

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2010-2011



Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

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

Tittel Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2010-2011	Løpenr. (for bestilling) 6233-2011	Dato 25.10.2011
	Prosjektnr. Undernr. O-10407	Sider 30
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat AS 2011

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning	Oppdragsreferanse Best.nr. 27/2010 06/00778-13
---	--

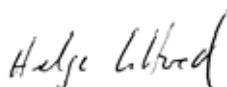
Sammendrag

Kontrollundersøkelsene som er gjennomført av avrenningen fra det nedlagte gruveområdet i Folldal sentrum viser at forurensningstilførslene fra området varierer mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. Året 2010-2011 var et år med stor utvasking av forvittringsprodukter fra gruveområdet, og spesielt under sommermånedene i 2011. Resultatene for den siste undersøkelsesperioden, det hydrologiske året 2010-2011, ga en beregnet forurensningstransport i Folla på 10,5 tonn kobber/år og 17,3 tonn sink/år. Disse tallene er en del høyere enn foregående år, men ligger likevel innenfor variasjonene som er registrert i løpet av de årene transportberegninger er gjennomført. Forurensningssituasjonen i Folla har endret seg lite i de årene NIVAs målinger har pågått (1970-2011). Opplegget for kontroll av samlet avrenning fra gruveområdet vil bli forsterket i 2011-2012.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Kisgruve	1. Pyrite Mining
2. Drensvann	2. Acid Rock Drainage
3. Forurensningstransport	3. Heavy Metal Run-off
4. Folldal Verk 2011	4. Folldal Mines 2011



Eigil Rune Iversen
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



James Dedric Berg
Fagdirektør

O-10407

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune

Undersøkelser i 2010-2011

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 gruve drift 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 1. september 2011. Oppdragsgivere i årene etter 1994 har vært Norsulfid as, Miljøsikringsfondet Folldal Verk og Direktoratet for mineralforvaltning, DIRMIN. DIRMIN overtok ansvaret for undersøkelsene i 2001. Vår kontaktperson hos DIRMIN har vært senioring, Steinar Nilssen.

Lokal observatør og ansvarlig for den rutinemessige prøvetaking har i alle år vært Kjell Streitlien, Folldal, som vi herved takker for all hjelp i 2010-2011.

Oslo, 25. oktober 2011

Egil Rune Iversen

Innhold

Innhold	5
Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Undersøkelsesopplegg	8
2. Hydrologi og meteorologi	9
2.1 Nedbør og klima	9
2.2 Hydrologi	10
2.2.1 Vannføringer i Folla	10
2.2.2 Vannføringer i gruveområdet	12
3. Vannkvalitet	14
3.1 Prøvetakingsstasjoner	14
3.2 Stasjon 1 – Stoll 2	15
3.3 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drensør på nordsiden av RV 29	17
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen	18
4. Forurensningstransport	20
5. Samlet vurdering	25
6. Litteratur	26
Vedlegg A. Analyseresultater for prøver tatt i 2010-2011	27

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 fem siste år er derfor det mest pålitelige vi har hatt hittil. I kommende undersøkelsesperiode er det planlagt ytterligere oppgraderinger av undersøkelsesopplegget i gruveområdet.

Avrenning fra avfall i dagen er normalt 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 året 2010-2011 var gruvevannet største forurensningskilde, noe som har sammenheng med stor utvasking fra gruveområdet i tidsrommet mai-august 2011 pga uvanlig mye nedbør.

Noen nøkkeltall for forurensningstransporten i Folla ved Folshaugmoen pr. 31. august 2011:

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
2010-2011	10,5	17,3	206	47,1	3380	288886176

Totalt sett vurderes situasjonen som stabil. En kan ikke se at de tiltakene som ble gjennomført i 1993-1994 har ført til merkbare endringer i forurensningstransporten fra gruveområdet. Den kommende forsterkning av måleopplegget ved stasjonene for samlet avrenning fra gruveområdet vil gi mer pålitelige data for hvor effektiv oppsamlingen av dreneringsvann er. En vil også få bedre data for situasjoner når en har stor utvasking.

Summary

Title: Transport of Pollutants from Folldal Mining Area

Year: 2011

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5968-1

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 of 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 was removed and disposed of under water in 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 and in periods with little precipitation, the highly 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 transport of pollutants increased in 2010-2011 due to high precipitation during the summer months in 2011.

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
2010-2011	10,5	17,3	206	47,1	3380	288886176

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 Alvadal. 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 og tiltaksvurderingene i gruveområdet. Senhøstes 2005 startet DIRMIN arbeidene med å drenere gruveområdet bedre. I 2005 ble det laget nye drengrofter rundt Tyskhollet 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 Hjerkinns fikk overløp høsten 2008. Utviklingen i dette området er fulgt med eget program som ble avsluttet med rapport i september 2010 (Iversen, 2010).

Den foreliggende rapport gir en fremstilling av resultatene fra undersøkelsene for perioden 1.9.2010 - 31.8.2011.

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 på nordsiden av 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. 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

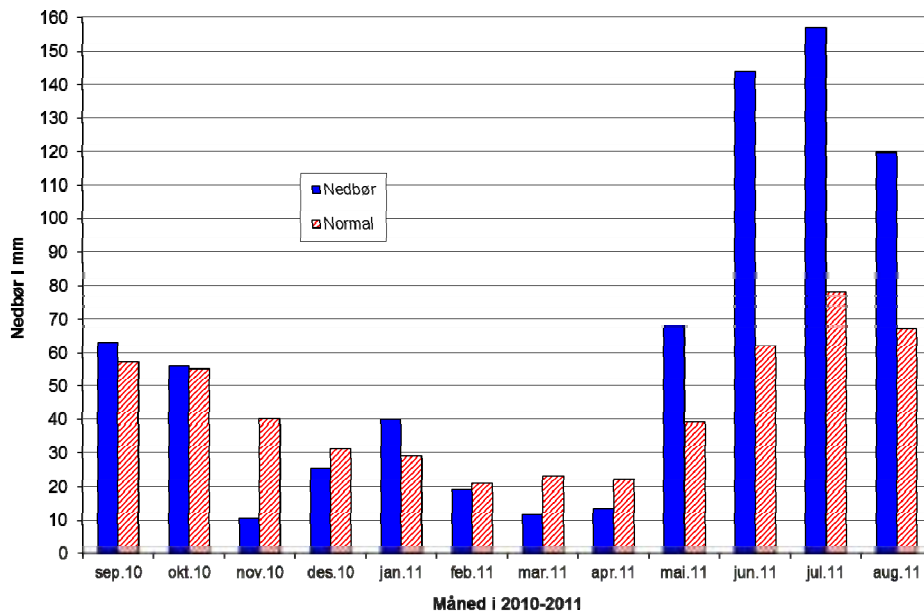
2.1 Nedbør og klima

De meteorologiske data som er benyttet er samlet inn av Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved målestasjonen 8720 Atnsjøen. Stasjonen i Folldal (0910 Folldal), som ble benyttet tidligere, ble nedlagt i august 2006. I tabell 1 er samlet månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 1.september 2010 - 31.august 2011. I året som helhet var nedbørrikt med en årsnedbør på 728 mm, 139 % av et normalår. Det falt uvanlig mye nedbør i sommermånedene i 2011.

Tabell 1. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2010-2011.

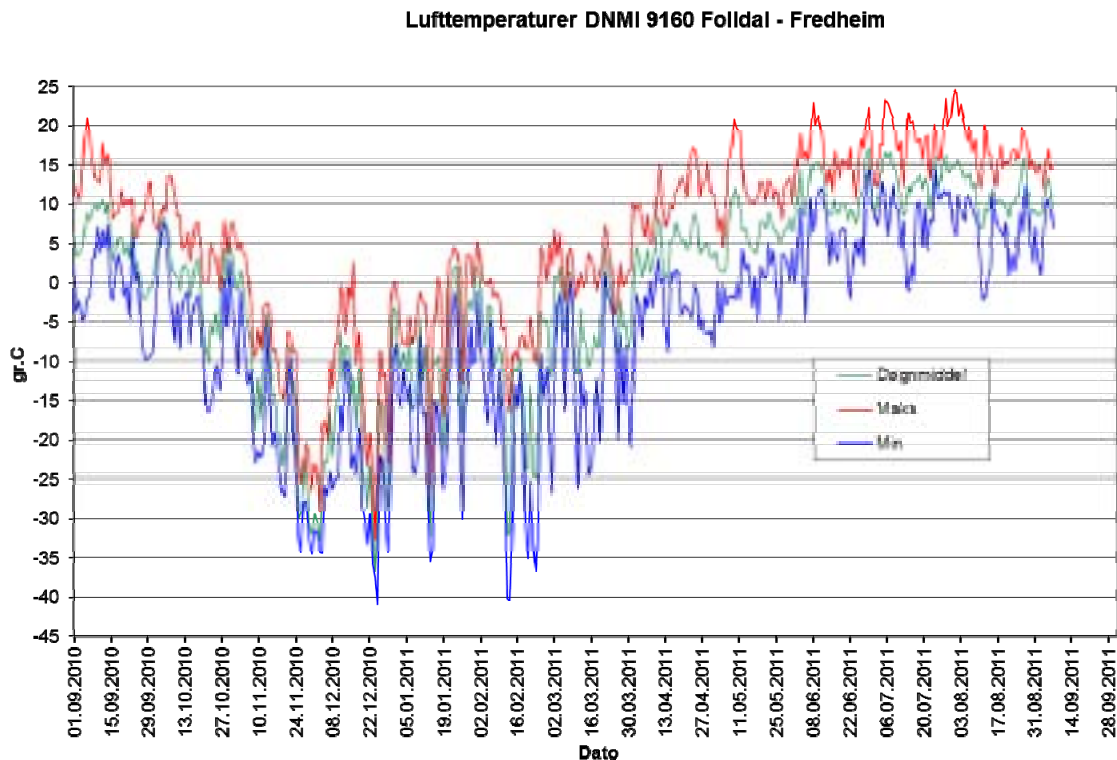
Måned	Nedbør mm	Normal mm	Nedbør i % av normal
sep.10	63,2	57	110,9
okt.10	56,0	55	101,8
nov.10	10,4	40	26,0
des.10	25,4	31	81,9
jan.11	39,9	29	137,6
feb.11	19,1	21	91,0
mar.11	11,7	23	50,9
apr.11	13,6	22	61,8
mai.11	68,1	39	174,6
jun.11	143,8	62	231,9
jul.11	156,7	78	200,9
aug.11	119,6	67	178,5
Året	727,5	524	138,8

Figur 1 viser månedlige nedbørhøyder og normaler i det hydrologiske året 2010-2011.



Figur 1. Månedsnedbør og normaler ved DNMI 8740 Atnsjøen.

Figur 2 viser lufttemperaturer ved stasjonen til DNMI i Folldal. Figuren viser døgnmiddel-, maks- og minimumstemperaturer. Det var kaldest den 25.12.2010 og 13.2.2011 med temperaturer under -40 gr.C. Høyeste temperatur ble målt den 31.7.2011 til 24 gr.C.

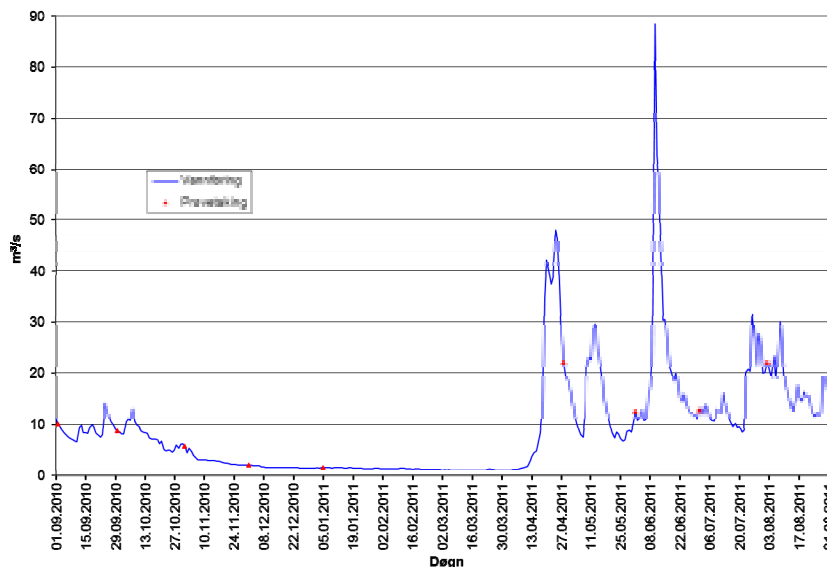


Figur 2. Lufttemperaturer ved DNMI 9160 Folldal – Fredheim i 2010-2011.

2.2 Hydrologi

2.2.1 Vannføringer i Folla

De kontinuerlige vannføringsmålingene i Folla ble startet i 1997. Figur 3 viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2010-2011 ved målestasjonen som NVE driver ved Grimsmoen.



Figur 3. Døgnmiddelvannføring i Folla ved Grimsmoen i 2010-11 med markering av prøvetakinger.

En ser at vårflommen startet allerede i april måned i 2011 med flomtopp den 20. april. Det var også en flomtopp den 14.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
2010-2011	138,8	9,72	9,16	288 886 176

*) 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 4 og figur 5 viser vannføringsobservasjonene for stoll 2 og for samlet avrenning på dreneringsnett. I tabell 3 er sammenstilt noen nøkkeltall for de to målestasjonene i gruveområdet.

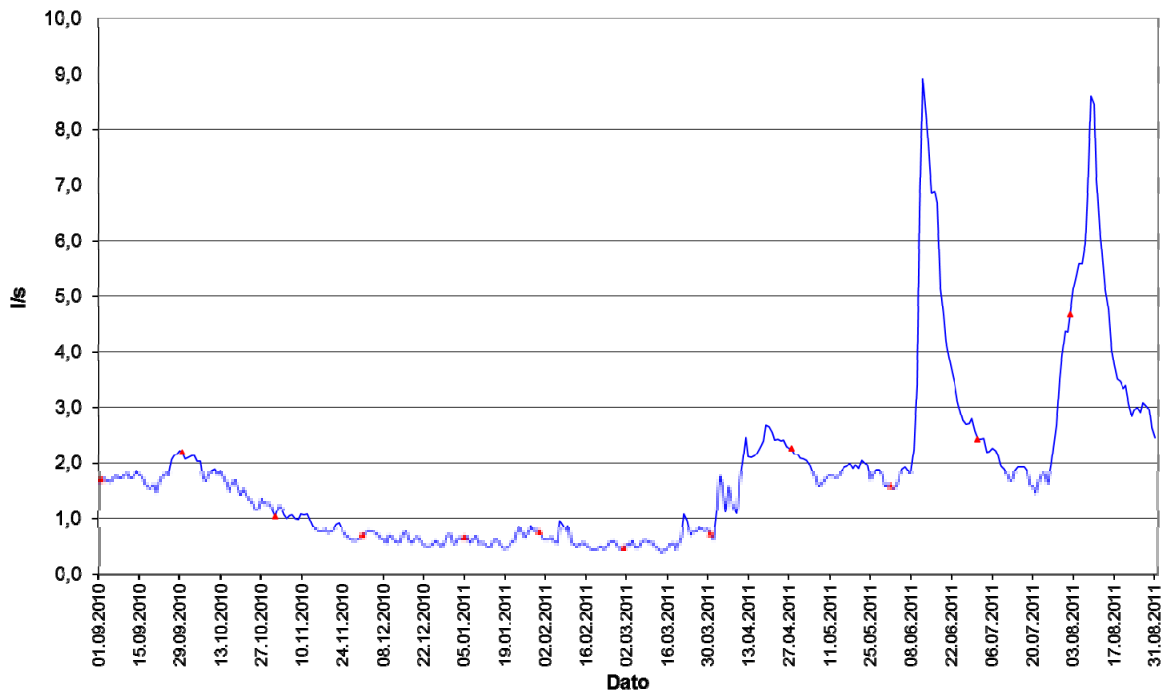
Målepunktet for samlet avrenning ble flyttet fra og med 1.9.2004. De to dreneringene som samlet avrenningen fra gruveområdet ble samlet i det største røret og en vannføringslogger ble montert inne i røret nedenfor sammenkoblingspunktet. Fra sommeren 2006 ble målepunktet flyttet til utløpet av røret for 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.

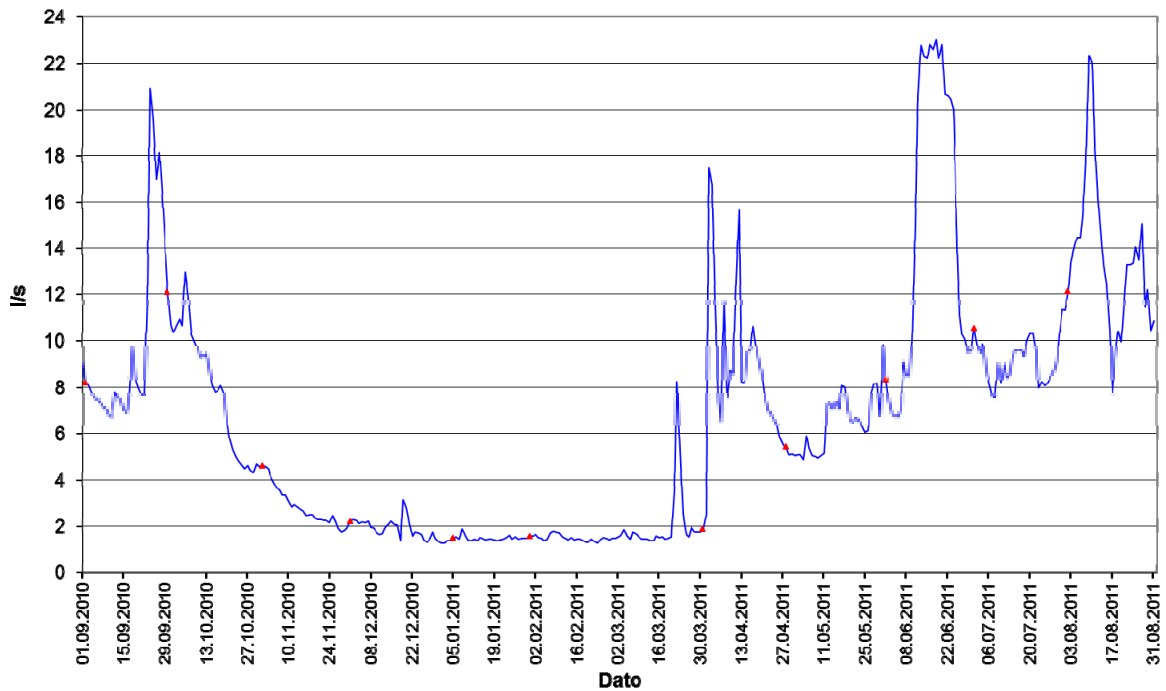
Stasjon	År	Avrenning	Middel	Maks	Min	Median
		m ³ /år	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h	m ³ /h
St.1 Stoll 2	2001-2002	27750	3,2	16,1	0,51	1,96
St.1 Stoll 2	2002-2003	18426	2,1	13,6	0,32	1,19
St.1 Stoll 2	2003-2004	17943	2,0	14,9	0,58	1,31
St.1 Stoll 2	2004-2005	28146	3,2	18,6	0,97	2,18
St.1 Stoll 2	2005-2006	23311	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.1 Stoll 2	2010-2011	55618	6,3	32,1	1,41	5,8
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	2009-2010	159777	18,2	58,2	2,77	14,2
St.2A Samlet avrenning	2010-2011	211284	24,1	82,9	4,52	23,2

*) 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 4. Døgnmiddelvannføringer ved St.1 Utløp av Stoll 2 i 2010-2011 med markering av prøvetakingstidspunkter.



Figur 5. Døgnmiddelvannføringer ved St.2A Utløp drenerør for samlet avrenning ved r.v. 29 i 2010-2011 med markering av prøvetakingstidspunkter.

3. Vannkvalitet

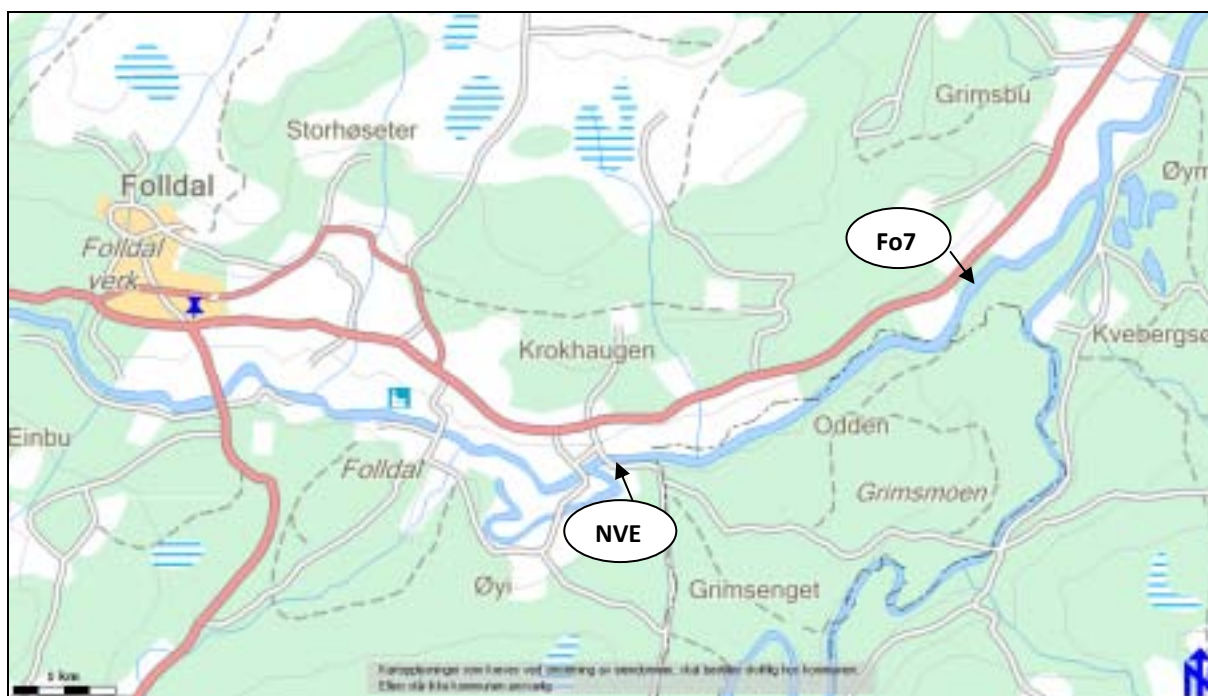
3.1 Prøvetakingsstasjoner

Tabell 4 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene som har vært benyttet i perioden 2010-2011.

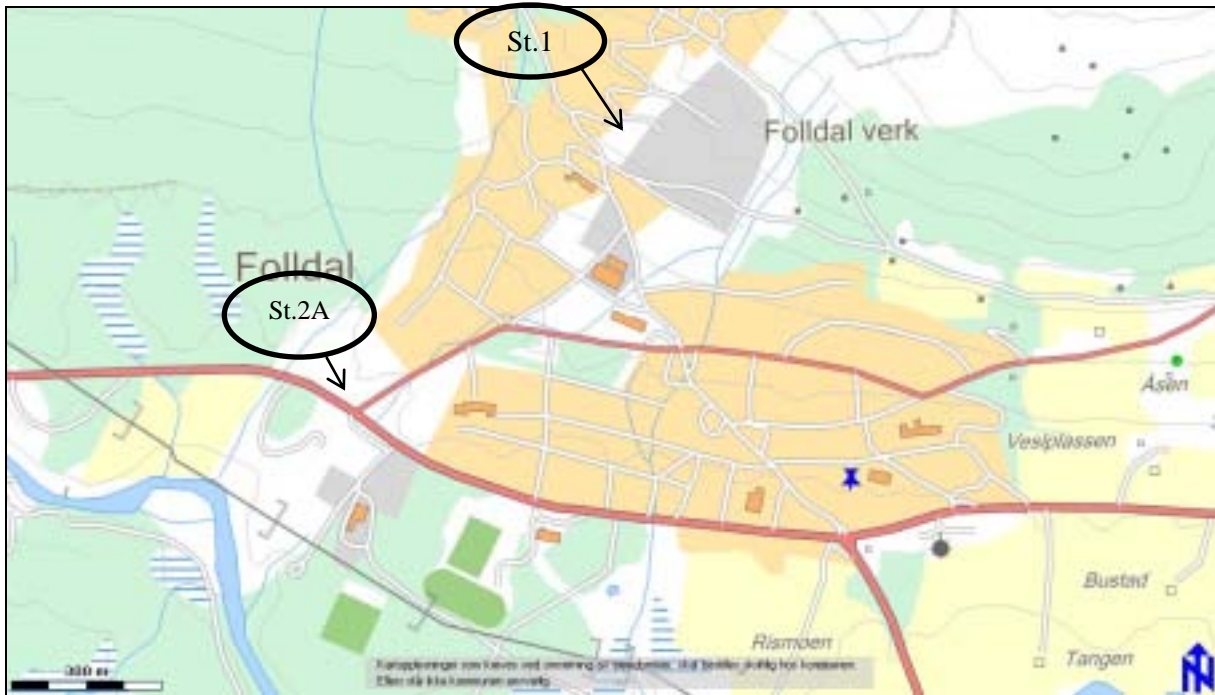
Stasjonene er også markert på figur 6 og figur 7 som viser kart over vassdragsstrekningen Folldal sentrum – Grimsbu og Folldal sentrum. Vannføringsmålingene i Folla blir utført av NVE. Lokaliseringen til målestasjonen er også markert på figur 6.

Tabell 4. Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2010-2011.

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'



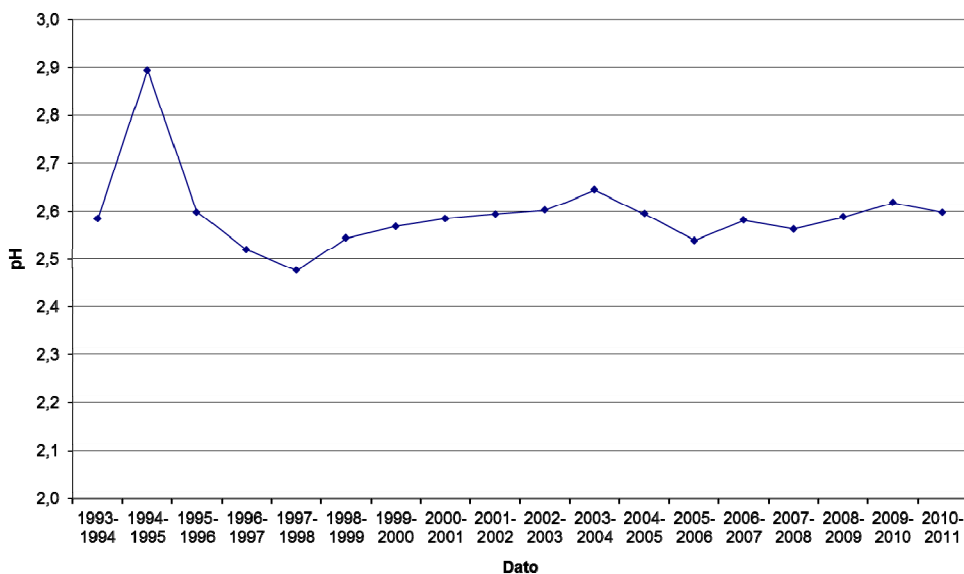
Figur 6. Målestasjoner i Folla



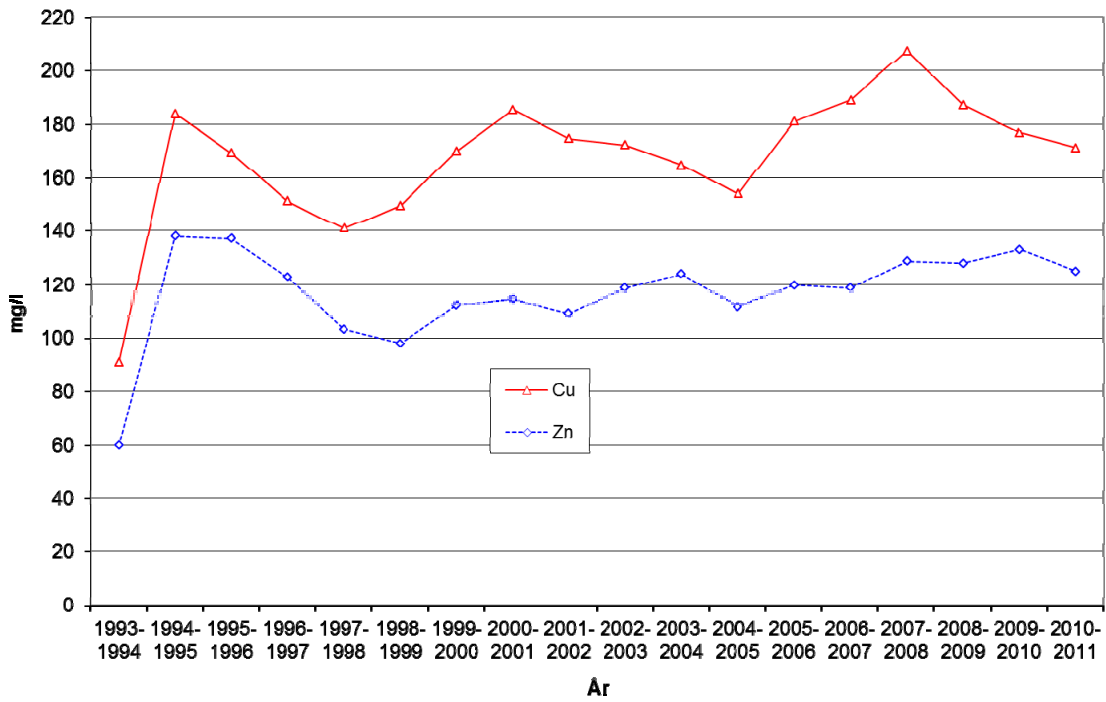
Figur 7. Målestasjoner i Folldal sentrum

3.2 Stasjon 1 – Stoll 2

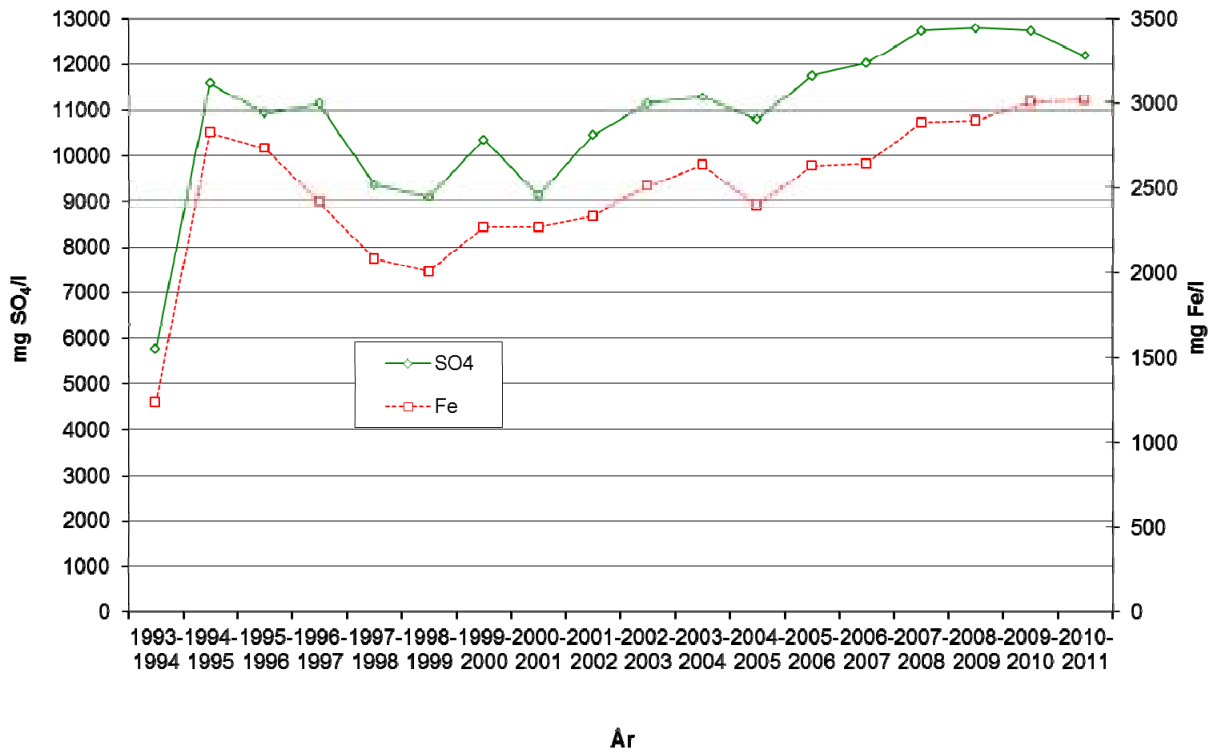
Analyseresultatene for prøver som er tatt i 2010-2011 er samlet i tabell 9 vedlegg A bak. Her er også gitt en oppdatert oversikt over årlige tidsveiede middelveier for hydrologiske år fra 1993 (tabell 10). Som figur 8 viser, er gruvevannet sterkt surt med pH-verdier varierende i området 2,5-2,7. Figur 9 og figur 10 viser grafisk det tilsvarende forløp for de tidsveiede årsmiddelveierne for kobber, sink, jern og sulfat. I de årene det løpende programmet har pågått (1993-2011), 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 8. Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelveier for pH.



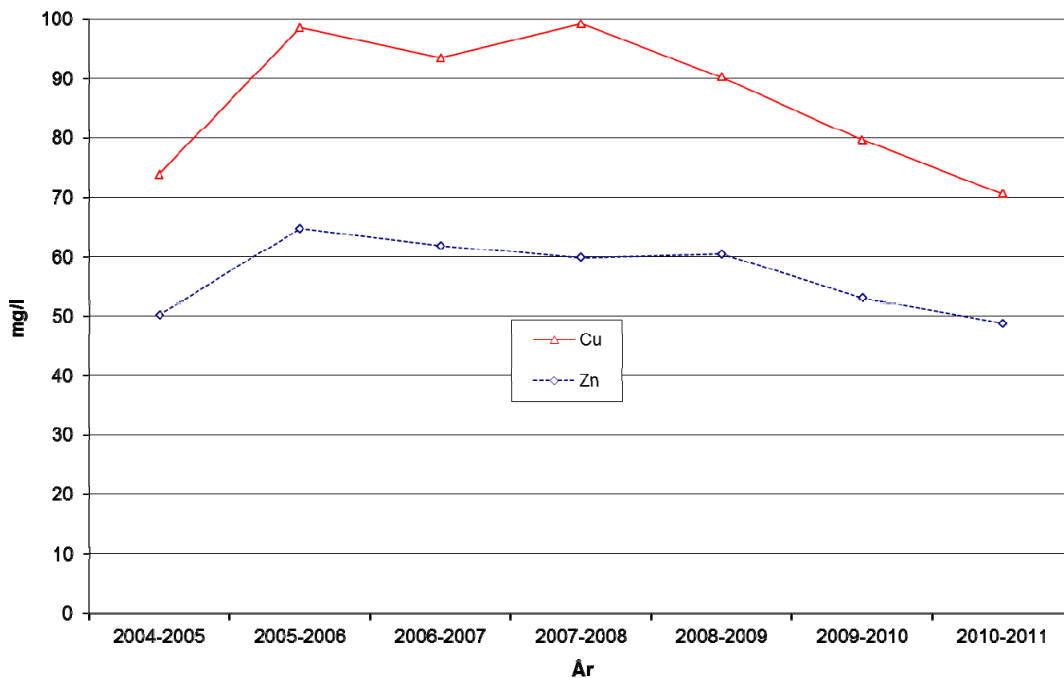
Figur 9. Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink.



Figur 10. Stasjon 2A. Tidsveiede årsmiddelverdier for jern og sulfat.

3.3 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drenerør på nordsiden av 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 og at de forurensningsmengder som tilføres via denne bekken også er beskjedne. Analyseresultatene for 2010-2011 er samlet i tabell 11 mens i tabell 12 er beregnet tidsveiede årsmiddelverdier. Figur 10 viser en grafisk fremstilling av tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink for de syv 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. Det ser ikke ut til at det har vært noen endringer av betydning når det gjelder vannkvalitet. De endringer som en påviser fra år til år har mest sannsynlig sin årsak i variasjoner i nedbør og klima.



Figur 11. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved stasjon 2A.



Figur 12. Stasjon 2A.

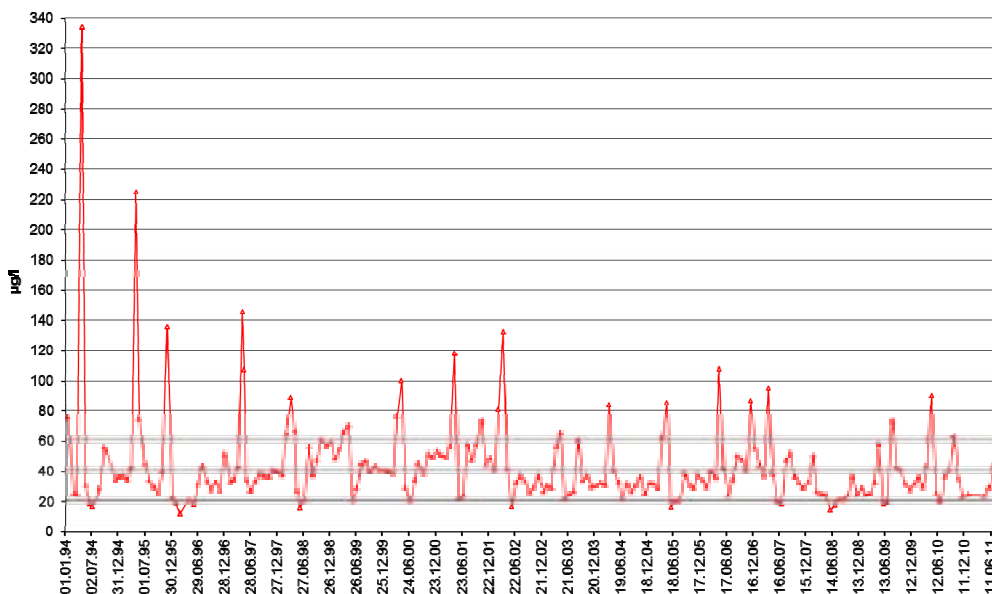
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen

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 samt å kartlegge samlet forurensningstransport i Folla nedstrøms alle kilder bedre. Analyseresultatene for perioden 2010-2011 er samlet i tabell 13, mens tabell 14 gir en oversikt over beregnede tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre for hydrologiske år i perioden 1994-2011.

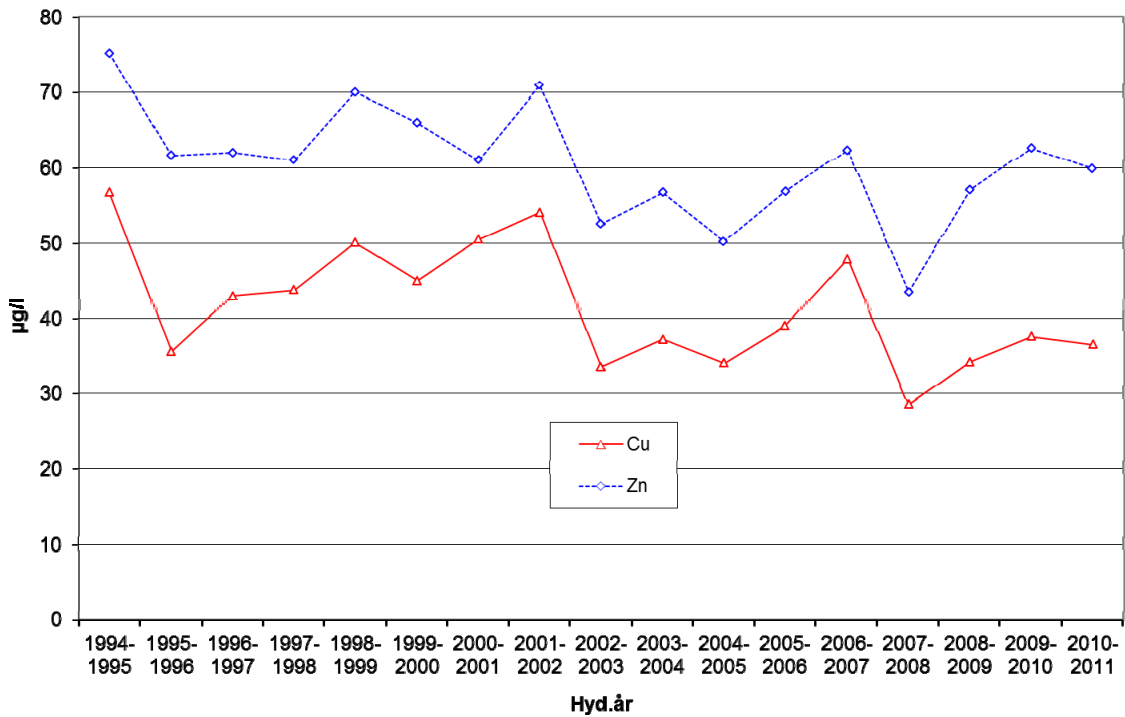
Vannkvalitet og spesielt tungmetallnivå endrer seg svært mye i løpet av året. Ofte vil det være stor avrenning fra gruveområdet om våren under snøsmeltingen. Denne lokale flommen inntreffer ofte før vannføringen i vassdraget tar seg opp. Av denne årsak kan en vanligvis påvise forholdsvis høye metallkonsentrasjoner i Folla i første halvdel av mai. Tidligere undersøkelser har vist at 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 og forårsake kraftig stor utvasking fra gruveområdet. Vannføringskurvene for stoll 2, samlet avrenning og for Folla ved Grimsmoen viser slike situasjoner. I 2011 ble det observert svært høye flomvannføringer i gruveområdet i juni og august måned. Da prøvetakingsfrekvensen kun er månedlig, vil det derfor være usikkerheter knyttet til tolking de beregnede årsmiddelkonsentrasjonene.

Figur 13 viser observasjonsmaterialet for kobber for årene etter at tiltakene ble avsluttet (1994-2011). Figur 14 viser beregnede tidsveiede årsmiddelerverdier for kobber og sink for hydrologiske år fra 1994. Maksimumsverdiene for kobber inntreffer vanligvis like før vårfloppen. I året 2010-2011 ble de høyeste kobberkonsentrasjone målt den 30.9.2010 og 2.8.2011. Det var stor utvasking fra gruveområdet i Follidal sentrum i august 2011.

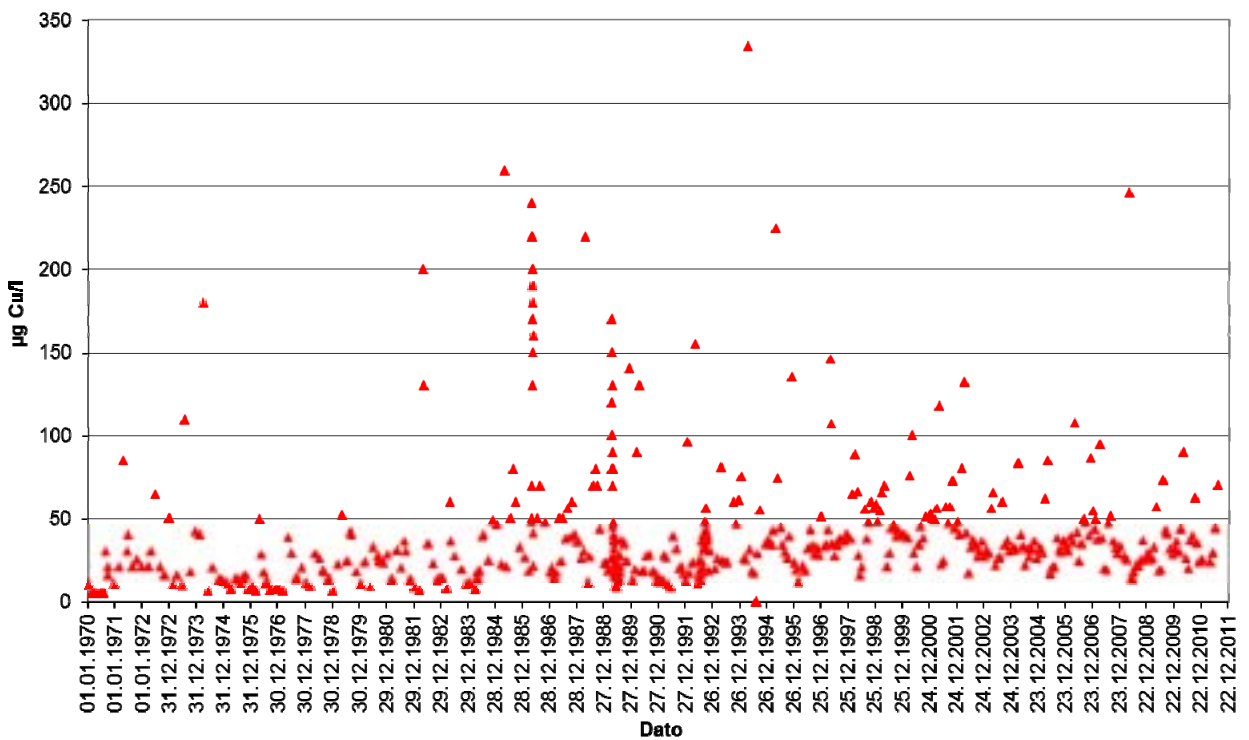
Beregnede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink tyder tilsynelatende på at metallkonsentrasjonene er langsomt synkende. I denne sammenheng må en se bort fra konsentrasjonene i 1993-94 da det pågikk oppryddingstiltak i gruveområdet. Dersom en ser på hele observasjonsmaterialet for perioden 1970-2011 for kobber (figur 15) 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 13. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2011.



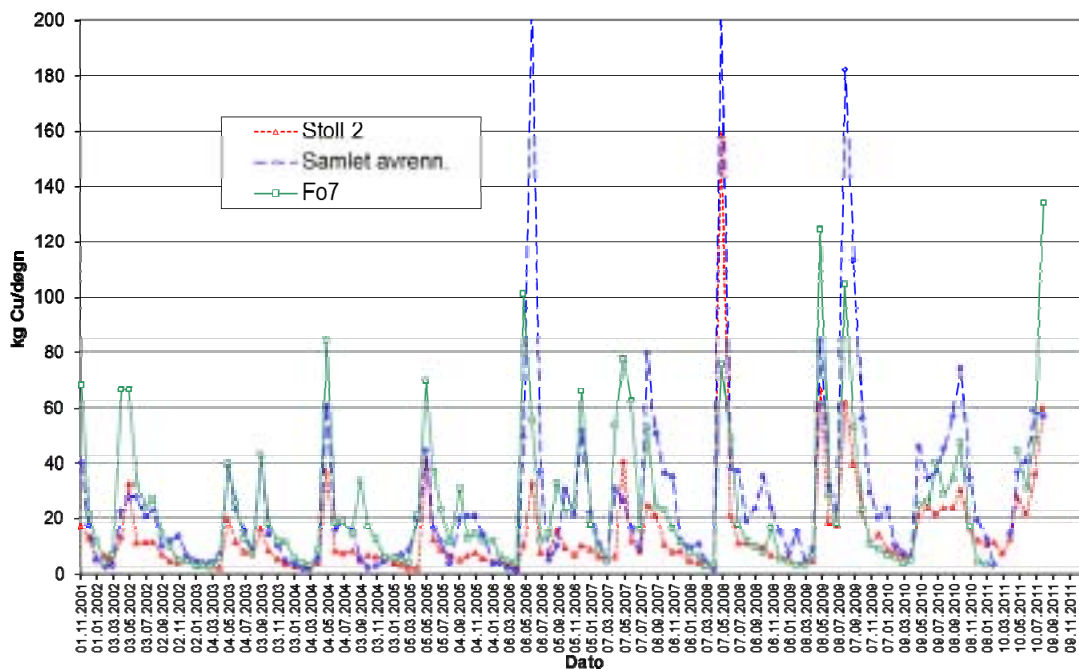
Figur 14. Tidsveiede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2011.



Figur 15. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1970-2011.

4. Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdi og vannføringsobservasjon kan en beregne øyeblikkstransporten. I figur 16 og figur 17 er framstilt oppdaterte transportobservasjoner for kobber og sink fra 1.11.2001 til 1.9.2011 for de tre målestasjonene. 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 (st.2 og st.2A) før 2006.

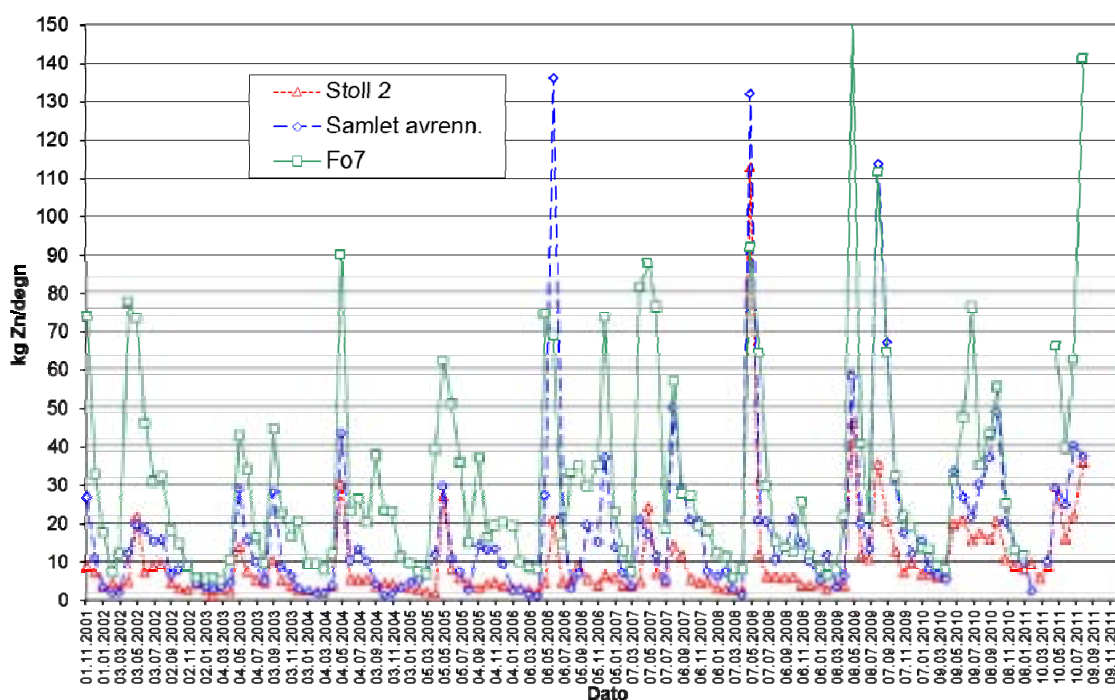


Figur 16. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2010-2011.

Figurene viser at avrenningsmønsteret endrer seg mye i løpet av året. I nedbørfattige perioder og under vintersituasjonen ser en at tilførslene fra gruva er største kilde. Når det er stor avrenning fra området som f.eks under vårflommen eller i perioder med langvarig nedbør, 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 stasjonene. 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 bølge-/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 dreneringsrørssystemet og går gjennom grunnen ned til Folla. Det ble imidlertid gjennomført en forbedring av dreneringsrøftene 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.

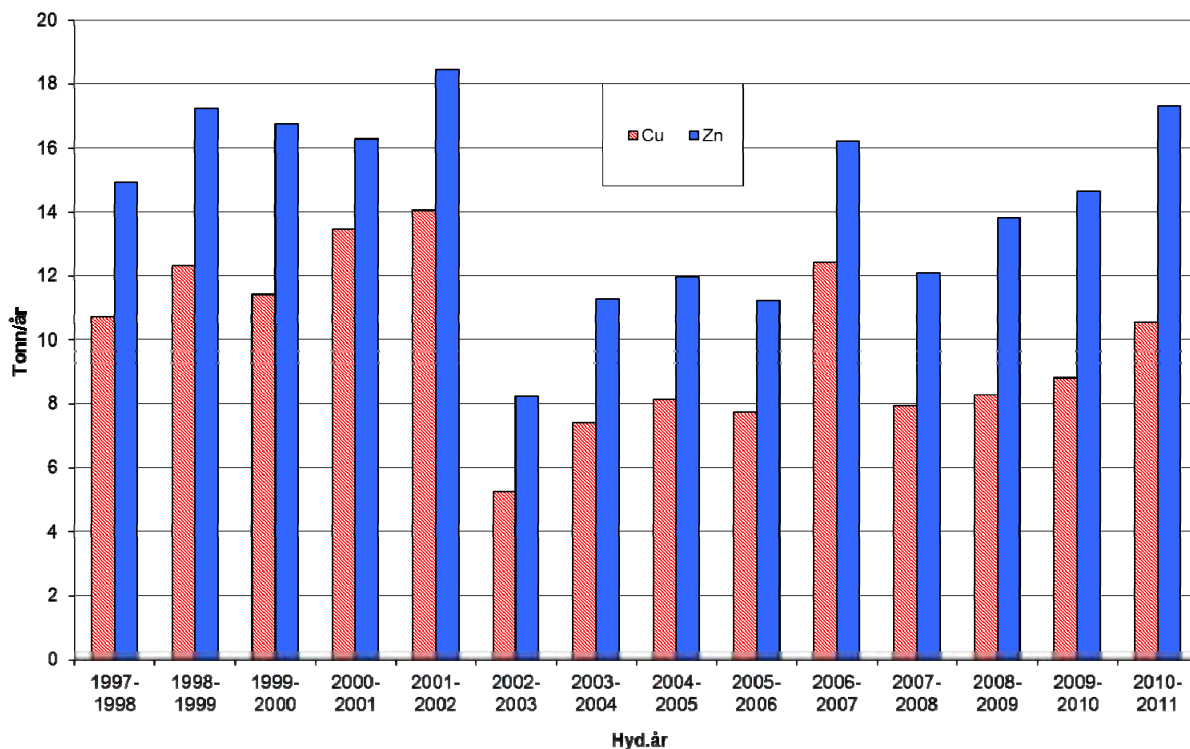
- Ved plutselige endringer i vannføringen i Folla (Folla er en typisk flomelv) kan dette forårsake resuspensjon av sedimentert tungmetallslam på elvebunnen med høye analyseverdier som konsekvens.
- Med en hyppigere prøvetakingsfrekvens ville en trolig kunne ekskludere en del tilfeldige forskjeller som også godt kan ha sammenheng med naturgitte årsaker som f.eks stor lokal snøsmelting eller mye nedbør i form av regn.
- Vannføringen i dreneringsystemet kan endre seg svært mye fra time til time i perioder med mye nedbør. Beregnede verdier for døgntransport er derfor usikre under slike episoder. Vannmengdeproporsjonal blandprøvetaking ved stasjonen for samlet avrenning vil således være et egnet tiltak for å forbedre utsagnskraften. I løpet av perioden 2011-2012 vil en oppgradere målestasjonen for samlet avrenning slik at en oppnår mer pålitelige data for denne stasjonen.



Figur 17. Døgntransport for sink i perioden 2001-2011.

I tabell 5 er samlet beregnet årstransport i Folla nedenfor gruveområdet ved stasjon Fo7 - Folshaugmoen for de viktigste komponenter. Figur 18 gir en grafisk fremstilling av årstransporten for kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen for perioden 1997-2011.

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. I februar og mars måned 2011 var det ikke mulig å finne vann i Folla ved Folshaugmoen på grunn av lave temperaturer og mye is i elveleiet. Dette kan ha noe betydning for beregnet årsmiddelverdi.



Figur 18. Årstransport av kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2011.

Tabell 5. Årstransport i Folla ved st. Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2011.

	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
2010-2011	10,5	17,3	206	47,1	3380	288886176

Tabell 6. Årstransport for gruvevann, st.1 Stoll 2. Hydrologiske år 1993-2011.

År	Cu Tonn	Zn Tonn	Fe Tonn	Cd kg	SO ₄ Tonn	Vannmengde m ³
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
2010-2011	9,5	7,0	168,0	22,4	678	55618

Tabell 7. Årstransport for samlet avrenning på drenerørssystem (st.2 1993-2004 og st.2A 2004-2011).

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
2010-2011	14,9	10,3	202	35,3	1040	211284

Tabell 8. Årstransport av kobber, sink, jern og sulfat for hydrologiske år fra 1993 for gruveveann (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	161	122	447	873	2761
2010-2011	9,5	14,9	10,5	7,0	10,3	17,3	168	202	206	678	1040	3380

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 dremsvann ble supplert med utstyr for kontinuerlig vannføringslogging. Ved stasjonen for samlet avrenning har det periodevis vært vanskelig å måle vannføringer på en tilfredsstillende måte. Det har i årenes løp blitt gjennomført flere tiltak for å forbedre kvaliteten på observasjonsmaterialet. I august 2011 ble det gjort anleggsmessige forberedelser som vil gi bedre muligheter for mer tilfredsstillende måledata ved stasjonene for samlet avrenning. Stasjonen vil bli oppgradert senere på året og bl.a. utstyrt med mer avansert utstyr for vannmengdemålinger og automatisk vannmengdeproporsjonal blandprøvetaking. En har nå 10 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. Året 2010-2011 var typisk for en slik situasjon. Det falt uvanlig mye nedbør i sommermånedene i 2011 (mai-august). Dette førte til stor utvasking av forvitningsprodukter fra gruveområdet. Hittil har programmet hatt mest fokus på å gjøre rede for forurensningstilstand og årlig stofftransport i vassdraget og ved de to hovedkildene, avfall i dagen og gruvevann. Programopplegget har vært relativt enkelt, men likevel tilstrekkelig til å føre kontroll med tilstanden fordi programmet har løpt over mange år slik at en har oppnådd et godt erfaringsgrunnlag. En har nå erfaringsgrunnlag fra vel 40 års undersøkelser i Folla og nesten 20 års undersøkelser av avrenningen fra gruveområdet i Folldal sentrum. Bortsett fra endringer som følge av årlige variasjoner av nedbør og klima synes forurensingssituasjonen i området å være stabil. Tiltak gjennomført på begynnelsen av 1990-tallet har ikke gitt merkbare endringer i forurensingssituasjonen.

En går nå inn i en ny fase der en vil utrede rensetekniske løsninger. Dette planarbeidet krever endringer i undersøkelsesprogrammet. Det vil bli nødvendig å kartlegge dimensjonerende vannmengder og metallbelastninger bedre, både mht til valg av prosess og for kostnadsvurderinger. Den nye målestasjonen for samlet avrenning vil bli utrustet for slike behov.

En annen sentral oppgave i forbindelse med de nye tiltaksutredningene vil også være å vurdere virkningsgrader. Erfaringer fra sommeren 2011 kan tyde på at en har tilførsler fra gruveområdet som ikke fanges opp av dremsrørsystemet. Bedring av kvaliteten på avrenningsundersøkelsene framover vil gi nyttig informasjon om dette. En renseteknisk løsning vil ha en høy virkningsgrad. Den effektive virkningsgraden vil imidlertid avhenge av de forurensningsmengder en greier å føre til anlegget.

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.
- Iversen, E.R., 2010. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune. Undersøkelser i perioden 2009-2010. NIVA-rapport, L.nr. 6055-2010, O-29385. 29 s.
- Iversen, E.R., 2010. Kontroll av avrenning fra Tverrfjellet gruve på Hjerkin, Dovre kommune. Undersøkelser i 2009-2010. NIVA-rapport, L.nr. 6036-2010, O-nr. 10229, 28 s.
- Norges Vassdrags- og Energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge.

Vedlegg A.
Analyseresultater for prøver tatt i 2010-2011

Tabell 9. Analyseresultater. Stasjon 1 – Stoll2.

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	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
02.09.2010	2,53	945	11916	331	626	424	2900	164	108	0,379	0,075	15,7	1,20	3,56	56,4	1,69
30.09.2010	2,53	935	11198	318	611	394	2810	159	108	0,352	0,130	15,0	1,10	3,41	54,5	2,20
01.11.2010	2,53	1031	11856	297	629	429	2900	184	122	0,403	0,098	15,7	1,20	3,54	49,1	1,03
01.12.2010	2,64	1066	13473	328	730	488	3190	199	146	0,479	0,130	18,6	1,42	3,92	55,2	0,69
05.01.2011	2,70	1058	13545	325	736	490	2404	188	145	0,484	0,120	18,8	1,43	3,82	55,1	0,65
31.01.2011	2,72	1075	12964	331	742	495	3170	179	143	0,454	0,130	18,5	1,40	3,81	55,2	0,74
01.03.2011	2,69	1079	12874	329	735	505	3220	181	143	0,466	0,120	18,8	1,44	3,84	54,5	0,46
31.03.2011	2,54	1102	14491	349	742	540	3690	201	142	0,468	0,210	18,7	1,51	4,33	58,4	0,72
28.04.2011	2,73	1076	13353	362	698	428	3760	141	150	0,426	0,084	18,3	1,20	3,56	57,5	2,26
01.06.2011	2,59	987	11689	325	654	402	3280	159	118	0,375	0,120	16,5	1,10	3,21	42,7	1,58
01.07.2011	2,54	964	11108	290	583	392	2870	172	106	0,339	0,120	14,3	1,10	3,16	50,5	2,42
02.08.2011	2,58	862	9760	266	484	332	2460	148	88,7	0,280	0,086	12,1	0,89	2,72	48,4	4,67
Gj.snitt	2,61	1015	12352	321	664	443	3055	173	127	0,409	0,119	16,8	1,25	3,57	53,1	1,59
Maks.verdi	2,73	1102	14491	362	742	540	3760	201	150	0,484	0,210	18,8	1,51	4,33	58,4	4,67
Min.verdi	2,53	862	9760	266	484	332	2404	141	89	0,280	0,075	12,1	0,89	2,72	42,7	0,46

Tabell 10. Tidsveiede årsmiddelverdier for stasjon 1 – Stoll 2.

Hyd.år	Obs. antall	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Ni	Co	Mn	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
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
2010-2011	12	2,60	1005,8	12190	316,3	654,2	436,3	3020	171,3	125,1	0,402	1,23	3,51	16,50	52,4	1,71

Tabell 11. Analyseresultater. Stasjon 2A – Samlet avrenning. Rør på nordsiden av r.v. 29.

Dato	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Pb	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	mg/l
02.09.2010	2,54	529	5180	230	270	216	977	79,8	52,1	0,187	0,051	8,28	0,708	1,66	41,9	8,21
30.09.2010	2,56	487	4820	207	246	185	924	71,4	46,8	0,173	0,049	7,39	0,610	1,51	37,3	12,07
01.11.2010	2,53	514	5689	206	287	214	1140	85,8	50,6	0,189	0,059	8,21	0,691	1,75	33,9	4,63
01.12.2010	2,62	624	6647	218	356	257	1470	101	70,5	0,230	0,068	9,74	0,810	2,10	36,4	2,20
05.01.2011	2,58	648	7395	201	391	284	1580	99,1	78,1	0,254	0,068	9,85	0,789	2,02	33,1	1,47
31.01.2011	2,80	254	1668	72,8	93,5	63,4	383	22,8	16,7	0,056	0,020	2,35	0,192	0,48	10,1	1,56
31.03.2011	2,56	612	6617	187	359	256	1530	89,2	61,3	0,204	0,097	8,52	0,699	1,85	30,4	1,85
28.04.2011	2,75	629	6437	194	339	216	458	78,0	62,4	0,204	0,064	8,44	0,596	1,64	32,4	5,40
01.06.2011	2,55	429	3838	177	203	149	767	56,1	34,6	0,132	0,052	6,20	0,484	1,16	20,9	8,34
01.07.2011	2,55	454	3952	179	201	159	781	64,0	44,0	0,150	0,061	6,37	0,530	1,30	29,5	10,57
02.08.2011	2,56	409	3383	159	165	133	665	54,0	35,8	0,120	0,046	5,29	0,460	1,11	30,3	12,13
Aritm.middel	2,60	508	5057	185	265	194	970	72,8	50,3	0,17	0,058	7,33	0,60	1,51	30,6	6,22
Maks.verdi	2,80	648	7395	230	391	284	1580	101	78,1	0,25	0,097	9,85	0,81	2,10	41,9	12,1
Min.verdi	2,53	254	1668	72,8	93,5	63,4	383	22,8	16,7	0,06	0,020	2,35	0,19	0,48	10,1	1,47

Tabell 12. Tidsveiede årsmiddelverdier. Stasjon 2A – Samlet avrenning. Rør på nordsiden av r.v. 29.

Hyd. År	Obs. Antall	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	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
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
2010-2011	11	2,60	497,7	4921	178	258	188	957	70,6	48,8	0,167	7,08	0,58	1,46	29,3	6,03

Tabell 13. Analyseresultater. Fo7 – Folla ved Folshaugmoen.

Dato	pH	Kond	SO ₄	Fe	Cu	Zn	Cd	Vannf
		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m ³ /s
02.09.2010	7,23	8,93	10,6	448	39,7	50,0	0,140	9,99
30.09.2010	7,56	9,71	13,0	751	62,9	73,7	0,222	8,71
01.11.2010	7,39	9,64	11,5	440	35,1	51,7	0,140	5,63
01.12.2010	7,22	13,9	14,3	533	23,1	73,0	0,150	2,07
05.01.2011	7,28	18,8	18,3	1340	24,9	82,3	0,170	1,60
28.04.2011	7,11	4,91	4,99	458	23,4	35,0	0,120	21,94
01.06.2011	7,38	7,05	8,51	372	28,6	36,7	0,110	12,48
01.07.2011	7,60	8,48	11,3	519	44,1	57,0	0,160	12,68
02.08.2011	7,35	8,59	12,1	873	70,5	74,2	0,258	22,04
Aritm.middel	7,35	10,00	11,6	637	39,1	59,3	0,163	10,79
Maks.verdi	7,60	18,80	18,3	1340	70,5	82	0,258	22,04
Min.verdi	7,11	4,91	4,99	372	23,1	35,0	0,110	1,60

Tabell 14. Tidsveiede årsmiddelverdier. Fo7 – Folla ved Folshaugmoen.

Hyd. år	pH	Kond	SO₄	Fe	Cu	Zn	Cd
		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	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
2010-2011	7,30	10,42	11,7	713	36,5	59,9	0,163

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