

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 |
|---------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|

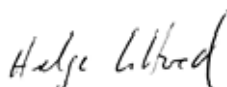
Sammendrag

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

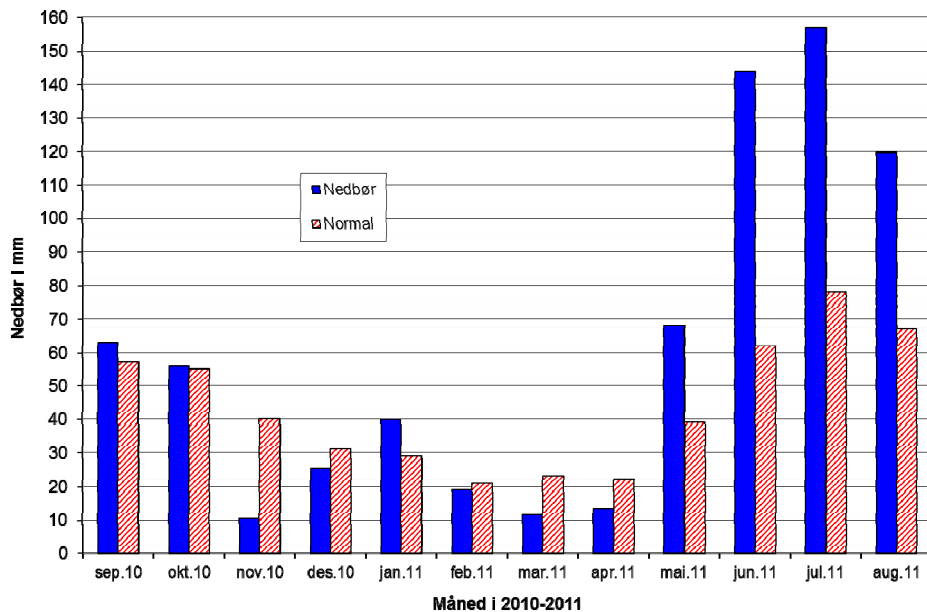
2.1 Nedbør og klima

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.

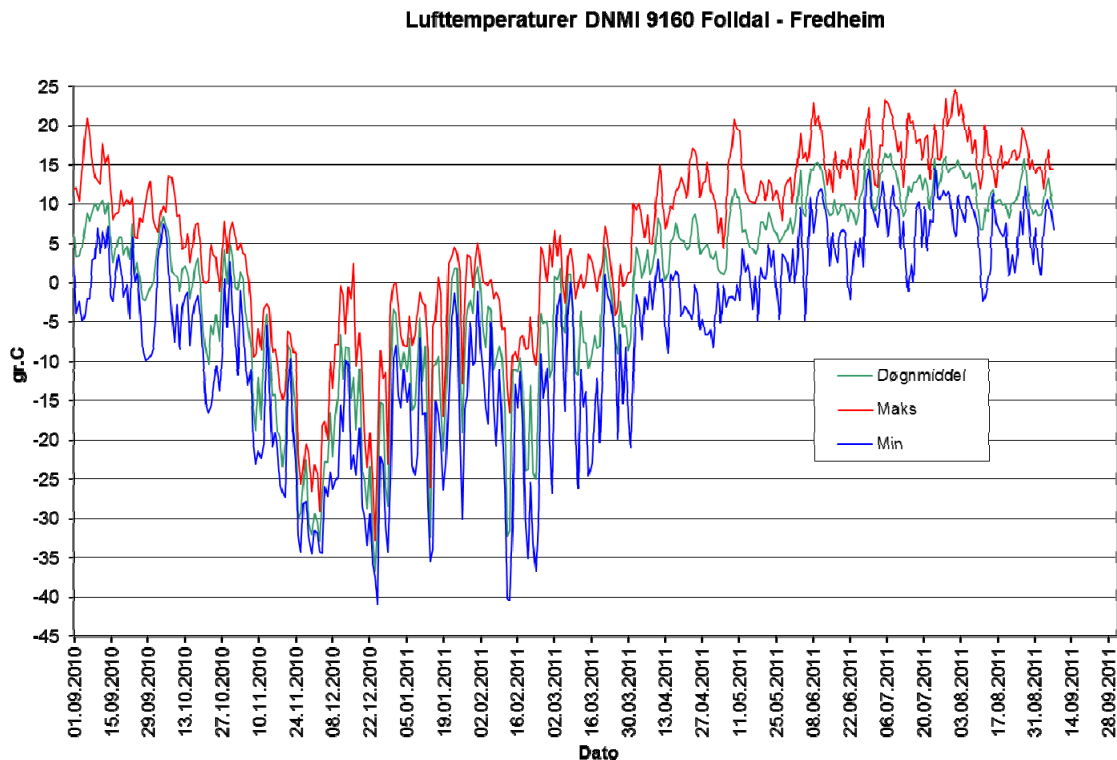
| Måned | Nedbør mm | Normal mm | Nedbør i % av normal |
|-------------|--------------|--------------|----------------------------|
| sep.10 | 63,2 | 57 | 110,9 |
| okt.10 | 56,0 | 55 | 101,8 |
| nov.10 | 10,4 | 40 | 26,0 |
| des.10 | 25,4 | 31 | 81,9 |
| jan.11 | 39,9 | 29 | 137,6 |
| feb.11 | 19,1 | 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.

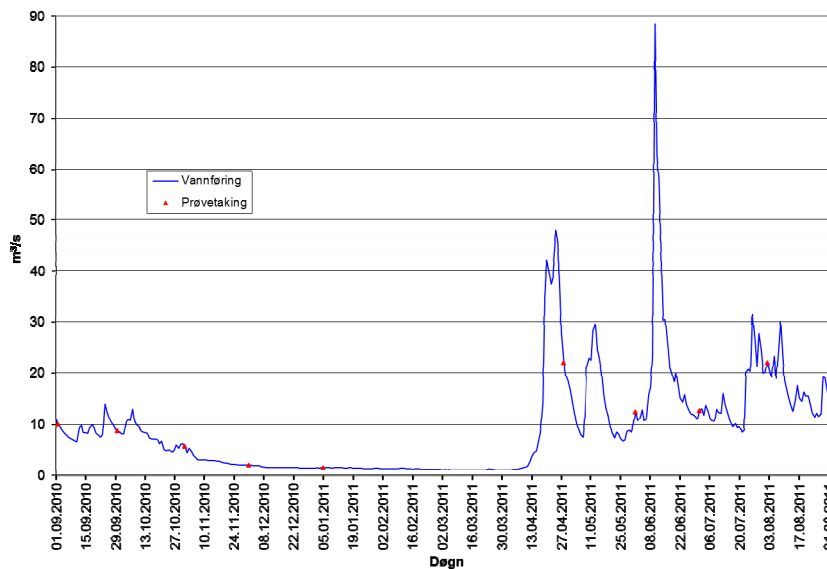


Figur 2. Lufttemperaturer ved DNMI 9160 Folldal – Fredheim i 2010-2011.

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.

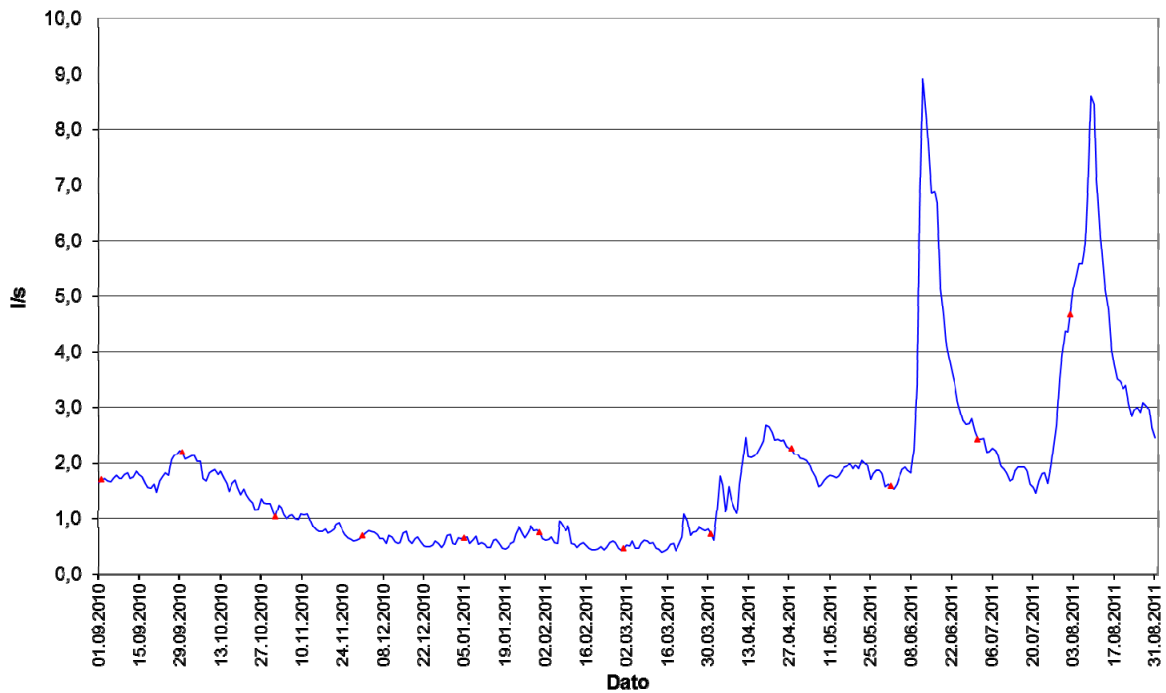
Målepunktet for samlet avrenning ble flyttet fra og med 1.9.2004. De to dreneringene som samlet avrenningen fra gruveområdet ble samlet i det største røret og en vannføringslogger ble montert inne i røret nedenfor sammenkoblingspunktet. Fra sommeren 2006 ble målepunktet flyttet til utløpet av røret for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

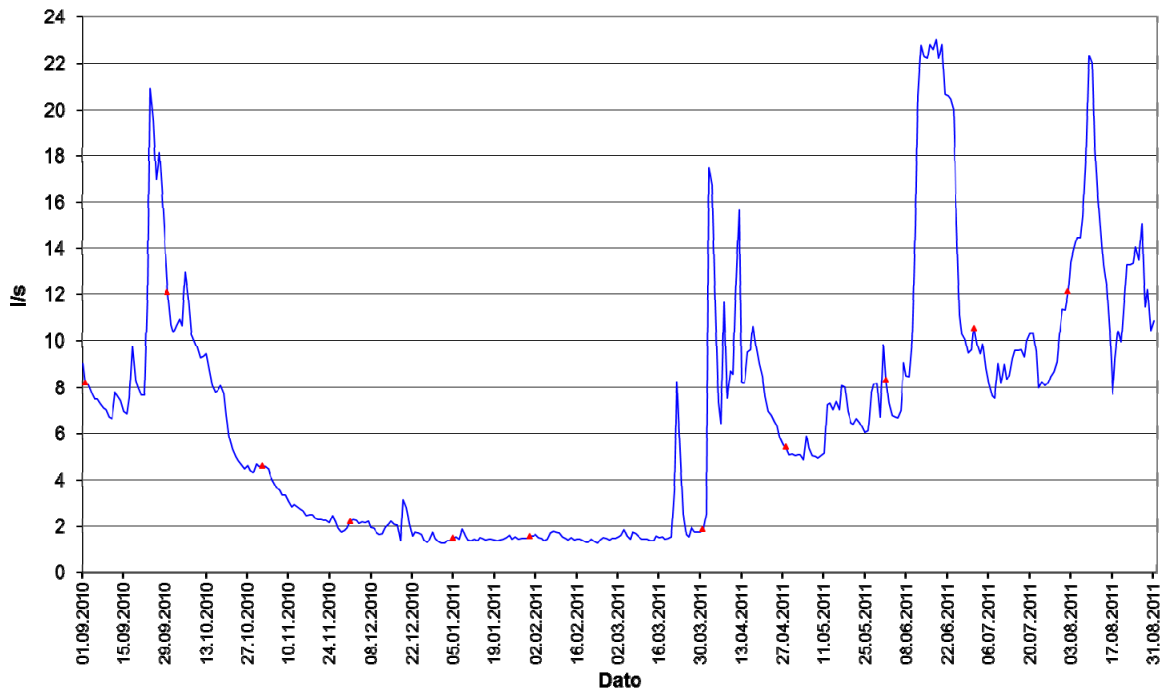
| Stasjon | År | Avrenning | Middel | Maks | Min | Median |
|--------------------------|-----------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | | m ³ /år | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h | m ³ /h |
| St.1 Stoll 2 | 2001-2002 | 27750 | 3,2 | 16,1 | 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

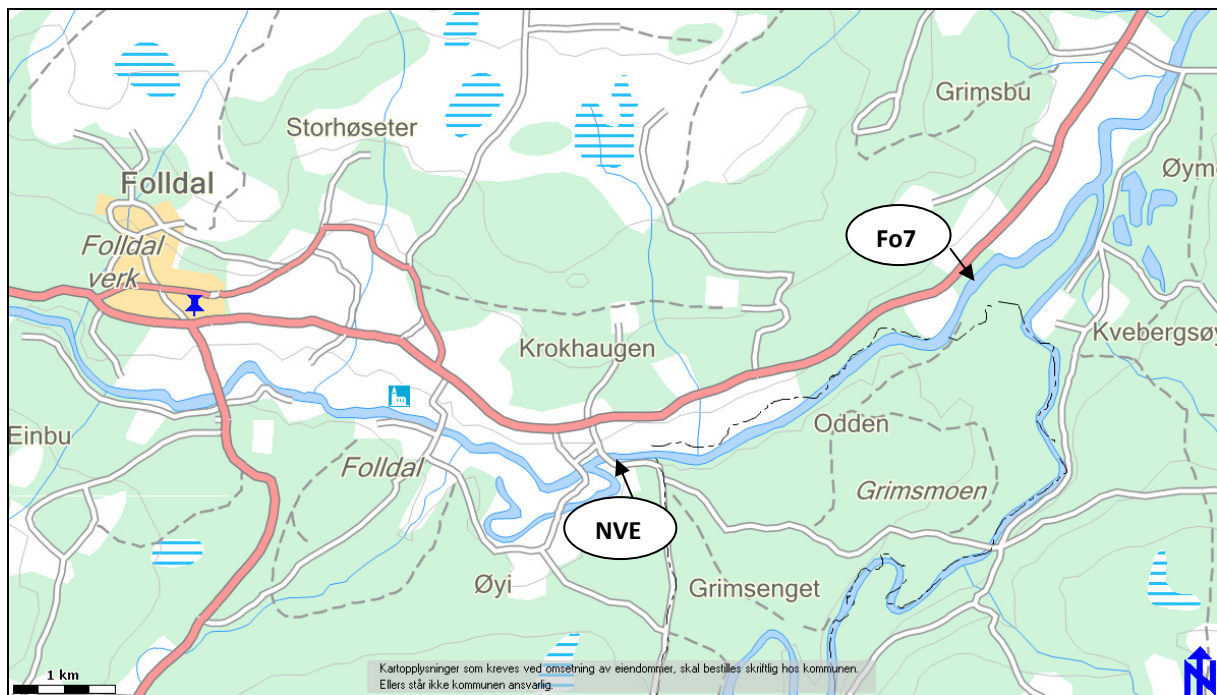
3.1 Prøvetakingsstasjoner

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

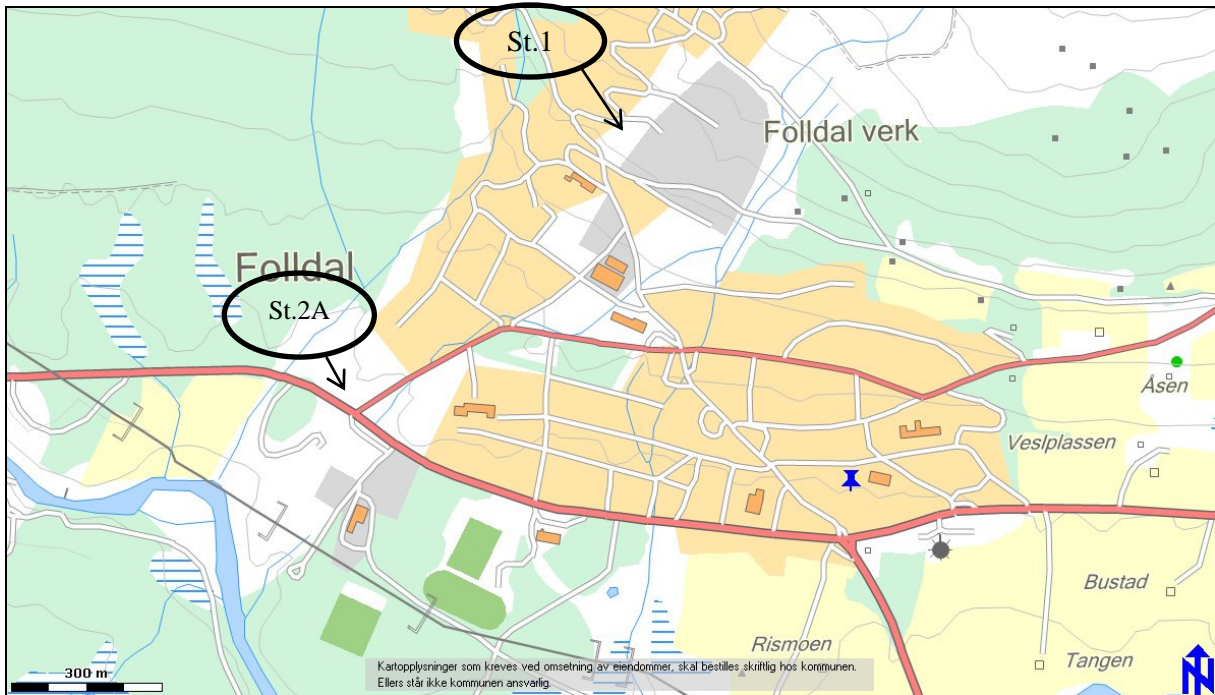
Stasjonene er også markert på figur 6 og figur 7 som viser kart over vassdragsstrekningen Folldal sentrum – Grimsbu og Folldal sentrum. Vannføringsmålingene i Folla blir utført av NVE. Lokaliseringen til målestasjonen er også markert på figur 6.

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' |



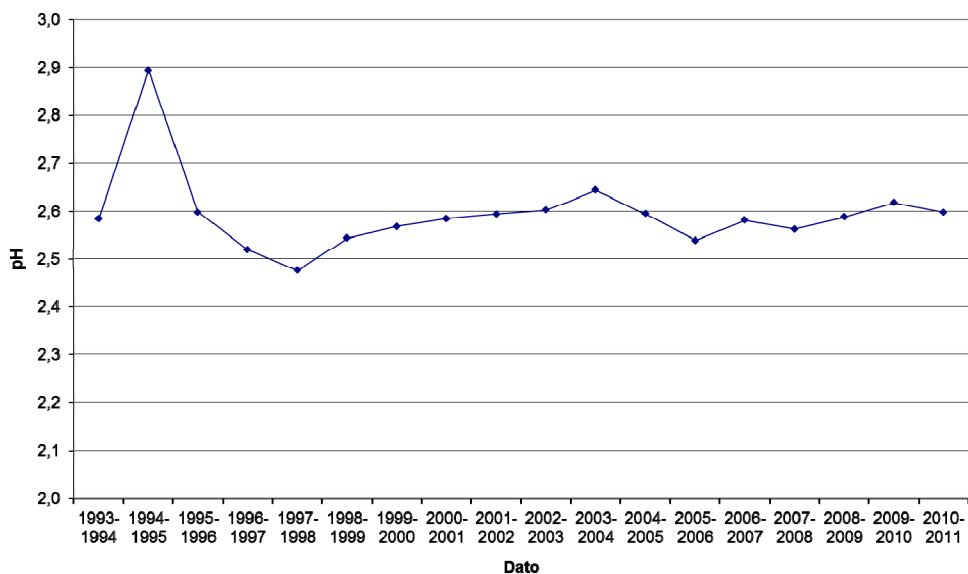
Figur 6. Målestasjoner i Folla



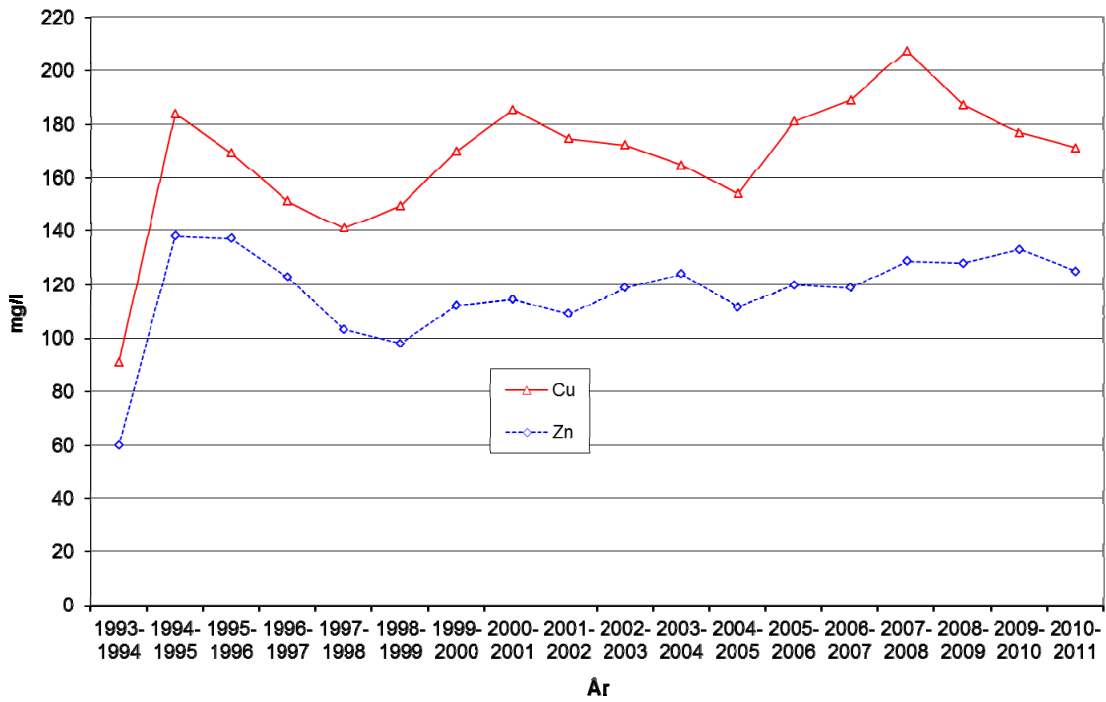
Figur 7. Målestasjoner i Folldal sentrum

3.2 Stasjon 1 – Stoll 2

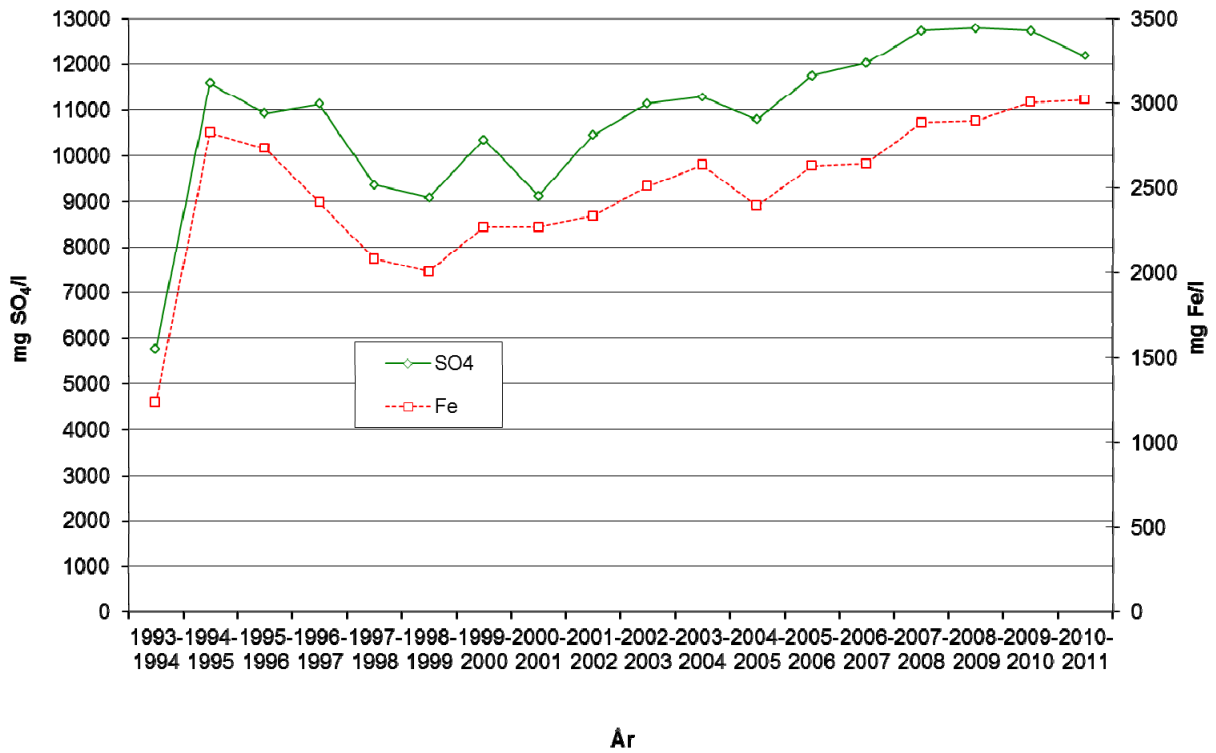
Analyseresultatene for prøver som er tatt i 2010-2011 er samlet i tabell 9 vedlegg A bak. Her er også gitt en oppdatert oversikt over årlige tidsveiede middelerverdier for hydrologiske år fra 1993 (tabell 10). Som figur 8 viser, er gruvevannet sterkt surt med pH-verdier varierende i området 2,5-2,7. Figur 9 og figur 10 viser grafisk det tilsvarende forløp for de tidsveiede årsmiddelerverdiene 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 årsmiddelerverdier for pH.



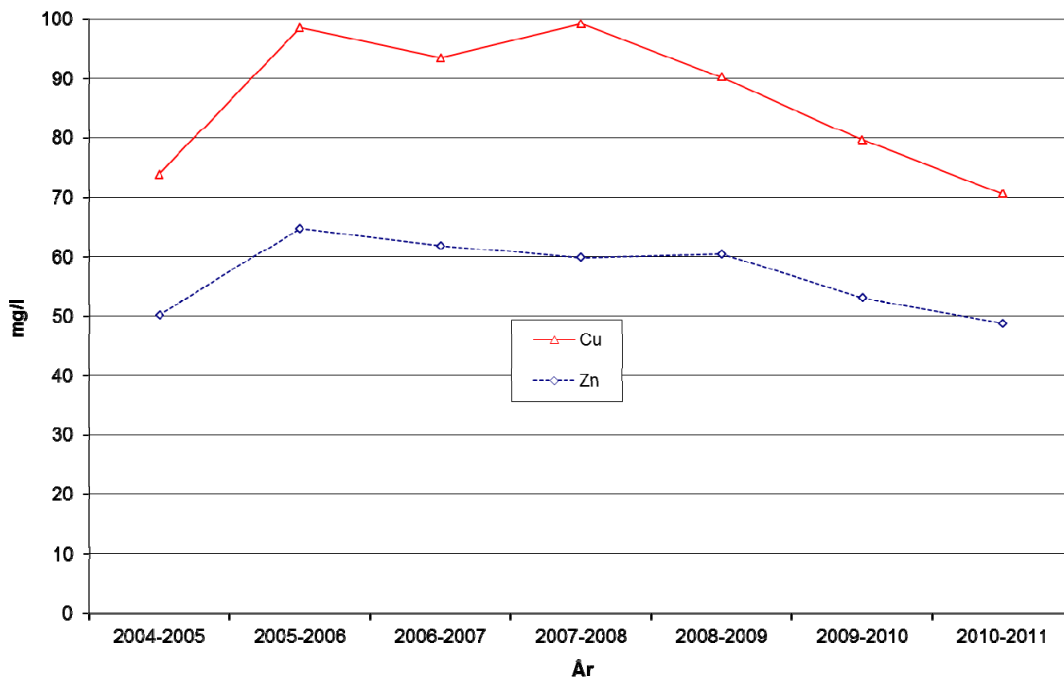
Figur 9. Stasjon 1 Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink.



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.

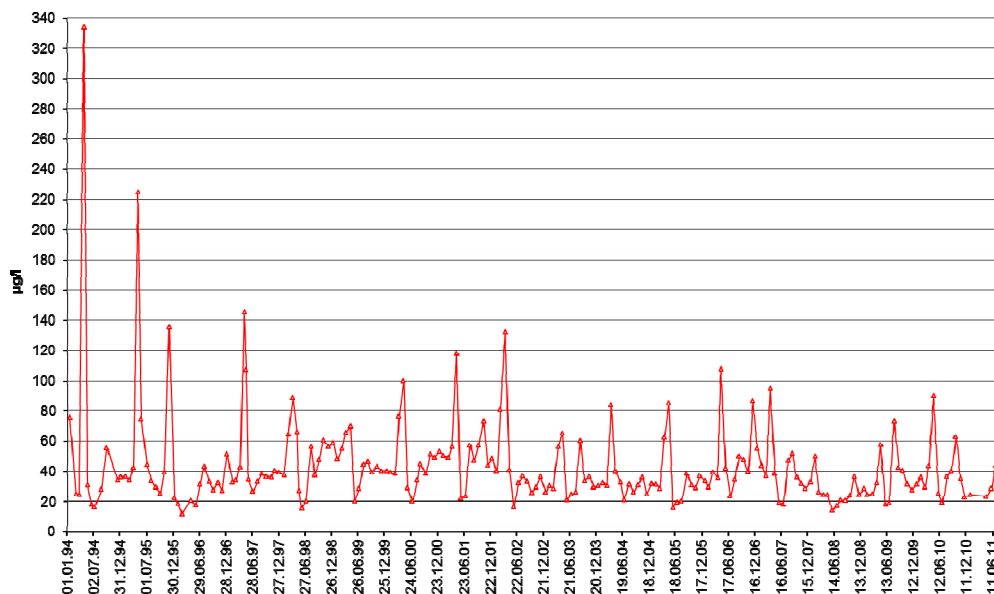
3.4 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen

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 middelveier for de viktigste analyseparametre for hydrologiske år i perioden 1994-2011.

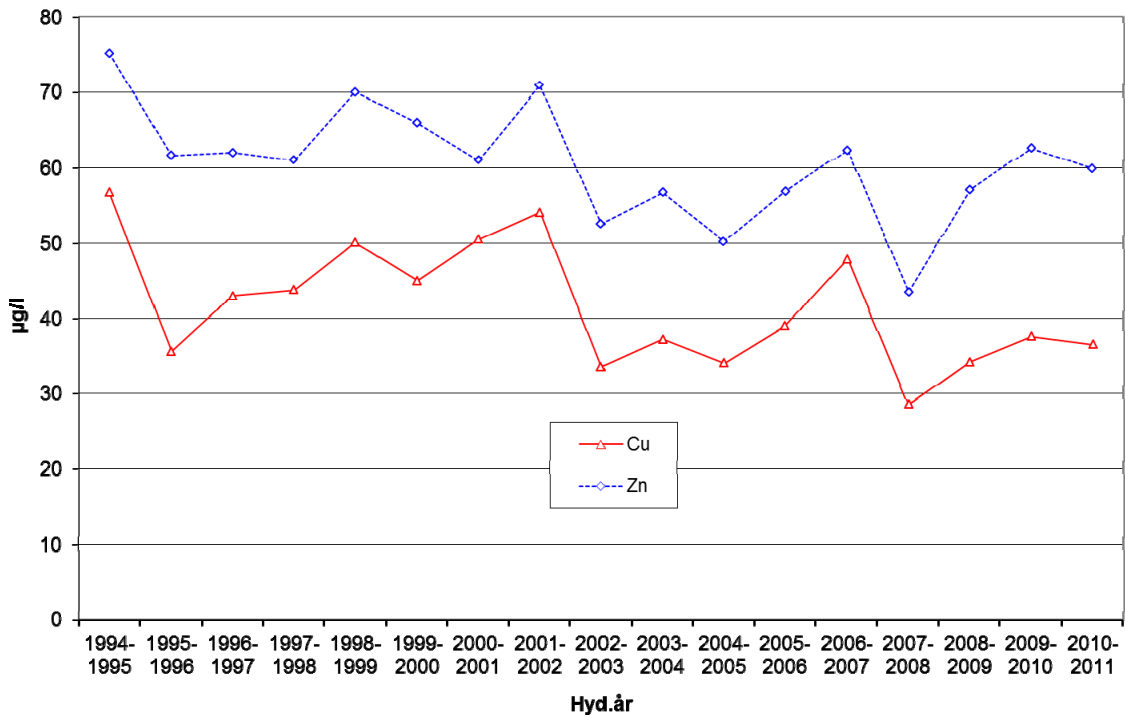
Vannkvalitet og spesielt tungmetallnivå endrer seg svært mye i løpet av året. Ofte vil det være stor avrenning fra gruveområdet om våren under snøsmeltingen. Denne lokale flommen inntreffer ofte før vannføringen i vassdraget tar seg opp. Av denne årsak kan en vanligvis påvise forholdsvis høye metallkonsentrasjoner 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 årsmiddelveier 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.

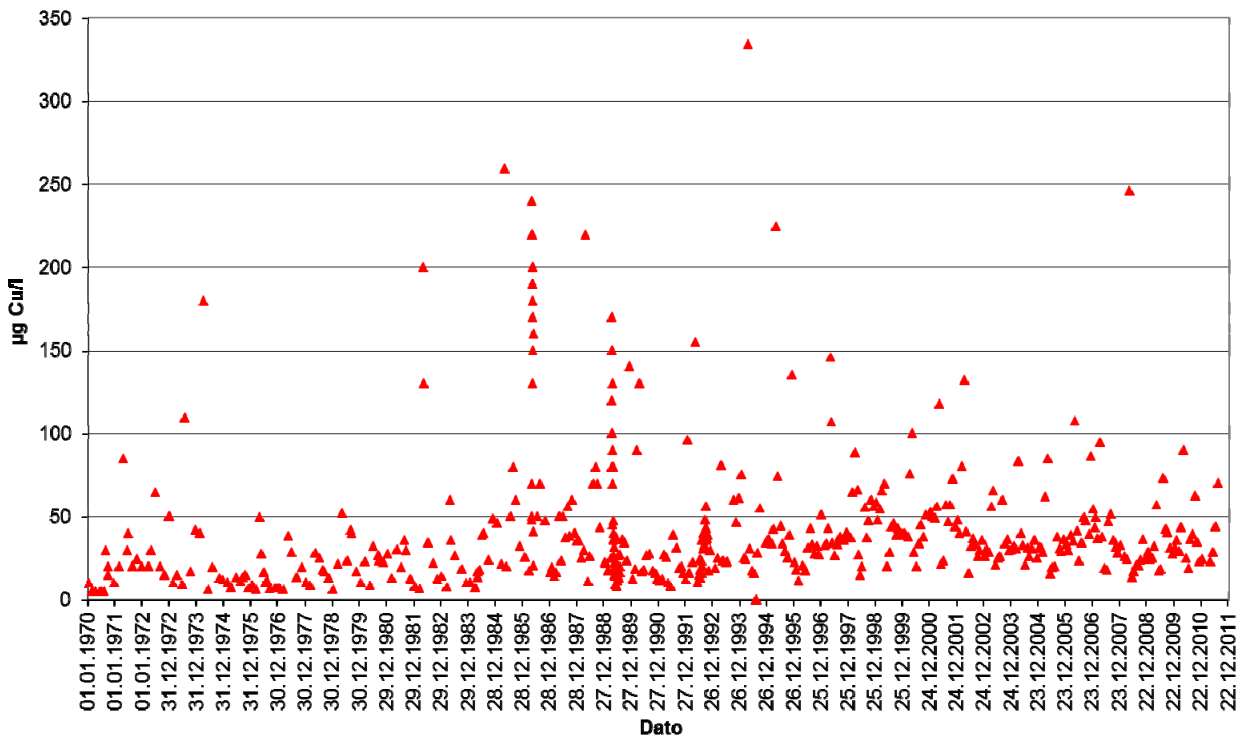
Beregnede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink tyder tilsynelatende på at metallkonsentrasjonene er langsomt synkende. I denne sammenheng må en se bort fra konsentrasjonene i 1993-94 da det pågikk oppryddingstiltak i gruveområdet. Dersom en ser på hele observasjonsmaterialet for perioden 1970-2011 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.



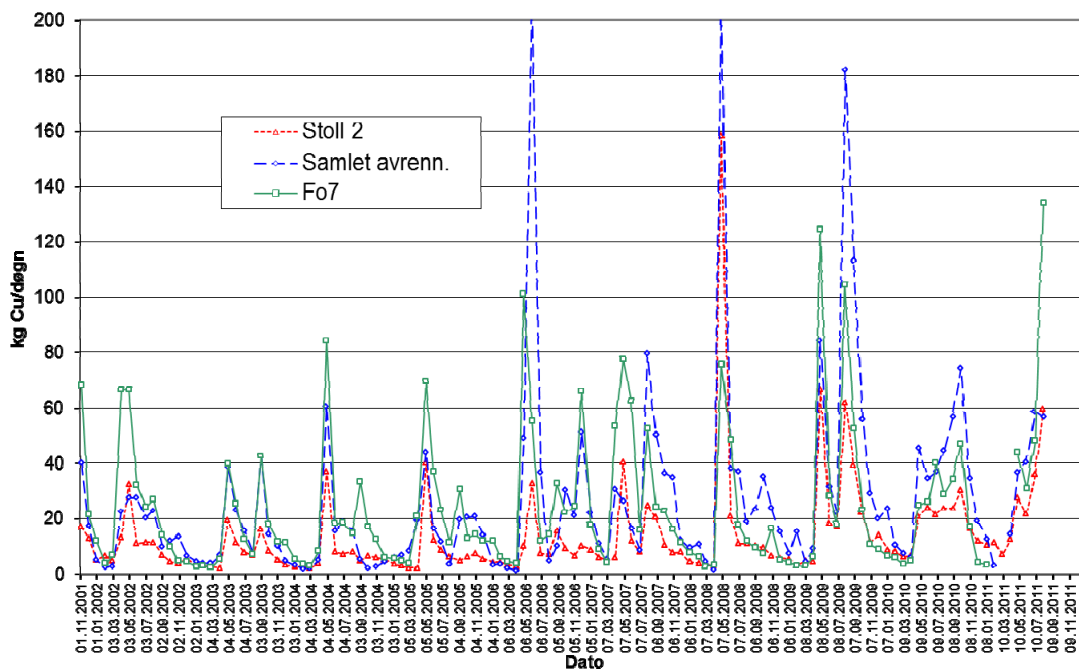
Figur 14. Tidsveiede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2011.



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.

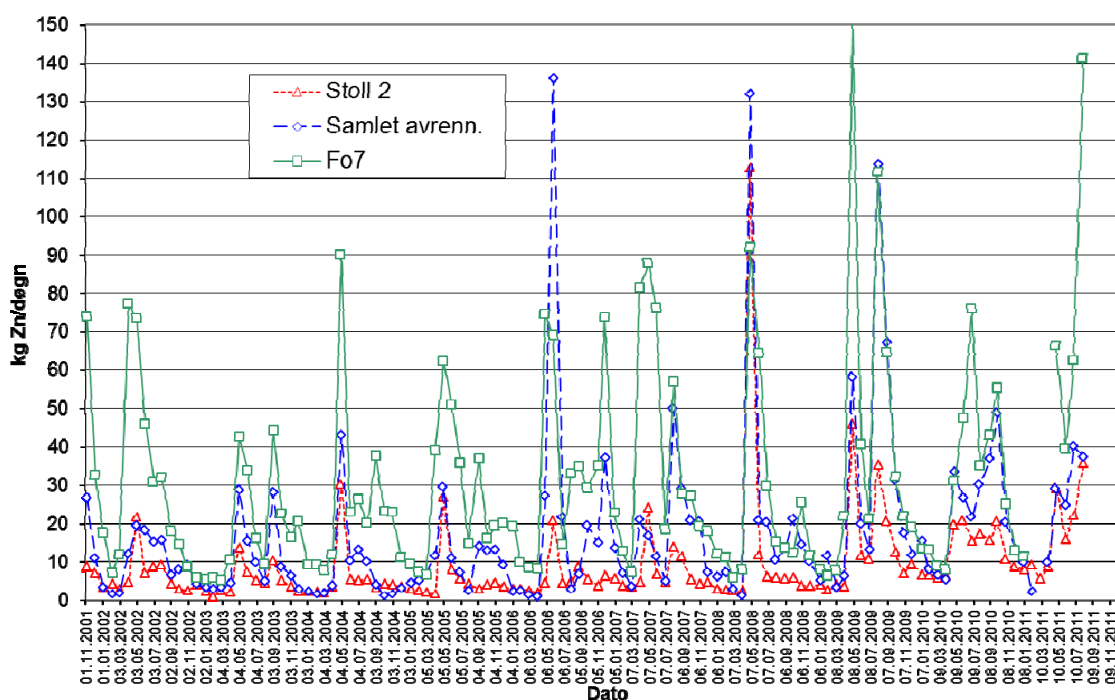


Figur 16. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2010-2011.

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 bøtte-/stoppeklokkemålinger. Når forholdet mellom kobber- og sinktransport er forskjellig for stasjon 2A og stasjon Fo7 i Folla, kan det det være flere årsaker til dette:

- Deler av avrenningen går utenom drenerørssystemet og går gjennom grunnen ned til Folla. Det ble imidlertid gjennomført en forbedring av drenergrøftene nedenfor gruveområdet i 2007 slik at grøftene nå samler opp større deler av avrenningen ovenfor enn tidligere.
- Det felles ut metaller på elvestrekningen fra Follidal sentrum og ned til Folshaugmoen. En ser at det felles ut jern som trolig også tar med seg en del kobber. Dette er trolig den viktigste årsaken til at forholdet mellom kobber og sink i Folla er forskjellig fra samlet avrenning.

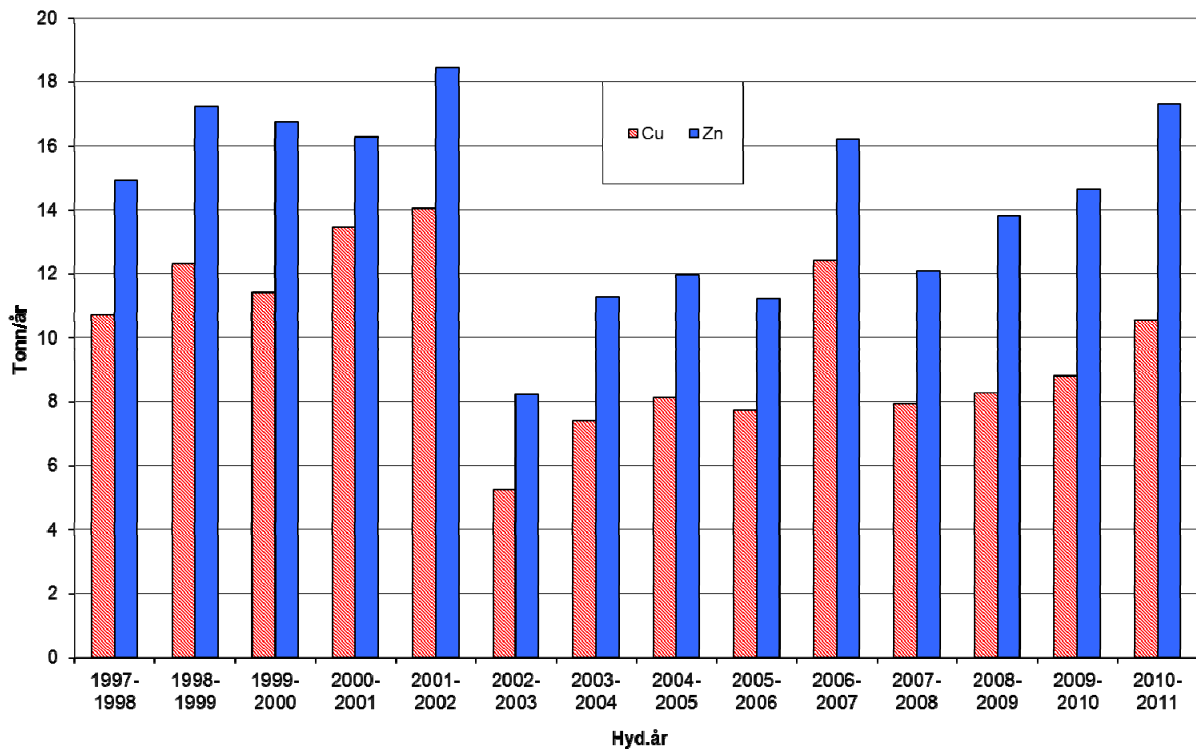
- Ved plutselige endringer i vannføringen i Folla (Folla er en typisk flomelv) kan dette forårsake resuspensjon av sedimentert tungmetallslam på elvebunnen med høye analyseverdier som konsekvens.
- Med en hyppigere prøvetakingsfrekvens ville en trolig kunne ekskludere en del tilfeldige forskjeller som også godt kan ha sammenheng med naturgitte årsaker som f.eks stor lokal snøsmelting eller mye nedbør i form av regn.
- Vannføringen i 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 forvittringsprodukter 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 | l/s |
| 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