9	101.0	20.1	4.60	1.22	1.81	15.90	4.40		1190
01.04.92	3.72	37.5	119.0	27.0	5.25	1.31	2.95	14.50		3.54	1257
29.04.92	4.73	19.0	87.0			0.68	1.22	5.41	3.20		2310
04.05.92	5.01	23.7	55.7	25.6	2.76	0.44	1.02	3.96		1.14	2850
18.05.92	4.88	16.7	58.7	17.1	3.03	0.46	1.16	4.59		1.24	1900
25.05.92	5.01	17.8	87.0			0.55	1.32	5.30	2.80		1110
02.06.92	3.84	35.3	112.6	28.0	5.13	0.86	2.12	6.64		2.10	470
15.06.92	3.46	54.3	202.0	43.8	9.53	1.62	3.86	14.10		4.81	160
24.06.92	4.08	48.0	203.0	48.1	9.56	1.52	3.63	11.60	8.50		200
01.07.92	3.46	65.1	273.0	63.7	13.20	2.12	4.91	17.10		5.68	140
15.07.92	3.58	61.2	264.7	65.0	13.50	1.72	4.60	12.40		4.80	170
28.07.92	5.03	22.0	89.0			0.64	1.62	6.10	3.70		420
03.08.92	4.06	31.7	107.8	31.0	6.50	0.63	3.21	8.84		1.21	570
17.08.92	4.47	24.4	101.5	28.0	5.72	0.73	1.96	8.95		2.62	1270
20.08.92	4.60	36.1	147.0			0.78	2.29	5.14	6.50		1360
02.09.92	3.99	39.4	174.3	44.8	10.20	1.07	3.34	10.80		2.78	630
15.09.92	3.74	60.7	288.0	68.4	16.10	1.79	5.44	17.40		4.94	260
22.09.92	4.82	33.4	139.0	35.4	8.00	0.85	2.59	9.34	9.40		330
01.10.92	3.89	45.4	223.7	53.2	12.60	1.30	4.08	15.20		3.86	260
15.10.92	4.45	33.2	160.5	44.2	10.10	0.72	2.51	5.84		1.75	1270
20.10.92	4.80	43.5	192.0			1.04	3.44	11.70	7.90		520
27.10.92	4.78	51.5	253.6	61.0	14.70	1.46	4.77	18.10		4.10	690
16.11.92	4.17	51.5	259.6	63.6	15.70	1.16	4.08	11.70	11.00	2.92	1190
20.11.92	4.90	46.0	240.0			1.13	3.29	8.63	9.10		1530
01.12.92	4.21	39.5	175.4	43.0	10.40	1.06	3.52	14.30		2.98	380
15.12.92	4.66	33.8	151.2	38.2	9.28	0.81	2.55	9.98		2.66	690
22.12.92	5.10	40.3	200.0	43.5	11.90	0.63	2.66	6.60	6.70		2630
Gj.snitt	4.20	40.2	159.9	40.6	8.90	1.12	2.88	11.91	6.11	3.22	1023
Maks.verdi	5.10	65.1	288.0	68.4	16.10	2.12	5.44	37.90	11.00	5.68	2850
Min.verdi	3.33	16.7	55.7	17.1	2.76	0.44	1.02	3.96	0.90	1.14	140

Tabell 8. 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
1992	4.13	41.0	159	42.0	9.10	3.23	1.15	2.88	12.77	5.60	1084

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
20.01.92	6.96	8.50	1.50	6.2			27.30	60.0	470	<0.10
20.02.92	7.36	7.70	0.72	5.0			13.70	30.0	330	<0.10
24.03.92	7.24	8.55	0.89	5.9	13.7	1.09	17.50	30.0	360	<0.10
29.04.92	7.22	7.00	0.84	5.6			15.70	30.0	370	0.10
18.05.92							6.70	8.7	<100	
25.05.92	7.04	3.30	0.84	2.1			4.20	10.0	124	<0.10
02.06.92							6.80	8.5	<100	
15.06.92							7.10	10.7	<100	
24.06.92	7.38	4.80	0.65	3.0	5.6	0.62	4.10	20.0	122	<0.10
01.07.92							3.53	8.2	162	0.03
15.07.92							7.42	18.6	172	0.05
28.07.92	7.46	5.60	0.71	4.1			8.30	50.0	181	0.10
30.07.92							16.50	47.9		0.11
17.08.92							9.34	24.9		0.06
20.08.92	7.18	5.40	0.51	4.7			13.50	30.0	162	0.05
02.09.92							11.10	25.7		0.08
15.09.92							9.99	30.0		0.08
22.09.92	7.54	6.90	0.35	5.4	8.9	0.9	7.20	30.0	115	0.05
01.10.92							6.45	17.9		0.05
15.10.92							11.26	32.7		0.09
20.10.92	7.35	6.70	0.34	4.3			9.60	40.0		<0.10
27.10.92							6.60	17.5		0.05
16.11.92							7.52	27.7		0.07
20.11.92	7.49	6.60	0.34	4.8			6.60	40.0	127	<0.10
01.12.92							6.79	21.4		0.13
11.12.92							7.24	31.2		0.18
22.12.92	7.52	7.50	0.24	5.8	9.0	0.13	7.70	30.0	130	<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 ug/l	Zn ug/l	Fe ug/l	Cd ug/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
1992	7.33	6.23	0.68	4.8	9.8	0.78	11.8	29	217	0.06

Slamdam Bjørndalen

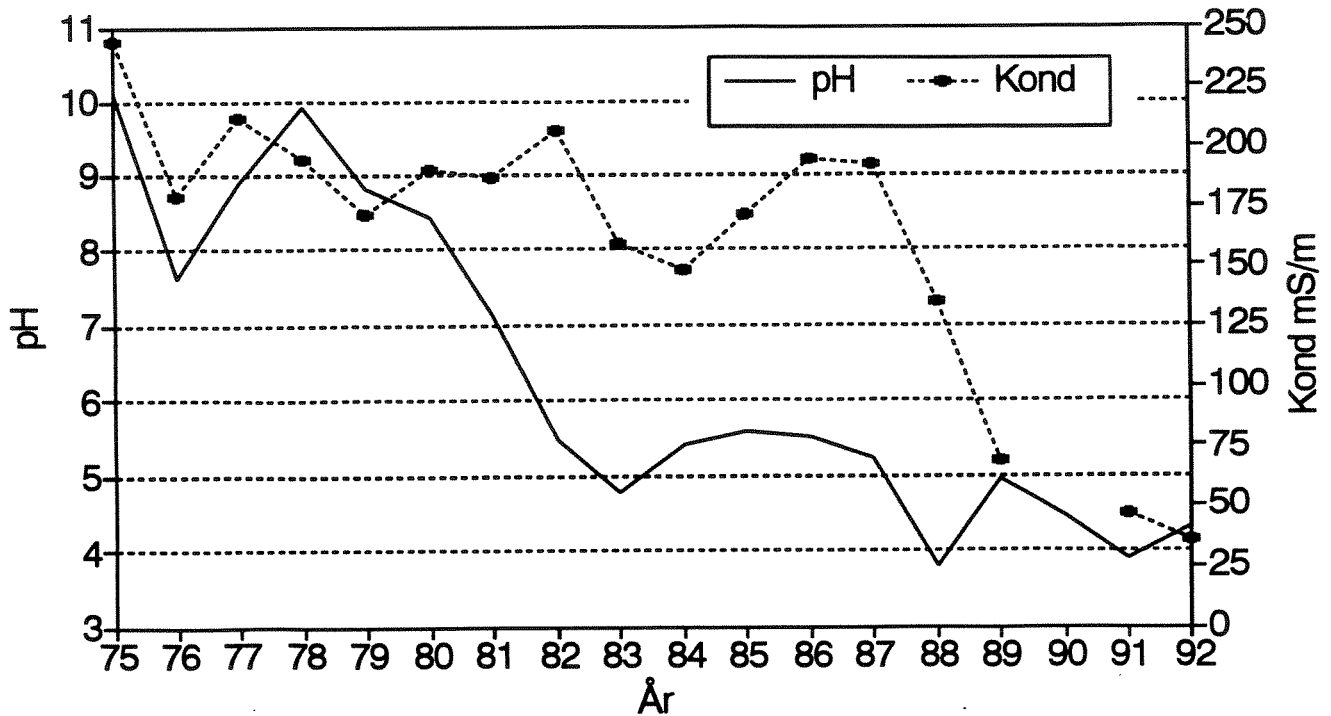


Fig.2 Tidsveiet middel pH og Kond.

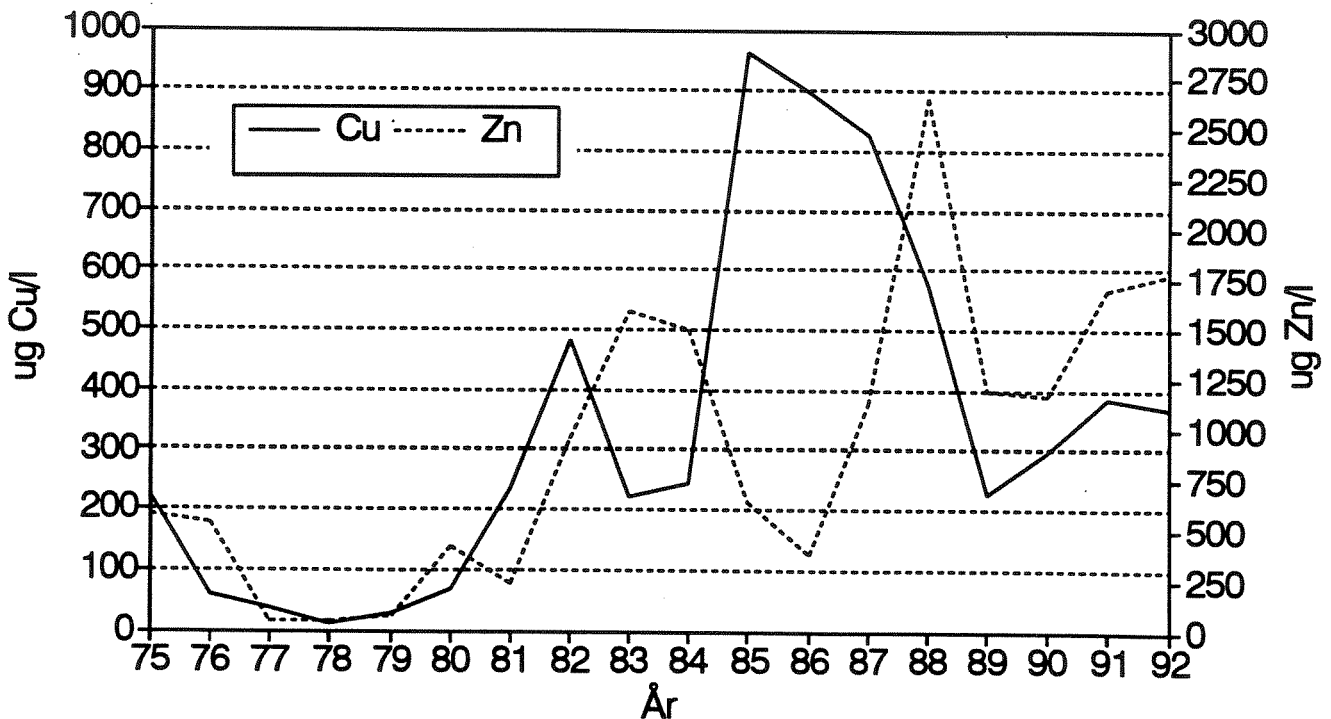


Fig.3 Tidsveiet middel Cu og Zn

Utløp Bjørnlivatn

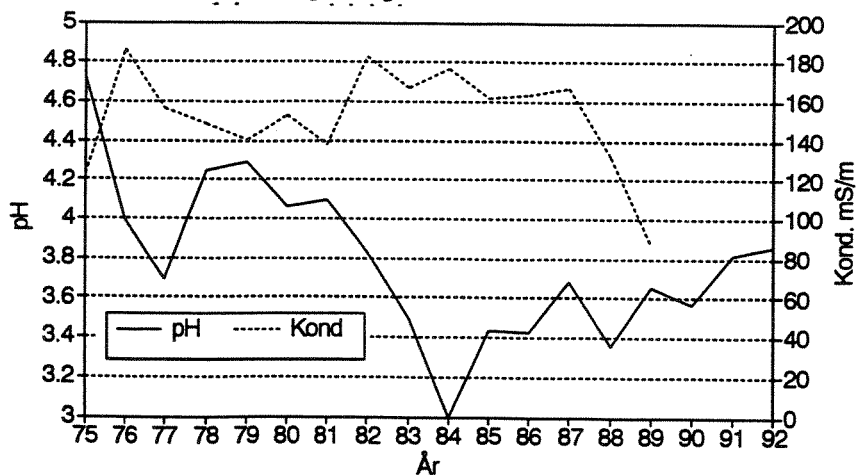


Fig.4 Tidsv. middelerdier pH og Kond.

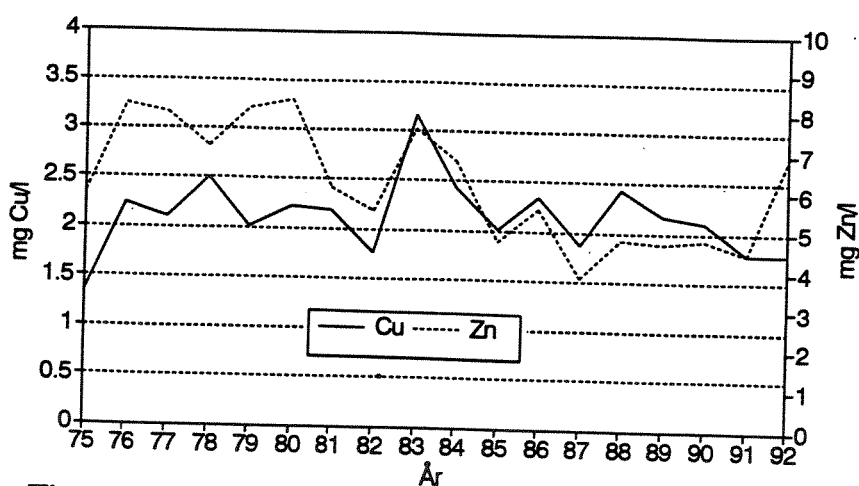


Fig.5 Tidsveiede middelerdier Cu og Zn

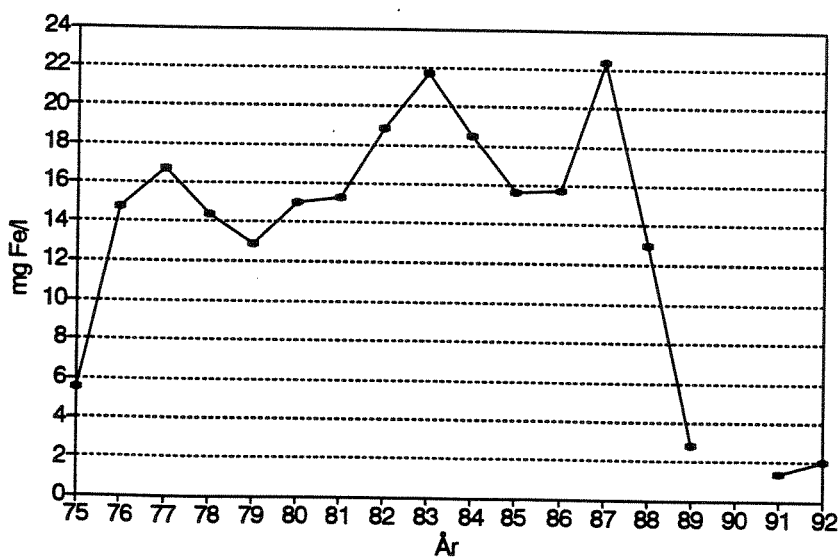


Fig.6 Tidsveiede middelerdier Fe

Raubekken ved Salberg

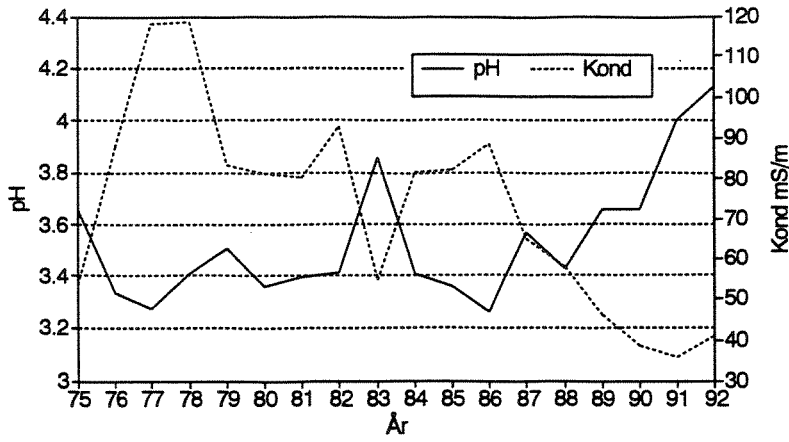


Fig.7 Tidsveiet middel pH og Kond.

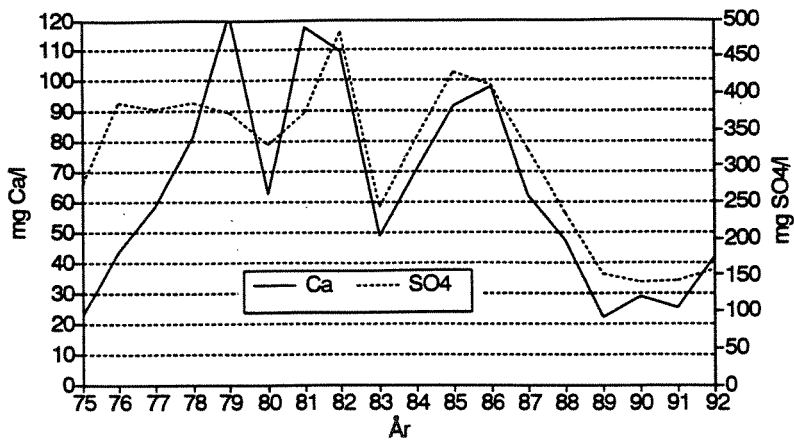


Fig.8 Tidsveiet middel Ca og SO4

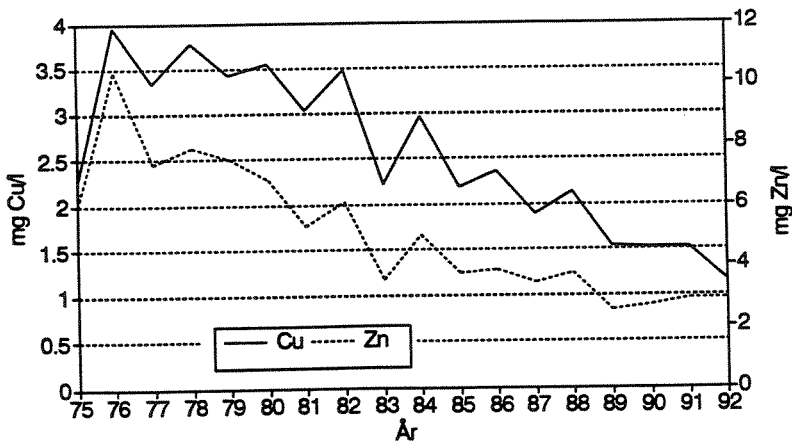


Fig.9 Tidsveiet middel Cu og Zn

Orkla ved Vormstad 1974-92

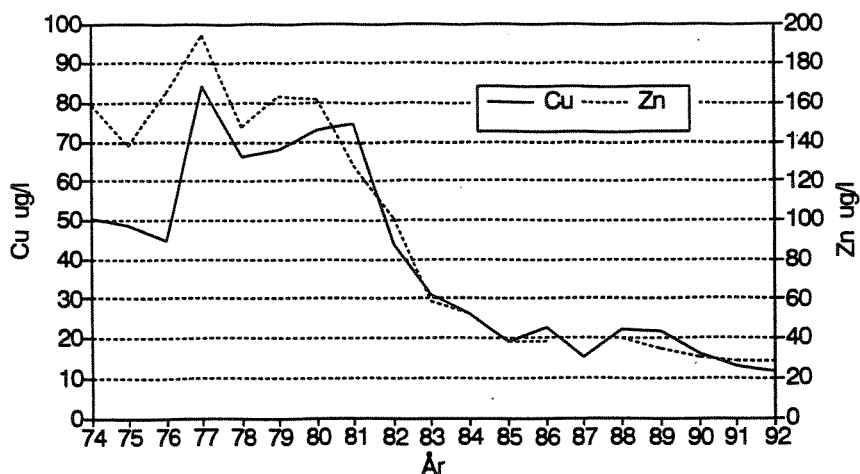


Fig.10 Tidsv. middelverdier Cu og Zn

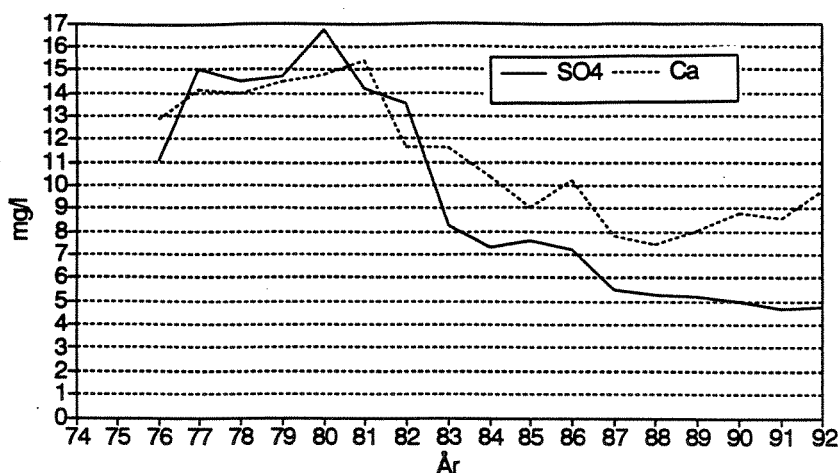


Fig.11 Tidsv. middelverdier SO4 og Ca

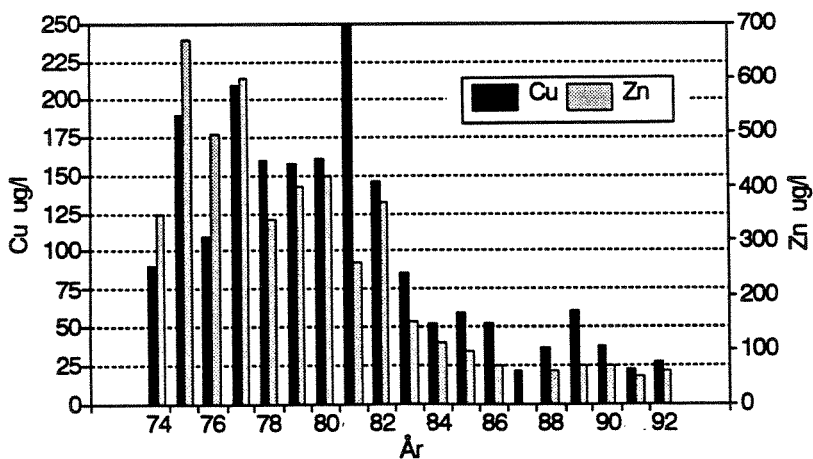


Fig.12 Maks.verdier Cu og Zn

Norsk institutt for vannforskning  **NIVA**

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2312-6