

Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune Undersøkelser i 2010-2011



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

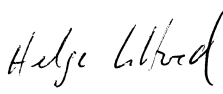
Tittel Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune Undersøkelser i 2010-2011	Løpenr. (for bestilling) 6236-2011	Dato 4.11.2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10408	Sider 23
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Nordland	Trykket CopyCat 2011

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning	Oppdragsreferanse Best. nr. 30/2010 05/00073-46
---	---

Sammendrag

De siste forurensningsbegrensende tiltakene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004 og fikk sin virkning våren 2005 da det vannfylte gruvesystemet fikk overløp. I tiden etter har pH-verdiene i overløpsvannet sunket noe, mens konsentrasjonene for kobber og aluminium har vist en økende tendens. Da vannmengdene siste år var betydelig høyere enn i de foregående 3 år, førte dette til økt metallbelastning på Langvann. En har ennå ikke kunnet observere noen vesentlige endringer i forurensningstilstanden ved utløpet av Langvann. Siste år ble transporten fra det vannfylte Nordgruvefeltet anslått til ca. 14 tonn kobber og 14 tonn sink, mens transporten ved utløpet av Langvann ble anslått til 18 tonn kobber og 21 tonn sink.

Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Vannkvalitet 3. Tungmetallavrenning 4. Sulitjelma	Fire engelske emneord 1. Pyrite Mining 2. Water Quality 3. Transport of Pollutants 4. Sulitjelma, Norway
--	--


Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

Helge Liltved
Forskningsleder

James Dedric Berg
Fagdirektør

O-10408

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

Undersøkelser i 2010-2011

Forord

Oppryddingsarbeidene etter mer enn 100 års gruvedrift i Sulitjelma har pågått over en lang tidsperiode. Arbeidene i forbindelse med sikring og begrensnig 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 forurensingssituasjonen etter at gruvedriften opphørte i 1991, og etter at de siste tiltakene ble avsluttet i 2004.

Direktoratet for mineralforvaltning (DIRMIN) har hatt ansvaret for miljøundersøkelsene siden 1998. Senioring. Steinar Nilssen har vært vår kontaktperson hos DIRMIN. 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.

Fra NIVA har ingeniør Arne Veidel hatt ansvaret for drift av målestasjonen for vannmengde i Grunnstollen, mens undertegnede har vært prosjektleder.

Oslo, 4. november 2011

Egil Rune Iversen

Innhold

Innhold	5
Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
2. Vannkvalitet	10
2.1 Prøvetakingsstasjoner og analysemetodikk	10
2.2 Stasjon 5. Utløp Langvann ved Hellarmo	10
2.3 Utløp Grunnstoll	11
3. Transportberegninger	13
3.1 Vannmengder	13
3.1.1 Utløp Langvann	13
3.1.2 Utløp Grunnstoll	14
3.2 Forurensningstransport	15
3.2.1 St.5 Utløp Langvann ved Hellarmo	15
3.2.2 Gruvevann ved utløpet av Grunnstoll	17
4. Samlet vurdering	20
5. Litteratur	22
Vedlegg A. Analyseresultater	23

Sammendrag

Gravedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991. I årene etter har det pågått et tidkrevende oppryddingsarbeid. En valgte å gå skrittvis fram og teste virkningene av nye tiltak over tid. De viktigste forurensningsbegrensende tiltakene har bestått i vannfylling av store deler av gruvesystemet i Nordgruvefeltet med samlet overløp på Grunnstoll-nivå. De siste tiltakene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004. Det endelige overløpet kom i drift i april 2005. I tiden etter har det pågått et oppfølgingsprogram for vannkvalitet i utgående vann fra gruva og ved utløpet av Langvann. Siden sommeren 2007 har en også målt kontinuerlig vannmengder ved utløpet av gruva. Dette har gjort det mulig å beregne forurensningstransporten fra den største enkeltkilden til vassdraget.

Undersøkelsene har vist at tilførslene av kobber fra det vannfylte Nordgruvefeltet er største kilde for kobbertransporten ved utløpet av Langvann. Gruvevannet fra det vannfylte Nordgruvefeltet kommer ut på Grunnstoll-nivå og føres til elva Giken. Tungmetallavrenningen via Grunnstollen kan variere mye avhengig av nedbørforholdene. I 2010-2011 ble det registrert en betydelig høyere vannmengde enn årene før, noe som førte til økt tungmetallbelastning på Langvann. En har imidlertid ennå ikke påvist noen forverring av forurensningstilstanden ved utløpet av Langvann på Hellarmo.

Tidligere undersøkelser har påvist at de andre forurensningskildene er delvis diffuse og fordeler seg på en rekke mindre enkeltkilder på begge sider av Langvann. Den naturlige bakgrunnstransporten av kobber til Langvann er tidligere anslått til inntil 20 % av transporten ved utløpet.

Etter at en fikk etablert vannføringsmålinger i Grunnstollen i 2007, har en beregnet følgende nøkkeltall for de fire siste hydrologiske år:

Stasjon	Vannmengde m ³	SO ₄ tonn	Al tonn	Fe tonn	Cu tonn	Zn tonn	Cd kg
Utløp Grunnstoll 2007/2008	661673	821	10,3	23,9	8,0	9,1	22,4
Utløp Grunnstoll 2008/2009	592358	722	10,4	24,7	7,3	8,3	20,5
Utløp Grunnstoll 2009/2010	520660	605	9,0	19,2	6,4	7,0	17,4
Utløp Grunnstoll 2010/2011	1029043	1182	20,2	39,5	14,5	14,4	44,2
Utløp Hellarmo 2007/2008	1012080598	4455	54,9	107,6	19,8	24,1	61,8
Utløp Hellarmo 2008/2009	908459159	3919	31,8	56,2	14,5	19,0	55,8
Utløp Hellarmo 2009/2010	937654091	3978	38,7	70,5	17,4	21,7	55,4
Utløp Hellarmo 2010/2011	921000000	4407	35,3	59,5	17,9	21,3	57,6

Siden vannmengder og forurensningstransport økte betydelig i 2010/2011 sammenliknet med de 3 tidligere år, anbefales det å følge situasjonen en tid fremover for å kontrollere om forholdene er stabile.

Summary

Title: Water Quality and Transport of Pollutants in the Sulitjelma Mining Area in 2010-2011

Year: 2011

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5971-1

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 sulphur.

The whole mining area drains into 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 surface. Waste rock and mines generate substantial acid rock drainage. However, the main problems are connected to the discharge of mine water in the Northern mining area. The heavy metal loading from the area have caused severe negative effects on the water system down to the fjord over a long period.

After mine closure in 1991 a complex remediation programme has been completed. About 20 mill NOK has been invested in securing the mines and in embarking on 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. By the end of 2011 the transport of copper at the outlet of Lake Langvann has been reduced by about 50 % compared to the situation at mine closure. The final flooding works were finished in November 2004. In April 2005 the first discharge from the flooded mine system took place.

Observations from the 4 last years show that the concentrations of copper and aluminium are increasing in the mine water from the flooded Northern Mining Area. In the latest period 2010-2011 the water flow in the mine has increased as well. This will make it necessary to monitor the water quality for the foreseeable future. Last year copper transport from the flooded mine was estimated to be about 14 tonnes, which contributed to approximately 80 % of the copper transport at the outlet of the recipient Lake Langvann.

1. Innledning

Gravedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991 vel 100 år etter at driften startet. Driften har pågått under flere eiere. Det siste selskapet Sulitjelma Bergverk AS, eid av staten fra 1985, opphørte som selskap i 1998.

I tiden etter driftsnedleggelsen Direktoratet for mineralforvaltning fortsatt arbeidene i forbindelse med sikring og tiltak mot vannforurensning, og fulgt opp forurensningssituasjonen i området.

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 Grunnstollnivå den 26.4.2005.

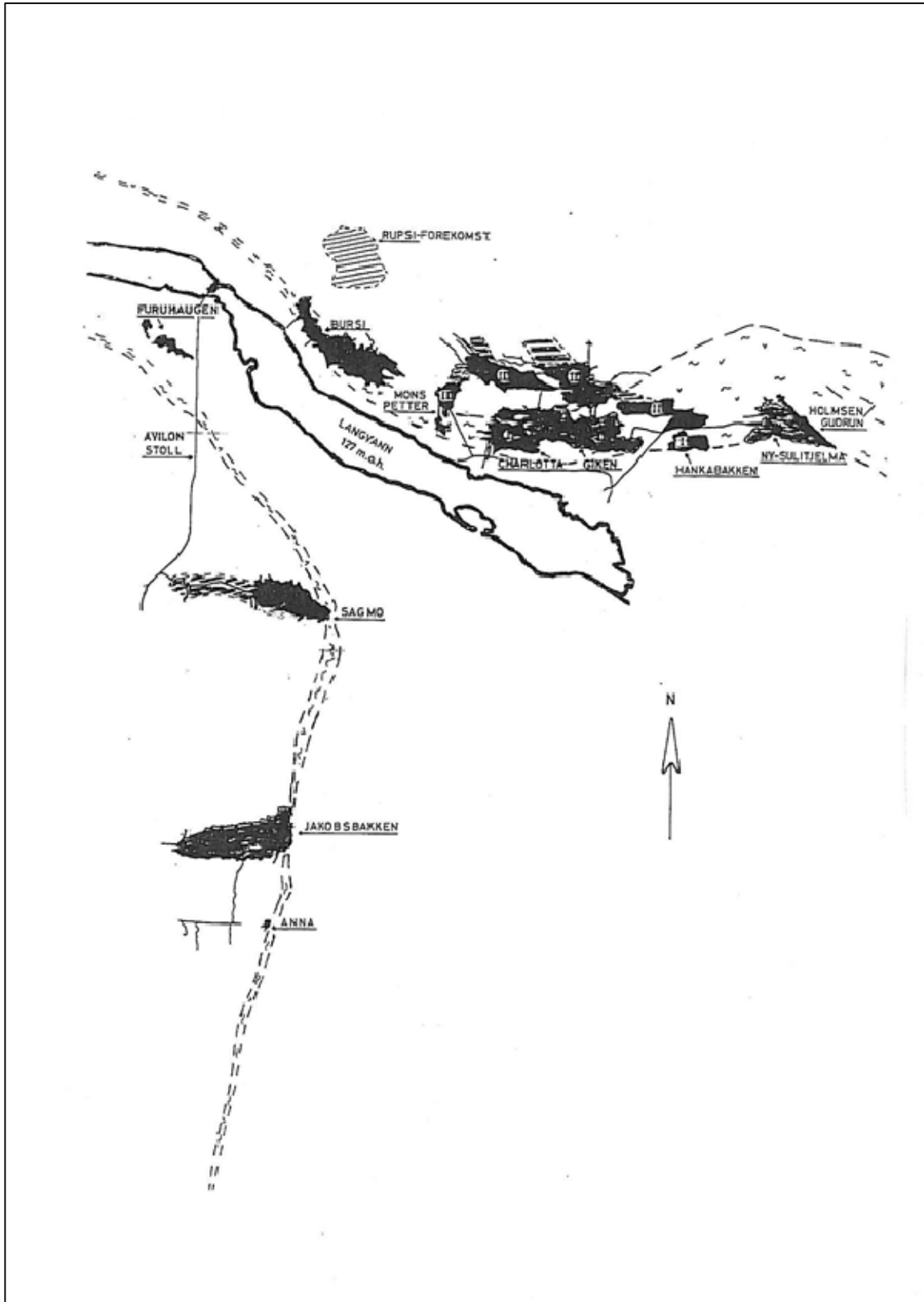
I 2008 ble det gjennomført både biologiske og fysisk/kjemiske undersøkelser i området (Iversen et al, 2009). I 2011 er det gjennomført supplerende biologiske undersøkelser (Kristensen, T. under rapportering). Undersøkelsesopplegget ble endret i 2010 slik at de heretter vil pågå i perioder på hydrologiske år. Denne rapporten beskriver resultatene for perioden 1.9.2010 – 31.8.2011.

Undersøkelsene har omfattet vannkvalitet og forurensningstransport fra den største enkeltkilden til Langvann, gruvevann fra Nordgruvefeltet. I tillegg har en som i tidligere år fulgt opp vannkvalitet og tungmetalltransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo.

Figur 1 er et kartutsnitt som viser vassdragsstrekningen fra Langvann til Fauskevika. Figur 2 viser lokaliseringen av gruveområdene på begge sider av Langvann.



Figur 1. Kartutsnitt av vassdragsstrekningen fra Langvann til Fauskevika.



Figur 2. Gruveområder i Suljelmafeltet.

2. Vannkvalitet

2.1 Prøvetakingsstasjoner og analysemetodikk

Programmet for undersøkelsesperioden har omfattet følgende stasjoner:

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsen i 2010-2011.

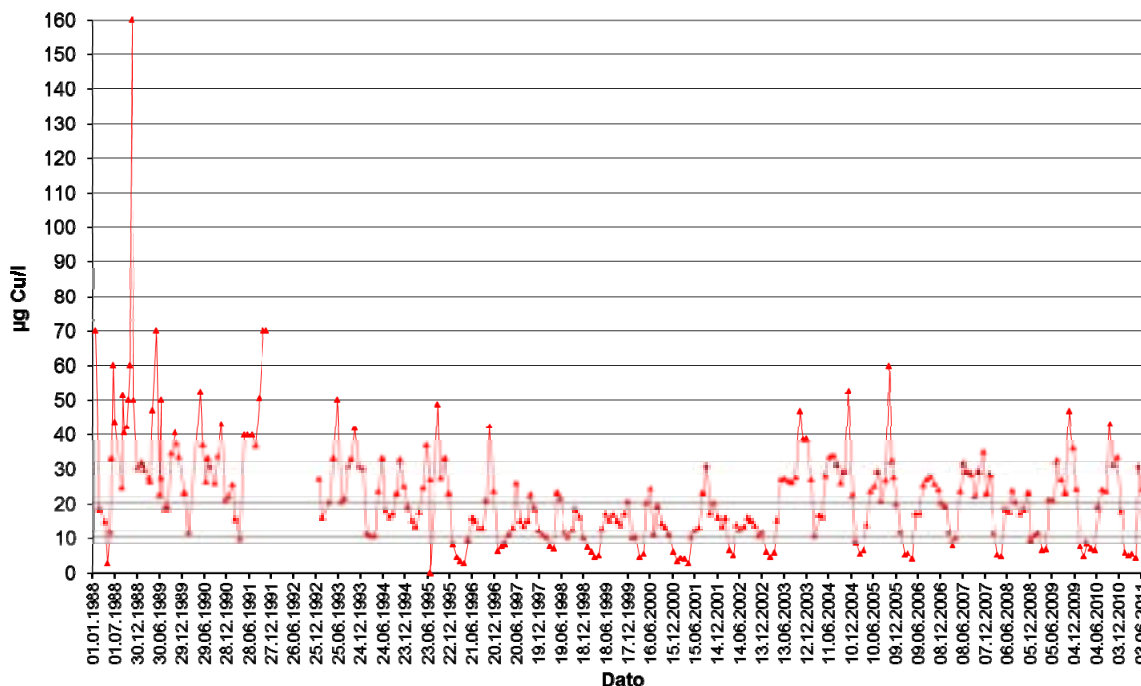
Navn	Posisjon målt med GPS
Gruvevann ved utløpet av Grunnstollen	N 67gr 09,091 min; Ø 16 gr 05,265 min
Stasjon 5. Langvann ved utløp på Hellarmo	N 67gr 10,112 min; Ø 15 gr 53,239 min

Ved valg av analyseprogram har en lagt mest vekt på tungmetallanalyser. Det er også tatt med parametre som beskriver generell vannkvalitet. Metallanalysene er utført vha ICP-teknikk (gruvevann) eller ICPMS-teknikk (Hellarmo). Alle analysene er utført av NIVAlab. Prøvene er tatt på prøveflasker utsendt av NIVA.

2.2 Stasjon 5. Utløp Langvann ved Hellarmo

I tabell 2 er det beregnet tidsveiede årlige middelerverdi for de viktigste analyseparametre. Figur 3 viser observasjonsmaterialet for kobber for perioden 1988-2011. Resultatene for siste måleperiode er samlet i tabell 8 vedlegg A bak i notatet. Vanligvis er metallkonsentrasjonene forholdsvis moderate om vinteren og øker om våren og i løpet av sommeren. I året 2010-2011 ble høyeste kobberkonsentrasjon målt til 43,3 µg/l den 15. september 2010.

Konsentrasjonene er delvis avhengig av nedbør og klima og produksjonen ved kraftverkene, dvs vanngjennomstrømningen gjennom Langvann. Om vinteren er tilførslene av surt, metallholdig gruvevann mindre fordi tilsiget til gruva avtar når det er frost. Likeledes er det mindre metallavrenning fra gruveavfall som er deponert i dagen om vinteren.



Figur 3. Kobberkonsentrasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1988-2011.

Tabell 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for St.5 Langvann ved Hellarmo. Hydrologiske år 1993-2011.

År	pH	Kond	Turb	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr
		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	µg/l
1993-1994	6,98	3,60	0,51	3,78	3,46	0,54	40,0	58,7	24,0	19,8	0,092	0,047	6,54	0,53	0,45	0,5
1994-1995	7,06	3,75	1,18	4,71	4,16	0,62	60,8	116,1	23,0	20,6	0,233	0,056	6,34	0,74	0,49	<0,5
1995-1996	7,04	3,39	0,61	4,19	3,86	0,54	42,8	82,0	16,8	15,2	0,097	0,052	4,82	1,07	0,38	<0,5
1996-1997	6,95	3,77	0,50	4,62	4,19	0,64		110,2	16,6	29,8	0,827	0,066	11,15	0,81	0,52	<0,5
1997-1998	6,95	3,54	0,51	4,53	3,90	0,60		101,3	14,1	23,6	0,072	0,056	10,16	0,57	0,48	<0,5
1998-1999	6,97	3,53	0,31	4,50	3,76	0,55		80,4	11,8	22,2	0,496	0,057	7,24	0,61	0,42	<0,5
1999-2000	6,98	3,62	0,54	4,70	4,08	0,58		117,5	14,2	20,8	1,522	0,061	8,27	0,69	0,43	<0,5
2000-2001	7,07	3,43	0,57	4,25	3,88	0,55		79,0	9,7	16,7	0,190	0,047	6,35	0,59	0,32	<0,5
2001-2002	7,06	3,90	0,54	5,30	5,23	0,66		109,0	14,9	21,9	0,381	0,055	9,17	0,84	0,45	<0,5
2002-2003	7,01	3,93	0,76	4,54	4,59	0,61		72,5	15,7	19,2	0,092	0,057	6,49	0,65	0,36	<0,5
2003-2004	6,93	4,01	1,04	5,20	4,82	0,69		107,8	29,0	35,6	0,130	0,099	7,71	0,89	0,59	<0,5
2004-2005	6,94	4,02	0,96	5,28	5,13	0,68		115,1	21,8	34,8	0,579	0,099	10,10	0,79	0,58	<0,5
2005-2006	7,14	4,11	0,55	5,26	5,23	0,68		81,7	20,1	34,4	0,110	0,159	8,80	0,76	0,54	<0,5
2006-2007	7,17	4,10	0,48	5,12	5,01	0,68	34,1	68,4	21,4	32,4	0,164	0,089	7,50	0,71	0,54	<0,5
2007-2008	7,08	3,85	1,27	4,42	4,76	0,62	50,0	98,3	19,9	24,3	0,116	0,093	6,90	0,51	0,45	<0,5
2008-2009	7,04	3,96	1,08	4,36	4,74	0,61	37,1	67,4	17,0	20,7	0,164	0,063	6,20	0,71	0,38	<0,5
2009-2010	7,12	4,03	0,80	4,34	4,58	0,61	41,5	74,1	19,1	23,5	0,131	0,060	7,04	0,70	0,44	<0,5
2010-2011	7,14	3,97	0,97	4,79	4,94	0,66	81,8	146,4	21,4	25,0	0,163	0,068	8,42	0,72	0,51	0,3

Figuren og tabellen foran 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. Resultatene for de 7 siste årene tyder på en stabil forurensningssituasjon. De variasjonene en har i metallkonsentrasjonene i løpet av året har sammenheng med hvor mye vann som tilføres innsjøen via kraftverkene samt av klima og nedbør. De noe høyere jern- og aluminiumkonsentrasjonene for 2010-2011 har sammenheng med nedtapping av Langvann i juli måned 2011. Dette medførte utvasking av partikler fra sedimentene i den tørrlagte strandsonen.

2.3 Utløp Grunnstoll

Tiltakene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004 og vannfyllingen av gruvesystemet ble startet umiddelbart. Det ble overløp fra Kjell Lund sjakt den 26.4.2005 kl 12:00. Fra og med den 27.4 ble det startet et månedlig prøvetakingsprogram der det ble tatt prøver av overløpsvannet fra Kjell Lund sjakt og lenger ut i Grunnstollen ved utløpet. Fra og med 2009 er det bare tatt prøver ved utløpet av Grunnstollen da erfaringene viste at det var forholdsvis beskjedne forskjeller i vannkvalitet mellom overløpet av Kjell Lund sjakt og ved utløpet av Grunnstollen. Resultatene for prøvetakingene i 2010-2011 er samlet i tabell 9 i vedlegg A. I tabell 3 er det beregnet tidsveiede årlige middelverdier for de enkelte analyseparametre for Grunnstollen. Sommeren 2007 ble det montert en kontinuerlig loggende vannføringsmåler ved utløpet av Grunnstollen. I oktober 2010 ble vannføringsmålingene utført i et nytt rør som ble støpt inn i grøfta i Grunnstollen samtidig som måleutstyret ble skiftet ut med en nyere og bedre type.

Tabell 3. Tidsveiede årsmiddelverdier for hydrologiske år 2005-2011. Utløp Grunnstoll.

Hyd.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	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
2005-2006	3,74	200,2	1276	332	50,1	10,2	45,1	8,70	16,83	0,025	0,036	4,17	0,11	0,26	12,5
2006-2007	3,19	205,2	1273	301	47,8	14,8	35,9	11,62	15,16	0,029	0,034	3,57	0,09	0,25	13,3
2007-2008	3,22	196,1	1231	287	45,0	15,3	35,7	11,74	13,69	0,033	0,033	3,25	0,09	0,23	13,0
2008-2009	3,19	199,2	1211	280	48,6	17,4	40,4	12,17	14,02	0,037	0,034	3,37	0,09	0,25	13,7
2009-2010	3,10	195,1	1140	257	46,4	17,4	35,5	12,37	13,44	0,040	0,033	3,16	0,09	0,25	13,3
2010-2011	3,12	197,0	1148	253	48,0	19,7	38,4	14,09	14,04	0,043	0,036	3,14	0,09	0,26	13,8

Beregningene i tabell 3 tyder på at samlet gruvevann har blitt gradvis noe surere etter 2005. Den tilsynelatende økte surhet har ført til økte kobberkonsentrasjoner og aluminiumkonsentrasjoner, mens det ikke kan påvises endringer av betydning mht de andre metallene eller sulfatkonsentrasjonene. Forholdene kan ha sammenheng med at på Grunnstollnivå har en å gjøre med gruvevann fra flere kilder som kan ha ulike avrenningsmønstre avhengig av nedbør og klima. En eller flere av kildene kan ha fått økt betydning. Det vil gå noen tid før en får tilstrekkelig erfaring mht om en har en stabil tilstand eller ikke.

Det er imidlertid vanskelig å vurdere utviklingene i konsentrasjonene mer detaljert uten også å sammenligne med vannføringsobservasjoner slik at en også kan beregne utslippsmengder. Vannføringsmålingene kom først i gang i 2. halvår i 2007. Det har vært noen driftsproblemer med vannføringsmålingene slik at en trenger noe mer tid for å få erfaring for hvor mye vedlikehold måleopplegget trenger.

3. Transportberegninger

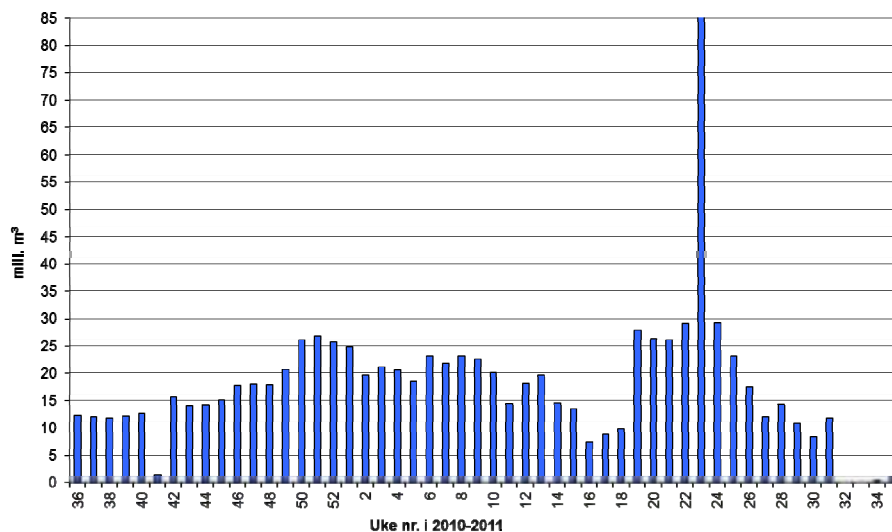
3.1 Vannmengder

3.1.1 Utløp Langvann

Vanligvis overføres hele avrenningen fra Langvann til Sjønstå Kraftverk. Når det er overløp på inntaksdammen, blir dette registrert. Året 2011 var spesielt idet Langvann ble nedtappet fra uke 23. Produksjonen i kraftverket ble derved redusert. Fra uke 32 var det ingen produksjon. Samlet avrenning i det hydrologiske året 2010 -2011 var nær normalt, 921 mill. m³. Figur 4 viser hvordan vannføringen fordelte seg på de enkelte uker i 2010 - 2011. I tabell 4 er det gjort en sammenstilling av beregnede verdier for årsavrenning i perioden 1996 - 2011.

Tabell 4. Beregnet årsavrenning ved utløpet av Langvann 1996-2011.

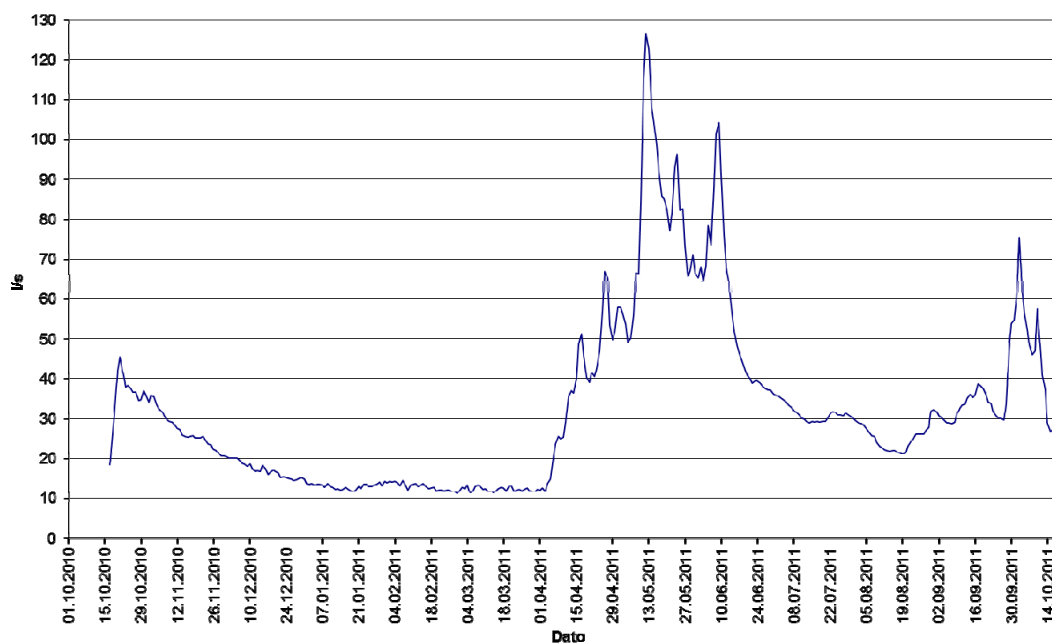
Hyd.år	Mill.m ³
1996-1997	1012,0
1997-1998	1118,0
1998-1999	811,3
1999-2000	1143,0
2000-2001	971,7
2001-2002	899,1
2002-2003	948,0
2003-2004	873,6
2004-2005	997,1
2005-2006	939,1
2006-2007	897,2
2007-2008	1008,2
2008-2009	934,9
2009-2010	947,7
2010-2011	921,0



Figur 4. Vannmengder ved utløpet av Langvann i 2010-2011 (SKS Produksjon AS).

3.1.2 Utløp Grunnstoll

Vannføringsmålingene i Grunnstollen kom i drift den 13.6.2007. Figur 5 viser døgnmiddelvannføringerne for året 2010 - 2011. Måleperioden er noe forskjøvet (18.10.10-17.10.11) da målingene først kom i gang 18.10.2010 etter stopp i målingene i august 2010. Høyeste øyeblikksvannføring ble målt til 159 l/s den 12. mai 2011 kl. 22:45. Sannsynligvis var vannføringen enda høyere da det var overløp på røret der målingene foretas. I tabell 5 er årsavrenningen beregnet for de 4 årene en har data fra. I siste måleperiode var det i første rekke i siste halvår at det var stor avrenning.



Figur 5. Døgnmiddelvannføringer i Grunnstollen i 2010-2011.

Tabell 5. Årsavrenning fra Grunnstollen.

Hyd.år	m ³
2007-2008	661720
2008-2009	592358
2009-2010	540000
2010-2011	1029043

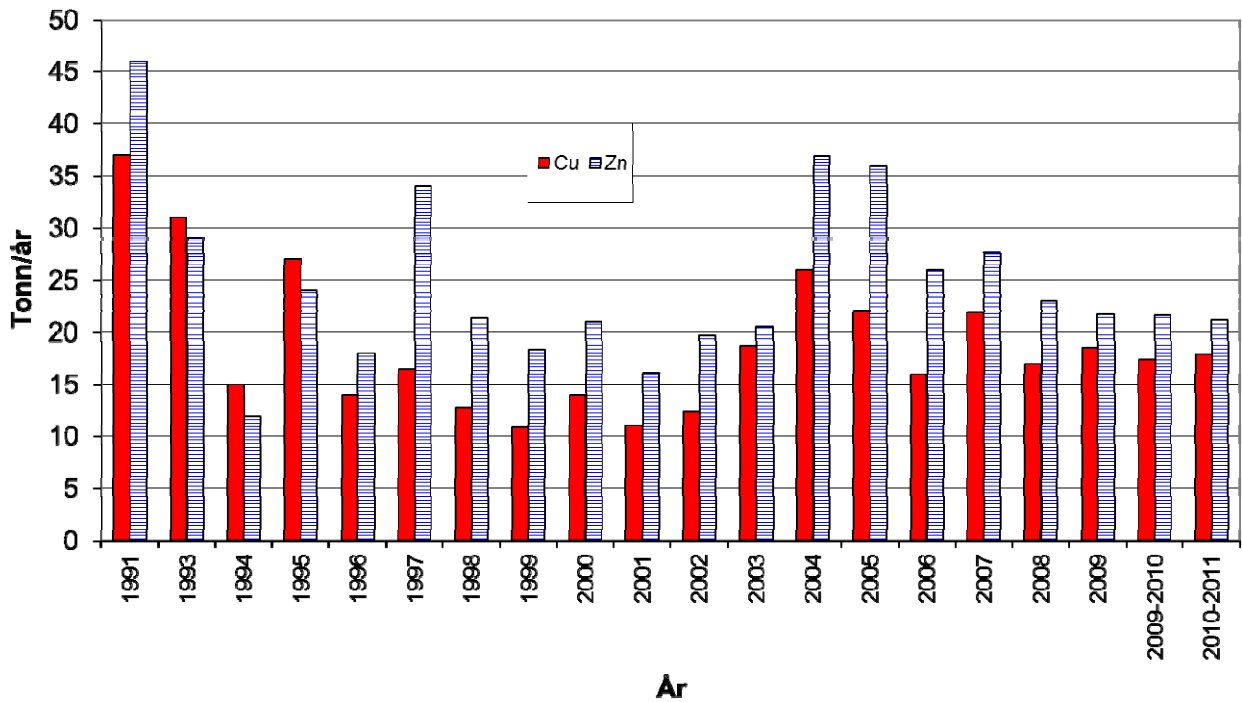
*Gjelder 18.10.10-17.10.11

3.2 Forurensningstransport

3.2.1 St.5 Utløp Langvann ved Hellarmo

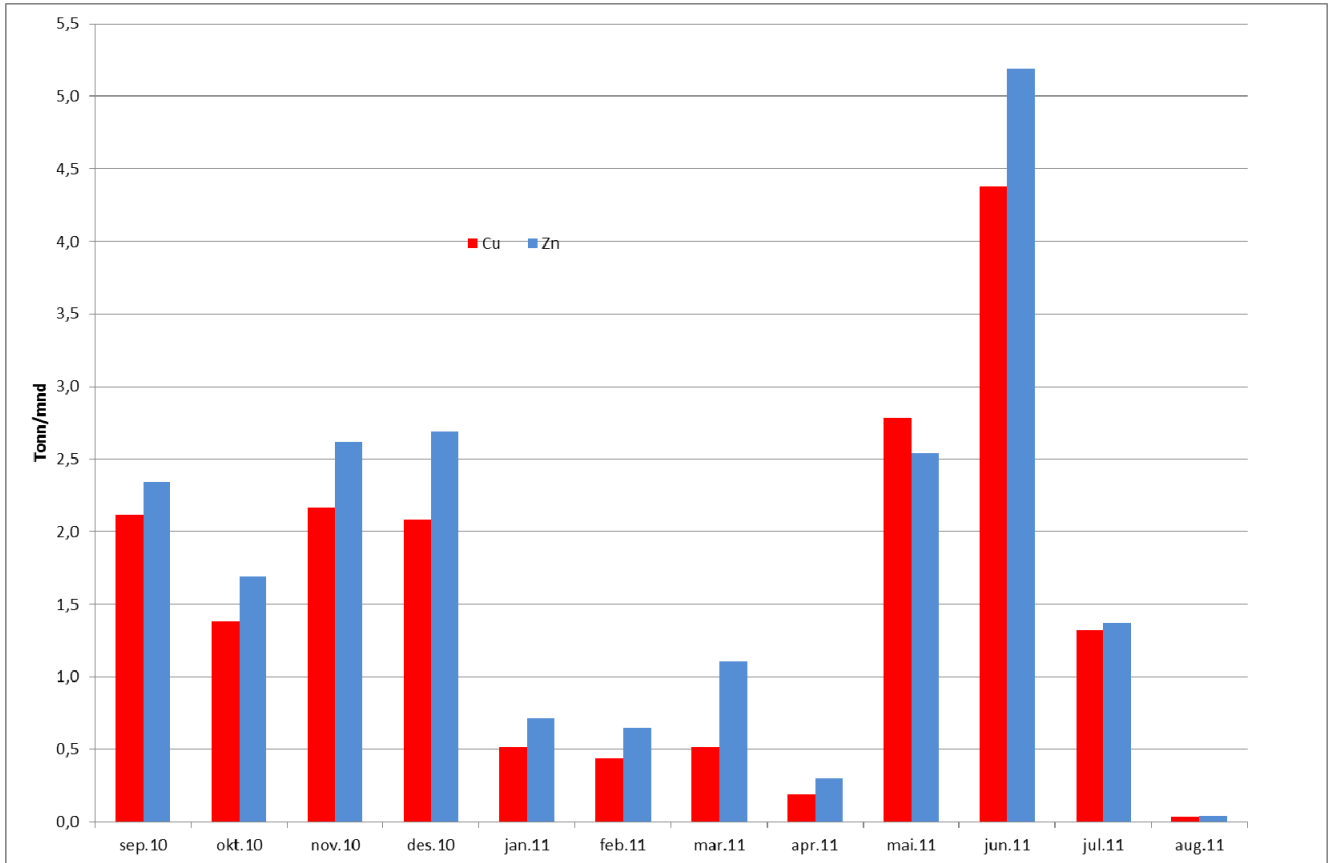
Ved hjelp av tidsveiede middelerverdier for de viktigste komponenter og samlet årlig avrenning fra Langvann (sum av vannmengde gjennom Sjønstå kraftverk og overløp på inntaksdam) kan en beregne et forholdsvis pålitelig tall for den årlige forurensningstransporten ved utløpet av Langvann. I tabell 6 har en på denne måten beregnet materialtransporten ved utløpet av Langvann for årene 1986-2011. Kobber- og sinktransporten for årene 1991 - 2011 er vist grafisk i figur 6.

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. I årene etterpå har transporten vært stabil selv om vannmengdene har vært svært forskjellige

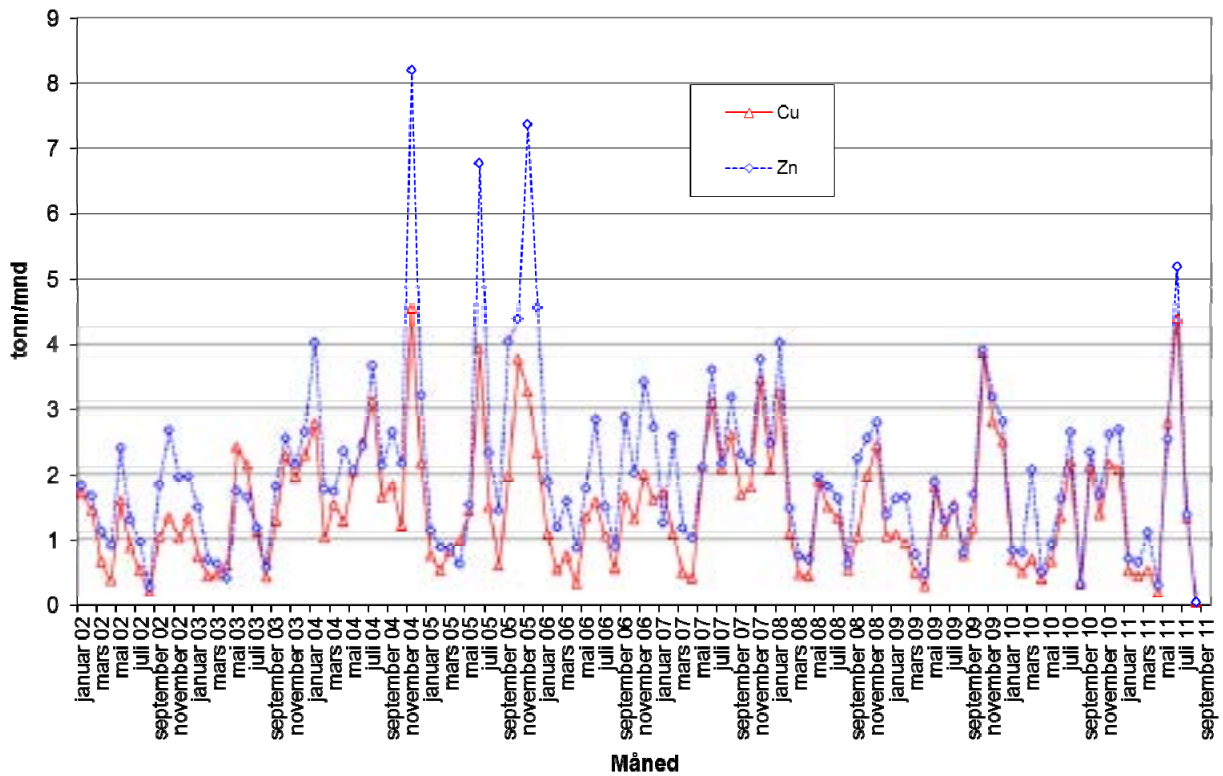


Figur 6. Årstransport for kobber og sink ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1991-2011.

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 7 viser månedstransporten for kobber og sink i året 2010-2011. Resultatene viser at transporten var høyest om høsten og sommeren. Den høye transporten i juni 2011 skyldes nedtappingen av Langvann. Årstransporten for kobber, sink og kadmium var svært lik transporten i foregående år. Det knytter seg en del usikkerhet til beregningen av månedstransport i det beregningsgrunnlaget kun baserer seg på en observasjon i hver måned. Figur 8 viser alle månedstransporter for kobber og sink etter 2002



Figur 7. Månedstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann ved Hellarmo i 2010-2011.



Figur 8. Alle transportobservasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 2002-2011.

Tabell 6. Forurensningstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1986-2011.

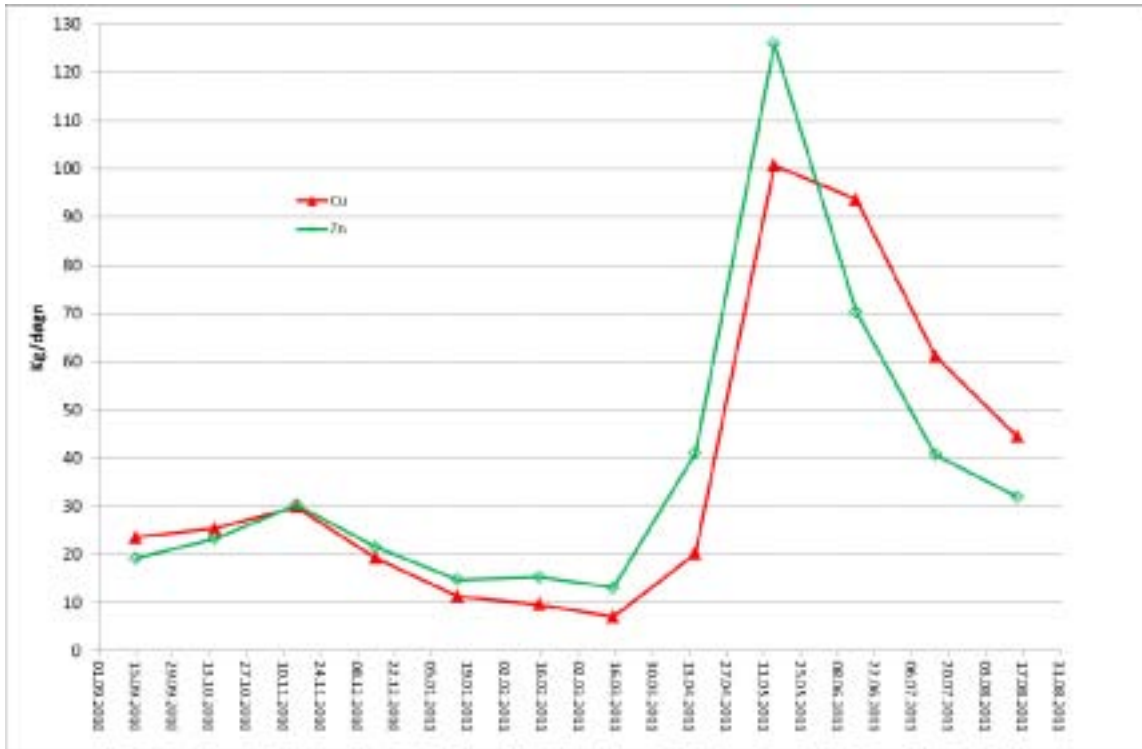
År	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Aluminium tonn/år	Sulfat tonn/år	Vannmengde mill. m ³ /år
1986	243	43	50	282			854
1987	160	28	41	137			780
1988	95	35	44	121		6288	827
1989	313	45	68	172		8852	1304
1990	175	34	45	97		6205	1116
1991	120	37	46	122		6078	926
1993	83	31	29	58		5150	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	36	4644	974
2008	104	17	23	59	53	4551	1056
2009	61	19	22	61	38	3878	834
2009-2010	70	17	22	55	39	3978	938
2010-2011	59	18	21	58	35	4407	921

3.2.2 Gruvevann ved utløpet av Grunnstoll

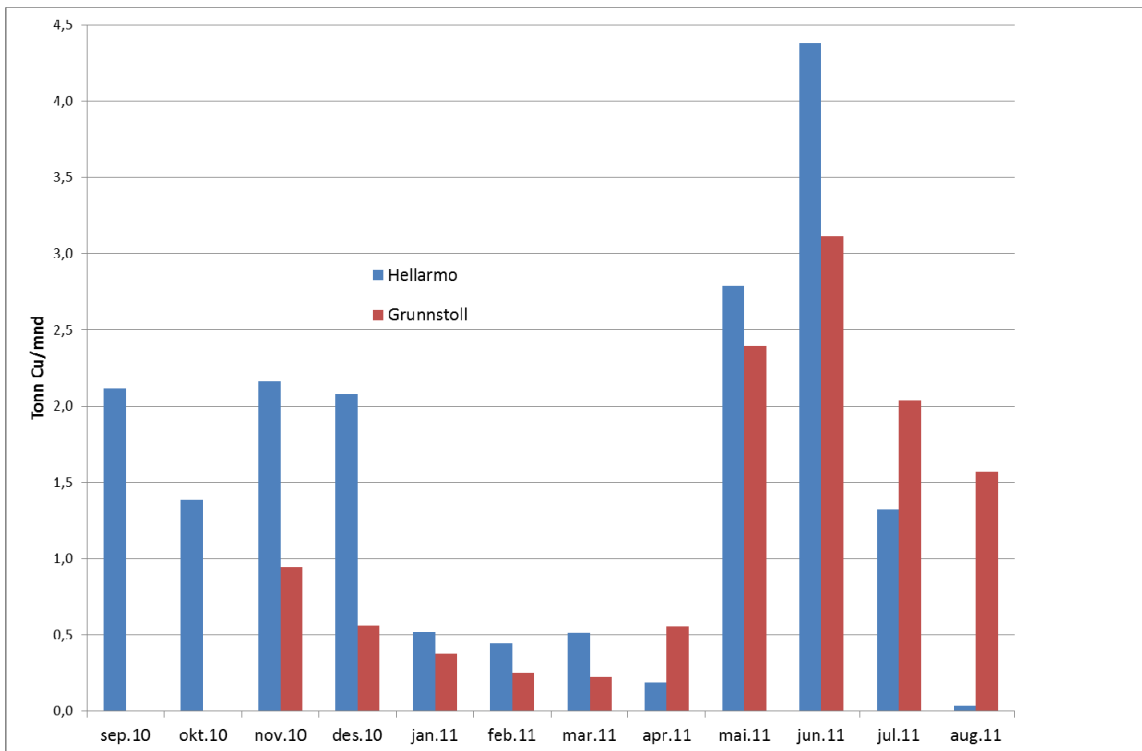
Vannføringsmålingene i Grunnstollen startet sommeren 2007. I perioden september-oktober 2010 er vannføringsmålingene ufullstendige. Da det foreligger enkeltobservasjoner ved alle prøvetakingstidspunktene har vi imidlertid vist grafisk beregnet øyeblikkstransport for kobber og sink i figur 9. Metalltransporten ut av Grunnstollen viser samme variasjonsmønster som vannføringen i Grunnstollen. Transporten var høyest under vårflommen og om sommeren.

Siden tilførsle fra Grunnstollen betyr mye for vannkvaliteten og metalltransport ut av Langvann, kan det være interessant å sammenligne den beregnede månedstransporten ved de to målepunktene. Figur 10 viser beregnet månedstransport for kobber i 2010 - 2011. For Grunnstollen har en anslått månedstransporten vha analysedata for den månedlige stikkprøven og vannmengden. Det er vanskelig å tolke en slik sammenligning idet vannet fra Grunnstollen har en viss oppholdstid på veien til utløpet av Langvann. I tillegg vet en at mye kobber også felles ut sammen med jern og aluminium i Langvann. Resultatene for 2010-2011 tyder på at tilførsle fra Grunnstollen betyr mye for vannkvaliteten i Langvann. Som nevnt er det vanskelig å gjøre slike sammenligninger fordi en også må ta oppholdstiden i Langvann i betraktning. Vann fra Grunnstollen kan f.eks lagre seg inn i de dypere lag av Langvann og vil evt. først komme ut igjen under sirkulasjonsperiodene. Når en likevel skal gjøre en

sammenligning, er det trolig riktigst å betrakte avrenningen over perioder på hydrologiske år (vannår). I dette tilfelle bruker vi perioden fra 1.september – 31.august.



Figur 9. Momentan transport av kobber og sink i Grunnstollen i 2010-2011.



Figur 10. Månedstransport av kobber i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann i 2010-2011.

I tabell 7 har vi gjort en beregning av årstransporten ved utløpet av Langvann og ved utløpet av Grunnstollen for de fire periodene en har data for.

Tabell 7. Årstransport i Grunnstoll og ved utløpet av Langvann i de hydrologiske årene en har data for

Stasjon	Vannmengde m ³	SO ₄ tonn	Al tonn	Fe tonn	Cu tonn	Zn tonn	Cd kg
Utløp Grunnstoll 2007/2008	661673	821	10,3	23,9	8,0	9,1	22,4
Utløp Grunnstoll 2008/2009	592358	722	10,4	24,7	7,3	8,3	20,5
Utløp Grunnstoll 2009/2010	520660	605	9,0	19,2	6,4	7,0	17,4
Utløp Grunnstoll 2010/2011	1029043	1182	20,2	39,5	14,5	14,4	44,2
Utløp Hellarmo 2007/2008	1012080598	4455	54,9	107,6	19,8	24,1	61,8
Utløp Hellarmo 2008/2009	908459159	3919	31,8	56,2	14,5	19,0	55,8
Utløp Hellarmo 2009/2010	937654091	3978	38,7	70,5	17,4	21,7	55,4
Utløp Hellarmo 2010/2011	921000000	4407	35,3	59,5	17,9	21,3	57,6

Beregningene for siste år viser at gruvevannet fra Nordgruvefeltet i denne perioden er en stor forurensningskilde i området. Resultatene avviker en del fra de tre første årene. Det har vært en reell økning i vannmengdene ut av Grunnstollen siste år. Dette har de som ferdes i gruva også observert. Dette var spesielt merkbart i siste halvår. I tillegg har en også påvist at kobber- og aluminiumkonsentrasjonene er økende. Dette tyder på at det har skjedd en endring i betydningen av de enkelte kildene i Nordgruvefeltet. En økt vanntilførsel kan ha forårsaket en økt tilførsel av metaller i områdene der vannet kommer inn.

4. Samlet vurdering

En har nå vel 6 års erfaringer fra observasjoner av forurensningstilstanden i Sulitjelmafeltet siden de siste tiltakene ble avsluttet. De siste tiltakene omfattet vannfylling av Nordgruvefeltet. Det første overløpsvannet fra det vannfylte gruvesystemet kom våren 2005.

Når det gjelder situasjonen i Langvann er metallnivåene avhengig hvordan tilførslene fra det vannfylte Nordgruvefeltet varierer og hvor stor fortykning er i Langvann til enhver tid. I året 2010-2011 var vannmengdene som passerte gjennom Langvann nær det normale. Metallkonsentrasjonene er vanligvis lavest på ettervinteren og øker i løpet av sommeren og høsten. I 2010-2011 ble den høyeste kobberkonsentrasjonen påvist i september måned 2010 (43 µg/l). Normalt kan en forvente fiskedød ved en slik konsentrasjon. Når fisk likevel overlever, har dette sammenheng med metallenes tilstandsform. I Langvann foreligger trolig deler av kobberinnholdet som bundet til partikler. Det vil være mulig å studere dette nærmere ved å foreta en spesiering av metallinnholdet. Slike undersøkelser er utført sommeren 2011 og vil bli rapportert i en annen NIVA-rapport (T. Kristensen, under rapportering). I dette rutinemessige programmet bestemmes imidlertid metallinnholdet bare som totalt metallinnhold. Undersøkelsene i 2008 viste at det var fisk i innsjøen og at den var i god kondisjon (Iversen et al, 2009). Den ernærte seg imidlertid stort sett bare av den næring den fikk gjennom overflaten. I bunnsedimentet i Langvann er de biologiske forholdene svært fattige som følge av utslipp fra gruvevirksomheten.

Tungmetallkonsentrasjonene har avtatt noe etter at gruvedriften opphørte i 1991, men har økt litt etter at effektene av det siste vannfyllingstiltaket fikk sin virkning våren 2005. Årsaken til dette har sammenheng med at den vannfylte gruva fikk en økt metallbelastning. Situasjonen ser forholdsvis stabil ut, men med en del variasjoner fra år til år avhengig av nedbør og klima.

Vannkvaliteten ved overløpet av det vannfylte gruvesystemet i Nordgruvefeltet har vært fulgt opp siden det første overløpet kom i 1997. I 2007 ble det også montert utstyr for kontinuerlig vannmengdemåling i Grunnstollen. Tidligere ble det tatt stikkprøver både av selve overløpet fra Kjell Lund sjakt og ved utløpet av Grunnstollen. Da det var liten forskjell i vannkvaliteten mht totalt metallinnhold ble det bare tatt prøver i Grunnstollen fra 1.1.2009. Der gruvevannet kommer opp fra Kjell Lund sjakt foreligger sannsynligvis jerninnholdet i større grad som toverdige. På veien ut over i stollen fram til målepunktet oksiderer noe av jerninnholdet og felles ut i grøftene. Det var i flere år svært lave kobberkonsentrasjoner ved overløpet fra Kjell Lund sjakt. Etter at avløpet fra Mons Petter gruve ble koblet til høsten 2004, har det vært en gradvis forverring av vannkvaliteten ved overløpet ved at pH-verdiene har falt og kobberkonsentrasjonene har økt betydelig. Kobberkonsentrasjonene i Grunnstollen har vært forholdsvis stabile i de tre siste år, men en økende tendens kan registreres. pH-verdiene er forholdsvis lave, men har falt noe de tre siste år ned mot 3. Det er bare kobber- og aluminiumkonsentrasjoner som har økt noe de tre siste år. Det er mulig at endringene kan ha sammenheng med variasjoner i vannmengdene som passerer gruvesystemet og at det er flere kilder med ulike egenskaper som bidrar til den samlede gruvevannskvaliteten.

En har hittil 4 års observasjoner av utgående gruvevann fra Nordgruvefeltet som grunnlag for å beregne årstransport slik at den kan vurderes i forhold til forurensningstilstand og transport ut av Langvann. I perioden 2007-2010 så det ut til at bidraget fra Nordgruvefeltet hva kobber angår utgjorde omkring 50 % av kobbertransporten ut av Langvann. I siste år hadde tilførslene fra gruva større betydning. Dette skyldes at vannmengdene ut av Grunnstollen var vesentlig høyere enn i de foregående år. I tillegg ser det ut til at kobberkonsentrasjonene i gruvevannet er økende. Det må her bemerkes at måleopplegget i Grunnstollen ble forbedret i oktober 2010 med en ny type vannføringsmåler samtidig som måleprofilen er bedre. Dette kan ha noe betydning. Ved utløpet av Langvann kan en ennå ikke se noen vesentlig effekt av økte tilførsler fra gruva. I denne sammenheng

må det bemerkes at det også skjer en utfelling av metaller i Langvann. De store jernmengdene fra gruva fører sikkert også til en medfelling av kobber i Langvann. Dette kan eventuelt studeres nærmere ved undersøkelser av overflatesedimentet i Langvann.

Vannføringen i Grunnstollen var spesielt høy etter vårflommen i 2011. En fortsatt oppfølging av tilstanden vil gi mer informasjon om det har skjedd en permanent endring i avrenningen fra Nordgruvefeltet og Grunnstollen.

5. Litteratur

Iversen, E. R., Kristensen, T. og Aanes, K. J. 2009. Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2008. NIVA-rapport, O-28155 og 28323, L.nr. 5750-2009. 67 s.

Iversen, E. R., 2010. Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2009. NIVA-rapport, O-29136. L.nr. 5917-2010. 22.s.

Iversen, E.R., 2010. Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2010-2011. NIVA-rapport, O-10116. L.nr. 6057-2010. 23 s.

Vedlegg A. Analyseresultater

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

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FNU	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l
15.09.2010	6,81	4,22	1,01	6,66	4,92	0,77	75,9	120	43,3	47,9	0,140	0,120	13,2	0,92	0,917	0,2
15.10.2010	7,18	4,16	0,59	5,36	4,91	0,72	36,3	61	31,4	38,4	0,087	0,097	9,57	0,78	0,719	<0,1
15.11.2010	7,23	4,41	0,36	5,50	6,00	0,70	44,6	70	33,3	40,3	0,110	0,096	10,0	0,76	0,736	<0,1
15.12.2010	7,10	3,85	1,43	4,62	4,80	0,63	27,1	37	17,7	22,9	0,321	0,055	6,20	0,59	0,447	0,5
15.01.2011	7,19	4,39	1,40	3,66	4,49	0,54	28,9	43	5,99	8,29	0,069	0,024	2,98	0,47	0,160	0,2
15.02.2011	7,29	3,54	1,25	3,79	4,62	0,60	20,4	32	5,10	7,50	0,237	0,011	2,87	0,51	0,150	0,3
15.03.2011	7,20	3,53	0,60	3,65	4,67	0,58	16,7	30	5,42	11,7	0,200	0,035	2,68	0,52	0,140	0,3
15.04.2011	7,12	3,80	0,73	4,00	4,76	0,57	21,4	30	4,22	6,80	0,110	0,019	2,72	0,43	0,130	<0,1
15.05.2011	7,26	4,58	1,66	6,17	5,64	0,81	59,2	90	30,8	28,1	0,207	0,079	8,11	0,75	0,743	0,1
15.06.2011	7,29	3,81	0,98	5,50	5,20	0,70	48,3	95	23,8	28,2	0,118	0,083	8,85	0,64	0,557	<0,1
15.07.2011	7,02	3,61	0,71	4,39	4,68	0,57	47,4	98	28,9	30,0	0,120	0,110	8,26	0,72	0,548	0,1
15.08.2011	7,25	3,82	0,98	4,43	4,78	0,77	539	1020	27,8	31,0	0,248	0,089	25,3	1,5	0,859	1,5
Gj.snitt	7,16	3,98	0,98	4,81	4,96	0,66	80,4	144	21,5	25,1	0,164	0,068	8,40	0,72	0,509	0,3
Maks.verdi	7,29	4,58	1,66	6,66	6,00	0,81	539	1020	43,3	47,9	0,321	0,120	25,3	1,50	0,917	1,5
Min.verdi	6,81	3,53	0,36	3,65	4,49	0,54	16,7	30	4,22	6,80	0,069	0,011	2,68	0,43	0,130	<0,1

Tabell 9. Analyseresultater. Gruvevann ved utløpet av Grunnstollen i Nordgruvefeltet.

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
15.09.2010	2,98	204	1084	240	47,6	21,7	30,4	18,2	14,8	0,067	0,041	2,98	0,099	0,274	14,4	15,0
15.10.2010	3,06	186	1042	234	44,0	19,4	34,7	14,7	13,5	0,047	0,036	2,84	0,089	0,252	13,4	20,0
15.11.2010	3,04	193	1084	235	45,1	19,3	36,0	13,4	13,6	0,038	0,036	2,87	0,089	0,251	13,3	25,8
15.12.2010	3,09	195	1129	260	47,4	18,1	35,8	12,2	13,6	0,038	0,035	3,15	0,090	0,251	13,6	18,3
15.01.2011	3,54	189	1228	274	50,2	18,1	38,2	10,6	13,8	0,030	0,034	3,31	0,092	0,253	14,0	12,4
15.02.2011	3,53	177	1144	270	46,7	16,5	36,7	8,01	12,7	0,030	0,030	3,29	0,091	0,235	12,5	14,0
15.03.2011	3,18	195	1111	273	47,2	14,8	35,1	6,72	12,5	0,030	0,028	3,42	0,084	0,230	12,7	12,2
15.04.2011	3,18	196	1138	288	48,0	12,3	40,2	5,86	11,9	0,030	0,026	3,49	0,080	0,216	12,6	39,9
15.05.2011			1305	271	51,2	18,3	39,8	11,2	14,0	0,037	0,034	3,28	0,089	0,255	14,2	104,1
15.06.2011	2,93	213	1201	242	51,1	24,2	62,8	20,9	15,7	0,048	0,044	2,93	0,100	0,313	14,6	51,9
15.07.2011	3,00	209	1135	221	48,6	27,1	40,0	24,2	16,1	0,067	0,047	2,99	0,110	0,311	15,5	29,3
15.08.2011	2,93	208	1210	237	50,6	26,3	31,9	23,1	16,6	0,055	0,045	3,29	0,110	0,308	15,4	22,3
Gj.snitt	3,13	196,8	1151	254	48,1	19,7	38,5	14,1	14,1	0,043	0,036	3,15	0,094	0,262	13,9	30,4
Maks.verdi	3,54	213,0	1305	288	51,2	27,1	62,8	24,2	16,6	0,067	0,047	3,49	0,110	0,313	15,5	104,1
Min.verdi	2,93	177,0	1042	221	44,0	12,3	30,4	5,86	11,9	0,030	0,026	2,84	0,080	0,216	12,5	12,2

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no