

# Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2008-2009



**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**

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 Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2008-2009	Løpenr. (for bestilling) 5852-2009	Dato 22.9.2009
	Prosjektnr. Undernr. 28380	Sider 30
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat AS, 2009

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best. nr. 31/08
---------------------------------	--------------------------------------

**Sammendrag**

Det er gjennomført en kontroll av vannkvalitet og forurensningstransport i gruveområdet i Folldal sentrum. De rutinemessige feltundersøkelsene har omfattet tre målestasjoner hvorav en er i Folla og to ved kildene i gruveområdet i sentrum. Vannføringsmålingene i gruveområdet er oppgradert flere ganger, siste gang i 2007. Undersøkelsene viser at forurensningstilførslene fra området varierer forholdsvis mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. Siste undersøkelsesperiode i det hydrologiske året 2008-2009 ble forurensningstransporten i Folla beregnet til 8,3 tonn kobber/år og 13,8 tonn sink/år. Disse tallene ligger innenfor variasjonene som er registrert de senere år. Situasjonen vurderes som stabil og har endret seg lite i de årene NIVAs målinger har pågått (1970-2009). Dreneringsgrøftene i gruveområdet ble forbedret høsten 2007 og ser ut til å fange opp det meste av metallavrenningen fra området. Nedenfor Folldal sentrum felles ut en del jern og kobber på elvestrekningen ned til stasjonen ved Folshaugmoen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kisgruve</li> <li>2. Drensvann</li> <li>3. Forurensningstransport</li> <li>4. Foldal Verk 2009</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pyrite Mining</li> <li>2. Acid Rock Drainage</li> <li>3. Heavy Metal Run-off</li> <li>4. Folldal Mines 2009</li> </ol>
--	---



Eigil Rune Iversen  
Prosjektleder



Helge Liltved  
Forskningsleder



Bjørn Faafeng  
Seniorrådgiver

O-28380

**Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune**

Undersøkelser i 2008-2009

## Forord

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser av effekter av gruvevirksomheten til Folldal Verk siden 1966. Undersøkelsene har således pågått under den gamle driften ved Folldal hovedgruve i Folldal sentrum og ved den nye gruva på Tverrfjellet. Etter at gruvedriften ble nedlagt i 1993, ble det gjennomført oppryddingsarbeider og forurensningsbegrensende tiltak ved begge områdene. Arbeidene ble avsluttet i 1994. Oppryddingsarbeidene i Folldal sentrum pågikk i perioden 1992-1994.

Den foreliggende rapporten gir en status for forurensningssituasjonen i nedre del av vassdraget ved gruveområdet i Folldal sentrum fram til høsten 2009. Resultatet fra undersøkelsene vil danne grunnlag for å dokumentere effekten av videre tiltak i gruveområdet. Oppdragsgivere i årene etter 1994 har vært Norsulfid as, Miljøsikringsfondet Folldal Verk og Bergvesenet. Bergvesenet overtok ansvaret for undersøkelsene i 2001. Miljøsikringsfondet Folldal Verk har bekostet den rutinemessige prøvetakingen.

Lokal observatør og ansvarlig for den rutinemessige prøvetaking har i alle år vært Kjell Streitlien, Folldal som vi herved takker for all hjelp i 2008-2009.

Oslo, 22. september 2009

*Eigil Rune Iversen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>7</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>8</b>
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Undersøkelsesopplegg	8
<b>2. Hydrologi og meteorologi</b>	<b>9</b>
2.1 Meteorologi	9
2.2 Hydrologi	10
2.2.1 Vannføringer i Folla	10
2.2.2 Vannføringer i gruveområdet	12
<b>3. Vannkvalitet</b>	<b>14</b>
3.1 Prøvetakingsstasjoner	14
3.2 Stasjon 1 – Stoll 2	14
3.3 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drensør ved RV 29	16
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen	17
<b>4. Forurensningstransport</b>	<b>19</b>
<b>5. Samlet vurdering</b>	<b>23</b>
<b>6. Litteratur</b>	<b>24</b>
<b>Vedlegg A. Analyseresultater 2008-2009</b>	<b>25</b>

---

## Sammendrag

Den løpende programmet for kontroll av forurensningstilførslene fra gruveområdet i Folldal sentrum startet høsten 1993 da dreneringssystemet i gruveområdet ble ferdigstilt. Undersøkelsene har omfattet prøvetaking av to kilder i gruveområdet, gruvevann fra stoll 2 og ved utløpet av drensør for samlet avrenning. I tillegg er prøvetakingen videreført ved den faste stasjonen i Folla nedenfor gruveområdet, stasjon Fo7 Folshaugmoen, der en har observasjoner tilbake til 1966.

Undersøkelsene har også omfattet kontinuerlige vannføringsmålinger siden 1997 i Folla og siden 2001 ved stasjonene i gruveområdet. Siden 2001 er det foretatt forbedringer av vannføringsmålingene for samlet avrenning ved flere anledninger, siste gang i 2007. Forurensningsbudsjettet for de siste to år er derfor trolig det mest pålitelige vi har hatt hittil.

Avrenning fra avfall i dagen er største forurensningskilde i området, men tilførslene fra gruva betyr svært mye når det er liten overflateavrenning, som i tørre perioder og om vinteren når det er frost. I slike perioder er gruvevannet største forurensningskilde. I august 2007 ble det gjennomført forbedringer av eksisterende dreneringsgrøfter for å fange opp mer av avrenningen fra gruveavfallet.

Noen nøkkeltall for forurensningstransporten i Folla ved Folshaugmoen pr. 31. august 2009:

Årstransport i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Cd kg	SO <sub>4</sub> tonn	Vannmengde m <sup>3</sup>
1997-1998	10,7	14,9	145	48,8	2976	243961632
1998-1999	12,3	17,2	179	49,1	3118	245500416
1999-2000	11,4	16,8	157	45,6	3043	253573632
2000-2001	13,5	16,3	186	50,6	3168	266194080
2001-2002	14,1	18,5	169	54,5	3165	259439328
2002-2003	5,2	8,2	79	23,4	1812	156232800
2003-2004	7,4	11,3	118	31,8	2307	198878976
2004-2005	8,1	11,9	116	38,1	2570	237937824
2005-2006	7,7	11,2	105	31,7	2137	197887968
2006-2007	12,4	16,2	142	50,6	3142	259696800
2007-2008	7,9	12,1	112	33,4	3005	278219232
2008-2009	8,3	13,8	101	37,3	2518	242119584

Tilførslene til Folla kan variere svært mye avhengig av nedbør og klima. Siste år var metallavrenningen på et nivå som ligger innen de variasjonene man har sett i de senere år. Totalt sett vurderes situasjonen som stabil. Store deler av avrenningen fra gruveområdet samles opp av drensørnett i gruveområdet. Det er vanskelig å angi virkningsgraden for oppsamlingen av drensvann mer eksakt uten å forsterke prøvetakingsopplegget. Dagens prøvetaking synes imidlertid som tilstrekkelig omfattende for å ha kontroll med forurensningssituasjonen.

Noen nøkkeltall for stasjonene i gruveområdet:

Årstransport for gruvevann ved utløpet av stoll 2. Hydrologiske år.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe Tonn	Cd kg	SO <sub>4</sub> tonn	Vannmengde m <sup>3</sup>
2001-2002	5,0	3,2	67,0	12,0	300	27751
2002-2003	3,2	2,2	46,4	7,9	206	18427
2003-2004	3,0	2,2	47,3	7,1	203	17943
2004-2005	4,3	3,1	67,4	10,2	304	28146
2005-2006	4,2	2,8	61,3	9,0	274	23311
2006-2007	5,5	3,4	76,5	11,2	349	29029
2007-2008	5,4	3,3	74,6	11,6	329	25860
2008-2009	6,1	4,2	94,3	14,3	416	32526

Årstransport for samlet avrenning på rørnett ved riksveg 29.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe Tonn	Cd kg	SO <sub>4</sub> tonn	Vannmengde m <sup>3</sup>
2001-2002	9,0	6,1	102	22,2	549	131544
2002-2003	5,9	4,1	71,2	14,1	369	87696
2003-2004	5,2	3,6	67,2	12,5	347	91229
2004-2005	6,3	4,3	78,3	15,3	428	84878
2005-2006	17,5	11,5	204	38,9	1117	178131
2006-2007	21,3	14,2	232	48,1	1331	223948
2007-2008	11,5	6,9	133	24,8	708	115872
2008-2009	16,0	10,7	205	37,1	1062	177670

## Summary

Title: Transport of Pollutants from Folldal Mining Area 2008-2009

Year: 2009

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5587-4

Mining for sulphide minerals in the Folldal area took place at several mines in the period 1748-1993. The major activities are located in two mining areas, the old Folldal mine in the community centre and Tverrfjellet mine about 30 km upstream the community centre. From about 1935 concentrates of copper, zinc and pyrite were produced by selective flotation.

This report deals with pollution situation at the old mine site which was operated from 1748 until mine closure in 1968. At the final mine closure in 1993, a number of mitigative measures were carried out. At the old mine site, different waste material were removed and disposed of under water within the new mine at Tverrfjellet. Due to conservation interests, it was not possible to remove all waste and raise the water table within the mine.

In the following years no significant effects on the water quality in Folla River were observed. Run-off from the remaining mine waste is the main source of pollution in the area. During the winter situation and in dry periods with little precipitation, the strongly acidic mine water is the most important source.

In 2007 an improved drainage system was finished.

The updated key figures for the pollution transport in the receiving Folla River are as follows:

<b>Year</b>	<b>Cu Tonnes</b>	<b>Zn Tonnes</b>	<b>Fe Tonnes</b>	<b>Cd Kgs</b>	<b>SO<sub>4</sub> Tonnes</b>	<b>Run-off m<sup>3</sup></b>
1997-1998	10,7	14,9	145	48,8	2976	243961632
1998-1999	12,3	17,2	179	49,1	3118	245500416
1999-2000	11,4	16,8	157	45,6	3043	253573632
2000-2001	13,5	16,3	186	50,6	3168	266194080
2001-2002	14,1	18,5	169	54,5	3165	259439328
2002-2003	5,2	8,2	79	23,4	1812	156232800
2003-2004	7,4	11,3	118	31,8	2307	198878976
2004-2005	8,1	11,9	116	38,1	2570	237937824
2005-2006	7,7	11,2	105	31,7	2137	197887968
2006-2007	12,4	16,2	142	50,6	3142	259696800
2007-2008	7,9	12,1	112	33,4	3005	278219232
2008-2009	8,3	13,8	101	37,3	2518	242119584



# 1. Innledning

## 1.1 Bakgrunn

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser i Folla-vassdraget siden 1966. Undersøkelsene har omfattet hele strekningen fra gruveområdet på Hjerkin og ned til Alvdal. Gruvevirksomheten til Folldal Verk ved Tverrfjellet gruve opphørte i mars 1993. I perioden 1992-1994 pågikk det oppryddingstiltak ved det gamle gruveområdet i Folldal sentrum der virksomheten ble nedlagt i 1968. Oppryddingstiltakene har bestått i flytting av forurensende masser opp til Hjerkin, der de ble deponert i Tverrfjellet gruve. I tillegg ble det foretatt en del dreneringstiltak i området. Norsulfid AS gjennomførte et 5 års overvåkingsprogram i vassdraget og i gruveområdene i perioden 1993-1998. Resultatene fra disse undersøkelsene er rapportert i en sluttrapport (Iversen et al, 1999).

Da vannkvaliteten i nedre del av vassdraget ved Folshaugmoen ennå ikke hadde bedret seg vesentlig ved utgangen av 1998 etter de tiltakene som var gjennomført, ble det besluttet at Miljøsikringsfondet Folldal Verk skulle fortsette et forenklet overvåkingsprogram i Folldal sentrum-området. Dette for å sikre en kontinuitet i målingene inntil en ser hvordan vannkvaliteten utvikler seg, og inntil det er fattet en beslutning om eventuelt å gjennomføre ytterligere tiltak. Resultatene fra disse undersøkelsene (Iversen, 2000 og 2001) ble benyttet i en utredning som ble foretatt for Miljøsikringsfondet Folldal Verk etter pålegg fra Statens forurensningstilsyn, der en ga en utredning av forurensningsbegrensende tiltak i Folldal sentrum (Iversen og Knudsen, 2002). Det ble kun benyttet eksisterende informasjon om gruveområdet i denne utredningen.

I november 2001 overtok Bergvesenet ansvaret for å videreføre avrenningsundersøkelsene i gruveområdet. Senhøstes 2005 startet Bergvesenet arbeidene med å drenere gruveområdet bedre. I 2005 ble det laget nye drengrofter rundt Tyskholeet for å forhindre overflatevann i å trenge inn i gruva under flomperioder. Sommeren 2007 ble det laget nye drengrofter i gruveområdet for å begrense lekkasjen til området nedenfor.

Tverrfjellet gruve på Hjerkin fikk overløp høsten 2008. Utviklingen i dette området følges med eget program som vil bli rapportert separat.

Det foreliggende rapport gir en fremstilling av resultatene fra undersøkelsene for perioden 01.09.2008-31.08.2009.

## 1.2 Undersøkelsesopplegg

Programmet har stort sett fulgt samme opplegg som etter 1998. Det er gjennomført kontinuerlige vannføringsmålinger ved de nye profilene som ble etablert høsten 2001. I tillegg gjennomfører NVE vannføringsmålinger i Folla ved Grimsmoen (Brandsnes bru) et lite stykke oppstrøms målestasjonen i Folla ved Folshaugmoen (Fo7) etter oppdrag fra NIVA. Vannføringsmålingen ved stasjonen for samlet avrenning fra gruveområdet (St.2) ble flyttet til avløpsrøret ovenfor riksvei 29 i november 2003. Etter en tids parallell prøvetaking ble den rutinemessige prøvetaking flyttet til det nye stedet (st.2A) fra og med 01.09.04. De øvrige feltundersøkelsene i perioden har bestått i regelmessig månedlig prøvetaking ved de tre faste stasjonene: St.1 Gruvevann stoll 2, St.2A Samlet avrenning på drengrør og stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen.

Prøvene er tatt av Kjell Streitlien, Folldal. Prøvetakingen er bekostet av Miljøsikringsfondet Folldal Verk.

Prøvene er analysert av NIVA. Metallanalysene er utført vha ICP-teknikk (drensvann) og ICPMS-teknikk (elvevann). Metallanalysene er utført på ufiltrerte, syrekonserverte prøver.

## 2. Hydrologi og meteorologi

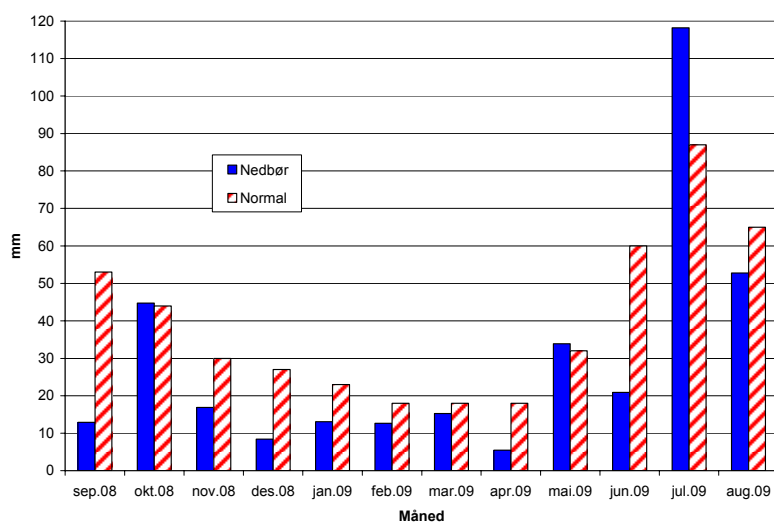
### 2.1 Meteorologi

De meteorologiske data som er benyttet er samlet inn av Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved målestasjonen 8970 Einunna kraftverk. Stasjonen i Folldal (0910 Folldal) ble nedlagt i august 2006. I tabell 1 er samlet månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 1.september 2008 - 31.august 2009. Året som helhet var nedbørfatting med en årsnedbør på 355 mm, 74,8 % av et normalår. Det falt uvanlig mye nedbør i juli måned 2009. Den 21.juli 2009 falt det 36 mm nedbør ved Einunna kraftverk.

**Tabell 1.** Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2008-2009.

Måned	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør i % av normalår
sep.08	12,9	53	24,3
okt.08	44,7	44	101,6
nov.08	16,9	30	56,3
des.08	8,4	27	31,1
jan.09	13,1	23	57,0
feb.09	12,7	18	70,6
mar.09	15,3	18	85,0
apr.09	5,5	18	30,6
mai.09	33,9	32	105,9
jun.09	20,9	60	34,8
jul.09	118,2	87	135,9
aug.09	52,8	65	81,2
Årsum	355,3	475	74,8

Figur 1 gir en grafisk fremstilling av nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2008-2009.

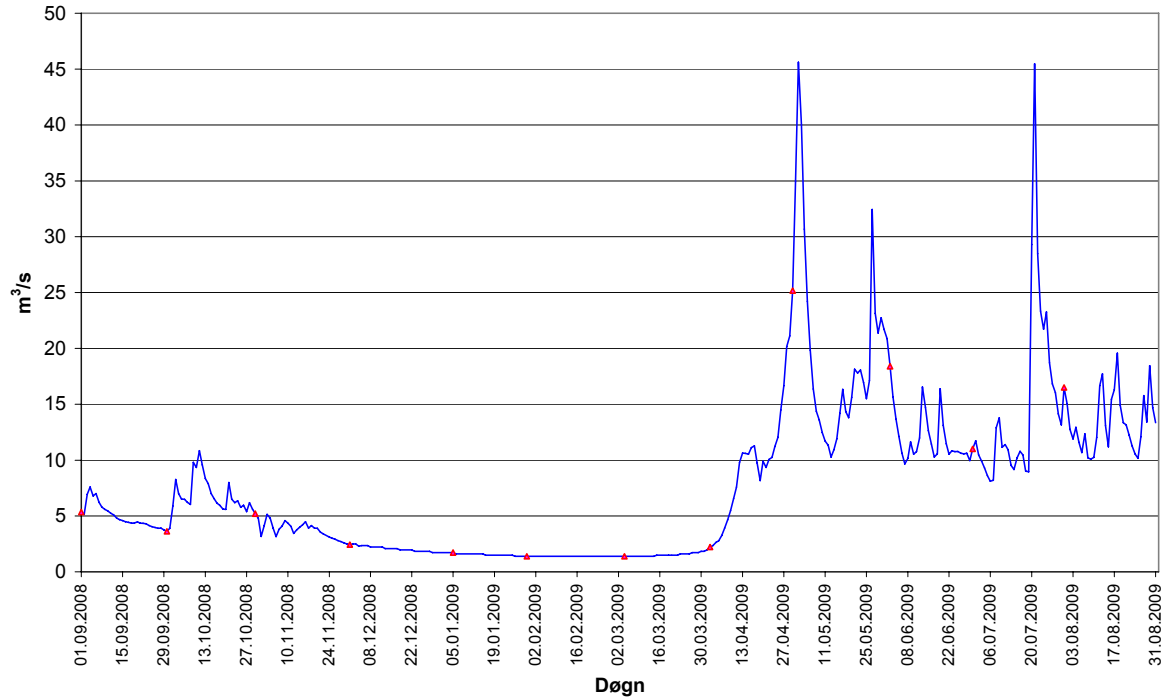


**Figur 1.** Månedsnedbør og normaler ved Einunna kraftverk i 2008-2009.

## 2.2 Hydrologi

### 2.2.1 Vannføringer i Folla

De kontinuerlige vannføringsmålingene i Folla ble startet i 1997. Figur 2 viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2008-2009.



**Figur 2.** Døgnmiddelvannføringer i Folla ved Grimsmoen (Brandsnes bru) i 2008-2009 med markering av prøvetakinger for kjemisk analyse.

Vårflommen hadde sitt maksimum den 2.mai 2009. En ser også at den kraftige nedbøren den 21.juli 2009 førte til en like høy flomtopp. Vannføringen var relativt høy i hele tiden til og med august måned. I tabell 2 er det gitt en oversikt over nedbør og avrenning basert på døgnmiddelobservasjoner i Folla ved Grimsmoen (Brandsnes bru).

**Tabell 2.** Middelvannføringer og avrenning i Folla ved Grimsmoen 1997-2009. Hydrologiske år.

År	Nedbør i % av normal	Teoretisk *) middelvannføring m <sup>3</sup> /s	Middelvannføring etter feltmålinger m <sup>3</sup> /s	Målt avrenning m <sup>3</sup> /år
1997-1998	109	7,63	7,86	243 961 632
1998-1999	106	7,42	7,78	245 500 416
1999-2000	117	8,19	8,02	253 573 632
2000-2001	115	8,05	8,44	266 194 080
2001-2002	116	8,12	8,23	259 439 328
2002-2003	107	7,49	4,95	156 232 800
2003-2004	81,5	5,71	6,28	198 878 976
2004-2005	115	8,06	7,64	237 937 824
2005-2006	134	9,35	6,27	197 887 968
2006-2007	85,2**	5,96	8,23	259 696 800
2007-2008	108,1	7,57	8,80	278 219 232
2008-2009	74,8	5,24	7,68	242 119 584

\*) Beregnet vha nedbørfeltets areal og avrenningskoeffisient (NVE, 1987) korrigert for avvik fra nedbørnormal.

\*\*\*) Ny nedbørstasjon benyttet (Einunna kraftverk) fra 1.9.2006.

## 2.2.2 Vannføringer i gruveområdet

Figur 3 og figur 4 viser vannføringsobservasjonene for stoll 2 og for samlet avrenning på drenerørnettet. I tabell 3 er sammenstilt noen nøkkeltall for de to målestasjonene i gruveområdet.

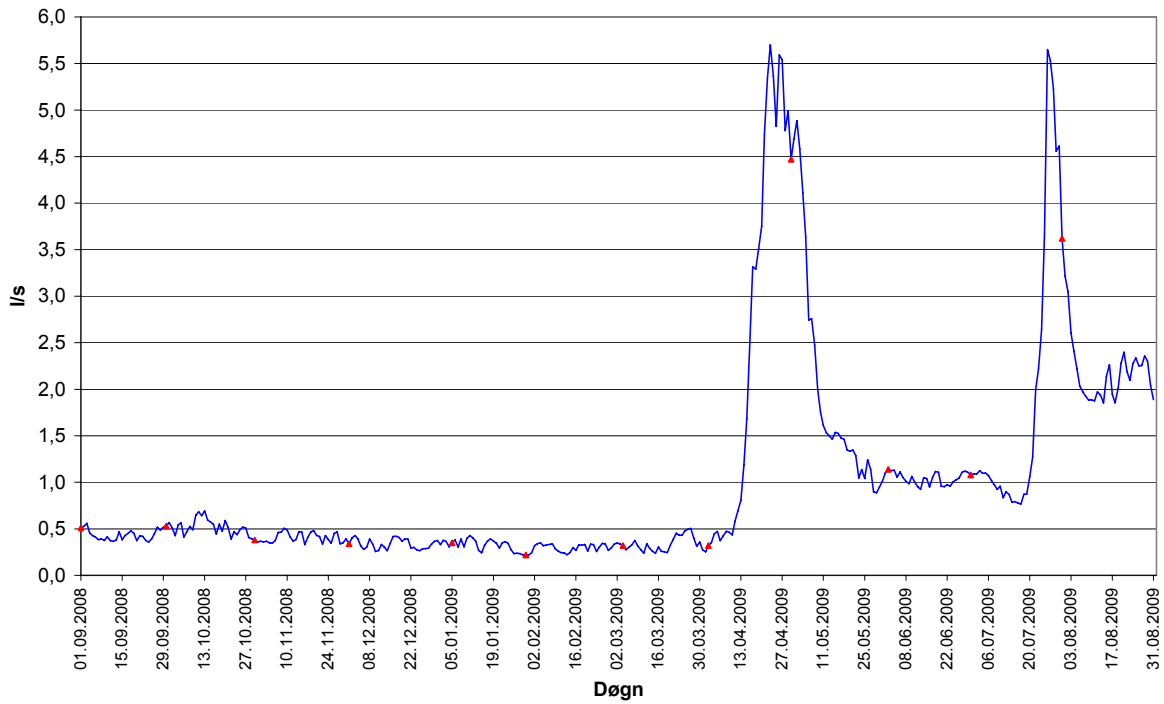
Målepunktet for samlet avrenning ble flyttet fra og med 1.9.2004. De to drenerørene som samlet avrenningen fra gruveområdet ble samlet i det største røret og en vannføringslogger ble montert inne i røret nedenfor sammenkoblingspunktet. Vannprøvene tas ved utløpet av røret der det munner ut i kulvert under riksvei 29.

**Tabell 3. Døgnmiddelvannføringer og årsavrenning for målepunktene i gruveområdet.**

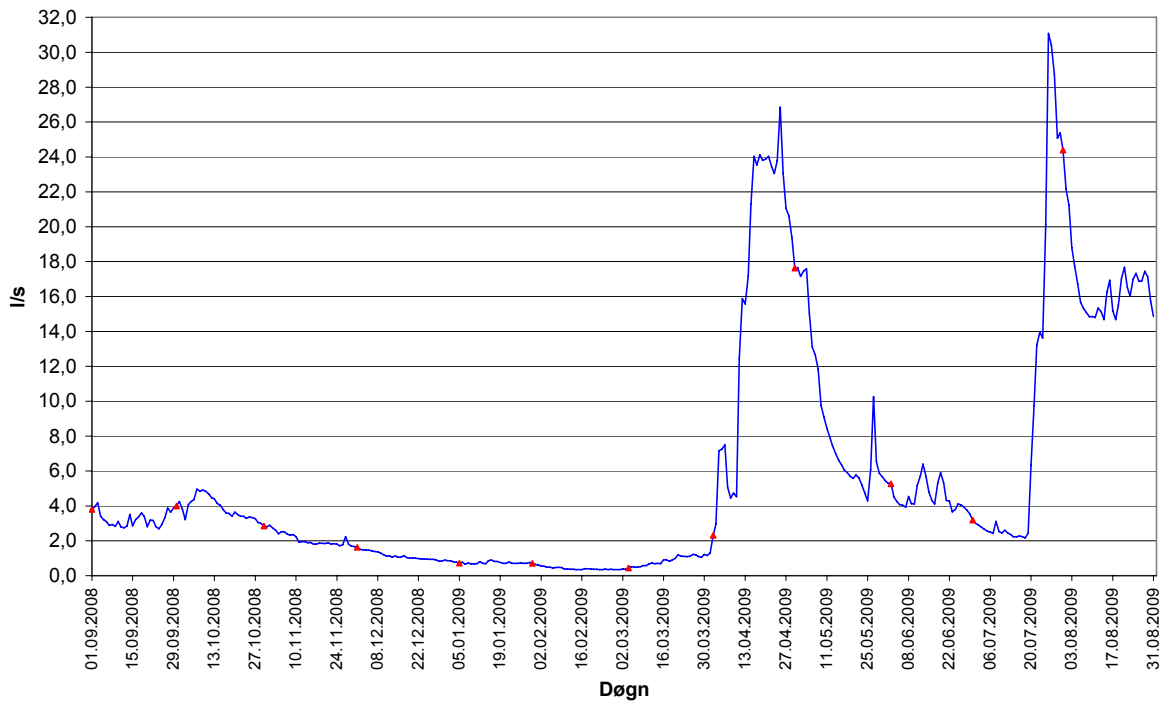
Stasjon	År	Avrenning	Middel	Maks	Min	Median
		m <sup>3</sup> /år	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h
St.1 Stoll 2	2001-2002	27750	3,2	16,1	0,51	1,96
St.1 Stoll 2	2002-2003	18426	2,1	13,6	0,32	1,19
St.1 Stoll 2	2003-2004	17943	2,0	14,9	0,58	1,31
St.1 Stoll 2	2004-2005	28146	3,2	18,6	0,97	2,18
St.1 Stoll 2	2005-2006	23311	2,7	27,9	0,45	1,54
St.1 Stoll 2	2006-2007	29029	3,3	18,6	0,84	2,37
St.1 Stoll 2	2007-2008	25860	2,9	42,3	0,65	1,62
St.1 Stoll 2	2008-2009	32526	3,7	20,5	0,79	1,68
St.2 Samlet avrenning*)	2001-2002	131544	9,3	40,8	0,36	6,8
St.2 Samlet avrenning**)	2002-2003	87696	10,1	155	1,7	6,6
St.2 Samlet avrenning	2003-2004	91229	10,4	71,8	1,3	8,5
St.2A Samlet avrenning	2004-2005	84878	9,7	53,2	2,7	6,1
St.2A Samlet avrenning	2005-2006	178131	20,3	446	0,72	3,7
St.2A Samlet avrenning	2006-2007	223948	25,6	279	1,8	11,0
St.2A Samlet avrenning	2007-2008	115872	13,2	198	0,45	5,7
St.2A Samlet avrenning	2008-2009	177670	20,3	112	1,26	10,6

\*) Manuelle målinger i perioden 25.01-20.03.02. Tett innløp 24.06-01.07.02 (tap av vann under flomtopp).

\*\*\*) Manuelle målinger i perioden 20.11.02-06.03.03.



**Figur 3.** Døgnmiddelvannføringer ved St.1 Utløp av Stoll 2 i 2008-2009 med markering av prøvetakingstidspunkter.



**Figur 4.** Døgnmiddelvannføringer ved St.2A Utløp drenerør for samlet avrenning ved r.v. 29 i 2008-2009 med markering av prøvetakingstidspunkter.

### 3. Vannkvalitet

#### 3.1 Prøvetakingsstasjoner

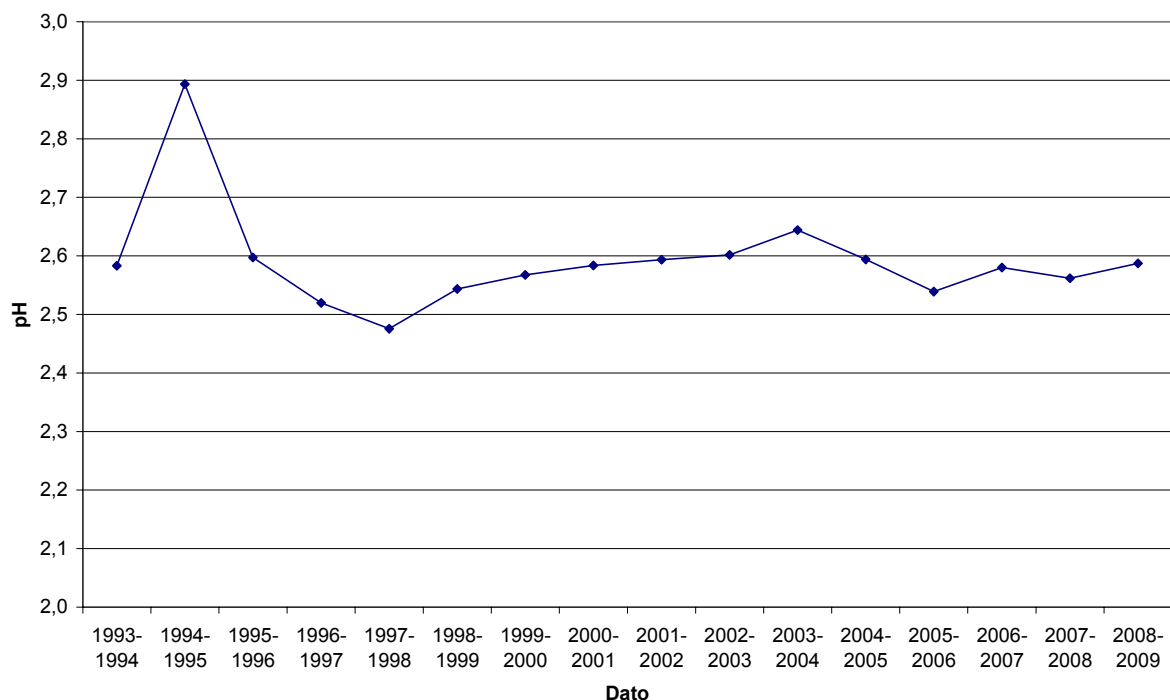
Tabell 4 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene som har vært benyttet i perioden 2008-2009.

**Tabell 4.** Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2008-2009.

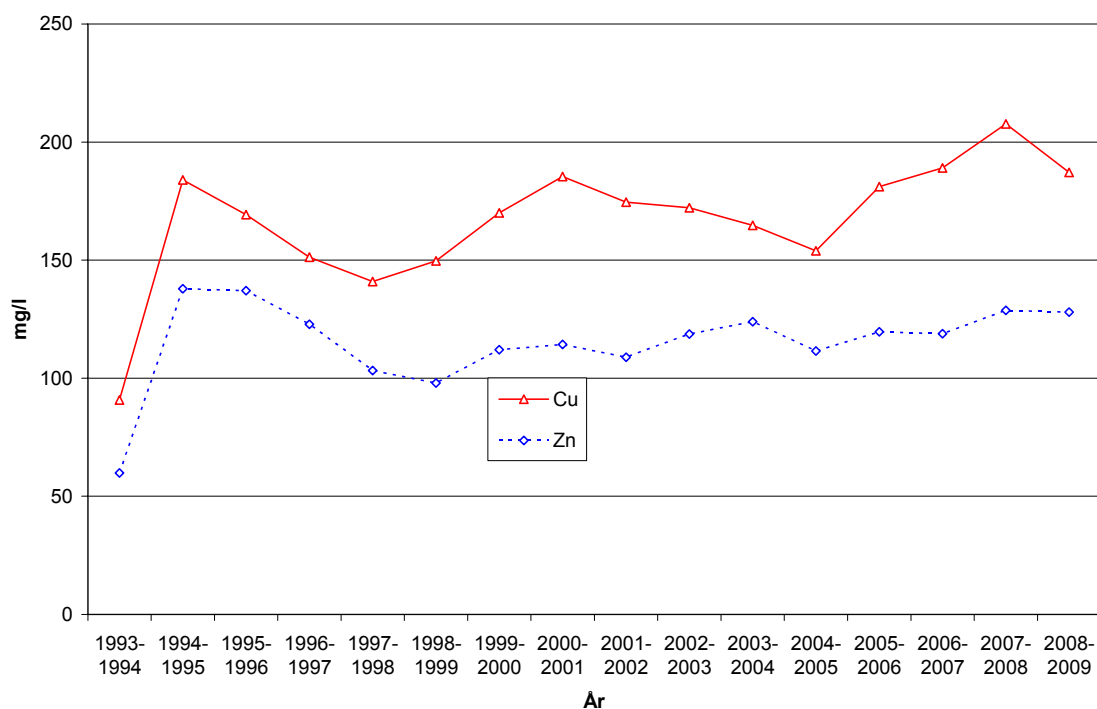
St. nr.	Navn	Frekvens	Posisjon målt med GPS
1	Gruvevann utløp stoll 2	1 x mnd.	N 62° 08,383'; E 09° 59,310'
2A	Utløp drensledning for samlet avløp	1 x mnd.	N 62° 08,116'; E 09° 58,660'
Fo7	Folla ved Folshaugmoen	1 x mnd.	N 62° 07,746'; E 10° 07,244'

#### 3.2 Stasjon 1 – Stoll 2

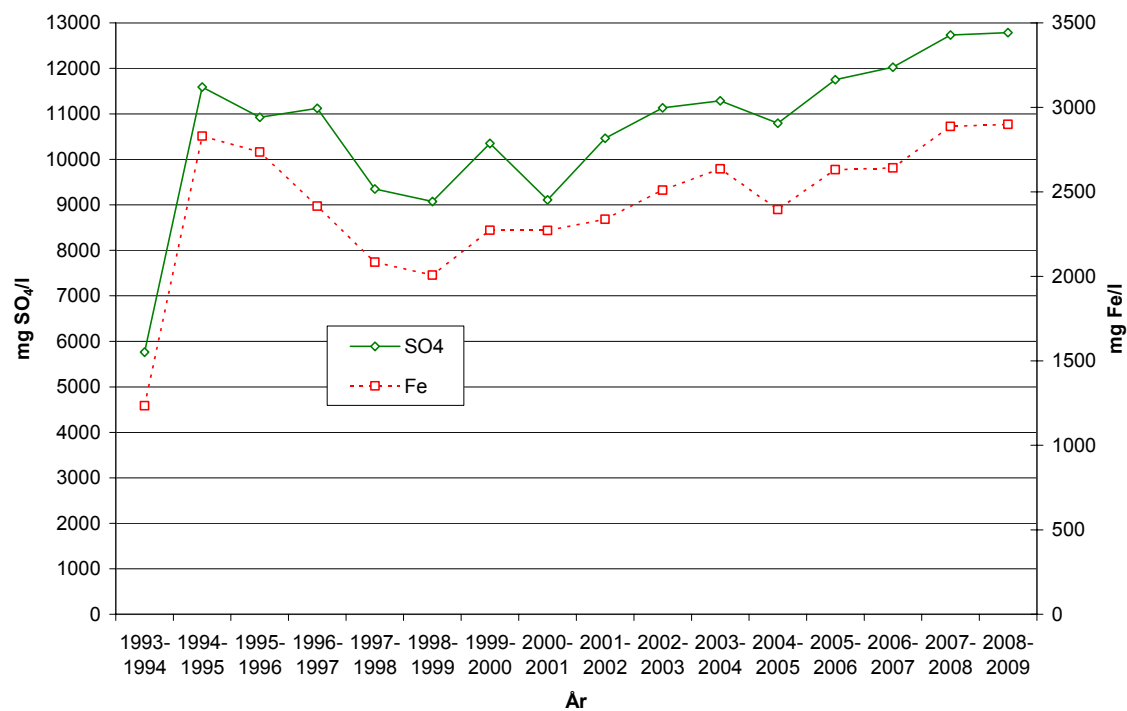
Analyseresultatene for prøver som er tatt i 2008-2009 er samlet i vedlegg A bak (tabell 8). Her er også gitt en oppdatert oversikt over årlige tidsveiede middelveier for hydrologiske år fra 1993 (tabell 9). Som figur 5 viser, er gruvevannet sterkt surt med pH-verdier varierende i området 2,5-2,7. Figur 6 og figur 7 viser grafisk det tilsvarende forløp for de tidsveiede årsmiddelveierne for kobber, sink, jern og sulfat. I de årene det løpende programmet har pågått (1993-2009), har det vært forholdsvis beskjedne endringer i vannkvaliteten hva pH-verdien angår. Utviklingen etter 1997 tyder på økte metall- og sulfatverdier. I avsnittet som behandler transport vil en gi supplerende opplysninger om endringer i konsentrasjoner har noen betydning for stoffmengdene som kommer ut av gruva.



**Figur 5.** Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelveier for pH.



Figur 6. Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink.

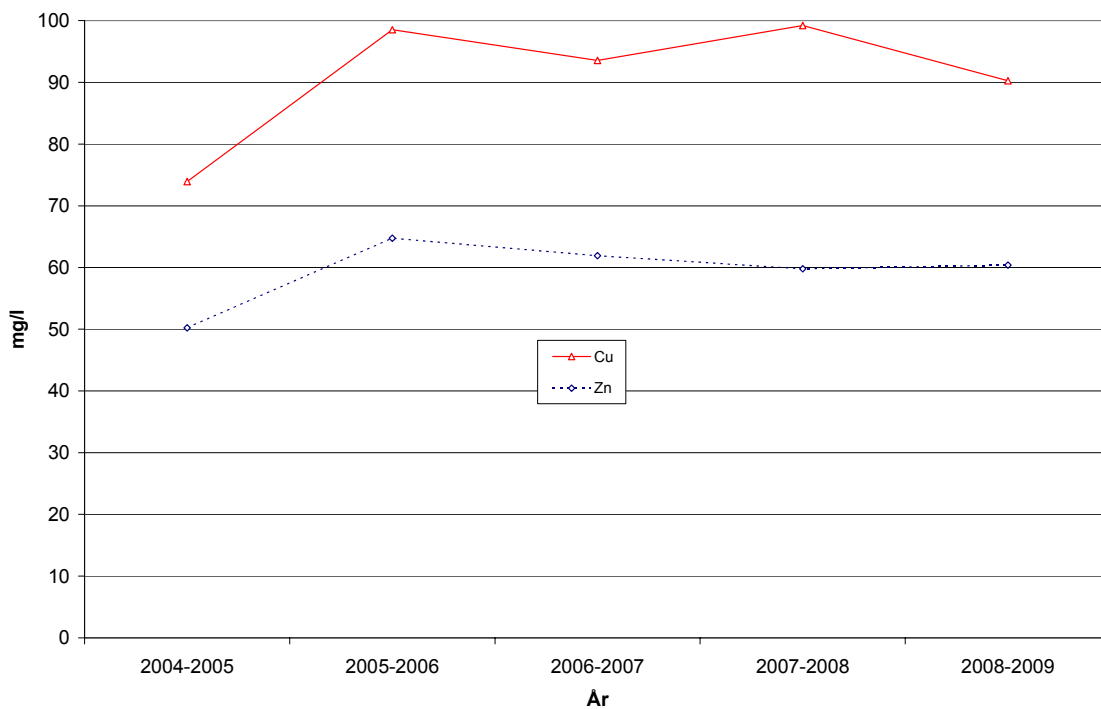


Figur 7. Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for jern og sulfat.



### 3.3 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drensrør ved RV 29

Stasjonen ble opprettet i desember 2003 og ble prøvetatt parallelt med st.2 fram til 1.9.2004. En har således ingen historiske data for denne stasjonen. I store deler av året når det er liten avrenning, antas vannkvaliteten å være forholdsvis lik vannkvaliteten ved den gamle stasjon 2. Dette skyldes at det fortynningsvannet som kommer inn via et bekkefar før kulverten under veien, er forholdsvis beskjedent. Analyseresultatene for 2008-2009 er samlet i tabell 10 mens i tabell 11 er beregnet tidsveiede årsmiddelverdier. Figur 8 viser en grafisk fremstilling av tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink for de fire hydrologiske årene en har data for. En legger merke til at samlet avrenning fra Folldal sentrum ved utløpet av rørsystemet inneholder mer kobber enn sink, noe som er forskjellig fra tilstanden i Folla nedstrøms Folldal sentrum.



**Figur 8.** Stasjon 2A Samlet avrenning ved utløp av rør ved RV 29. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink for hydrologiske år.

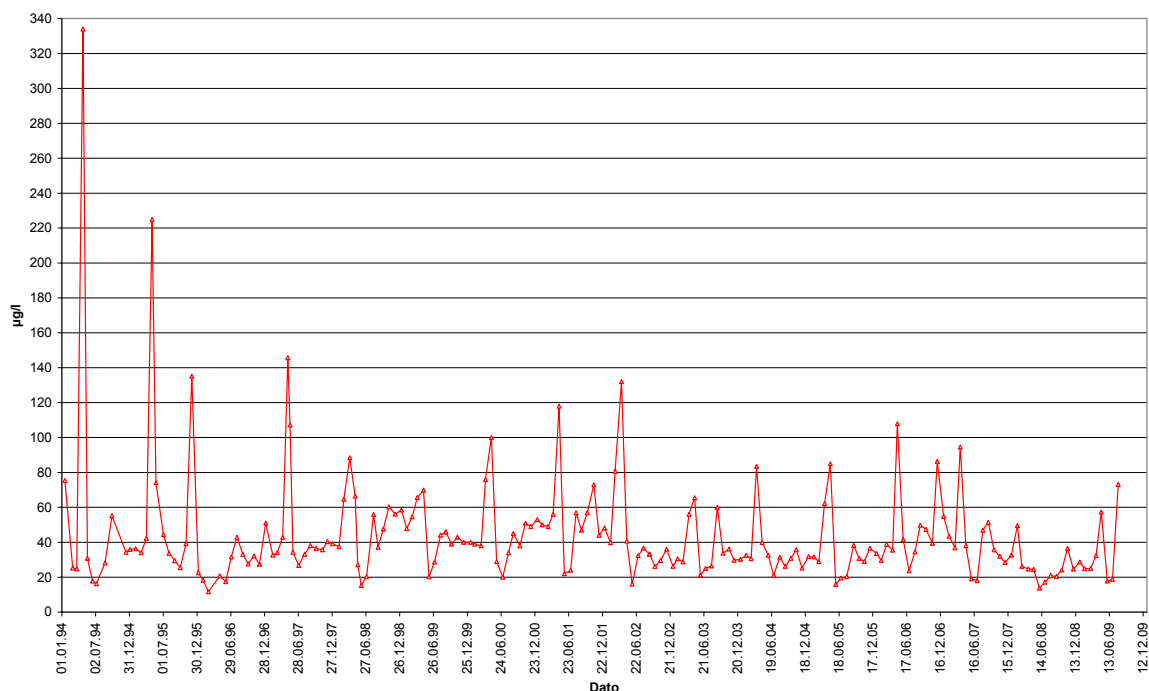
### 3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen

Stasjonen ble opprettet i 1966. Fra 1984 er stasjonen prøvetatt regelmessig hver måned. Hensikten med denne stasjonen har i de senere år vært å kontrollere endringer i vannkvaliteten i Folla etter tiltakene som ble avsluttet i 1994. Analyseresultatene for perioden 2008-2009 er samlet i tabell 12, mens tabell 13 gir en oversikt over beregnede tidsveiede middelveier for de viktigste analyseparametre for hydrologiske år i perioden 1994-2009.

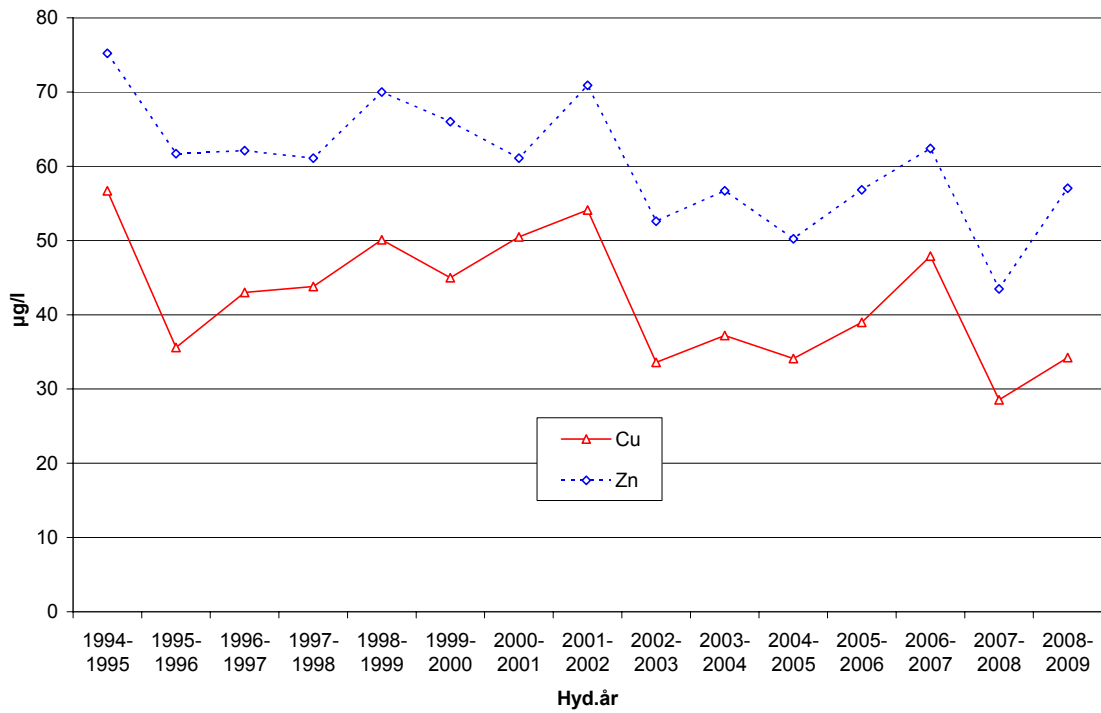
Vannkvalitet og spesielt tungmetallnivå endrer seg svært mye i løpet av året. Ofte vil det være stor avrenning fra gruveområdet om våren under snøsmeltingen. Denne lokale flommen inntreffer ofte før vannføringen i vassdraget tar seg opp. Av denne årsak kan en vanligvis påvise forholdsvis høye metallkonsentrasjoner i Folla i første halvdel av mai. Konsentrasjonene kan erfaringsmessig endre seg svært mye fra dag til dag på denne tiden. Med en månedlig prøvetakingsfrekvens vil en derfor ikke alltid fange opp de høyeste konsentrasjonene. Om sommeren kan det av og til inntreffe episoder med kraftig regn som kan være lokalt. I slutten av juli 2009 fikk en en slik episode. Dette førte til kraftig utvasking av forvitningsprodukter fra gruva og fra gruveområdet i Follidal sentrum. Vannføringskurvene for stoll 2, samlet avrenning og for Folla ved Grimsmoen viser dette. Da prøvetakingsfrekvensen kun er månedlig, vil det derfor være usikkerheter knyttet til tolking de beregnede årsmiddelkonsentrasjonene. Figur 9 viser observasjonsmaterialet for kobber for årene etter at tiltakene ble avsluttet (1994-2009). Figur 10 viser beregnede tidsveiede årsmiddelveier for kobber og sink for hydrologiske år fra 1994.

Maksimumsverdiene for kobber inntreffer vanligvis like før vårflommen. I juli 2009 ble det observert uvanlig høy kobberkonsentrasjon årstiden tatt i betraktning pga mye lokal nedbør i Follidal sentrum.

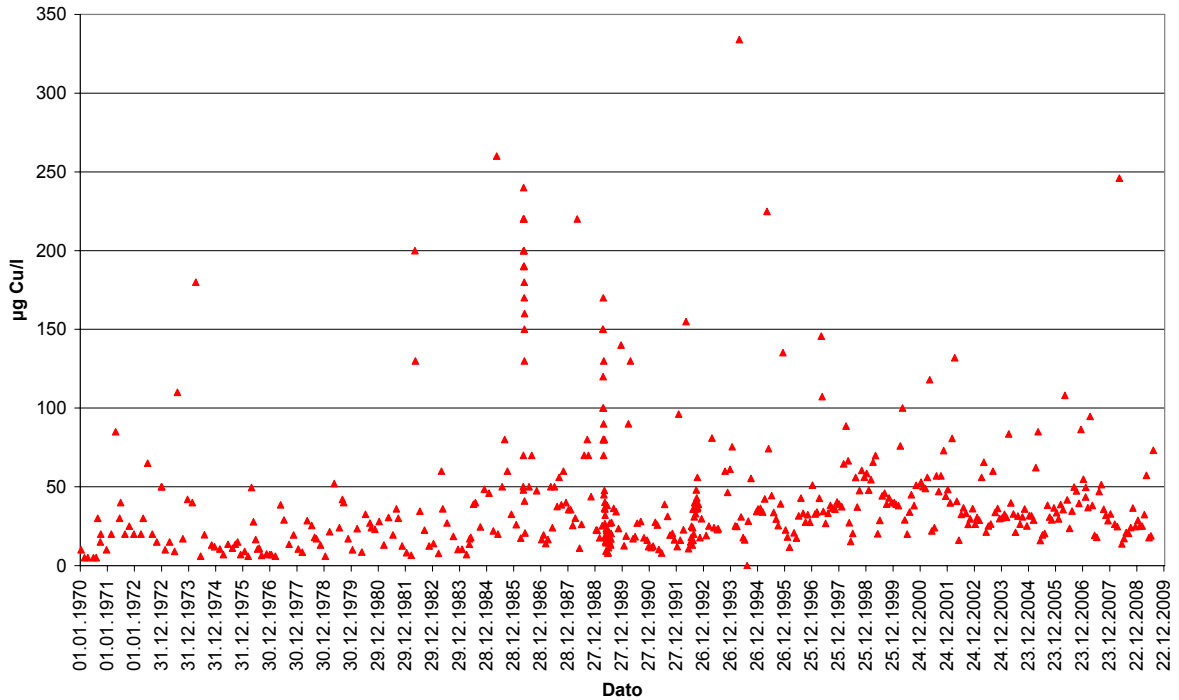
Beregnete årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink tyder tilsynelatende på at metallkonsentrasjonene er langsomt synkende. I denne sammenheng må en se bort fra konsentrasjonene i 1993-94 da det pågikk oppryddingstiltak i gruveområdet. Dersom en ser på hele observasjonsmaterialet for perioden 1970-2009 for kobber (figur 11) ser det imidlertid ikke ut til at vannkvaliteten i Folla nedstrøms Follidal sentrum har endret seg vesentlig i løpet av de siste 40 år.



**Figur 9.** Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2009.



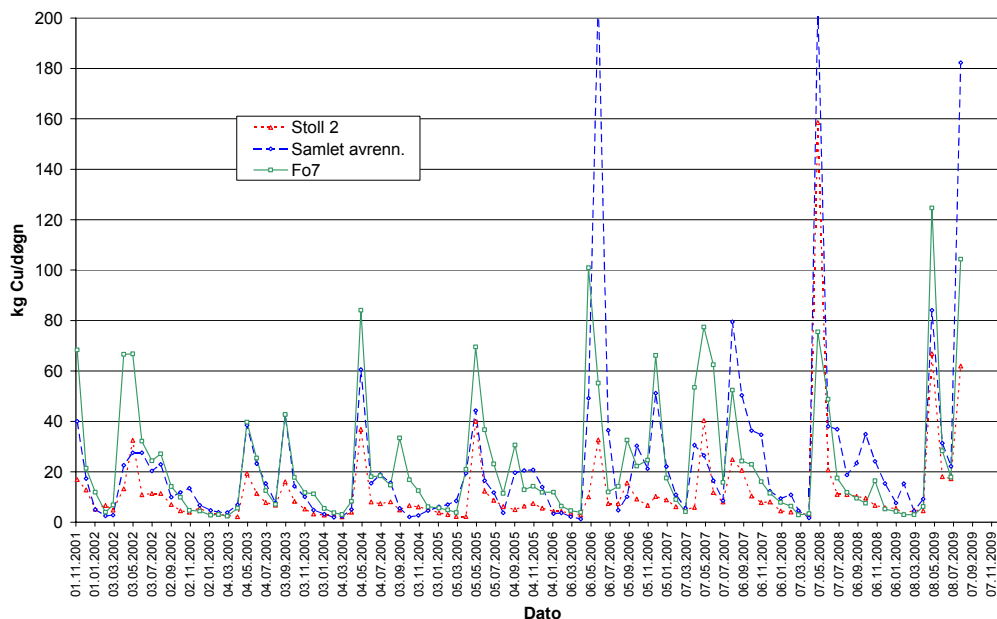
**Figur 10.** Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen. 1994-2009.



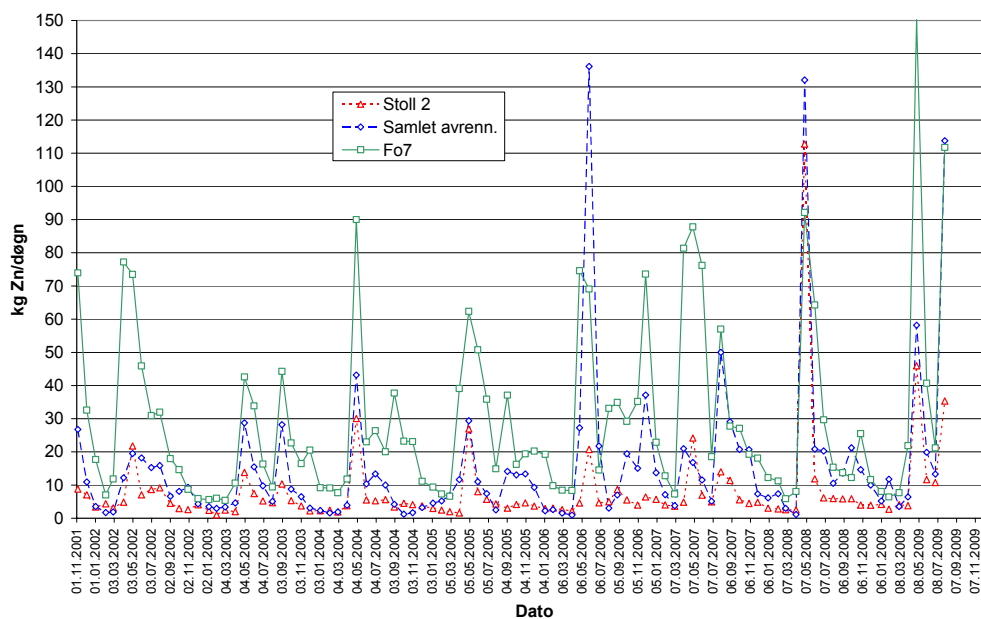
**Figur 11.** Kobberobservasjoner i Folla ved Folshaugmoen 1970-2009.

## 4. Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdi og vannføringsobservasjon kan en beregne øyeblikkstransporten. I figur 12 og figur 13 er framstilt oppdaterte transportobservasjoner for kobber og sink fra 1.11.2001 til 1.9.2009. I denne perioden har en hatt kontinuerlige vannføringsobservasjoner ved alle stasjoner. I beregningen har en benyttet analyseverdi og døgnmiddelvannføring som beregningsgrunnlag.



Figur 12. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2001-2009.



Figur 13. Døgntransportverdier for sink i perioden 2001-2009.

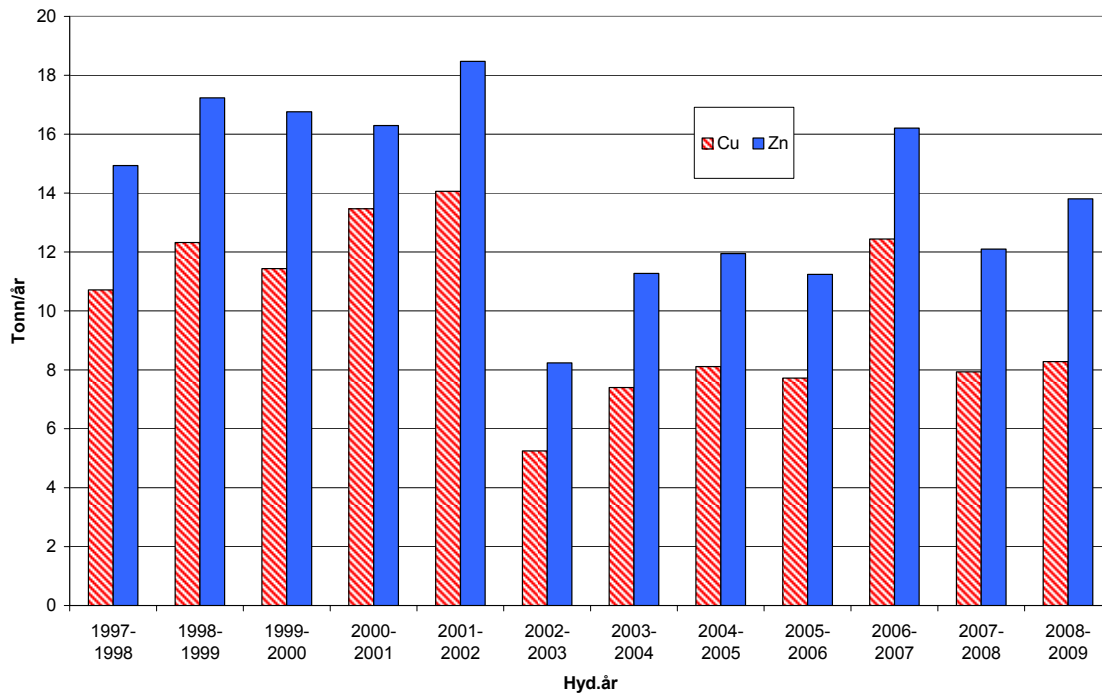
Figurene viser at i nedbørfattige perioder og spesielt om vinteren er tilførslene fra gruva den dominerende kilde. Når det er stor avrenning fra området, har metalltransporten og spesielt sinktransporten periodevis vært vesentlig høyere i Folla enn hva som kan observeres ved utløpet av røret for samlet avrenning (st 2A eller slamdam). Dette går også fram av tabell 6 og tabell 7 der en har beregnet årstransporten for de to stasjonene i gruveområdet. Sommeren 2006 ble kvaliteten til vannmengdemålingene på røret for samlet avrenning (st. 2A) forbedret ved å flytte målepunktet til et område med mindre fall på røret ved utløpet av røret. Her er det også er mulig å kontrollere målingene ved hjelp av bømte-/stoppeklokkemålinger. Når forholdet mellom kobber- og sinktransport er forskjellig for stasjon 2A og stasjon Fo7 i Folla, kan det det være flere årsaker til dette:

- Deler av avrenningen går utenom drenerørsystemet og går gjennom grunnen ned til Folla. Det ble imidlertid gjennomført en forbedring av drenergrøftene nedenfor gruveområdet i 2007 slik at grøftene nå samler opp større deler av avrenningen ovenfor enn tidligere.
- Det felles ut metaller på elvestrekningen fra Follidal sentrum og ned til Folshaugmoen. En ser at det felles ut jern som trolig også tar med seg en del kobber. Dette er trolig den viktigste årsaken til at forholdet mellom kobber og sink i Folla er forskjellig fra samlet avrenning.
- Med en hyppigere prøvetakingsfrekvens ville en trolig kunne ekskludere en del tilfeldige forskjeller som også godt kan ha sammenheng med naturgitte årsaker som f.eks stor lokal snøsmelting eller mye nedbør i form av regn. Slike episoder kan føre til resuspensjon av utfelt metallslam fra sedimentene i Folla nedstrøms Follidal sentrum
- Vannføringen i drenerørsystemet kan endre seg svært mye fra time til time i perioder med mye nedbør. Beregnede verdier for døgnttransport er derfor usikre under slike episoder.

I tabell 5 er samlet beregnet årstransport i Folla nedenfor gruveområdet ved stasjon Fo7 Folshaugmoen. Beregningen er utført ved å multiplisere tidsveiet årsmiddelverdi for noen viktige komponenter med årsavrenningen. Årstransporten er sterkt avhengig av klima og nedbørforhold. Det knytter seg også en del usikkerhet til beregningen da prøvetakingstidspunktet om våren ikke alltid faller sammen med tidspunktet da avrenningen av forvitningsprodukter er størst.

**Tabell 5.** Årstransport i Folla ved st. Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2009.

	<b>Cu</b>	<b>Zn</b>	<b>Fe</b>	<b>Cd</b>	<b>SO<sub>4</sub></b>	<b>Avrenning</b>
	<b>Tonn</b>	<b>Tonn</b>	<b>Tonn</b>	<b>kg</b>	<b>Tonn</b>	<b>m<sup>3</sup></b>
1997-1998	10,7	14,9	145	48,8	2976	243961632
1998-1999	12,3	17,2	179	49,1	3118	245500416
1999-2000	11,4	16,8	157	45,6	3043	253573632
2000-2001	13,5	16,3	186	50,6	3168	266194080
2001-2002	14,1	18,5	169	54,5	3165	259439328
2002-2003	5,2	8,2	79	23,4	1812	156232800
2003-2004	7,4	11,3	118	31,8	2307	198878976
2004-2005	8,1	11,9	116	38,1	2570	237937824
2005-2006	7,7	11,2	105	31,7	2137	197887968
2006-2007	12,4	16,2	142	50,6	3142	259696800
2007-2008	7,9	12,1	112	33,4	3005	278219232
2008-2009	8,3	13,8	101	37,3	2518	242119584



Figur 14. Årstransport av kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2009.

Tabell 6. Årstransport for gruvevann ved Stoll 2. Hydrologiske år 1993-2009.

År	Cu Tonn	Zn Tonn	Fe Tonn	Cd kg	SO <sub>4</sub> Tonn	Vannmengde m <sup>3</sup>
1993-1994	0,99	0,67	14	2,6	64,4	
1994-1995	5,4	4,1	93	1,6	370	
1995-1996	1,8	1,4	29	2,3	116	
1996-1997	2,9	2,3	48,7	6,5	220	
1997-1998	5,4	3,9	84,9	14,4	379	
1998-1999	5,1	3,5	74,9	13,9	328	
1999-2000	4,5	3,0	63,7	13,3	276	
2000-2001	3,7	2,2	45,4	9,5	183	
2001-2002	5,0	3,2	67,0	12,0	300	27751
2002-2003	3,2	2,2	46,4	7,9	206	18427
2003-2004	3,0	2,2	47,3	7,1	203	17943
2004-2005	4,3	3,1	67,4	10,2	304	28146
2005-2006	4,2	2,8	61,3	9,0	274	23311
2006-2007	5,5	3,4	76,5	11,2	349	29029
2007-2008	5,4	3,3	74,6	11,6	329	25860
2008-2009	6,1	4,2	94,3	14,3	416	32526

**Tabell 7.** Årstransport for samlet avrenning på drenerørsystem (st.2 1993-2004, st 2A 2004-2009).

År	Cu Tonn	Zn Tonn	Fe Tonn	Cd kg	SO <sub>4</sub> Tonn	Vannmengde m <sup>3</sup>
1993-1994	5,6	4,5	57,5	18,2	315	
1994-1995	9,4	8,2	120	26,5	822	
1995-1996	1,9	1,7	20	5,0	110	
1996-1997	4,6	3,8	53,9	8,2	287	
1997-1998	6,1	5,1	72,3	19,5	388	
1998-1999	7,1	5,4	91,8	20,6	457	
1999-2000	9,4	6,8	119	32,8	601	
2000-2001	16,3	9,9	226	45,7	870	
2001-2002	9,0	6,1	101,7	22,2	549	131544
2002-2003	5,9	4,1	71,2	14,1	369	87696
2003-2004	5,2	3,6	67,2	12,5	347	91229
2004-2005	6,3	4,3	78,3	15,3	428	84878
2005-2006	17,5	11,5	204	38,9	1117	178131
2006-2007	21,3	14,2	232	48,1	1331	223948
2007-2008	11,5	6,9	133	24,8	708	115872
2008-2009	16,0	10,7	205	37,1	1062	177670

## 5. Samlet vurdering

Avrenningen fra Folldal sentrum har vært fulgt opp med et systematisk program siden 1993 etter at tiltakene i området ble avsluttet. Programmet har omfattet månedlig prøvetaking ved to stasjoner i gruveområdet og en i Folla nedstrøms Folldal sentrum.

Fra høsten 1997 ble det mulig å beregne forurensningstransporten fra gruveområdene bedre ved at det ble etablert en målestasjon for vannføring i Folla ved Grimsmoen. Høsten 2001 ble måleprogrammet i gruveområdet ytterligere forsterket ved at de to målestasjonene for dreinsvann ble supplert med utstyr for kontinuerlig vannføringslogging. Ved stasjonen for samlet avrenning har det periodevis vært vanskelig å måle vannføringer på en tilfredsstillende måte. Etter å ha flyttet målepunktet til enden av dreinsrøret og redusert fallet en del har en i de to siste år fått mer pålitelige vannføringsdata her. En har nå seks årsserier der beregningene av forurensningstransporten fra området er basert på tilnærmet likeverdige målinger.

Forurensningstransporten fra gruveområdet i Folldal sentrum varierer mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. Området er nedbørfattig, men episoder med relativt intens nedbør kan forekomme, noe som fører til store variasjoner i forurensningstransporten fra dag til dag. En har lagt data for stasjonen i Folla ved Folshaugmoen til grunn for å beregne samlet forurensningstransport fra gruveområdet. Det er imidlertid noen usikkerheter forbundet med en slik fremgangsmåte. De viktigste usikkerhetene har trolig sammenheng med at det foregår en utfelling av metaller på elvestrekningen fra Folldal sentrum og ned til Folshaugmoen. Dette er en mulig forklaring på at for eksempel jern- og kobbertransporten er lavere ved Folshaugmoen enn ved stasjonen for samlet avrenning på dreinsrøret (St. 2A). Plutselige endringer i vannføring i Folla kan erfaringsmessig også gi store variasjoner i metallkonsentrasjoner fra dag til dag på grunn av oppvirvling av utfelt slam fra sedimentene på elvebunnen. Andre tilførsler kan også være en feilkilde. I tidligere undersøkelser har en definert slike kilder som tilførsler via dreinsystemet til Gammelelva og tilførsler fra Nordre og Søndre Geitryggen gruver. Det kan også være en forurensningstransport til Folla gjennom grunnen fra gruveområdet i Folldal sentrum. Disse kildene er imidlertid vurdert å være av mindre betydning i forhold til hovedkilden som er samlet dreinsvann som blir fanget opp av dreinsrørsystemet i Folldal sentrum.

Prøvetakingsfrekvensen i elva er for beskjedne for å kunne fange opp alle situasjoner. Når kontrollprogrammet nå er videreført over mange år får en likevel et godt materiale for tilstrekkelig kontroll med situasjonen.

I 2007 ble dreinsystemet i gruveområdet i Folldal sentrum forbedret slik at det samler opp mer dreinsvann fra gruveavfallet ovenfor. Dette gir også en redusert transport av metaller gjennom grunnen ned til Folla. Det er imidlertid vanskelig å vurdere hvor effektive dreinsgrøftene er uten å gjennomføre grunnundersøkelser. Kvaliteten på vannmengdemålingen ved stasjon 2A er forbedret. Resultatene for de to siste år tyder på at dreinsrøret nå samler opp store andeler av avrenningen fra gruveområdet i Folldal sentrum.



## 6. Litteratur

- Iversen, E.R., Grande, M. og Aanes, K.J., 1999. Norsulfid AS avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser etter nedleggelse av driften. NIVA-rapport. L.nr. 4036-99. O-64120. 28. Mai 1999. 91 s.
- Iversen, E.R., 2000. Miljøsikringsfondet Folldal Verk. Oppfølging av forurensningstilførsler fra Folldal sentrum. Undersøkelser i 1999. NIVA-Rapport. L.nr. 4264-2000. O-99155, 13. Juli 2000. 26s.
- Iversen, E.R., 2001. Miljøsikringsfondet Folldal Verk. Oppfølging av forurensningstilførsler fra Folldal sentrum. Undersøkelser i 2000. NIVA-Rapport. L.nr. 4365-2001, O-99155, 2. April 2001. 25s.
- Iversen, E.R. og Knudsen, C-H., 2002. Miljøsikringsfondet Folldal Verk. Utredning av forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdet i Folldal sentrum. NIVA-Rapport, L.nr. 4498-2002. O-21711. 60s.
- Iversen, E.R., 2003. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum. Undersøkelser i perioden 2001-2003. NIVA-rapport, L.nr. 4734-2003, O-21709 og 21265. 38s.
- Iversen, E.R., 2004. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum. Undersøkelser i perioden 2003-2004. NIVA-rapport, L.nr. 4934-2004, O-23349. 29s.
- Iversen, E.R., 2007. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum. Undersøkelser i perioden 2006-2007. NIVA-rapport, L.nr. 5507-2007, O-26321. 29s.
- Iversen, E.R., 2009. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune. Undersøkelser i perioden 2007-2008. NIVA-rapport, L.nr. 5723-2009, O-27441. 30s.
- Norges Vassdrags- og Energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge.

## **Vedlegg A. Analyseresultater 2008-2009**

Tabell 8. Analyseresultater. St.1 Utløp Stoll 2 i 2008-2009.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
01.09.2008	2,55	1003	13802	318	664	489	2900	234	133	0,453	0,086	16,2	1,43	3,99	54,4	0,51
30.09.2008	2,56	1027	12964	321	642	470	2920	208	129	0,440	0,092	15,9	1,41	3,85	81,4	0,53
30.10.2008	2,55	988	12725	322	624	472	2850	203	121	0,422	0,140	15,3	1,37	3,80	54,5	0,38
01.12.2008	2,61	1018	13204	334	659	488	2940	197	134	0,451	0,150	16,4	1,48	4,01	54,5	0,34
05.01.2009	2,69	1042	13174	336	682	506	3030	183	138	0,463	0,140	17,0	1,47	3,97	55,9	0,35
30.01.2009	2,76	1041	13263	336	684	503	2950	166	145	0,479	0,100	17,4	1,49	3,88	145	0,22
04.03.2009	2,62	1076	13802	332	697	513	3040	173	147	0,504	0,120	17,9	1,53	4,06	56,0	0,32
02.04.2009	2,66	1045	13533	340	672	494	2960	165	139	0,469	0,098	17,2	1,49	3,94	55,3	0,32
30.04.2009	2,56	1013	12365	316	625	410	2900	173	119	0,421	0,080	15,9	1,10	3,33	54,0	4,47
02.06.2009	2,59	990	12156	317	624	429	2790	183	118	0,421	0,110	15,6	1,20	3,60	52,6	1,14
30.06.2009	2,55	1016	11614	322	657	453	2863	185	115	0,412	0,120	15,2	1,20	3,48	53,3	1,08
31.07.2009	2,48	962	12126	307	611	427	2800	198	113	0,397	0,130	14,8	1,10	3,55	55,9	3,62
Gj.snitt	2,60	1018	12894	325	653	471	2912	189	129	0,444	0,114	16,2	1,36	3,79	64,4	1,11
Maks.verdi	2,76	1076	13802	340	697	513	3040	234	147	0,504	0,150	17,9	1,53	4,06	145	4,47
Min.verdi	2,48	962	11614	307	611	410	2790	165	113	0,397	0,080	14,8	1,10	3,33	52,6	0,22

Tabell 9. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon 1 – Stoll 2.

Hyd.år	Obs. antall	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1993-1994	25	2,58	517,9	5762	217,7	284,7	231,6	1234	90,8	59,8	0,223	0,90	2,09	7,80	33,4	0,47
1994-1995	11	2,89	1002,6	11591	397,5	582,4	443,6	2830	184,0	137,9	0,510	1,24	3,81	15,70	63,7	1,39
1995-1996	12	2,60	894,2	10925	323,8	577,8	444,0	2736	169,3	137,1	0,247	1,35	3,84	14,46	56,3	0,32
1996-1997	12	2,52	862,4	11123	325,3	542,7	402,3	2416	151,3	122,8	0,283	1,22	3,17	13,05	53,1	0,78
1997-1998	13	2,48	757,9	9352	293,5	481,8	363,6	2084	140,9	103,3	0,336	1,03	2,96	10,70	45,2	1,50
1998-1999	11	2,54	764,7	9074	278,6	454,2	341,1	2007	149,7	97,9	0,389	0,95	2,91	10,09	42,2	1,07
1999-2000	13	2,57	838,3	10351	307,7	509,3	407,7	2273	170,1	112,1	0,483	1,08	3,33	12,19	46,7	0,85
2000-2001	12	2,58	885,2	9112	309,8	510,0	417,3	2272	185,4	114,3	0,495	1,17	3,29	14,38	48,3	0,76
2001-2002	11	2,59	854,7	10462	300,1	501,2	394,3	2338	174,6	108,9	0,429	1,11	3,19	13,31	53,0	0,91
2002-2003	12	2,60	934,1	11132	310,2	573,4	434,8	2510	172,2	118,7	0,423	1,31	3,51	27,21	54,6	0,46
2003-2004	12	2,64	942,0	11289	321,5	628,2	439,0	2636	164,7	124,0	0,396	1,31	3,49	14,66	55,0	0,62
2004-2005	12	2,59	894,6	10795	311,0	554,6	411,5	2396	154,0	111,5	0,361	1,45	3,16	13,79	51,9	0,64
2005-2006	12	2,54	894,4	11753	324,0	602,0	442,5	2632	181,1	119,7	0,386	1,31	3,60	14,61	52,9	0,56
2006-2007	12	2,58	921,6	12027	318,0	577,0	442,1	2642	189,0	118,8	0,389	1,26	3,57	14,51	53,5	0,79
2007-2008	12	2,56	996,9	12735	320,7	644,2	470,5	2887	207,7	128,7	0,450	1,35	3,83	15,64	54,1	1,42
2008-2009	12	2,59	1013,6	12787	323,7	649,1	467,1	2899	187,2	128,0	0,441	1,34	3,76	16,12	63,9	1,24

**Tabell 10.** Stasjon 2A Utløp drensrør på nordsiden av r.v. 29 i 2008-2009.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
01.09.2008	2,52	437	4251	161	214	171	722	71,3	41,6	0,14	0,038	6,36	0,59	1,41	24,9	3,80
30.09.2008	2,54	591	6168	219	309	241	1180	101	61,5	0,21	0,046	9,01	0,85	2,05	38,4	4,00
30.10.2008	2,58	538	5988	236	299	249	1060	98,4	59,7	0,21	0,081	9,68	0,88	2,06	37,5	2,84
01.12.2008	2,61	592	7126	254	354	278	1370	109	71,0	0,24	0,093	10,6	1,00	2,37	38,2	1,63
05.01.2009	2,65	664	8293	271	428	345	1690	123	83,7	0,29	0,100	12,0	1,10	2,72	41,5	0,72
30.01.2009	2,64	702	8743	282	454	355	1760	118	90,8	0,30	0,100	12,7	1,10	2,76	42,0	1,50
04.03.2009	2,47	745	8862	255	450	351	1810	117	93,7	0,33	0,087	12,5	1,10	2,81	40,1	0,44
02.04.2009	2,59	389	3473	115	174	134	657	46,1	32,2	0,12	0,038	4,87	0,43	1,05	16,2	2,31
30.04.2009	2,69	405	3653	146	184	137	738	55,2	38,2	0,13	0,030	5,44	0,43	1,13	25,5	17,63
02.06.2009	2,66	448	4401	185	224	172	803	68,8	43,6	0,15	0,048	7,01	0,59	1,46	27,9	5,27
30.06.2009	2,55	536	5210	198	277	216	971	80,5	48,3	0,18	0,064	7,84	0,65	1,62	32,5	3,19
31.07.2009	2,55	488	5120	208	255	205	957	86,5	54,0	0,19	0,061	7,84	0,68	1,72	38,6	24,4
Aritm.middel	2,59	545	5941	211	302	238	1143	89,6	59,9	0,21	0,066	8,82	0,78	1,93	33,6	5,6
Maks.verdi	2,69	745	8862	282	454	355	1810	123	93,7	0,33	0,100	12,7	1,10	2,81	42,0	24,4
Min.verdi	2,47	389	3473	115	174	134	657	46,1	32,2	0,12	0,030	4,87	0,43	1,05	16,2	0,44

**Tabell 11.** Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon 2A – Utløp rør for samlet avløp fra gruvedområdet ved r.v. 29.

År	Obs. Antall	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> 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	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
2004-2005	12	2,55	495,8	5047	195	257	203	923	73,9	50,2	0,180	7,62	0,70	1,63	30,0	2,10
2005-2006	12	2,51	570,7	6271	231	319	261	1143	98,5	64,8	0,219	9,45	0,87	2,08	35,1	4,80
2006-2007	12	2,59	522,6	5839	228	284	239	1016	93,5	61,9	0,210	8,99	0,82	1,94	35,9	4,04
2007-2008	12	2,53	547,9	6110	216	305	246	1147	99,2	59,8	0,214	8,93	0,80	1,98	33,9	6,83
2008-2009	12	2,58	545,9	5976	213	303	239	1153	90,3	60,4	0,209	8,89	0,79	1,94	34,2	6,54

**Tabell 12.** Analyseresultater 2008-2009. Stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Vannf m <sup>3</sup> /s
01.09.2008	7,67	8,68	8,14	250	20,5	29,6	0,072	5,36
30.09.2008	7,64	9,44	9,86	319	24,1	39,1	0,110	3,63
30.10.2008	7,31	10,40	12,1	363	36,5	56,7	0,150	5,21
01.12.2008	7,33	10,81	12,4	210	24,7	55,3	0,150	2,44
05.01.2009	7,25	11,70	11,6	409	28,7	54,2	0,170	1,72
30.01.2009	7,21	11,60	12,0	365	24,9	53,8	0,150	1,38
04.03.2009	7,21	12,50	12,4	347	25,1	64,7	0,170	1,38
02.04.2009	7,32	13,10	12,9	481	32,3	114	0,180	2,22
30.04.2009	7,36	7,44	9,50	859	57,3	69,0	0,206	25,18
02.06.2009	7,41	5,58	5,94	200	17,8	25,6	0,076	18,4
30.06.2009	7,46	6,15	6,53	219	18,8	22,3	0,062	11,01
31.07.2009	7,43	8,67	11,8	746	73,2	78,4	0,257	16,5
Aritm.middel	7,38	9,67	10,4	397	32,0	55,2	0,146	7,87
Maks.verdi	7,67	13,10	12,9	859	73,2	114	0,257	25,18
Min.verdi	7,21	5,58	5,94	200	17,8	22,3	0,062	1,38

**Tabell 13.** Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen.

År	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l
1994-1995	7,26	10,20	14,1	867	56,7	75,2	0,30
1995-1996	7,29	11,00	13,7	581	35,6	61,7	0,22
1996-1997	7,26	9,32	12,0	548	43,0	62,1	0,19
1997-1998	7,34	9,10	12,2	594	43,8	61,1	0,20
1998-1999	7,32	9,64	12,7	728	50,1	70,0	0,20
1999-2000	7,26	9,59	12,0	618	45,0	66,0	0,18
2000-2001	7,40	9,94	11,9	697	50,5	61,1	0,19
2001-2002	7,32	8,95	12,1	649	54,1	70,9	0,21
2002-2003	7,33	10,87	11,5	504	33,6	52,6	0,15
2003-2004	7,21	10,39	11,6	592	37,2	56,7	0,16
2004-2005	7,24	9,46	10,8	488	34,1	50,2	0,16
2005-2006	7,17	9,50	10,8	529	39,0	56,8	0,16
2006-2007	7,33	9,65	12,1	546	47,9	62,4	0,19
2007-2008	7,39	12,02	10,8	404	28,5	43,5	0,12
2008-2009	7,35	9,64	10,6	417	34,2	57,0	0,15

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)