

# Oppfølging av forurensnings situasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune Undersøkelser i 2012-2013



# RAPPORT

**Hovedkontor**

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

**NIVA Region Sør**

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

**NIVA Region Innlandet**

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

**NIVA Region Vest**

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

**NIVA Region Midt-Norge**

Høgskoleringen 9  
7034 Trondheim  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune Undersøkelser i 2012-2013	Løpenr. (for bestilling) 6600-2013	Dato 16.desember 2013
	Prosjektnr. Undernr. O-12387	Sider 24
Forfatter(e) Thyve, Anette Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Nordland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>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 ut av gruva de tre siste år var betydelig høyere enn i de foregående 3 år, har dette ført til økt metallbelastning på Langvann. Det har ennå ikke blitt observert noen vesentlige endringer i forurensningstilstanden ved utløpet av Langvann som følge av dette. Siste år ble transporten fra det vannfylte Nordgruvefeltet anslått til ca. 12 tonn kobber og 12 tonn sink, mens transporten ved utløpet av Langvann ble anslått til 14 tonn kobber og 16 tonn sink.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kisgruve</li> <li>2. Vannkvalitet</li> <li>3. Tungmetallavrenning</li> <li>4. Sulitjelma</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pyrite Mining</li> <li>2. Water Quality</li> <li>3. Transport of Pollutants</li> <li>4. Sulitjelma, Norway</li> </ol>
--	--

*Anette Thyve*

Anette Thyve  
Prosjektleder

*Helge Liltved*

Helge Liltved  
Forskningsleder

*Claus Beier*

Claus Beier  
Forskningsdirektør

O-12387

**Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma  
gruvefelt, Fauske kommune**

Undersøkelser i 2012-2013

## 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 forurensningssituasjonen etter at gruvedriften opphørte i 1991, og etter at de siste tiltakene ble avsluttet i 2004.

Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard (DMF) har hatt ansvaret for oppfølging av nedlagte gruver i statens eie siden 1998. Senioringeniør Siw-Christin Taftø har vært vår kontaktperson hos DMF siste år. 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 Berg Mathisen, SKS Produksjon AS, for avrenningsdata for Langvann.

Fra NIVA har ingeniør Odd Arne Skogan hatt ansvaret for drift av målestasjonen for vannmengde og vannkvalitet i Grunnstollen, mens undertegnede har vært prosjektleder sammen med Eigil R. Iversen.

Oppdal, 16.desember 2013

*Anette Thyve*

---

# Innhold

<b>Oversikt over figurer og tabeller</b>	<b>5</b>
<b>Sammendrag</b>	<b>6</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
<b>2. Undersøkelsesopplegg</b>	<b>10</b>
2.1 Opplegg ved prøvetakingsstasjonene	10
2.2 Prøvetaking og analyse	10
<b>3. Resultater</b>	<b>11</b>
3.1 Nedbør	11
3.2 Vannkvalitet	12
3.2.1 Stasjon 5 – Utløp Langvann ved Hellarmo	12
3.2.2 Gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløpet av Grunnstollen	13
<b>4. Transportberegninger</b>	<b>15</b>
4.1 Vannmengder	15
4.1.1 Utløp Langvann ved inntak kraftverk	15
4.2 Utløp Grunnstoll	16
4.3 Forurensningstransport	18
4.3.1 St.5 - Utløp Langvann ved Hellarmo	18
4.3.2 Gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløpet av Grunnstollen	20
<b>5. Samlet vurdering</b>	<b>22</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>23</b>
<b>Vedlegg A. Analyseresultater</b>	<b>24</b>

---

## Oversikt over figurer og tabeller

<b>Figur 1.</b> Sulitjelmavassdraget. ....	8
<b>Figur 2.</b> Gruveområder i Sulitjelmafeltet.....	9
<b>Figur 3.</b> Nedbørhøyder og normaler for 2012-2013 ved stasjonen DNMI 81900 Sulitjelma. ....	11
<b>Figur 4.</b> Kobberkonsentrasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1988-2013. ....	13
<b>Figur 5.</b> Kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet ved utløpet av Grunnstollen. ....	14
<b>Figur 6.</b> Månedlig avrenning ved utløpet av Langvann i året 2012-2013.....	15
<b>Figur 7.</b> Ukentlig avrenning ved utløpet av Langvann 2012-2013. (SKS Produksjon AS).....	16
<b>Figur 8.</b> Døgnmiddelvanføring i Grunnstollen 2012-2013 .....	17
<b>Figur 9.</b> Årstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann 1991-2013. ....	19
<b>Figur 10.</b> Månedstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo i 2012-2013. ....	19
<b>Figur 11.</b> Alle transportobservasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 2002-2013.....	20
<b>Figur 12.</b> Momentan transport av kobber og sink i Grunnstollen i 2012-2013.....	20
<b>Figur 13.</b> Månedstransport av kobber i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann i 2012-2013.....	21
<b>Tabell 1.</b> Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsen i 2012-2013.....	10
<b>Tabell 2.</b> Månedsnedbør og normaler for stasjonen DNMI 81900 Sulitjelma i 2012-2013. ....	11
<b>Tabell 3.</b> Tidsveiede årsmiddelverdier for St. 5 Langvann ved Hellarmo. Hydrologiske år 1993-2013. ....	12
<b>Tabell 4.</b> Tidsveiede årsmiddelverdier for hydrologiske år ved utløp Grunnstoll 2005-2013.....	13
<b>Tabell 5.</b> Beregnet avrenning for hydrologiske år ved utløpet av Langvann 1996-2013.....	15
<b>Tabell 6.</b> Årsavrenning fra Grunnstollen. ....	16
<b>Tabell 7.</b> Forurensningstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1986-2013.....	18
<b>Tabell 8.</b> Årstransport i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann.....	21
<b>Tabell 9.</b> Analyseresultater. Stasjon 5 Utløp Langvann ved Hellarmo.....	24
<b>Tabell 10.</b> Analyseresultater. Gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløp av Grunnstollen.....	24

## Sammendrag

Gruvedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991. I årene etter har det pågått et tidkrevende oppryddingsarbeid. Nye tiltak ble gjennomført skrittvis for å teste virkningene 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 ved Hellarmo. Siden sommeren 2007 har vannmengder blitt målt kontinuerlig ved utløpet av gruva. Dette har gjort det mulig å beregne forurensningstransporten fra den største enkeltkilden til vassdraget.

Undersøkelsene har påvist at tilførsene av kobber fra det vannfylte Nordgruvefeltet er den største kilden til kobber ved utløpet av Langvann. Gruvevannet fra det vannfylte Nordgruvefeltet kommer ut på Grunnstoll-nivå og føres til elva Giken. Vannkvaliteten har endret seg noe siden overløpet kom i 2005 ved at kobber- og aluminiumkonsentrasjonene har økt. For de andre metallene har endringene vært mindre. I de tre siste årene har vannføringen i Grunnstollen økt betydelig, trolig som en konsekvens av økt vannføring i sprekkesoner, noe som førte til økt tungmetallbelastning på Langvann. Økt metalltransport fra gruva har ennå ikke ført til en tilsvarende økning ved utløpet av Langvann. Dette skyldes at vannmassene i Langvann har god bufferkapasitet og evne til å felle ut de sure tilførsene fra gruvene. Vannmengder og forurensningstransport fra gruva har økt betydelig i de tre siste år sammenliknet med de foregående, og situasjonen er derfor sannsynligvis ikke stabil.

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, utover innholdet i selve gruvevannet, til Langvann er tidligere anslått til inntil 20 % av transporten ved utløpet av Langvann. De siste undersøkelsene tyder på at den er lavere. Etter etableringen av vannføringsmålinger i Grunnstollen i 2007, er vannmengder og metalltransport beregnet til følgende:

Stasjon	Vannmengde m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> 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 Grunnstoll 2011/2012	1241294	1420	23,2	43,9	15,3	16,5	61,6
Utløp Grunnstoll 2012/2013	1045242	1073	17,7	36,8	11,8	12,4	29,8
Utløp Langvann v/Hellarmo 2007/2008	1012080598	4455	54,9	107,6	19,8	24,1	61,8
Utløp Langvann v/Hellarmo 2008/2009	908459159	3919	31,8	56,2	14,5	19,0	55,8
Utløp Langvann v/Hellarmo 2009/2010	937654091	3978	38,7	70,5	17,4	21,7	55,4
Utløp Langvann v/Hellarmo 2010/2011	864977500	4099	32,6	54,2	16,6	19,7	52,9
Utløp Langvann v/Hellarmo 2011/2012	960042481	4593	39,1	62,3	21,9	24,1	65,7
Utløp Langvann v/Hellarmo 2012/2013	896200000	3762	23,9	38,9	13,6	15,9	43,2

## Summary

Title : Water Quality and Transport of Pollutants in the Sulitjelma Mining Area in 2012-2013  
Year : 2013  
Author : Anette Thyve, Eigil Iversen  
Source : Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6335-0

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 tons of ore were processed containing 470.000 tons of copper, 215.000 tons of zinc and 5.320.000 tons 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 center. 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 meters below the water table of Lake Langvann and up to 600 meters 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 has caused severe negative effects on the water system down to the fjord over a long period.

After mine closure in 1991 a complex remediation program 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 meters above the water table of Lake Langvann. By the end of 2013 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 over the last six years show that the concentrations of copper and aluminum are increasing in the mine water from the flooded Northern Mining Area. In the latest three years 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 12 tons, which contributed to approximately 86 % of the copper transport at the outlet of the recipient Lake Langvann, which was estimated to be 14 tons in 2012-2013.

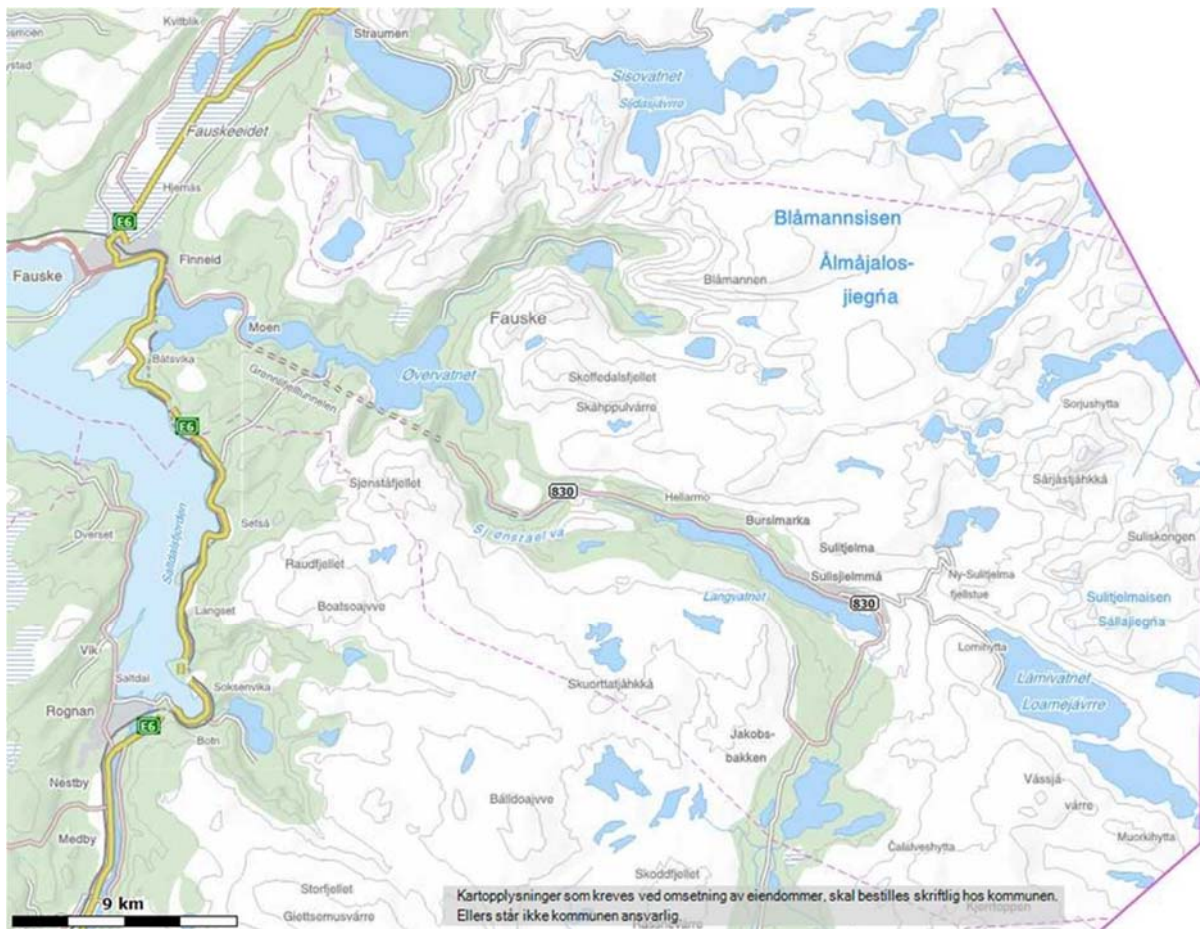


# 1. Innledning

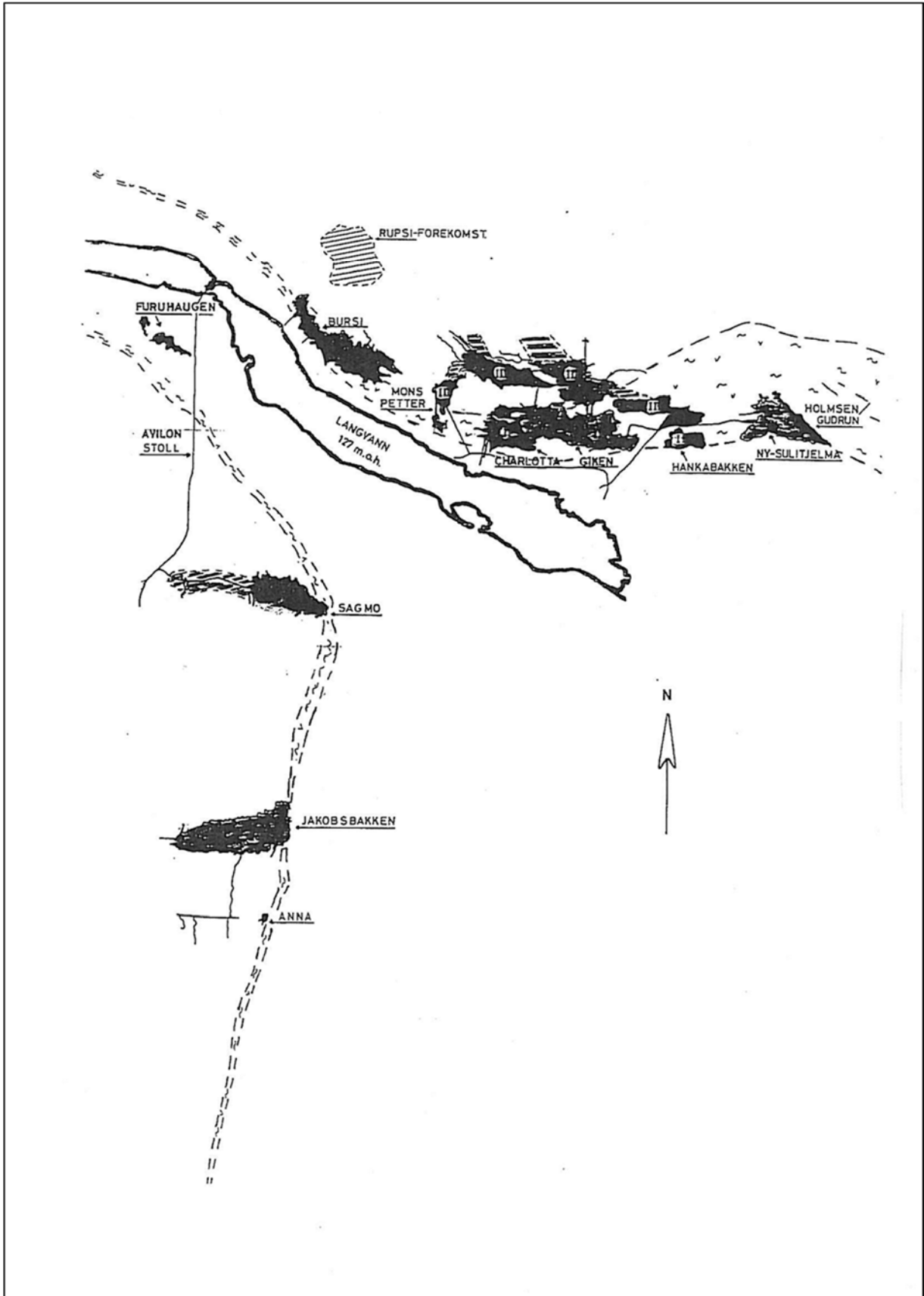
Gruvedriften i Sulitjelma ble nedlagt i 1991 vel 100 år etter at driften startet. Driften har pågått under flere eiere. Det siste selskapet Sulitjelma Bergverk AS, eid av staten fra 1985, opphørte som selskap i 1998.

I tiden etter driftsnedleggelsen har Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard 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. Det har derfor vært nødvendig 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 (pr. 2013). 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 et al, 2012). Etter 1.9.2010 har undersøkelsene blitt foretatt i perioder på hydrologiske år. Denne rapporten beskriver resultatene for perioden 1.9.2012-31.8.2013. Undersøkelsene har omfattet vannkvalitet og forurensningstransport fra den største enkeltkilden til Langvann, gruvevann fra Nordgruvefeltet. I tillegg har vannkvalitet og tungmetalltransport blitt fulgt opp som i tidligere år ved utløpet av Langvann ved Hellarmo.

**Figur 1** er et kartutsnitt som viser vassdragsstrekningen fra Langvann til Fauskevika. **Figur 2** viser lokaliseringen av Nordgruvefeltet og Sydgruvefeltet på begge sider av Langvann.



**Figur 1.** Sulitjelmavassdraget.



Figur 2. Gruveområder i Sulitjelmafeltet.

## 2. Undersøkellesopplegg

### 2.1 Opplegg ved prøvetakingsstasjonene

NIVA har foretatt undersøkelser i Sulitjelmafeltet siden 1973. Undersøkelsene har hatt ulike formål og har i årenes løp omfattet kartlegging av vannkvalitet ved en rekke lokaliteter. I 2012-2013 har undersøkelsene omfattet den største enkeltkilden for tungmetalltilførsler til Langvann, gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløpet av Grunnstollen, og tilstanden ved utløpet av Langvann.

Stasjonene er lokalisert som følgende i tabellen under:

**Tabell 1.** Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsen i 2012-2013.

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 begge stasjoner samles det inn data for vannmengder som grunnlag for beregning av forurensningstransport. 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.

Det viste seg etter hvert at det var vanskelig å gjennomføre målingene, delvis fordi fallet i grøfta i utløpsstollen var for lite og delvis fordi det pågår stor partikkeltransport og utfelling av jern i stollen. Det avsettes mye jernslam i grøftesystemet slik at det fra tid til annen er nødvendig med spyling av grøftene. I mai 2012 ble målepunktet for vannføring flyttet til avløpsrøret utenfor stollen for å forbedre kvaliteten på målingene da det er større fall på røret her. Stasjonen ble også supplert med en sonde for kontinuerlige målinger av pH, konduktivitet og redokspotensial. Vannføringen ved utløpet av Langvann beregnes av Salten Kraftsamband.

### 2.2 Prøvetaking og analyse

Ved valg av analyseprogram har det blitt lagt mest vekt på tungmetallanalyser. Det er også tatt med parametere som beskriver generell vannkvalitet. Metallanalysene er utført vha. Induktivt koblet plasma-teknikk (ICP-teknikk (gruvevann)) eller induktivt koblet plasma masse spektrometer (ICP-MS-teknikk (Hellarmo)). Alle analysene er utført av NIVA-lab etter akkrediterte metoder. Prøvene er tatt på prøveflasker utsendt av NIVA av vår lokale observatør, Kjell Sture Hugaas, Fauske som har hatt ansvaret for prøvetakingen siden den tiden da han var ansatt i gruveselskapet.

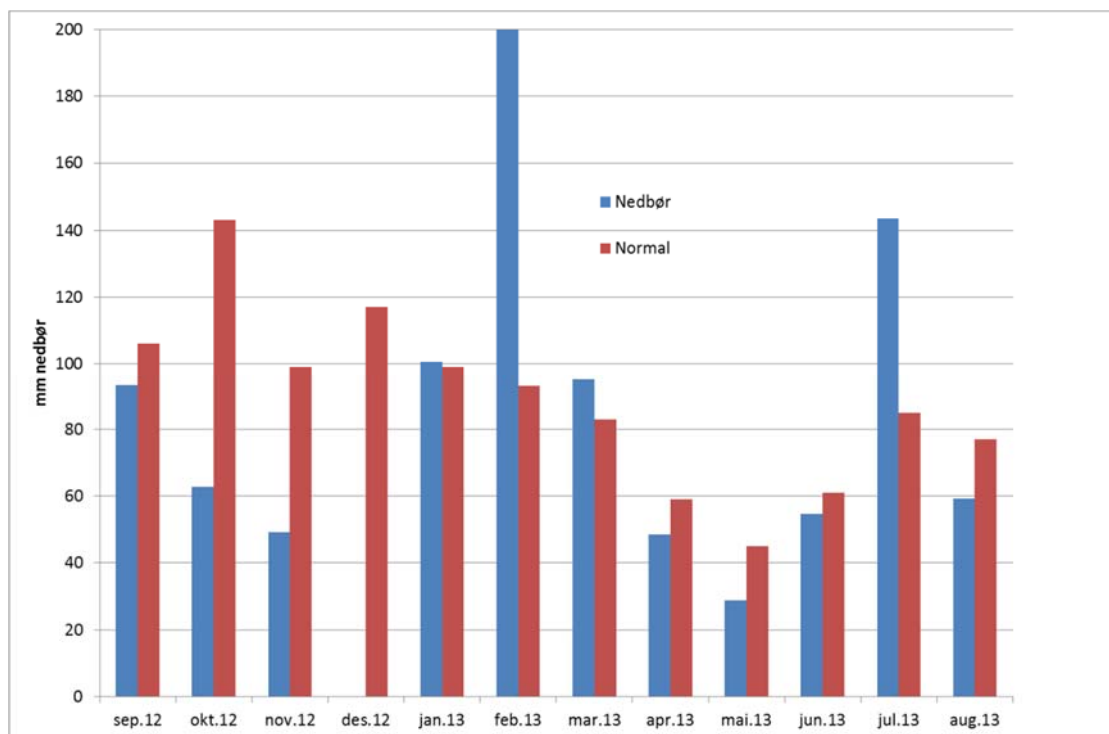
### 3. Resultater

#### 3.1 Nedbør

Nedbørmengdene har betydning for avrenningen fra gruvene. Når det gjelder Langvann, betyr kjøringen av kraftverkene også mye. Det norske meteorologiske institutt (DNMI) har hatt en nedbørstasjon i Sulitjelma i drift siden 1895. I denne rapporten er månedsnedbør og normaler for året 2011-2012 tatt med (Tabell 2). Figur 3 viser en grafisk fremstilling av observasjonene.

**Tabell 2.** Månedsnedbør og normaler for stasjonen DNMI 81900 Sulitjelma i 2012-2013.

	<b>Nedbør</b>	<b>Normal</b>	<b>Nedbør</b>
	<b>mm</b>	<b>mm</b>	<b>%</b>
sep.12	93,4	106	88,1
okt.12	62,8	143	43,9
nov.12	49,3	99	49,8
des.12	0	117	0,0
jan.13	100,5	99	101,5
feb.13	199,9	93	214,9
mar.13	95	83	114,5
apr.13	48,6	59	82,4
mai.13	28,7	45	63,8
jun.13	54,6	61	89,5
jul.13	143,6	85	168,9
aug.13	59,4	77	77,1
<b>Året</b>	<b>935,8</b>	<b>1067</b>	<b>87,7</b>



**Figur 3.** Nedbørhøyder og normaler for 2012-2013 ved stasjonen DNMI 81900 Sulitjelma.

I året 2012-2013 falt det 87,7 % nedbør i forhold til et normalår. Mest nedbør falt det i månedene februar 2013 og juli 2013. I de øvrige månedene falt det normalnedbør eller mindre enn normalt. I de tre siste månedene i 2012 falt det lite nedbør. Tørrest var det i desember 2012 med ingen nedbør.

## 3.2 Vannkvalitet

### 3.2.1 Stasjon 5 – Utløp Langvann ved Hellarmo

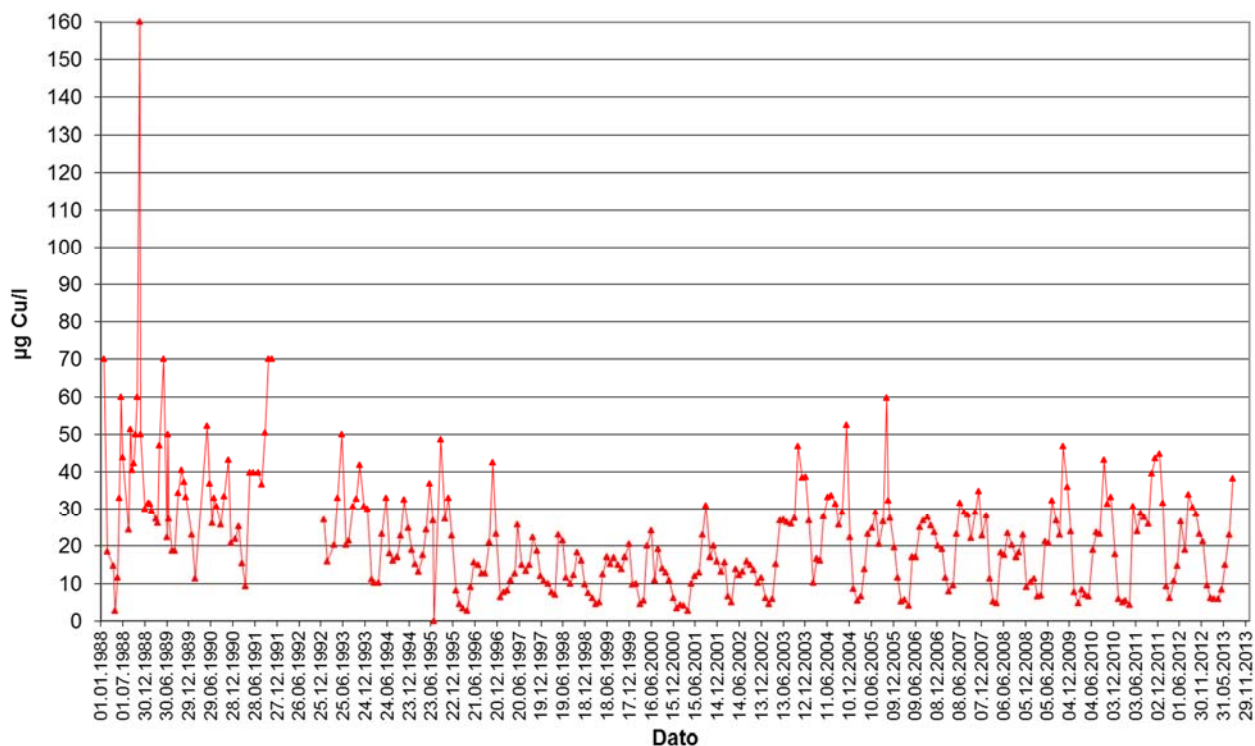
I **Tabell 3** er det beregnet tidsveiede årlige middelværdier for de viktigste analyseparametere for alle år etter 1993 da gruvedriften ble nedlagt. **Figur 4** viser observasjonsmaterialet for kobber for perioden 1988-2013. Resultatene for året 2012-2013 er samlet i **Tabell 9** vedlegg A bak i rapporten.

Vanligvis synker metallkonsentrasjonene i løpet av vinteren og øker igjen om våren og i løpet av sommeren og høsten. I året 2012-2013 ble høyeste kobberkonsentrasjon målt til 38,1 µg/l den 15. august 2013. Konsentrasjonene er delvis avhengig av nedbør og klima og produksjonen ved kraftverkene, dvs. vanngjennomstrømningen gjennom Langvann. Om vinteren er tilførselene 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.

**Tabell 3.** Tidsveiede årsmiddelværdier for St. 5 Langvann ved Hellarmo. Hydrologiske år 1993-2013.

År	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	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	0,29
2011-2012	6,92	4,13	0,78	4,95	5,27	0,71	42,2	67,0	25,5	27,8	0,149	0,077	7,22	0,65	0,55	0,08
2012-2013	7,01	3,90	0,56	4,36	5,13	0,66	28,9	47,5	18,0	20,8	0,151	0,057	5,39	0,80	0,39	0,09

Figuren og tabellen viser at etterhvert som tiltakene ble igangsatt, sank kobberkonsentrasjonene gradvis fram til 2000. I årene etter viste kobberkonsentrasjonene en økende tendens, men avtok noe siste år. Resultatene for årene etter at siste tiltak ble avsluttet tyder på en stabil forurensningssituasjon. De variasjonene i metallkonsentrasjonene som er målt i løpet av året antas for en stor del å ha sammenheng med hvor mye vann som tilføres innsjøen via kraftverkene samt av klima og nedbør.



Figur 4. Kobberkonsentrasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1988-2013.

### 3.2.2 Gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløpet av Grunnstollen

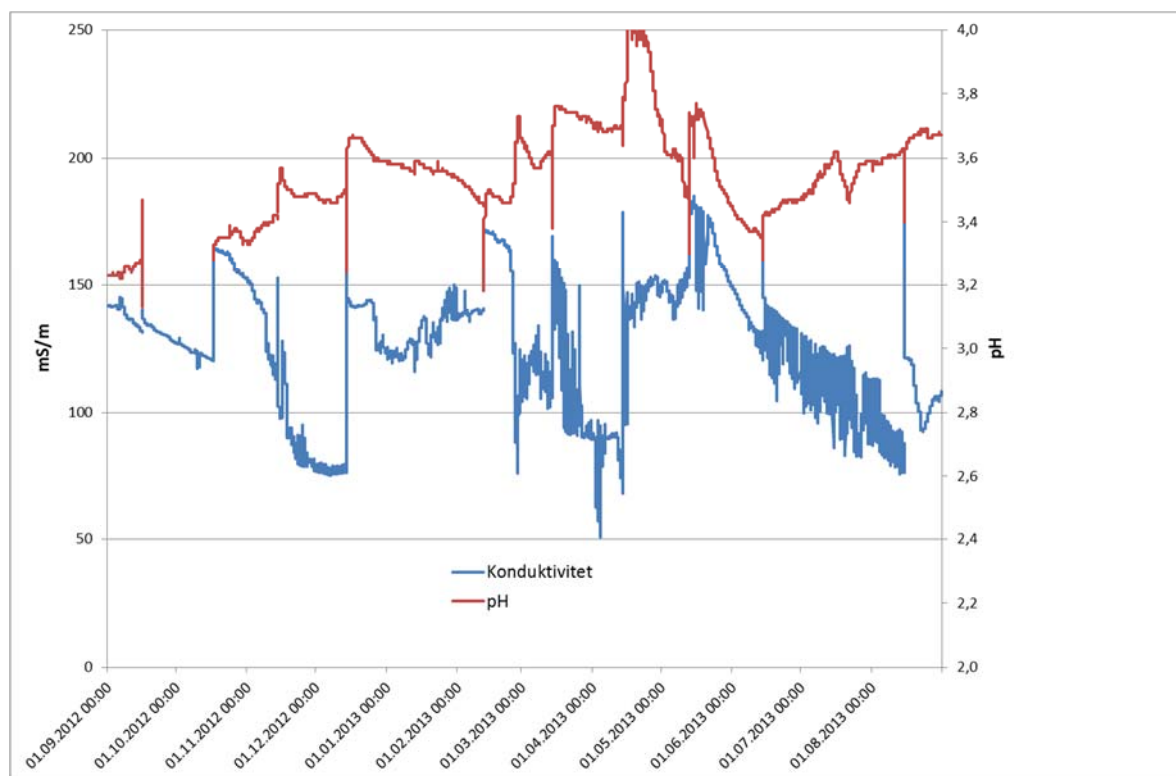
Tiltakene i Nordgruvefeltet ble avsluttet i november 2004 og vannfyllingen av gruvesystemet ble startet umiddelbart. Det ble overløp fra Kjell Lund sjakt den 26.4.2005 kl. 12:00. Fra og med den 27.4 ble det startet et månedlig prøvetakingsprogram der det ble tatt prøver av overløpsvannet fra Kjell Lund 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 2012-2013 er samlet i **Tabell 10** i vedlegg A. I **Tabell 4** er det beregnet tidsveiede årlige middelerverdier for de enkelte analyseparametere for Grunnstollen.

Tabell 4. Tidsveiede årsmiddelerverdier for hydrologiske år ved utløp Grunnstoll 2005-2013.

Hyd.år	pH	Kond	SO <sub>4</sub>	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
2005-2006	3,74	200,2	1276	332	50,1	10,2	45,1	8,70	16,83	0,025	0,036	4,17	0,112	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	0,095	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	0,085	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	0,093	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	0,087	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	0,093	0,26	13,8
2011-2012	3,17	183,3	1144	257	47,2	18,7	35,4	12,30	13,27	0,050	0,032	3,13	0,091	0,25	13,9
2012-2013	3,12	183,5	1061	240	44,6	18,0	34,7	12,37	12,19	0,041	0,030	2,94	0,083	0,24	13,1

Beregningene 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 samles 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 tilstrekkelig erfaring er innhentet med hensyn til om situasjonen er stabil. I det siste året har det vært gjennomført kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet. Resultatene for konduktivitet viser for lave verdier, noe som skyldes utfelling av jernhydroksid på elektrodeoverflatene. Månedlig syrevask var ikke tilstrekkelig for å unngå problemet. pH-målingene gikk bedre. Også pH-elektroden behøver hyppigere syrevask enn månedlig. Resultatene viser likevel at pH-verdiene ligger i området omkring pH 3,6, det vil si noe høyere enn laboratorieresultatene viser. Forholdet skyldes at jernet foreligger delvis som toverdigg ved måle- og prøvetakingsstedet. Jernet oksiderer i prøveflaska, noe som fører til pH-fall i tiden før analyse foretas.



**Figur 5.** Kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet ved utløpet av Grunnstollen.

Det er imidlertid vanskelig å vurdere utviklingene i konsentrasjonene mer detaljert uten også å sammenligne med vannføringsobservasjoner slik at utslippsmengdene beregnes. Vannføringsmålingene kom først i gang i 2. halvår i 2007. Det har vært noen driftsproblemer med vannføringsmålingene slik at det trengs noe mer tid for å få erfaring for hvor mye vedlikehold måleopplegget trenger. Vannføringsmålingene for siste år har vært de mest pålitelige hittil. Erfaringene fra de tre siste år er at vannføringen i Grunnstollen har økt, og særlig etter fra omkring årsskiftet 2010/2011. Dette har også de som har sitt arbeid i museumsgruva bemerket.

## 4. Transportberegninger

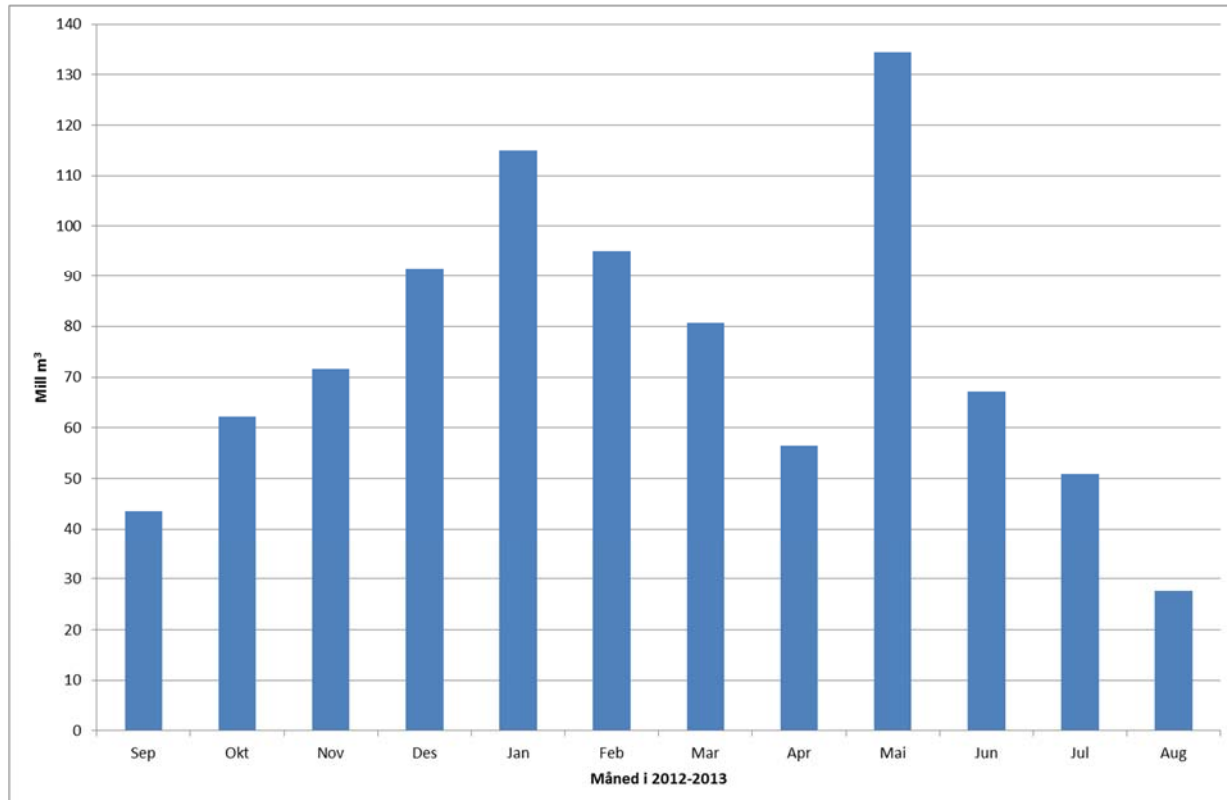
### 4.1 Vannmengder

#### 4.1.1 Utløp Langvann ved inntak kraftverk

Vanligvis overføres hele avrenningen fra Langvann til Sjønstå Kraftverk. Når det er overløp på inntaksdammen, blir dette registrert. Samlet avrenning i det hydrologiske året 2012 -2013 var litt lavere enn normalt, 896 mill. m<sup>3</sup>. I **Tabell 5** er det gjort en sammenstilling av beregnede verdier for årsavrenning i perioden 1996 - 2013. **Figur 6** viser hvordan vannføringen fordelte seg på de enkelte måneder i 2012 – 2013 mens **Figur 7** viser fordelingen på de enkelte uker.

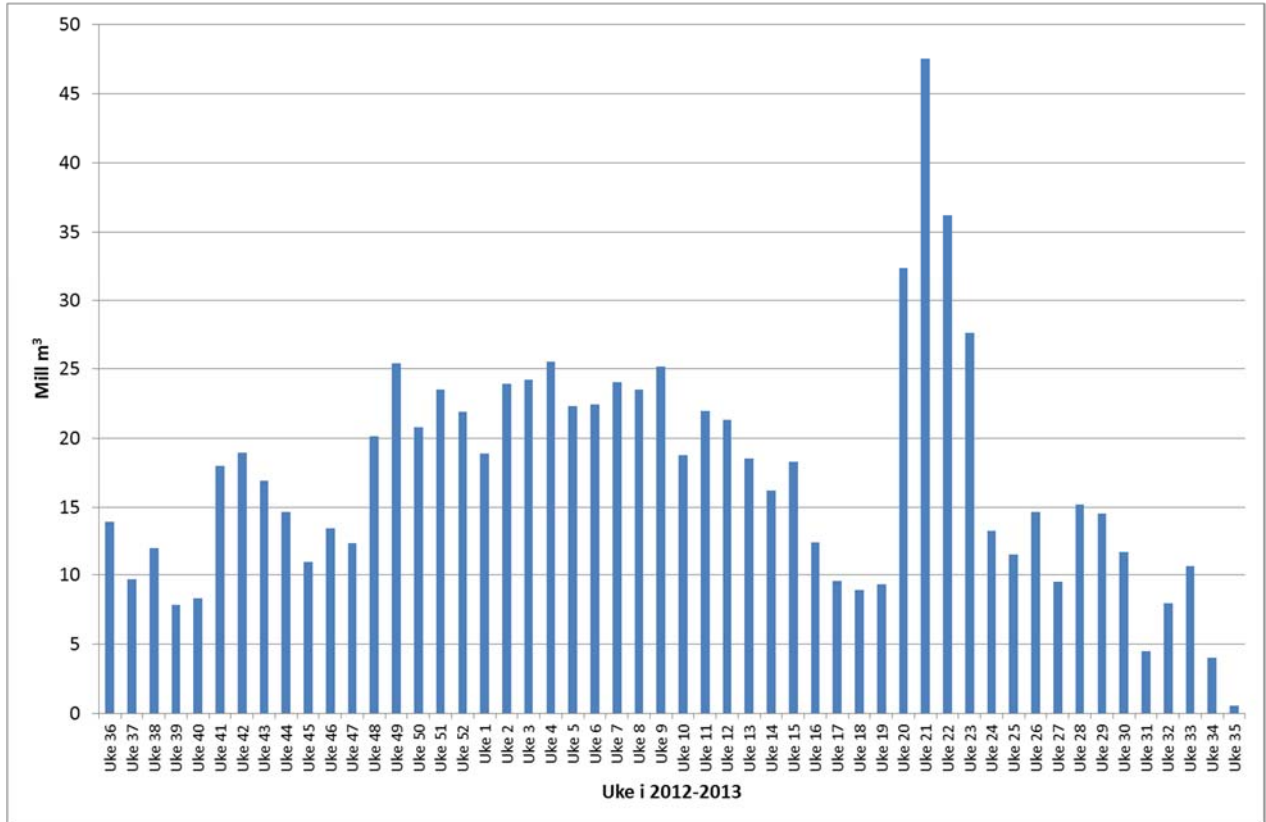
**Tabell 5.** Beregnet avrenning for hydrologiske år ved utløpet av Langvann 1996-2013.

Hyd.år	Mill.m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	Hyd.år	Mill.m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>
1996-1997	1012,0	1011965260	2005-2006	939,1	939084882,5
1997-1998	1118,0	1117962840	2006-2007	897,2	897238437,5
1998-1999	811,3	811270530,5	2007-2008	1008,2	1008160423
1999-2000	1143,0	1142980552	2008-2009	934,9	934887979,7
2000-2001	971,7	971655748,8	2009-2010	947,7	947700000
2001-2002	899,1	899114100	2010-2011	865,0	865000000
2002-2003	948,0	947964712,5	2011-2012	960,0	960042480,8
2003-2004	873,6	873573525	2012-2013	896,2	896200000
2004-2005	997,1	997088283,7			



**Figur 6.** Månedlig avrenning ved utløpet av Langvann i året 2012-2013.





Figur 7. Ukentlig avrenning ved utløpet av Langvann 2012-2013. (SKS Produksjon AS).

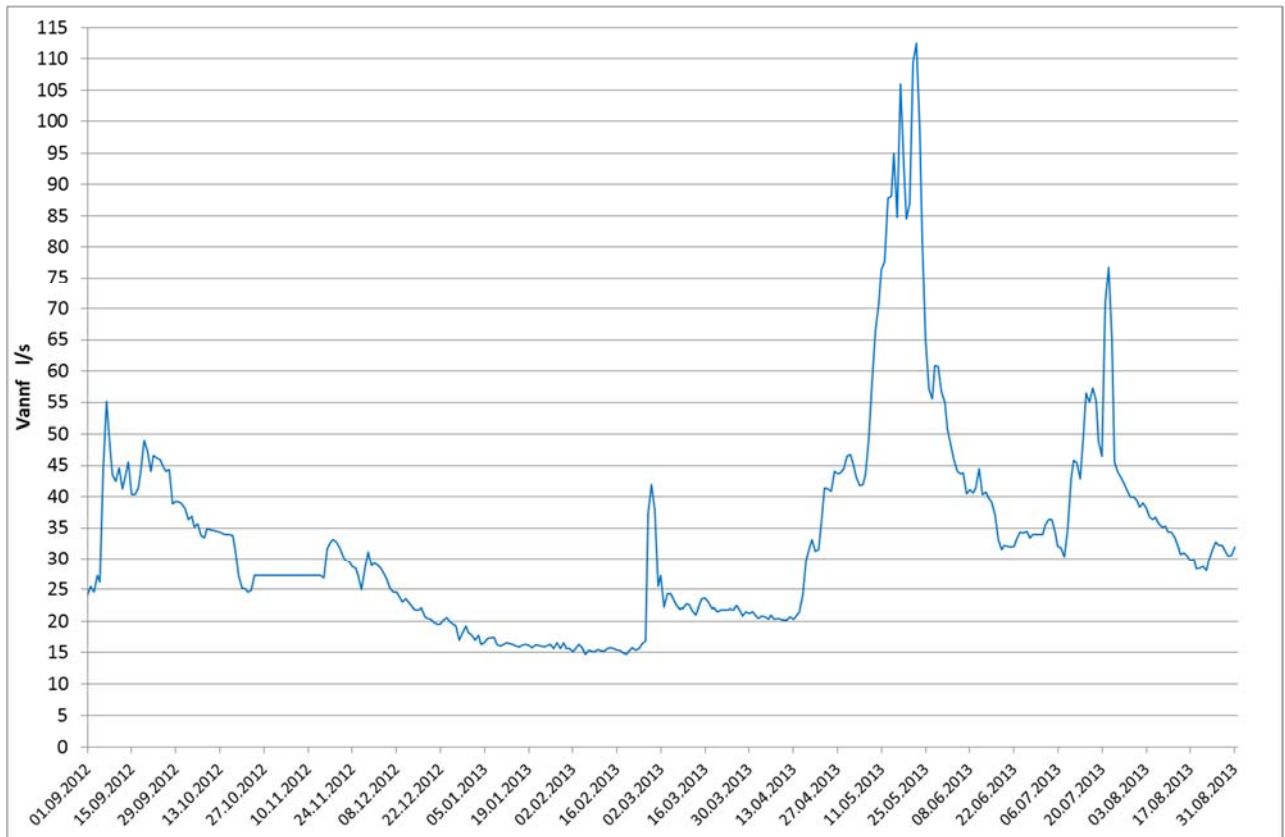
## 4.2 Utløp Grunnstoll

Vannføringsmålingene i Grunnstollen kom i drift den 13.6.2007. **Tabell 6** viser beregnet årsavrenning for alle år, mens **Figur 8** viser døgnmiddelvannføringene for året 2012 - 2013. Høyeste øyeblikksvannføring ble målt til 135,3 l/s den 22. mai 2013 kl. 03:30. Det har vært god datafangst det siste året etter litt erfaring med vedlikeholdet.

**Tabell 6.** Årsavrenning fra Grunnstollen.

Hydr.år	m <sup>3</sup>
2007-2008	661720
2008-2009	592358
2009-2010	540000
2010-2011	1029043 *
2011-2012	1241294
2012-2013	1045242

\*Gjelder 18.10.10-17.10.11



Figur 8. Døgnmiddelvannføringer i Grunnstollen 2012-2013

## 4.3 Forurensningstransport

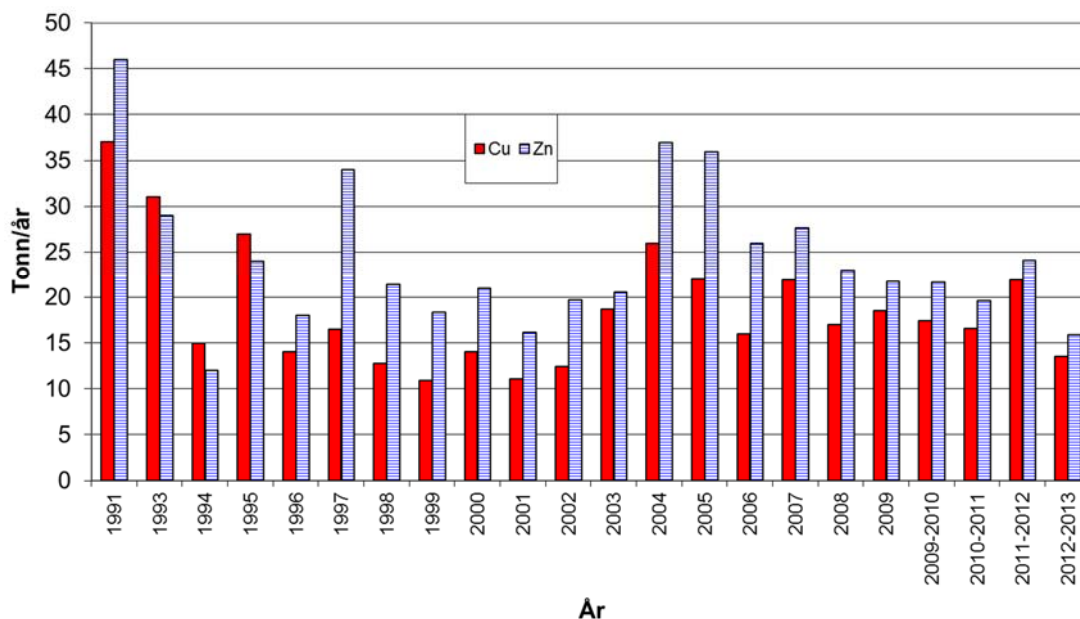
### 4.3.1 St.5 - Utløp Langvann ved Hellarmo

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 det beregnes et forholdsvis pålitelig tall for den årlige forurensningstransporten ved utløpet av Langvann. I **Tabell 7** er materialtransporten beregnet på denne måten ved utløpet av Langvann for årene 1986-2013. Kobber- og sinktransporten for årene 1991 - 2013 er vist grafisk i **Figur 9**.

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 i 2005. I årene etterpå har transporten variert en del. Siste år var metalltransporten lavere enn den har vært de 10 siste år. Det er vanskelig å vurdere metalltransporten med utgangspunkt i verdiene for transport fra Nordgruvefeltet. Dette har sammenheng med at Langvann har god bufferkapasitet for å nøytralisere de sure tilførselene fra gruva. Store deler av metalltilførselene fra gruva antas å foreligge bundet i partikler ute i vannmassene i Langvann og vil følgelig sedimentere der i varierende grad.

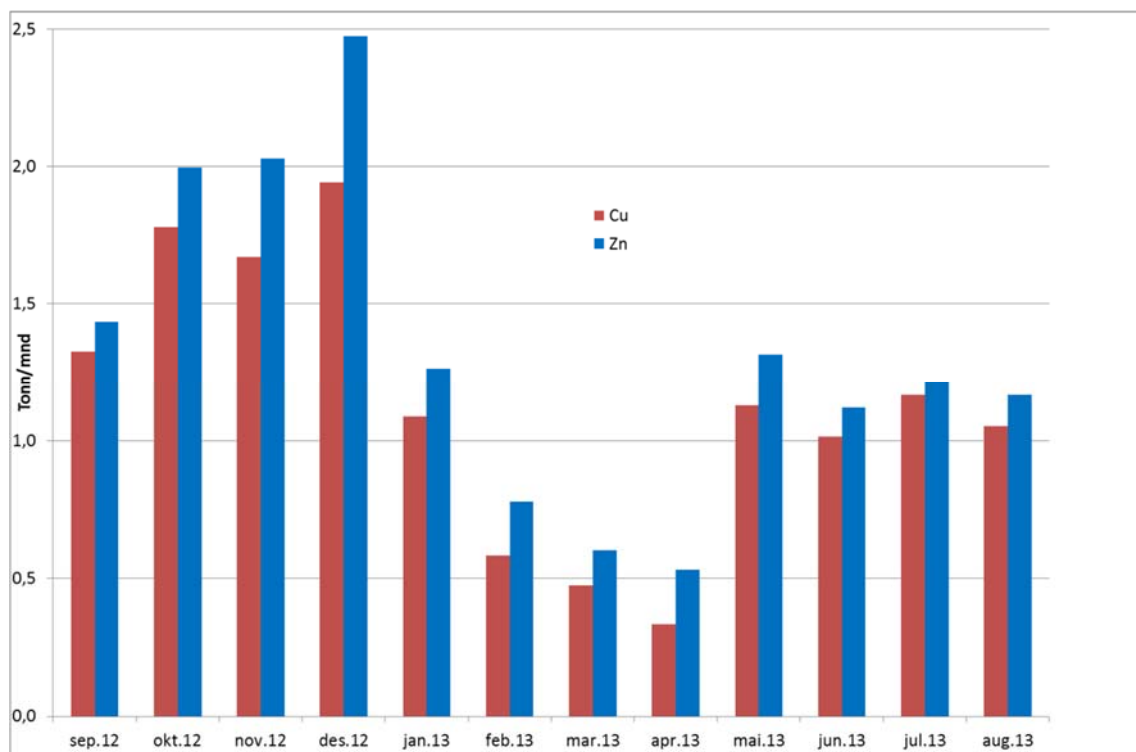
**Tabell 7.** Forurensningstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 1986-2013.

År	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Aluminium tonn/år	Sulfat tonn/år	Vannmengde mill. m <sup>3</sup> /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	54	17	20	53	33	4099	865
2011-2012	62	22	24	66	39	4593	960
2012-2013	39	14	16	42	24	3762	896

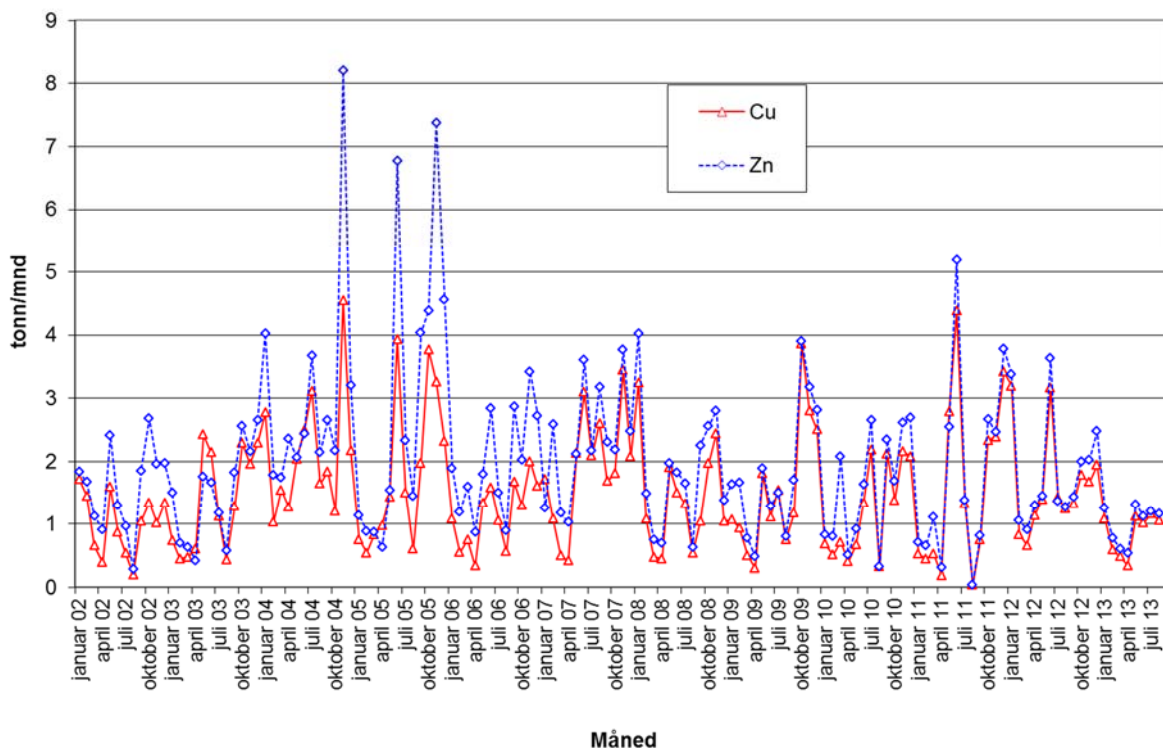


Figur 9. Årstransport av kobber og sink ved utløpet av Langvann 1991-2013.

Dersom vannmengden gjennom kraftverket beregnes på månedsbasis og multipliseres med analyseresultatene for den månedlige stikkprøven tatt den 15. i hver måned, fås et anslag for hvordan transporten fordeler seg i løpet av året. **Figur 10** viser månedstransporten for kobber og sink i året 2012-2013. Resultatene viser at transporten var høyest høsten 2012. Det knytter seg en del usikkerhet til beregningen av månedstransport idet beregningsgrunnlaget kun baserer seg på en observasjon i hver måned. **Figur 11** viser alle månedstransporter for kobber og sink etter 2002.



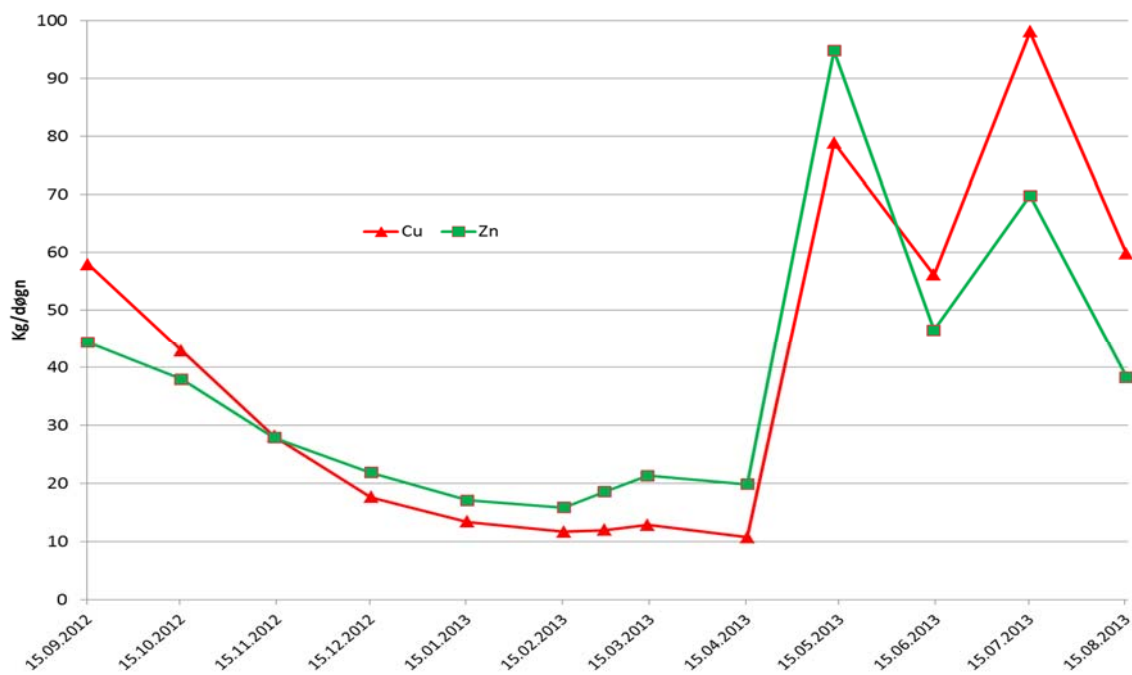
Figur 10. Månedstransport ved utløpet av Langvann ved Hellarmo i 2012-2013.



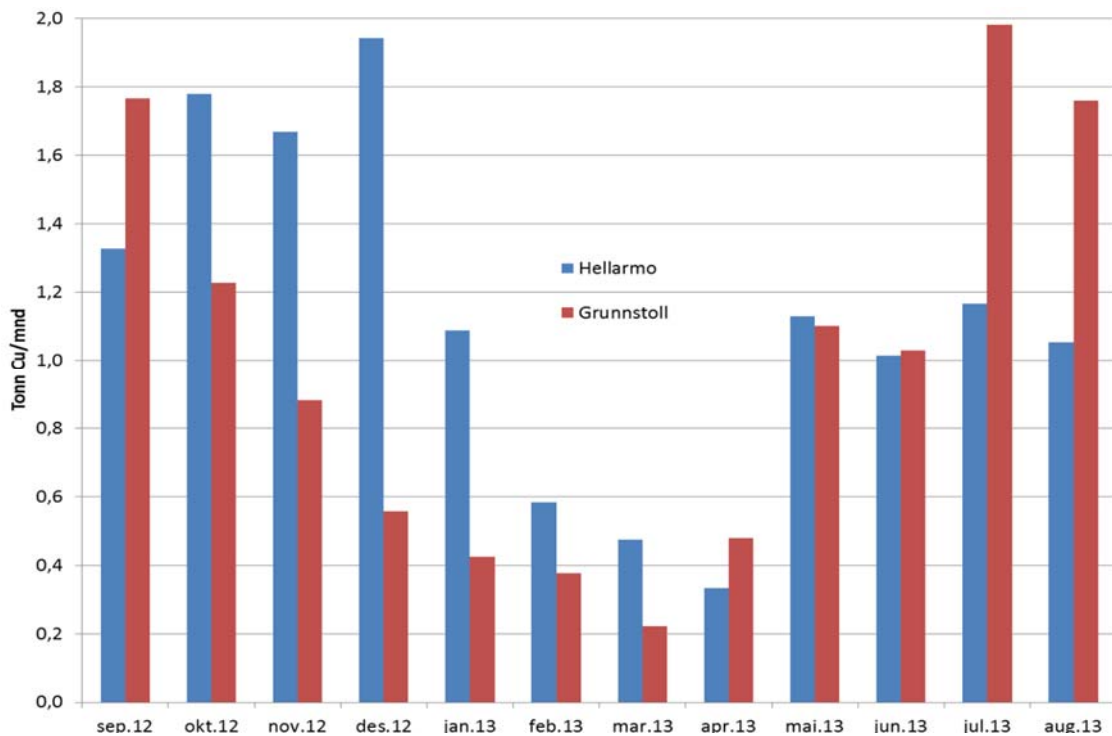
Figur 11. Alle transportobservasjoner ved utløpet av Langvann ved Hellarmo 2002-2013.

#### 4.3.2 Gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløpet av Grunnstollen

Vannføringsmålingene i Grunnstollen startet sommeren 2007. I **Figur 12** er det gitt en grafisk fremstilling av beregnet øyeblikkstransport for kobber og sink siste år. Metalltransporten ut av Grunnstollen viser samme variasjonsmønster som vannføringen i Grunnstollen. Transporten var høyest under vårfloppen og om sommeren.



Figur 12. Momentan transport av kobber og sink i Grunnstollen i 2012-2013.



**Figur 13.** Månedstransport av kobber i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann i 2012-2013. I **Tabell 8** er det gjort beregninger av årstransporten ved utløpet av Langvann og ved utløpet av Grunnstollen for de seks periodene det finnes data for.

**Tabell 8.** Årstransport i Grunnstollen og ved utløpet av Langvann.

Stasjon	Vannmengde m <sup>3</sup>	SO <sub>4</sub> 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 Grunnstoll 2011/2012	1241294	1420	23,2	43,9	15,3	16,5	61,6
Utløp Grunnstoll 2012/2013	1045242	1073	17,7	36,8	11,8	12,4	29,8
Utløp Langvann v/Hellarmo 2007/2008	1012080598	4455	54,9	107,6	19,8	24,1	61,8
Utløp Langvann v/Hellarmo 2008/2009	908459159	3919	31,8	56,2	14,5	19,0	55,8
Utløp Langvann v/Hellarmo 2009/2010	937654091	3978	38,7	70,5	17,4	21,7	55,4
Utløp Langvann v/Hellarmo 2010/2011	864977500	4099	32,6	54,2	16,6	19,7	52,9
Utløp Langvann v/Hellarmo 2011/2012	960042481	4593	39,1	62,3	21,9	24,1	65,7
Utløp Langvann v/Hellarmo 2012/2013	896218978	3762	23,9	38,9	13,6	15,9	43,2

Beregningene for de tre siste år viser at gruvevannet fra Nordgruvefeltet i denne perioden er største forurensningskilde i området. Resultatene avviker en del fra de tre første årene. Noe kan ha sammenheng med at kvaliteten til vannmengdemålingene er forbedret de tre siste årene. Det har også vært en merkbar reell økning i vannmengdene ut av Grunnstollen siste år. Dette har de som ferdes i gruva observert. Vintervannføringen har vært merkbart høyere de siste år. 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. Økt sulfattransport fra Grunnstollen indikerer økt forvitring/utvasking i gruva.

## 5. Samlet vurdering

Nå finnes det åtte års erfaringer fra observasjoner av forurensningstilstanden i Sulitjelmafeltet siden de siste tiltakene ble avsluttet. Det siste tiltaket omfattet vannfylling av Nordgruvefeltet. Høsten 2004 ble avløpet fra Mons Petter gruve ført inn i Nordgruvefeltet. Det første overløpsvannet fra det vannfylte gruvesystemet kom våren 2005. 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 mye av det toverdige jernet, noe som fører til utfelling av treverdige jernslam i grøftene. Dette forårsaker problemer for det måletekniske utstyret for vannføring og vannkvalitet ved utløpet av Grunnstollen. Det må her bemerkes at måleopplegget i Grunnstollen ikke har vært helt tilfredsstillende i perioder. For å sikre bedre data ble målepunktet flyttet ut i dagen på avløpsrøret i 2012.

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 Grunnstollen ved at pH-verdiene har falt og kobberkonsentrasjonene har økt en del. Kobberkonsentrasjonene i Grunnstollen har vært forholdsvis stabile i de siste år. pH-verdiene er forholdsvis lave med verdier i området ned mot 3 målt ved prøvemottak ved NIVAs laboratorium. Den reelle pH-verdien er trolig ca. 0,5 enheter høyere ved måling på stedet. Forsuringen skyldes oksidasjon og hydrolyse av jerninnholdet i prøveflaska. Det er bare kobber- og aluminiumkonsentrasjoner som har økt noe etter at målingene kom i gang i 2005. 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.

Når det gjelder situasjonen i Langvann, er metallnivåene avhengig av hvordan tilførslene fra det vannfylte Nordgruvefeltet varierer og hvor stor fortynningen er i Langvann til enhver tid. I året 2012-2013 var vannmengdene som passerte gjennom Langvann litt mindre enn det normale. Metallkonsentrasjonene er vanligvis lavest på ettervinteren og øker i løpet av sommeren og høsten. I 2012-2013 ble den høyeste kobberkonsentrasjonen påvist i august måned 2013 (38 µg/l). Dette er en verdi som fremkommer både fra partikler og løste ioner i vannprøven. For vurdering av påvirkning på fisk må den tilgjengelige delen av kobberet være undersøkt. For nærmere undersøkelser vedrørende ferskvannsfisk i området, effekter på det marine miljøet i enden av vassdraget, samt bruksmønster og holdninger til utslippene og elva hos lokalbefolkningen, se (Kristensen et al, 2012). Situasjonen ved utløpet av Langvann ser forholdsvis stabil ut, men kobbertransporten og konsentrasjonen varierer en del fra år til år.

Det finnes til nå seks 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 de siste år har tilførslene fra gruva hatt større betydning. Dette skyldes at vannmengdene ut av Grunnstollen av ukjente årsaker har vært betydelig høyere de tre siste år, og spesielt i 2012-2013, enn det som kan forventes ut fra nedbør i området. Økningen i vintervannføringen har vært størst. Ved utløpet av Langvann kan det ikke sees noen vesentlig effekt av de økte tilførslene fra gruva. De store jernmengdene fra gruva fører trolig til en medfelling av kobber i Langvann. Situasjonen synes ennå ikke å ha stabilisert seg.

## 6. Referanser

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 2009-2010. NIVA-rapport, O-10116. L.nr. 6057-2010. 23 s.

Iversen, E.R., 2011. Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2010-2011. NIVA-rapport, O-10408. L.nr. 6236-2011. 23 s.

Iversen, E.R., 2012. Oppfølging av forurensningssituasjonen i Sulitjelma gruvefelt, Fauske kommune. Undersøkelser i 2011-2012. NIVA-rapport, O-11464. L.nr. 6423-2012. 25 s.

Kristensen, T., Holen, S., Garmo, Ø., Kvassnes, A. og Iversen, E., 2012. Utredning av forhold knyttet til gruveavrenning fra Sulitjelma-feltene: Tålegrenser for ferskvannsfisk, effekter på marint miljø, samt bruksmønster og holdninger til området hos lokalbefolkningen. NIVA-rapport, O-11256, L.nr. 6330-2012, 49 s.



## Vedlegg A. Analyseresultater

**Tabell 9.** Analyseresultater. Stasjon 5 Utløp Langvann ved Hellarmo.

Dato	pH	Kond	Turb	SO <sub>4</sub>	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
15.09.2012	7,13	4,07	0,74	4,87	5,52	0,72	45,2	72	30,5	33,0	0,222	0,100	7,65	1,50	0,567	0,2
15.10.2012	6,34	4,35	0,73	5,53	7,64	0,87	34,8	55	28,6	32,1	0,052	0,087	7,84	0,66	0,617	<0,1
14.11.2012	7,21	4,32	0,43	5,18	5,87	0,78	32,1	48	23,3	28,3	0,100	0,080	7,25	0,62	0,558	<0,1
15.12.2012	7,26	4,11	0,55	4,39	6,34	0,74	26,0	40	21,2	27,0	0,568	0,061	5,45	1,10	0,405	<0,1
15.01.2013	6,28	3,68	0,79	3,59	4,68	0,57	34,3	55	9,46	11,0	0,120	0,021	3,58	0,58	0,170	<0,1
15.02.2013	7,17	3,58	0,48	3,43	4,68	0,57	13,1	20	6,13	8,19	0,074	0,022	2,21	0,72	0,120	0,2
14.03.2013	7,16	3,81	0,96	3,71	4,70	0,57	11,0	20	5,88	7,48	0,035	0,020	2,39	0,49	0,140	<0,1
15.04.2013	7,29	3,86	0,34	3,93	4,57	0,59	11,0	20	5,90	9,42	0,286	0,030	2,75	1,80	0,200	<0,1
13.05.2013	7,02	3,90	0,46	4,09	4,69	0,66	21,8	30	8,40	9,78	0,053	0,025	4,03	0,51	0,232	<0,1
14.06.2013	7,18	3,35	0,49	3,56	3,90	0,57	32,0	66	15,1	16,7	0,056	0,042	5,25	0,44	0,324	<0,1
15.07.2013	7,07	3,73		4,42	4,30	0,59	40,2	81	22,9	23,8	0,059	0,075	6,72	0,56	0,481	0,2
15.08.2013	7,25	4,19	0,37	5,77	4,94	0,69	44,4	61	38,1	42,2	0,180	0,120	9,45	0,73	0,844	<0,1
Gj.snitt	7,03	3,91	0,58	4,37	5,15	0,66	28,8	47	18,0	20,7	0,150	0,057	5,38	0,81	0,388	0,1
Maks.verdi	7,29	4,35	0,96	5,77	7,64	0,87	45,2	81	38,1	42,2	0,568	0,120	9,45	1,80	0,844	0,2
Min.verdi	6,28	3,35	0,34	3,43	3,90	0,57	11,0	20	5,88	7,48	0,035	0,020	2,21	0,44	0,120	<0,1

**Tabell 10.** Analyseresultater. Gruvevann fra Nordgruvefeltet ved utløp av Grunnstollen

Dato	pH	Kond	SO <sub>4</sub>	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Si	Vannf
		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	l/s
15.09.2012	3,14	179,0	1045	223	42,3	20,4	34,7	16,6	12,7	0,053	0,035	3,87	0,091	0,244	13,9	40,4
15.10.2012	3,07	180,1	1048	229	42,7	19,7	31,2	14,6	12,9	0,059	0,033	2,77	0,085	0,241	13,6	34,0
14.11.2012	3,19	177,0	1039	232	42,1	17,7	29,4	11,9	11,8	0,044	0,030	2,83	0,084	0,223	13,1	27,3
15.12.2012	3,16	173,6	880	251	44,6	16,8	29,7	9,34	11,6	0,042	0,027	2,77	0,078	0,216	12,6	21,8
15.01.2013	3,27	183,8	949,1	264	48,3	18,4	31,6	9,64	12,3	0,044	0,028	3,05	0,083	0,236	13,2	16,1
15.02.2013	3,23	195,0	1177	285	50,7	15,4	77,2	8,62	11,7	0,038	0,024	3,53	0,084	0,231	13,7	15,7
28.02.2013	3,60	103,0	535,9	142	25,0	6,75	15,3	3,67	5,68	0,020	0,011	1,69	0,042	0,109	7,05	37,8
14.03.2013	3,29	180,0	1096	261	45,3	12,5	37,8	6,33	10,5	0,020	0,021	3,15	0,076	0,206	12,3	23,5
15.04.2013	3,22	184,5	898,2	266	47,3	12,4	28,5	5,79	10,7	0,020	0,021	3,23	0,077	0,211	12,4	21,5
13.05.2013	3,02	205,0	1201	276	46,5	16,5	63,1	10,4	12,5	0,030	0,031	2,91	0,075	0,239	12,9	87,8
14.06.2013	2,95	197,0	1093	225	45,8	22,1	38,4	16,4	13,6	0,045	0,036	2,78	0,094	0,269	14,2	39,6
15.07.2013	2,94	195,0	1302	221	45,8	23,6	19,1	20,1	14,3	0,053	0,041	2,69	0,094	0,283	14,1	56,5
15.08.2013	3,02	188,0	1093	202	44,5	24,5	43,8	22,3	14,3	0,087	0,042	2,53	0,092	0,272	14,1	31,0
Gj.snitt	3,16	180,1	1027	237	43,9	17,4	36,9	12,0	11,9	0,043	0,029	2,91	0,081	0,229	12,9	34,8
Maks.verdi	3,60	205,0	1302	285	50,7	24,5	77,2	22,3	14,3	0,087	0,042	3,87	0,094	0,283	14,2	87,8
Min.verdi	2,94	103,0	536	142	25,0	6,75	15,3	3,67	5,68	0,020	0,011	1,69	0,042	0,109	7,05	15,7

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](http://www.niva.no) • [post@niva.no](mailto:post@niva.no)