

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2009-2010



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 Avrenning fra Follidal Verk, Follidal kommune Undersøkelser i 2009-2010	Løpenr. (for bestilling) 6055-2010	Dato 4.11.2010
	Prosjektnr. Undernr. O-29385	Sider 29
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat AS 2010

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning	Oppdragsreferanse 06/00778-10 Best.nr. 25/09
---	--

Sammendrag

Kontrollundersøkelsene som er gjennomført av avrenningen fra det nedlagte gruveområdet i Follidal sentrum viser at forurensningstilførslene fra området varierer fra år til år avhengig av nedbør og klima. Basert på analyser fra siste undersøkelsesperiode i det hydrologiske året 2009-2010 ble forurensningstransporten i Folla beregnet til 8,8 tonn kobber/år og 14,7 tonn sink/år. Disse tallene ligger innenfor variasjonene som er registrert de senere år. Forurensningssituasjonen 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 Follidal sentrum felles det ut en del jern og kobber på elvestrekningen ned til stasjonen ved Folshaugmoen. Dersom en tar sikte på å utrede rensetekniske tiltak anbefales det å gjøre en bedre kartlegging av metalltransporten fra området ved stor utvasking.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Drensvann 3. Forurensningstransport 4. Follidal Verk 2010 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite Mining 2. Acid Rock Drainage 3. Heavy Metal Run-off 4. Follidal Mines 2010
--	--



Eigil Rune Iversen
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

O-29385

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune

Undersøkelser i 2009-2010

Forord

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser av miljøeffekter av gruvevirksomheten til Folldal Verk siden 1966. Undersøkelsene har således pågått både i perioden med drift ved den gamle 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 i begge områdene. Disse arbeidene ble avsluttet i 1994. Oppryddingsarbeidene i Folldal sentrum pågikk i perioden 1992-1994.

Den foreliggende rapporten gir status for forurensningssituasjonen i nedre del av vassdraget ved gruveområdet i Folldal sentrum fram til høsten 2010. Oppdragsgivere i årene etter 1994 har vært Norsulfid as, Miljøsikringsfondet Folldal Verk og Bergvesenet, nå Direktoratet for mineralforvaltning, DIRMIN. DIRMIN 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 2009-2010.

Oslo, 4.november 2010

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Undersøkelsesopplegg	8
2. Hydrologi og meteorologi	9
2.1 Meteorologi	9
2.2 Hydrologi	10
2.2.1 Vannføringer i Folla	10
2.2.2 Vannføringer i gruveområdet	11
3. Vannkvalitet	13
3.1 Prøvetakingsstasjoner	13
3.2 Stasjon 1 – Stoll 2	13
3.3 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drensrør ved RV 29	13 15
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen	16
4. Forurensningstransport	18
5. Samlet vurdering	22
6. Litteratur	23
Vedlegg A. Analyseresultater 2009-2010	24

Sammendrag

Det 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 drenerør 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 2006. Forurensningsbudsjettet for de fire siste år er derfor det mest pålitelige vi har hatt hittil.

Avrenning av metaller fra avfall i dagen er største forurensningskilde i området på årsbasis, men tilførslene fra gruva betyr svært mye når det er liten overflateavrenning 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 for å unngå skade på bebyggelsen nedenfor og for eventuell fremtidig behandling av avløpet.

I tabellen nedenfor er det gitt en sammenstilling av årlige tall for forurensningstransporten i Folla ved Folshaugmoen fram til 31. august 2010.

Årstransport i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Cd kg	SO ₄ tonn	Vannmengde m ³
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
2009-2010	8,8	14,7	122	40,5	2761	234016128

Tilførslene til Folla kan variere 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. Som kjent har tidligere undersøkelser vist at Folla er en død elv ned til Grimsa, en elvestrekning på ca. 12 km.

Tiltakene som ble gjennomført i 1993-1994 har ikke ført til merkbare endringer i forurensningstransporten fra gruveområdet. Store deler av avrenningen fra gruveområdet samles opp av drenerørnett i gruveområdet.

Det er vanskelig å angi virkningsgraden for oppsamlingen av drensvann mer eksakt uten å forsterke prøvetakingsprogrammet. Dagens prøvetaking vurderes imidlertid som tilstrekkelig omfattende for å ha kontroll med forurensningssituasjonen. Dersom en planlegger utredninger av rensetekniske tiltak vil det være nødvendig å kartlegge materialtransporten fra området mer detaljert, og spesielt i perioder med stor avrenning.

Summary

Title: Transport of Pollutants from Folldal Mining Area 2009-2010

Year: 2010

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-5790-8

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 the 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. An improved examination of the metal transport at elevated run-off situations is recommended.

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

Year	Cu Tonnes	Zn Tonnes	Fe Tonnes	Cd Kgs	SO₄ Tonnes	Run-off m³
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
2009-2010	8,8	14,7	122	40,5	2761	234016128

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 Hjerkinns 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 Hjerkinns, 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 Direktoratet for mineralforvaltning, DIRMIN, ansvaret for å videreføre avrenningsundersøkelsene i gruveområdet. Senhøstes 2005 startet DIRMIN arbeidene med å drenere gruveområdet bedre. I 2005 ble det laget nye drenggrøfter rundt Tyskholeet for å forhindre overflatevann i å trenge inn i gruva under flomperioder. Sommeren 2007 ble det laget nye drenggrøfter i gruveområdet for å begrense lekkasjen til området nedenfor.

Tverrfjellet gruve på Hjerkinns fikk overløp høsten 2008. Utviklingen i dette området er fulgt med eget program som ble avsluttet med rapport i september 2010 (Iversen, 2010).

Det foreliggende rapport gir en fremstilling av resultatene fra undersøkelsene for perioden 01.09.2009-31.08.2010

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 drengsrør 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

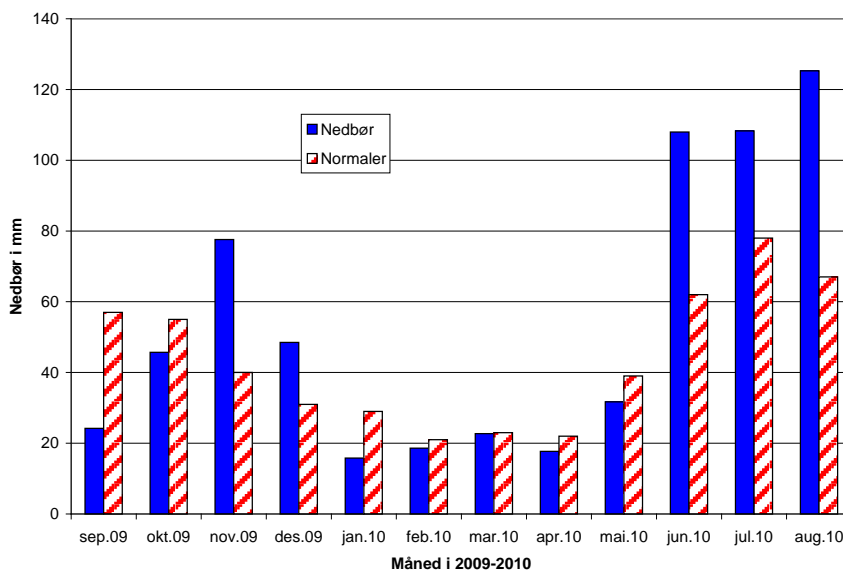
2.1 Meteorologi

De meteorologiske data som er benyttet er samlet inn av Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved målestasjonen 8720 Atnsjøen. Stasjonen i Follidal (0910 Follidal), som ble benyttet tidligere, ble nedlagt i august 2006. I tabell 1 er samlet månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 1.september 2009 - 31.august 2010. I året som helhet var nedbørrikt med en årsnedbør på 644 mm, 123 % av et normalår. Det falt uvanlig mye nedbør i november 2009, desember 2009 og sommermånedene i 2010, juni, juli og august.

Tabell 1. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2009-2010.

Måned	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør i % av normalår
sep.09	24,2	57	42,5
okt.09	45,7	55	83,1
nov.09	77,6	40	194,0
des.09	48,5	31	156,5
jan.10	15,8	29	54,5
feb.10	18,6	21	88,6
mar.10	22,7	23	98,7
apr.10	17,7	22	80,5
mai.10	31,7	39	81,3
jun.10	108	62	174,2
jul.10	108,3	78	138,8
aug.10	125,3	67	187,0
Året	644,1	524	122,9

Figur 1 viser månedlige nedbørhøyder og normaler i det hydrologiske året 2009-2010.

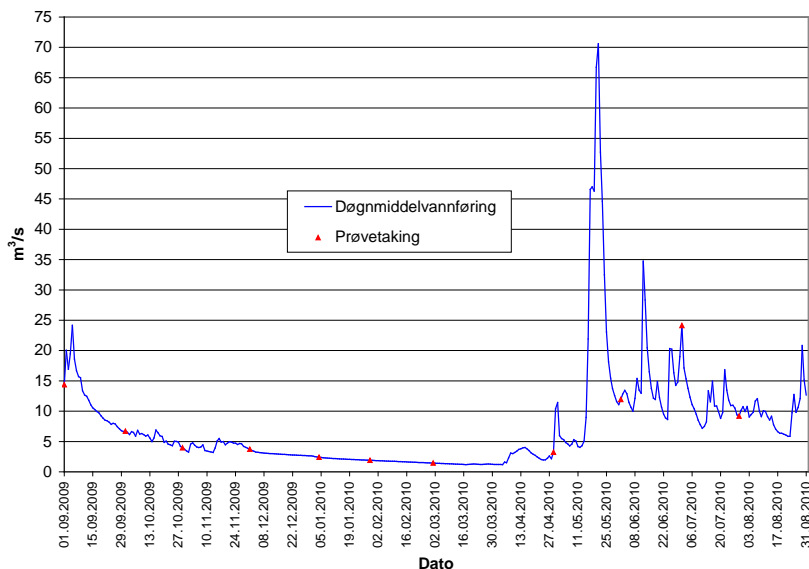


Figur 1. Månedsnedbør og normaler ved DNMI 8740 Atnsjøen.

2.2 Hydrologi

2.2.1 Vannføringer i Folla

De kontinuerlige vannføringsmålingene i Folla ble startet i 1997. Figur 2 viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2009-2010.



Figur 2. Døgnmiddelvannføringer i Folla ved Grimsmoen (Brandsnes bru) i 2009-2010 med markering av prøvetakinger for kjemisk analyse.

En ser at vårfloppen kom forholdsvis sent i 2010 med flomtopp den 21. mai.

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. Hydrologiske år.

År	Nedbør i % av normal	Teoretisk *) middelvannføring m ³ /s	Middelvannføring etter feltmålinger m ³ /s	Målt avrenning m ³ /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
2009-2010	122,9***	8,60	7,42	234 016 128

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

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

***) Ny nedbørstasjon benyttet fra 1.9.2009 (Atnsjøen).

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.

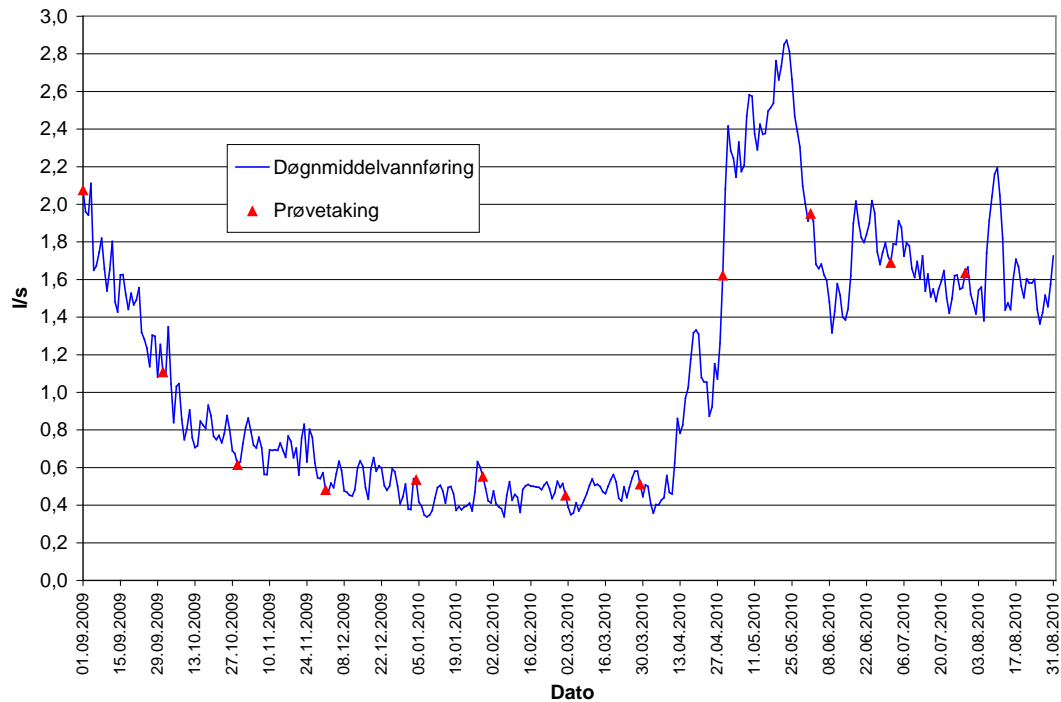
Målepunktet for samlet avrenning ble flyttet fra og med 1.9.2004. De to drenerørene som samlet avrenningen fra gruveområdet ble samlet i det største røret og en vannføringslogger ble montert inne i røret nedenfor sammenkoblingspunktet. Fra sommeren 2006 ble målepunktet flyttet til utløpet av røret for samlet avrenning. Vannprøvene tas ved utløpet av røret der det munner ut i kulvert under riksvei 29.

Tabell 3. Døgnmiddelvannføringer og årsavrenning for målepunktene i gruveområdet.

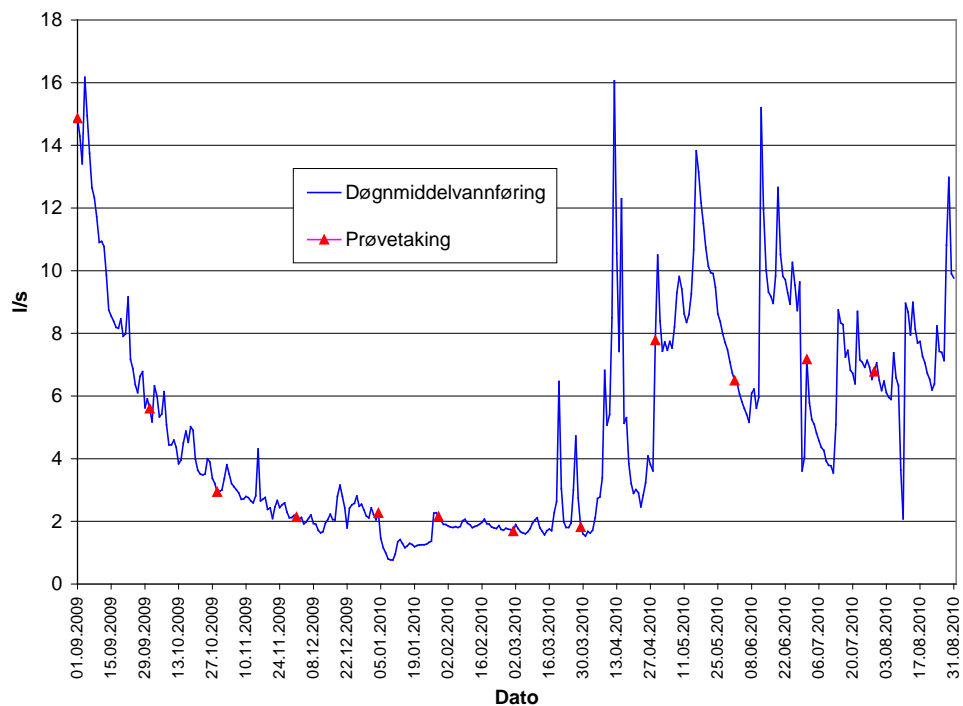
Stasjon	År	Avrenning	Middel	Maks	Min	Median
		m ³ /år	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
St.1 Stoll 2	2001-2002	27750	3,2	16,1	0,51	1,96
St.1 Stoll 2	2002-2003	18426	2,1	13,6	0,32	1,19
St.1 Stoll 2	2003-2004	17943	2,0	14,9	0,58	1,31
St.1 Stoll 2	2004-2005	28146	3,2	18,6	0,97	2,18
St.1 Stoll 2	2005-2006	23311	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.1 Stoll 2	2009-2010	35078	4,0	10,3	1,22	3,05
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
St.2A Samlet avrenning	2008-2009	159777	18,2	58,2	2,77	14,2

*) 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 2009-2010 med markering av prøvetakingstidspunkter.



Figur 4. Døgnmiddelvannføringer ved St.2A Utløp drenerør for samlet avrenning ved r.v. 29 i 2009-2010 med markering av prøvetakingstidspunkter.

3. Vannkvalitet

3.1 Prøvetakingsstasjoner

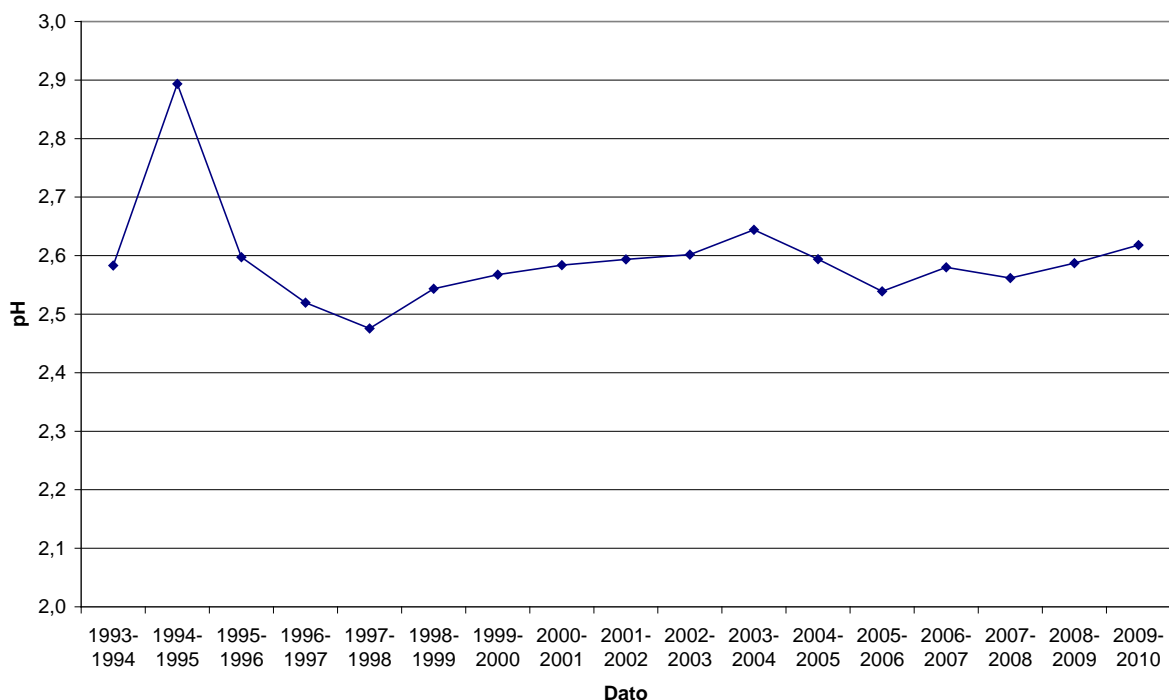
Tabell 4 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene som har vært benyttet i perioden 2008-2009.

Tabell 4 .Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2009-2010.

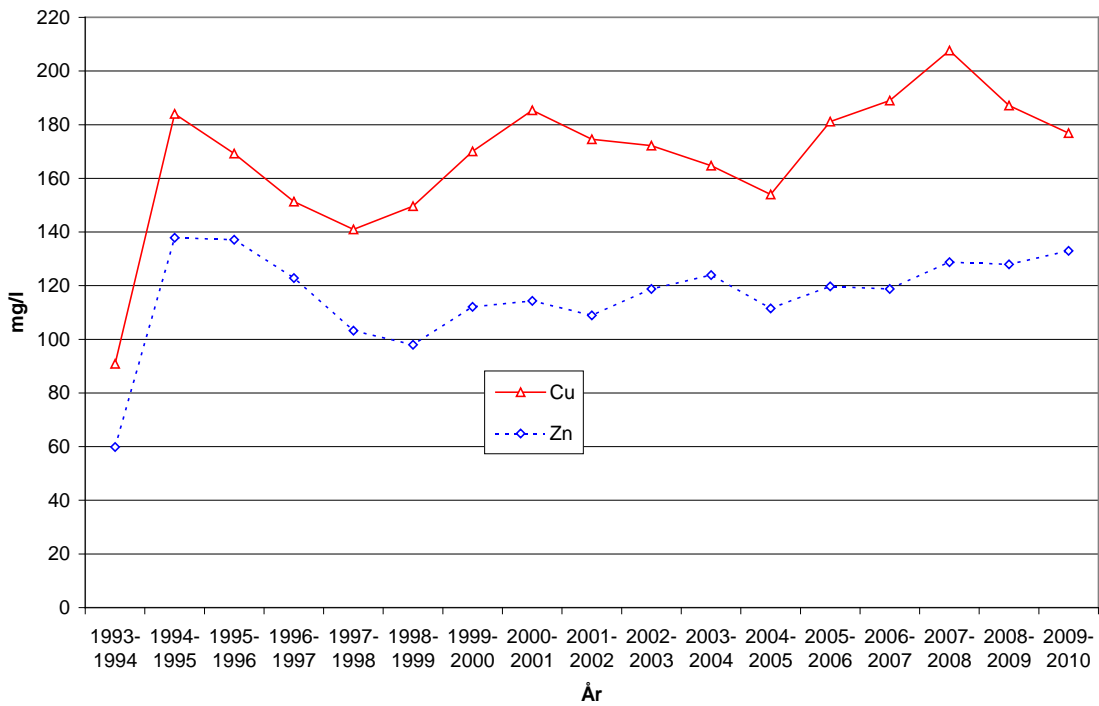
St. nr.	Navn	Frekvens	Posisjon målt med GPS
1	Gruvevann utløp stoll 2	1 x mnd.	N 62° 08,383'; E 09° 59,310'
2A	Utløp drensledning for samlet avløp	1 x mnd.	N 62° 08,116'; E 09° 58,660'
Fo7	Folla ved Folshaugmoen	1 x mnd.	N 62° 07,746'; E 10° 07,244'

3.2 Stasjon 1 – Stoll 2

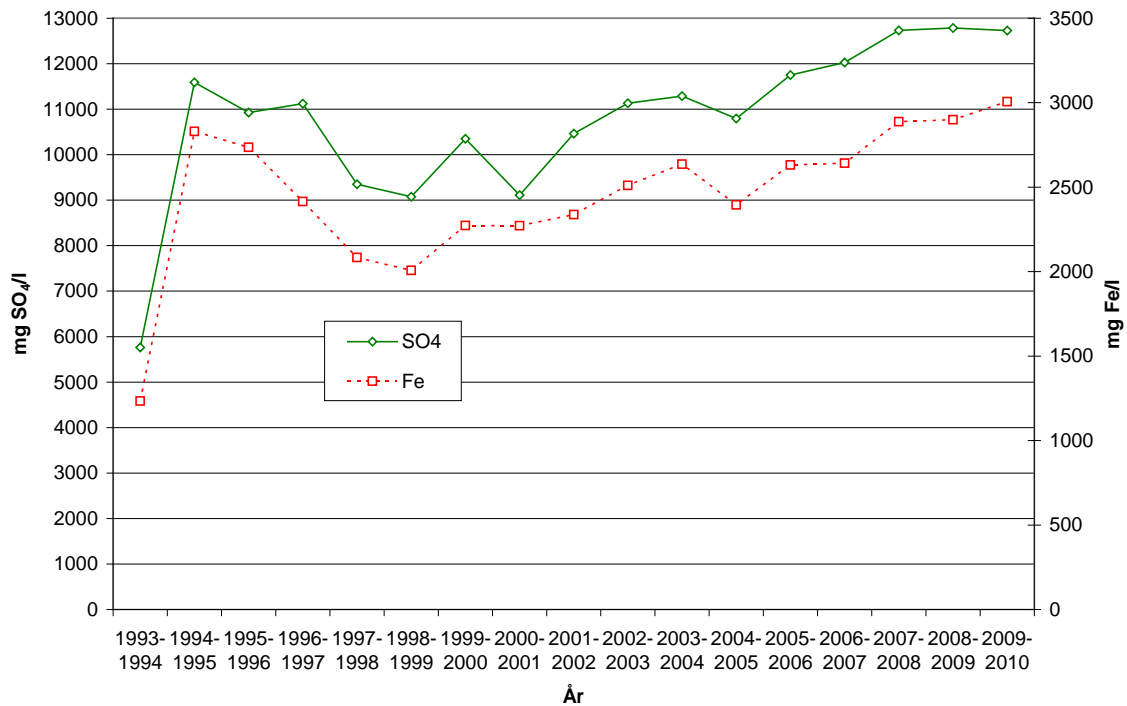
Analyseresultatene for prøver som er tatt i 2008-2009 er samlet i vedlegg A bak (tabell 9). Her er også gitt en oppdatert oversikt over årlige tidsveiede middelerverdier for hydrologiske år fra 1993 (tabell 10). Som figur 5 viser, er gruvevannet sterkt surt med pH-verdier varierende i området 2,5-2,7. Figur 6 og figur 7 viser grafisk det tilsvarende forløp for de tidsveiede årsmiddelerverdiene 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 årsmiddelerverdier for pH



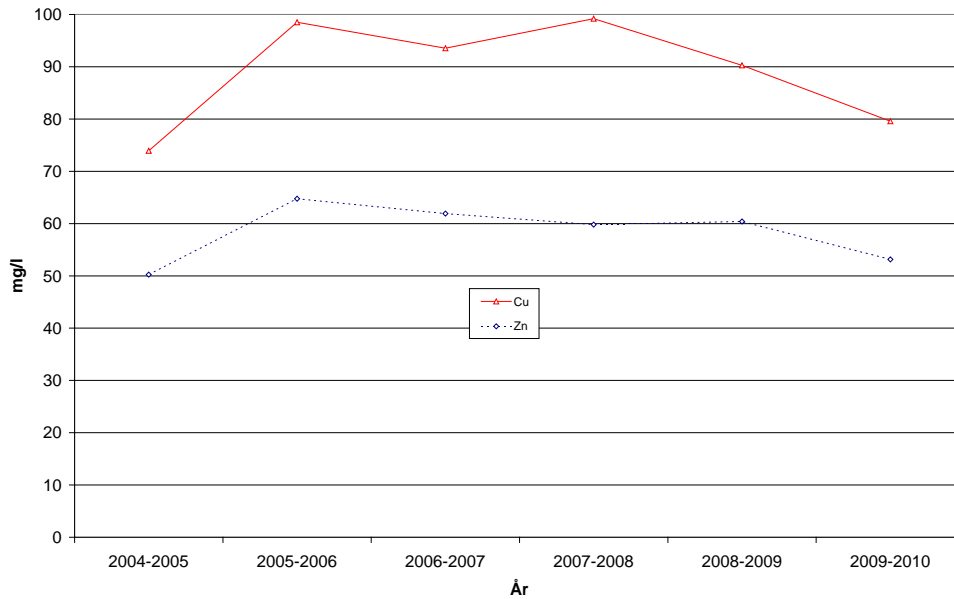
Figur 6. Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink.



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 begrenset erfaringsmateriale 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 2009-2010 er samlet i tabell 11 mens i tabell 12 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.



Figur 9. Stasjon 2A – Utløp rør for samlet avrenning fra Folldal sentrum ved RV 29.

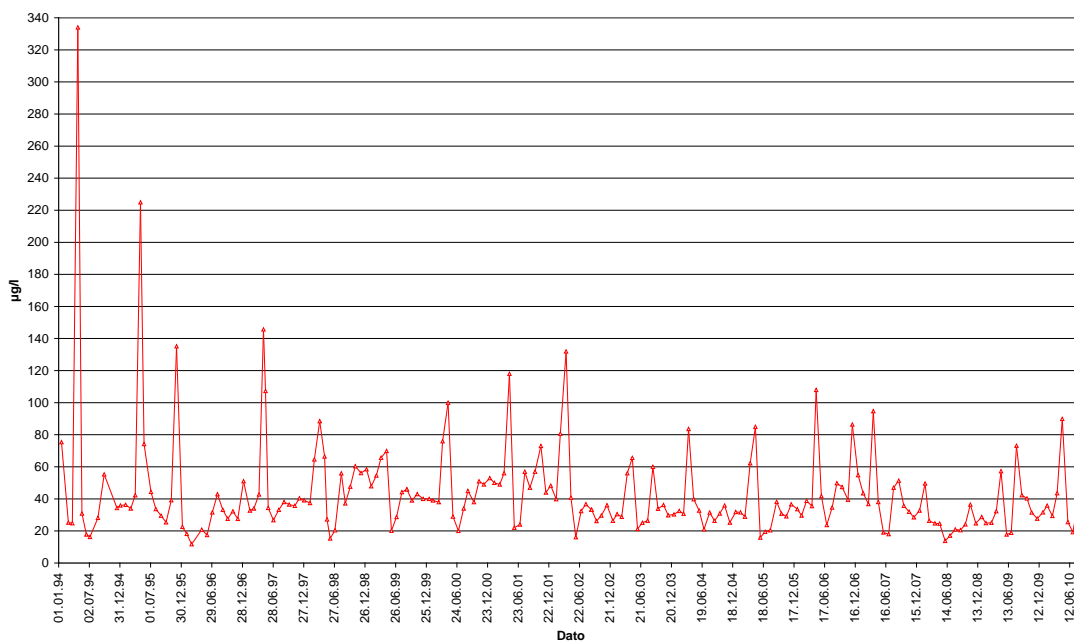
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen

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 2009-2010 er samlet i tabell 13, mens tabell 14 gir en oversikt over beregnede tidsveiede middelveier for de viktigste analyseparametre for hydrologiske år i perioden 1994-2010.

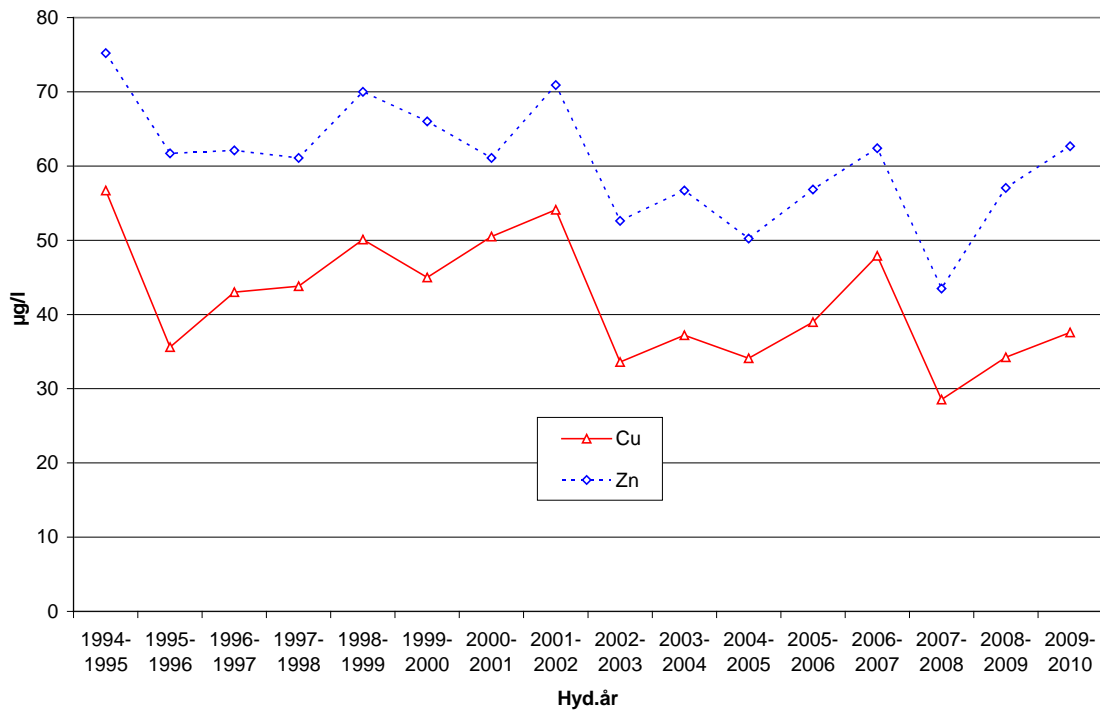
Vannkvalitet og spesielt tungmetallnivå endrer seg svært mye i løpet av året. Ofte vil det være stor avrenning fra gruveområdet om våren under snøsmeltingen. Denne lokale flommen inntreffer ofte før vannføringen i vassdraget tar seg opp. Av denne årsak kan en vanligvis påvise forholdsvis høye metallkonsentrasjoner 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 Folldal 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 10 viser observasjonsmaterialet for kobber for årene etter at tiltakene ble avsluttet (1994-2009). Figur 11 viser beregnede tidsveiede årsmiddelveier for kobber og sink for hydrologiske år fra 1994.

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

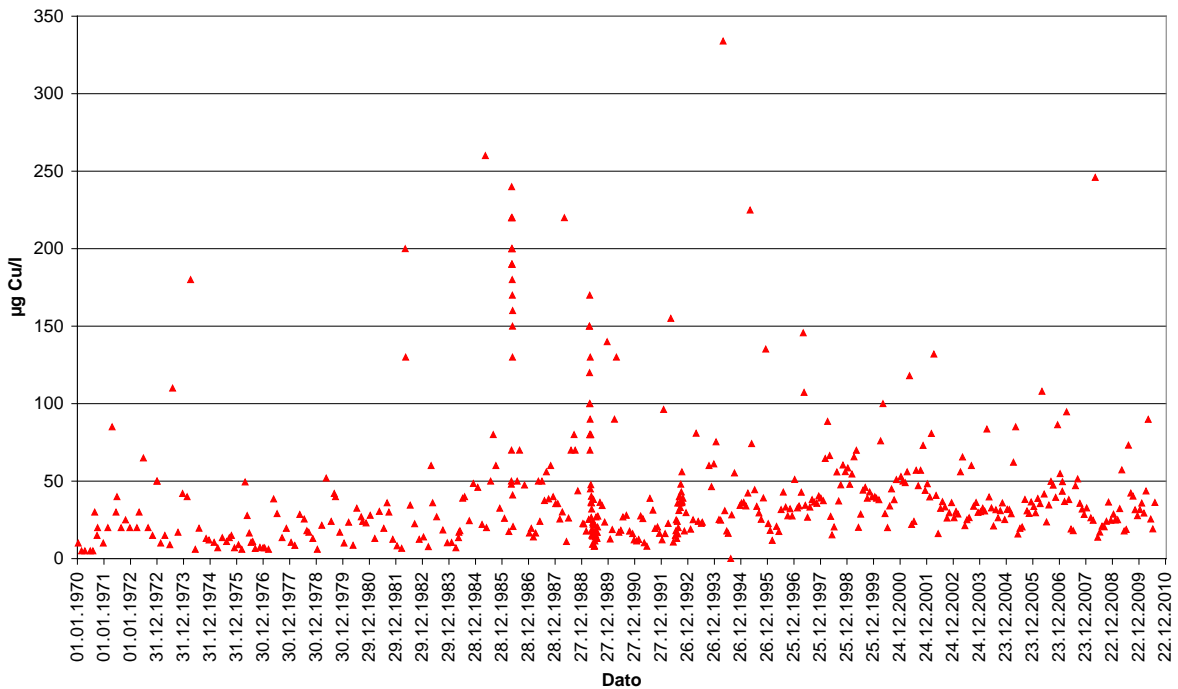
Beregnete årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink tyder tilsynelatende på at metallkonsentrasjonene er langsomt synkende. I denne sammenheng må en se bort fra konsentrasjonene i 1993-94 da det pågikk oppryddingstiltak i gruveområdet. Dersom en ser på hele observasjonsmaterialet for perioden 1970-2009 for kobber (figur 12) ser det imidlertid ikke ut til at vannkvaliteten i Folla nedstrøms Folldal sentrum har endret seg vesentlig i løpet av de siste 40 år.



Figur 10. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2010.



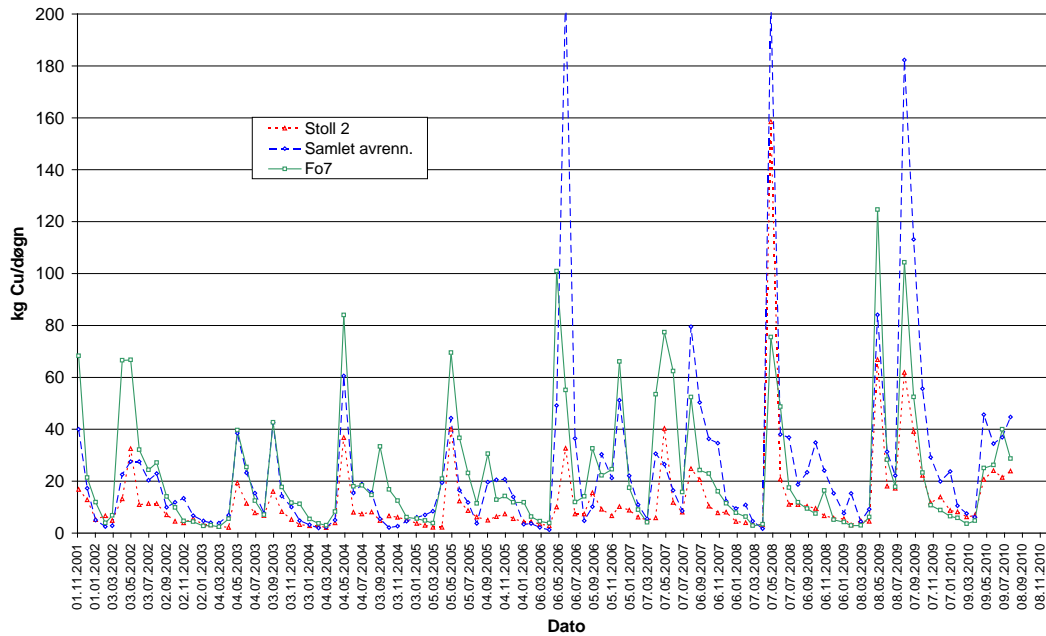
Figur 11. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen. 1994-2010.



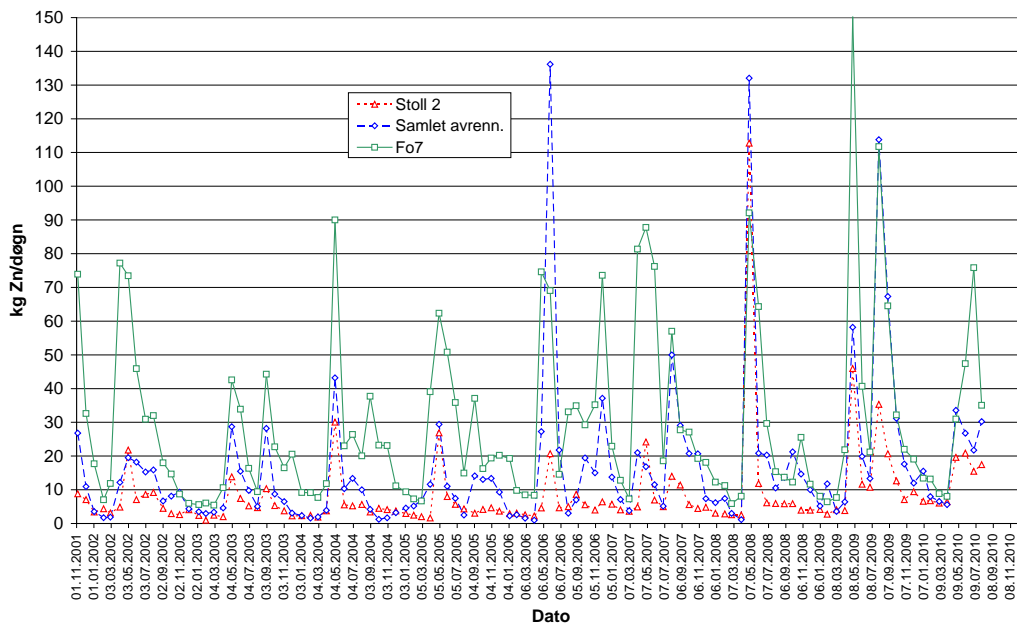
Figur 12. Kobberobservasjoner i Folla ved Folshaugmoen 1970-2010.

4. Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdi og vannføringsobservasjon kan en beregne øyeblikkstransporten. I figur 13 og figur 14 er framstilt oppdaterte transportobservasjoner for kobber og sink fra 1.11.2001 til 1.9.2010. I denne perioden har en hatt kontinuerlige vannføringsobservasjoner ved alle stasjoner. I beregningen har en benyttet analyseverdi og døgnmiddelvannføring som beregningsgrunnlag. Det er noe usikkerhet knyttet til vannføringsverdiene for samlet avrenning før 2006.



Figur 13. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2001-2010

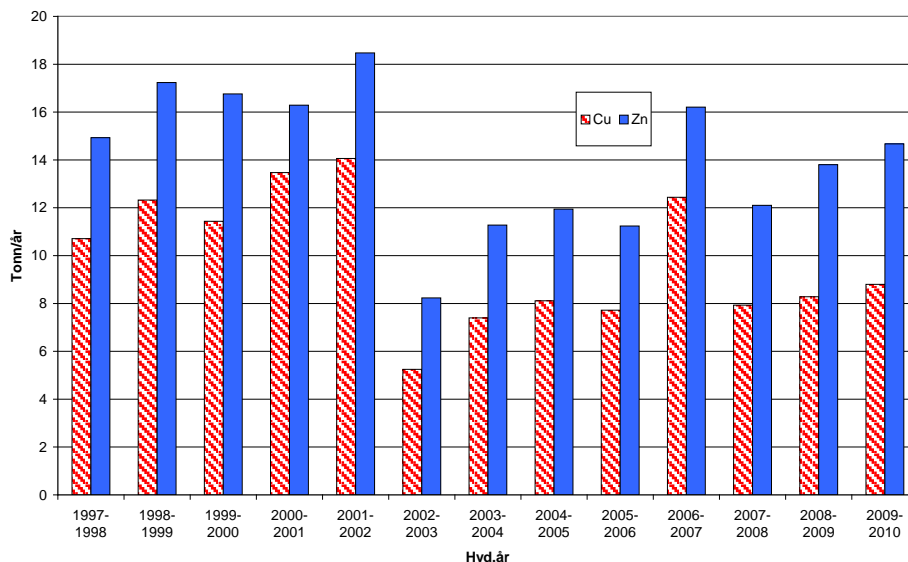


Figur 14. Døgntransportverdier for sink i perioden 2001-2010.

Figurene viser at avrenningsmønsteret endrer seg mye i løpet av året. I nedbørfattige perioder og under vintersituasjonen har tilførslene fra gruva størst betydning. Når det er stor avrenning fra området som f.eks under vårfloppen, 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 8 der en har sammenstilt årstransporten i Folla og ved alle stasjonenet. 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 drenerørssystemet 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.
- Ved plutselige endringer i vannføringen i Folla (Folla er en typisk flomelv) kan dette forårsake resuspensjon av sedimentert tungmetallslam på elvebunnen med høye analyseverdier som konsekvens.
- 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.
- Vannføringen i drenerørssystemet kan endre seg svært mye fra time til time i perioder med mye nedbør. Beregnede verdier for døgnttransport er derfor usikre under slike episoder. Vannmengdeproporsjonal blandprøvetaking ved stasjonen for samlet avrenning vil således være et egnet tiltak for å forbedre utsagnskraften.

I tabell 5 er samlet beregnet årstransport i Folla nedenfor gruveområdet ved stasjon Fo7, Folshaugmoen, for de viktigste komponenter. Figur 15 gir en grafisk fremstilling av årstransporten for kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen for perioden 1997-2010.



Figur 15. Årstransport av kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2010.

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 1997-2010.

	Cu	Zn	Fe	Cd	SO₄	Avrenning
	Tonn	Tonn	Tonn	kg	Tonn	m³
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
2009-2010	8,8	14,7	122	40,5	2761	234016128

Tabell 6. Årstransport for gruvevann ved Stoll 2. Hydrologiske år 1993-2010.

År	Cu	Zn	Fe	Cd	SO₄	Vannmengde
	Tonn	Tonn	Tonn	kg	Tonn	m³
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
2009-2010	6,2	4,7	105,4	16,0	447	35078

Tabell 7. Årstransport for samlet avrenning på drenerørssystem (st.2 1993-2004, st 2A 2004-2010).

År	Cu Tonn	Zn Tonn	Fe Tonn	Cd kg	SO ₄ Tonn	Vannmengde m ³
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
2009-2010	12,7	8,5	161	30,6	873	159777

Tabell 8. Årstransport av kobber, sink, jern og sulfat for hydrologiske år fra 1993 for gruvevann (st.1), samlet avrenning (st.2 og st.2A) og i Folla ved Folshaugmoen (Fo7).

	Cu	Cu	Cu	Zn	Zn	Zn	Fe	Fe	Fe	SO ₄	SO ₄	SO ₄
	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn	Tonn
	St.1	St.2	Fo7	St.1	St.2	Fo7	St.1	St.2	Fo7	St.1	St.2	Fo7
1993-1994	0,99	5,6		0,67	4,5		14	57,5		64,4	315	
1994-1995	5,4	9,4		4,1	8,2		93	120		370	822	
1995-1996	1,8	1,9		1,4	1,7		29	20		116	110	
1996-1997	2,9	4,6		2,3	3,8		48,7	53,9		220	287	
1997-1998	5,4	6,1	10,7	3,9	5,1	14,9	84,9	72,3	145	379	388	2976
1998-1999	5,1	7,1	12,3	3,5	5,4	17,2	74,9	91,8	179	328	457	3118
1999-2000	4,5	9,4	11,4	3,0	6,8	16,8	63,7	119	157	276	601	3043
2000-2001	3,7	16,3	13,5	2,2	9,9	16,3	45,4	226	186	183	870	3168
2001-2002	5,0	9,0	14,1	3,2	6,1	18,5	67,0	101,7	169	300	549	3165
2002-2003	3,2	5,9	4,7	2,2	4,1	7,4	46,4	71,2	71	206	369	1634
2003-2004	3,0	5,2	7,4	2,2	3,6	11,3	47,3	67,2	118	203	347	2303
2004-2005	4,3	6,3	8,2	3,1	4,3	12,2	67,2	78,3	118	304	428	2601
2005-2006	4,2	17,5	7,7	2,8	11,5	11,2	61,3	204	105	274	1117	2137
2006-2007	5,5	21,3	12,4	3,4	14,2	16,2	76,5	232	142	349	1331	3142
2007-2008	5,4	11,5	7,9	3,3	6,9	12,1	74,6	133	112	329	708	3005
2008-2009	6,1	16,0	8,3	4,2	10,7	13,8	94,3	205	101	416	1062	2518
2009-2010	6,2	12,7	8,8	4,7	8,5	14,7	105,4	161	122	447	873	2761

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 på røret, forbedret en vannføringsmålingene ytterligere fra sommeren 2006. En har nå syv årsserier der beregningene av forurensningstransporten fra området er basert på tilnærmet likeverdige målinger.

Forurensningstransporten fra gruveområdet i Folldal sentrum varierer 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. I de årlige rapportene har en hittil lagt data for stasjonen i Folla ved Folshaugmoen til grunn for å beregne samlet forurensningstransport fra gruveområdet. Dette kan være greit dersom en bare skal føre tilsyn med forurensningstilstanden. Når kontrollprogrammet er videreført over mange år får en tilstrekkelig kontroll med situasjonen, selv om prøvetakingsprogrammet kan synes enkelt. Dersom det tas sikte på å planlegge rensetekniske tiltak kan det være nødvendig med et utvidet prøveprogram for å få bedre grunnlagsdata.

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 dreinsrørnett (St. 2A). Plutselige endringer i vannføring i Folla kan erfaringsmessig også gi store variasjoner i metallkonsentrasjoner fra dag til dag på grunn av oppvirling av utfelt slam fra sedimentene på elvebunnen. Andre tilførsler kan også være en feilkilde. I tidligere undersøkelser har en vurdert slike kilder som tilførsler via dreinssystemet til Gammeelva og tilførsler fra Nordre og Søndre Geitryggen gruver, samt fra Nygruva. Det kan også være en forurensningstransport til Folla gjennom grunnen fra gruveområdet i Folldal sentrum. Alle disse kildene er imidlertid vurdert å være av mindre betydning i forhold til hovedkilden som er samlet dreinsvann som blir fanget opp av dreinsrørssystemet i Folldal sentrum.

Prøvetakingsfrekvensen i elva er for beskjedne for å kunne fange opp alle situasjoner. 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 vannmengdemålingene ved stasjon 2A er forbedret. Resultatene for de tre siste år tyder på at dreinsrørnett nå samler opp store andeler av avrenningen fra gruveområdet i Folldal sentrum. Dersom en tar sikte på å skaffe dimensjoneringsgrunnlag for et renseteknisk tiltak er det nødvendig å kartlegge materialtransporten i de situasjonene hvor en har stor utvasking bedre.

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.
- Iversen, E.R., 2009. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune. Undersøkelser i perioden 2008-2009. NIVA-rapport, L.nr. 5852-2009, O-28380. 30s.
- Norges Vassdrags- og Energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge.

Vedlegg A. Analyseresultater 2009-2010

Tabell 9. Analyseresultater. Stasjon 1. Stoll2.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
01.09.2009	2,44	983	12425	297	558	426	2300	218	115	0,403	0,150	14,5	1,19	3,65	54,7	2,08
01.10.2009	2,46	1021	13054	319	665	486	3000	232	132	0,455	0,180	16,6	1,30	3,96	55,6	1,11
29.10.2009	2,56	1004	13473	331	699	502	3080	221	134	0,454	0,130	17,0	1,43	3,99	55,7	0,61
01.12.2009	2,56	1070	13263	324	695	485	3090	198	134	0,468	0,130	17,5	1,40	3,90	53,6	0,81
04.01.2010	2,69	1078	13204	327	724	480	3060	190	144	0,503	0,098	18,7	1,45	3,83	54,8	0,53
29.01.2010	2,72	1060	12814	327	718	469	3030	172	142	0,491	0,120	18,5	1,40	3,67	53,9	0,55
01.03.2010	2,71	1072	13263	339	745	482	3050	161	155	0,508	0,088	19,9	1,46	3,82	54,6	0,45
29.03.2010	2,74	1059	12874	333	722	475	3060	153	147	0,497	0,086	19,2	1,44	3,67	54,9	0,51
29.04.2010	2,72	1050	12874	338	719	502	3180	148	140	0,484	0,092	18,8	1,35	3,71	57,6	1,62
01.06.2010	2,60	1016	12156	332	653	413	2950	143	124	0,412	0,089	17,1	1,20	3,30	54,1	1,95
01.07.2010	2,57	962	11018	320	625	418	2810	147	106	0,391	0,075	16,4	1,20	3,26	55,2	1,69
29.07.2010	2,64	990	12605	342	702	490	3120	170	124	0,416	0,130	16,9	1,30	3,70	56,8	1,63
Gj.snitt	2,62	1030	12752	327	685	469	2978	179	133	0,457	0,114	17,6	1,34	3,71	55,1	1,13
Maks.verdi	2,74	1078	13473	342	745	502	3180	232	155	0,508	0,180	19,9	1,46	3,99	58	2,08
Min.verdi	2,44	962	11018	297	558	413	2300	143	106	0,391	0,075	14,5	1,19	3,26	53,6	0,45

Tabell 10. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år for stasjon 1. Stoll2.

Hyd.år	Obs. antall	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	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
2009-2010	12	2,62	1027,9	12730	328,5	689,6	470,7	3006	176,8	133,0	0,456	1,34	3,70	17,64	55,1	1,12

Tabell 11. Analyseresultater. Stasjon 2A. Rør for samlet avrenning ved r.v. 29.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Pb mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
01.09.2009	2,58	508	5240	204	258	220	941	88,1	52,4	0,199	0,074	7,74	0,68	1,69	37,9	14,87
01.10.2009	2,50	560	6527	238	333	272	1280	115	64,4	0,220	0,100	9,88	0,87	2,22	40,8	5,60
29.10.2009	2,57	596	7216	258	370	286	1260	115	69,4	0,230	0,088	10,7	0,95	2,34	39,6	2,94
01.12.2009	2,65	648	7754	236	380	300	1500	108	64,9	0,253	0,085	10,4	0,88	2,22	36,4	2,13
04.01.2010	2,69	703	8952	243	453	335	1050	121	79,1	0,298	0,085	11,5	0,96	2,38	39,6	2,27
29.01.2010	2,64	452	4222	138	237	166	894	56,5	42,9	0,157	0,041	6,12	0,50	1,24	20,5	2,16
01.03.2010	2,57	439	4132	135	230	153	845	51,9	45,0	0,153	0,037	6,09	0,48	1,21	19,5	1,69
29.03.2010	2,65	378	3174	131	179	121	638	39,3	35,5	0,120	0,020	5,14	0,42	0,97	16,7	1,82
29.04.2010	2,63	471	4671	179	229	194	966	67,9	49,9	0,180	0,057	7,21	0,57	1,48	24,5	7,78
01.06.2010	2,61	488	4760	183	244	178	957	61,4	47,7	0,170	0,047	7,23	0,54	1,37	28,8	6,50
01.07.2010	2,52	453	3683	189	207	164	691	59,6	35,1	0,147	0,033	6,74	0,55	1,27	32,0	7,17
29.07.2010	2,61	516	5180	218	279	244	978	76,4	51,6	0,179	0,079	8,07	0,70	1,66	36,8	6,78
Aritm.middel	2,60	518	5459	196	283	219	1000	80,0	53,2	0,19	0,062	8,07	0,67	1,67	31,1	5,1
Maks.verdi	2,69	703	8952	258	453	335	1500	121	79,1	0,30	0,100	11,5	0,96	2,38	40,8	14,9
Min.verdi	2,50	378	3174	131	179	121	638	39,3	35,1	0,12	0,020	5,14	0,42	0,97	16,7	1,69

Tabell 12. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år for stasjon 2A. Rør for samlet avrenning ved r.v. 29.

År	Obs. Antall	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	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
2009-2010	12	2,60	518,0	5466	197	284	221	1005	79,6	53,1	0,191	8,09	0,68	1,67	31,1	4,82

Tabell 13. Analyseresultater. Folla ved Fo7 Folshaugmoen

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Vannf m ³ /s
01.09.2009	7,46	8,61	9,74	436	42,3	52,0	0,140	14,36
01.10.2009	7,69	9,41	10,8	443	40,3	55,6	0,170	6,7
29.10.2009	7,54	11,7	12,8	446	31,5	64,4	0,170	3,95
01.12.2009	7,73	11,4	13,0	370	27,7	59,5	0,160	3,71
04.01.2010	7,34	12,1	12,9	460	31,6	64,8	0,160	2,4
29.01.2010	7,31	12,4	13,1	511	35,8	79,9	0,228	1,91
01.03.2010	7,51	13,8	14,1	500	29,4	71,1	0,160	1,44
29.03.2010	7,19	13,9	13,9	669	43,6	72,6	0,190	1,28
29.04.2010	7,50	13,8	17,6	1390	89,9	111,0	0,346	3,23
01.06.2010	7,62	7,58	8,11	363	25,5	46,0	0,130	11,92
01.07.2010	7,52	6,62	6,30	240	19,2	36,4	0,100	24,12
29.07.2010	7,44	8,10	9,83	420	36,2	44,2	0,130	9,18
Aritm.middel	7,49	10,79	11,8	521	37,8	63,1	0,174	7,02
Maks.verdi	7,73	13,90	17,6	1390	89,9	111	0,346	24,12
Min.verdi	7,19	6,62	6,30	240	19,2	36,4	0,100	1,28

Tabell 14. Tidveidede årsmiddelverdier hydrologiske år ved Fo7 Folshaugmoen

År	pH	Kond mS/m	SO ₄ 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	0,300
1995-1996	7,29	11,00	13,7	581	35,6	61,7	0,220
1996-1997	7,26	9,32	12,0	548	43,0	62,1	0,190
1997-1998	7,34	9,10	12,2	594	43,8	61,1	0,203
1998-1999	7,32	9,64	12,7	728	50,1	70,0	0,200
1999-2000	7,26	9,59	12,0	618	45,0	66,0	0,177
2000-2001	7,40	9,94	11,9	697	50,5	61,1	0,190
2001-2002	7,32	8,95	12,1	649	54,1	70,9	0,210
2002-2003	7,33	10,87	11,5	504	33,6	52,6	0,155
2003-2004	7,21	10,39	11,6	592	37,2	56,7	0,160
2004-2005	7,24	9,46	10,8	488	34,1	50,2	0,156
2005-2006	7,17	9,50	10,8	529	39,0	56,8	0,156
2006-2007	7,33	9,65	12,1	546	47,9	62,4	0,190
2007-2008	7,39	12,02	10,8	404	28,5	43,5	0,123
2008-2009	7,35	9,64	10,6	417	34,2	57,0	0,154
2009-2010	7,47	10,73	11,8	522	37,6	62,7	0,173

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