

RAPPORT LNR 3875-98

Sulitjelma Bergverk AS

Kontrollundersøkelser 1997



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel SULITJELMA BERGVERK AS Kontrollundersøkelser 1997	Løpenr. (for bestilling) 3875-98	Dato 1998-05-28
	Prosjektnr. Udemnr. O-94010	Sider 27
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Industri	Distribusjon
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA 1998

Oppdragsgiver(e) Sulitjelma Bergverk AS	Oppdragsreferanse
--	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Etter at gruvedriften ble nedlagt i 1991 og forurensningsbegrensende tiltak er iverksatt, er kobbertransporten ut fra Langvatn halvert. Dette skyldes i hovedsak vannfyllingen av gruvene i Nordgruvefeltet. Tiltaket fører hovedsaklig bare til en reduksjon i kobbertransporten. Kobberkonsentrasjonene ved utløpet av Langvatn varierte i 1997 mellom 6 og 25 µg Cu/l med 14 µg Cu/l som middel. Dersom en tar sikte på ytterligere reduksjoner i kobbertilførselene til Langvatn, bør tiltakene konsentreres om Mons Petter gruve da denne er den største forurensningskilden i området for tiden.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Forurensningstransport 3. Drensvann 4. Sulitjelma 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite Mining 2. Transport of pollutants 3. Acid Rock Drainage 4. Sulitjelma mine field
--	--



Prosjektleder

ISBN 82-577-3459-4



Forskningsjef

O-94010

SULITJELMA BERGVERK AS

Kontrollundersøkelser 1997

Forord

Gruvedriften i Sulitjelmafeltet pågikk i mer enn 100 år fram til nedleggelsen i 1991. Vassdraget nedenfor har lenge vært et av de mest belastede i Norge når det tungmetalltilførsler. Norsk institutt for vannforskning ble i 1974 først engasjert av det daværende selskap A/S Sulitjelma Gruber for å kartlegge forurensningstilstand og forurensningskilder. I siste driftsperiode under Sulitjelma Bergverk AS har vårt arbeid vært konsentrert om å følge opp forurensningstilstanden i forbindelse med de tiltak som har vært gjennomført i feltet.

Da Sulitjelma Bergverk AS ble avviklet som selskap i 1998, vil vi med denne rapporten gi et sammendrag av forurensningssituasjonen i feltet ved gruveselskapets nedleggelse ved hjelp av det prøvetakingsmateriale som foreligger ved utgangen av 1997.

Oslo, 28. Mai 1998

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Vurdering av vannkvalitet	10
2.1 Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram	10
2.2 Analyseresultater	10
2.2.1 Stasjon 5, Utløp Langvatn ved Hellarmo	10
2.2.2 Gruvevann	12
3. Materialtransport	14
3.1 Utløp Langvatn ved Hellarmo	14
3.2 Gruvevannstilførsler til Langvatn	15
3.3 Samlet vurdering av materialtransport	17
4. Referanser	18
Vedlegg A. Analyseresultater	20
Vedlegg B. Oversikt over de forskjellige gruvers driftstid og produksjon	26

Sammendrag

I forbindelse med avvikling av Sulitjelma Bergverk AS er det laget en sluttrapport med sammenstilling av analysematerialet fra de undersøkelser som er gjort i 1997.

Etter at gruvevirksomheten ble nedlagt i 1991 er det gjennomført forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdene på begge sider av Langvatn. Tiltakene har bestått i å fylle gruvene med vann i størst mulig grad.

Tilførslene fra Sydgruvefeltet med Jakobsbakken gruve har alltid vært av mindre betydning enn Nordgruvefeltet. Tilførslene herfra er idag ubetydelige i forhold til andre kilder.

I Nordgruvefeltet er vannstanden hevet til grunnstoll-nivå. Tiltaket har ført til en vesentlig reduksjon i kobbertilførslene til Langvatn. Det er sannsynligvis foreløpig oppnådd mer enn 50 % reduksjon i kobbertilførslene. Kobberkonsentrasjonene i Langvatn er redusert tilsvarende. I 1997 varierte kobberkonsentrasjonene i området fra 6 til 25 $\mu\text{g Cu/l}$ med 14 $\mu\text{g Cu/l}$ som årsmiddel.

Dersom man tar sikte på å redusere tilførslene ytterligere slik at man får en stabil vannkvalitet for å opprettholde en fiskebestand, bør kobbertilførslene til Langvatn reduseres med ytterligere 5-10 tonn/år. Det vil i denne sammenheng være mest naturlig å vurdere vannfylling av Mons Petter gruve da dette for tiden er største enkeltkilde for kobbertilførsler til Langvatn.

Det er nødvendig å utføre bedre feltobservasjoner med vannmengdemålinger for å lage en pålitelig massebalanse for gruveområdet.

Summary

Title: Water quality and transport of pollutants from the Sulitjelma mine field 1997.

Year: 1998

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3459-4

The Sulitjelma mines were shut down in 1991 after more than 100 years of operation. The main products in the last years were copper and zinc concentrates and occasionally pyrite. Until 1987 copper was produced in smelter located at the mine site. The tailings from the selective flotation process were disposed under water in Lake Langvatn close to the ore dressing plant (see front picture). The mines are located on each side of Lake Langvatn in the Southern and Northern mine field.

Investigations carried out by NIVA in 1989 showed that the Northern mine field was responsible for more than 90 % of the transport of heavy metals to Lake Langvatn which was heavily metal polluted. The mines in the Northern field are underground mines located from 400 m below up to 600 m above the water table of Lake Langvatn. The main source of metal pollution of the lake is connected to the discharge of strongly acidic mine water.

After closing, the mines were flooded up to the main adit about 60 m above Lake Langvatn. Mine water from the upper part of the Northern field was diverted in to the mine system, and the collected mine water from the field is diverted from the overfall of Kjell Lund shaft at the main adit level. The collected mine water from the main adit is discharged in to Lake Langvatn.

NIVA has been monitoring the water quality of Lake Langvatn since 1973. After 1996 a control programme for the amount and quality of mine water in the field has been carried out. The results from 1997 showed a 50 % reduction of the copper load of Lake Langvatn after flooding the mines. The zinc load has not been reduced significantly. The copper concentration at the outlet of Kjell Lund shaft is below 1 mg/l with a pH of 6 at present.

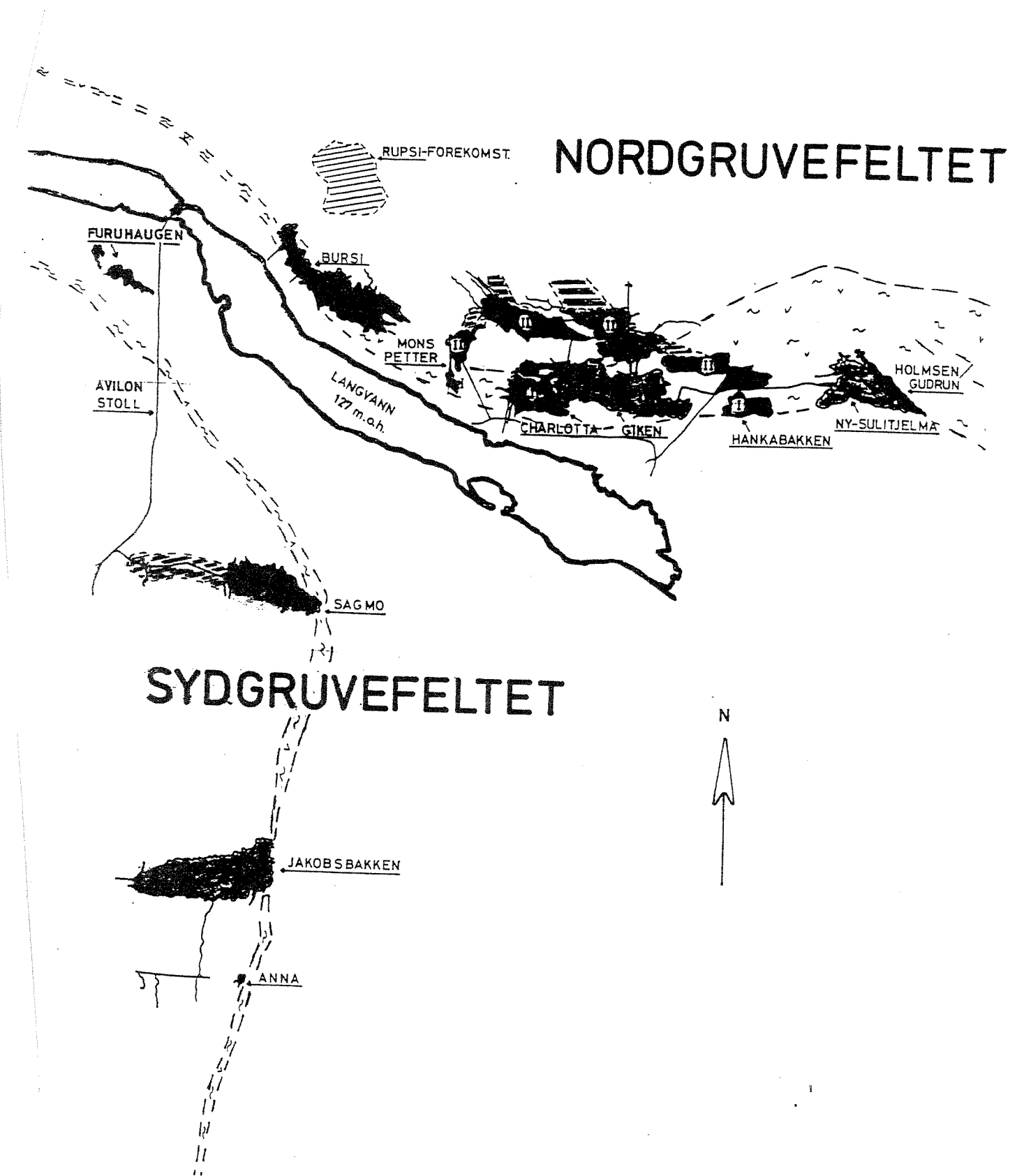
1. Innledning

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 Wrigth 1980, Johannessen og Aanes 1983, 1984, 1985, Johannessen *et al.* 1987, Iversen og Aanes 1989, Iversen, 1990, 1991, 1992, 1995, 1996 og 1997).

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

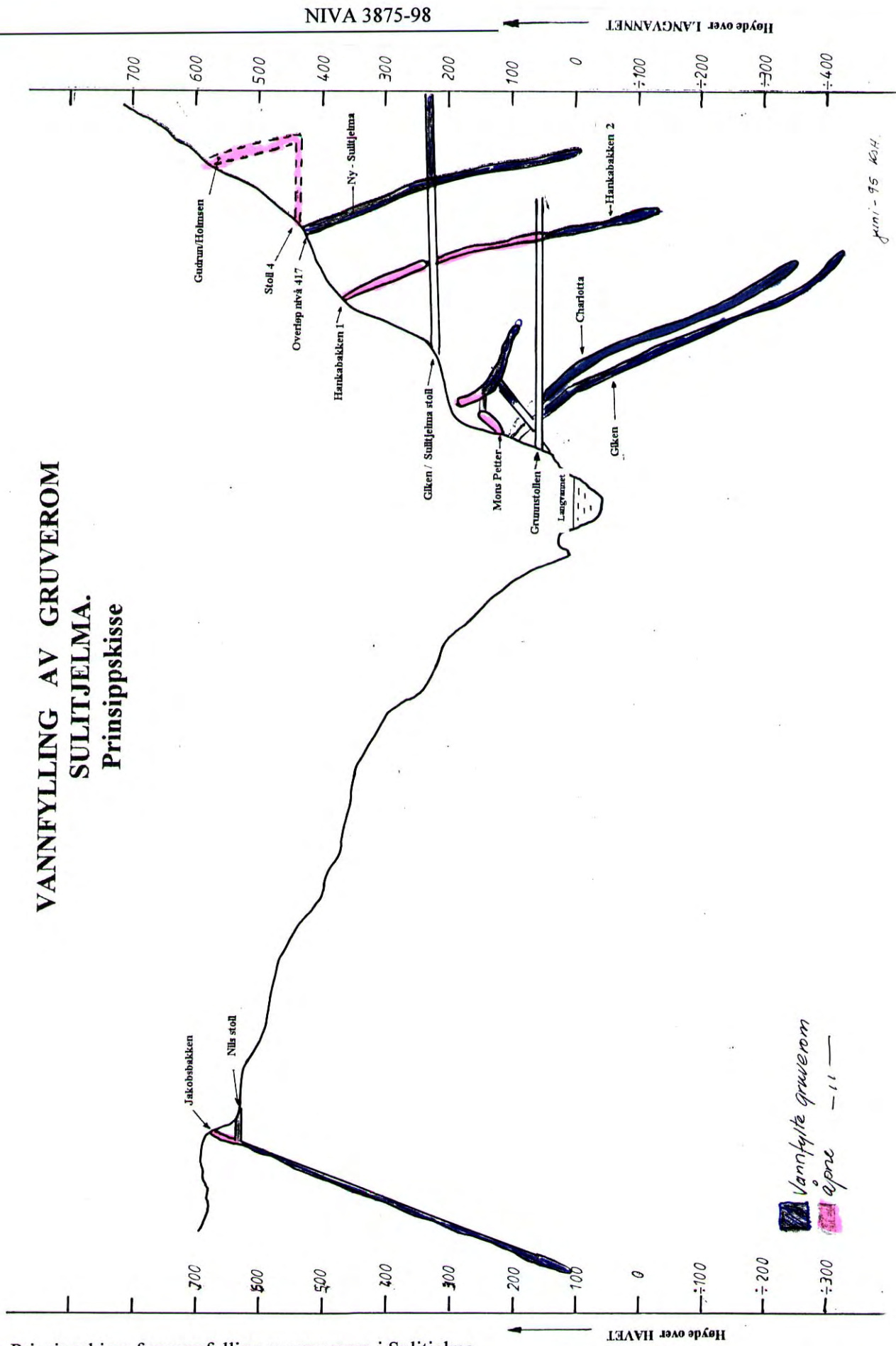
Kontrollundersøkelsene som ble gjennomført i perioden 1988-89, omfattet også en kartlegging av de viktigste kilder for tungmetallforurensninger i nedbørfeltet. Det ble her konkludert med at det var Nordgruvefeltet som betydde mest for forurensningssituasjonen i vassdraget, og at gruvevannstilførslene til Giken elv var de største enkeltbidrag i området. I vedlegg B er gitt en oversikt over de forskjellige gruvenes driftstid og produksjon.

Etter at gruedriften ble nedlagt i 1991, har Sulitjelma Bergverk gjennomført en rekke forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdene på begge sider av Langvatn. Tiltakene har i korthet gått ut på å begrense vanninntrengningen i Nordgruvefeltet ved å foreta avstengninger av gruveåpningene på Hankabakken og Ny-Sulitjelma samt å foreta avstengninger for å oppnå en vannfylling av nivåene opp til Grunnstollnivå samt vannfylling av Jakobsbakken, Ny-Sulitjelma og Mons Petter gruver. I 1995 ble det foretatt tetningsarbeider i forbindelse med vannfyllingen av Mons Petter gruve. Samme år ble det også utført etterarbeider ved Jakobsbakken gruve i Sydgruvefeltet. I 1996 ble Ny-Sulitjelma gruve tappet ned i september måned for fornyede tetningsarbeider. Undersøkelsene i 1997 har fulgt samme opplegg som tidligere. I tillegg er vannkvaliteten i overløpsvannet fra Jakobsbakken, Kjell Lund sjakt og Mons Petter gruve fulgt opp.



Figur 1. Kartskisse over gruveområdene i Sulitjelma med øvre del av Langvatn.

VANNFYLING AV GRUVEROM SULITJELMA. Prinsippskisse



Figur 2. Prinsippskisse for vannfylling av gruverom i Sulitjelma.

2. Vurdering av vannkvalitet

2.1 Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram

Kontrollprogrammet for vassdraget ble forenklet i 1994 til bare å omfatte en stasjon, St.5 Langvatn ved utløp Hellarmo. Den rutinemessige prøvetaking har vært foretatt av Sulitjelma Bergverk. Dette programmet ble også gjennomført i 1997. Figur 1 viser en kartskisse over gruveområdene i Sulitjelma, mens figur 2 viser en prinsippskisse for vannfyllingen av gruverommene.

Etter at det ble overløp på Grunnstoll-nivå høsten 1996 (overløp Kjell Lund sjakt) er vannkvaliteten i overløpsvannet fulgt opp ved månedlige prøvetakinger. I tillegg er også samlet avløpsvann i Grunnstollen prøvetatt.

Prøvene er tatt på kontrollerte prøvetakingsflasker som ble holdt av NIVA. Prøvetakingsfrekvensen har vært månedlig. Som i foregående år ble det tatt stikkprøver av overløpsvannet fra Jakobsbakken gruve. På grunn av snømengdene som dekket prøvetakingsstedet store deler av året, ble det også tatt prøver av bekken nedenfor tippet. Likeledes ble det tatt prøver av overløpet fra Mons Petter gruve og av bekken nedenfor overløpet.

Analyseprogrammet for stasjon 5 i 1997 har omfattet følgende parametre : pH, konduktivitet, turbiditet, sulfat, kalsium, magnesium, jern, mangan, kobber, sink, kadmium, bly, nikkel, kobolt, krom, vanadium og arsen. Elementene Mn, Cu, Zn, Cd, Pb, Ni, Co, Cr, V og As er analysert v.h.a. atomemisjonsspektrometri (ICP-MS) ved Norsk institutt for luftforskning, NILU. De øvrige analyser er utført ved NIVA hvor elementene Ca, Mg, Al og Fe er analysert ved vanlig ICP-teknikk. Sulfatinnholdet er analysert v.h.a. autoanalysator. Ved analyse av gruvevann er det benyttet vanlig ICP-teknikk for bestemmelse av svovel- og metallinnhold. Sulfatinnholdet er beregnet ut fra svovelinnholdet. Erfaringer har vist at svovelinnholdet i slikt vann i det vesentligste foreligger som sulfat.

2.2 Analyseresultater

2.2.1 Stasjon 5, Utløp Langvatn ved Hellarmo

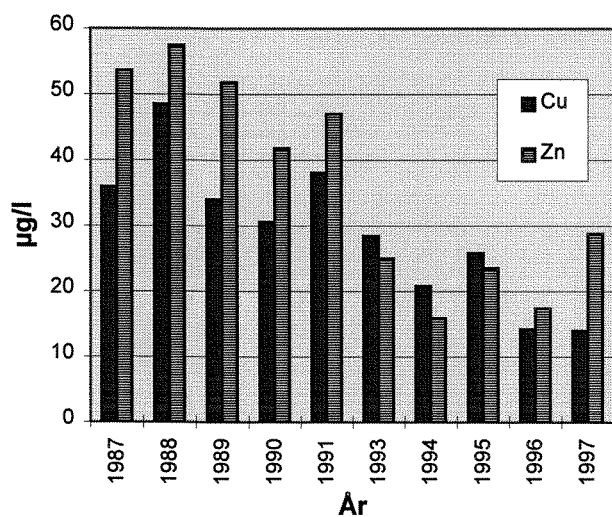
Resultatene for 1997 for stasjon 5 er samlet i tabell 6 i vedlegget. I tabell 1 er beregnet middelveidier for de viktigste analyseparametre for perioden 1987-97. Middelveidene for kobber og sink er avbildet i figur 3.

Tabell 1. Middelveidier for St.5 Langvatn ved utløp Hellarmo 1987-97.

År	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	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
1995	7,12	3,75	4,6	4,17	0,60	67	122	25,8	23,5	0,07
1996	6,99	3,43	4,2	3,91	0,56	35	87	14,2	17,4	0,04
1997	6,97	3,74	4,6	4,10	0,64		108	14,0	28,8	0,06

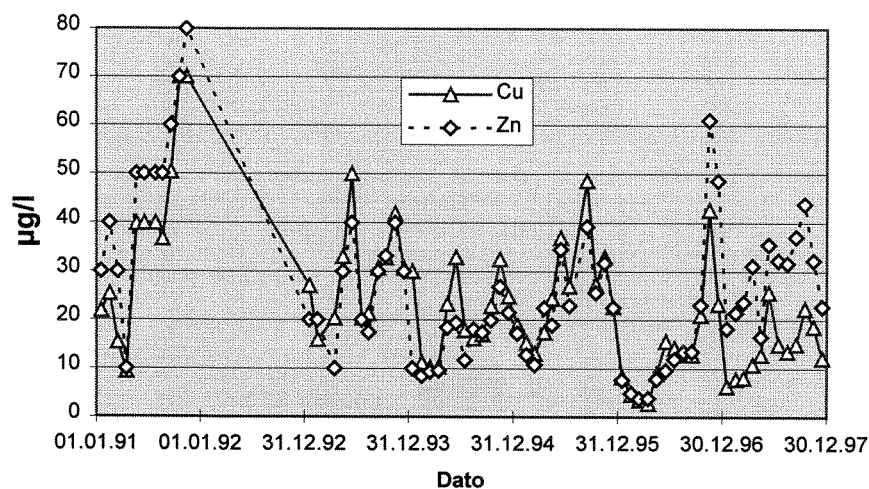
Resultatene viser som i tidligere år at Langvatn er påvirket av gruvevirksomheten ved at tungmetallkonsentrasjonene fortsatt er vesentlig høyere en antatt naturlig bakgrunnsnivå. Etter at gruvevirksomheten opphørte i 1991, har tungmetallkonsentrasjonene vist en synkende tendens. Dette skyldes i særlig grad de tiltak som er gjennomført i Nordgruvefeltet der mye av avrenningen nå er ledet ned i gruva som fikk overløp på Grunnstoll-nivå høsten 1996. I Sydgruvefeltet ble vannspeilet i Jakobsbakken gruve hevet i 1994. Tiltakene ved Jakobsbakken gruve ble avsluttet i 1995. Tiltakene ved Ny-Sulitjelma gruve ble avsluttet i 1996. Året 1997 er således det første hele år uten igangværende forurensningsbegrensende tiltak. Middelerdien for kobber ved utløpet av Langvatn for 1997 er den laveste som er registrert hittil. Middelerdien for sink økte en del i 1997. Dette kan ha sammenheng med at vannkvaliteten i overløpsvannet ut av Grunnstollen har normalisert seg etter tiltakene. En konsekvens av de tiltakene som er gjort, er at en har oppnådd en betydelig reduksjon i kobberkonsentrasjonen i overløpsvannet, mens jern- og sinkkonsentrasjonen har økt. Dette er i samsvar med de erfaringene en har fra vannfyllingen av Wallenberg gruve på Løkken (Arnesen og Iversen, 1997). Kobberkonsentrasjonene ved utløpet av Langvatn varierte i området 6,3 til 25,6 $\mu\text{g/l}$ i 1997. Dersom man har som målsetting å skape en vannkvalitet som kan gi grunnlag for å opprettholde en stabil fiskebestand i innsjøen, bør kobbertilførslene til innsjøen reduseres ytterligere. Sannsynligvis bør tilførslene reduseres så mye at maksimal kobberkonsentrasjon synker med mellom 5 og 10 $\mu\text{g/l}$ i forhold til observasjonene i 1997. Dette innebærer en reduksjon i tilførslene med mellom 5 og 10 tonn kobber pr. år.

St.5 Langvatn utløp Hellarmo



Figur 3. Middelerdien for kobber og sink ved utløpet av Langvatn 1987-97.

St.5 Langvatn ved utløp Hellarmo 1991-97



Figur 4. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved utløpet av Langvatn 1991-97.

Figur 4 viser en presentasjon av hele observasjonsmaterialet NIVA har for kobber og sink ved utløpet av Langvatn etter 1990. Resultatene viser at variasjonene i løpet av året er betydelig mindre etter at gruvedriften opphørte. En ser også hvordan kobber- og sinkkonsentrasjonene økte etter nedtappingen av Ny-Sulitjelma gruve høsten 1996. En legger også merke til at sinkkonsentrasjonene i 1997 er relativt høyere enn kobberkonsentrasjonene. I tidligere år er kurvene nesten sammenfallende.

2.2.2 Gruvevann

Etter at det ble overløp ved Kjell Lund sjakt høsten 1996, er det tatt månedlige prøver av overløpet og ved utløpet av Grunnstollen. Resultatene som er samlet i tabell 7 og tabell 8, viser en betydelig reduksjon i kobberkonsentrasjonen i forhold til tidligere år (før vannfyllingen startet) samtidig som pH er betydelig høyere. Sink- og jernkonsentrasjonene har ikke endret seg vesentlig. Ved overløpet av sjakten er jernet i overveiende grad sannsynligvis toverdige. Toverdig jern oksiderer raskt til treverdige når vannet blir luftet i dagen ved de pH-betingelser som er i grøftene i Grunnstollen og i Giken elv. Det relativt høye jerninnholdet i vannet som blir tilført Giken elv setter et synlig preg på overflatelaget i Langvatn (se forsidebildet). Kobberkonsentrasjonene i prøvene fra Grunnstollen viser at stollen også mottar en del andre tilførsler av forurenset vann (Sorjus), men disse kildene er av mindre betydning i forurensningssammenheng. Erfaringene fra vannfyllingen av Nordgruvefeltet er i samsvar med de erfaringer en har fra andre vannfylte kisgruver som f.eks. Wallenberg gruve på Løkken. Effektene som er påvist, har sannsynligvis sammenheng med at en ved vannfyllingen oppnår en pH-heving dersom sideberget har alkaliske egenskaper. Når pH stiger, oppnår en samtidig en adsorpsjonseffekt av kobberioner på kismineraloverflater. Når systemet tilføres treverdige jernioner, vil disse reduseres til toverdige ved kontakt med kisooverflater samtidig som mer toverdige jern frigjøres. Det foregår også en utbyttereaksjon mellom kobber- og sinkioner fra kisooverflaten. Nettoeffekt av et slikt tiltak som i Nordgruvefeltet, vil således bli redusert kobbertransport og en viss økning i jern- og sinktransporten fra gruva. Effekten vil trolig være tidsavhengig. Resultatene for 1997 viser at kobberkonsentrasjonen i overløpsvannet var betydelig lavere enn ved Wallenberg gruve i Løkken.

I tabell 9 er samlet resultatene for alle prøver som hittil er tatt av overløpsvannet fra Jakobsbakken gruve. Resultatene viser at pH i overløpsvannet fortsatt er forholdsvis lav slik at vannstandshevingen neppe har ført til vesentlige reduksjoner i kobbertransporten fra gruva.

Ved overløpet av Mons Petter gruve er situasjonen den samme som på Jakobsbakken (se tabell 11 og tabell 12). En har hittil ikke lykket med å heve pH så mye at adsorpsjon av kobber oppnås. Da tungmetallkonsentrasjonene i gruvevannet fra Mons Petter er vesentlig høyere enn på Jakobsbakken, bør det vurderes om det er mulig å gå videre med tiltak ved Mons Petter gruve.

3. Materialtransport

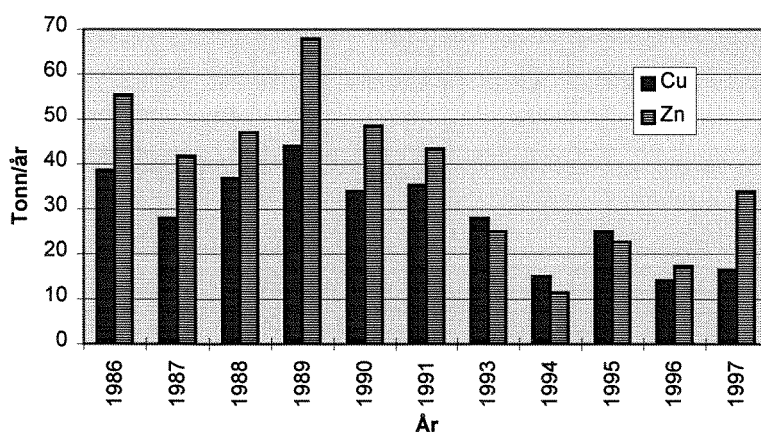
3.1 Utløp Langvatn ved Hellarmo

Vannmassene fra Langvatn tas inn i Sjønstå 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 viktigste komponenter for perioden 1986-97.

Tabell 2. Tidsveiet materialtransport ved St.5 Utløp Langvatn ved Hellarmo 1986-97.

År	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år	Vannmengde mill. m ³ /år
1986	243	43	50	282		854
1987	160	28	41	137		780
1988	95	35	44	121	6288	827
1989	313	45	68	172	8852	1304
1990	175	34	45	97	6205	1116
1991	120	37	46	122	6078	926
1993	83	31	29	58	5150	1086
1994	46	15	12	47	3132	721
1995	120	27	24	76	4687	1000
1996	88	14	18	45	4172	1002
1997	127	17	34	71	5433	1176

Utløp Langvatn ved Hellarmo



Figur 5. Transport av kobber og sink ved utløpet av Langvatn ved Hellarmo 1986-97.

Beregningen er utført v.h.a. tidsveiede middelerverdier for de enkelte analyseparametre og opplysninger gitt av A/S Salten Kraftsamband om årlig produksjon og vannforbruk ved Sjønstå 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 9 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.

Resultatene viser tydelig hvordan materialtransporten avtok etter at oppfyllingen av Nordgruvefeltet startet for fullt i 1994. De utslipp som måtte foretas i 1995 p.g.a. tetningsarbeidene, ga en markert økning i materialtransporten igjen. I 1996 falt transporten til 1994-nivå igjen. Sinktransporten økte vesentlig i 1997 etter at alle tiltak i Nordgruvefeltet er avsluttet og overløpet fra Kjell Lund sjakt ga fullt bidrag til årstransporten. Kobbertransporten ut av innsjøen synes å ha stabilisert seg på et nivå omkring 15 tonn/år.

3.2 Gruvevannstilførsler til Langvatn

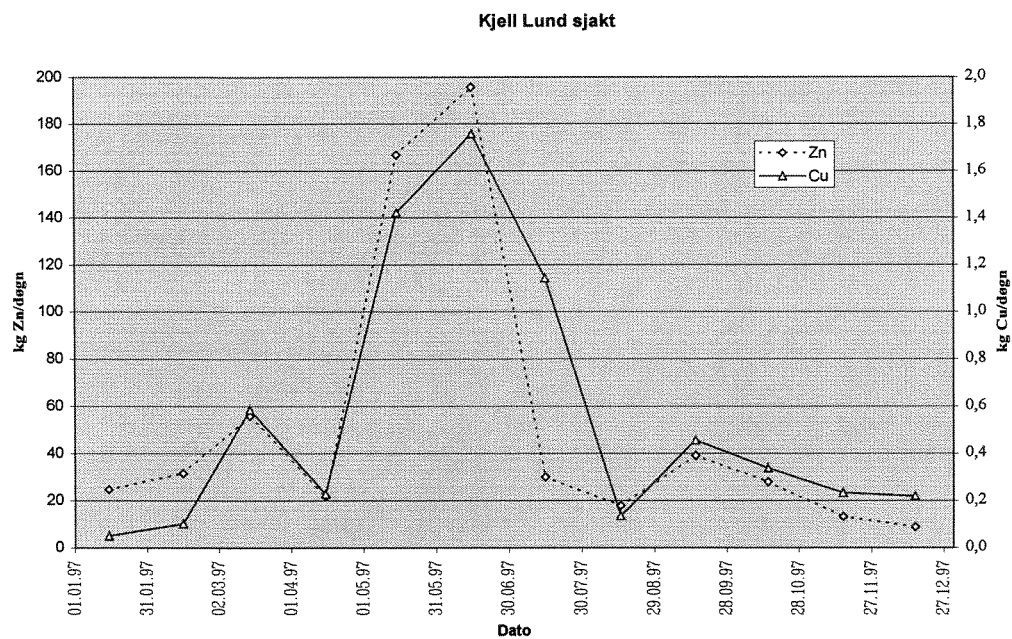
I 1997 er det gjennomført vannmengdemålinger ved overløpet av Kjell Lund sjakt, i Grunnstollen, i overløpet av Mons Petter gruve og i bekken fra Jakobsbakken. Det er imidlertid bare ved overløpet av Kjell Lund sjakt og i Grunnstollen at vannmengdemålingene har vært gjennomført i alle årets måneder med prøvetaking. Det er derfor bare ved overløpet av Kjell Lund sjakt og ved utløpet av Grunnstollen at en kan gjennomføre en rimelig pålitelig transportberegning.

Hvis en tar utgangspunkt i analyseresultater og de observasjoner en har for vannføringen på prøvetakingstidspunktene, kan en beregne døgnttransporten for de viktigste komponenter. Årstransporten beregnes ved å tidsveie døgnttransportverdiene. I tabell 3 er samlet beregnet årstransport for viktigste komponenter ved utløp av Grunnstollen og ved overløp av Kjell Lund sjakt.

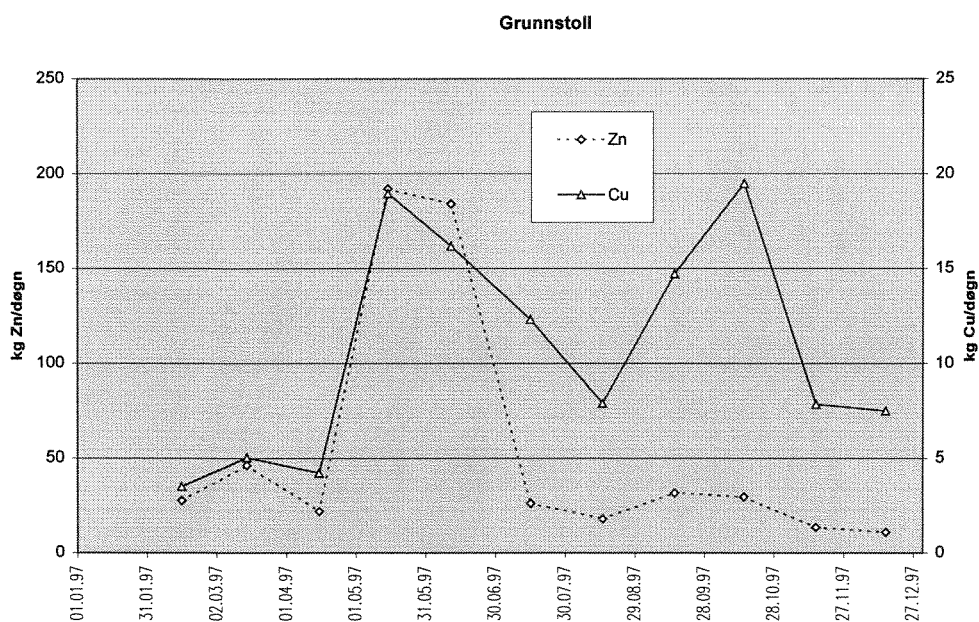
Tabell 3. Årstransportverdier på Grunnstollnivå.

Stasjon	Kobber Tonn/år	Sink Tonn/år	Jern Tonn/år	Sulfat Tonn/år
Kjell Lund sjakt	0,2	19,3	126	1365
Grunnstoll	3,7	18,8	134	1310

Prøvetakingsstedet i Grunnstollen gir uttrykk for samlet avrenning ut av Grunnstollen og omfatter derved tilførslerne fra bl.a. Kjell Lund sjakt og fra Sorjus gruve. En ser at kobbertilførslen fra Kjell Lund sjakt betyr lite for samlet avrenning av kobber på Grunnstoll-nivå. Sinktransporten ut av Grunnstollen er i det vesentligste bestemt av tilførslerne fra Kjell Lund sjakt. Figur 6 og figur 7 viser grafisk observasjonsmaterialet for kobber- og sinktransport ved Kjell Lund sjakt og i Grunnstollen i 1997. Av figur 6 ser en at mesteparten av metalltransporten ut av Kjell Lund sjakt foregår under vårflommen. I Grunnstollen er det også høy transport under vårflommen, delvis som følge av tilførslerne fra Kjell Lund sjakt. I tillegg er det også høy kobbertransport om høsten (se figur 7).



Figur 6. Kobber- og sinktransport ved overløp av Kjell Lund sjakt 1997.



Figur 7. Kobber- og sinktransport ved utløpet av Grunnstollen 1997.

Når det gjelder avrenningen fra Mons Petter og Jakobsbakken gruver har en ikke tilstrekkelig observasjonsmateriale for 1997 til å beregne transporten med samme presisjon som i Grunnstollen. Det kan likevel være nyttig å gjøre et anslag over transporten v.h.a. eksisterende materiale. Dersom en benytter middelveier for analyseresultater (tabell10 og tabell11) og en midlere vannføring på 5 l/s ved overløpet av Mons Petter og 7,4 l/s i bekken fra Jakobsbakken, er det i tabell 4 gjort et anslag over årstransporten ved disse to kilder.

Tabell 4. Anslag over materialtransport ved Jakobsbakken og Mons Petter gruve.

Område	Kobber Tonn/år	Sink Tonn/år	Jern Tonn/år	Sulfat Tonn/år
Mons Petter	5,2	10	19	258
Jakobsbakken	0,3	0,6	10	74

3.3 Samlet vurdering av materialtransport

I tabell 5 er gjort en sammenstilling av de transportberegninger som er gjort i de foregående avsnitt. Når det gjelder presisjon, er beregningen ved utløpet av Langvatn den mest nøyaktige. En må også ta i betraktning den oppholdstid vannmassene har i Langvatn ved sammenligning mellom tilførsler til Langvatn og avrenning fra Langvatn. Da sink er mest mobilt av tungmetallene, er det lettest å vurdere sinktransporten. En ser at summen av Mons Petter og Grunnstoll utgjør ca 85 % av transporten ved utløpet av Langvatn. Tilførslene fra Jakobsbakken er ubetydelige i denne sammenheng. Andre sinktilførsler enn Kjell Lund sjakt er uvesentlige når det gjelder transport på Grunnstoll-nivå. Sum av kobbertilførsler fra Grunnstoll og Mons Petter utgjør ca. 9 tonn/år d.v.s. noe over halvparten av transporten ut av Langvatn. Det er imidlertid vanskelig å vurdere transportbildet nærmere uten å foreta bedre vannføringsobservasjoner. Erfaringsmessig bør en måle vannføringen kontinuerlig ved små nedbørfelter for å få gode transportverdier. På grunn av oppholdstiden i Langvatn bør en dessuten følge utviklingen over lengre tid enn ett år for å få et godt grunnlag for å sammenligne kilder og samlet avrenning. Som omtalt i tidligere rapporter finnes det en rekke flere forurensningskilder til Langvatn. Ut fra de erfaringer som foreligger fra tidligere undersøkelser, er ingen annen gjenværende enkeltkilde av større betydning enn Mons Petter gruve. Det vil derfor være naturlig å vurdere situasjonen ved Mons Petter gruve nærmere for å oppnå en ytterligere reduksjon i kobbertilførslene til Langvatn. Dersom en legger dagens transport og vannkvalitet ved utløpet av Langvatn til grunn, synes det å være nødvendig å redusere kobbertilførslene med ytterligere 5-10 tonn/år for å sikre en stabil vannkvalitet (ca. 15 µg Cu/l) for å opprettholde en fiskebestand.

Tabell 5. Samlet materialtransport ved lokaliteter i undersøkelsesprogrammet.

Lokalitet	Kobber Tonn/år	Sink Tonn/år	Jern Tonn/år	Sulfat Tonn/år
Utløp Langvatn	17	34	127	5433
Kjell Lund	0,2	19,3	126	1365
Grunnstoll	3,7	18,8	134	1310
Mons Petter	5,2	10	19	258
Jakobsbakken	0,3	0,6	10	74

4. 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. 49 pp.
- Arnesen, R.T. og Iversen, E.R., 1997. The Lokken Project. Flooding a sulphide ore mine. 4th Int. conference on acid rock drainage, Vancouver, B.C., Canada. May 31-June 6, 1997. Proceedings vol III, pp1093-1107. NIVA-publikasjon S-2353.
- Iversen, E.R., Grande, M. og Arnesen, R.T., 1977. A/S Sulitjelma Gruber. Kontrollundersøkelser i Langvassdraget 1976. NIVA-rapport O-2/76. 15 pp.
- Iversen, E.R., Aanes, K.J. 1989. Overvåking av Sulitjelma- vassdraget 1986-87. NIVA-rapport O-8000228. L.nr. 2221. (Overvåkingsrapport 345/89). 45 pp.
- Iversen, E.R., 1991. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1988-89. NIVA-rapport O-88012. L.nr. 2411. 49 pp.
- Iversen, E.R., 1992. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1990-91. NIVA-rapport O-88012. L.nr. 2824. 15 pp.
- Iversen, E.R., 1995. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1993-94. NIVA-rapport O-94010. L.nr. 3224. 16 pp.
- Iversen, E.R., 1996. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1995. NIVA-notat 15. februar 1996, O-94010. 8 pp.
- Iversen, E.R., 1997. Sulitjelma Bergverk AS. Kontrollundersøkelser 1996. NIVA-notat 24. mars 1997, O-94010. 8 pp.
- 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 pp.
- Johannessen, M., Iversen, E.R. og Grande, M., 1980. Kontrollundersøkelser i Sulitjelmavassdraget 1976-1979. NIVA-rapport O-77018. L.nr. 1208. 52 pp.
- Johannessen, M. og Aanes, K.J., 1983. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1981-1982. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapp. 90/83). 29 pp.
- Johannessen, M. og Aanes, K.J., 1984. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1983. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapp. 138/84). 29 pp.
- Johannessen, M. og Aanes, K.J., 1985. Overvåking av Sulitjelmavassdraget 1984. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapport 209/85). 35 pp.

Johannessen, M., Aanes, K.J., Iversen, E.R., Mjelde, M. 1987: Overvåking av Sultjelmavassdraget 1985. NIVA-rapport O-80002-28 (Overvåkingsrapport 269/87). 48 pp.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 6. Fysisk/kjemiske analyseresultater. St.5 Langvatn utløp Hellarmo 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Co µg/l	Ni µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
15.01.97	6,97	3,37	0,26	4,0	3,99	0,58	64	6,3	18,2	0,03	<0,02	8,2	0,3	0,8	<0,5	<0,2	<0,1
15.02.97	6,94	3,85	0,22	4,3	4,20	0,65	108	7,8	21,4	0,04	0,25	9,1	0,3	0,7	<0,5	<0,2	<0,1
15.03.07	6,90	3,63	0,42	4,2	4,07	0,62	71	8,1	23,6	0,08	2,91	11,0	0,3	1,0	<0,5	<0,2	0,2
15.04.97	7,05	3,69	0,61	4,2	4,22	0,61	86	10,8	31,1	0,12	6,20	13,4	0,5	1,7	1,0	0,3	<0,1
15.05.97	7,06	3,88	0,45	4,5	4,45	0,64	102	12,8	16,5	0,02	0,09	7,4	0,4	0,6	<0,5	<0,2	0,2
11.06.97	6,94	5,02	0,66	5,8	4,98	0,79	115	25,6	35,5	0,09	0,24	15,0	0,8	0,7	<0,5	<0,2	<0,1
15.07.97	6,96	3,62	0,79	4,3	3,78	0,64	170	14,9	32,2	0,04	0,03	13,4	0,5	0,5	<0,5	<0,2	0,2
15.08.97	6,86	3,23	0,45	4,1	3,44	0,57	105	13,5	31,6	0,06	0,05	10,9	0,5	0,4	<0,5	<0,2	<0,1
15.09.97	7,02	3,50	0,55	4,8	3,60	0,62	103	15,0	37,1	0,06	0,08	12,7	0,5	0,5	<0,5	<0,2	<0,1
15.10.97	7,02	3,95	0,29	5,8	4,27	0,71	139	22,3	43,8	0,12	0,21	18,3	0,8	0,8	<0,5	<0,2	0,2
15.11.97	7,01	3,70	0,39	4,9	4,24	0,67	124	18,6	32,2	0,06	0,09	14,1	0,7	0,6	<0,5	<0,2	0,2
15.12.97	6,91	3,47	0,50	4,5	3,97	0,63	104	12,1	22,7	0,05	0,08	10,4	0,5	0,5	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	6,97	3,74	0,47	4,6	4,10	0,64	108	14,0	28,8	0,06	0,93	12,0	0,5	0,7	<0,5	<0,2	<0,2
Maks.verdi	7,06	5,02	0,79	5,8	4,98	0,79	170	25,6	43,8	0,12	6,20	18,3	0,8	1,7	1,0	0,30	<0,2
Min.verdi	6,86	3,23	0,22	4,0	3,44	0,57	64	6,3	16,5	0,02	<0,02	7,4	0,3	0,4	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 7. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Utløp Grunnstoll.

Dato	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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
15.02.97	4,75	253	1734	347	155	11,1	157	4,15	32,7	<0,05	14,5	0,40	0,20	9,64	9,8
15.03.97	4,74	265	2009	389	177	9,92	185	3,78	34,8	<0,03	15,9	0,33	0,26	9,81	15,4
15.04.97	6,04	363	1796	359	160	14,5	172	5,75	30,0	<0,03	14,1	0,28	0,15	11,2	8,5
15.05.97	5,54	328	2635	502	235	6,06	280	3,99	40,4	<0,05	21,5	0,19	0,27	10,9	55,0
11.06.97	4,85	320	2326	471	220	4,7	259	3,12	35,5	<0,03	19,0	0,29	0,22	10,7	60,0
15.07.97	4,23	261	2093	379	161	21,3	212	12,4	26,5	<0,05	13,3	0,46	0,21	12,3	11,5
15.08.97	5,38	312	1868	345	142	20,5	178	9,31	21,4	<0,005	11,5	0,43	0,20	12,0	9,8
15.09.97	3,79	251	1829	336	142	22,6	172	9,46	20,4	<0,03	11,4	0,33	0,16	14,6	18,0
15.10.97	3,10	256	1683	345	121	20,8	169	11,00	16,7	0,02	10,0	0,41	0,19	13,6	20,5
15.11.97	3,11	237	1653	339	107	19,2	151	9,07	15,7	0,024	8,6	0,41	0,17	13,0	10,0
15.12.97	4,34	190	1371	291	88,5	16,4	126	7,87	11,5	0,02	6,5	0,29	0,16	12,2	11,0
Gj.snitt	4,53	276	1909	373	155	15,19	187	7,26	26,0	<0,05	13,3	0,35	0,20	11,8	20,9
Maks.verdi	6,04	363	2635	502	235	22,60	280	12,40	40,4	0,024	21,5	0,46	0,27	14,6	60,0
Min.verdi	3,10	190	1371	291	89	4,70	126	3,12	11,5	<0,03	6,5	0,19	0,15	9,6	8,5

Tabell 8. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Overløp Kjell Lund sjakt 1997.

Dato	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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
15.01.97	6,09	392	2653	554	259	<0,01	176	0,11	53,2	<0,005	23,7	0,48	0,37	7,70	5,4
15.02.97	6,02	374	2599	347	240	<0,01	269	0,17	52,5	<0,05	23,5	0,51	0,37	10,1	7,0
15.03.97	5,93	360	2752	555	253	<0,01	279	0,53	50,5	<0,05	24,3	0,48	0,35	12,4	12,8
15.04.97	4,58	253	2710	574	235	0,03	298	0,51	48,6	<0,03	23,2	0,31	0,30	11,8	5,2
15.05.97	6,02	369	2802	561	258	<0,01	151	0,35	41,1	0,01	24,8	0,35	0,32	10,5	47,0
15.06.97	5,97	372	2653	547	256	<0,01	298	0,37	41,2	<0,03	22,5	0,31	0,25	11,1	55,0
15.07.97	5,82	327	2710	558	225	0,58	276	1,35	35,5	<0,05	20,7	0,44	0,27	10,2	9,8
15.08.97	6,07	276	2437	525	203	0,22	246	0,21	27,7	<0,005	18,7	0,42	0,25	9,62	7,5
15.09.97	5,93	319	2413	512	204	0,06	261	0,30	25,7	<0,03	19,0	0,39	0,23	11,1	17,6
15.10.97	5,97	284	2296	510	175	<0,01	234	0,23	19,1	<0,005	16,8	0,37	0,23	11,6	17,0
15.11.97	5,81	264	2231	532	148	0,06	220	0,33	18,8	0,023	14,2	0,42	0,22	12,3	8,2
15.12.97	5,82	256	1979	492	129	<0,01	207	0,33	13,4	0,01	11,3	0,27	0,22	10,8	7,7
Gj.snitt	5,84	321	2520	522	215	0,08	243	0,40	35,6	<0,05	20,2	0,40	0,28	10,8	16,7
Maks.verdi	6,09	392	2802	574	259	0,58	298	1,35	53,2	0,02	24,8	0,51	0,37	12,4	55,0
Min.verdi	4,58	253	1979	347	129	<0,01	151	0,11	13,4	<0,05	11,3	0,27	0,22	7,7	5,2

Tabell 9. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Overløp Jakobsbakken gruve.

Dato	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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
09.09.93	2,99	82,3	249	53,4	6,04	2,86	29,1	0,49	3,07	<0,2	0,88	<0,1	<0,05	5,31
14.07.95	2,86	125,0	449	91,0	10,7	5,25	72,0	1,52	10,30	<0,1	1,88	<0,1	<0,01	5,64
15.09.95	2,92	119,0	470	102,0	10,4	4,40	80,0	0,56	9,34	<0,1	1,92	<0,01	0,05	4,97
05.08.96	2,89	98,9	287	66,0	6,13	1,78	24,0	0,46	3,68	<0,01	1,05	0,03	0,10	5,37
15.09.97	2,94	94,8	302	48,8	4,56	0,90	83,0	0,22	1,48	<0,005	0,64	<0,005	<0,01	4,97
15.10.97	3,04	92,0	344	52,6	5,31	1,40	94,8	0,62	1,94	0,005	0,70	0,01	<0,01	4,77

Tabell 10. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Bekk på Jakobsbakken.

Dato	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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
15.10.96	2,91	102,0	320	60,0	7,49	5,27	15,5	1,32	4,26	<0,005	1,17	0,02	0,02	3,86	
15.07.97	3,02	72,9	216	31,7	3,02	3,66	30,9	1,26	2,02	<0,01	0,58	0,02	0,02	4,05	
15.08.97	2,92	94,7	297	48,9	5,65	3,81	43,0	0,82	2,01	<0,005	0,95	0,03	0,02	5,08	
15.09.97	2,89	100,0	320	54,4	6,48	3,94	52,3	0,64	2,00	<0,005	1,12	<0,01	<0,01	6,52	8,0
15.10.97	2,93	111,0	386	58,1	9,72	10,60	40,8	3,06	4,26	0,015	1,24	0,06	0,05	9,52	6,8
15.11.97	2,85	107,0	365	57,0	6,43	3,25	84,0	0,65	2,05	0,01	0,96	0,03	<0,01	6,51	
Gj.snitt	2,92	97,9	317	51,7	6,47	5,09	44,4	1,29	2,77	0,013	1,00	0,03	0,03	5,92	7,4

Tabell 11. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Overløp Mons Petter gruve 1997.

Dato	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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
15.06.97	2,84	281	1557	336	69,1	17,9	123	33,3	69,9	0,16	5,08	0,54	0,11	12,5
15.07.97	2,77	301	2015	411	78,3	21,4	161	46,1	76,8	0,24	5,65	0,76	0,16	14,9
15.08.97	2,76	312	1916	404	76,2	18,6	144	37,2	80,5	0,23	5,90	0,74	0,16	12,1
15.09.97	2,78	198	997	176	36,5	11,3	84,1	22,4	33,8	0,05	2,48	0,33	0,03	11,2
15.10.97	2,83	276	1737	356	70,5	16,3	131	31,9	59,7	0,20	5,06	0,60	0,13	12,8
15.11.97	2,82	244	1581	331	64,2	19,5	75	27,8	57,9	0,17	5,04	0,64	0,13	12,8
Gj.snitt	2,80	269	1634	336	65,8	17,5	120	33,1	63,1	0,18	4,87	0,60	0,12	12,7

Tabell 12. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Bekk fra Mons Petter gruve.

Dato	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	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
15.09.97	3,13	166	880	187	39,0	20,8	14,4	14,9	32,1	0,09	3,02	0,34	0,09	14,7
15.10.97	2,91	249	1497	312	62,8	20,1	70,0	27,9	51,8	0,18	4,65	0,55	0,13	15,2
15.11.97	2,88	244	1581	331	64,2	19,5	75,3	27,8	57,9	0,17	4,55	0,57	0,12	14,2

Vedlegg B. Oversikt over de forskjellige gruvers driftstid og produksjon

DE FORSKJELLIGE GRUVERS DRIFTSID

NORDGRUVEFELTET	AR	Totalt produsert																								
		1885	1890	1895	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	Mill. tonn	
Mons Petter 1	▲																								38	
Giken 1																									3.194	
Ny - Sulitjelma																									2.586	
Charlotta 1																									1.151	
Hankabakken 1																									1.294	
Bursi																									1.955	
Sture																									248	
Gudrun / Holmsen																									708	
Palmborg 1																									43	
Giken 2																									3.292	
Charlotta 2																									1.829	
Hankabakken2																									889	
Mons Petter 2																									2.019	
AR	▲	1885	1890	1895	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	19.246	
SYDGRUVEFELTET																										
Furuhaugen																										372
Jakobsbakken																										4.467
Sagmo																										1.942
Anna																										29
Helsingborg																										1
AR	▲	1885	1890	1895	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995	6.811	

Sum total >>> 26.057

Hovedbestanddelene i malmen er Kobber, Sink og Svovel.
Mengder totalt fra gruvene: 470.000 tonn Cu, 215.000 tonn Zn og 5.320.000 tonn S.

Fra kobberet (99%) kunne en ta ut 600 g sølv og 8 g gull pr tonn

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3875-98

ISBN 82-577-3459-4