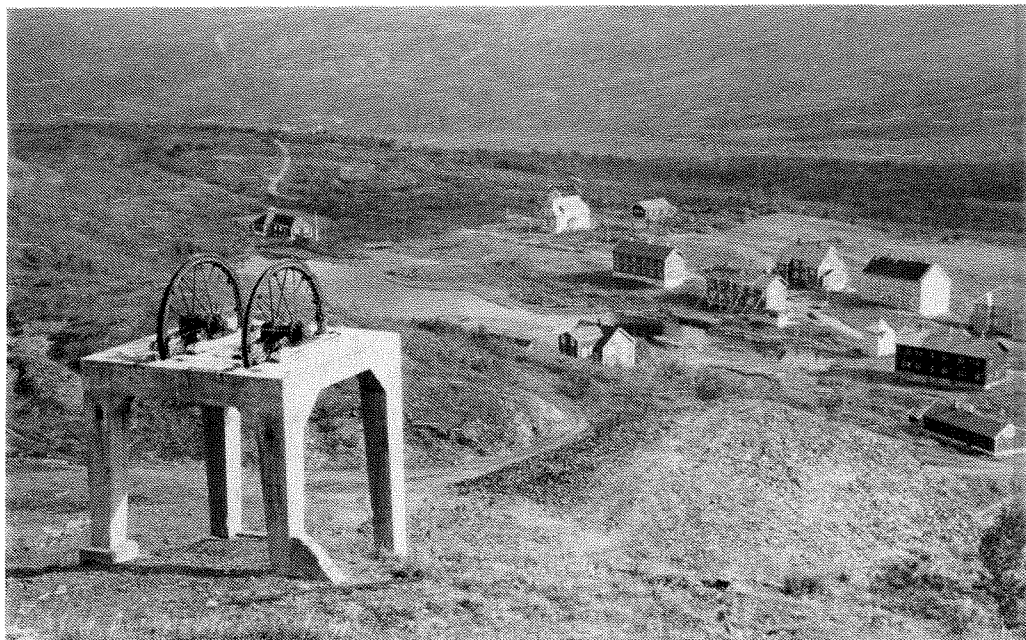


O-94010

Sulitjelma Bergverk AS

Kontrollundersøkelser 1993-94



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: 94010	Undernr.:
Løpenr.: 3224	Begr. distrib.:

Hovedkontor Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Sørlandsavdelingen Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Østlandsavdelingen Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Vestlandsavdelingen Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Akvaplan-NIVA A/S Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09
--	---	--	---	--

Rapportens tittel: SULITJELMA BERGVERK AS Kontrollundersøkelser 1993-94	Dato: 28.02.95	Trykket: NIVA 1995
Forfatter(e): Iversen, Eigil Rune	Faggruppe: Industri	Geografisk område: Nordland
	Antall sider: 16	Opplag: 50

Oppdragsgiver: Sulitjelma Bergverk AS	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

Ekstrakt: Det er foretatt en vurdering av vannkvalitet på vassdragsstrekningen fra Langvatn til Øvrevatn og en beregning av tungmetalltransport ved utløpet av Langvatn. Tiltakene som er iverksatt, har ved utløpet av 1994 ført til en betydelig reduksjon i tungmetalltransporten ut av Langvatn. Det vil ennå gå noen tid før forurensningstilstanden stabiliserer seg etter at tiltakene er avsluttet.
--

4 emneord, norske

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

4 emneord, engelske

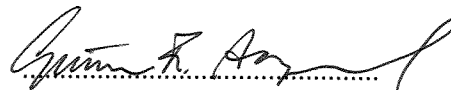
1. Pyrite Mining
2. Heavy Metals
3. Acid Mine Drainage
4. Sulitjelma Mines, Norway

Prosjektleder



Eigil Rune Iversen

For administrasjonen



Gunnar Fr. Aasgaard

ISBN-82-577-2706-7

Norsk institutt for vannforskning

O-94010

SULITJELMA BERGVERK AS

Kontrollundersøkelser 1993 - 94

Oslo 28. februar 1995
Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	4
1. INNLEDNING	5
2. RESULTATER	6
2.1. Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram	6
2.2. Vurdering av analyseresultater	7
2.2.1. Langvatn	7
2.2.2. Materialtransport ved utløpet av Langvatn	9
2.2.3. Øvrevatn	10
3. REFERANSER	11
Tabeller og figurer.....	12

Sammendrag

Rapporten gir en vurdering av vannkvalitet og materialtransport på vassdragsstrekningen fra Langvatn til Øvrevatn for årene 1993 og 1994.

Det er videre foretatt en vurdering av forurensningssituasjonen ved utløpet av Langvatn slik den har utviklet seg i perioden 1974-94.

Etter at gruvevirksomheten ble nedlagt i 1991 er det gjennomført flere tiltak for å begrense forurensningstilførslene fra gruveområdene i Sulitjelma. De største tiltakene er satt inn i Nordgruvefeltet. I årene 1993 og 1994 har en ved utløpet av Langvatn påvist en betydelig reduksjon i tungmetallnivåene. Det er vanskelig å si eksakt hvor stor reduksjonen har vært da de årlige variasjonene mens gruvedriften pågikk også har vært betydelige.

En antar at kobbertransporten ved utløpet av Langvatn er halvert ved utgangen av 1994, sett i forhold til de siste driftsår ved gruva. Den tilsvarende sinktransporten er noe mer enn halvert i samme tidsrom.

Det er beregnet at Nordgruvefeltet vil få overløp i 1998/99. Det er nødvendig å følge utviklingen i vannkvaliteten i overløpsvannet og ved utløpet av Langvatn en tid etter 1999 for å kontrollere effekten av tiltaket.

1. INNLEDNING

Norsk institutt for vannforskning, NIVA, har foretatt undersøkelser i Sulitjelmavassdraget siden 1974 (Arnesen *et al.* 1976, Iversen *et al.* 1977, Johannessen *et al.* 1980, Johannessen og Wriqth 1980, Johannessen og Aanes 1983, 1984, 1985, Johannessen *et al.* 1987, Aanes *et al.* 1987, Iversen og Aanes 1989, Iversen, 1990, 1991 og 1992).

Undersøkelsene har hovedsaklig hatt som målsetting å føre kontroll med utviklingen i den fysisk/kjemiske vannkvalitet som følge av de utlipp gruvevirksomheten medfører. I perioden 1981-87 har undersøkelsene i vassdraget vært omfattet av det statlige program for forurensningsovervåking. Det ble i denne perioden også utført biologiske undersøkelser i vassdraget.

Kontrollundersøkelsene som ble gjennomført i perioden 1988-89, omfattet også en kartlegging av de viktigste kilder for tungmetallforurensninger i nedbørfeltet. Det ble her konkludert med at det var Nordgruvefeltet som betydde mest for forurensningssituasjonen i vassdraget og at gruvevannstilsørlene til Giken elv var det største enkeltbidrag i området.

I 1991 foretok NIVA i samarbeid med Carl-H. Knudsen a.s en vurdering av tiltak for å begrense tungmetallforurensningen i området. På det tidspunkt rapporten ble skrevet ble det anbefalt å foreta en kjemisk rensing av gruvevann som eneste realistiske alternativ for å oppnå de krav myndighetene stiller til vannkvalitet ved utløpet av Langvatn. Senere valgte Sulitjelma Bergverk AS å gjennomføre en rekke andre tiltak for å oppnå begrensninger i tungmetalltilførlene til Langvatn. Tiltakene omfatter avstengninger av gruveåpningene på Hankabakken og Ny-Sulitjelma for å begrense vanninntrengningen i gruva og oppfylling av nivåene under 6a-stollen. Senere er også stollåpninger mellom 6a-stoll- og Grunnstollnivået gjenstøpt. Oppfyllingen av gruva pågår fortsatt og overløp på Grunnstollnivået ventes i 1998-99. I 1994 ble også tiltakene med å heve vannstanden i Jakobsbakken gruve avsluttet. Det arbeides med videre planer for en ytterligere heving av vannstanden i Nordgruvefeltet.

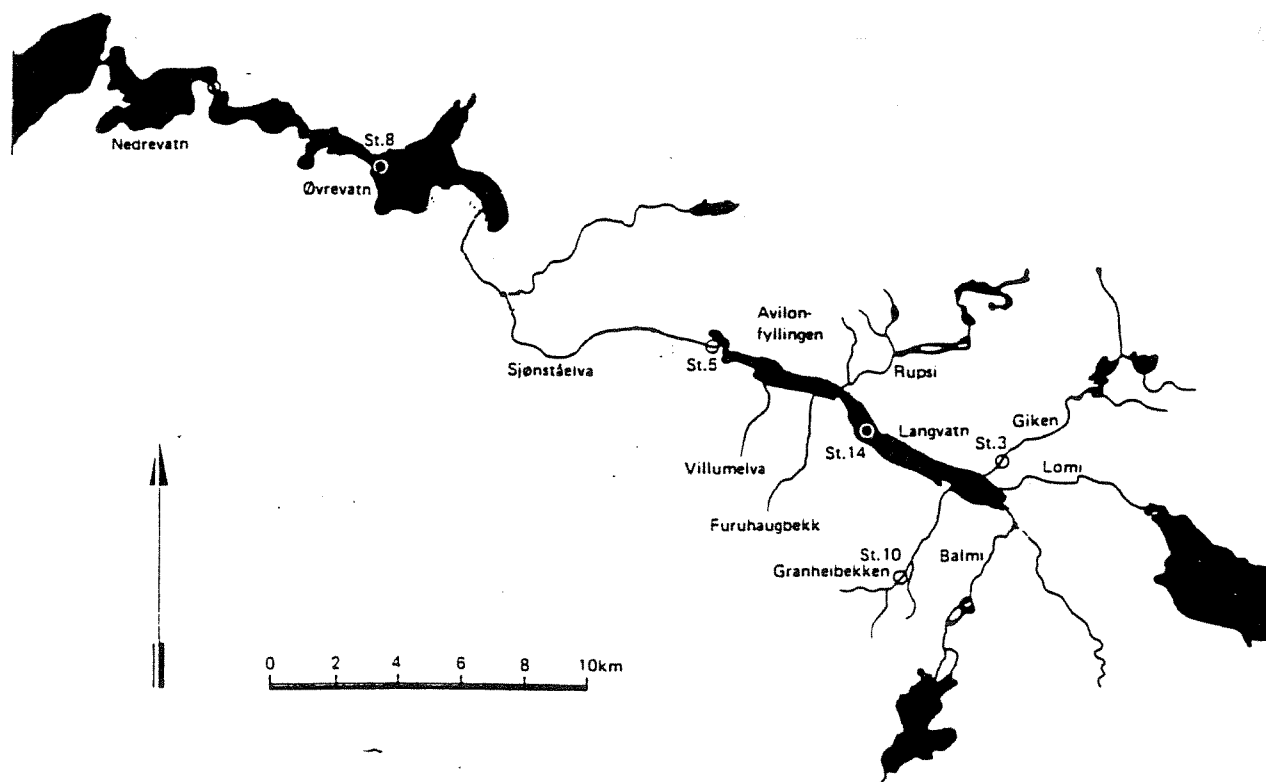
I denne rapporten er det gjort greie for de undersøkelser som er utført i Langvatn og i Øvrevatn i 1993 og 1994. Prøvetakingene i Langvatn og Øvrevatn ble utført 12-13.10.93.

2. RESULTATER

2.1. Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram

Prøvetakingsprogrammet for kontrollundersøkelsene ble en del forenklet i 1990, idet de rutinemessige undersøkelsene bare omfattet en stasjon, St. 5 utløp Langvatn ved Hellarmo. Under den årlige befarings er det tatt et prøvesnitt i Langvatn ved største dyp, St. 14 ved Glastunes og i Øvrevatn ved største dyp, St. 8 ved Djupfest. I 1994 har undersøkelsene bare omfattet en månedlig prøvetaking ved utløpet av Langvatn ved Hellarmo. Den rutinemessige prøvetaking har vært utført av Sulitjelma Bergverk. Analysene er utført ved NIVA. Analyseprogrammet i 1993 omfattet følgende parametre : pH, konduktivitet, sulfat, kalsium, magnesium, aluminium, jern, kobber, sink og kadmium. Analysene ble utført etter akkrediterte metoder ved NIVA. I 1994 (fra og med februar) ble metodikken for tungmetallanalysene endret idet det ble benyttet atomemisjonsspektrometri (ICP-MS) som metode. Analysene er utført ved Norsk institutt for luftforskning, NILU, og det er benyttet en "analysepakke" med 10 metaller som grunnlag for analyseprogrammet : kobber, sink, kadmium, bly, mangan, kobolt, nikkel, krom, vanadium og arsen. Deteksjonsgrensene er for de fleste metaller betydelig lavere med ICP-MS enn med atomabsorpsjon som ble benyttet tidligere.

Figur 1 viser en kartskisse over vassdraget med markering av prøvetakingsstasjonene.



Figur 1. Stasjoner for vannkjemisk prøvetaking i Sulitjelmavassdraget.

2.2. Vurdering av analyseresultater

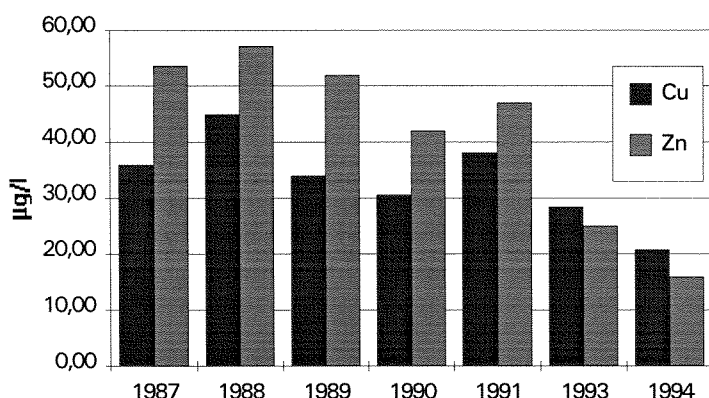
2.2.1. Langvatn

Resultatene for 1993 og 1994 for stasjon 5 utløp Langvatn er samlet i tabellene 3 og 4 i bilaget bak i rapporten, mens resultatene for stasjon 14 Langvatn ved Glastunes er samlet i tabell 5. I tabell 1 er beregnet middelverdier for de viktigste analyseparametre for perioden 1987-94.

Tabell 1. Middelverdier for st.5 Utløp Langvatn ved Hellarmo 1987-94.

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1987	6,87	4,27	7,6	4,51	0,67	60	205	35,9	53,6	0,18
1988	6,77	4,29	7,7	4,71	0,65		124	44,9	57,1	0,18
1989	6,85	4,63	6,9	4,48			249	34,0	51,9	0,13
1990	7,05	4,04	5,6	4,03	0,50		167	30,6	42,0	0,08
1991	6,97	4,18	6,5	4,36	0,64		131	38,1	47,0	0,13
1993	6,87	3,83	4,6	3,93	0,63	69	93	28,4	25,0	0,02
1994	7,27	4,11	4,3	3,67	0,57	41	66	20,8	15,9	0,05

Langvatn er som i tidligere år påvirket av gruvevirksomheten ved forhøyede tungmetallkonsentrasjoner. Gruvedriften ble nedlagt i juli 1991. Senere (1/12-92) ble pumping av gruvevann stanset og nivåene under 6a-stollen har vært under oppfylling med vann. Gruvevann fra 6a-stolen ble ledet ned i gruva fra 20/11-93 og fra 6/5-94 ble gruvevann fra Mons-Petter gruve ledet ned i gruva. Den 24/5-94 ble Olavs stoll avstengt (endelig stengt fra 28/11-94) og vannet ledet ned i gruva. Fra oktober 1994 har Jakobsbakken gruve vært under oppfylling og har derved ikke hatt overløp. Etter at tilførselene av forurenset gruvevann til Langvatn derved er sterkt redusert, ser en at tungmetallkonsentrasjonene ved utløpet av Langvatn også har avtatt. Prøvetakingen ved stasjon 5 har vært systematisk siden 1987 med en månedlig prøvetaking, bortsett fra i 1992 da det ikke var noen prøvetaking. Tungmetallkonsentrasjonene varierer noe fra år til år, trolig på grunn av naturgitte forhold og at tilrenningen fra nedbørfeltet er sterkt regulert ved kraftverksutbygging. I forhold til året 1988 da de høyeste middelverdier for kobber og sink ble registrert, er kobberkonsentrasjonen nå mindre enn halvparten i middel, mens sinkkonsentrasjonen er omkring tredjeparten. Figur 2 viser en grafisk avbildning av utviklingen i middelverdiene for kobber og sink i perioden 1987-94 ved utløpet av Langvatn. En legger spesielt merke til at sinkkonsentrasjonen de to siste år har vært lavere enn kobberkonsentrasjonen, noe som viser tydelig hvordan tiltakene har begynt å virke.

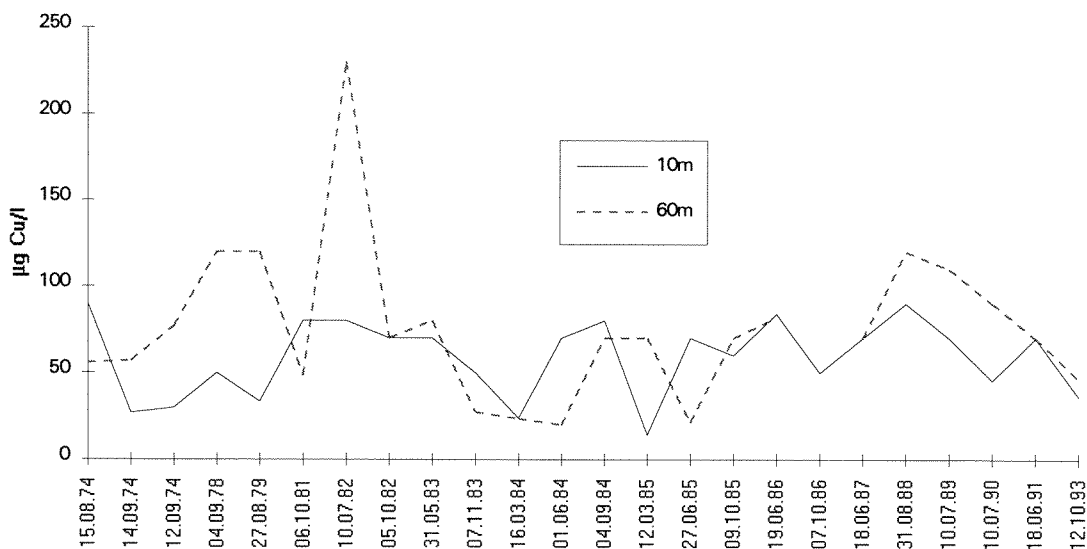


Figur 2. Middelverdier for kobber og sink ved utløpet av Langvatn 1987-94.

I figur 6 i er vist samtlige kobber- og sinkkonsentrasjoner som foreligger for stasjon 5. Resultatene viser tydelig hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene har avtatt de to siste år.

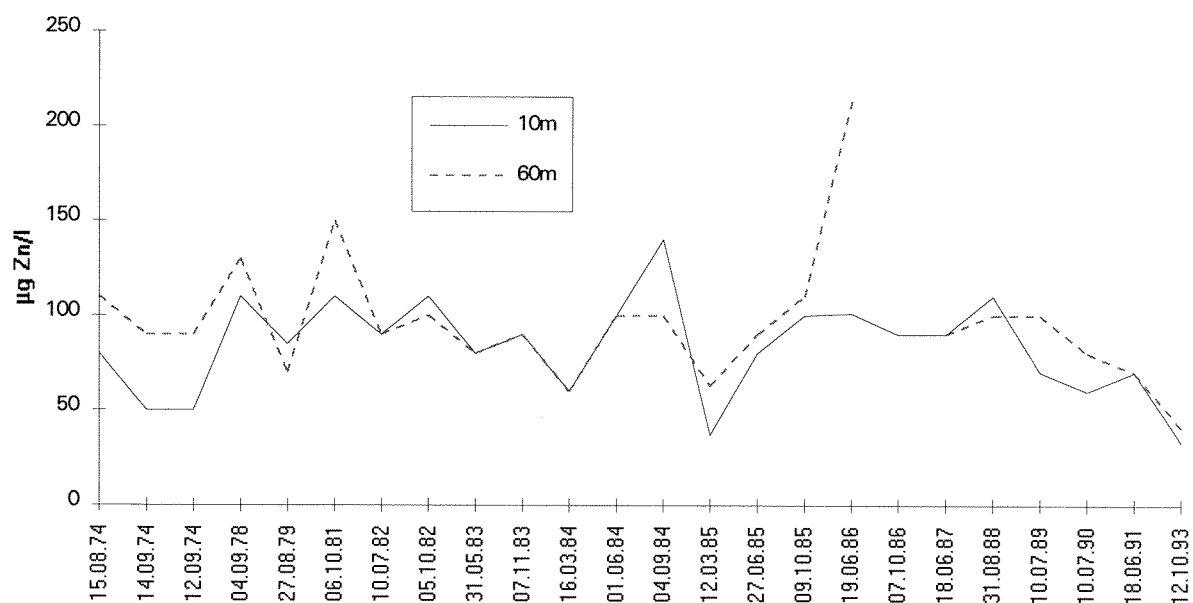
Høsten 1993 ble det tatt et prøvesnitt i Langvatn ved det dypeste område ved Glastunes (st. 14). Resultatene for kobber og sink (tabell 5) var merkbart lavere i 1993 enn ved prøvetakingene i 1990 og 1991. I 1993 var kobberkonsentrasjonen ca. 2/3 av konsentrasjonen i 1991, mens sinkkonsentrasjonen var under halvparten. Figur 3 og 4 viser datamaterialet for kobber og sink for prøver fra 10 og 60 meters dyp i Langvatn ved Glastunes for perioden 1974-94.

Langvatn ved Glastunes 1974-93. Cu-verdier ved 10m og 60m dyp



Figur 3. Kobberverdier i Langvatn ved Glastunes ved 10m og 60 m dyp 1974-93.

Langvatn ved Glastunes. Zn-verdier 1974-93. 10m og 60m dyp



Figur 4. Sinkverdier i Langvatn ved Glastunes ved 10m og 60m dyp. 1974-93.

Til tross for store tilførsler av surt, tungmetallholdig gruvevann har pH-verdiene i Langvatn ikke vært merkbart påvirket. Dette betyr at vannmassene i Langvatn har hatt tilstrekkelig bufferkapasitet til å nøytralisere de sure tilførslene. pH-verdien i Langvatn har i alle år ligget omkring 7. Dette betyr at det meste av jerntilførslene felles ut i innsjøen. Sammen med jernet felles også ut en del kobber og sink. Samtidig foregår også en utveksling av metaller fra avgang og sedimenter i Langvatn med omgivelsene. Disse forhold gjør det vanskelig å vurdere hvilket tungmetallnivå som vil etablere seg etter at alle tiltak er gjennomført.

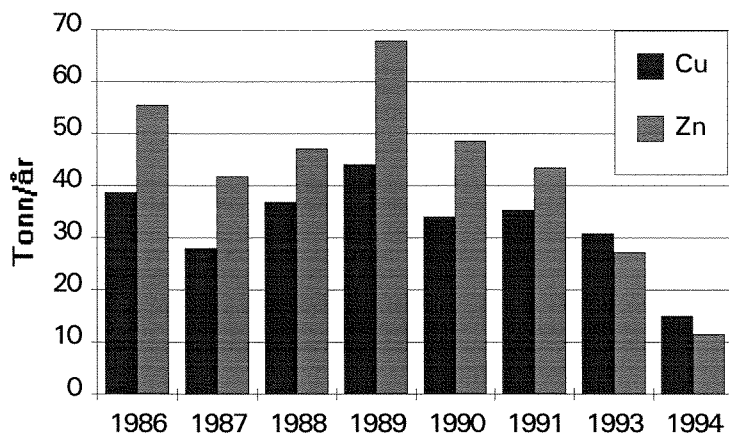
2.2.2. Materialtransport ved utløpet av Langvatn

Vannmassene fra Langvatn tas inn i Skjønstå Kraftverk ved en fangdam nedstrøms Hellarmo. Stort sett er det intet overløp på dammen. Ved hjelp av produksjonen i kraftverket kan vannføringen ut av Langvatn beregnes. Derved kan også materialtransporten av forurensningskomponenter ut av Langvatn beregnes. I tabell 2 er det beregnet materialtransporten for kobber og sink for perioden 1986-94.

Tabell 2. Materialtransport av kobber og sink ved st.5 Utløp Langvatn ved Hellarmo 1986-94.

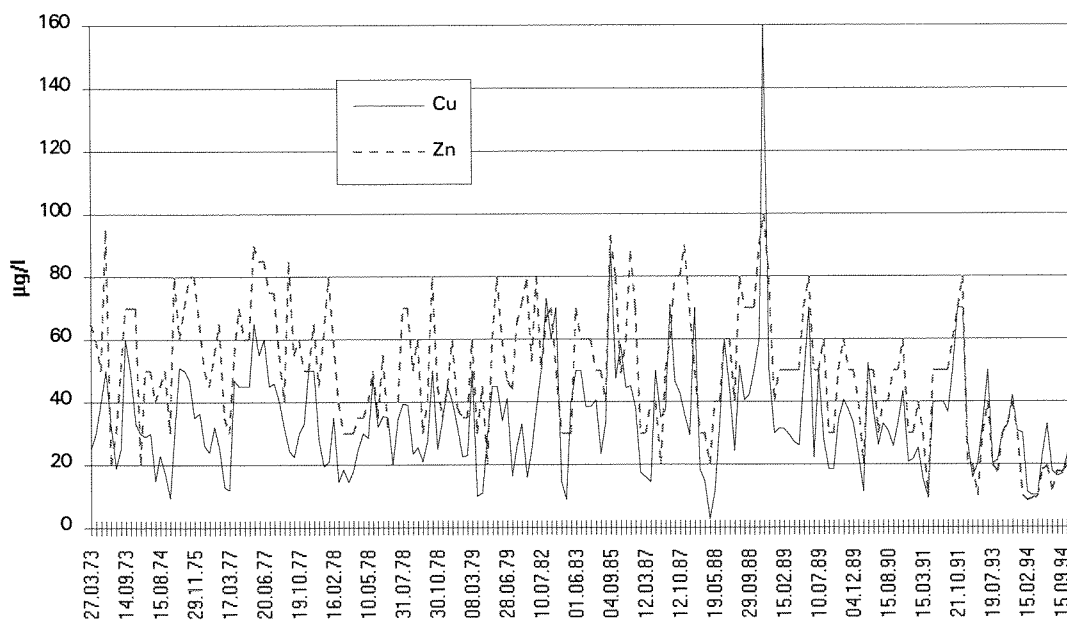
År	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Total vannføring mill. m ³ /år
1986	38,7	55,5	854
1987	28,0	41,8	780
1988	36,9	47,1	827
1989	44,1	67,9	1304
1990	34,0	48,6	1116
1991	35,3	43,5	926
1993	30,8	27,2	1086
1994	15,0	11,5	721

Beregningen er utført v.h.a. årlige middelerverdier for kobber og sink og opplysninger gitt av A/S Salten Kraftsamband om årlig produksjon ved Skjønstå Kraftverk. Vanligvis ligger produksjonen ved kraftverket på ca. 290.000 GWh. Dersom man benytter en faktor på 3,3 kWh/m³, blir vannføringen gjennom året 926 mill. m³/år eller ca. 29 m³/s i gjennomsnitt. I beregningene i tabell 2 er det tatt hensyn til overløp på inntaksdammen ved flom som også blir registrert. I figur 5 er det gitt en grafisk fremstilling av materialtransporten av kobber og sink.



Figur 5. Materialtransport av kobber og sink ved utløpet av Langvatn ved Hellarmo.

Resultatene viser en betydelig reduksjon i materialtransporten i 1994 etter at viktige enkeltkilder i Nordgruvefeltet som Mons Petter gruve og Olavs stoll ble ført ned i gruva. Dette viser tydelig betydningen av å redusere tilførselene fra Nordgruvefeltet. Det er beregnet at det vil bli overløp på Grunnstoll-nivå i 1998/99. Etter at vannfyllingstiltakene er avsluttet, vil det være nødvendig å følge utviklingen i vannkvaliteten i overløpsvannet en tid etterpå for å kontrollere at vannkvaliteten er stabil og at den fremtidige tilførsel fra Nordgruvefeltet er akseptabel for det mål for vannkvalitet som er satt for Langvatn.



Figur 6. Kobber- og sinkkonsentrasjoner i Langvatn ved utløp Hellarmo 1973-94.

2.2.3. Øvrevatn

Det ble kun tatt prøver i Øvrevatn i 1993. Ved prøvetakingsstasjonen ved Djupfest er største dyp ca. 400 m. I 1993 ble det kun tatt prøvesnitt ned til 100 meters dyp. Analyseresultatene er samlet i tabell 6.

Øvrevatn er lagdelt og tidevannspåvirket. I de øverste 20 meter har en ferskvann/brakkvann. Konduktiviteten øker gradvis ned til ca. 20 meters dyp der en har et tydelig skille mellom brakkvann og en mer saltholdig vannkvalitet. Tidligere prøvetakinger har vist at en mellom 20 og 25 meter har et oksygenrikt saltvannslag. Mellom 25 og 30 meters dyp avtar oksygeninnholdet sterkt. Fra 50 meters dyp og ned til bunnen har en anoksisk saltvann med økende mengder hydrogensulfid.

I Øvrevatn er tungmetallinnholdet lavere enn i Langvatn som følge av fortynningen. De høyeste konsentrasjonene finner en i ferskvannslaget. I forhold til observasjonene i 1991 som var siste driftsår for gruva, var kobberkonsentrasjonene noe lavere i 1993 og sinkkonsentrasjonene tydelig lavere. Figurene 7 og 8 viser hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene har variert i perioden 1977-94 ved 1, 10 og 20 meters dyp. Utviklingen i Øvrevatn viser samme tendens som i Langvatn. Tungmetallkonsentrasjonene har avtatt etter at gravedriften ble nedlagt og forurensningsbegrensende tiltak er iverksatt.

3. REFERANSER

- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R., 1976. A/S Sulitjelma Gruber. Undersøkelse av Langvatn som deponeringssted for avgang. NIVA- rapport O-3/74.
- Iversen, E.R., Grande, M. og Arnesen, R.T., 1977. A/S Sulitjelma Gruber. Kontrollundersøkelser i Langvassdraget 1976. NIVA-rapport O-2/76.
- Iversen, E.R., Aanes, K.J. 1989. Overvåking av Sulitjelma- vassdraget 1986-87. NIVA-rapport O-8000228.l.nr. 2221. (Overvåkingsrapport 345/89).
- Iversen, E.R., 1991. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1988-89. NIVA-rapport O-88012. L.nr. 2411. 49 s.
- Iversen, E.R., 1992. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1990-91. NIVA-rapport O-88012. L.nr. 2824. 15 s.
- Iversen, E.R., Knudsen, C.-H., Høydahl, Ø., 1991. Sulitjelma Bergverk AS. Tiltak for å begrense tungmetallforurensning. NIVA-rapport O-91092. L.nr. 2629. 38 s.
- Johannessen, M., Iversen, E.R. og Grande, M., 1980.. Kontrollundersøkelser i Sulitjelmavassdraget 1976-1979.
- Johannessen, M. og Aanes, K.J., 1983. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1981-1982. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapp. 90/83).
- Johannessen, M. og Aanes, K.J., 1984. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1983. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapp. 138/84).
- Johannessen, M. og Aanes, K.J., 1985. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1984. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapport 209/85).
- Johannessen, M., Aanes, K.J., Iversen, E.R., Mjelde, M. 1987: Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1985. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapport 269/87).
- Aanes, K.J., Iversen, E.R., Johannessen, M., Mjelde, M., 1987. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1985. NIVA-rapport O-8000228.

Tabeller og figurer

Tabell 3. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.5 Langvatn utløp Hellarmo 1993.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
18.01.93	6.70	3.82	11.3	4.40	0.93	300	78	27.0	20	<0.10
15.02.93	6.74	3.75	4.1	3.91	0.57		54	15.9	20	<0.10
15.03.93	7.09	3.62	2.8	3.77	0.67	75	270	17.0	10	<0.10
15.04.93	6.82	3.62	4.0	3.94	0.50	28	53	20.3	10	<0.10
14.05.93	6.92	4.88	5.6	5.25	0.83	47	81	33.0	30	<0.10
15.06.93	6.74	5.22	5.6	4.79	0.81		119	50.0	40	<0.10
15.07.93	6.99	3.41	3.2	3.05	0.48	40	87	20.3	20	<0.10
13.08.93	6.77	3.22	3.1	3.05	0.46	32	72	21.3	17	0.04
16.09.93	7.02	3.47	4.5	3.78	0.60	33	67	30.6	30	0.04
13.10.93	6.88	3.85	2.5	3.73	0.60	42	63	32.8	33	0.06
15.11.93	7.07	4.06	5.0	4.18	0.67	49	94	41.9	40	0.10
15.12.93	6.74	3.03	3.6	3.25	0.49	40	83	30.6	30	<0.10
Gj.snitt	6.87	3.83	4.6	3.93	0.63	69	93	28.4	25	0.02
Maks.verdi	7.09	5.22	11.3	5.25	0.93	300	270	50.0	40	0.10
Min.verdi	6.70	3.03	2.5	3.05	0.46	28	53	15.9	10	<0.10

Tabell 4. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.5 Langvatn utløp Hellarmo 1994.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al ug/l	Fe ug/l	Cu ug/l	Zn ug/l	Cd ug/l	Pb ug/l	Mn ug/l	Co ug/l	Ni ug/l	Cr ug/l	V ug/l	As ug/l
14.01.94	7.07	3.66	3.7	3.54	0.60	75	68	30.0	10.0	<0.10		10.0					
15.02.94	6.85	3.43	3.5	3.63	0.55	40	71	11.2	8.5	0.05	0.05	4.1	0.2	0.6	<0.5	<0.2	<0.2
15.03.94	6.97	3.44	3.0	3.49	0.55	25	10	10.2	9.3	<0.01	<0.02	2.8	0.2	<0.5	<0.5	<0.2	<0.2
15.04.94	6.96	3.52	3.4	1.23	0.21	29	38	10.3	9.6	<0.01	0.04	3.5	0.2	0.7	0.8	0.3	<0.2
20.05.94	7.27	4.11	4.2	4.27	0.65	42	77	23.2	18.4	<0.01	0.10	6.2	0.5	0.7	1.1	0.4	<0.2
15.06.94	7.04	4.10	4.4	3.97	0.66	50	60	32.9	19.4	0.06	0.09	9.5	0.5	0.6	<0.2	<0.2	0.2
15.07.94	7.02	3.24	3.3	3.22	0.46	31	55	17.9	11.7	<0.01	0.06	6.3	0.4	<0.5	<0.2	<0.2	0.3
15.08.94	7.09	3.36	4.3	3.30	0.47	25	20	16.2	18.0	0.13	0.28	6.1	0.3	1.2	<0.2	<0.2	0.2
15.09.94	6.98	3.54	5.9	4.23	0.65	25	70	17.0	17.4	0.08	0.39	4.8	0.4	0.7	1.4	0.5	<0.2
15.10.94	7.03	3.76	5.1	4.31	0.64	34	42	22.8	19.9	0.07	0.06	6.0	0.6	0.7	1.1	0.4	<0.2
15.11.94	7.14	3.78	6.0	4.52	0.74	25	120	32.5	26.8	0.07	0.12	7.7	0.7	0.7	<0.5	0.3	<0.2
15.12.94	7.00	4.07	5.2	4.32	0.70	96	161	24.8	21.5	0.07	0.13	7.7	0.7	0.8	<0.5	0.8	<0.2
Gj.snitt	7.04	3.67	4.3	3.67	0.57	41	66	20.8	15.9	0.05	0.12	6.2	0.4	0.6	0.5	0.2	0.1
Maks.verdi	7.27	4.11	6.0	4.52	0.74	96	161	32.9	26.8	0.13	0.39	10.0	0.7	1.2	1.4	0.8	0.3
Min.verdi	6.85	3.24	3.0	1.23	0.21	25	10	10.2	8.5	<0.01	<0.02	2.8	0.2	<0.5	<0.2	<0.2	<0.2

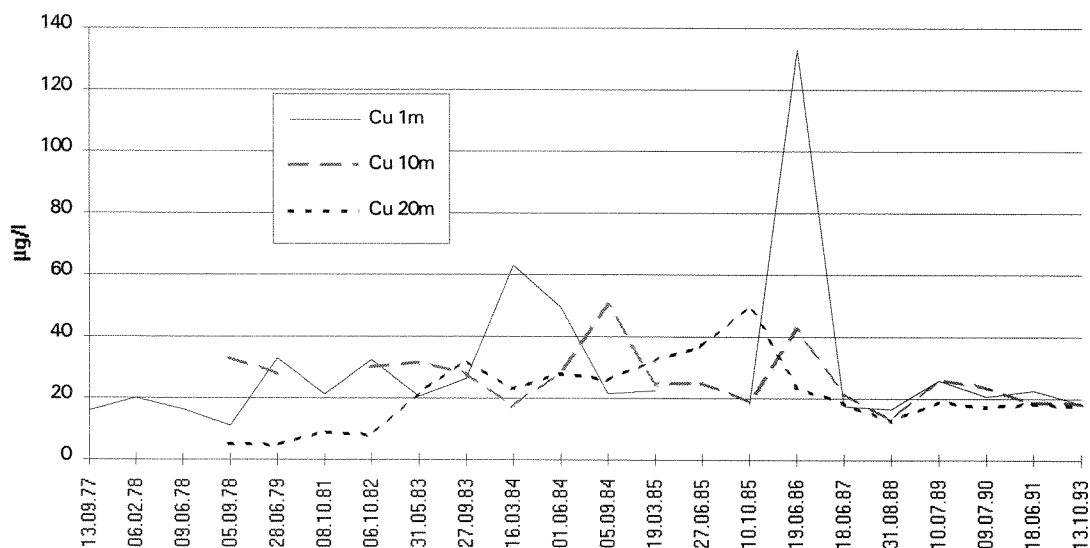
Tabell 5. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.14 Langvatn ved Glastunes 1993.

Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu ug/l	Zn µg/l	Cd µg/l
12.10.93	1	6.1	6.98	3.64	0.70	4.8	3.71	0.60	78	33.2	30.0	<0.01
12.10.93	10	6.2	7.00	3.70	0.71	4.7	3.72	0.61	71	36.3	33.3	0.20
12.10.93	20	6.2	7.00	4.55	0.69	4.8	3.73	0.61	74	34.8	34.7	0.05
12.10.93	40	5.6	6.96	3.76	0.67	4.9	3.79	0.61	73	35.2	32.7	0.20
12.10.93	60	5.5	6.85	4.72	0.47	5.7	4.24	0.69	62	46.2	41.0	0.29
12.10.93	76	5.5	7.02	4.51	0.41	5.3	4.29	0.69	67	48.9	39.8	0.06

Tabell 6. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.8 Øvrevatn ved Djupfest 1993.

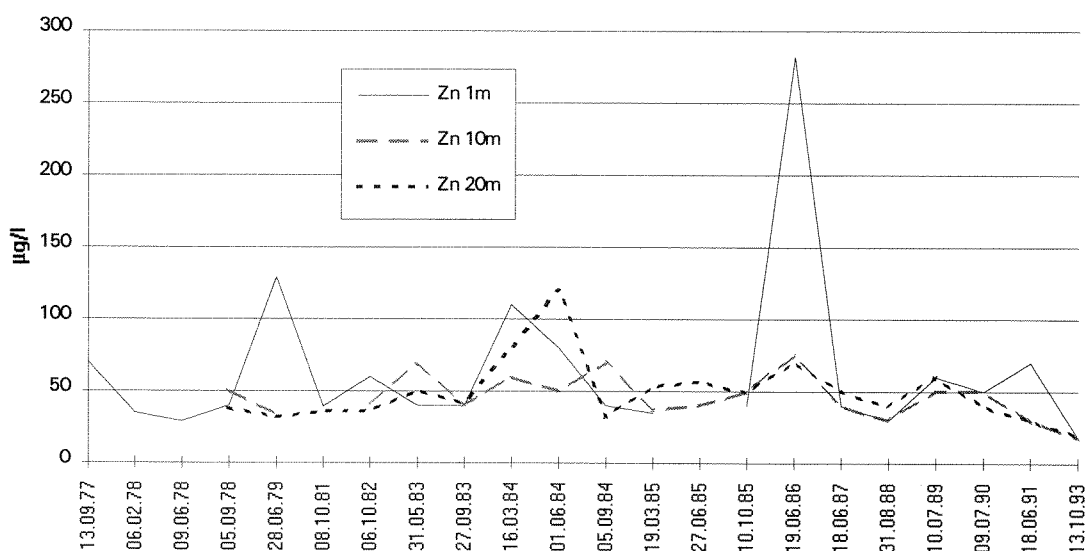
Dato	Dyp m	Temp gr.C	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
13.10.93	1	6.8	7.17	66.8	34	8.35	15.1	40	18.4	18.2	<0.01
13.10.93	5	6.8	7.17	80.4	34	8.29	15.1	40	18.0	18.9	<0.01
13.10.93	10	6.8	7.18	82.5	34	8.37	15.2	39	18.5	17.5	<0.01
13.10.93	12.5	6.8	7.18	81.6	34	8.36	15.2	39	17.1	17.9	<0.01
13.10.93	15	6.8	7.15	255	35	8.36	15.2	40	19.7	19.0	0.04
13.10.93	17	8.2	7.15	520	106	19.3	48.0	34	15.8	14.1	<0.01
13.10.93	20	5.7	7.18	457	210	37.0	100	24	17.5	19.4	0.09
13.10.93	25	3.9	6.97	1510	680	110	330	16	8.2	40.0	-
13.10.93	50	3.1	7.06	2665	1200	200	595	2770	8.0	<10	-
13.10.93	100	4.1	7.30	2854	1200	220	640	3780	8.0	<10	-

Kobberkonsentrasjoner i Øvrevatn ved Djupfest 1974-93



Figur 7. Kobberkonsentrasjoner i Øvrevatn 1977-93 ved 1, 10 og 20 meters dyp.

Sinkkonsentrasjoner i Øvrevatn ved Djupfest 1977-93



Figur 8. Sinkkonsentrasjoner i Øvrevatn 1977-93 ved 1, 10 og 20 meters dyp.



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2706-7