



RAPPORT LNR 5538-2008

Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune

Undersøkelser i 2007



Innløp Giken i Langvann

Foto: Kjell Sture Hugaas

Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Postboks 2026
5817 Bergen
Telefon (47) 2218 51 00
Telefax (47) 55 23 24 95

NIVA Midt-Norge

Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2007	Løpenr. (for bestilling) 5538-2008	Dato 18.2.2008
	Prosjektnr. Undernr. O-27105	Sider 32
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune Grande, Magne	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Nordland	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best.nr. 04/07
---------------------------------	-------------------------------------

Sammendrag

De siste tiltakene i Nordgruvefeltet i Sulitjelma ble avsluttet i november 2004. Ved utgangen av 2007 kan en ikke observere vesentlige endringer av betydning i vannkvaliteten i Langvann i løpet av de 5 siste år. Tiltakene som er gjennomført etter at gruedriften ble nedlagt i 1991 ser ut til å ha ført til en reduksjon i tilførslene av kobber og sink til Langvann med ca 50 %. I løpet av 2007 har vannkvaliteten i utgående vann fra Kjell Lund sjakt forverret seg ved at pH-verdien viser en synkende tendens og at kobberkonsentrasjonene stadig øker. Det er iverksatt en forsterkning av kontrollprogrammet for å ha bedre tilsyn med situasjonen i Nordgruvefeltet.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Gruvevann 3. Forurensningstransport 4. Sulitjelma 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite Mining 2. Acid Mine Drainage 3. Transport of Pollutants 4. Sulitjelma Mining Area, Norway
--	---



Eigil Rune Iversen
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

O-27105

**Oppfølging av forurensnings situasjonen i
Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune**

Undersøkelser i 2007

Forord

Oppryddingsarbeidene etter mer enn 100 års gruvedrift i Sulitjelma har pågått over en lang tidsperiode. Arbeidene i forbindelse med sikring og begrenning av vannforurensning har vært omfattende. Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser i området siden 1973. I denne rapporten er hovedvekten lagt på å gi en vurdering av utviklingen i forurensingssituasjonen etter at gruvedriften opphørte i 1991 og etter at de siste tiltakene ble avsluttet i 2004.

Bergvesenet har hatt ansvaret for miljøundersøkelsene siden 1998. Vi takker for samarbeidet og takker også Kjell Sture Hugaas, Fauske som har bistått under feltundersøkelsene mens gruvedriften pågikk og alle år etter at driften ble nedlagt. En takk også til Per Arne Mathisen, SKS Produksjon AS for avrenningsdata for Langvann.

Oslo, 18. februar 2008

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
2. Vannkvalitet	8
2.1 Innledning	8
2.2 Langvann ved utløp Hellarmo	9
2.3 Gruvevann utløp Grunnstoll og overløp Kjell Lund sjakt	11
2.4 Resultater fra prøvetaking ved andre lokaliteter	13
3. Materialtransport	14
3.1 Vannføring ved utløpet av Langvann	14
3.2 Avløp fra Grunnstoll	14
3.3 Forurensningstransport ved utløpet av Langvann og i Grunnstollen	15
4. Analyse av metallinnhold i fisk fra Langvann	21
5. Samlet vurdering	23
6. Referanser	24
Vedlegg A. Analyseresultater 2007	25
Vedlegg B. Oversikt over gruvenes driftstid og produksjon	31

Sammendrag

Etter at gruvedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991 har oppryddingstiltakene pågått fram til 2004. I april 2005 ble det overløp fra gruvesystemet i Nordgruvefeltet etter at de endelige tiltakene i forbindelse med vannfyllingen ble avsluttet i november 2004.

Kontrollprogrammet som er gjennomført de siste 10 årene har omtatt kontroll av vannkvalitet ved utløpet av Langvann på Hellarmo og overløpsvann fra Nordgruvefeltet ved Kjell Lund sjakt og i Grunnstollen. Det er også gjennomført kontroll av vannkvalitet ved en rekke andre forurensningskilder i Sydgruvefeltet og i Nordgruvefeltet. Utviklingen etter vannfyllingen av Jakobsbakken gruve i Sydgruvefeltet har også vært fulgt opp.

Fram til og med 2002 viste kobber- og sinkkonsentrasjonene ved utløpet av Langvann en fallende tendens. I 2003 økte de merkbart igjen, og har siden holdt seg stort sett på dette nivå. En har ingen god forklaring på hvorfor nivåene økte i 2003. En har sjekket ut en rekke andre mulige kilder uten å kunne påvise noe unormalt. Mye tyder derfor på at forholdene har tilknytning til hendelser i Nordgruvefeltet. Kobber- og sinknivåene er for tiden omkring halvparten av de nivåene en hadde i de siste årene mens gruvedriften pågikk. Naturlig bakgrunnstransport av kobber og sink utgjør ca 20 % av dagens årstransport. En kan derved anslå at metalltransporten til Langvann er redusert med i størrelsesorden 50 % i tiden etter at gruvedriften ble nedlagt.

I juni 2007 ble det satt i gang kontinuerlige vannmengdemålinger i Grunnstollen i Nordgruvefeltet for å kunne ha bedre tilsyn med vannkvalitet og forurensningstilførsler til Langvann fra den vannfylte gruva. Resultatene så langt viser at overløpsvannet fra gruva er en stor forurensningskilde. Det vil ta noe tid før en får bedre oversikt over hva utslippet av gruvevann betyr for forurensningssituasjonen i Langvann.

Vannkvaliteten til overløpsvannet fra gruva ved Kjell Lund sjakt har forverret seg en del i løpet av 2007 ved at pH-verdien har falt merkbart og at kobberkonsentrasjonen har økt. Foreløpig har en ikke kunnet registrere noen konsekvenser av dette ved utløpet av Langvann. Vi anbefaler derfor at en følger opp gruvevannet ennå en tid for å se om situasjonen stabiliserer seg.

Det ble gjort et prøvafiske i Langvann i 2007. Det ble fisket både innenfor og utenfor Avilonfyllingen. To røyer og en ørret ble undersøkt mht kondisjon, mageinnhold og tungmetallinnhold i filtet og lever. Det ble påvist forhøyede konsentrasjoner av kobber og kadmium i fiskens lever. Fisken var i god kondisjon og det medfører ingen helsefare å spise fiskens filét. Det tilligger imidlertid helsemyndighetene til en hver tid å vurdere dette

Summary

Title: Water Quality and Transport of Pollutants in the Sulitjelma Mining Area after finishing Mitigative Measures in 2004.

Year: 2008

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5273-6

The Sulitjelma mining area is located above the Arctic Circle in the community of Fauske in Nordland County close to the Swedish border. Mining operations took place in the period of 1887-1991. About 26 million tonnes of ore were processed containing 470.000 tonnes of copper, 215.000 tonnes of zinc and 5.320.000 tonnes of S.

The whole mining area is draining to Lake Langvann in the Sjønstå River system. The Sjønstå River flows into the Skjerstad Fjord at the Fauske community centre. The mines are located at both sides of Lake Langvann in the Southern and Northern mining area. Except for one mine, all the mines are underground mines worked from 500 metres below the water table of Lake Langvann and up to 600 metres above the lake. Waste rock and mines are generating substantial ARD. The main problems are connected to the discharge of mine water in the Northern mining area. The heavy metal loadings from the area have for long time caused severe effects on the water system down to the fjord.

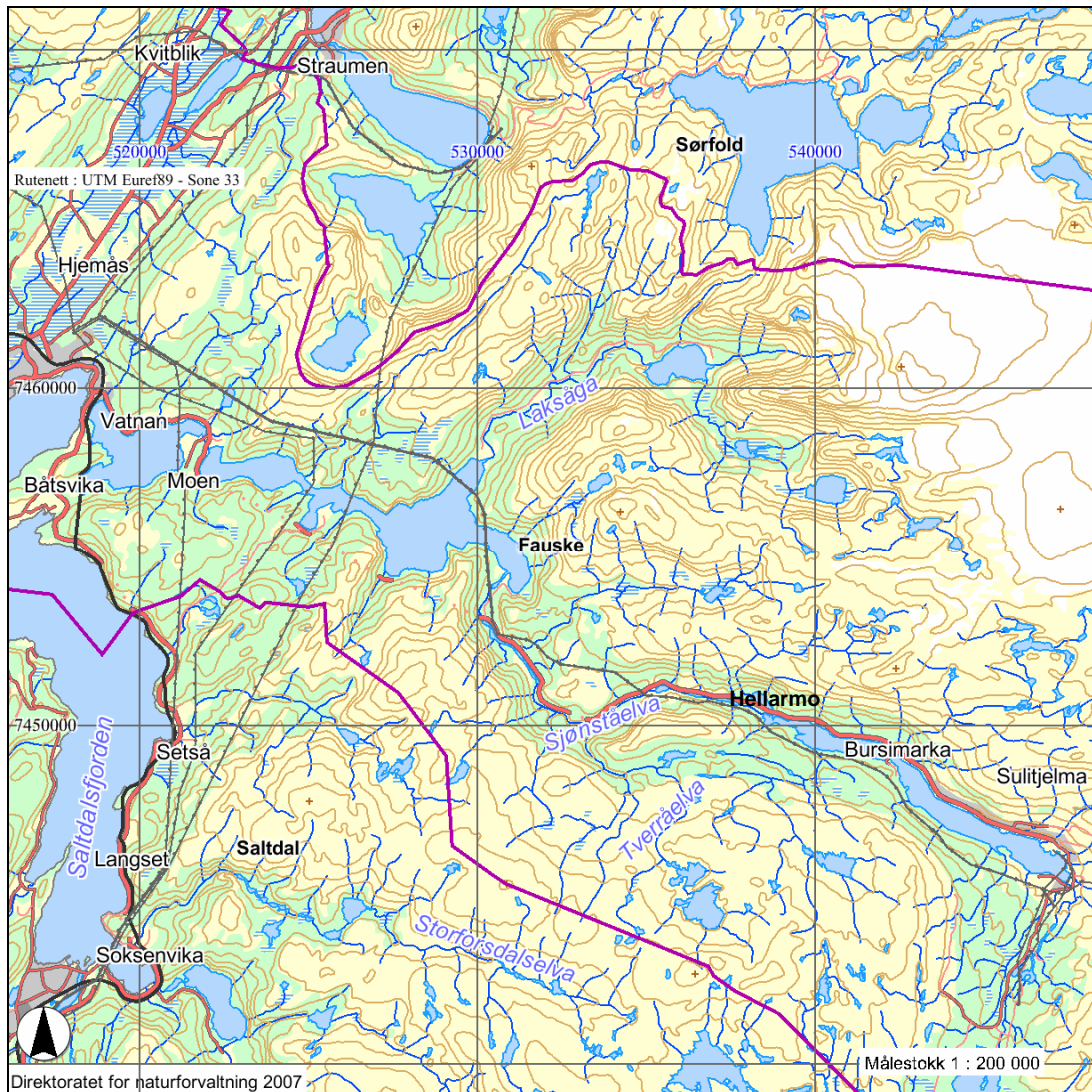
After mine closure in 1991 a difficult clean up programme has been accomplished. About 20 mill NOK has been invested in securing the mines and in a water flooding project. In the Southern mining area the most polluting mine, Jakobsbakken, is almost completely flooded. The most time-consuming work has been carried out in the Northern mining area. Most of the mines in this area are now flooded and connected to the outlet of the main adit about 50 metres above the water table of Lake Langvann. At the outlet of 2007 the transport of copper at the outlet of Lake Langvann is reduced with about 50 % compared to the situation at mine closure. However, three years after finishing the flooding project, the situation has not yet stabilised. The instability is probably connected to the loadings of ferric iron from the un-flooded part of the mines on the flooded mine system. The final flooding works were finished in November 2004. In April 2005 the first discharge from the flooded mine system took place. It will presumably take some years until we see the final answer of the flooding project.

1. Innledning

Gruvedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991 og Sulitjelma Bergverk AS opphørte som selskap i 1998. En oversikt over gruvenes driftstid og produksjon er gitt i vedlegg B.

I tiden etter driftsnedleggelsen har Bergvesenet fortsatt arbeidene i forbindelse med sikring og tiltak mot vannforurensning. Forurensningsproblemene i Sulitjelmafeltet er kompliserte, idet virksomheten har vært spredd over et stort område med mange kilder som har forskjellige egenskaper. En har derfor vært nødt til å gå skrittvis framover og teste virkningene av de enkelte tiltak etter hvert som de ble avsluttet. Arbeidene i forbindelse med vannfylling av gruvene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004. Disse arbeidene var de siste som er planlagt i Sulitjelma. Nordgruvefeltet fikk endelig overløp på Grunnstoll-nivå den 26.4.2005.

Undersøkelsene i Sulitjelmafeltet har i 2007 stort sett fulgt samme opplegg som i tidligere år. Det ble utarbeidet et programforslag for undersøkelsene den 22.1.2007 som ble bestilt i brev av 16.2.2007. Sommeren 2007 ble det montert en vannføringslogger i Grunnstollen og det er også tatt en del supplerende vannprøver fra flere lokaliteter i gruveområdet. Prøvetakingen er som i tidligere år utført av Kjell Sture Hugaas, Fauske. Prøvetakingsflasker er utsendt av NIVA. Figur 1 er et kartutsnitt som viser vassdragsstrekningen fra Langvann til Fauskevika.

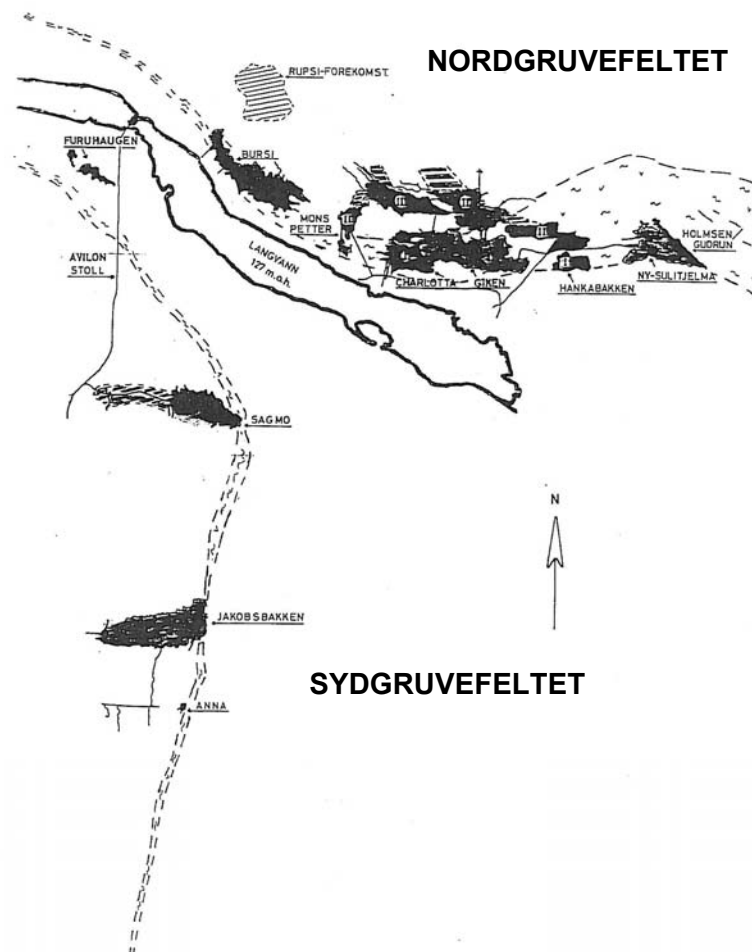


Figur 1. Sulitjelmavassdraget fra Langvann til Fauskevika.

2. Vannkvalitet

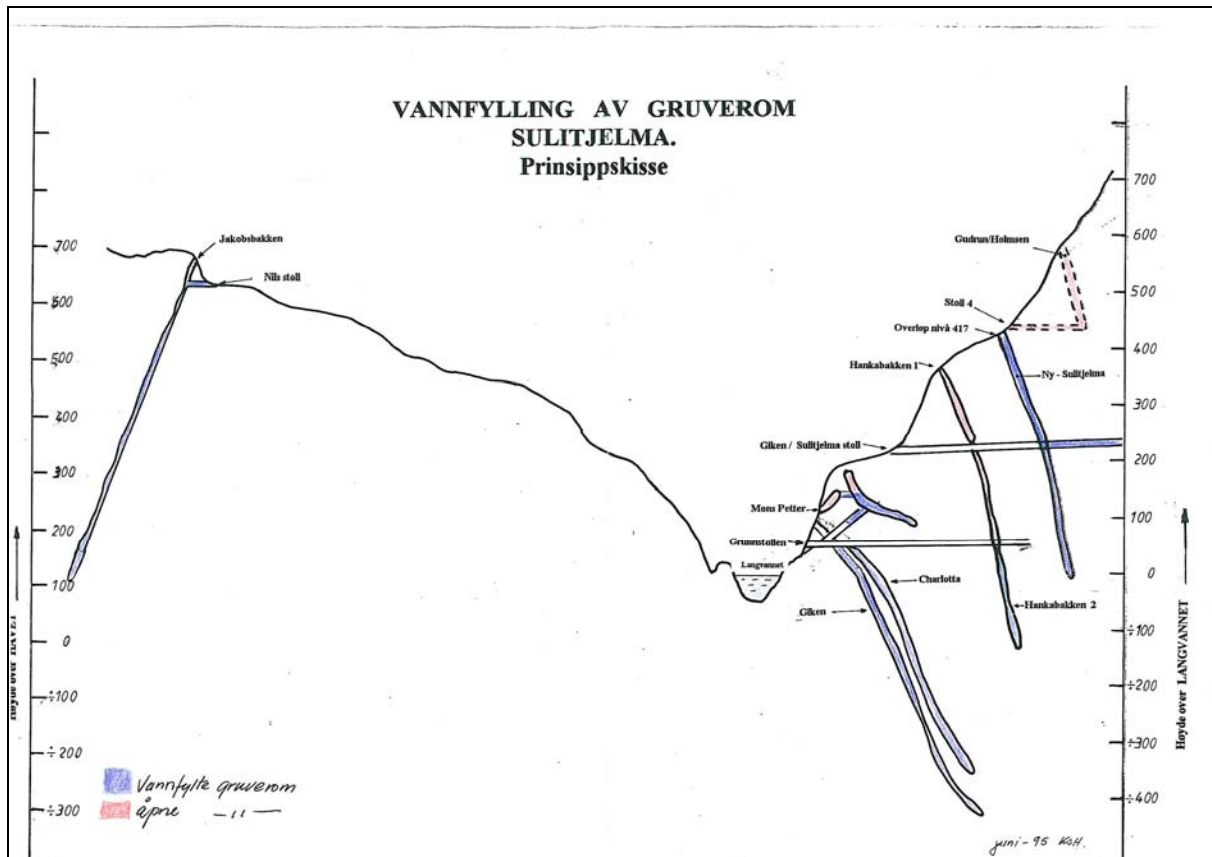
2.1 Innledning

Figur 2 viser lokaliseringen til gruveområdene i Sulitjelma. Tidligere undersøkelser har vist at de største forurensningskildene er lokalisert til gravene på nordsiden av Langvann, i Nordgruvefeltet. I Sydgruvefeltet er Jakobsbakken gruve største kilde.



Figur 2. Lokalisering av gruveområdene i Sulitjelma.

For å redusere tungmetalltilførslene til Langvann valgte en som tiltak å fylle gravene med vann i størst mulig grad. I Nordgruvefeltet ble vannfyllingen foretatt slik at overløpsvannet blir tatt ut på Grunnstoll-nivå. Figur 3 viser en prinsippskisse av vannfyllingen.



Figur 3. Prinsippkisse av vannfylling av gruverne i Sulitjelma (etter K.S. Hugaas).

I 2007 har det rutinemessige prøvetakingsprogrammet omfattet månedlige vannprøver fra utløpet av Langvann ved Hellarmo og av gruvevann ved overløpet av Kjell Lund sjakt og ved utløpet av Grunnstollen. I tillegg er det tatt stikkprøver ved følgende lokaliteter:

- Gruvevann fra Sorjus (Nordgruvefeltet)
- Bekk fra Mons Petter gruve (Nordgruvefeltet)
- Bekk nedenfor tipp på Jakobsbakken (Sydgruvefeltet)
- Utløp Avilon stoll (Sydgruvefeltet)

Det har vært benyttet samme analysemetodikk som tidligere. Metallanalyser er utført vha ICP-teknikk (drensvann) og ICP-MS-teknikk (Langvann ved Hellarmo). Analysene er utført av NIVALab.

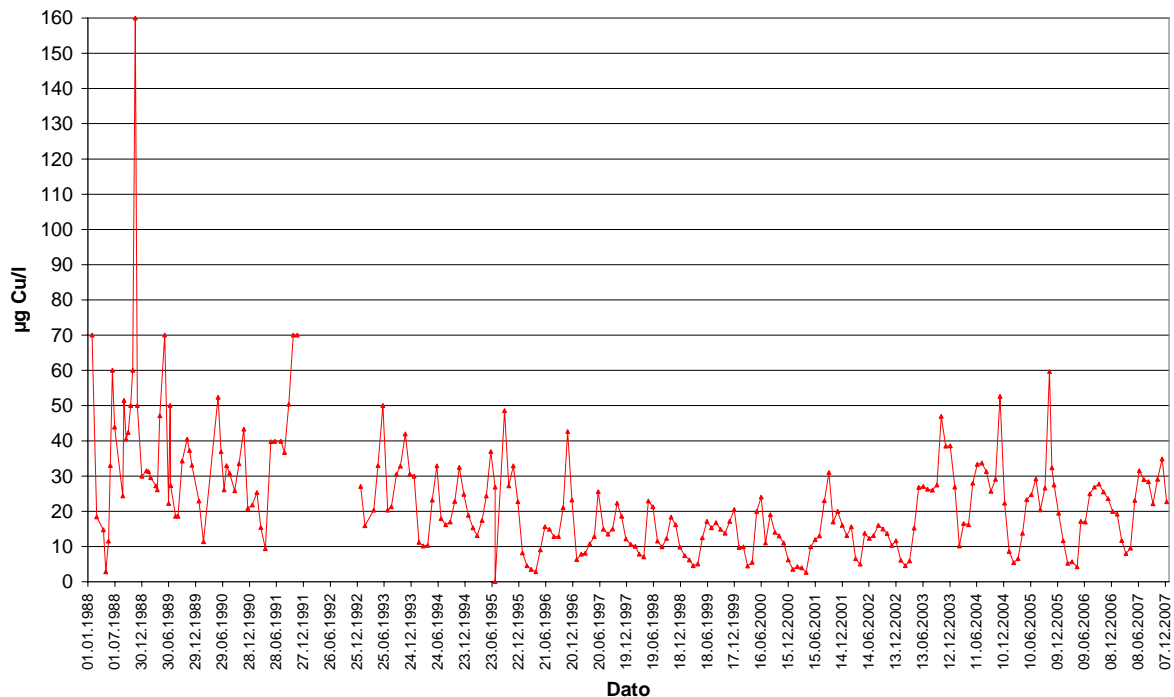
2.2 Langvann ved utløp Hellarmo

For stasjonen ved utløpet av Langvann ved Hellarmo er det i tabell 1 beregnet tidsveiede årlige middelværdier for de viktigste analyseparametre. Figur 1 viser observasjonsmaterialet for kobber for perioden 1988-2007. Resultatene for 2007 er samlet i vedlegg A bak i notatet. Resultatene viser som i foregående år at metallkonsentrasjonene er forholdsvis moderate om vinteren og øker om våren og ut over sommeren. Høyeste kobberkonsentrasjon ble målt til 34,9 µg/l den 15.11.2007.

Tungmetallkonsentrasjonene ved utløpet av Langvatn er delvis også bestemt av hvordan kraftverkene kjøres. Vanligvis har en de laveste metallkonsentrasjonene om vinteren når produksjonen er stor og avrenningen fra gruver og gruveavfall er mer beskjeden og trolig også fordi tilsiget til gruva fra overflaten er beskjeden.

Tabell 1. Tidsveiede middelvrdier for St.5 Langvann ved utløp Hellarmo 1987-2007.

År	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
1987	6,87	4,27	7,6	4,51	0,67	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	93	28,4	25,0	0,02
1994	7,27	4,11	4,3	3,67	0,57	66	20,8	15,9	0,05
1995	7,12	3,75	4,6	4,17	0,60	122	25,8	23,5	0,07
1996	6,99	3,43	4,2	3,91	0,56	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
1998	6,99	3,52	4,4	3,79	0,56	94	13,2	22,1	0,05
1999	6,99	3,93	4,8	4,02	0,58	95	12,7	21,5	0,07
2000	7,03	3,54	4,4	3,99	0,57	108	12,4	18,1	0,05
2001	7,08	3,65	4,8	4,16	0,58	95	13,1	20,8	0,05
2002	7,04	3,80	5,0	5,30	0,65	91	12,2	19,3	0,05
2003	6,98	4,02	4,7	4,52	0,63	75	24,2	26,7	0,08
2004	6,97	4,07	5,6	5,04	0,73	117	27,2	38,8	0,11
2005	6,96	4,04	5,2	5,21	0,66	104	21,8	35,8	0,09
2006	7,21	4,03	5,1	5,17	0,66	73	17,5	29,1	0,142
2007	7,16	4,09	4,8	4,97	0,68	73	22,4	28,4	0,082

**Figur 4.** Kobberkonsentrasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1988-2007.

Figuren viser at etter hvert som tiltakene ble igangsatt, sank kobberkonsentrasjonene gradvis fram til 1997. I perioden 1997-2002 var situasjonen forholdsvis stabil. Fra og med høsten 2003 økte konsentrasjonene en del for igjen å vise en avtakende tendens igjen i 2006. I 2007 økte konsentrasjonene noe i 2. halvår.

2.3 Gruvevann utløp Grunnstoll og overløp Kjell Lund sjakt

Gruva fikk overløp igjen gjennom Kjell Lund sjakt den 26.4.2005 kl 12:00 etter at tiltakene ble avsluttet i november 2004 og vannfyllingen ble startet igjen. Fra og med den 27.4 ble det startet et månedlig prøvetakingsprogram ved utløpet av Grunnstollen. Resultatene for prøvetakingene i 2007 er samlet i tabell 9 i vedlegg A. I tabell 2 er det beregnet årlige middelerverdier for de enkelte analyseparametre. I 2003 var det intet overløp på Kjell Lund sjakt pga tiltaksarbeider. Av den grunn er resultatene for dette året ikke sammenlignbare med de øvrige år. Gruvevannet føres til elva Giken (se forsidebildet).

Tabell 2. Årlige middelerverdier for Grunnstoll 1997-2007.

År	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
1997	4,53	276,0	1909	373	155,3	15,2	187	7,26	26,0	<0,05	13,3	0,35	0,20	11,8
1998	3,01	278,0	1547	315	81,1	20,0	135	9,19	12,7	<0,05	6,63	0,14	0,32	13,2
1999	3,50	238,3	1515	362	61,5	14,0	138	5,71	11,0	<0,05	5,76	0,10	0,23	11,7
2000	4,39	197,8	1230	368	51,1	8,24	94,4	3,63	5,70	<0,05	4,17	0,06	0,17	9,71
2001	4,14	206,5	1274	387	62,3	13,3	80,7	5,42	5,94	0,009	4,28	0,06	0,20	10,8
2002	4,16	201,3	1501	366	50,7	10,5	83,9	2,89	7,74	0,010	3,44	0,07	0,21	10,3
2003	4,57	53,7	276	51,4	19,2	9,64	11,5	4,24	3,64	0,009	0,67	0,03	0,09	4,58
2005	3,86	205,9	1300	329	52,3	10,5	58,7	9,36	19,1	0,044	4,65	0,14	0,28	12,4
2006	3,51	204,0	1274	325	49,3	11,7	41,4	9,86	15,5	0,034	3,91	0,10	0,25	12,7
2007	3,18	202,0	1285	292	46,6	16,0	35,8	12,4	15,1	0,035	3,42	0,09	0,25	13,4

En ser at vannkvaliteten forbedret seg gradvis fram til og med 2002 med lavere konsentrasjoner for jern og kobber. I tiden etter at overløpet kom på nytt i 2005 etter de siste tiltakene, tyder pH-verdien på at situasjonen ennå ikke har stabilisert seg. Synkende pH-verdi i forhold til i 2005 synes likevel ikke å ha ført til noen vesentlige endringer i metallkonsentrasjonene bortsett fra kobber. Kobberkonsentrasjonene har vist en stigende tendens i tiden etter at de siste tiltakene ble gjennomført. Det er imidlertid vanskelig å vurdere utviklingene i konsentrasjonene mer detaljert uten også å sammenligne med vannføringsobservasjoner. Disse kom først i gang i 2. halvår i 2007. pH-verdiene faller noe fra overløpet av Kjell Lund sjakt til utløpet av Grunnstollen. Dette er en naturlig konsekvens idet jerninnholdet i overløpsvannet fra Kjell Lund sjakt sannsynligvis foreligger som toverdigg. Når toverdigg jern oksiderer utover i stollen og treverdigg jern felles ut (hydrolyserer), faller også pH-verdien.

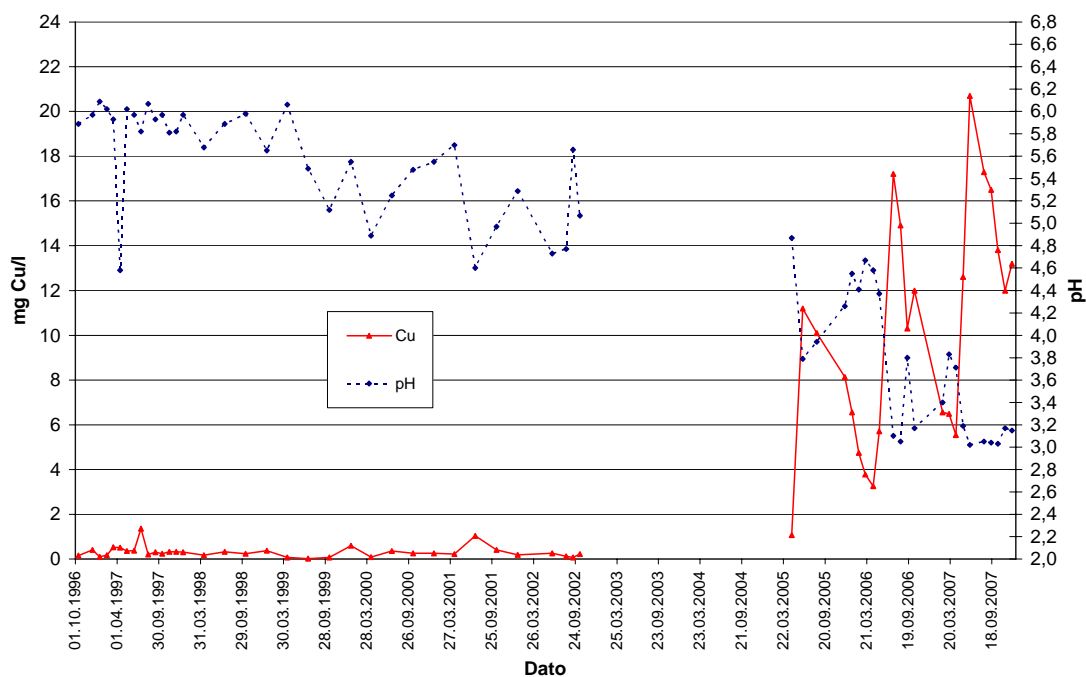
For å ha best mulig kontroll med virkningene av tiltaket har en derfor også tatt månedlige stikkprøver ved overløpet av Kjell Lund sjakt. I tabell 10 i vedlegg A er resultatene for 2007 samlet. I tabell 3 er beregnet årlige middelerverdier for de årene en har hatt overløp på sjakta. En ser av tabell 3 at i perioden 1997-2002 var pH-verdiene i overløpsvannet svakt fallende. Dette hadde ingen vesentlige konsekvenser bortsett fra at aluminiumkonsentrasjonene økte noe med fallende pH-verdier. Fra 2005, etter at avrenningen fra Mons Petter og Ny-Sulitjelma gruver ble koblet til gruvesystemet, ser en at pH-verdiene har falt ytterligere og var fortsatt fallende ved utgangen av 2007. Dette har ført til at aluminium- og kobberkonsentrasjonene har økt. Resultatene for 2007 (tabell 10 i vedlegget) viser at pH-verdiene falt merkbart til ned mot 3 fra mai 2007. For å ha en best mulig oversikt over hvordan

situasjonen utvikler seg er det viktig å opprettholde prøvetakingen av overløpsvannet. Spesielt viktig er det å ha tilsyn med pH-verdien i overløpsvannet. Erfaringer fra andre vannfylte gruver der en fører surt vann inn, som f.eks Løkkengruva, viser at en får en betydelig økning i kobber- og aluminiumkonsentrasjonene når pH-verdien blir så lav som 3 eller lavere.

Tabell 3. Årlige middelverdier for Overløp Kjell Lund sjakt.

År	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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Co mg/l	Ni mg/l	Si mg/l
1997	5,84	321	2520	522	215	0,08	243	0,40	35,6	<0,05	<0,05	20,2	0,40	0,28	10,8
1998	5,88	346	2040	554	108	0,09	203	0,26	10,1	<0,05	<0,005	11,3	0,24	0,14	10,4
1999	5,58	273	1924	542	71,4	0,11	204	0,17	4,42	<0,05	<0,005	7,86	0,05	0,10	10,2
2000	5,29	247	1650	534	60,7	0,29	135	0,32	6,08	0,04	0,008	5,91	0,06	0,15	10,7
2001	5,21	248	1490	536	63,3	0,34	111	0,48	4,90	<0,01	0,008	5,55	0,05	0,12	10,4
2002	5,10	243	1644	528	53,9	1,00	97,0	0,29	7,97	<0,01	0,010	4,41	0,17	0,06	10,3
2005	4,22	239	1654	449	64,3	7,13	81,0	7,55	22,5	0,03	0,050	6,21	0,17	0,31	13,6
2006	3,97	212	1361	363	53,1	9,79	54,2	8,71	16,5	0,03	0,035	4,37	0,11	0,26	12,9
2007	3,23	215	1410	318	49,6	16,6	41,3	13,5	16,4	0,036	0,038	3,69	0,10	0,26	14,6

Figur 5 viser observasjonsmaterialet for pH og kobber for overløpet fra Kjell Lund sjakt. Figuren viser at pH-verdien har vist en fallende tendens hele tiden etter at overløpet kom i 1996, men at endringene var forholdsvis beskjedne de første årene. I 1999-2002 ble den fallende tendensen mer tydelig. Fra høsten 2002 til april 2005 var det intet overløp mens tiltaksarbeidene pågikk. Gruvevannet gikk da ut av 6a-stollen og direkte i dykket utløp til Langvann i den perioden. I tiden som har gått etter at gruva igjen fikk overløp fra Kjell Lund sjakt, har fallet i pH-verdiene tiltatt. En ser også at når pH-verdien faller under ca 4, øker kobberkonsentrasjonene betydelig. Kobberkonsentrasjonene varierer for tiden en del i løpet av året og er lavest på ettermidten, sannsynligvis fordi tilsiget til gruva da er på det laveste. Den vannfylte gruva er da mindre belastet, noe som trolig gir en bedre adsorpsjonseffekt av kobberioner på kisflater i gruva.



Figur 5. Observasjonsmaterialet for pH og kobber ved overløpet av Kjell Lund sjakt 1996-2007.

2.4 Resultater fra prøvetaking ved andre lokaliteter

I juni 2007 ble det som i tidligere år også tatt en stikkprøve av bekken nedenfor tippet på Jakobsbakken. Det synes ikke å ha skjedd noen vesentlige endringer i vannkvaliteten etter 2003 (se tabell 11 i vedlegg A). De endringer som kan påvises er ikke større enn at de kan forklares med forskjeller i vannføring på prøvetakingstidspunktene.

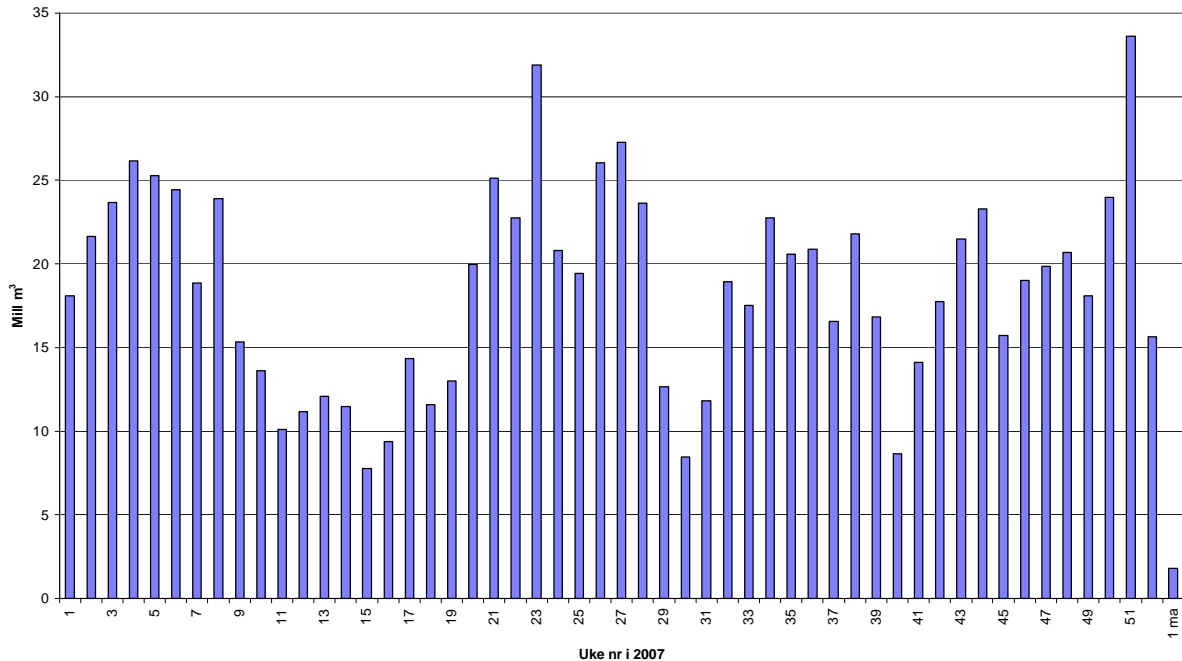
Det ble også tatt en stikkprøve av gruvevann fra Sorjus i juni måned (se tabell 12 i vedlegg A). Dette vannet går nå inn i den vannfylte gruva. Tungmetallinnholdet har økt betydelig i løpet av de ti siste år.

I juni måned ble det også tatt en stikkprøve ved utløpet av Aviron stoll som drenerer Sagmo gruve. I tabell 13 i vedlegget bak er samlet samtlige resultater som NIVA har for denne lokaliteten. Prøvene på 1970- og 1980-tallet ble tatt mens driften pågikk. Det har skjedd en betydelig forurensning siden foregående prøvetaking i 1994. Dette har synes i første rekke bare å ha ført til økte sulfat- og jernkonsentrasjoner. Innholdet av kobber og sink er fortsatt forholdsvis beskjedent.

3. Materialtransport

3.1 Vannføring ved utløpet av Langvann

Vanligvis overføres hele avrenningen fra Langvann til Sjønstå Kraftverk. Når det er overløp på inntaksdammen, blir dette registrert. I 2007 var det bare overløp i uke 51 med 2,5 mill. m³. I denne uka var det flom pga mildvær med regn. Samlet avrenning i 2007 var 973,7 mill. m³. Figur 6 viser hvordan vannføringen fordelte seg på de enkelte uker i 2007.



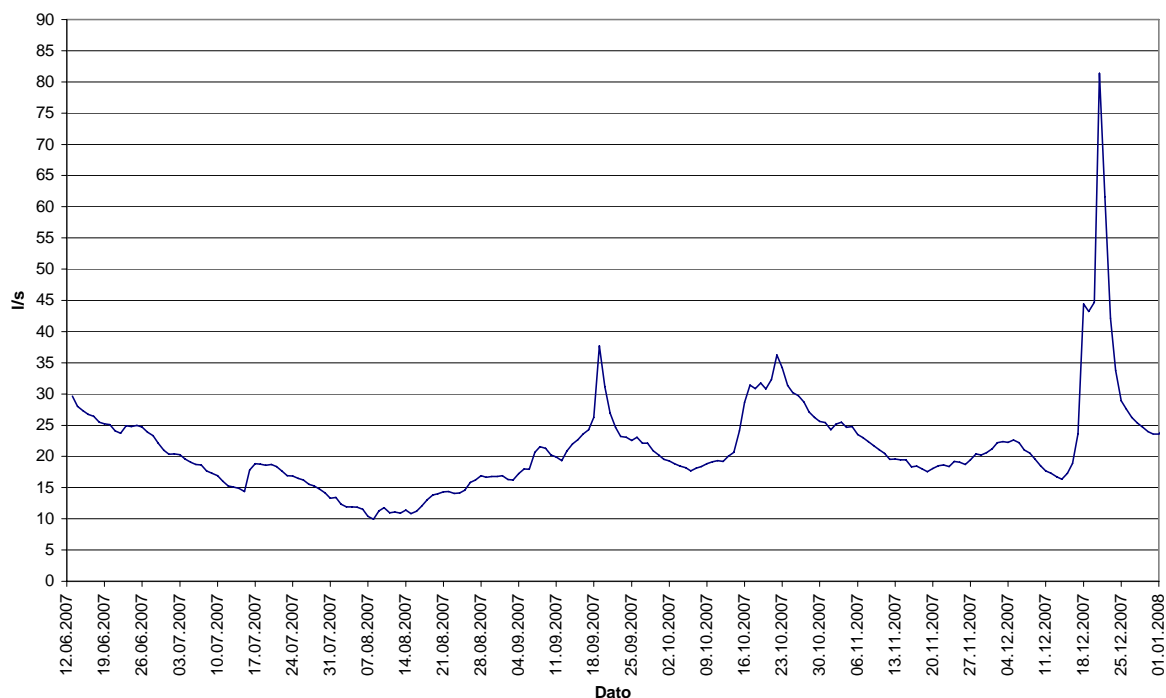
Figur 6. Vannføring gjennom Sjønstå Kraftverk i 2007. Ukemengder. (Kilde: SKS Produksjon AS).

3.2 Avløp fra Grunnstoll

Vannføringsmålingene i Grunnstollen kom i drift den 13.6.2007. Figur 7 viser døgnmiddel-vannføringene fra den 13.6 og ut året. Flomtoppen i uke 51 inntraff den 21.12 da det ble mildvær med regn og snøsmelting. I tabell 4 er beregnet månedlige vannmengder ut av Grunnstollen etter målingene kom i gang.

Tabell 4. Månedlige vannmengder ut av Grunnstollen i 2007.

Måned	m ³
Juli	46030
August	35107
September	57278
Oktober	66572
November	53405
Desember	75337
Sum	333729



Figur 7. Døgnmiddelvannføring ved utløpet av Grunnstollen i 2007.

3.3 Forurensningstransport ved utløpet av Langvann og i Grunnstollen

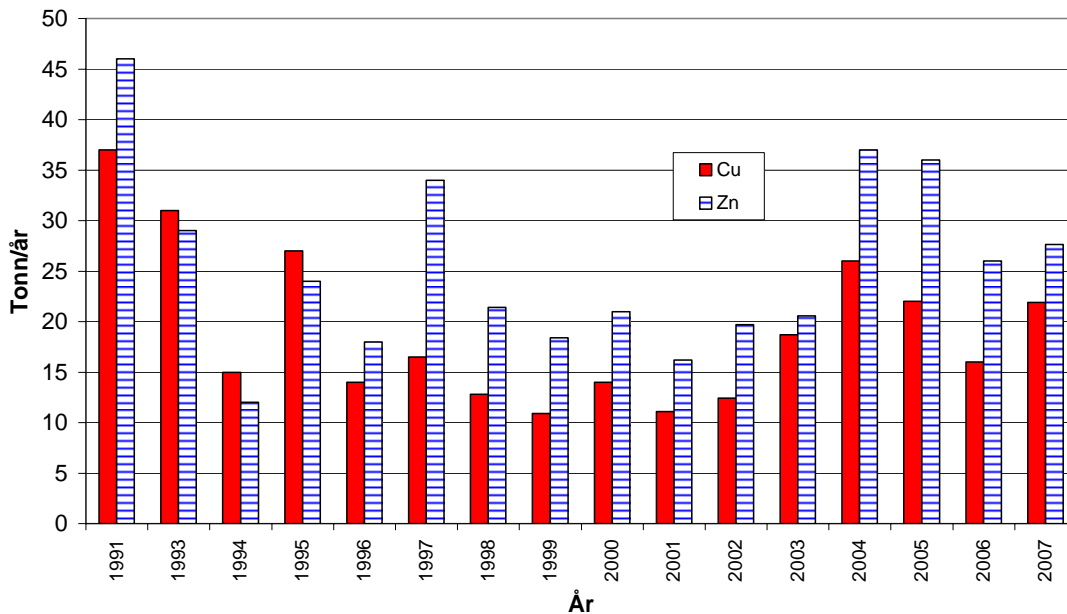
Ved hjelp av tidsveiede middelerverdier for de viktigste komponenter og samlet årlig avrenning fra Langvann (sum av vannmengde gjennom Sjønstå kraftverk og overløp på inntaksdam) kan en beregne et forholdsvis pålitelig tall for den årlige forurensningstransporten ved utløpet av Langvann. I tabell 5 har en på denne måten beregnet materialtransporten ved utløpet av Langvann for årene 1986-2007. Kobber- og sinktransporten for årene 1991-2007 er vist grafisk i figur 8.

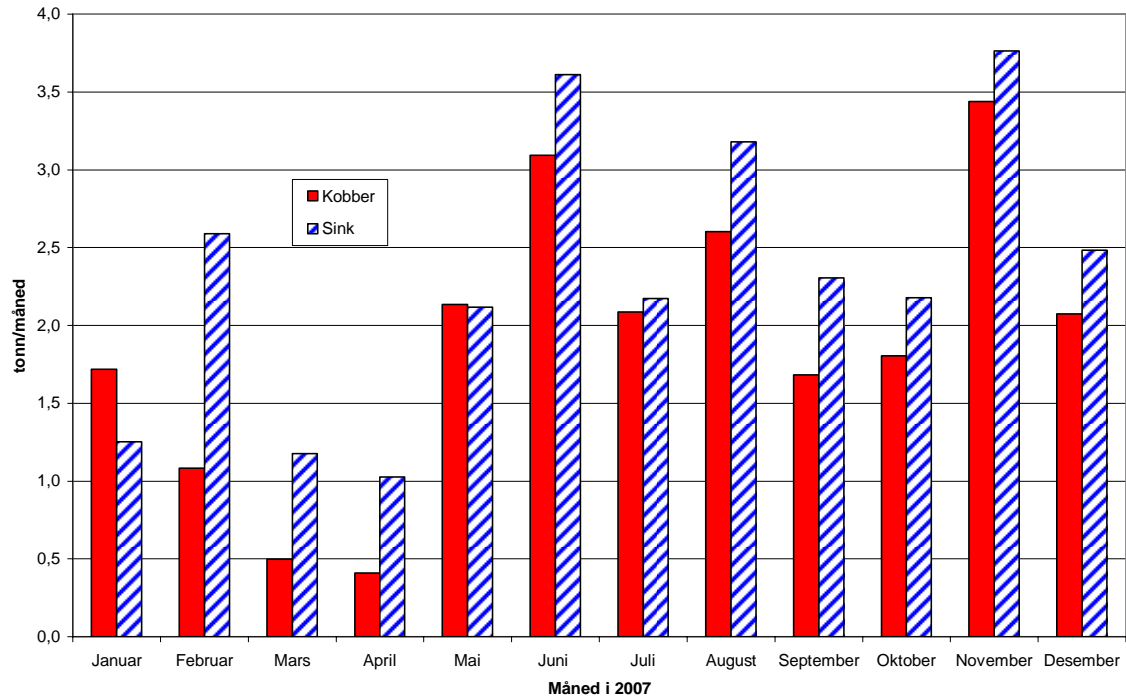
Beregningene viser at kobber- og sinktransporten økte en del i perioden 2003-2005. Økt kobbertransport i 2003 hadde sannsynligvis sin årsak i tilførsler av overløpsvann fra Mons Petter gruve. Den høye transporten i 2004 skyldes nedtapping av Ny-Sulitjelma gruve senhøstes 2004. I 2006 sank transporten en del igjen, men var fortsatt noe høyere enn i årene før det siste tiltaket ble gjennomført. I 2007 økte kobbertransporten en del til nivået en hadde i 2005.

Dersom en beregner vannmengden gjennom kraftverket på månedsbasis og multipliserer med analyseresultatene for den månedlige stikkprøven tatt den 15. i hver måned, kan en få et anslag for hvordan transporten fordeler seg i løpet av året. Figur 9 viser månedstransporten for kobber og sink i 2007. Resultatene viser at kobbertransporten var lav og avtakende i januar-april slik den vanligvis er om vinteren. En fikk en stor transportøkning under vårflommen i mai/juni måned. En legger også merke til at transporten fortsatt var høy resten av året. Vanligvis er sinktransporten litt høyere enn kobbertransporten. I februar-april var sinktransporten omtrent dobbelt så stor som kobbertransporten. En mulig forklaring på dette er at en har med flere kilder å gjøre og at en del overflatetilførsler avtar sterkt under vintersituasjonen når det er frost.

Tabell 5. Forurensningstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1986-2007.

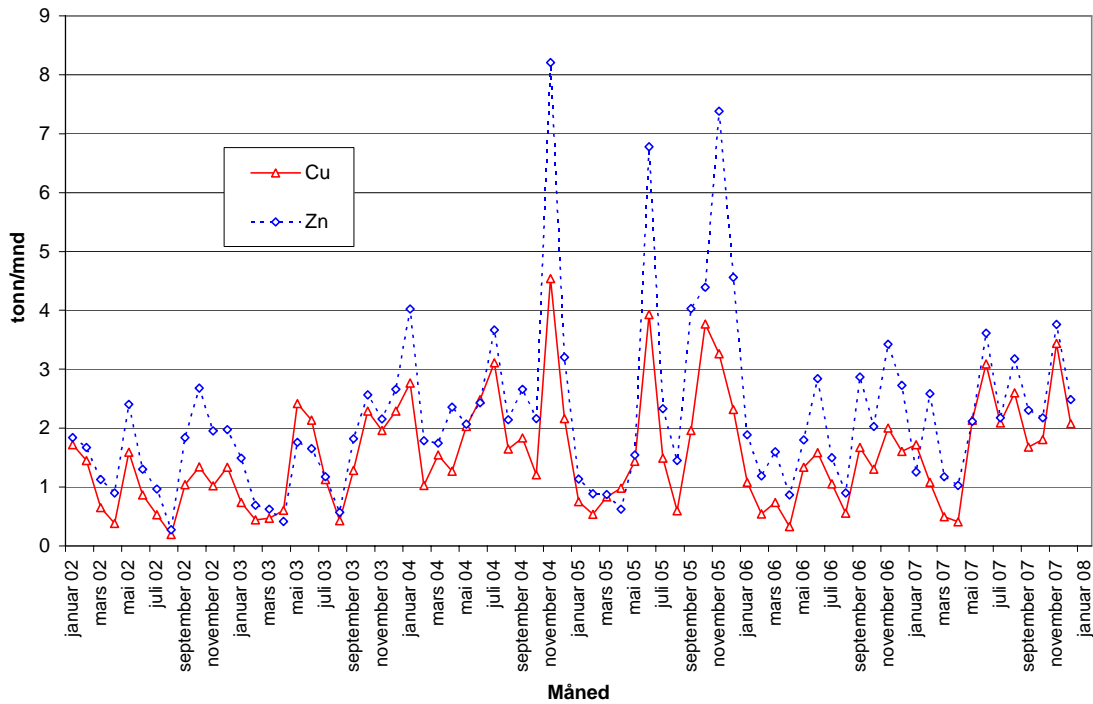
År	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år	Vannmengde mill. m ³ /år
1986	243	43	50	282		854
1987	160	28	41	137		780
1988	95	35	44	121	6288	827
1989	313	45	68	172	8852	1304
1990	175	34	45	97	6205	1116
1991	120	37	46	122	6078	926
1993	83	31	29	58	5150	1086
1994	46	15	12	47	3132	721
1995	120	27	24	76	4687	1000
1996	88	14	18	45	4172	1002
1997	127	17	34	71	5433	1176
1998	91	13	21	49	4268	970
1999	81	11	18	60	4113	857
2000	126	14	21	58	5112	1164
2001	97	11	16	45	4306	897
2002	93	12	20	51	5102	1020
2003	58	19	21	60	3607	771
2004	113	26	37	106	5400	964
2005	105	22	36	95	5476	1016
2006	66	16	26	128	4548	900
2007	71	22	28	80	4644	974

**Figur 8.** Årstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann ved Hellarmo.



Figur 9. Månedstransport for kobber og sink ved utløpet av Langvann på Hellarmo i 2007.

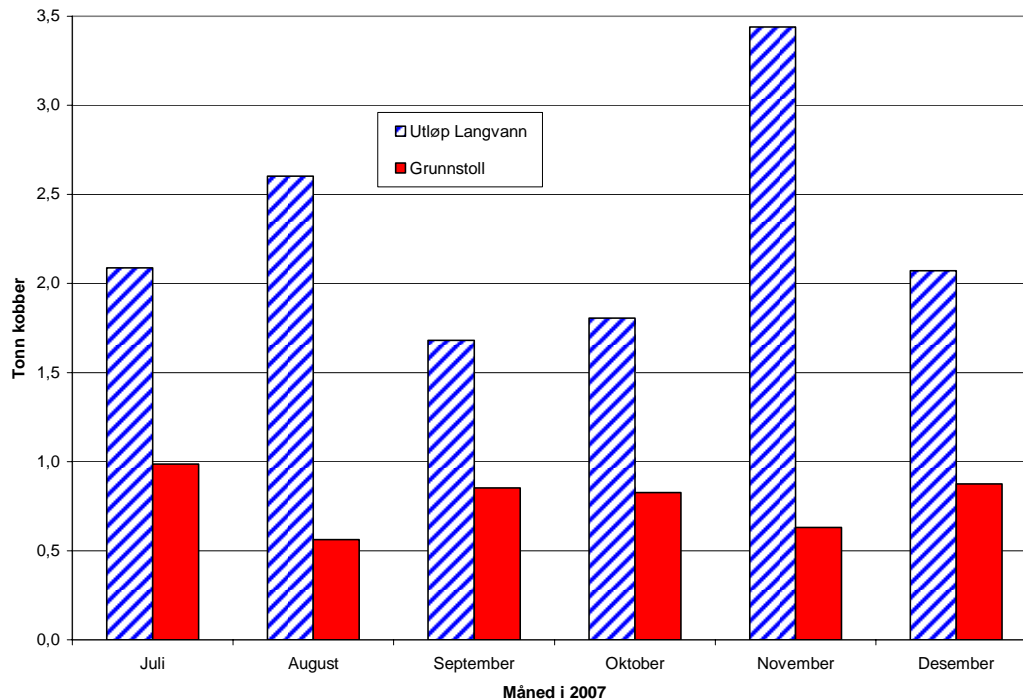
Det kan også være interessant å se på hvordan variasjonsmønsteret har vært de 6 siste år slik som vist i figur 10.



Figur 10. Månedstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann 2002-2007.

En ser at det var stor transport av kobber og sink i november 2004, juni 2005 og i oktober-november 2005. En ser at maksimum var betydelig lavere i 2006 og at transporten fortsatt var noe høyere enn i 2002 ved utgangen av året. I 2007 økte spesielt transporten av kobber en del i annet halvår sett i forhold til 2006.

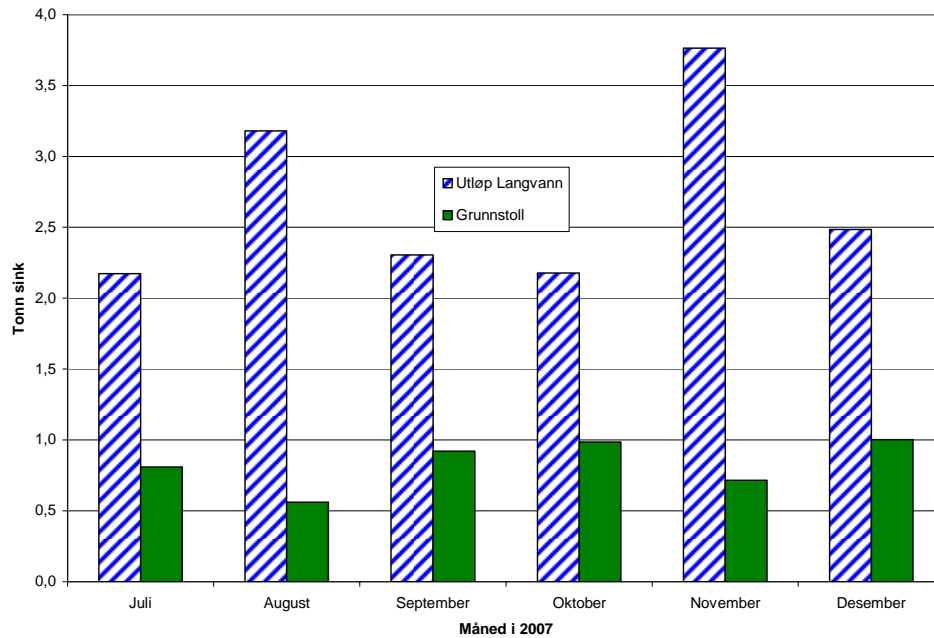
I annet halvår i 2007 ble det montert en vannføringslogger i Grunnstollen. Der derved mulig å sammenligne størrelsen på transporten ut av Grunnstollen med transporten ut av Langvann. Figur 11 og figur 12 viser månedstranporten av kobber og sink i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann for 2. halvår i 2007. Resultatene viser at avløpet fra Grunnstollen er en stor forurensningskilde i nedbørfeltet. Det er vanskelig å gjøre en slik sammenligning av flere grunner. Et forhold er at vi vet lite om hvor stor den naturlige bakgrunnstranporten i nedbørfeltet er. Langvann har sannsynligvis alltid vært noe belastet med metalltilførsler idet malmen har sitt utgående i åssidene på begge side av Langvann (se figur 14). Dersom en som et eksempel antar at en naturlig bakgrunnskonsentrasjon for kobber ved utløpet av Langvann er ca. 5 µg/l, utgjør dette bidraget en materialtransport av størrelsesorden 20-25% av dagens transport. Et annet forhold er usikkerheten til hvor lang oppholdstiden er i Langvann for tilførslene fra Grunnstollen. Selv om en tar hensyn til dette, synes det datamaterialet en har for annet halvår å antyde at tilførslene fra Grunnstollen utgjør for tiden omkring 50 % av tilførslene til Langvann hva kobber angår.



Figur 11. Månedstranport av kobber i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann i 2. halvår i 2007.

Sannsynligvis er situasjonen slik at en har med mange mindre enkeltkilder å gjøre. Det blir derfor en komplisert oppgave å lage en god materialbalanse for nedbørfeltet. Av de større kildene som en har mindre kunnskap om, er industriområdet på Sandnes (se figur 13). Det ble gjort en enkel undersøkelse av vannkvaliteten til grunnvann i dette området i 1991 (Iversen et al, 1991). Det ble funnet at grunnvannet i det området hvor det er deponert avgang over vannspeilet i Langvann (utenfor oppredningsverket til venstre på fotoet) var sterkt surt og inneholdt mye sink. Situasjonen har kanskje ikke endret seg så mye siden 1991. En prøvetaking i Langvann utenfor området kunne kanskje bidratt til å klargjøre betydningen av eventuelle tilførsler fra dette området.

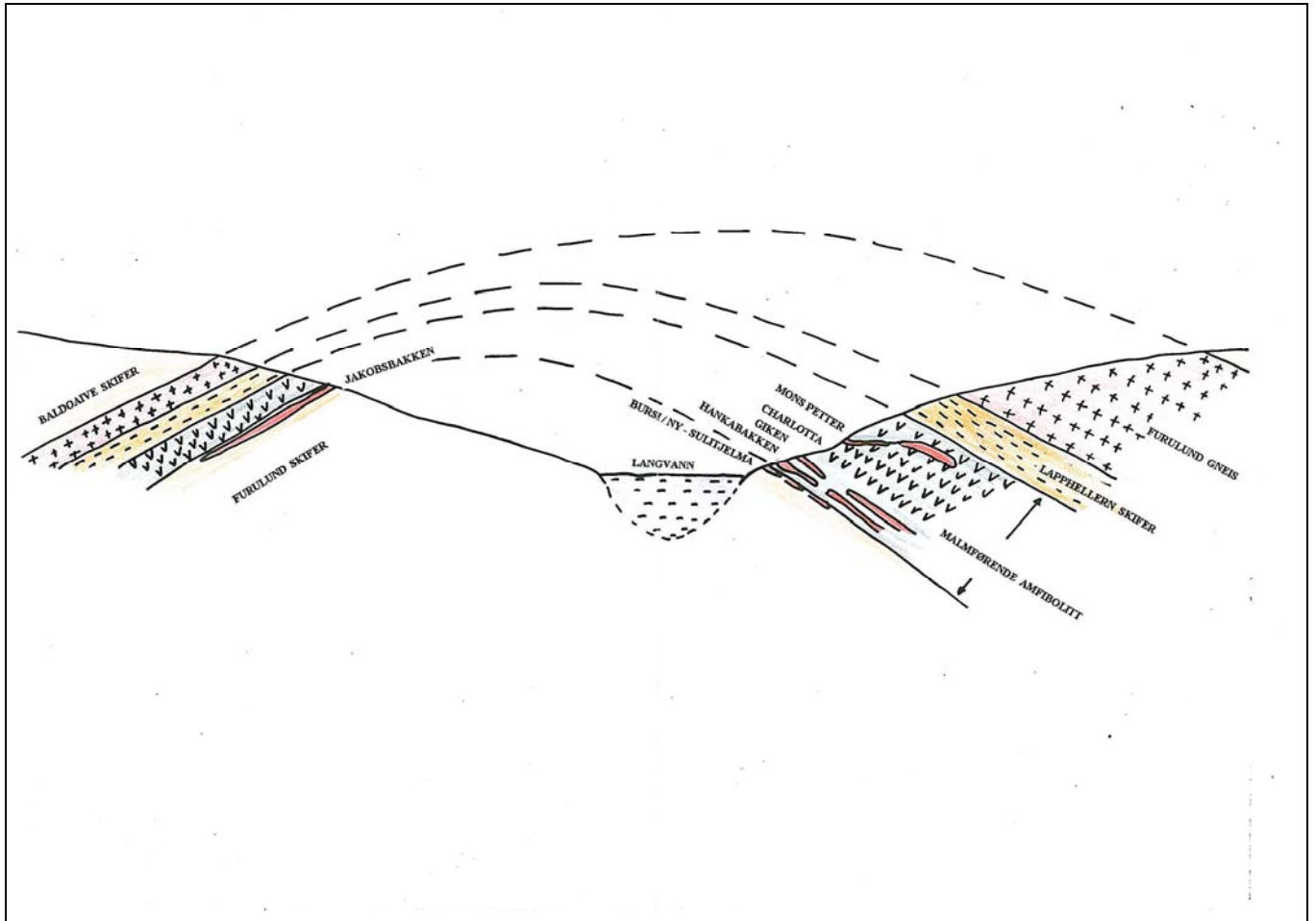
Det knytter seg også noe usikkerhet til beregning av forurensningstransporten i Grunnstollen. Det er mulig at prøvetakingsopplegget er noe for enkelt for å få korrekte verdier. En vet så langt ingenting om hva som hender i flomperioder som i uke 51 i 2007 og hvilke metallmengder som går ut av gruva under slike situasjoner. Det er uklart hva som hender når store mengder rent overflatevann trenger inn i gruva, om vannet skyver ut forurenset vann fra gruva eller om det skjer en fortykning av gruvevannet.



Figur 12. Månedstransport av sink i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann i 2. halvår i 2007.



Figur 13. Industriområdet på Sandnes i 1991.



Figur 14. Profil over Langvannsdalen med markering av gruver.

4. Analyse av metallinnhold i fisk fra Langvann

NIVA mottok i august måned to røyer og en ørret fra Langvannet i Sulitjelma for analyse av tungmetaller. Fisket ble utført den 15.7.2007 og fisken ble innsendt i frossen tilstand. Vi vil ta med resultatene fra undersøkelsene i denne rapporten. Resultatene er presentert og kommentert sammen med noen biologiske data fra hver enkelt fisk.

I tabell 6 er oppført biologiske data for de tre innsendte fisk.

Tabell 6. Fisk fra Langvann 15. juli 2007*

Fisk nr	Art	Lokalitet	Lengde cm	Vekt g	Alder vintre	K-faktor	Kjønn	Stadium	Kjøttfarge	Mageinnhold
1	Røye	Fagerli	34,5	499	4	1,22	Hann	1	Rød	Fjærmygglarver, pupper, imago
2	''	Utenfor Avilon	36	504	5	1,08	''	2	Hvit	''
3	Ørret	''	40	714	≥5	1,12	Hunn	7/2	Rød	Vårfluelarver

*Fiskens totallengde er målt fra snutespiss til ytterste flik av halefinne, alderen er bestemt ved hjelp av otolitter (ørestein). K-faktoren, som er et uttrykk for fiskens kondisjon, er fiskens vekt i gram $\times 100$: fiskens lengde cm^3 .

Fiskene var i meget god kondisjon og to av dem hadde rød kjøttfarge. Alderen (4-5 år) viser at fiskene hadde hatt god vekst og de to røyene var ikke kjønnsmodne. Ørreten var en såkalt "hviler", dvs en fisk som hadde tidligere gytt, men ikke skulle gyte inneværende år. Mageinnholdet besto for røyene sin del vesentlig av fjærmyggpupper og -imago (voksne fjærmygg). Ørreten hadde vesentlig spist vårfluelarver. Alle magene var velfylte. Fiskene ble spist og var velsmakende.

I tabell 7 er oppført resultatene av metallanalysene for hver enkelt fisk. Fiskens nummer for hver enkelt er de samme som i tabell 6.

Tabell 7. Tungmetaller i fisk fra Langvann 15. juli 2007*, mg/kg våtvekt.

Fisk nr	Art	Cu		Zn		Cd		Pb	
		Lever	Filét	Lever	Filét	Lever	Filét	Lever	Filét
1	Røye	22,4	0,43	40,4	6,70	0,416	0,007	0,03	<0,02
2	''	46,1	0,48	49,7	5,54	0,682	0,018	0,08	<0,02
3	Ørret	334	0,63	55,7	7,77	1,62	0,011	<0,02	<0,02
Middel		134	0,51	48,6	6,67	0,906	0,012	0,04	<0,02
Bakgrunnsverdier		1-40	0,1-0,8	20-80	1-10	0,03-0,3	0,002-0,01	0,02-0,2	0,002-0,1

*Filét (ca 50 g fra hver fisk) og hel lever ble frosset og senere analysert vha ICPMS etter oppslutning. Bakgrunnsverdier etter Grande (1987).

Resultatene viser at samtlige metallverdier for filéprøvene ligger innenfor det som antas å være bakgrunnsverdier, dvs. verdier fra fisk fra lite påvirkede områder. Middelerdiene for kadmium og kobber i lever ligger imidlertid betydelig over bakgrunnsverdiene. Dette skyldes først og fremst ørreten i materialet som hadde et spesielt høyt innhold av disse metallene. Om dette kan ha direkte konsekvenser for fisken er usikkert, men synes ikke å ha hatt effekter overfor denne ørreten som tilsynelatende var i god kondisjon. Fordi leveren i laksefisk ikke er gjenstand for menneskelig konsum, er resultatene uinteressante i denne sammenheng. Verdiene i filét er som nevnt omkring bakgrunnsnivå. Fisken kan derfor, så vidt vi kan se, ikke utgjøre noen fare ved konsum på grunn av

innholdet av de her analyserte metaller. Det tilligger imidlertid helsemyndighetene til en hver tid å vurdere dette.

Det skal til slutt nevnes at vannanalyser av metaller i Langvannet viser at nivået av de vanligste metaller fra kisgruveforurensninger er omtrent likt i det en har i mange vassdrag i Norge ved relativt gode bestander av laksefisk (Grande, 1991). Effektene av metallene er imidlertid avhengig av vannkvaliteten for øvrig. Spesielt er kalsiuminnholdet av betydning. I Langvannet er dette omtrent på samme nivå eller litt lavere (4,2-5,57 i 2007) enn i flere av de nevnte vassdragene. Dersom ikke vannkvaliteten og metallinnholdet endrer seg vesentlig i negativ retning i forhold til de nivåene en har observert i 2007, kan en forvente at Langvannet etter hvert kan få en brukbar bestand av ørret og røye.

5. Samlet vurdering

Det har nå gått nesten 3 år etter at de siste tiltakene ble avsluttet. Ved utgangen av 2007 kan en ikke se noen endringer av betydning i vannkvaliteten i Langvatn ved utløpet på Hellarmo. Etter 2002 har vannkvaliteten vært tilnærmet stabil mht tungmetallnivå hvis en legger årsmiddelverdier til grunn. En har ingen god forklaring på hvorfor metallkonsentrasjonene (kobber og sink) økte i 2003 og har holdt seg på samme nivå siden. Metallkonsentrasjonene i Langvann varierer en del i løpet året. De er på det laveste på ettervinteren. Dette er en naturlig følge av at avrenningen fra kilder i dagen er liten samtidig som kraftverkene går for fullt.

Vannkvaliteten ved overløpet av det vannfylte gruvesystemet i Nordgruvefeltet har vært fulgt opp siden det første overløpet kom i 1997. Det var i flere år svært lave kobberkonsentrasjoner ved overløpet fra Kjell Lund sjakt. Etter at avløpet fra Mons Petter gruve ble koblet til, har det vært en gradvis forverring av vannkvaliteten ved overløpet ved at pH-verdiene har falt og kobberkonsentrasjonene har økt betydelig. I 2007 ble det montert en vannføringslogger ved utløpet av Grunnstollen. Derved blir det mulig å vurdere hva endringer i vannkvalitet betyr til enhver tid for forurensningstilførslene til Langvann.

Foreløpige tall fra annet halvår i 2007 viser at utslippet av gruvevann fra Nordgruvefeltet er en stor kilde i gruvefeltet, men resultatene så langt tyder på at tilførslene fra gruva neppe utgjør mer enn ca 50 % av kobber- og sinktransporten ved utløpet av Langvann. En trenger noe mer tid for å vurdere dette pga oppholdstiden i innsjøen. Foreløpig ser det ikke ut til at økt kobbertransport fra Kjell Lund sjakt har hatt noen vesentlig betydning for vannkvaliteten på Hellarmo.

Resultatene for en del av inngående vann til gruva (Sorjus) tyder på en forverring også her. En bør vurdere å følge opp dette nærmere, om mulig også med vannmengderegistrering.

En har ikke kommet noe nærmere mht å fastslå hvilke andre kilder en har som er av betydning. De kildene som en har kontrollert i 2007 og i tidligere år synes ikke å være så store at de betyr noe for tilstanden i Langvann. Dette gjelder Furuhaugen gruve, Avilon stoll (Sagmo gruve), Bursi dagbrudd, Bursi stoll og Jakobsbakken gruve. Siden forurensningstransporten økte merkbart i 2003, kan det synes logisk at endringene har sin årsak i vannfylling av Nordgruvefeltet. Det er sjekket for mulige lekkasjer uten å kunne påvise noe unormalt. I 2007 ble det tatt stikkprøve av bekken som tidligere mottok drensvann fra Mons Petter gruve uten at en kunne påvise noe unormalt her.

En annen kilde med større forurensningspotensiale er industriområdet på Sandnes. Det ble foretatt en enkel undersøkelse av grunnvannet i dette området i 1991. Den gangen syntes ikke materialet å tyde på store problemer her. Største kilde var avgangen som er deponert over vannspeilet i Langvann. Grunnvannet i dette området var sterkt surt og inneholdt mye sink, men relativt lite kobber. En forventer ikke store endringer i forurensningstilførslene herfra i løpet av korte tidsrom.

Når en får sikrere data for tilførslene fra Grunnstollen, vil det være lettere å vurdere materialbalansen. En prøvetaking i Langvann kan kanskje også gi noe informasjon om viktige kilder.

Det er fortsatt fisk i Langvann og den synes å være i god kondisjon. Det vil ikke ha noen helsemessige konsekvenser å spise den. Kobbernivået i Langvann er imidlertid så vidt høyt at det ikke bør øke vesentlig over dagens nivå før det får konsekvenser for fiskebestanden. Det har imidlertid alltid vært fisk i Langvann, også på 1970-tallet da kobbernivåene var mye høyere. Den gangen sto fisken utenfor de store elvene Balmi, Rupsi og Villumelva som fører rent upåvirket vann til Langvann.

6. Referanser

Grande, M. 1987. Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport, O-85167, l.nr. 1979, 34 s.

Grande, M. 1991. Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-rapport O-89103, l.nr. 2562, 136 s.

Iversen, E., Knudsen, C-H, Høydahl, Ø., 1991. Sulitjelma Bergverk AS. Tiltak for å begrense tungmetallavrenning.. NIVA-rapport. O-91092, L.nr. OR-2643, 38 s.

Vedlegg A. Analyseresultater 2007

Tabell 8. Analyseresultater. Stasjon 5. Langvann ved utløp Hellarmo.

Dato	pH	Kond	Turb	SO₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co
		mS/m	FNU	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
15.01.2007	7,07	4,12	0,45	5,10	4,88	0,72	32,6	80	19,2	14,0	0,02	0,029	3,80	0,09	0,24
15.02.2007	7,12	3,57	0,41	3,89	4,23	0,56	19,8	39	11,7	28,0	0,68	0,045	3,87	0,70	0,26
15.03.2007	7,02	3,52	0,66	3,76	4,29	0,56	20,1	39	7,99	18,9	0,11	0,032	4,37	0,75	0,24
15.04.2007	7,07	4,44	0,53	4,03	4,54	0,76	28,4	42	9,52	23,9	0,12	0,046	4,68	0,82	0,27
15.05.2007	7,16	4,44	0,40	5,03	4,99	0,75	43,0	55	23,1	22,9	0,01	0,190	6,62	0,65	0,61
14.06.2007	7,25	4,69	0,58	6,00	5,57	0,79	52,2	110	31,5	36,8	0,11	0,130	8,72	0,86	0,71
15.07.2007	7,25	3,80	0,68	4,56	4,75	0,62	43,0	92	29,0	30,2	0,01	0,084	5,98	0,61	0,54
15.08.2007	7,21	3,88	0,40	4,90	5,08	0,67	43,7	79	28,4	34,7	0,09	0,093	8,66	0,56	0,55
15.09.2007	7,31	4,01	0,55	4,61	5,09	0,65	29,2	53	22,1	30,3	0,37	0,080	6,34	0,65	0,49
15.10.2007	7,21	4,14	0,60	5,02	5,22	0,74	45,0	92	29,1	35,1	0,06	0,083	8,13	0,52	0,58
15.11.2007	7,20	4,41	0,83	5,65	5,60	0,73	50,4	120	34,9	38,2	0,13	0,100	8,54	0,32	0,71
15.12.2007	7,01	4,11	1,31	4,78	5,34	0,61	35,5	79	22,7	27,2	0,10	0,077	6,04	0,19	0,48
Gj.snitt	7,16	4,09	0,62	4,78	4,97	0,68	36,9	73	22,4	28,4	0,15	0,082	6,31	0,56	0,47
Maks.verdi	7,31	4,69	1,31	6,00	5,60	0,79	52,2	120	34,9	38,2	0,68	0,190	8,72	0,86	0,71
Min.verdi	7,01	3,52	0,40	3,76	4,23	0,56	19,8	39	7,99	14,0	0,01	0,029	3,80	0,09	0,24

Tabell 9. Analyseresultater. Utløp Grunnstoll i 2007.

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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
15.01.2007	3,27	204	1269	305	48,3	10,6	31,8	8,18	14,0	0,020	0,029	3,80	0,091	0,236	12,2	
15.02.2007	3,31	201	1386	318	43,6	12,3	25,3	7,38	12,7	0,020	0,026	3,25	0,086	0,225	12,8	
15.03.2007	3,22	209	1186	308	50,0	12,3	25,0	7,35	14,8	0,020	0,023	3,78	0,088	0,255	12,1	
15.04.2007	3,58	185	1180	318	47,8	9,57	34,2	5,62	12,6	0,020	0,023	3,62	0,089	0,223	11,6	
15.05.2007	3,11	218	1365	334	53,9	20,0	51,1	12,7	17,9	0,030	0,036	3,95	0,100	0,291	14,8	
14.06.2007	3,05	206	1293	283	49,9	23,6	56,3	19,3	17,5	0,042	0,047	3,22	0,110	0,301	15,5	28,0
15.07.2007	2,97	210	1254	265	47,6	22,5	33,2	21,4	17,6	0,038	0,046	3,25	0,100	0,284	15,2	14,4
15.08.2007	3,07	206	1392	255	44,6	17,8	33,3	16,0	16,0	0,043	0,042	3,30	0,096	0,254	15,1	10,8
15.09.2007	3,06	208	1246	282	47,7	17,5	33,2	14,9	16,1	0,040	0,043	3,44	0,094	0,254	14,3	22,7
15.10.2007	3,08	202	1198	280	45,4	15,2	35,4	12,4	14,8	0,034	0,036	3,23	0,087	0,234	13,6	24,1
15.11.2007	3,18	191	1126	268	42,7	14,7	31,8	11,8	13,4	0,030	0,034	3,09	0,081	0,222	12,7	19,5
15.12.2007	3,21	184	1524	284	37,8	16,5	39,5	11,6	13,3	0,034	0,032	3,16	0,075	0,215	10,8	17,3
Gj.snitt	3,18	202	1285	292	46,6	16,0	35,8	12,4	15,1	0,031	0,035	3,42	0,091	0,250	13,4	19,6
Maks.verdi	3,58	218	1524	334	53,9	23,6	56,3	21,4	17,9	0,043	0,047	3,95	0,110	0,301	15,5	28,0
Min.verdi	2,97	184	1126	255	37,8	9,57	25,0	5,62	12,6	0,020	0,023	3,09	0,075	0,215	10,8	10,8

Tabell 10. Analyseresultater. Overløp Kjell Lund sjakt 2007.

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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
15.02.2007	3,40	224	1449	318	46,2	9,32	29,3	6,55	13,0	0,02	0,026	3,43	0,086	0,215	13,1
15.03.2007	3,83	201	1305	341	51,3	9,56	28,6	6,49	14,9	0,02	0,023	3,97	0,103	0,250	12,6
15.04.2007	3,71	174	1165	295	46,9	10,0	34,1	5,53	12,3	0,02	0,022	3,56	0,088	0,217	12,1
15.05.2007	3,19	232	1515	386	58,7	19,6	54,6	12,6	19,4	0,03	0,042	4,36	0,110	0,301	16,3
14.06.2007	3,02	220	1341	317	52,6	24,7	61,6	20,7	18,9	0,05	0,049	3,49	0,110	0,318	16,5
15.07.2007	2,96	226	1431	300	51,7	24,4	44,4	23,8	19,9	0,05	0,053	3,70	0,120	0,316	16,9
15.08.2007	3,05	221	1461	290	47,7	18,4	38,3	17,3	17,9	0,05	0,047	3,73	0,110	0,277	16,0
15.09.2007	3,04	227	1422	332	52,2	18,4	50,6	16,5	18,2	0,05	0,049	3,91	0,100	0,277	15,9
15.10.2007	3,03	228	1374	337	50,5	16,1	42,8	13,8	17,1	0,04	0,041	3,75	0,099	0,259	15,3
15.11.2007	3,17	194	1147	226	44,1	14,8	31,7	12,0	13,9	0,03	0,035	3,13	0,084	0,228	13,0
15.12.2007	3,15	217	1895	355	43,6	17,3	38,8	13,2	14,8	0,04	0,036	3,57	0,082	0,233	12,5
Gj.snitt	3,23	215	1410	318	49,6	16,6	41,3	13,5	16,4	0,036	0,038	3,69	0,099	0,263	14,6
Maks.verdi	3,83	232	1895	386	58,7	24,7	61,6	23,8	19,9	0,049	0,053	4,36	0,120	0,318	16,9
Min.verdi	2,96	174	1147	226	43,6	9,32	28,6	5,53	12,3	0,020	0,022	3,13	0,082	0,215	12,1

Tabell 11. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Bekk på Jakobsbakken ved inntak i kum

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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
15.06.2003	2,92	92,0	284,7	31,6	4,93	3,97	47,3	1,68	2,54	0,01	0,0091	0,628	0,023	0,032	5,61
15.09.2003	2,99	94,1	278,7	43,4	5,58	2,92	59,6	0,805	1,91	<0,01	0,0051	0,795	0,018	0,021	6,16
15.07.2005	2,95	83,0	243,7	34,4	6,05	5,08	35,6	1,51	2,82	0,01	0,0092	0,668	0,028	0,030	5,68
15.09.2006	3,14	73,2	215,9	34,5	5,40	3,92	30,2	1,13	2,18	0,02	0,0063	0,620	0,022	0,024	5,90
13.06.2007	3,02	74,4	231,7	30,6	5,59	5,52	31,8	2,08	3,15	0,01	0,0097	0,570	0,026	0,035	5,50

Tabell 12. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Gruvevann utløp Sorjus.

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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
15.09.1997	3,06	169	928	118	69,6	40,0	29,1	19,4	6,17	<0,05	<0,03	2,10	0,07	0,41	18,3
15.10.1999	3,26	147	829	116	60,5	34,1	16,4	15,2	4,35	<0,05	0,01	2,14	0,10	0,41	12,5
15.04.2000	3,37	165	168	24,8	12,4	7,05	3,05	2,89	0,83	<0,05	<0,005	0,50	0,02	0,09	2,36
15.07.2001	3,19	182	1135	168	84,3	46,5	24,3	20,3	5,67	0,022	0,008	2,82	0,12	0,50	18,1
01.02.2003	4,45	97,5	557	90,4	48,8	20,2	4,62	8,73	2,82	<0,01	0,009	1,70	0,07	0,32	6,96
15.06.2005	2,70	219	1117	168	34,5	25,2	96,6	35,7	25,5	0,082	0,089	3,24	0,15	0,35	18,6
15.05.2006	2,80	235	1356	186	48,3	38,5	107	33,8	27,8	0,036	0,088	3,41	0,18	0,46	23,8
13.06.2007	2,73	218	1338	116	38,1	36,3	171	60,1	30,7	0,049	0,104	2,71	0,18	0,45	20,5

Tabell 13. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Gruvevann utløp Avilon stoll.

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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
06.09.1978	3,24	264	1410	317	98,0		30,0	1,29	2,80		0,0066				
28.06.1979	4,58	147	800	30,1	46,0		1,57	0,26	0,84						
07.10.1998	4,94	51,1	265	60,8	3,93	4,80	1,56	0,08	0,29	0,0038	0,0008	0,66			
10.07.1982	2,94	201	3200	150	88,6	50,0	53,0	0,54	0,40	0,0125	0,0065	3,98			
23.08.1982	3,54	88,0	414	85,0	23,6	10,5	9,64	0,15	0,82	0,0047	0,0013	1,30			
07.10.1982	3,12	175	1000	122	49,5	50,0	60,1	0,57	3,57	0,0095	0,0048	3,56			
18.11.1982	3,38	99,3	470	86,9	33,7	17,0	14,0	0,17	1,38	0,0055	0,0020	1,60			
06.05.1983	3,18	121		77,4		13,0	22,0	0,17	2,46						
09.07.1989	2,96	157	1281	85,9	37,1	24,3	39,8	0,34	1,27		0,0016				
15.12.1990									<0,2		0,88	<0,05	<0,1	4,76	
15.12.1993	3,31	72,7	272	43,5	18,6	9,17	17,7	0,12	0,33		<0,05				
15.07.1994	3,10	92,7	332	48,1	22,7	11,6	23,3	0,16	0,30	<0,1	<0,01	1,03	0,090	<0,02	5,10
13.06.2007	2,81	228	1431	133	86,5	59,3	117	0,94	1,38	<0,01	0,0010	3,17	0,064	0,081	18,4

Tabell 14. Fysisk/kjemiske analyseresultater. Bekk fra Mons Petter gruve.

Dato	pH	Kond	SO₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Si
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
15.01.2001	3,07	112	371	102	16,5	2,53	28,3	4,02	7,95	<0.01	0,015	1,06	0,022	0,13	4,79
15.04.2001	3,21	119	422	127	24,8	7,89	10,4	4,94	8,55	<0.01	0,016	1,54	0,040	0,16	10,1
15.07.2001	3,10	167	820	203	33,8	2,68	28,6	4,75	15,0	<0.01	0,029	2,20	0,037	0,21	10,2
15.10.2001	2,98	155	752	180	28,9	2,85	30,9	4,89	13,3	<0.01	0,013	1,86	0,035	0,19	9,00
13.06.2007	3,67	41,3	155,1	31,5	6,64	3,42	1,07	3,24	0,961	<0,01	0,003	0,32	0,016	0,06	9,19

Vedlegg B. Oversikt over gruvenes driftstid og produksjon

DE FORSKJELLIGE GRUVERS DRIFTSTID																		Totalt produsert Mill. tonn							
NORDGRUVEFELTET																									
AR →	1885	1890	1895	1900	1905	1910	1915	1920	1925	1930	1935	1940	1945	1950	1955	1960	1965	1970	1975	1980	1985	1990	1995		
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
Palmberg 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	

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

Sum totalt >>> 26.057