

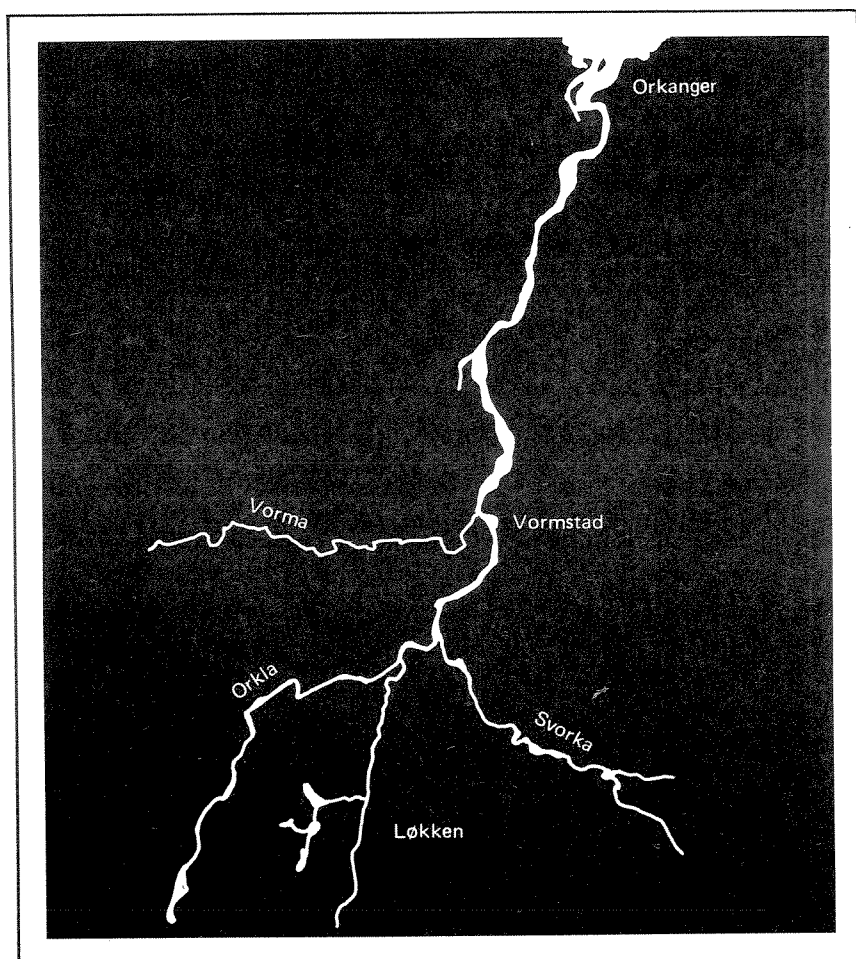
÷ Registrering
Skal bruke 2 år

0.2167

0 - 74078

Løkken Gruber as & Co

Kontrollundersøkelser i
nedre del av Orklavassdraget 1987



NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor
Postboks 33, Blindern
0313 Oslo 3
Telefon (02) 23 52 80
Telefax (02) 39 41 29

Sørlandsavdelingen
Grooseveien 36
4890 Grimstad
Telefon (041) 43 033
Telefax (041) 42 709

Østlandsavdelingen
Rute 866
2312 Ottestad
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen
Breiviken 5
5035 Bergen - Sandviken
Telefon (05) 95 17 00
Telefax (05) 25 78 90

Prosjektnr.:	0-74078
Undernummer:	XII
Løpenummer:	2167
Begrenset distribusjon:	Sperret

Rapportens tittel:	Dato:
LØKKEN GRUBER A/S & Co.	14. september 1988
Kontrollundersøkelser 1987	Prosjektnummer:
Forfatter (e):	0-74078
Iversen, Eigil	Faggruppe:
	Miljøteknisk
	Geografisk område:
	Sør-Trøndelag
	Antall sider (inkl. bilag):
	30

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

Ekstrakt:
Tungmetalltransporten fra området viser en synkende tendens, men er fortsatt betydelig. En forsuring i slamdammen i Bjørndalen har funnet sted og kalking bør nå foretas. Det er ennå for tidlig å si noe om fremtidig vannkvalitet i overløpet når Wallenberg gruveområde er vannfylt.

4 emneord, norske:

1. Kisgruve
2. Avgangsdeponering
3. Tungmetaller
4. Gruvevann

4 emneord, engelske:

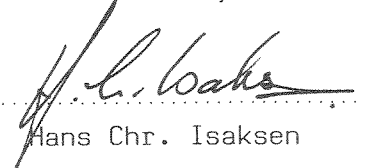
1. Pyrite mining
2. Tailings disposal
3. Heavy metals
4. Acid mine drainage

Prosjektleder:



Eigil Iversen

For administrasjonen:


Hans Chr. Isaksen

ISBN - 82-577-1455-0

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING

0 - 7 4 0 7 8

Løkken Gruber A/S & CO

Kontrollundersøkelser 1987

Oslo, 14. september 1988

Saksbehandler: Eigil R. Iversen

Medarbeider: Magne Grande

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

	<u>Side</u>
1. SAMMENDRAG	3
2. INNLEDNING	3
3. FYSISKE-KJEMISKE UNDERSØKELSER	4
3.1 Stasjonsplassering og analyseprogram	4
3.2 Vurdering av analyseresultatene	7
4. BIOLOGISKE FORHOLD	14
5. LITTERATUR	15
Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner	6
Tabell 2. Analyseprogram for prøver fra Løkken Gruber ...	6
Tabell 3. Materialtransport ved St. 2 Bjørnlivatn	8
Tabell 4. Materialtransport i Raubekken ved St. 3 Salberg	9
Tabell 5. Analyseresultater Wallenberg sjakt	13
Tabell 6 t.o.m. tabell 15. Årlige middelverdier, kjemiske analyseresultater	16
Figur 1. Nedre del av Orklavassdraget	5
Figur 2. Fearnley, Wallenberg og Astrup gruveområder ...	12
Figur 3 t.o.m. figur 7. Årlige middelverdier, kjemiske analyseresultater	26

1. SAMMENDRAG

1. Kontrollundersøkelsene er utført etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn og har til hensikt å føre kontroll med utslippene fra gruveområdet ved Løkken Verk. Denne rapporten gir en fremstilling av resultatene fra undersøkelser foretatt i 1987.
2. Kobber- og sinkkonsentrasjonene i Raubekken ved utløpet av nedbørfeltet viser fortsatt synkende tendens og middelveidene i 1987 var de laveste som hittil er registrert. Selv om naturgitte forhold som nedbør og klima har stor innvirkning på avrenningen, er endringene i vannkvaliteten så vidt store at den forbedring som har funnet sted, trolig har sammenheng med drenerings- og overdekkingstiltak som er gjennomført i gruveområdet. Det er vanskelig å kvantifisere endringene nærmere uten å foreta vannføringsmålinger i Raubekken.
3. De forbedringer i vannkvaliteten som har funnet sted i Raubekken understøttes også av undersøkelser foretatt i nedre Orkla. Her ble det en betydelig forbedring av forholdene etter at kraftverksreguleringene ble avsluttet. Den vesentligste årsak til forbedringen er den jevnere vannføring i Orkla p.g.a. reguleringen. I perioden etter at reguleringen ble avsluttet og kraftverkene kom i drift, kan det påvises en ytterligere nedgang i tungmetallkonsentrasjonene i nedre Orkla i likhet med i selve Raubekken. Det er også påvist en forbedring i dyrelivet i nedre Orkla. Det er derfor sannsynlig at de tiltak Løkken Gruber har gjennomført i gruveområdet, har hatt en positiv effekt på vannkvaliteten i Raubekken og nedre Orkla.
4. Etter at deponeringen i slamdammen opphørte, har en forsuring funnet sted. Dette skyldes trolig oksydasjon av tiosulfater/polytionater som ble tilført fra prosessavløpet. pH i slamdammen bør nå heves ved kalking.
5. Wallenberg gruveområde er fortsatt under oppfylling. Det er ennå for tidlig å si noe om vannkvaliteten i det fremtidige overløp på bakgrunn av de kontrollprøver som hittil er tatt.

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.

Resultatene fra undersøkelsen er samlet i årlige rapporter (se kap. 5. Litteratur) som gir en kortfattet og ajourført fremstilling av utviklingen i fysisk/kjemiske og biologiske forhold i vassdraget.

I 1981 ble undersøkelsene samordnet med det statlige program for forurensningsovervåking for Orklavassdraget idet de tidligere stasjonene i Okla ble overført til overvåkingsprogrammet. De biologiske kontrollundersøkelsene er i sin helhet overført til overvåkingsprogrammet. Et sammendrag av resultatene fra de biologiske undersøkelsene er imidlertid tatt med i denne rapporten (kap. 4).

Denne rapporten gir en kortfattet fremstilling av resultatene for 1987. Kontrollundersøkelsen omfatter en månedlig prøvetaking ved 3 stasjoner i gruveområdet, samt en årlig befaring foretatt av NIVA. Undersøkelsene ble i 1986 utvidet til også å omfatte oppfølging av vannfyllingen av Wallenberg gruve.

3. FYSISK-KJEMISKE UNDERSØKELSER

3.1 Stasjonsplassering og analyseprogram

Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsstasjoner for undersøkelsene i 1987, og på figur 1 er de samme stasjonene markert på en kartskisse over nedre del av Orklavassdraget.

Tabell 2 gir en oversikt over analyseprogram og metodikk som har vært benyttet.

Løkken Gruber har foretatt den rutinemessige innsamlingen av månedsprøvene fra st. 1, 2 og 3, mens NIVA foretok prøvetakingen under befaringen i juli. Løkken Gruber har fulgt opp vannfyllingen av Wallenberg gruveområde ved månedlig peiling av vannstand og prøvetaking av overflatevann. NIVA har foretatt prøvetaking fra flere dyp i Wallenberg sjakt i juli og november.

Prøvetakingen i Raubekken (st. 3) er koordinert med det Statlige program for forurensningsovervåking slik at det blir tatt prøver fra Raubekken med omtrent 14 dagers mellomrom.

Alle de statlige overvåkingsprogramprøvene ble analysert ved Byveterinærens laboratorium i Trondheim. Alle analyseresultater er samlet i tabeller bak i rapporten. Når det gjelder analyseresultater for stasjonene i Okla, er det i denne rapporten bare tatt med parametre som har tilknytning til utslipp fra gruvevirksomheten.

Fig.1 Nedre del av Orklavassdraget

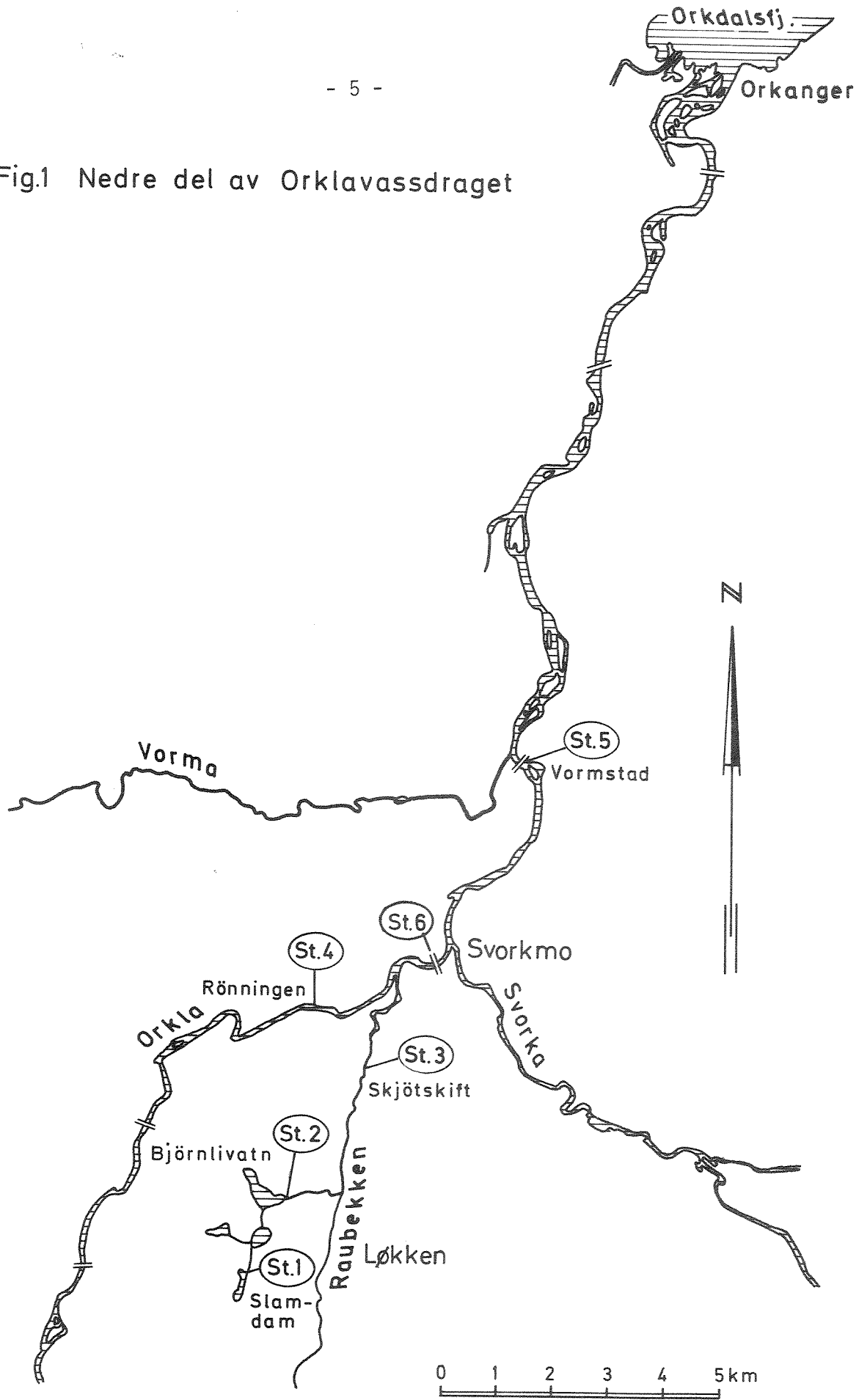


Fig. 1. Nedre del av Orklavassdraget.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner

ST.NR.	NAVN
1	Overløp slamdam Bjørndalen
2	Utløp Bjørnlivatn
3	Raubekken ved Salberg
4	Orkla ved Rønningen
5	Orkla ved Vormstad

Prøvetakingsstedet i Raubekken (Salberg) er nå lagt like før inntakstunnelen til Svorkmo Kraftverk. Både data for vannføring og vannkvalitet er direkte sammenlignbare med den tidligere prøvetakingsstasjonen ved Skjøtskift som ligger bare noen hundre meter nedstrøms.

Tabell 2. Analyseprogram for prøver fra Løkken Gruber.

PARAMETER	BETEGNELSE	ENHET	DETEKSJONS- GRENSE	ANALYSE- INSTRUMENT	METODE
pH	PH	-		ORION model 801A	NS 4720
Konduktivitet	KOND	m S ₀ /m 25 °C	-	PHILIPS PW 9509	NS 4721
Turbiditet	TURB	FTU		HACH model 2100A	NS 4723
Sulfat	SO ₄	mg SO ₄ /l	0.2 mg/l 5 mg/l	Autoanalyser Turbidimetr.met.	Thorinmetoden Felling med BaCl ₂
Kalsium	CA	mg Ca/l	0.01 mg/l	Perkin-Elmer Model 2380	Atomabsorpsjon
Magnesium	MG	mg Mg/l	0.01 mg/l	Perkin-Elmer Model 2380	Atomabsorpsjon
Kobber	CU	mg Cu/l µg Cu/l	0.01 mg/l 0.5 µg/l	Perkin-Elmer Model 2380 Perkin-Elmer Model 560 HGA500	Atomabsorpsjon Flammeteknikk Atomabsorpsjon grafitt ovntekn.
Sink	ZN	µg Zn/l	10 µg/l	Perkin-Elmer Model 2380	Atomabsorpsjon Flammeteknikk
* Kadmium	CD	µg Cd/l	0.1 µg/l	Perkin-Elmer Model 560 HGA500	Atomabsorpsjon grafittovntekn.
Jern	FE	mg Fe/l µg Fe/l	0.01 mg/l 10 µg/l	Perkin-Elmer Model 2380 Autoanalyser	Atomabsorpsjon flammeteknikk TPTZ-metoden
* Bly	PB	µg Pb/l	0.5 µg/l	Perkin-Elmer Model 560 HGA500	Atomabsorpsjon grafittovntekn.

* Analysert av Byveterinærens laboratorium i Trondheim i 1987.

3.2 Vurdering av analyseresultatene

St. 1. Slamdam, Bjørndalen

Deponeringen stoppet 10. juli 1987. Etter driftsstansen har pH i dammen falt betydelig og var ved utgangen av året ca. pH 3.5. Fallende pH-verdier førte til økte tungmetallkonsentrasjoner, spesielt sinkverdiene økt betydelig. Årsaken til pH-fallet skyldes sannsynligvis at det i dammen var et betydelig innhold av tiosulfat/polytionater dannet under oppredningsprosessen. Slike forbindelser oksyderes lett til sulfat under syreutvikling. En har tidligere sett at pH i den flasken som kontrollprøven tas på, kan falle fra ca. pH 7 ved prøvetaking til ca. 3.5-4.0 under transport til laboratoriet. Dammen ble kalket i juli måned, men dette synes ikke å ha hatt noen synlig effekt. Ved utgangen av året var sulfatkonsentrasjonen på stabilt nivå. Dette tyder på at tiosulfatoksydasjonen har avtatt. Da avrenningen fra dammen var meget liten, ble det besluttet å avvente ytterligere kalking for å se hvordan situasjonen utvikler seg. Ved å holde dammen sur en periode, går oksydasjonen av tiosulfat lettere. Forholdene i dammen vil bli undersøkt nærmere i 1988. pH-verdien i dammen bør deretter heves ved å foreta en fornyet kalking. Det bør senere også lages muligheter for vannmengderegistreringer for derved å få en bedre materialbalanse for dammen.

St. 2. Utløp Bjørnlivatn

Vannkvaliteten i Bjørnlivatn er i det vesentligste bestemt av tilførselene fra Fagerlivatn og fra slamdammen i Bjørndalen. pH-verdiene varierer en del i løpet av året (pH 3.0-5.5) og er høyest om vinteren når overflateavrenningen er minst. Tilførselene av vann fra Bjørndalen har avtatt etter at pumping av prosessvann til slamdammen opphørte. Utover høsten var vannføringen ut av Bjørnlivatn betydelig mindre enn på samme tid foregående år.

Da konsentrasjonene ved utløpet av Bjørnlivatn ikke har endret seg vesentlig i forhold til 1986, var derfor materialtransporten fra Bjørnlivatn til Raubekken trolig en del mindre i 1987 enn i 1986 (ikke vannmålinger for hele 1986).

Ved hjelp av konsentrasjoner og vannmengder er det i tabell 2 gjort beregninger av materialtransporten av de viktigste komponenter ved utløpet av Bjørnvatn. I tabellen er også tatt med tilsvarende data for måleperioden 1982-1983.

Tabell 3. Materialtransport ved St. 2 Bjørnlivatn

År	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Sulfat tonn/år	Vannmengde m ³ /år·10 ⁶
1982-1983	6.9	14.1	47.1	2200	2.6
1987	3.0	6.1	34.7	1350	1.6

Materialtransporten i 1987 var tilsynelatende en del mindre enn i måleperioden 1982-83. Dette kan ha flere årsaker:

- Naturlige variasjoner p.g.a. nedbørforhold
- Tilførsler fra Bjørndalen har avtatt
- Det er siden 1982-83 utført overdekkinger og tilsåinger rundt Fagerlivatn

Det er nødvendig med mengdeobservasjoner over flere år for å si noe sikkert om eventuelle trender.

St. 3. Raubekken ved Salberg

Stasjonen i Raubekken representerer samlet avrenning fra gruveområdet og tas like før Raubekken tas inn i overføringstunnelen til Svorkmo kraftverk. Bekken fra Bjørnlivatn er godt innblandet i Raubekken ved denne stasjon.

NIVA har foretatt målinger i Raubekken siden 1975. Siden 1981 er det foretatt 2 prøvetakinger pr. måned idet programmet for Løkken Gruber er samordnet med det statlige program for forurensingsovervåking for Orkla.

En oversikt over årlige middelveier for de viktigste analyseparametre er gitt i tabell 13 og i figur 5. Disse viser en fallende tendens for tungmetallene kobber, sink og kadmium. Endringene er mest markert for sink. Middelveier for sink var i 1987 ca. halvparten av nivået i begynnelsen av måleperioden. Middelveier for kobber (0.87 mg/l) var omtrent på samme nivå som tidligere, mens sinkverdien (3.82 mg/l) er den laveste som er observert hittil. En må regne med årlige variasjoner, som skyldes varierende værforhold fra år til år.

Utviklingen er likevel så markert at det er rimelig å sette den i sammenheng med tiltak som er utført i området, f.eks. dreneringer, overdekking og tilsåing. Det er imidlertid nødvendig å fortsette å følge opp utviklingen over mange år for å kunne vurdere om tiltakene har varig effekt. Best informasjon får man om det foretas vannmengdemålinger i Raubekken. Systemer for elektronisk registrering av vannmengder er relativt rimelige og bør prioriteres.

Etter driftsnedleggelsen arbeides det med flere tiltak for å redusere avrenningen. Ett av tiltakene vil bli å holde en så høy og stabil vannstand i Fagerlivatn som mulig. Dette kan ha en gunstig effekt, da utløpsarrangementet ved Fagerlivatn hittil har gitt forholdsvis store variasjoner i vannstanden, noe som har ført til at kisholdige masser i strandkanten tidvis har blitt eksponert for luft.

Ved hjelp av analysedata for Raubekken og beregnet vannføring ut fra tilrenning til Svorkmo kraftverk og arealet til Raubekkens nedbørfelt, er det i tabell 4 gjort en beregning av materialtransporten i Raubekken for de viktigste forurensningskomponenter for årene 1984, 1985, 1986 og 1987.

I tabellen er det også tatt med data for måleperioden 1982-83 da det ble gjort en spesialstudie av avrenningsforholdene i Løkken.

Tabell 4. Materialtransport i Raubekken ved St. 3 Salberg.

ÅR	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Jern tonn/år	Sulfat tonn/år	Beregnet Middelvannføring m ³ /S ²)
1982-83 ¹⁾	42.0	54.4	207	292	4745	0.60
1984	52.9	91.3	315	460	6530	0.65
1985	45.1	76.7	262	518	9015	0.67
1986	58.0	92.0	277	584	9820	0.74
1987	42.0	78.0	157	523	7410	0.72

1) Data gjelder for måleperioden september 82 - september 83. Utført av NIVA

2) Etter opplysninger fra Kraftverkene i Orkla.

Slik de beregnede verdier er fremkommet, er det vanskelig å bruke materialet for å vurdere trender. Ut fra enkeltobservasjoner i Raubekken, har en erfaringer for at konsentrasjonene kan endre seg dramatisk fra dag til dag. Det er derfor nødvendig å måle vannføring

på prøvetakingstidspunktet, for å bedre utsagnskraften. En kan riktignok beregne teoretisk daglig vannføring i Raubekken ut fra tilsiget til Svorkmo Kraftverk, men her vil det også bli en del usikkerhet da helt lokale variasjoner i vannføring og materialtransport ikke fanges opp ved målinger i Svorka. Hensikten med tabellen er først og fremst å gi et anslag over størrelsesorden på transporten av forurensningskomponenter.

Vi vil i en annen rapport gi en mer kvalifisert vurdering av det analysemateriale som foreligger for Raubekken og nedre Orkla.

Stasjonene i Orkla, St. 4 Rønningen og St. 5 Vormstad

Stasjonene i Orkla er overført til det statlige program for forurensningsovervåking av Orkla og omfattes ikke av kontrollprogrammet for Løkken Gruber. Ved stasjonene i Orkla utføres også biologiske undersøkelser. Et utvalg av relevante analyseparametre er også tatt med i denne rapporten og kommenteres kort.

Stasjon 4, Rønningen, er valgt som referansestasjon for å vurdere effektene av tilførselene fra Raubekken. Vannføringsforholdene er her endret etter at Orkla ble tatt inn i tunnel ved Bjørset for overføring til Svorkmo kraftverk. Vannkvaliteten har imidlertid ikke endret seg av betydning. Det knytter seg spesiell interesse til kobbernivået. De endringer som tilsynelatende kan observeres, har trolig sin årsak i analytiske forhold som forbedrede instrumenter og forbedrede metoder. Bakgrunnsnivået for kobber ved denne stasjon var i 1987 ca. 5 µg/l.

Ved stasjon 5, Vormstad, har endringene i tungmetall-konsentrasjonene vært betydelige etter at Svorkmo kraftverk kom i drift i 1983 og vassdraget var ferdig regulert. Den forbedrede vannkvalitet skyldes i første rekke endringer i vannføringsmønsteret idet vintervannføringen i Orkla er mye høyere. Det betydelige fall i middelverdiene for kobber, sink og jern har således for en stor del sin årsak i dette forhold. Det har også vært en nedgang i middelverdiene for kobber og sink, også etter at kraftverket kom i drift. Dette gjenspeiler også utviklingen i Raubekken. Middelverdi for sink er ikke beregnet for 1987, da en rekke prøver ikke ble analysert på sink p.g.a. en misforståelse. Middelverdien for kobber var i 1987 15 µg/l.

Wallenberg sjakt

Wallenberg sjakt har vært under oppfylling siden 1986. Det er i 1986 og 1987 forsøkt tatt opp prøver fra forskjellige nivå under oppfyllingen. Oppfyllingen har hittil vært kontrollert ved månedlig

kontroll av vannstand og prøvetaking av overflatevann og prøvetaking 2 ganger årlig av forskjellige dyp i sjakten. Det har innledningsvis vært en del problemer med å finne egnet prøvetakingsmetodikk for å få opp prøver nedover i sjakten.

Figur 2 viser en forenklet kartskisse over Astrup, Wallenberg og Fearnley gruveområder hvor forskjellige hovednivå er markert. Nivåhøyden refererer seg til et punkt i heistårnet. Avstanden fra dette nivå og ned til det nivå hvor prøvetaking foregår, er 40 m.

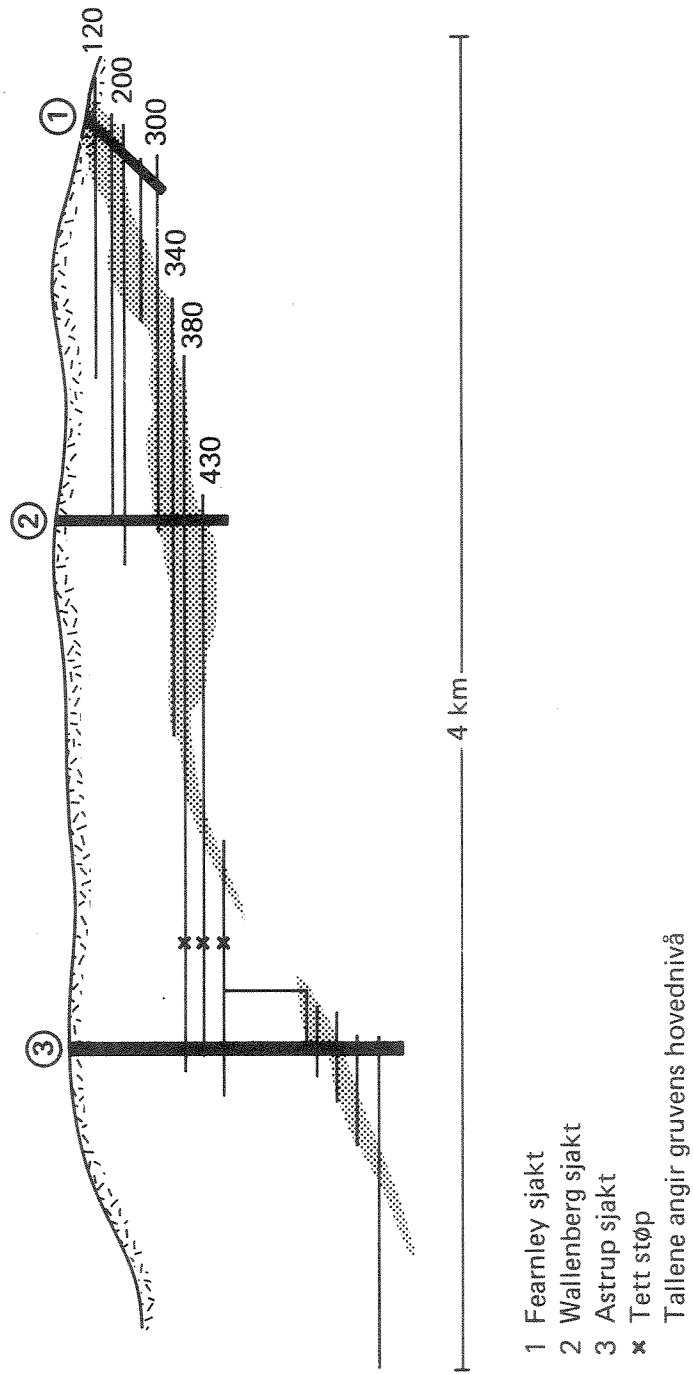
Det er tatt prøver ned til nivå 490 som er nær bunnen.

Analyseresultatene er samlet i tabell 5. Resultatene viser stor konsentrasjonsforskjeller med dypet. Nedover i dyplagene er det oksygenfritt miljø og jern foreligger i toverdig form. En viss pH-stigning kan observeres mot bunnen, samtidig som kobbernivået synker. Forøvrig har det vannet som står i sjakten over det øverste hovedstollnivå som er vannfylt, et relativt beskjedent metallinnhold.

Når det gjelder å vurdere hvilken vannkvalitet det vil bli når det blir overløp ved nivå 120, er dette foreløpig meget vanskelig. En rekke forhold vil her spille inn. En viss pekepinn kan gis ved å studere resultatene for prøve tatt 11/11-87. Ved denne dato var vannstanden kommet til nivå 300 som er et hovedstollnivå. Prøve tatt ved nivå 302 viste følgende konsentrasjoner:

pH: 5.45 mg/l
 Cu: 15.2 mg/l
 Zn: 41.2 mg/l
 Fe: 121 mg/l
 SO₄: 3080 mg/l

Ved den forholdsvis høye pH-verdi som ble observert, må en regne med at mesteparten av jern og mye av kobberinnholdet forelå i utfelt form. Når det blir overløp, må en også trolig følge vannkvaliteten i overløpet over en viss tid for å vurdere faren for sirkulasjoner i gruva. Prøvetakingen vil bli fulgt opp i 1988.



Figur 2. Fearnley, Wallenberg og Astrup gruveområder.

Tabell 5. Analyseresultater Wallenberg sjakt.

```

=====
NIVA *
* * * * *
MILTEK * * * * *
=====
PROSJEKT: 74078 * * * * *
* * * * *
DATE: 09. SEPT 88 * * * * *
=====
TABELL NR.: 5
KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
STASJON: WALLEBERG SJAKT
=====

```

DATE	PRØVE- NIVA M	VANNST NIVA M	TEMP GR. C	pH	KOND mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe-tot mg/l	Fe-2+ mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mik/l
860917	390	336	16.2	2.80	1790	23400	476	1610	426	5750	700	120.0	1240	1980
	490		16.2	3.96	3490	74200	600	3100	1362	25700	1000	0.7	4130	105
861104	333	331	16.2	5.85	69.1	340	88.0	17.5		1.63	1.15	0.31	1.54	4.4
	381		16.5	2.54	1376	15000	470	1035	323	2580	3000	157.0	504	1540
	440		14.5	3.32	3180	52500	520	2000	988	16900	18750	47.2	2900	7200
861201	328	328							0.44	2.14		0.37	1.68	5.1
870106	324	324		6.60	60.1	280	82.8			1.52		0.13	4.54	11.2
870302	321	321		5.88	62.6	311	76.6	19.0		0.02		0.03	3.71	4.1
870402	320	320		5.67	63.5	301	81.2	20.2		0.70		0.17	0.94	2.4
870504	314	314		5.70	61.6	320	78.8	17.7	1.17	5.64		1.37	4.03	20.0
870601	310	310		5.94	63.9	305	81.0	18.8	0.005	0.36		0.29	2.27	10.0
870617	311	310	16.0	5.89	64.5	318	84.1	19.4	0.12	0.86	0.23	0.64	2.87	10.0
	320		16.0	5.77	65.7	304	85.8	19.4	0.13	0.98	0.23	0.49	2.60	10.0
870708	328	308	16.0	5.10	70.6	336	85.7	20.9	0.12	1.07	0.19	0.28	1.71	4.1
	358		17.0	3.78	915	8850	439	855	144	1280	1400	36.5	303	880
	390		16.2	3.72	2800	45200	507	2580	570	14000	16600	18.8	2370	3050
	440		17.0	3.41	3040	52100	527	2750	1035	20000	17000	30.1	2650	6290
	490		15.0	3.92	3640	71700	519	2920	1165	26200	26000	1.49	3730	45
870804	307	307		5.09	68.0	356	110	21.7	0.35	8.20		0.31	1.32	4.2
870901	306.5	306.5		6.03	69.3	328	83.0	22.0	0.11	0.88		0.16	1.19	4.3
871005	302	302		6.12	72.9	350	94.7	22.4	0.14	0.95		0.22	1.27	3.4
871109	300.5	300.5		4.07	373	2640	327	305	16.6	157		19.0	48.1	160
871111	302	299.8	17.8	5.45	478	3080	416	501	3.27	121	0.50	15.2	41.2	230
	320		16.3	4.99	602	4920	415	640	3.19	315	<0.01	9.1	95.0	230
	360		16.7	4.19	830	8000	420	820	48.7	950	0.65	25.9	287	760
871202	294	294		5.40	598	4800	485	780	2.72	241		16.8	65.0	150

4. BIOLOGISKE FORHOLD

Som tidligere tas det her med et kort resymé av de biologiske undersøkelser som har vært foretatt i nedre Orkla i 1987. For videre detaljer henvises det til rapport for 1987 for det Statlige overvåkingsprogram for Orkla.

Ved Vormstad har det skjedd en betydelig forbedring av dyrelivet i løpet av de fire siste år, både med hensyn til antall og sammensetning. I 1986 ble det ved Vormstad observert flere dyregrupper som ikke er registrert tidligere og som er følsomme for tungmetallforurensninger. Disse observasjonene ble bekreftet av undersøkelser foretatt i 1987. Forholdene ved Vormstad er nå tilnærmet normale når det gjelder bunndyrsamfunnene.

5. LITTERATUR

1. NIVA-rapporter. 0-74078. Kontrollundersøkelser i nedre del av Orklavassdraget. Årsrapporter 1975-1986.
2. Eigil Iversen 1983: NIVA-rapport nr. 1572. 0-82062 Løkken Verk. Forurensningstilførsler fra gruveområdet ved Løkken Sentrum 1982-1983.
3. Grande, Romstad, Lindstrøm 1982: Rutineovervåking i Orkla 1981. Overvåkingsrapport nr. 41/82.
4. Grande, Romstad, Lindstrøm 1983: Rutineovervåking i Orkla 1982. Overvåkingsrapport nr. 83/83.
5. Grande, Romstad, Bildeng, Bakketun 1984: Rutineovervåking i Orkla 1983. Overvåkingsrapport nr. 154/84.
6. Grande, Bakketun, Romstad 1986: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1985. Overvåkingsrapport 242/82.
7. Grande, Bakketun, Romstad 1987: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1986. Overvåkingsrapport nr. 289/87.
8. Grande, Romstad 1988: Tiltaksorientert overvåking i Orkla 1987. Overvåkingsrapport nr. 326/88.
9. Eigil Iversen 1982. NIVA-rapport nr. 1369. 0-80071. Vannforurensninger fra nedlagte gruver i Orklas nedbørfelt.
10. Iversen og Johannessen 1984: NIVA-rapport nr. 1621. 0-82068. Vannforurensning fra nedlagte gruver.

Tabell 6. Årlige middelveidier, kjemiske analyseresultater.

NIVA		* TABELL NR.: 6		KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.									
MILTEK		* PROSJEKT: 74078		* STASJON: 1 OVERLØP SLAMDAM, BJØRNDALEN									
* DATO: 19 FEB 88		* * * * *											
DATO/OBS.NR.	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mik/l	Cu mik/l	Zn mik/l				
870119	7.07	186	3.3	812	428	1.98	220	1330	240				
870216	6.27	190	6.1	849	394	1.99	120	1300	170				
870311	5.05	182	1.1	840	395	1.96	57	1810	820				
870421	6.51	166	3.2	819	350	2.13	270	800	80				
870518	6.78	159	7.0	864	358	1.86	118	320	40				
870615	5.87	198	2.9	1180	446	2.37	890	320	70				
870708	6.30	226	6.1	1300	526	3.07	790	470	150				
870813	4.88	202	2.2	1300	488	3.00	1390	420	360				
870915	3.82	195	2.5	1130	457	3.40	3390	590	1420				
871019	3.73	198	5.8	1190	417	3.56	6320	850	3130				
871111	3.73	203		1140	407	3.54	6700	840	3350				
871208	3.52	205	1.3	1140	461	3.88	7040	830	3490				
=====													
ANTALL	12	12	11	12	12	12	12	12	12	12	12		
MINSTE	3.52	159.	1.10	812.	350.	1.86	57.0	320.	40.0				
STØRSTE	7.07	226.	7.00	1300.	526.	3.88	7040.	1810.	3490.				
BREDE	3.55	67.0	5.90	488.	176.	2.02	6983.	1490.	3450.				
GJ.SNITT	5.29	192.	3.77	1047.	427.	2.73	2275.	823.	1110.				
STD.AVVIK	1.33	18.0	2.10	194.	51.6	0.754	2816.	458.	1393.				

Tabell 7. Årlige middelverdier, kjemiske analyseresultater.

DATE/OBS.NR.	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	VANNF. l/s
870119	3.44	177.	25.0	975	485	11.2	22.1	2.33	4.88	20.8
870216	5.72	165.	48.0	834	334	8.50	11.0	1.64	2.88	37.7
870311	5.52	163.	26.0	833	352	8.50	7.40	1.61	2.70	32.9
870421	4.07	115.	61.5	564	232	7.60	14.7	2.26	3.20	117.
870518	4.22	98.7	16.0	493	186	5.50	5.93	1.43	3.05	108.
870615	3.17	149.	2.0	732	229	7.40	10.4	1.67	3.55	60.4
870708	3.14	176.	4.6	919	288	7.50	15.6	1.36	3.21	50.0
870813	2.98	193.	2.5	943	293	8.50	21.6	1.55	3.45	42.8
870915	3.00	181.	2.5	880	263	9.60	25.3	1.85	3.77	74.5
871019	3.01	201.	3.5	1000	271	13.1	44.2	2.38	4.98	17.6
871111	3.18	200.		1000	266	14.0	49.7	2.12	4.96	24.6
871208	3.07	183.	36.0	970	282	14.9	38.7	2.25	5.25	16.8
ANTALL	: 12	12	11	12	12	12	12	12	12	12
MINSTE	: 2.98	98.7	2.00	493.	186.	5.50	5.93	1.36	2.70	16.8
STØRSTE	: 5.72	201.	61.5	1000.	485.	14.9	49.7	2.38	5.25	117.
BREDDE	: 2.74	102.	59.5	507.	299.	9.40	43.8	1.02	2.55	100.
GJ.SNITT	: 3.71	167.	20.7	845.	290.	9.69	22.2	1.87	3.82	50.3
STD.AVVIK	: 0.982	32.0	20.7	169.	75.9	2.95	14.7	0.375	0.930	34.0

NIVA

*

* TABELL NR.: 7

MILTEK

*

* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

PROSJEKT: 74078

*

* STASJON: 2 UTLØP BJØRNLIIVATN

DATE: 19 FEB 88

*

Tabell 8. Arlige middelværdier, kjemiske analyseresultater.

DATA/OBS.NR.	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mik/l	Pb mik/l
870116	2.97	124.	50.0	723	132.	11.9	42.3	3.11	7.35	25.0	<0.50
870216	3.29	113.	104.	606	133.	10.2	37.2	3.04	4.54		
870224	3.95	89.0	15.0	609	144.	8.63	33.3	2.54	4.40	7.5	<0.50
870311	3.05	111.	52.0	499	99.5	10.1	34.0	3.00	4.19		
870326	4.87	62.4	37.0	580	73.5	7.14	25.4	1.63	1.94	9.1	<0.50
870421	3.46	39.6	51.5	164	27.6	4.19	17.3	1.55		4.8	<0.50
870510	3.92	26.4	22.0				5.44	0.91			
870518	3.85	29.2	24.0	123	27.0	2.79	8.36	0.80	1.38		
870615	3.30	56.0	22.0	207	48.9	4.24	11.7	1.10	1.94		
870702	3.99	26.5	17.0	110	32.5	2.14	3.30	0.62		2.6	1.3
870708	4.80	24.1	13.0	78.2	21.6	1.91	5.96	0.40	0.83	1.8	0.50
870804	4.28	15.5	23.0				7.00	0.52			
870813	3.12	84.9	76.0	326	62.0	8.10	29.0	2.61	4.37		
870915	3.33	57.3	52.0	210	40.3	5.20	19.0	1.62	2.49		
871007	3.17	65.0	10.0				33.0	2.52		<0.10	<0.50
871019	3.11	93.1	100.	356	61.2	9.40	37.9	3.14	5.45		
871111	3.76	59.0	37.0	272	48.8	7.00	23.8	2.01	3.23		
871125	3.20	67.0					42.0	2.20		5.7	<0.50
871208	3.46	56.0	56.0	204	43.7	6.80	27.4	1.93	3.13		
871228	3.30	50.0	45.0	164	36.6	5.52	19.1	1.55	2.75	5.4	<0.50
ANTALL	:	20	19	16	16	16	20	20	13	9	9
MINSTE	:	2.97	10.0	78.2	21.6	1.91	3.30	0.400	0.83	0.020	0.250
STØRSTE	:	4.87	104.	723.	144.	11.9	42.3	3.14	7.35	25.0	1.30
BREDDE	:	1.90	94.0	645.	123.	9.97	39.0	2.74	6.52	25.0	1.05
GJ.SNITT	:	3.61	42.4	327.	64.5	6.58	23.1	1.84	3.43	6.88	0.394
STD.AVVIK	:	0.556	27.6	210.	40.7	3.04	13.0	0.914	1.75	7.35	0.350

Tabell 9. Årlige middelværdier, kjemiske analyseresultater.

DATE/OBS.NR.	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mik/l	Cu mik/l	Zn mik/l	Cd mik/l	Pb mik/l
870116	7.46	9.6	0.36	5.9	15.6	0.97	75	1.1	5	<0.10	<0.50
870326	7.55	9.4	1.20	6.0	14.1	1.00	205	1.7		<0.10	<0.50
870510	7.30	4.7	0.58				140	2.9		<0.10	<0.50
870702	7.12	3.7	0.70	2.8	5.3	0.48	130	3.3		<0.10	<0.50
870804	7.18	4.0	0.80				170	22.2		<0.10	0.50
871007	7.53	5.5	0.40				50	2.8		<0.10	<0.50
871125	7.83	9.3	0.25				95	4.9		<0.10	<0.50
871228	7.82	5.1	0.22	2.9	8.6	0.51	65	<0.5	5	0.33	<0.50
ANTALL	: 8	8	8	4	4	4	8	8	2	8	8
MINSTE	: 7.12	3.70	0.220	2.80	5.30	0.480	50.0	0.250	5.00	0.025	0.250
STØRSTE	: 7.83	9.60	1.20	6.00	15.6	1.00	205.	22.2	5.00	0.330	0.500
BREDDE	: 0.710	5.90	0.980	3.20	10.3	0.520	155.	21.9	0.000	0.305	0.250
GJ.SNITT	: 7.47	6.41	0.564	4.40	10.9	0.740	116.	4.89	5.00	0.063	0.281
STD.AVVIK	: 0.267	2.57	0.330	1.79	4.79	0.283	54.4	7.14		0.108	0.088

NIVA *

TABELL NR.: 9

MILTEK *

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

PROSJEKT: 74078 *

STASJON: 4 ORKLA VED RØNNINGEN

DATO: 19 FEB 88 *

Tabell 10. Årlige middelværdier, kjemiske analyseresultater.

DATE/OBS.NR.	pH	KOND MS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mik/l	Cu mik/l	Zn mik/l	Cd mik/l	Pb mik/l
870116	7.21	6.00	0.77	5.8	9.35	0.67	135	10.7	32	0.13	1.8
870224	7.30	6.80	1.10	8.9	8.9	0.72	300	21.5	35	<0.10	<0.5
870326	7.30	7.80	0.93	7.7	10.6	0.83	355	13.3		<0.10	<0.5
870510	7.09	4.88	1.10				360	21.3		<0.10	0.8
870702	7.14	4.00	0.78	3.5	5.7	0.50	190	7.0		<0.10	<0.5
870804	7.09	4.20	1.20				340	16.7		<0.10	1.0
871007	7.42	5.40	0.62				150	12.0		<0.10	<0.5
871125	7.72	8.00	0.52				265	18.2		0.15	<0.5
871228	7.19	6.00	0.81	5.7	8.2	0.72	247	16.5	40	0.55	<0.5
ANTALL	: 9	9	9	5	5	5	9	9	3	9	9
MINSTE	: 7.09	4.00	0.520	3.50	5.70	0.500	135.	7.00	32.0	0.025	0.250
STØRSTE	: 7.72	8.00	1.20	8.90	10.6	0.830	360.	21.5	40.0	0.550	1.80
BREDDE	: 0.630	4.00	0.680	5.40	4.93	0.330	225.	14.5	8.00	0.525	1.55
GJ.SNITT	: 7.27	5.90	0.870	6.32	8.56	0.688	260.	15.2	35.7	0.112	0.567
STD.AVVIK	: 0.199	1.44	0.230	2.07	1.83	0.120	86.5	4.89	4.04	0.172	0.544

Tabell 11. Årlige middelverdier, kjemiske analyseresultater.

```

=====
NIVA *
      *
      * TABELL NR.: 11
MILTEK *
=====
PROSJEKT: 74078 *
      *
      * STASJON: ST 1 SLAMDAM, BJØNNDALEN ARLIGE MIDDELVERDIER
      *
      *
      *
=====

```

AR	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mik/l	Cu mik/l	Zn mik/l
1975	9.90	224	6.30	866	391	2.10	353	265	661
1976	8.00	175	3.60	640	169	8.00	229	57.0	245
1977	8.60	212	2.20	789	312	1.10	263	36.0	45.0
1978	9.51	181	4.70	775	360	1.13	284	14.3	38.6
1979	9.07	173	8.00	656	413	1.79	336	27.0	74.3
1980	8.57	194	7.20	1124	425	2.82	774	77.9	465
1981	7.20	188	6.40	859	467	2.35	871	230	303
1982	5.48	206	4.46	901	457	4.41	1515	484	893
1983	4.95	167	1.59	678	326	4.98	576	251	1273
1984	5.38	148	2.50	713	310	4.45	694	240	1385
1985	5.67	171	3.98	798	373	3.33	722	988	648
1986	5.51	194	2.80	852	446	1.82	290	952	390
1987	5.29	192	3.77	1047	427	2.73	2275	823	1110

```

=====

```

Tabell 12. Årlige middelverdier, kjemiske analyseresultater.

```

=====
NIVA *
*
*   TABELL NR.: 12
MILTEK *
=====
KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.
PROSJEKT: 74078 *
*
*   STASJON: ST 2 UTLØP BJØRNLIVATN ÅRLIGE MIDDELVERDIER
*
*   DATO: 19 FEB 88 *
=====

```

AR	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l
1975	4.40	125	7.1	688	105	10.2	6.87	1.49	5.99
1976	4.00	182	9.1	640	120	10.2	16.5	2.30	8.36
1977	3.70	157	5.2	789	182	11.1	17.0	2.26	8.14
1978	3.95	148	13.0	613	240	10.5	14.0	2.31	7.16
1979	4.31	137	4.4	687	274	8.77	10.7	1.97	7.88
1980	4.09	151	24.5	864	239	10.7	15.4	2.18	8.27
1981	4.13	139	27.3	746	300	7.97	15.6	2.23	6.27
1982	3.79	183	14.5	943	327	9.43	17.8	1.72	5.34
1983	3.58	163	2.1	810	199	14.3	20.9	3.19	7.38
1984	2.99	176	4.6	868	239	12.7	19.0	2.40	6.86
1985	3.45	160	10.0	875	269	9.75	15.5	1.99	4.69
1986	3.44	164	16.4	898	297	11.1	16.0	2.41	5.64
1987	3.71	167	20.7	845	290	9.69	22.2	1.87	3.82

Tabell 13. Årlige middelveirdier, kjemiske analyseresultater.

AR	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mik/l	Pb mik/l
1975	3.60	70.4	32.0	251	24.5	9.00	17.0	3.07	8.46		
1976	3.30	93.7	66.0	416	45.1	11.6	24.3	4.13	11.2		
1977	3.40	80.3	44.0	335	47.1	8.80	20.3	2.95	6.67		
1978	3.24	82.1	52.0	336	76.6	9.88	27.6	3.70	7.69	30.0	
1979	3.54	77.2	54.0	327	117.	8.32	21.4	2.96	6.67	21.7	
1980	3.37	73.4	51.6	289	57.0	7.41	26.5	3.27	6.20	23.4	
1981	3.40	81.0	58.9	383	98.4	11.6	20.9	3.02	5.42	19.1	
1982	3.37	95.1	38.2	476	107.	8.45	28.5	3.51	6.07	19.1	1.03
1983	3.90	55.8	26.1	255	53.9	4.60	19.4	2.22	3.58	9.54	0.92
1984	3.43	77.8	47.2	318	66.6	8.12	22.5	2.59	4.45	15.7	1.38
1985	3.35	81.3	32.0	427	90.1	7.87	24.5	2.13	3.63	12.4	0.48
1986	3.22	91.7	30.7	421	96.0	8.18	25.0	2.49	3.94	11.9	1.45
1987	3.61	62.5	42.4	327	64.5	6.58	23.1	1.84	3.43	6.90	0.39

NIVA

TABELL NR.: 13

MILTEK

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

PROSJEKT: 74078

STASJON: ST.3 RAUBEKKEN, SALBERG ARLIGE MIDDELVERDIER

DATE: 19 FEB 88

Tabell 14. Årlige middelveier, kjemiske analyseresultater.

AR	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mik/l	Cu mik/L	Zn mik/l	Cd mik/l	Pb mik/l
1975	7.30	6.91	0.87	4.4	8.80	0.92	69	11.3	7.0		
1976	7.20	7.42	0.88	4.4	10.6	0.90	139	12.0	17.0		
1977	6.90	6.96	0.75	4.6	10.3	0.92	118	19.0	9.5		
1978	7.08	6.86	0.45	4.6	9.91	0.87	85	8.9	8.6	1.10	
1979	7.19	8.29	0.70	6.4	12.6	1.03	84.5	7.5	19.4	0.25	
1980	7.28	8.10	0.92	5.5	11.5	0.96	110	4.6	9.8	0.28	
1981	7.42	8.50	1.45	5.5	12.9	1.05	98.8	6.8	12.7	0.26	
1982	7.33	7.32	0.89	4.7	9.52	1.55	103	1.9	6.1	0.12	0.36
1983	7.33	6.58	0.62	4.1	8.89	0.75	151	2.4	8.1	0.12	0.57
1984	7.42	7.26	0.57	4.6	10.3	0.84	117	2.1	13.5	0.06	0.34
1985	7.38	6.70	1.35	4.5	10.4	0.82	180	2.2	8.9	0.03	0.30
1986	7.45	6.58	0.59	4.8	9.88	0.82	143	2.9	9.4	0.04	0.79
1987	7.47	6.41	0.56	4.4	10.9	0.74	116	4.9		0.06	0.30

Tabell 15. Årlige middelveirdier, kjemiske analyseresultater.

AR	PH	KOND mS/m	TURB FTU	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mik/l	Cu mik/l	Zn mik/l	Cd mik/l	Pb mik/l
1975	7.30	8.35	2.0	8.5	10.7	1.12	367	69.3	162		
1976	7.20	9.75	2.0	11.8	13.7	1.19	390	45.0	185		
1977	7.00	8.33	2.4	12.5	12.5	1.09	612	66.0	154		
1978	7.11	8.01	1.9	10.2	11.5	1.02	450	50.3	106	0.58	
1979	7.09	9.03	2.4	13.2	13.4	1.14	443	60.0	151	0.47	
1980	7.16	9.98	3.3	17.5	14.2	1.18	598	75.1	172	0.83	
1981	7.29	10.4	3.8	14.3	15.6	1.20	533	79.2	130	0.67	
1982	7.18	9.61	2.0	14.6	12.1		437	47.9	113	0.40	0.26
1983	7.22	9.07	1.6	8.4	11.9	0.79	413	30.9	59.6	0.08	0.47
1984	7.26	6.81	1.2	7.2	10.3	0.85	298	25.9	50.9	0.13	0.66
1985	7.26	5.98	1.5	6.8	8.96	0.75	329	18.5	37.6	0.10	0.38
1986	7.33	6.57	1.0	7.2	10.2	0.80	308	22.6	38.4	0.12	0.30
1987	7.27	5.90	0.87	6.3	8.56	0.69	260	15.2		0.11	0.57

NIVA

* TABELL NR.: 15

* MILTEK

* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

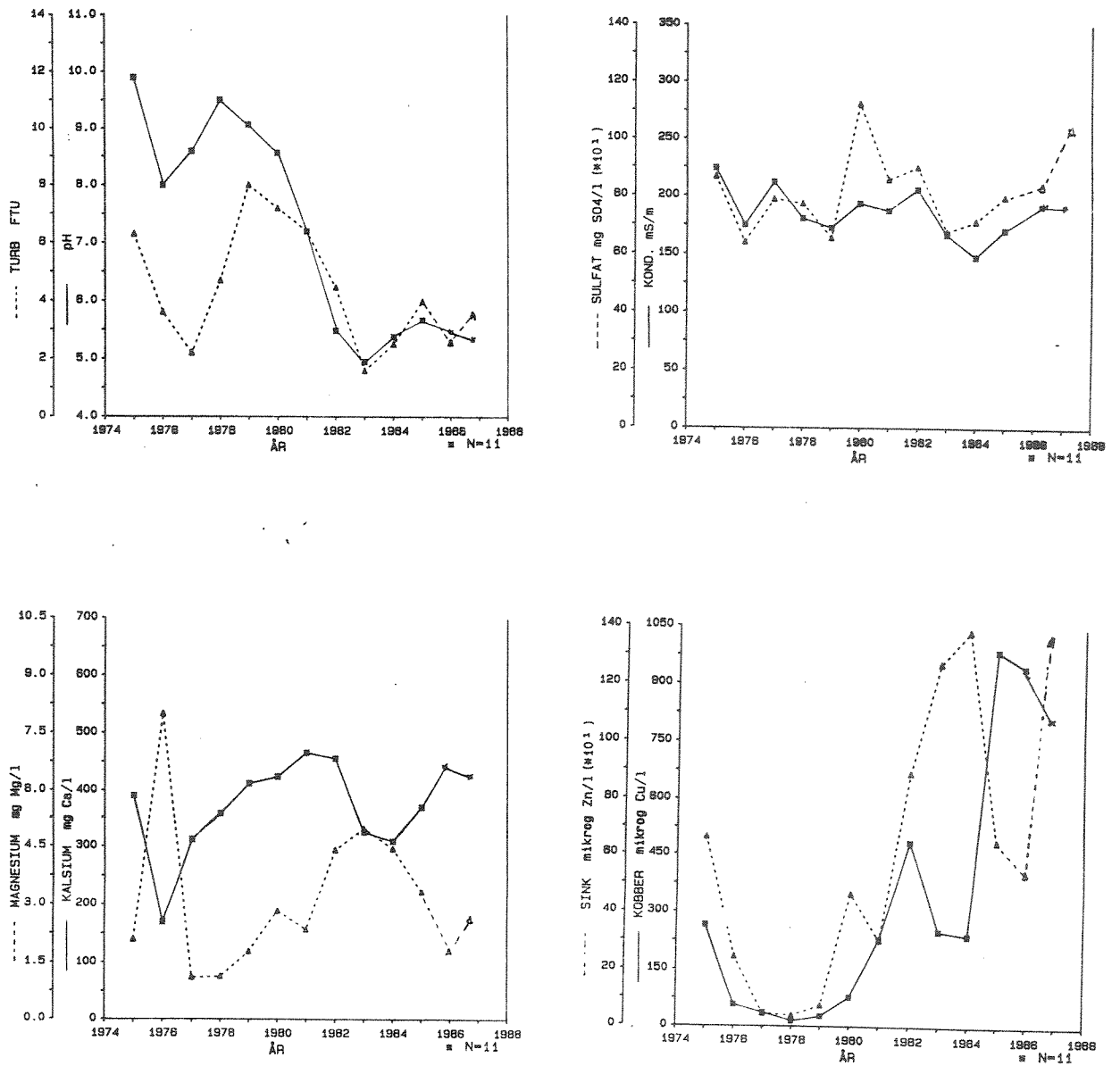
***** PROSJEKT: 74078

* STASJON: ST 5 ORKLA, VORMSTAD ARLIGE MIDDELVERDIER

***** DATO: 19 FEB 88

* *****

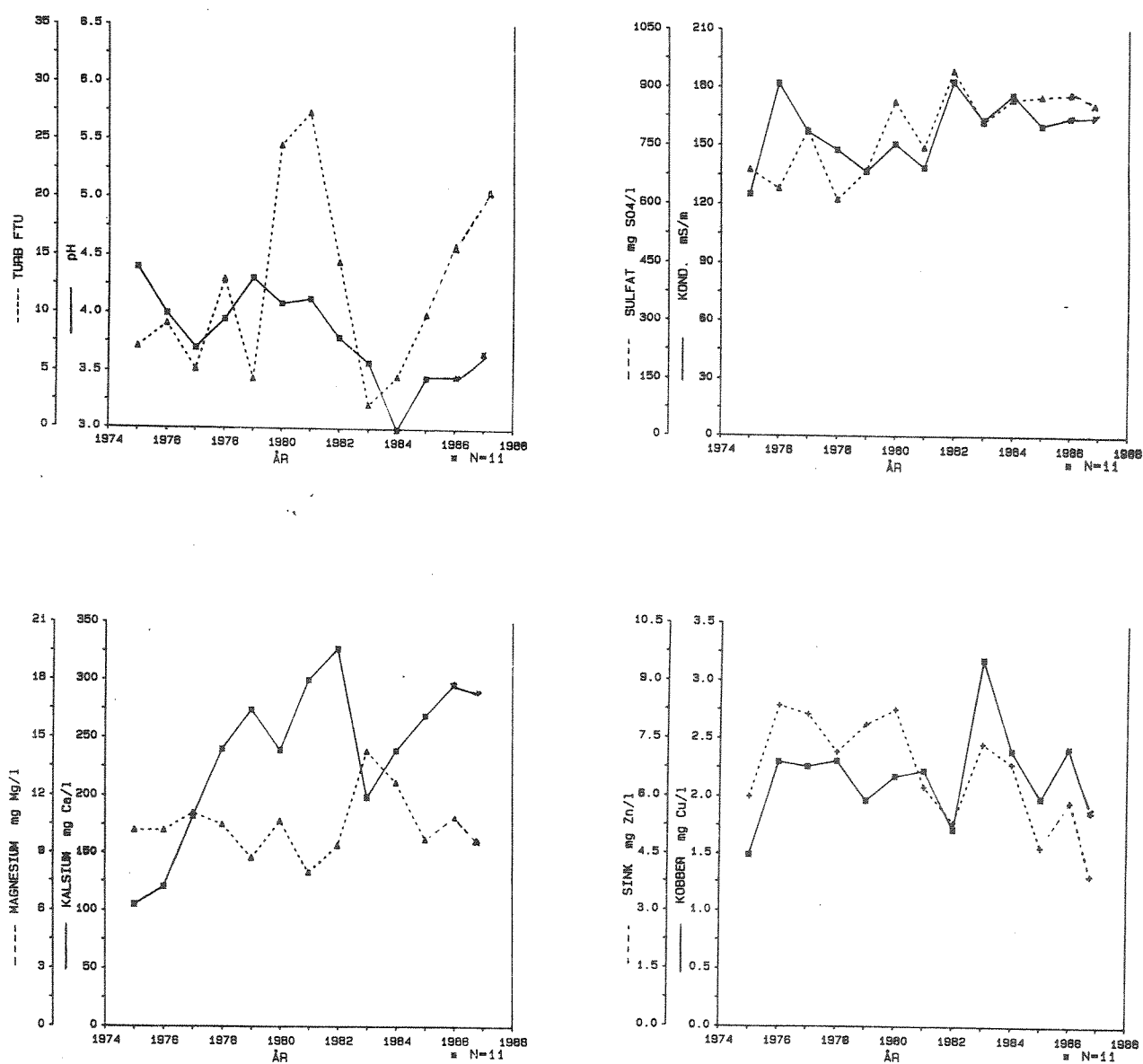
ST.1 OVERLØP SLAMDAM BJØRNDALEN
Årlige middelværdier



Figur 3. Årlige middelværdier, kjemiske analyseresultater.

ST.2 UTLØP BJØRNLIVATN

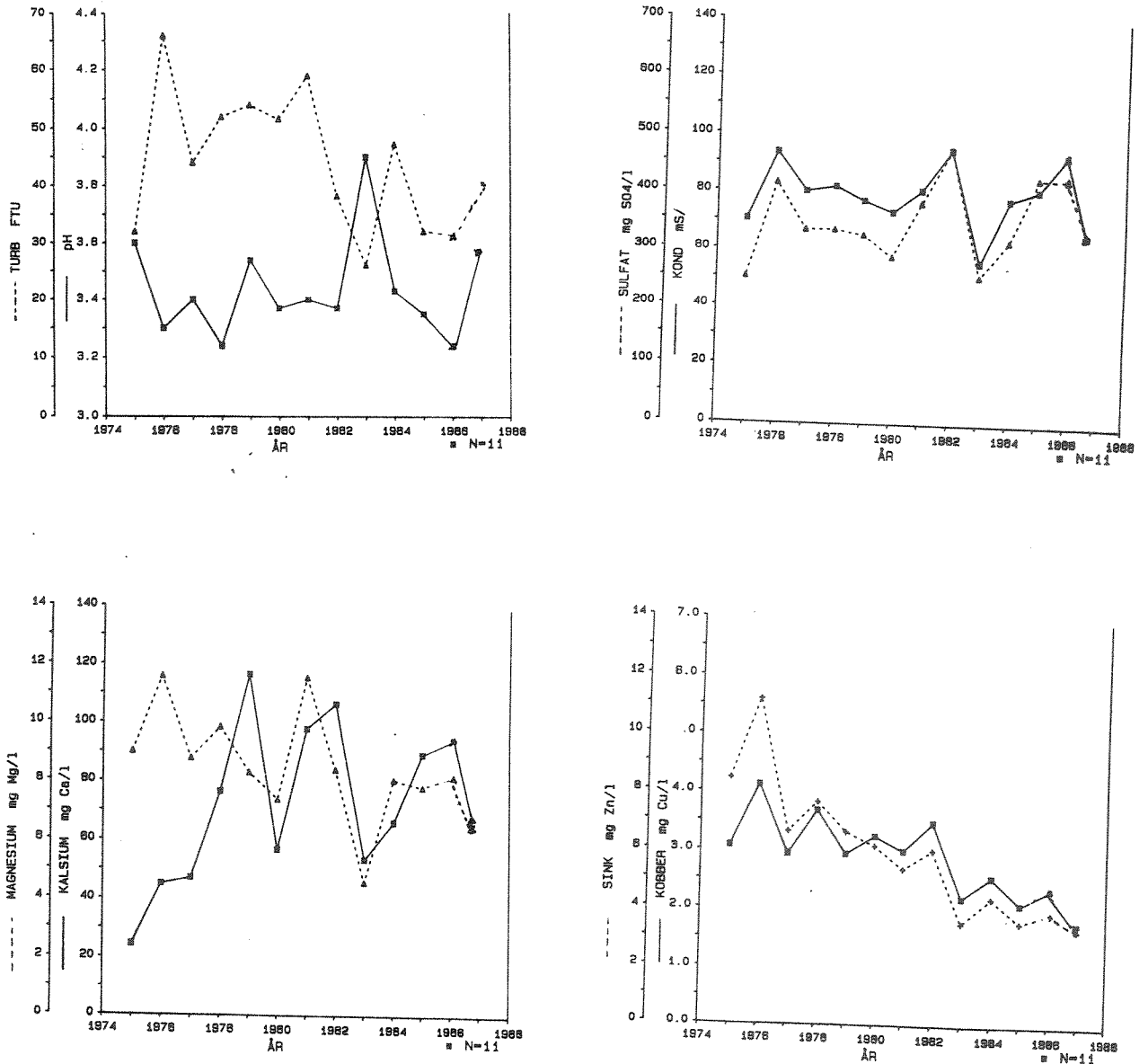
Årlige middelværdier



Figur 4. Årlige middelværdier, kjemiske analyseresultater.

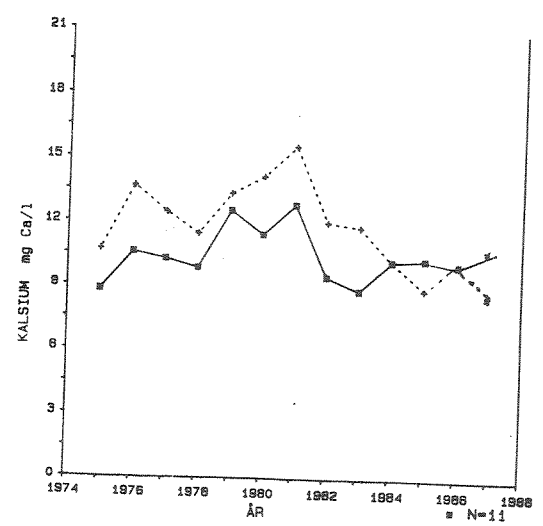
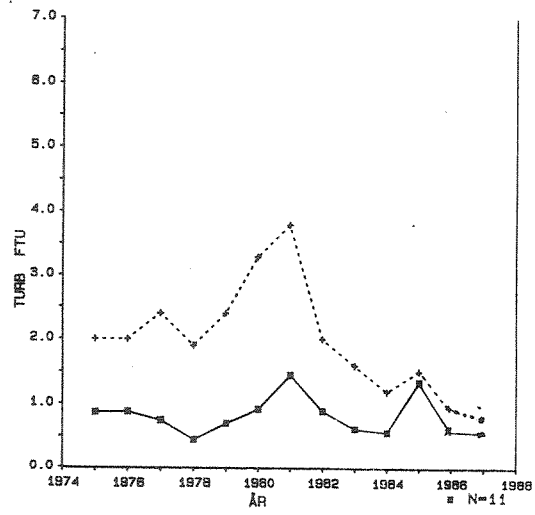
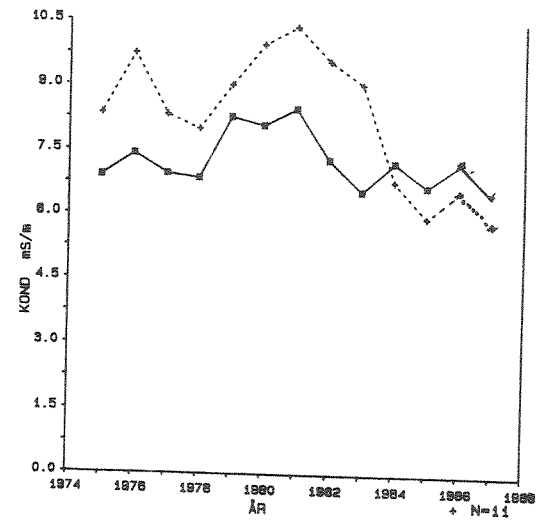
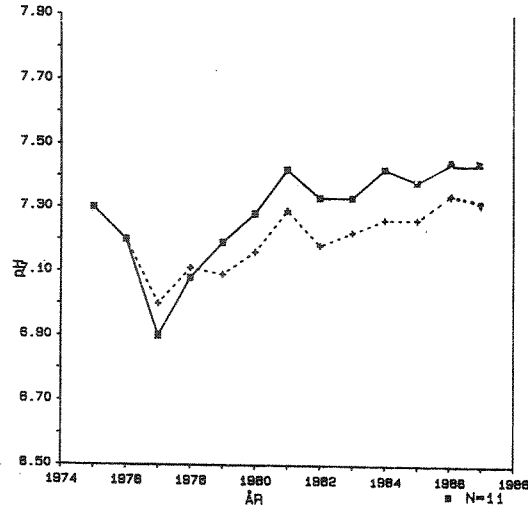
ST.3 RAUBEKKEN VED SALBERG

Årlige middelværdier



Figur 5. Årlige middelværdier, kjemiske analyseresultater.

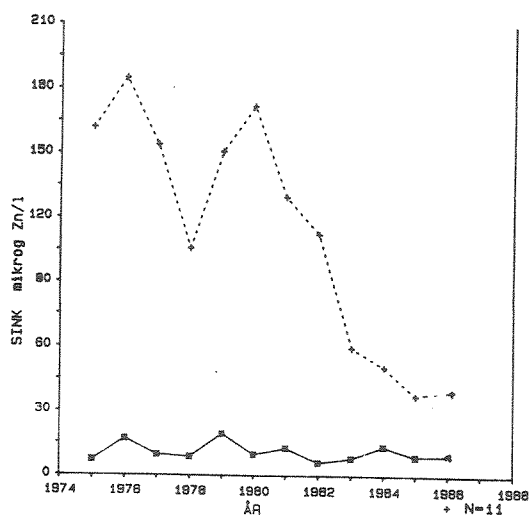
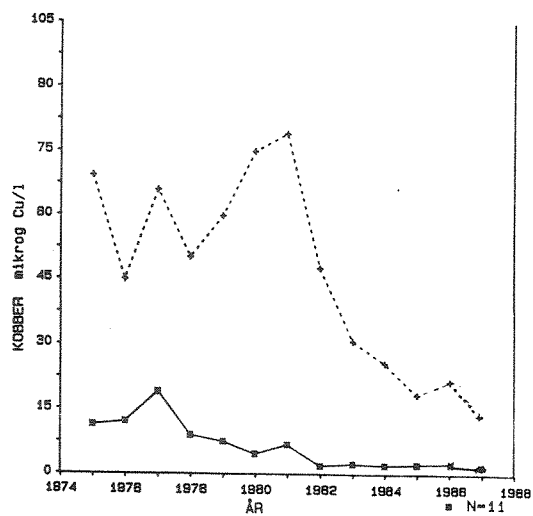
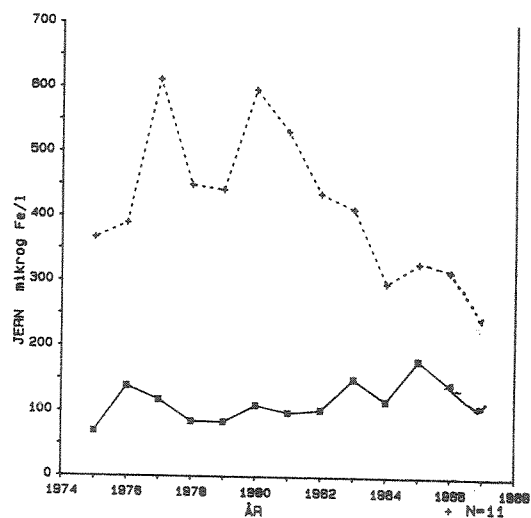
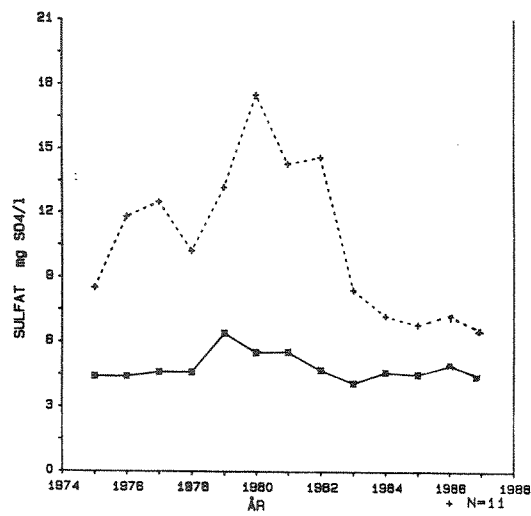
ST.4 RØNNINGEN og ST.5 VORMSTAD Årlige middelværdier



— ST.4
 - - - ST.5

Figur 6. Årlige middelværdier, kemiske analyseresultater.

ST.4 RØNNINGEN og ST.5 VORMSTAD
Årlige middelværdier



— ST.4

- - - ST.5

Figur 7. Årlige middelværdier, kemiske analyseresultater.