

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2011-2012



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 2011-2012	Løpenr. (for bestilling) 6427-2012	Dato 28.9.2012
	Prosjektnr. Undernr. O-11463	Sider 30
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hedmark	Trykket CopyCat AS 2012

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning	Oppdragsreferanse Best.nr. 25/2011 11/00065-7
---	---

Sammendrag

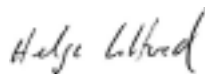
Kontrollundersøkelsene som er gjennomført av avrenningen fra det nedlagte gruveområdet i Folldal sentrum viser at forurensningstilførslene fra området varierer mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. Året 2011-2012 var, i likhet med det foregående år, et år med stor utvasking av forvittringsprodukter fra gruveområdet, og spesielt i juli-august 2012. Resultatene for den siste undersøkelsesperioden, det hydrologiske året 2011-2012, ga en beregnet forurensningstransport i Folla på 15 tonn kobber/år og 19 tonn sink/år. Disse tallene er de høyeste som er registrert hittil siden 1997 da en begynte å måle forurensningstransport. Dette har sammenheng med at avrenningen fra nedbørfeltet også var rekordhøy pga. uvanlig mye nedbør. Forurensningssituasjonen i Follavassdraget har endret seg lite i de årene NIVAs målinger har pågått (1970-2012). Opplegget for kontroll av samlet avrenning fra gruveområdet ble forsterket siste år med formål å gi bedre dimensjoneringsgrunnlag for utredninger av rensetekniske utredninger.

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 2012	4. Folldal Mines 2012



Eigil Rune Iversen

Prosjektleder



Helge Liltved

Forskningsleder



James Dedric Berg

Forskningsdirektør

O-11463

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune

Undersøkelser i 2011-2012

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 1. september 2012.

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

Vi takker alle for samarbeidet.

Oslo, 28.september 2012

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Undersøkelsesopplegg	7
2. Hydrologi og meteorologi	8
2.1 Nedbør og klima	8
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	14
3.3 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drenerør på nordsiden av RV 29	16
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen	17
4. Forurensningstransport	19
5. Samlet vurdering	24
6. Litteratur	25
Vedlegg A. Analyseresultater for prøver tatt i 2011-2012	26

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 seks siste år er derfor det mest pålitelige vi har hatt hittil. I det kommende år vil en få bedre datagrunnlag etter de oppgraderinger som ble gjort siste år.

Avrenning fra avfall i dagen var i flere år største forurensningskilde i området, men tilførslene fra gruva betydde svært mye når det er liten overflateavrenning, som i tørre perioder og om vinteren når det er frost. I året 2011-2012 var gruvevannet største forurensningskilde som i det foregående år. Tilførslene av kobber fra gruva økte dessuten en del siste år, noe som også er årsaken til den relativt store økningen i samlet kobbertransport fra området. Økningen i forurensningstransporten fra området har sammenheng med mye nedbør og stor avrenning fra hele nedbørfeltet.

Noen nøkkeltall for forurensningstransporten i Folla ved Folshaugmoen pr. 31. august 2012:

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
2011-2012	14,8	18,6	177	50,8	3698	336153888

En kan ikke se at de tiltakene som ble gjennomført i 1993-1994 har noen betydning for 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 : 2012
 Author : Eigil Rune Iversen
 Source : Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6162-2

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 have been 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 2011-2012 due to high precipitation during the summer months in 2012.

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
2011-2012	14.8	18.6	177	50.8	3698	336153888

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 og tiltaksvurderingene i gruveområdet. Senhøstes 2005 startet DIRMIN arbeidene med å drenere gruveområdet bedre. I 2005 ble det laget nye drengrofter rundt Tyskholet 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 1.9.2011 - 31.8.2012.

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. Opplegget ved denne stasjonen ble forbedret i november 2011 da alle kontinuerlige registreringer og prøvetaking ble flyttet inn i en oppvarmet målebu. 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 etter akkrediterte metoder og på ufiltrerte, syrekonserverte prøver.

2. Hydrologi og meteorologi

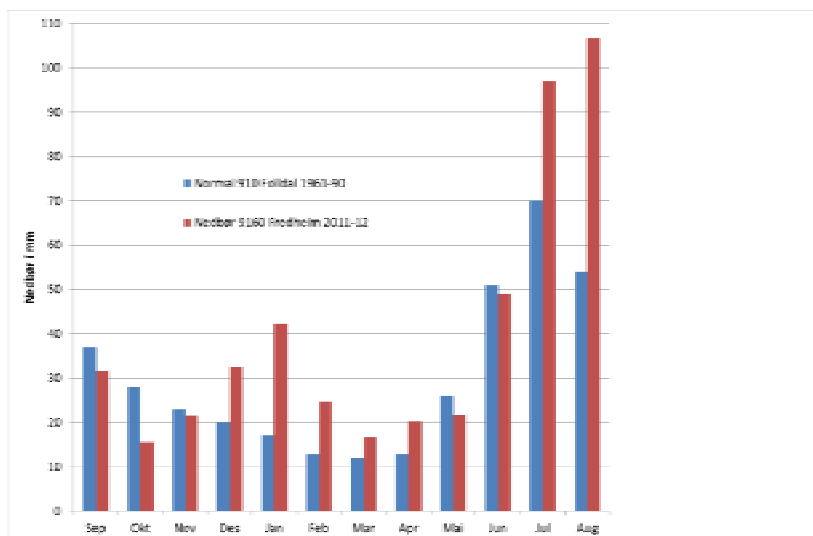
2.1 Nedbør og klima

De meteorologiske data som er benyttet er samlet inn av Det norske meteorologiske institutt (DNMI) ved målestasjonen 9160 Folldal-Fredheim. Stasjonen i Folldal (0910 Folldal), som ble benyttet tidligere, ble nedlagt i august 2006. For denne stasjonen har vi benyttet nedbørnormalene som sammenligningsgrunnlag. I tabell 1 er samlet månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 1.september 2011 - 31.august 2012. Året som helhet var nedbørrikt med en årsnedbør på 480 mm, 132 % av et normalår i Folldal sentrum. Det falt uvanlig mye nedbør i sommermånedene i juli og august i 2012.

Tabell 1. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2011-2012.

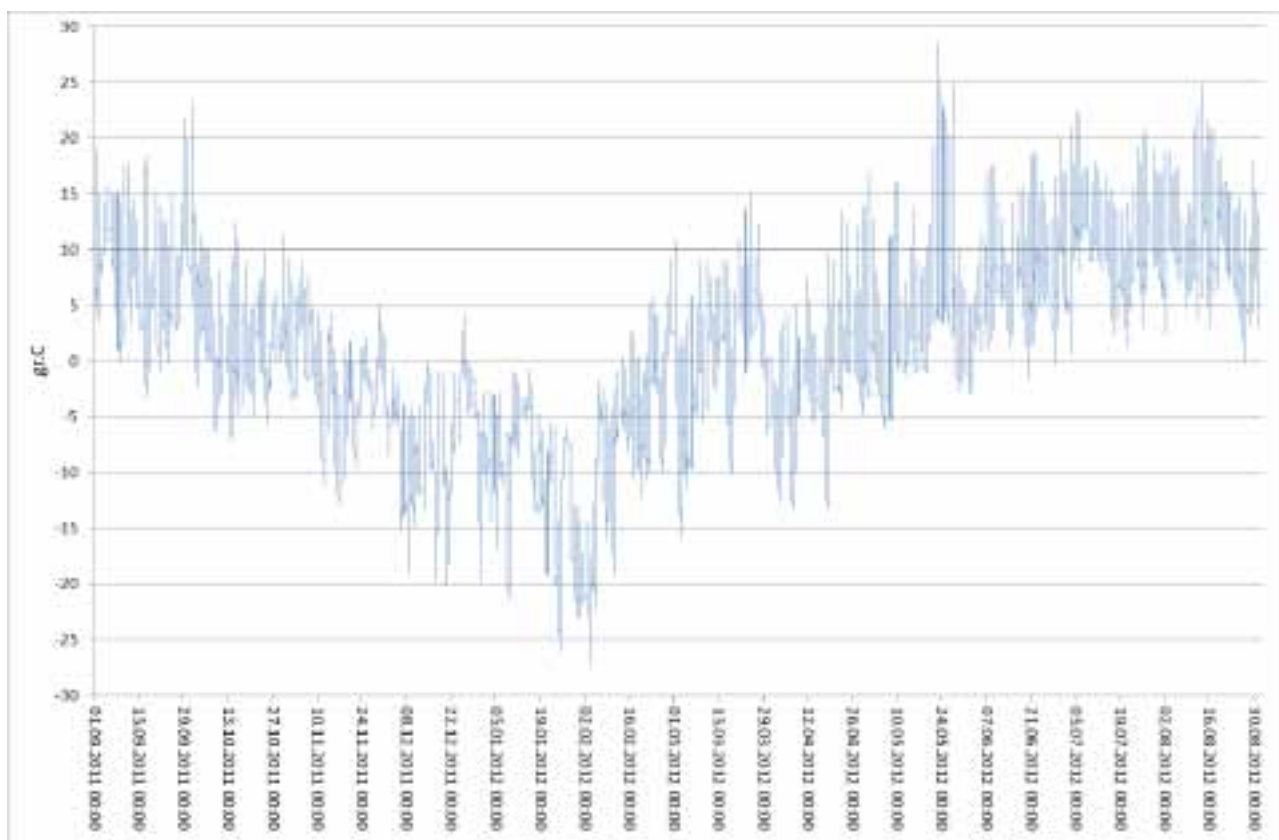
Måned	Nedbør mm Fredheim	Normal mm Folldal	Nedbør i % av normal
sep.11	63,2	37	85,7
okt.11	56,0	28	55,7
nov.11	10,4	23	93,5
des.11	25,4	20	162,5
jan.12	39,9	17	248,2
feb.12	19,1	13	190,0
mar.12	11,7	12	139,2
apr.12	13,6	13	155,4
mai.12	68,1	26	83,5
jun.12	143,8	51	96,1
jul.12	156,7	70	138,6
aug.12	119,6	54	197,6
Året	479,5	364	131,7

Figur 1 viser månedlige nedbørhøyder og normaler i det hydrologiske året 2011-2012.



Figur 1. Månedsnedbør og normaler ved DNMI 9160 Folldal- Fredheim og 0910 Folldal i 2011-12.

Figur 2 viser lufttemperaturer ved Stoll 2 i Folldal sentrum der temperaturen blir logget 2 ganger i timen. Det var kaldest i månedsskiftet januar-februar da det ble målt -27,5 grader den 3.2.2012. Høyeste temperatur ble målt den 22.5.2012 til 28,5 gr.C.

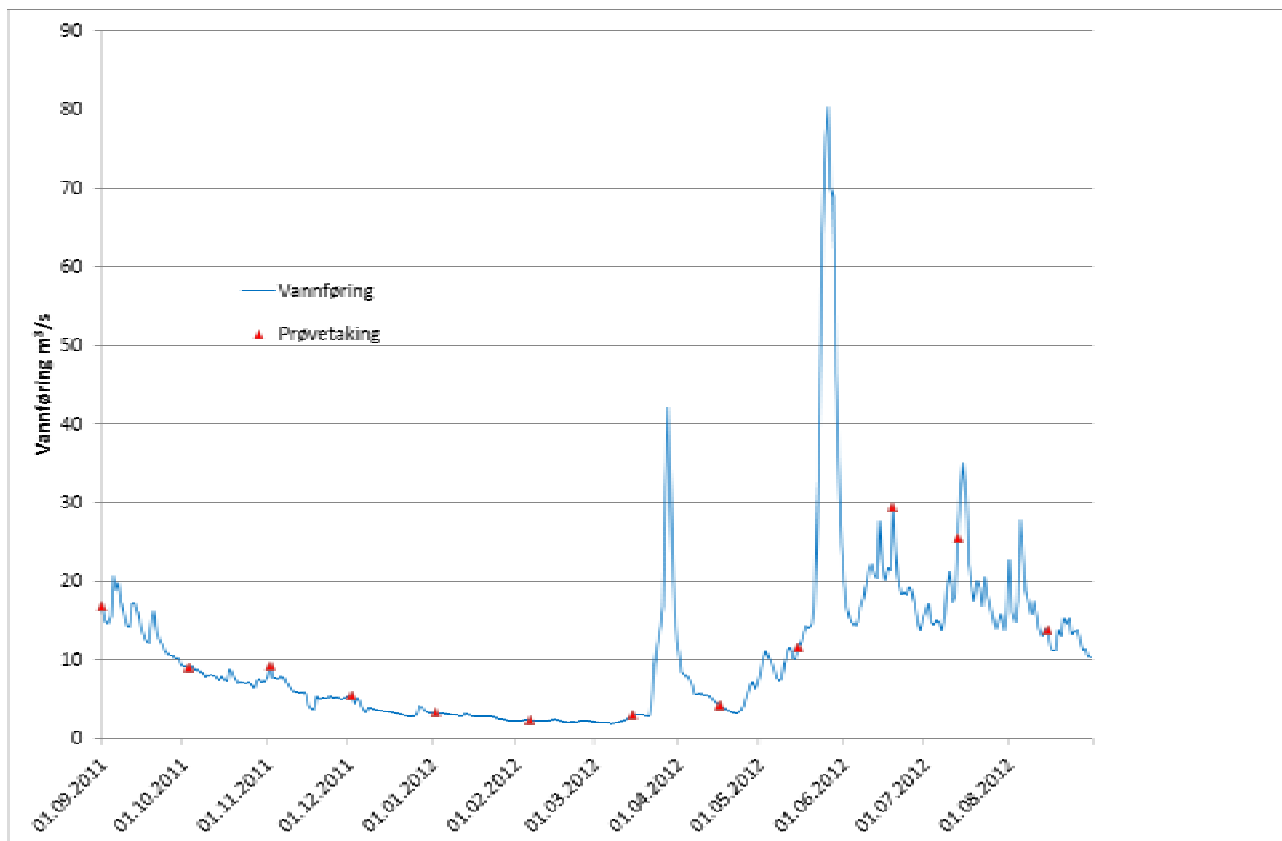


Figur 2. Lufttemperaturer ved Stoll 2 i Folldal sentrum 2011-2012.

2.2 Hydrologi

2.2.1 Vannføringer i Folla

De kontinuerlige vannføringsmålingene i Folla ble startet i 1997. Figur 3 viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2011-2012 ved målestasjonen som NVE driver ved Grimsmoen.



Figur 3. Døgnmiddelvannføring i Folla ved Grimsmoen i 2011-12 med markering av prøvetakinger.

En ser at vårfloppen startet allerede i mars måned i 2012 med flomtopp den 26.mars. Som vanlig kom hovedfloppen i 2. halvdel av mai flomtopp den 26.mai. Mye nedbør i juni-august førte til relativt høy vannføring sommeren 2012.

I tabell 2 er det gitt en oversikt over nedbør og avrenning basert på døgnmiddelobservasjoner i Folla ved Grimsmoen (Brandsnes bru).

Siden vannføringsmålingene startet i 1997 var avrenningen i året 2011-2012 den høyeste som er målt hittil. Det er særlig mye nedbør i perioden juni-august 2012 som forårsaket den uvanlig store avrenningen.

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
2011-2012	131,7***	9,22	10,63	336 153 888

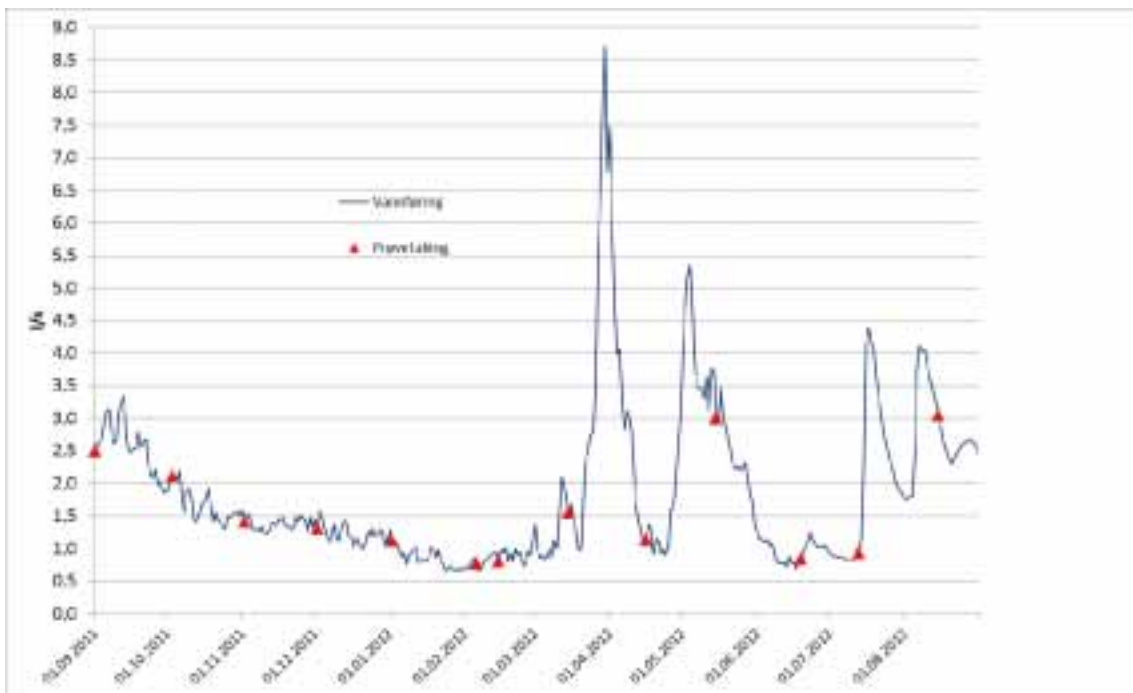
*) Beregnet vha nedbørfeltets areal og avrenningskoeffisient (NVE, 1987) korrigert for avvik fra nedbørnormal.

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

****) Ny nedbørstasjon benyttet fra 1.9.2009 (Atnsjøen) og fra 1.9.2011 (Folldal-Fredheim).

2.2.2 Vannføringer i gruveområdet

Figur 4 viser vannføringsobservasjonene for stoll 2.



Figur 4. Døgnmiddelvannføringer ved St.1 Utløp av Stoll 2 i 2011-2012 med markering av prøvetakingstidspunkter.

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. I november 2011 ble det anlagt en mer permanent målestasjon nær utløpet av røret med oppvarming og 220V. Målestasjonen ble også utstyrt med en sonde for måling av pH og konduktivitet i tillegg til vannføring. Det ble også lagt til rette for vannmengdeproporsjonal blandprøvetaking.

I forbindelse med ombyggingen av målestasjonen i oktober/november 2011 oppsto det mange praktiske problemer. En har derfor ingen fullstendig vannføringskurve for dette året. En har riktig vannføring ved de fleste prøvetakingstidspunktene. Årsavrenningen er imidlertid anslått med bakgrunn i avrenningen fra gruva og sammenhengen mellom konduktivitet og vannføring. I tabell 3 er sammenstilt noen nøkkeltall for de to målestasjonene i gruveområdet.

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.1 Stoll2	2011-2012	58801	6,7	31,3	2,4	5,2
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
St.2A Samlet avrenning	2011-2012	200000	-	-	-	-

*) 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.

3. Vannkvalitet

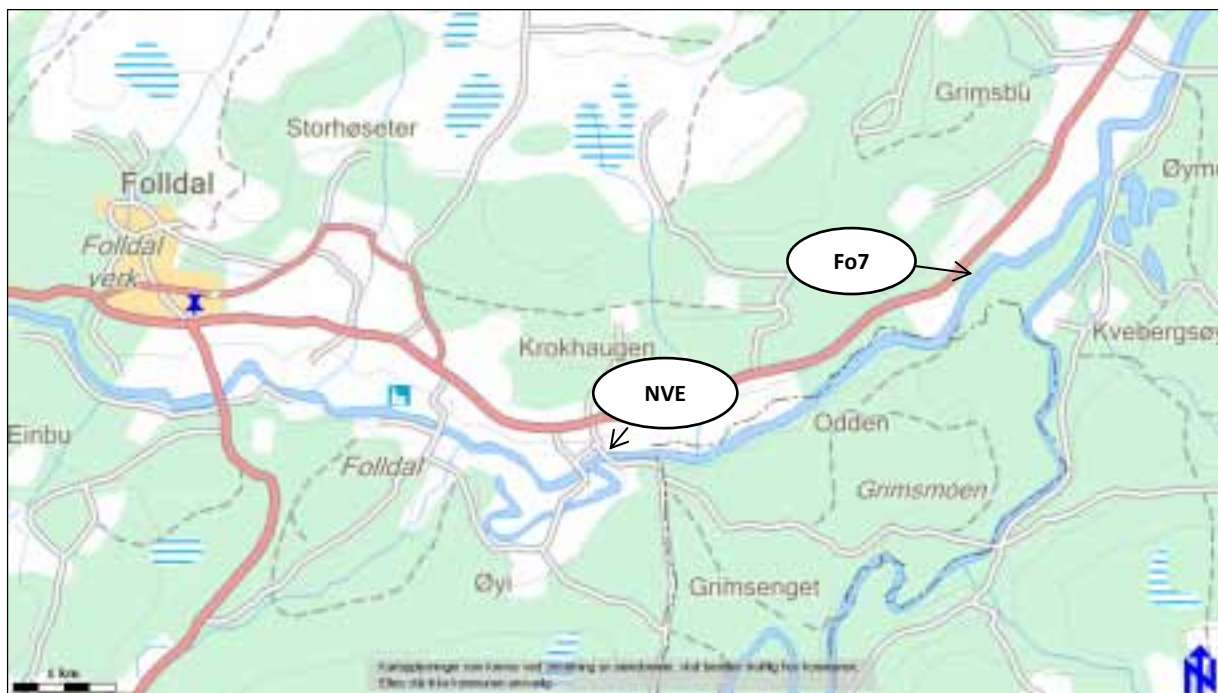
3.1 Prøvetakingsstasjoner

Tabell 4 **Error! Reference source not found.** gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene som har vært benyttet i perioden 2011-2012.

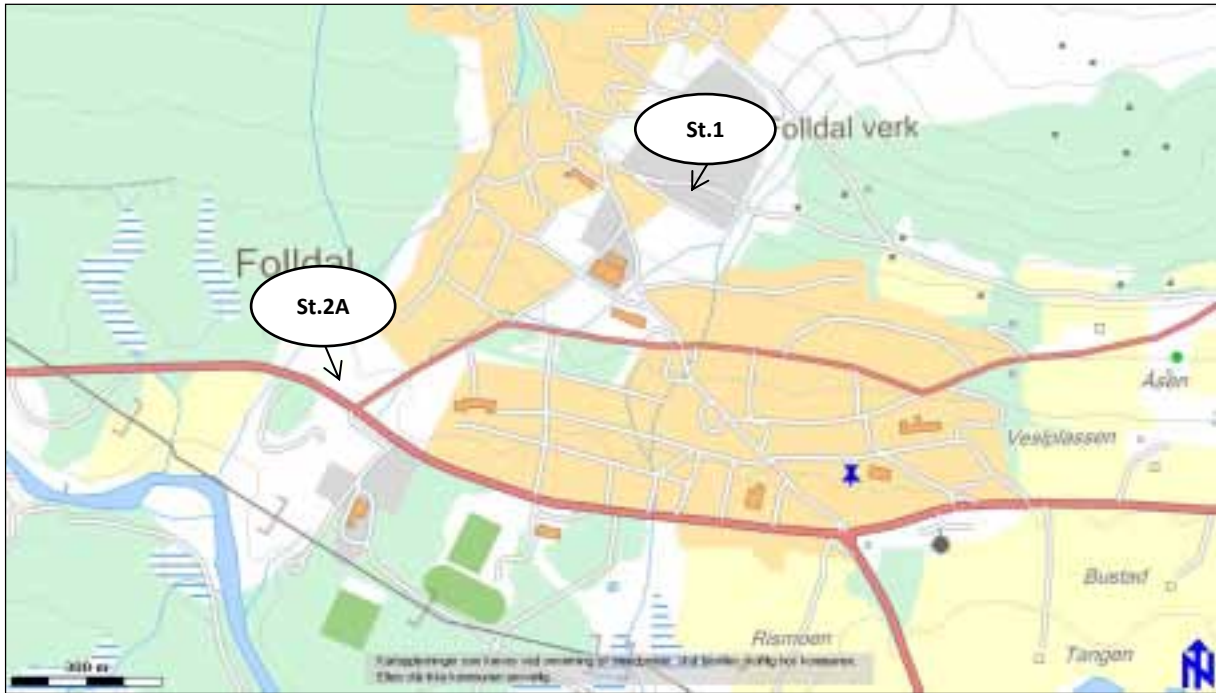
Stasjonene er også markert på figur 5 og figur 6 som viser kart over vassdragsstrekningen Folldal sentrum – Grimsbu og Folldal sentrum. Vannføringsmålingene i Folla blir utført av NVE. Lokaliseringen til målestasjonen er også markert på figur 5.

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'



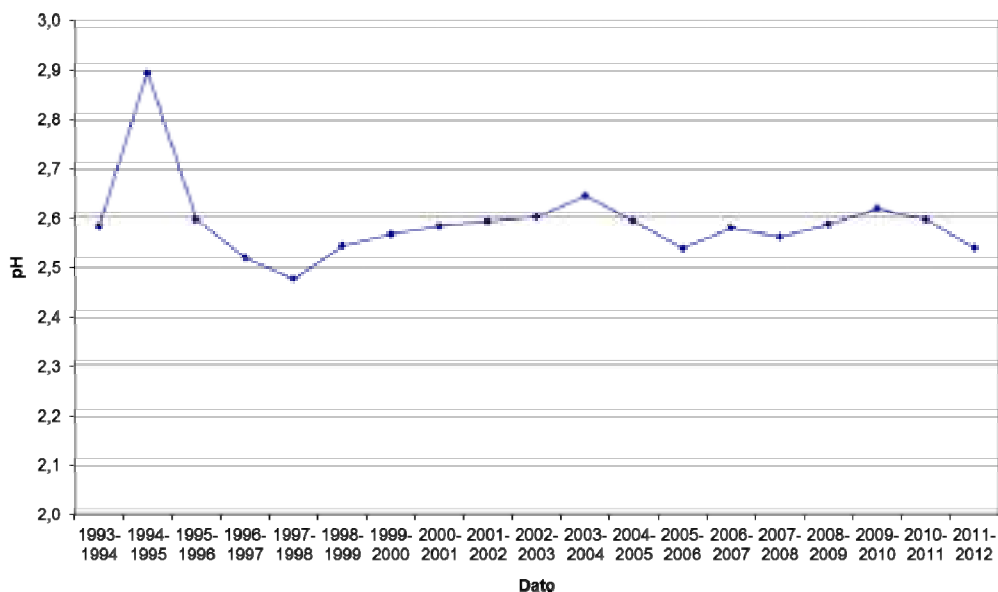
Figur 5. Målestasjoner i Folla



Figur 6. Målestasjoner i Folldal sentrum.

3.2 Stasjon 1 – Stoll 2

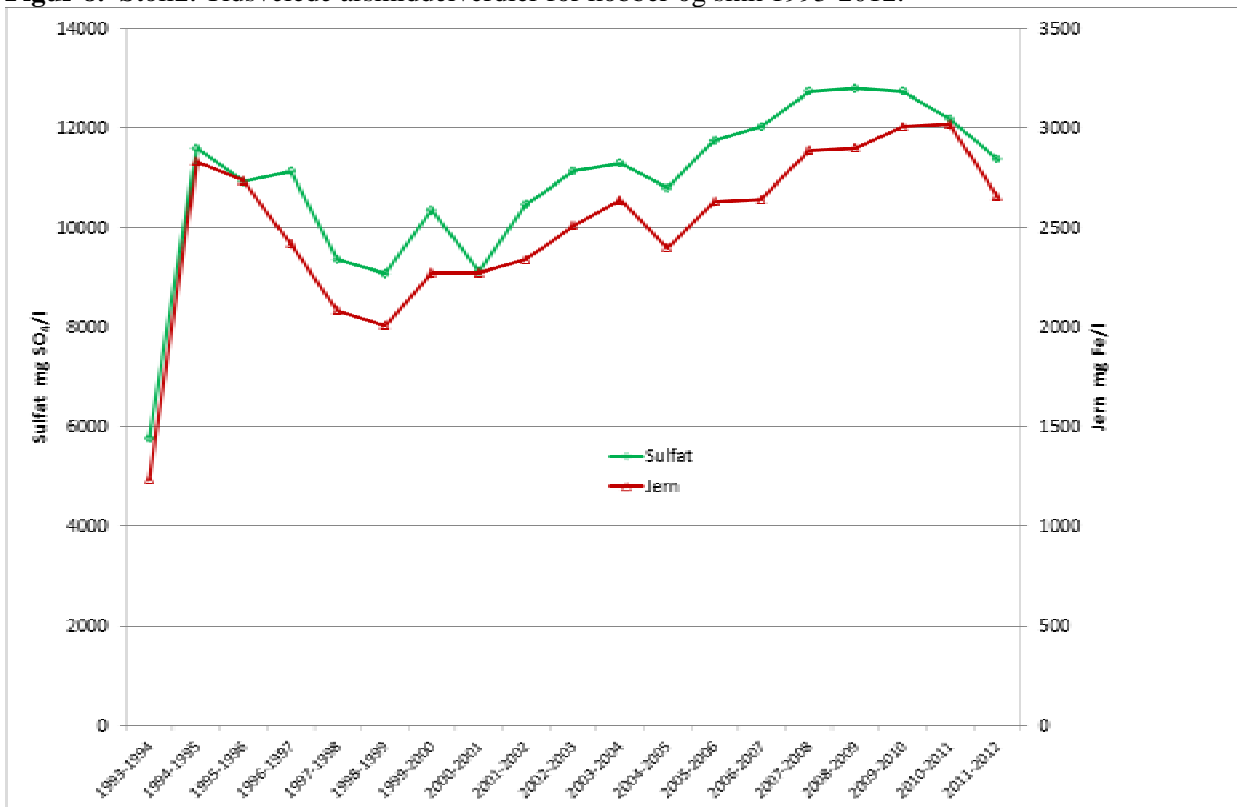
Analyseresultatene for prøver som er tatt i 2011-2012 er samlet i tabell 9 i vedlegg A bak. Her er også gitt en oppdatert oversikt over årlige tidsveiede middelerverdier for hydrologiske år fra 1993 (tabell 10). Som figur 7 viser, er gruvevannet sterkt surt med pH-verdier varierende i området 2,5-2,7. Figur 8 og figur 9 viser grafisk det tilsvarende forløp for de tidsveiede årsmiddelerverdiene for kobber, sink, jern og sulfat. I de årene det løpende programmet har pågått (1993-2012), har det vært forholdsvis beskjedne endringer i vannkvaliteten hva pH-verdien angår. Utviklingen etter 1997 tyder på økte metall- og sulfatverdier og spesielt mht. kobber. 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 7. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelerverdier for pH 1993-2012.



Figur 8. Stoll2. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink 1993-2012.



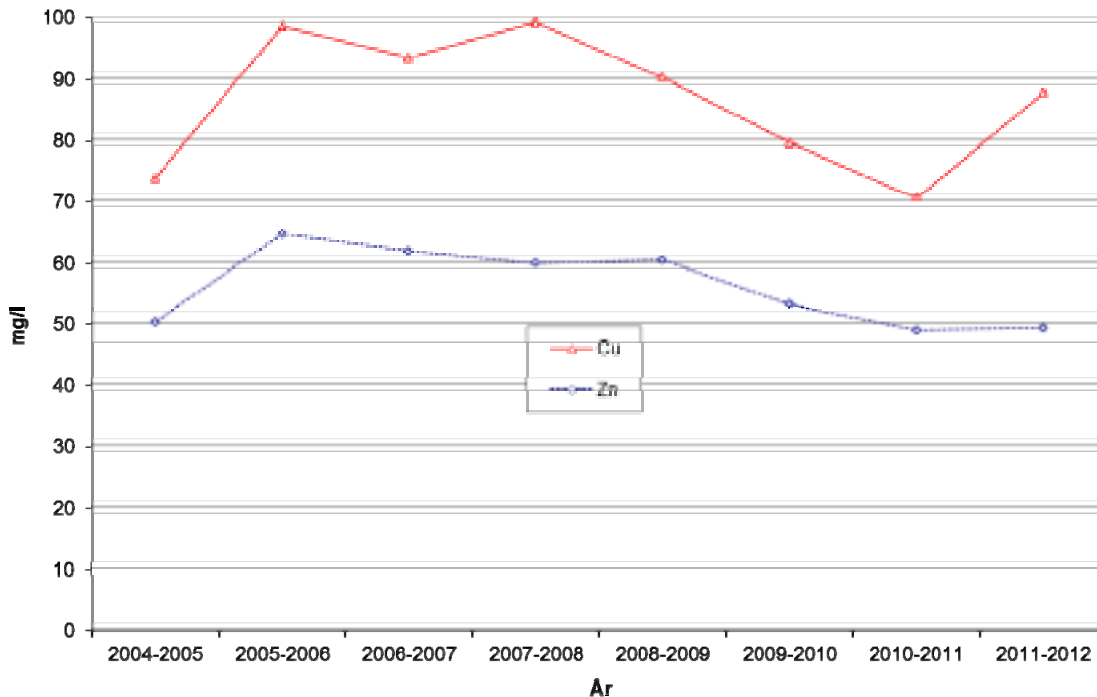
Figur 9. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for jern og sulfat 1993-2012.

Den 31.5.2012 ble stasjonen oppgradert med kontinuerlige målinger av pH, konduktivitet, redokspotensial i tillegg til vannføringsmålinger. Vi kommer tilbake til erfaringene fra disse målingene i neste årsrapport.

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. 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 2011-2012 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 åtte 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 og derav følgende utvasking av forvitningsprodukter fra gruveområdet.



Figur 10. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved stasjon 2A - 2004-2012.

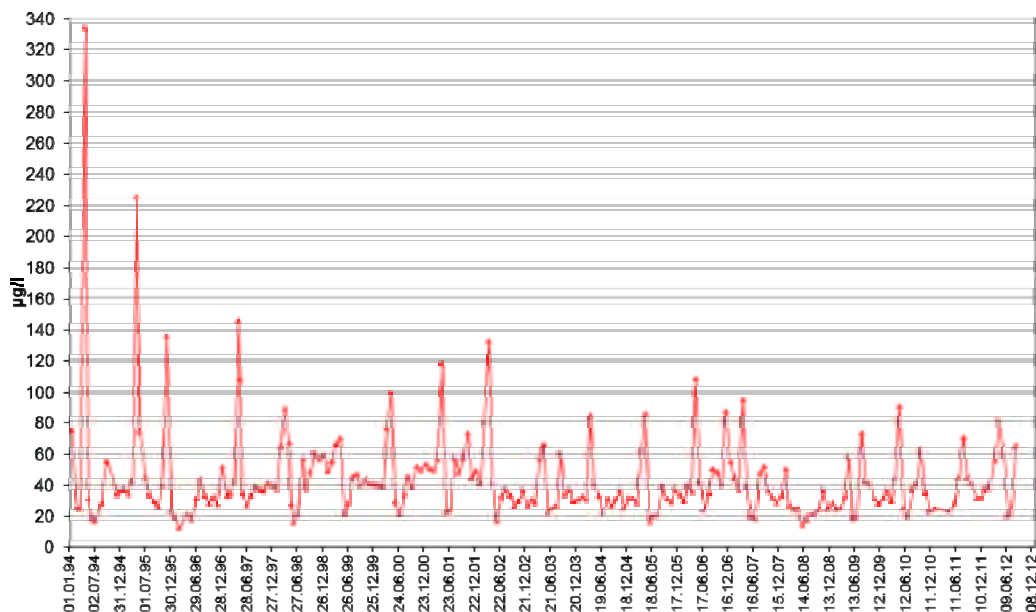
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen

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 2011-2012 er samlet i tabell 13 i vedlegg A, mens tabell 14 gir en oversikt over beregnede tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametere for hydrologiske år i perioden 1994-2012.

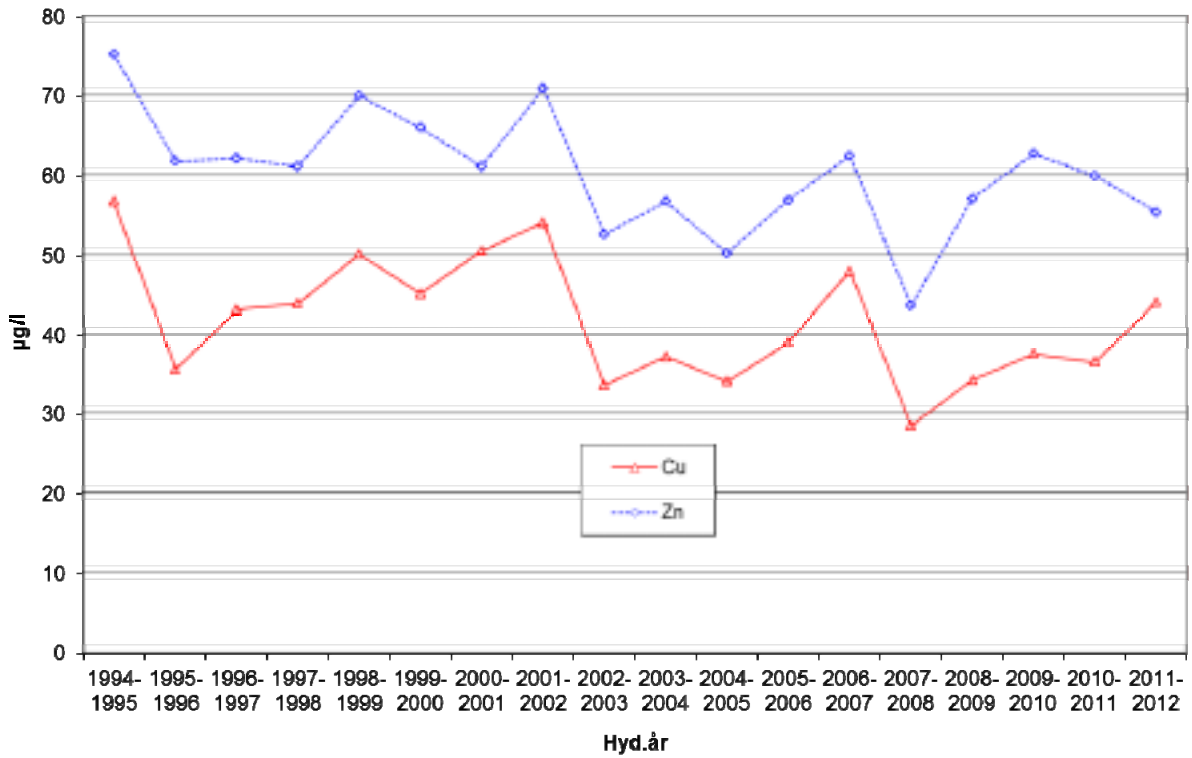
Vannkvalitet og spesielt tungmetallnivå endrer seg svært mye i løpet av året. Ofte vil det være stor avrenning fra gruveområdet om våren under snøsmeltingen. Denne lokale flommen inntreffer ofte før vannføringen i vassdraget tar seg opp. Av denne årsak kan en vanligvis påvise forholdsvis høye metallkonsentrasjoner 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 stasjon 2A, samlet avrenning og for Folla ved Grimsmoen viser slike situasjoner. I 2012 ble det observert svært høye flomvannføringer i gruveområdet i august måned. Da prøvetakingsfrekvensen kun er månedlig, vil det derfor være usikkerheter knyttet til tolking de beregnede årsmiddelkonsentrasjonene.

Figur 11 viser observasjonsmaterialet for kobber for årene etter at tiltakene ble avsluttet (1994-2012). Figur 12 viser beregnede tidsveiede årsmiddelerverdier for kobber og sink for hydrologiske år fra 1994. Maksimumsverdiene for kobber inntreffer vanligvis like før vårflommen. I året 2011-2012 ble de høyeste kobberkonsentrasjonene målt den 16.4.2012. Det var stor utvasking fra gruveområdet i Follidal sentrum i august 2012 som i det foregående år.

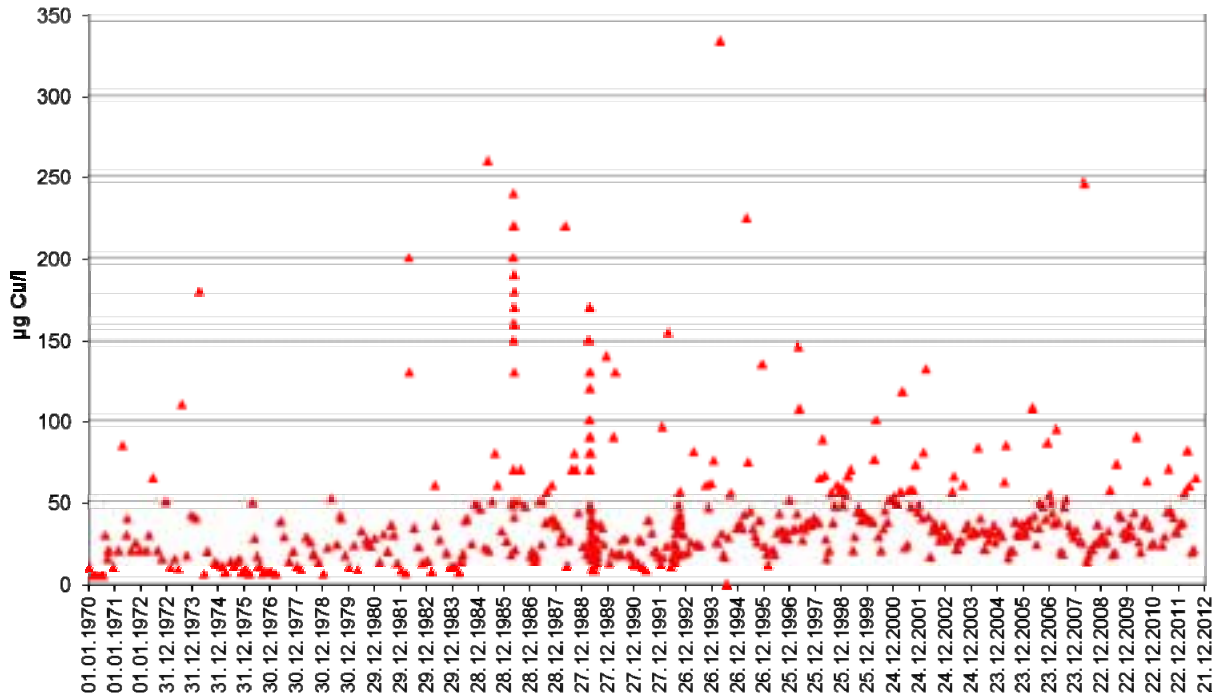
Beregnede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink tyder tilsynelatende på at metallkonsentrasjonene er langsomt synkende. I denne sammenheng må en se bort fra konsentrasjonene i 1993-94 da det pågikk oppryddingstiltak i gruveområdet. Dersom en ser på hele observasjonsmaterialet for perioden 1970-2012 for kobber (figur 13) 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 11. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2012.



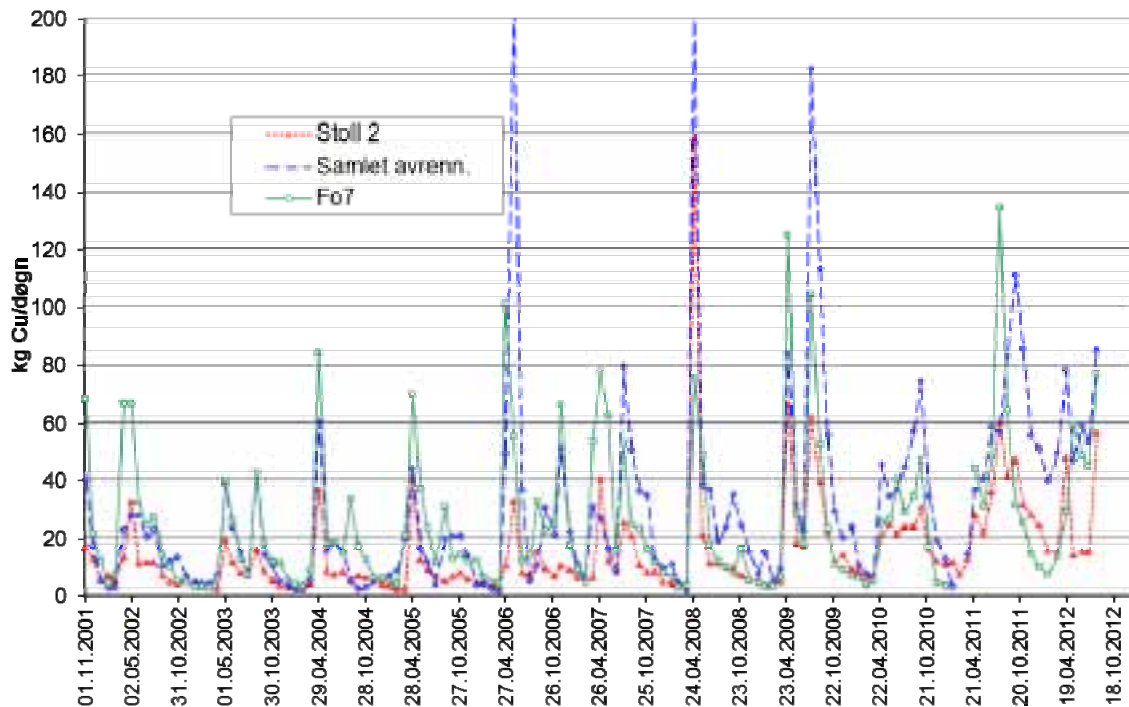
Figur 12. Tidsveiede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2012.



Figur 13. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1970-2012.

4. Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdi og vannføringsobservasjon kan en beregne øyeblikkstransporten. I figur 14 og figur 15 er framstilt oppdaterte transportobservasjoner for kobber og sink fra 1.11.2001 til 1.9.2012 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 og i siste årsperiode.

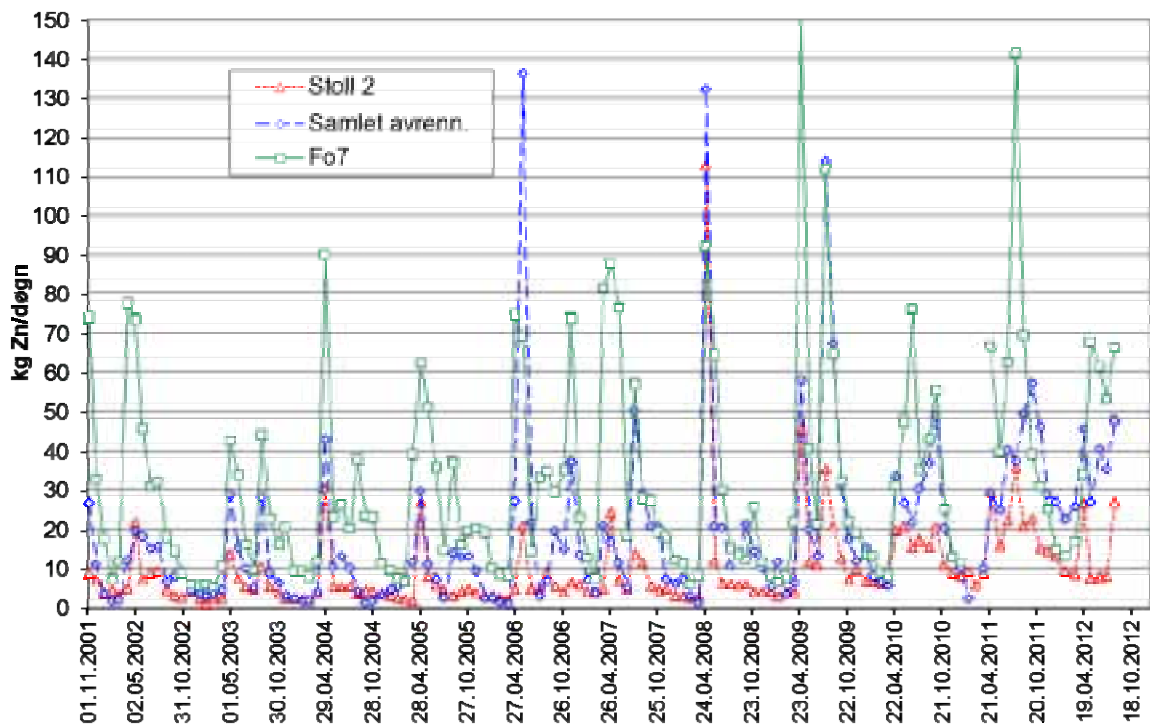


Figur 14. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2001-2012.

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 vårfloppen 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. 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 røftene 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 en viktig årsak til at forholdet mellom kobber og sink i Folla er forskjellig fra samlet avrenning.

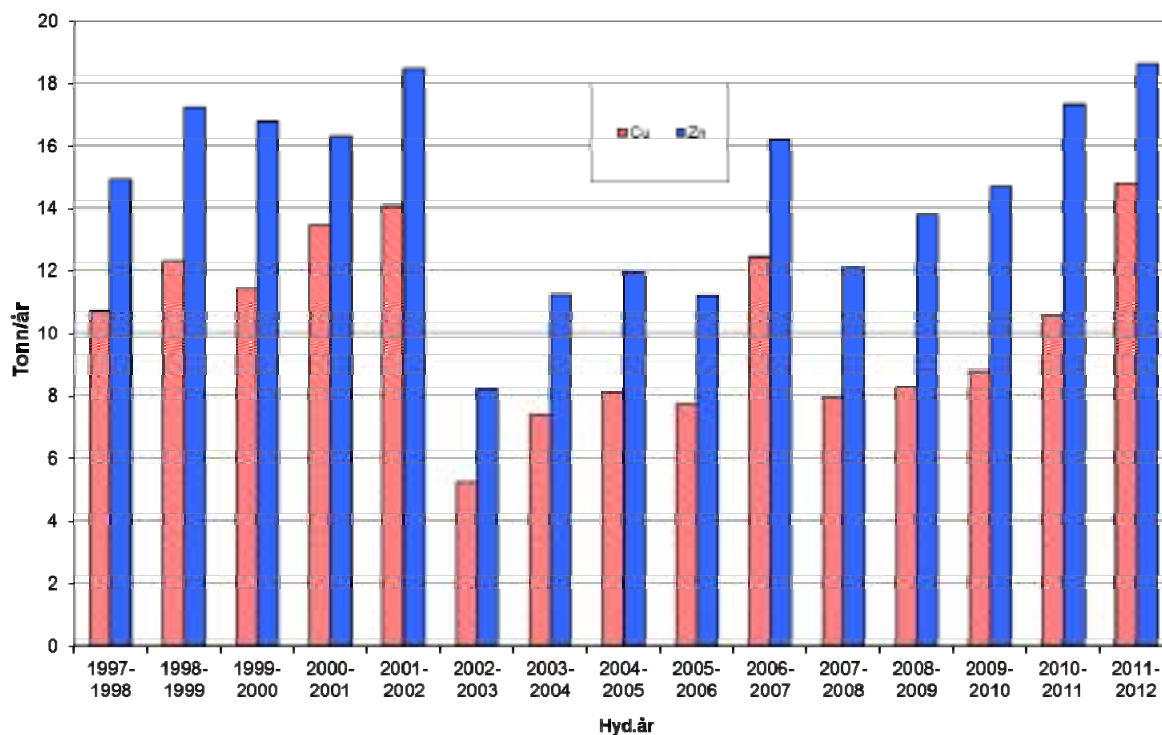
- Ved plutselige endringer i vannføringen i Folla (Folla er en typisk flomelv) kan dette forårsake resuspensjon av sedimentert tungmetallslam på elvebunnen med høye analyseverdier som konsekvens.
- Med en hyppigere prøvetakingsfrekvens ville en trolig kunne ekskludere en del tilfeldige forskjeller som også godt kan ha sammenheng med naturgitte årsaker som f.eks. stor lokal snøsmelting eller mye nedbør i form av regn.
- Vannføringen i drenerørsystemet 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 er opplegget ved målestasjonen for samlet avrenning oppgradert slik at en heretter vil oppnå mer pålitelige data for denne stasjonen.



Figur 15. Døgntransportverdier for sink i perioden 2001-2012.

I tabell 5 er samlet beregnet årstransport i Folla nedenfor gruveområdet ved stasjon Fo7 - Folshaugmoen for de viktigste komponenter. Figur 16 gir en grafisk fremstilling av årstransporten for kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen for perioden 1997-2012.

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 forvittringsprodukter er størst.



Figur 16. Årstransport av kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2012.

Tabell 5. Årstransport i Folla ved st. Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2012.

	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
2011-2012	14,8	18,6	177	50,8	3698	336153888

Tabell 6. Årstransport for gruvevann, st.1 Stoll 2. Hydrologiske år 1993-2012.

År	Cu	Zn	Fe	Cd	SO ₄	Vannmengde
	Tonn	Tonn	Tonn	kg	Tonn	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
2011-2012	12,5	6,6	156,1	21,7	669	58801

Tabell 7. Årstransport for samlet avrenning på dreneringsystem (st.2 1993-2004 og st.2A 2004-2012).

År	Cu	Zn	Fe	Cd	SO ₄	Vannmengde
	Tonn	Tonn	Tonn	kg	Tonn	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
2011-2012	17,6	9,8	181	33,1	965	200000

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	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
2011-2012	12,5	17,6	14,8	6,6	9,8	18,6	156,1	181	177	669	965	3698

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 drencvann 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 oktober/november 2011 ble stasjonen for samlet avrenning forsterket med ny måleprofil, samt at måleutstyret ble plassert i en oppvarmet målebu med 220V. Dette vil gi bedre muligheter for mer tilfredsstillende måledata etterhvert. Stasjonen ble også utstyrt med mer avansert utstyr for vannmengdemåling og automatisk vannmengdeproporsjonal blandprøvetaking.

Forurensningstransporten fra gruveområdet i Folldal sentrum varierer mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. Området er nedbørfattig, men episoder med relativt intens nedbør kan forekomme, noe som fører til store variasjoner i forurensningstransporten fra dag til dag. Året 2011-2012 var i likhet med det foregående år typisk for en slik situasjon. Det falt uvanlig mye nedbør i sommermånedene juli og august 2012. I året som helhet var avrenningen den høyeste etter at målingene ble startet i 1997. Dette førte til stor utvasking av forvittringsprodukter fra gruveområdet siste år. 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 forurensningssituasjonen i området å være stabil. Tiltak gjennomført på begynnelsen av 1990-tallet har ikke gitt merkbare endringer i forurensningssituasjonen.

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 er utrustet for slike behov. Samtidig er også stasjonen ved stoll 2 oppgradert med bl.a. kontinuerlige målinger av konduktivitet, noe som vil gi viktig informasjon om betydningen av tilførslene fra gruva

En annen sentral oppgave i forbindelse med de nye tiltaksutredningene vil også være å vurdere virkningsgrader. Erfaringer fra de undersøkelsene som er gjort hittil kan tyde på at en har tilførsler fra gruveområdet som ikke fanges opp av drencvannsystemet. 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.
- Iversen, E.R., 2011. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune. Undersøkelser i perioden 2010-2011. NIVA-rapport, L.nr. 6233-2011, O-10407. 30 s.
- Norges Vassdrags- og Energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge

Vedlegg A.
Analyseresultater for prøver tatt i 2011-2012

Tabell 9. Analyseresultater – Stasjon 1 Utløp Stoll 2.

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
01.09.2011	2,42	907	10689	265	529	388	2740	192	97,2	0,320	0,12	12,7	1,10	3,21	48,2	2,49
03.10.2011	2,48	908	13743	302	663	487	3370	258	124	0,419	0,14	15,2	1,30	3,81	55,0	2,12
02.11.2011	2,50	974	12904	305	632	482	3050	255	125	0,428	0,15	15,4	1,30	3,86	53,7	1,42
02.12.2011	2,51	983	13114	308	645	481	3300	247	129	0,430	0,14	15,5	1,34	3,87	53,1	1,31
02.01.2012	2,57	927	13563	312	659	484	2930	246	135	0,466	0,18	16,6	1,41	3,90	54,0	1,13
06.02.2012	2,66	1022	12545	306	671	490	2850	233	138	0,437	0,14	16,5	1,38	3,69	54,3	0,77
15.03.2012	2,55	609	7036	178	322	255	1500	112	63,1	0,200	0,069	8,28	0,76	2,11	30,2	1,55
16.04.2012	2,53	879	10479	275	517	361	2520	186	103	0,334	0,12	12,3	0,95	3,04	51,4	3,00
15.05.2012	2,56	907	10509	297	552	386	2560	213	114	0,367	0,27	13,4	1,00	3,17	53,1	0,77
19.06.2012	2,54	892	10749	290	537	388	2530	212	108	0,363	0,22	12,9	1,10	3,31	51,9	0,84
13.07.2012	2,56	868	10479	275	509	368	2200	184	99,5	0,340	0,16	11,5	1,00	2,91	49,5	0,93
15.08.2012	2,51	853	10539	275	503	389	2440	214	102	0,316	0,14	11,9	1,00	3,23	51,6	3,05
Gj.snitt	2,53	894	11362	282	562	413	2666	213	111	0,368	0,154	13,5	1,14	3,34	50,5	1,62
Maks.verdi	2,66	1022	13743	312	671	490	3370	258	138	0,466	0,270	16,6	1,41	3,90	55,0	3,05
Min.verdi	2,42	609	7036	178	322	255	1500	112	63	0,200	0,069	8,3	0,76	2,11	30,2	0,77

Tabell 10. Tidsveiede middelverdier hydrologiske år. Stasjon 1 Utløp 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	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
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
2011-2012	12	2,54	892,3	11370	282,4	562,4	414,1	2655	213,0	112,1	0,370	1,14	3,34	13,56	50,4	1,57

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	l/s
01.09.2011	2,51	496	4731	202	233	195	947	82,8	48,9	0,170	0,057	7,38	0,66	1,63	34,7	11,62
03.10.2011	2,54	503	6078	223	285	238	1240	109	56,1	0,200	0,078	8,59	0,77	1,96	37,3	11,81
02.11.2011	2,52	544	5868	240	292	250	1110	108	58,2	0,200	0,073	9,25	0,83	2,02	38,3	9,19
02.12.2011	2,49	567	6377	233	320	258	1110	117	60,7	0,200	0,075	9,11	0,83	2,11	36,1	2,28
02.01.2012	2,51	561	6467	225	315	246	1200	118	62,4	0,230	0,110	9,40	0,84	2,13	35,5	1,0
06.02.2012	2,56	616	6946	231	366	285	1370	127	72,7	0,220	0,084	9,84	0,89	2,22	36,6	0,7
15.03.2012	2,57	297	2189	104	105	89,7	345	37,7	19,7	0,061	0,030	3,53	0,32	0,74	15,0	
16.04.2012	2,61	490	4701	187	231	181	943	82,1	48,2	0,160	0,054	6,78	0,56	1,49	29,4	6,3
15.05.2012	2,45	440	3653	154	187	145	761	70,4	40,2	0,130	0,093	5,37	0,45	1,18	27,4	7,78
19.06.2012	2,65	344	2829	158	140	121	431	50,3	34,4	0,120	0,050	5,04	0,43	0,99	27,6	4,37
13.07.2012	2,53	432	3353	181	177	152	561	59,1	39,5	0,142	0,064	5,96	0,53	1,19	31,4	2,73
15.08.2012	2,54	458	4401	188	216	182	822	84,5	47,5	0,152	0,070	6,56	0,59	1,51	35,9	11,64
Aritm.middel	2,54	479	4799	194	239	195	903	87,2	49,0	0,17	0,070	7,23	0,64	1,60	32,1	6,31
Maks.verdi	2,65	616	6946	240	366	285	1370	127	72,7	0,23	0,110	9,84	0,89	2,22	38,3	11,8
Min.verdi	2,45	297	2189	104	105	89,7	345	37,7	19,7	0,06	0,030	3,53	0,32	0,74	15,0	0,70

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

Hyd. År	Obs.	pH	Kond	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Cd	Mn	Ni	Co	Si	Vannf
	Antall		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	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
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
2011-2012	12	2,54	479,2	4823	193	240	196	907	87,8	49,2	0,165	7,24	0,64	1,60	31,9	

Tabell 13. Analyseresultater. Stasjon Fo 7 – Folla ved Foldhaugmoen.

Dato	pH	Kond	SO₄	Fe	Cu	Zn	Cd	Vannf
		mS/m	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	m³/s
01.09.2011	7,53	8,48	9,83	466	44,6	48,1	0,160	16,7
03.10.2011	6,74	9,90	10,8	464	40,4	50,9	0,140	8,90
02.11.2011	7,45	8,29	11,5	373	31,6	39,3	0,110	9,10
02.12.2011	6,67	9,87	11,9	357	31,2	53,8	0,140	5,39
02.01.2012	7,24	10,90	12,2	471	36,3	55,2	0,140	3,18
06.02.2012	7,04	12,20	14,0	506	37,6	69,8	0,100	2,22
15.03.2012	7,39	11,75	12,3	621	55,6	67,9	0,180	2,87
16.04.2012	7,22	12,23	16,0	979	81,6	95,2	0,267	4,13
15.05.2012	6,61	8,56	11,20	672	59,6	68,1	0,205	11,52
19.06.2012	6,43	5,30	4,87	334	19,2	24,2	0,080	29,34
13.07.2012	6,77	5,66	5,34	358	20,6	24,2	0,077	25,37
15.08.2012	7,32	8,71	10,20	650	65,0	55,8	0,211	13,72
Aritm.middel	7,03	9,32	10,8	521	43,6	54,4	0,151	11,04
Maks.verdi	7,53	12,23	16,0	979	81,6	95	0,267	29,34
Min.verdi	6,43	5,30	4,87	334	19,2	24,2	0,077	2,22

Tabell 14. Tidsveiede middelverdier hydrologiske år. Stasjon Fo 7 – 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
2011-2012	7,02	9,47	11,0	527	44,0	55,4	0,151

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