

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2012-2013



RAPPORT

Hovedkontor

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

NIVA Region Sør

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

NIVA Region Innlandet

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

NIVA Region Vest

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

NIVA Region Midt-Norge

Høgskoleringen 9
7034 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune Undersøkelser i 2012-2013	Løpenr. (for bestilling) 6606-2013	Dato 19.12.2013
	Prosjektnr. Udemr. O-12386	Sider 30
Forfatter(e) Thyve, Anette Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	Distribusjon Fri
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA

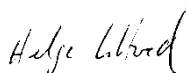
Oppdragsgiver(e) Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard	Oppdragsreferanse Best.nr 19/2012
---	--------------------------------------

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. Det hydrologiske året 2012-2013 var, i likhet med det foregående år, et år med relativt stor utvasking av forvittringsprodukter fra gruveområdet, og spesielt i juli-august 2013. Resultatene for 2012-2013 viser en beregnet forurensningstransport i Folla på 9,5 tonn kobber/år og 16,5 tonn sink/år. Forurensningssituasjonen i Follavassdraget målt ut fra kobberkonsentrasjoner har endret seg lite i de årene målinger har pågått (1970-2013).
--

Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Drensvann 3. Forurensningstransport 4. Folldal Verk 2013	Fire engelske emneord 1. Pyrite Mining 2. Acid Rock Drainage 3. Heavy Metal Runoff 4. Folldal Mines 2013
---	--



Anette Thyve
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Claus Beier
Forskningsdirektør

O-12386

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune

Undersøkelser i 2012-2013

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 Folla ved gruveområdet i Folldal sentrum fram til 1. september 2013.

Oppdragsgivere i årene etter 1994 har vært Norsulfid AS, Miljøsikringsfondet Folldal Verk og Direktoratet for mineralforvaltning med Bergmesteren for Svalbard (DMF).

DMF overtok ansvaret for undersøkelsene i 2001. Vår kontaktperson hos DMF i 2012-2013 har vært senior ing. Siw-Christin Taftø.

Lokal observatør og ansvarlig for den rutinemessige prøvetaking har i alle år vært Kjell Streitlien, Folldal.

Vi takker alle for samarbeidet.

Oppdal, 19. desember 2013

Anette Thyve

Innhold

Oversikt figurer og tabeller	5
Sammendrag	6
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Undersøkellesprogram	8
2. Hydrologi og meteorologi	10
2.1 Nedbør og klima	10
2.2 Hydrologi	12
2.2.1 Vannføringer i Folla	12
2.2.2 Vannføringer i gruveområdet	13
3. Vannkvalitet	15
3.1 Stasjon 1 – Stoll 2	15
3.2 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drensør på nordsiden av RV 29	17
3.3 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen	19
4. Forurensningstransport	21
5. Samlet vurdering	26
6. Referanser	27
Vedlegg A. Analyseresultater for prøver tatt i 2012-2013	28

Oversikt figurer og tabeller

Figur 1. Målestasjoner i Folla.	9
Figur 2. Målestasjoner i Folldal sentrum.	9
Figur 3. Månedsnedbør og normaler ved DNMI 9160 Folldal- Fredheim og 0910 Folldal i 2012-13.	10
Figur 4. Lufttemperaturer ved Stoll 2 i Folldal sentrum 2012-2013.	11
Figur 5. Døgnmiddelvannføring i Folla ved Grimsmoen i 2012-13 med markering av prøvetakinger.	12
Figur 6. Døgnmiddelvannføringer ved St.1 Utløp av Stoll 2 og St.2A Samlet avrenning i 2012-2013. Vannføring for St.2A er estimert. Beskrivelse under.	13
Figur 7. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for pH 1993-2013.	15
Figur 8. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink 1993-2013.	15
Figur 9. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for jern og sulfat 1993-2013.	16
Figur 10. Kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet ved utløpet av stoll 2 i 2012-2013.	16
Figur 11. Kontinuerlige målinger av redokspotensial ved utløpet av stoll2 i 2012-2013.	17
Figur 12. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved St.2A - 2004-2013.	17
Figur 13. Kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet ved st. 2A i 2012-2013.	18
Figur 14. Kontinuerlige målinger av redokspotensial ved st.2A i 2012-2013.	18
Figur 15. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2013.	19
Figur 16. Tidsveiede årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994- 2013.	19
Figur 17. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1970-2013.	20
Figur 18. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2001-2013.	23
Figur 19. Døgntransportverdier for sink i perioden 2001-2013.	23
Figur 20. Døgntransport av kobber ved stasjonene i gruveområdet i 2012-2013.	24
Figur 21. Årstransport av kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2013.	25
Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2012-2013.	8
Tabell 2. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2012-2013.	10
Tabell 3. Middelvannføringer og avrenning i Folla ved Grimsmoen. Hydrologiske år 1997-2013.	13
Tabell 4. Døgnmiddelvannføringer og årsavrenning for målepunktene i gruveområdet.	14
Tabell 5. Årstransport for gruvevann, st.1 Stoll 2. Hydrologiske år 1993-2013.	21
Tabell 6. Årstransport for samlet avrenning på drenerørsystem (st.2 1993-2004 og st.2A 2004-2013).	22
Tabell 7. Årstransport i Folla ved st. Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2013.	22
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).	24
Tabell 9. Analyseresultater – Stasjon 1 Utløp Stoll 2.	28
Tabell 10. Tidsveiede middelveier hydrologiske år. Stasjon 1 Utløp Stoll 2.	28
Tabell 11. Analyseresultater. Stasjon 2A – Samlet avrenning. Rør på nordsiden av Rv. 29.	29
Tabell 12. Tidsveiede middelveier hydrologiske år. Stasjon 2A – Samlet avrenning.	29
Tabell 13. Analyseresultater. Stasjon Fo 7 – Folla ved Foldhaugmoen.	30
Tabell 14. Tidsveiede middelveier hydrologiske år. Stasjon Fo 7 – Folla ved Folshaugmoen.	30

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 området, inkludert drenering. I tillegg er prøvetakingen videreført ved den faste stasjonen i Folla nedenfor gruveområdet, stasjon Fo7 Folshaugmoen, der det finnes observasjoner tilbake til 1966. Undersøkelsene har 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 2011. Forurensningsbudsjettene for de 7 siste år er derfor de mest pålitelige.

Avrenning fra avfall i dagen var i flere år største forurensningskilde i området, men tilførslene fra gruva betyr mye når det er liten overflateavrenning, som i tørre perioder og om vinteren når det er frost. I året 2012-2013 var gruvevannet fortsatt en stor kilde, men i året som helhet var det relative bidraget fra gruva mindre enn i fjoråret. Transporten fra området varierer mye som følge av variasjoner i nedbør og klima.

Noen nøkkeltall for forurensningstransporten i Folla ved Folshaugmoen for perioden 1997 - 2013:

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
2012-2013	9,5	16,5	113	43,8	2949	286323552

Kobberkonsentrasjonene i Folla indikerer ikke at tiltakene som ble gjennomført i 1993-1994 har noen betydning for forurensningstransporten fra gruveområdet.

Summary

Title : Transport of Pollutants from Folldal Mining Area
 Year : 2013
 Author : Thyve, Anette, Iversen, Eigil
 Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6341-1

This report deals with pollution situation at the old mine site at Folldal 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 materials were 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.

The acid mine drainage surveillance has included three measuring places, mine drainage at stall 2, drainage from waste dumps, and the station Fo7 in the river Folla which receives all acid drainage from the mine area. The river Folla has been under surveillance with water samples and continuous water flow since 1997, and the other two places since 2001. The heavy metal transport calculations have best quality the last 7 years.

In the following years no significant effects on the water quality in Folla River have been observed. Runoff 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. The key figures for the pollution transport in the receiving Folla River are as follows:

Yearly pollution transport in Folla at station Fo7 Folshaugmoen. Hydrological years.

Year	Cu Tons	Zn Tons	Fe Tons	Cd Kg	SO₄ Tons	Runoff 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
2012-2013	9.5	16.5	113	43.8	2949	286323552

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser i Folla-vassdraget siden 1966. Undersøkelsene har omfattet hele strekningen fra gruveområdet på Hjerkin og ned til Alvdal. Gruvevirksomheten til Folldal Verk ved Tverrfjellet gruve opphørte i mars 1993. I perioden 1992-1994 pågikk det oppryddingstiltak ved det gamle gruveområdet i Folldal sentrum der virksomheten ble nedlagt i 1968. Oppryddingstiltakene har bestått i flytting av forurensende masser opp til Hjerkin, der de ble deponert i Tverrfjellet gruve. I tillegg ble det foretatt en del dreneringstiltak i det gamle gruveområdet. Norsulfid AS gjennomførte et fem-års overvåkingsprogram i vassdraget og i gruveområdene i perioden 1993-1998. Resultatene fra disse undersøkelsene er samlet 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 var for å sikre en kontinuitet i målingene inntil en tydelig utvikling i vannkvaliteten og inntil det ble 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 inkludert 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 med Bergmesteren for Svalbard, DMF, ansvaret for å videreføre avrenningsundersøkelsene og tiltaksvurderingene i gruveområdet. Senhøstes 2005 startet DMF 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 Hjerkin 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 i det hydrologiske året 1.9.2012 - 31.8.2013.

1.2 Undersøkelsesprogram

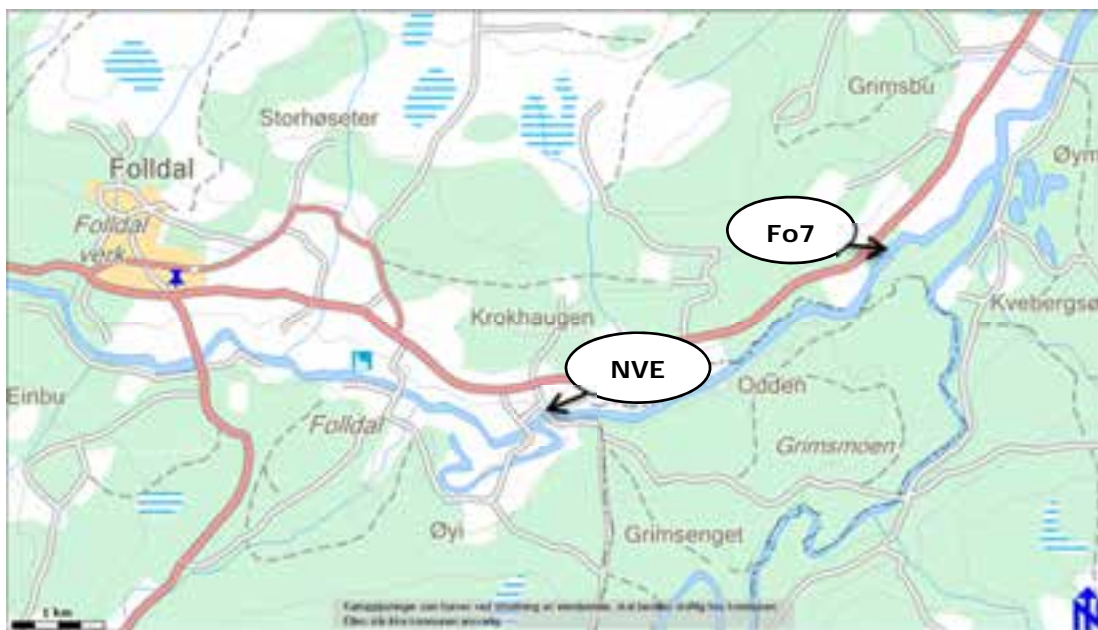
Programmet har stort sett fulgt samme opplegg som etter 1998 med noen justeringer underveis for økt kvalitet. **Tabell 1** gir en oversikt over de tre prøvetakingsstasjonene som har vært benyttet i perioden 2012-2013. Stasjonene er markert på kartene i **Figur 1** og **Figur 2** som viser kart over vassdragsstrekningen Folldal sentrum – Grimsbu og Folldal sentrum. Lokaliseringen til målestasjonen er markert på figurene.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2012-2013.

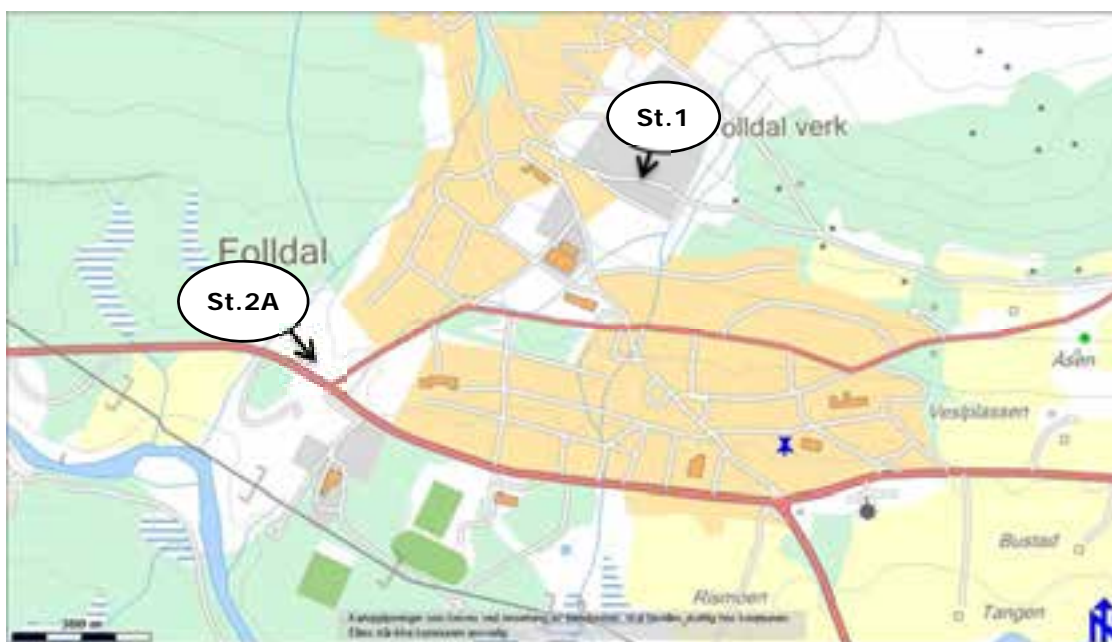
Stasjon	Navn	Frekvens	Posisjon målt med GPS
St.1	Gruvevann utløp stoll 2	1 x mnd.	N 62° 08,383'; E 09° 59,310'
St.2A	Utløp drengledning for samlet avløp	1 x mnd.	N 62° 08,116'; E 09° 58,660'
Fo7	Folla ved Folshaugmoen	1 x mnd.	N 62° 07,746'; E 10° 07,244'

Undersøkelsene har omfattet prøvetaking av to kilder i gruveområdet, gruvevann fra stoll 2 (St.1) og samlet avrenning ved utløpet av drengrør (St.2A) for samlet avrenning inkludert drenering i området. Det er gjennomført kontinuerlige vannføringsmålinger ved St.1 og St.2A som ble etablert høsten 2001. Vannføringsmålingen ved stasjonen for samlet avrenning fra gruveområdet (St.2 – tidligere plassering) ble flyttet til avløpsrøret på nordsiden av riksvei 29 i november 2003. Stasjon 2A ble opprettet i desember 2003 og ble prøvetatt parallelt med den gamle stasjonen (st.2) fram til 1.9.2004. I store deler av året når det

er liten avrenning, antas vannkvaliteten å være forholdsvis lik ved de to lokalitetene. 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. St.2A ble forbedret i november 2011 da alle kontinuerlige registreringer og prøvetaking ble flyttet inn i en oppvarmet målebu. I tillegg er prøvetakingen videreført ved den faste stasjonen i Folla nedenfor gruveområdet, stasjon Fo7 Folshaugmoen, der det finnes observasjoner tilbake til 1966. 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. De øvrige feltundersøkelsene i perioden har bestått i regelmessig månedlig prøvetaking ved de tre faste stasjonene. Prøvene er tatt av Kjell Streitlien, Follidal. Prøvene er analysert av NIVA. Metallanalysene er utført vha. induktivt koblet plasma-teknikk (ICP-teknikk) på drens vannet og induktivt koblet plasma masse spektrometer (ICP-MS) på elvevannet. Metallanalysene er utført etter akkrediterte metoder og på filtrerte prøver i syrevaskede flasker.



Figur 1. Målestasjoner i Folla.



Figur 2. Målestasjoner i Follidal sentrum.

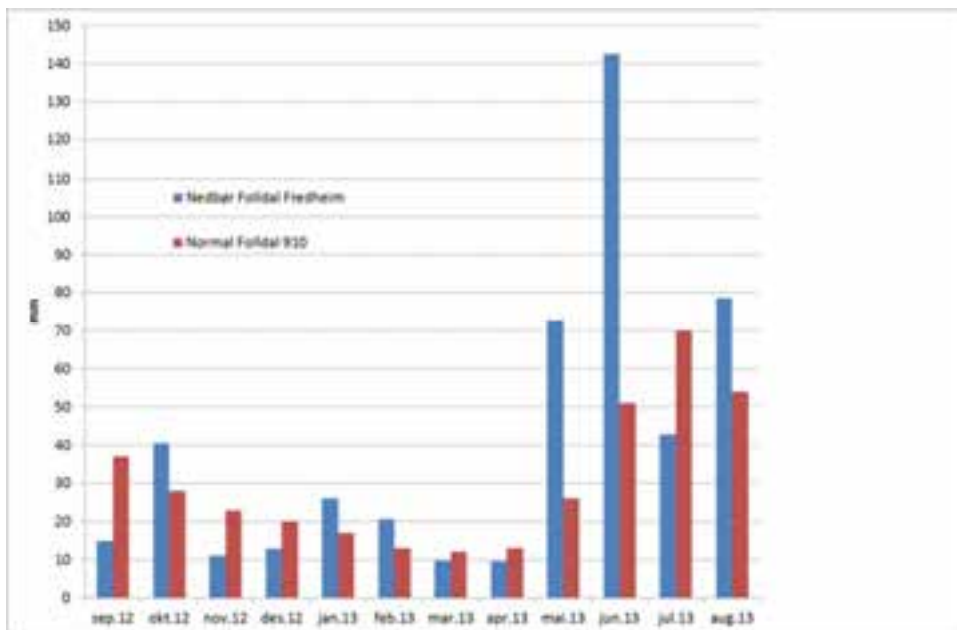
2. Hydrologi og meteorologi

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 2** er samlet månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 1.september 2012 - 31.august 2013. Året var nedbørrikt med årsnedbør på 482 mm, 132 % av et normalår i Folldal sentrum. Det falt uvanlig mye nedbør i mai og juni i 2013.

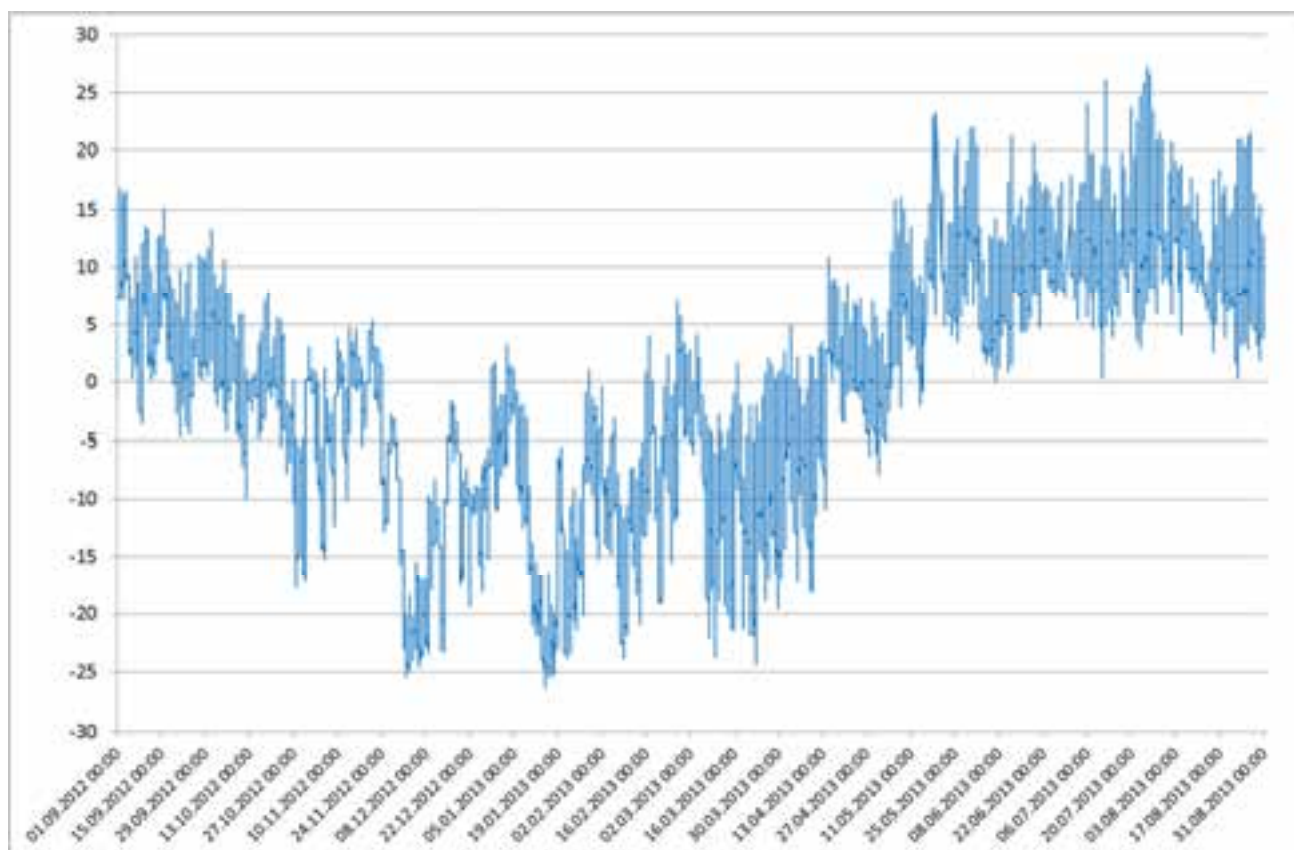
Tabell 2. Månedlige nedbørhøyder og normaler for det hydrologiske året 2012-2013.

Måned	Nedbør mm Fredheim	Normal mm Folldal	Nedbør i % av normal
sep.12	14,8	37	40,0
okt.12	40,6	28	145,0
nov.12	11,1	23	48,3
des.12	12,9	20	64,5
jan.13	26,1	17	153,5
feb.13	20,7	13	159,2
mar.13	9,8	12	81,7
apr.13	9,6	13	73,8
mai.13	72,6	26	279,2
jun.13	142,5	51	279,4
jul.13	42,8	70	61,1
aug.13	78,5	54	145,4
Året	482	364	132,4



Figur 3. Månedsnedbør og normaler ved DNMI 9160 Folldal- Fredheim og 0910 Folldal i 2012-13.

Figur 4 viser lufttemperaturer ved Stoll 2 i Folldal sentrum der temperaturen blir logget 2 ganger i timen. Det var kaldest den 15.januar 2013. Da det ble målt $-26,4^{\circ}\text{C}$. Høyeste temperatur ble målt den 26.juli 2013 til $26,6^{\circ}\text{C}$.

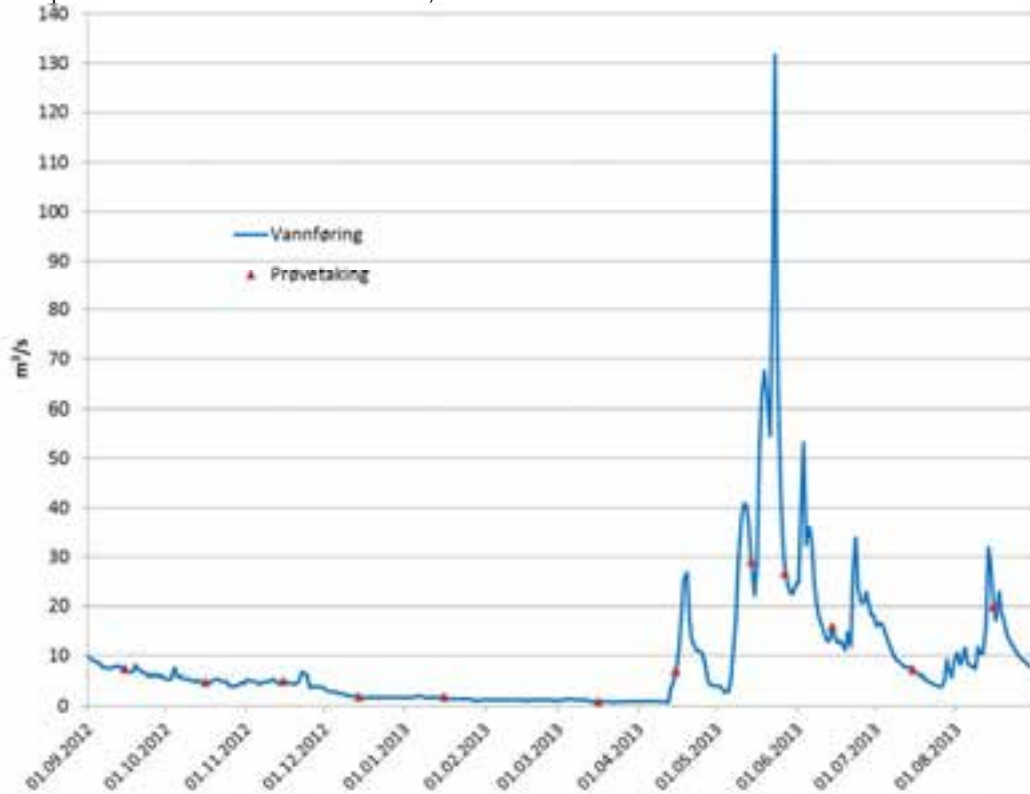


Figur 4. Lufttemperaturer ved Stoll 2 i Folldal sentrum 2012-2013.

2.2 Hydrologi

2.2.1 Vannføringer i Folla

De kontinuerlige vannføringsmålingene i Folla ble startet i 1997. **Figur 5** viser døgnmiddelvannføringer i måleperioden 2012-2013 ved målestasjonen som NVE driver ved Grimsmoen.



Figur 5. Døgnmiddelvannføring i Folla ved Grimsmoen i 2012-13 med markering av prøvetakinger.

Begynnende vårflom startet som i foregående år ved midten av april. Hovedflommen kom som normalt i 2. halvdel av mai med en topp som inntraff den 23. mai med 132 m³/s. Mye nedbør i august førte også til høye vannføringer. Årsavrenningen var noe mindre enn fjoråret, men likevel noe høyere enn normalt.

Tabell 3. Middelvannføringer og avrenning i Folla ved Grimsmoen. Hydrologiske år 1997-2013.

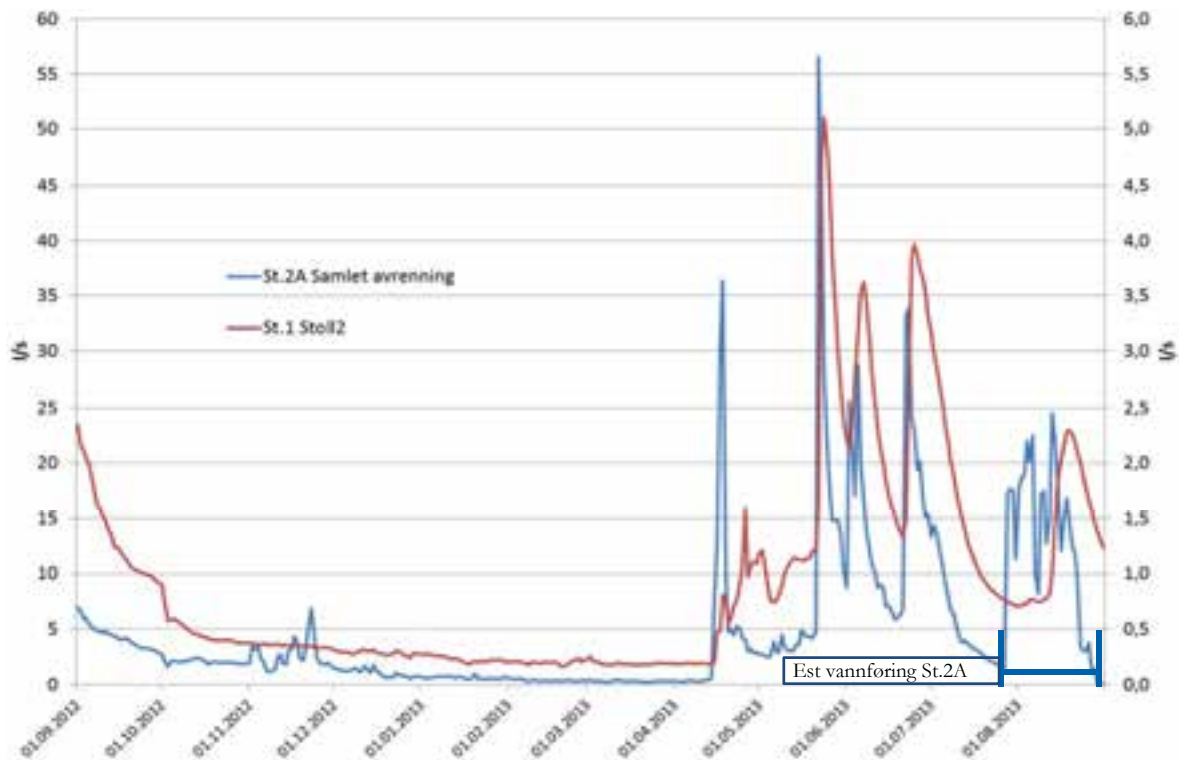
År	Nedbør i % av normal	Middelvannføring etter feltmålinger m ³ /s	Målt avrenning m ³ /år
1997-1998	109	7,86	243 961 632
1998-1999	106	7,78	245 500 416
1999-2000	117	8,02	253 573 632
2000-2001	115	8,44	266 194 080
2001-2002	116	8,23	259 439 328
2002-2003	107	4,95	156 232 800
2003-2004	81,5	6,28	198 878 976
2004-2005	115	7,64	237 937 824
2005-2006	134	6,27	197 887 968
2006-2007	85,2*	8,23	259 696 800
2007-2008	108,1	8,80	278 219 232
2008-2009	74,8	7,68	242 119 584
2009-2010	122,9**	7,42	234 016 128
2010-2011	138,8	9,16	288 886 176
2011-2012	131,7**	10,63	336 153 888
2012-2013	132,4	9,08	286 323 552

*) 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 6 viser døgnmiddelvannføringene for stoll 2 (St.1) og for samlet avrenning på dreneringsnett ved Rv. 29 (St.2A).



Figur 6. Døgnmiddelvannføringer ved St.1 Utløp av Stoll 2 og St.2A Samlet avrenning i 2012-2013. Vannføring for St.2A er estimert. Beskrivelse under.

Figuren viser at forløpene følger hverandre og at flomtoppene for gruvevannet kommer noen dager senere enn for samlet avrenning. På grunn av ekstremnedbør omkring 26. juli 2013 ble måleprofilen ved st. 2A ødelagt. Den ble reparert et par uker senere, men det viste seg at sensoren som måler høyde/hastighet i målerøret ble ødelagt under flommen da sensoren sannsynligvis ble truffet av en stein under flommen. Vannføringene for august måned er derfor anslått med utgangspunkt i sammenhengene mellom faktisk målt vannføring og nedbør 10 dager bakover ut fra datasettet etter vårflommen frem til skadetidspunkt. Største feilkilde i estimatet er manglede effekt av grunnvannstrøm. I **Tabell 4** er vannføringsmålingene/avrenningene for alle målte år samlet.

Tabell 4. Døgnmiddelvannføringer og årsavrenning for målepunktene i gruveområdet.

Stasjon	År	Avrenning m ³ /år	Middel m ³ /h	Maks m ³ /h	Min m ³ /h	Median 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 Stoll 2	2011-2012	58801	6,7	31,3	2,40	5,2
St.1 Stoll 2	2012-2013	28909	3,3	18,4	0,58	1,58
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	-	-	-	-
St.2A Samlet avrenning	2012-2013	159449	5,1	56,6	-	-

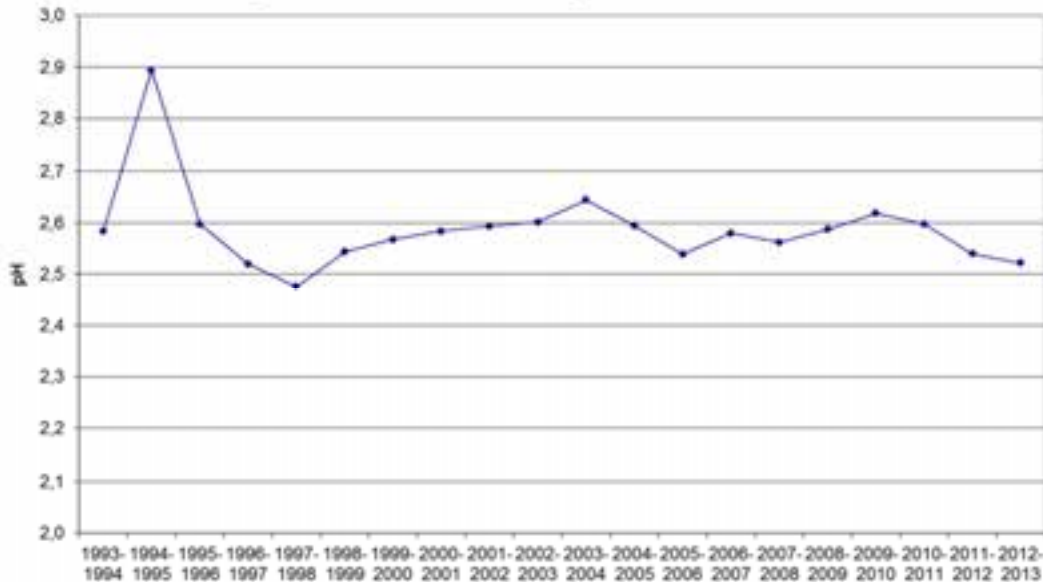
*) Manuelle målinger i perioden 25.01-20.03.02. Tett innløp 24.06-01.07.02 (tap av vann under flomtopp).

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

3. Vannkvalitet

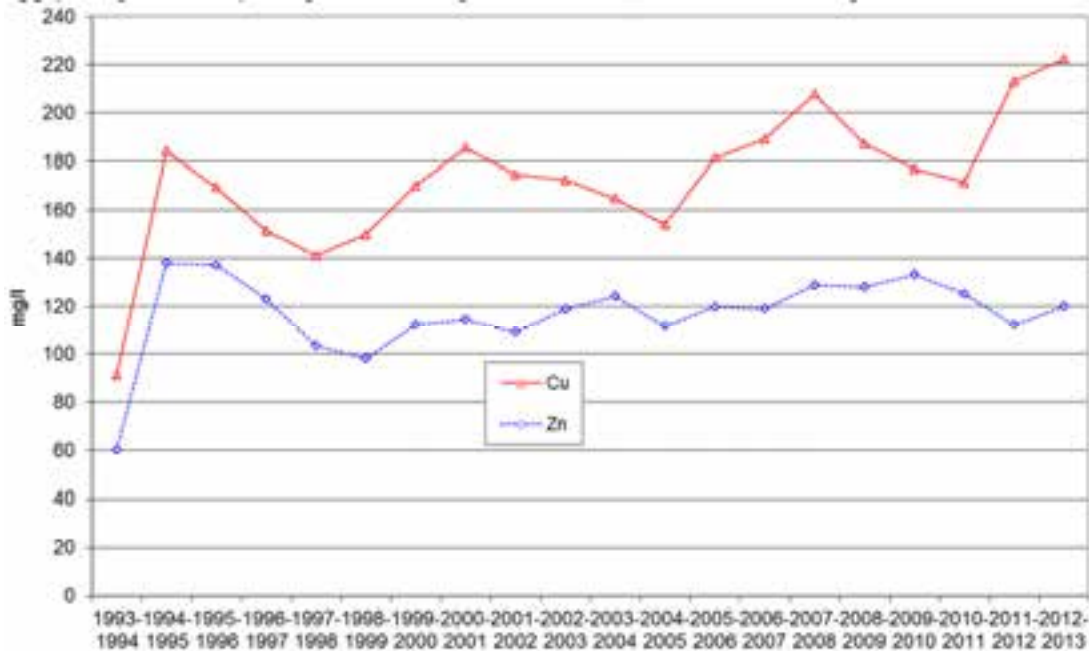
3.1 Stasjon 1 – Stoll 2

Analyseresultatene for prøver som er tatt i 2012-2013 er samlet i **Tabell 9** i vedlegg A sammen med **Tabell 10** som gir en oppdatert oversikt over årlige tidsveiede middelværdier for hydrologiske år fra 1993. Som **Figur 7** viser, er gruvevannet sterkt surt med pH-verdier varierende i området 2,5-2,7.



Figur 7. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelværdier for pH 1993-2013.

Figur 8 og **Figur 9** viser grafisk det tilsvarende forløp for de tidsveiede årsmiddelværdiene for kobber, sink, jern og sulfat. I de årene det løpende programmet har pågått (1993-2013), har det vært forholdsvis beskjedne endringer i vannkvaliteten hva pH-verdien angår. Utviklingen etter 1997 tyder på økte metall- og sulfat-verdier og spesielt mht. kobber. I avsnittet som behandler transport gjengis supplerende opplysninger om betydningen av endringer i konsentrasjoner for stoffmengdene som kommer ut av gruva.



Figur 8. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelværdier for kobber og sink 1993-2013.

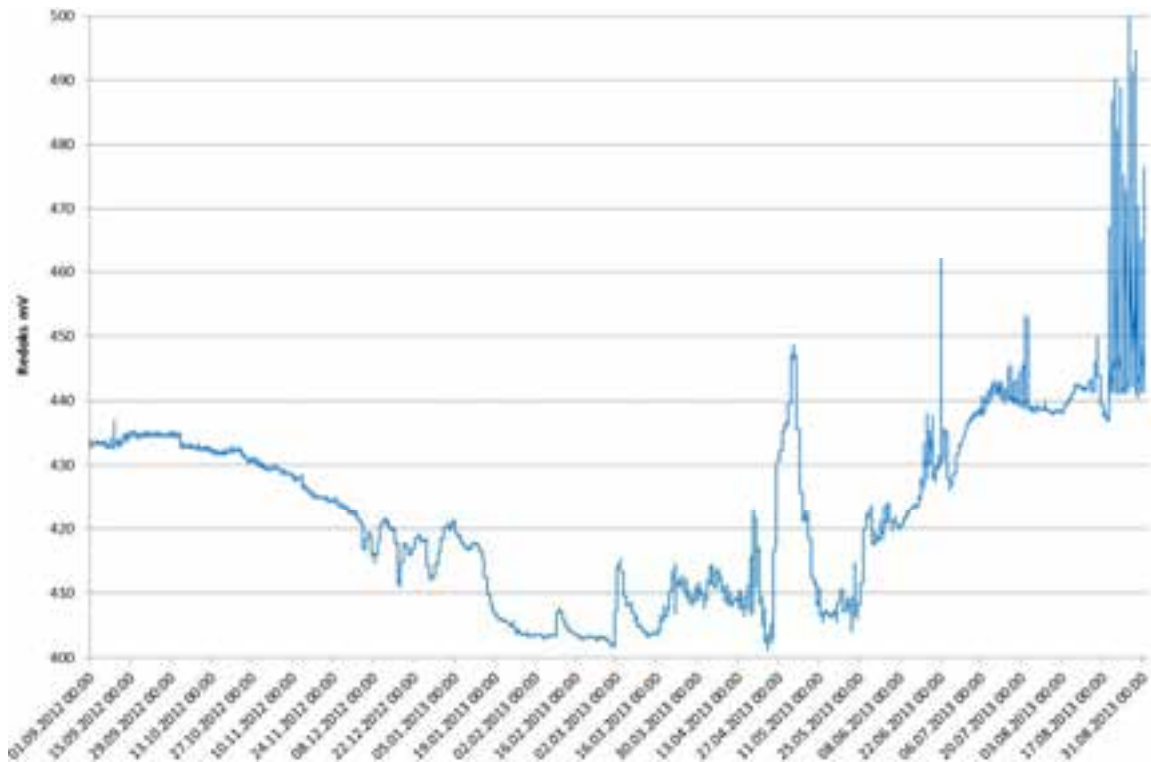


Figur 9. Stoll 2. Tidsveiede årsmiddelverdier for jern og sulfat 1993-2013.

Den 31.5.2012 ble stoll 2 oppgradert med kontinuerlige målinger av pH, konduktivitet, redokspotensial i tillegg til vannføringsmålinger. Dermed ble ytterligere informasjon tilgjengelig om hvordan vannkvaliteten endrer seg fra dag til dag. Konduktiviteten synes å variere forholdsvis lite i løpet av året til tross for store endringer i vannføring, vist i **Figur 10**. pH-verdiene varierer i området 2,3-2,7. Hensikten med måling av redokspotensial er å bidra til å vurdere jernets tilstandsform. Det ble ikke foretatt noen kalibrering av registreringene siste år. Resultatene i **Figur 11** tyder imidlertid på at jern kan foreligge toverdlig i perioder.



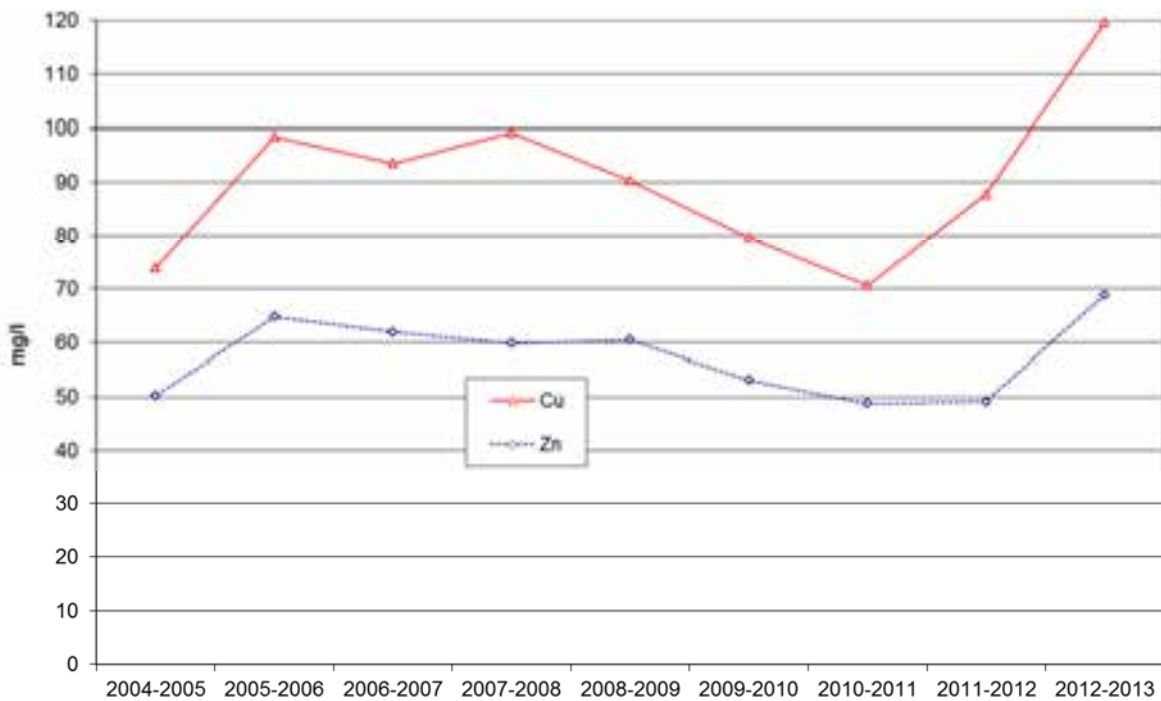
Figur 10. Kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet ved utløpet av stoll 2 i 2012-2013.



Figur 11. Kontinuerlige målinger av redokspotensial ved utløpet av stoll2 i 2012-2013.

3.2 Stasjon 2A – Samlet avløp fra gruveområdet ved utløpet av drensrør på nordsiden av RV 29

Analyseresultatene for St.2A i 2012-2013 er samlet i **Tabell 11** mens i **Tabell 12** er beregnet tidsveiede årsmiddelverdier. **Figur 12** viser en grafisk fremstilling av tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink for de ni hydrologiske årene en har data for.

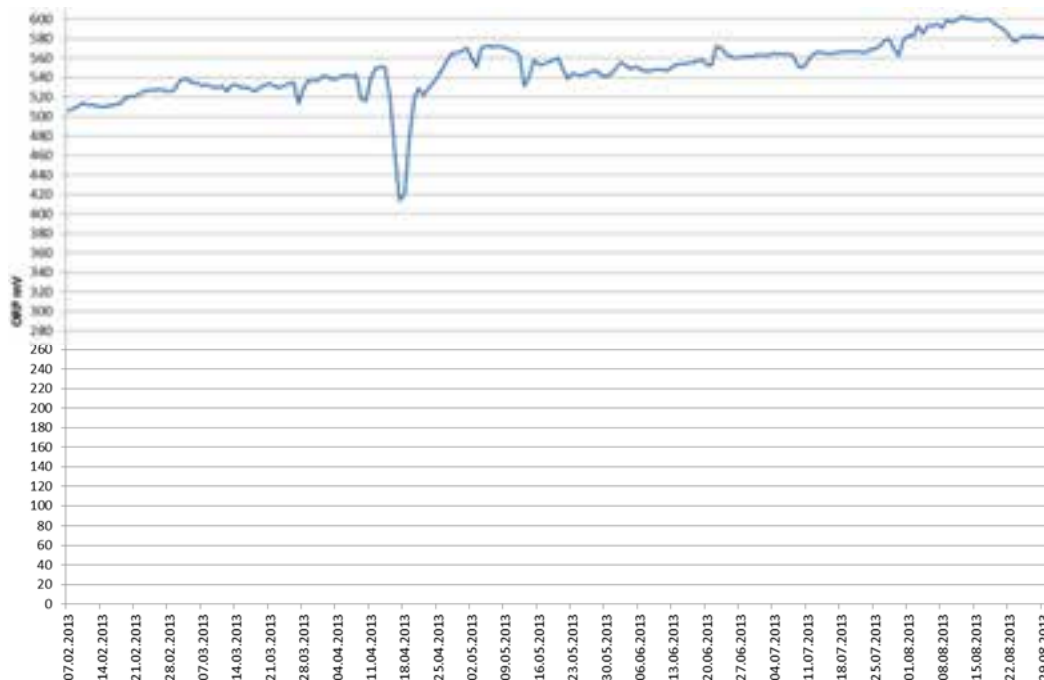


Figur 12. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved St.2A - 2004-2013.

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. I siste år har kontinuerlige målinger av pH, konduktivitet og redokspotensial blitt gjennomført i hele måleperioden, se **Figur 13** og **Figur 14**. Ved St.2A er tilførslene av mindre forurenset vann mer merkbart enn for gruva. Konduktiviteten avtar sterkt når det er mye nedbør eller snøsmelting. pH-verdien varierer følgelig også mer enn for gruvevannet. Redokspotensialet er forholdsvis stabilt i løpet av året.



Figur 13. Kontinuerlige målinger av pH og konduktivitet ved st. 2A i 2012-2013.

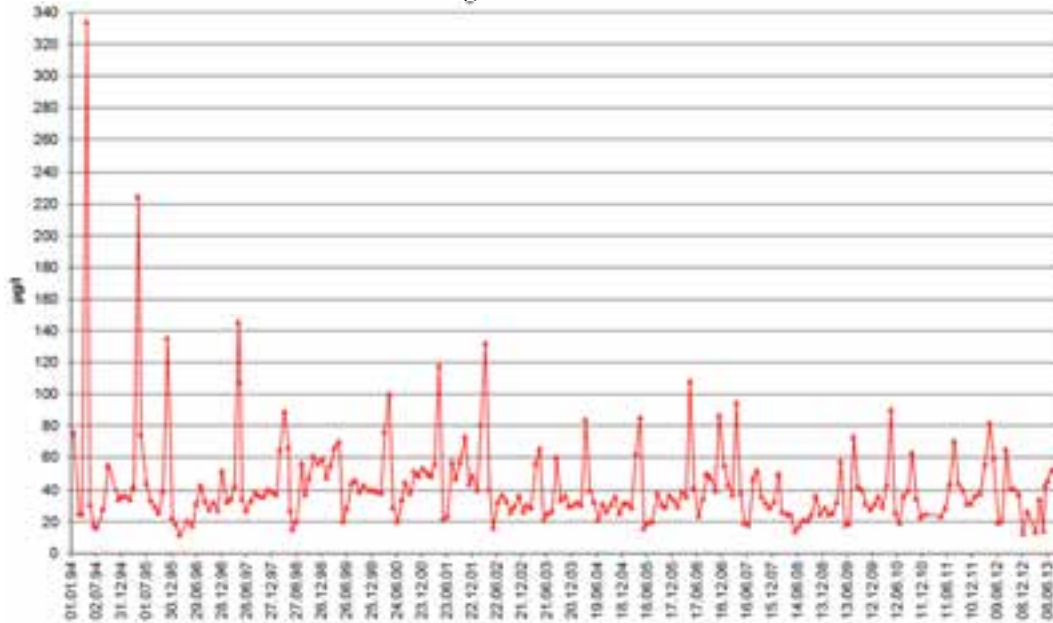


Figur 14. Kontinuerlige målinger av redokspotensial ved st.2A i 2012-2013.

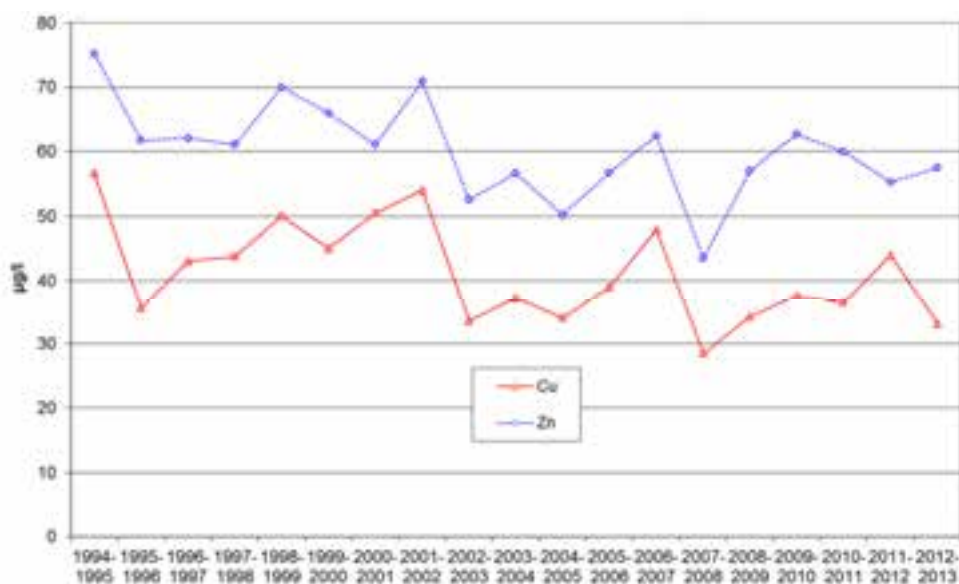
3.3 Stasjon Fo7 – Folla ved Folshaugmoen

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. Analyseresultatene for perioden 2012-2013 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 1994-2013.

Figur 15 viser observasjonsmaterialet for kobber for årene etter at tiltakene ble avsluttet (1994-2013). **Figur 16** viser beregnede tidsveiede årsmiddelerverdier for kobber og sink for hydrologiske år fra 1994. Maksimumsverdiene for kobber inntreffer vanligvis like før vårfloppen. I året 2012-2013 ble de høyeste kobberkonsentrasjonene målt i juli og august 2013. Det var stor utvasking fra gruveområdet i Folldal sentrum i disse månedene som i det foregående år.



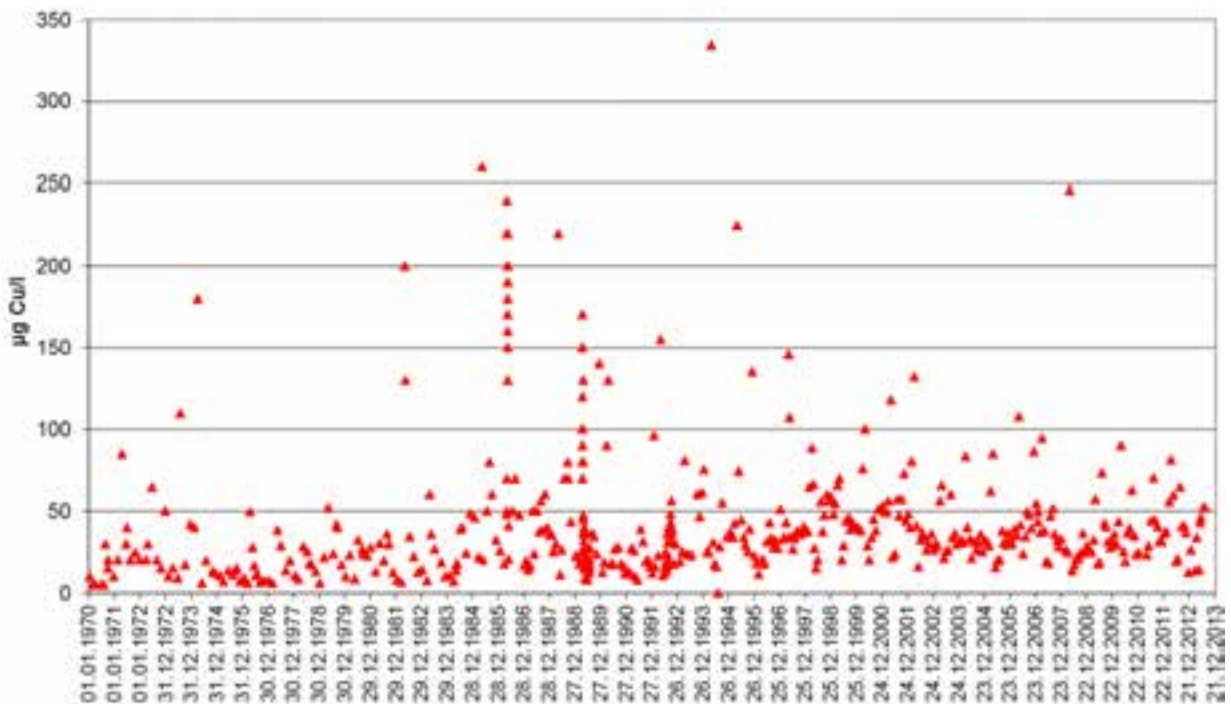
Figur 15. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2013.



Figur 16. Tidsveiede årsmiddelskonsentrasjoner for kobber og sink ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1994-2013.

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 i gruveområdet inntreffer ofte før vannføringen i Folla 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 ikke de høyeste konsentrasjonene alltid fanges opp. 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, se **Figur 5** og **Figur 6** i kap. 2.2 hydrologi. I 2013 ble det observert svært høye kortvarige flomvannføringer i gruveområdet i mai og august måned. Flommen i månedsskiftet juli/august forårsaket bl.a. at måleutstyr ved st.2A ble ødelagt. Ødeleggelsen har medført at daglige vannføringer har blitt estimert ut fra nedbør i perioden 28.7.13-31.8.13. I utgangspunktet medfører kun månedlige vannprøver en viss usikkerhet i de beregnede årsmiddelkonsentrasjonene, samt at estimering av vannføring for august gir en ekstra usikkerhet for august måned.

Beregnete årsmiddelkonsentrasjoner for kobber og sink, **Figur 16**, tyder tilsynelatende på at metallkonsentrasjonene er langsomt synkende. I denne sammenheng må det sees bort fra konsentrasjonene i 1993-94 da det pågikk oppryddingstiltak i gruveområdet. Ved å se på hele observasjonsmaterialet for perioden 1970-2013 for kobber, **Figur 17**, ser det imidlertid ikke ut til at vannkvaliteten i Folla nedstrøms Follidal sentrum har endret seg vesentlig i løpet av de siste 40 år. Dette indikerer at tiltaket i 1993-94 ikke har hatt merkbar effekt på kobberutslippene.



Figur 17. Kobberobservasjoner i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen 1970-2013.

4. Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdier og vannføringsobservasjoner kan øyeblikkstransporten av metaller og sulfat beregnes. I perioden 1.11.2001 til 1.9.2013 finnes vannføringsobservasjoner ved alle stasjoner. Det er noe usikkerhet knyttet til vannføringsverdiene for samlet avrenning (st.2 og st.2A) før 2006 og i slutten av siste årsperiode. **Tabell 5**, **Tabell 6** og **Tabell 7** oppsummerer massetransport for året 1993-2013 for St.1, St.2A og Fo7. Beregningen er utført ved å multiplisere tidsveiet årsmiddelverdi for noen viktige komponenter med årsavrenningen. Den største transporten av forvittringsprodukter skjer som oftest om våren når det er vårflom. Det er ikke alltid at prøvetakingstidspunktet sammenfaller med vårflommen, slik at det vil være en usikkerhet knyttet til kombinasjonen av vannføring og vannkjemisom beregningsgrunnlag for massetransport.

Tabell 5. Årstransport for gruvevann, st.1 Stoll 2. Hydrologiske år 1993-2013.

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
2012-2013	6,4	3,5	80,0	12,0	323	28909

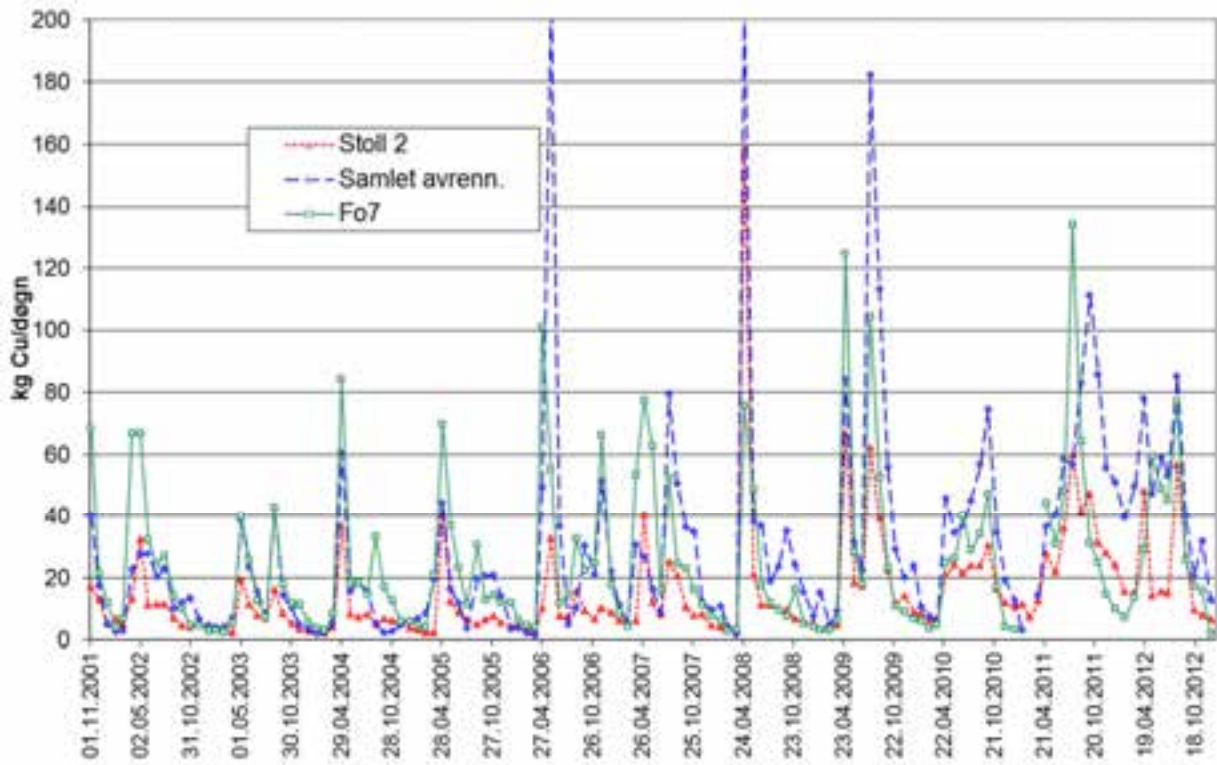
Tabell 6. Årstransport for samlet avrenning på drenerørsystem (st.2 1993-2004 og st.2A 2004-2013).

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
2012-2013	19,1	11,0	209	37,6	994	159449

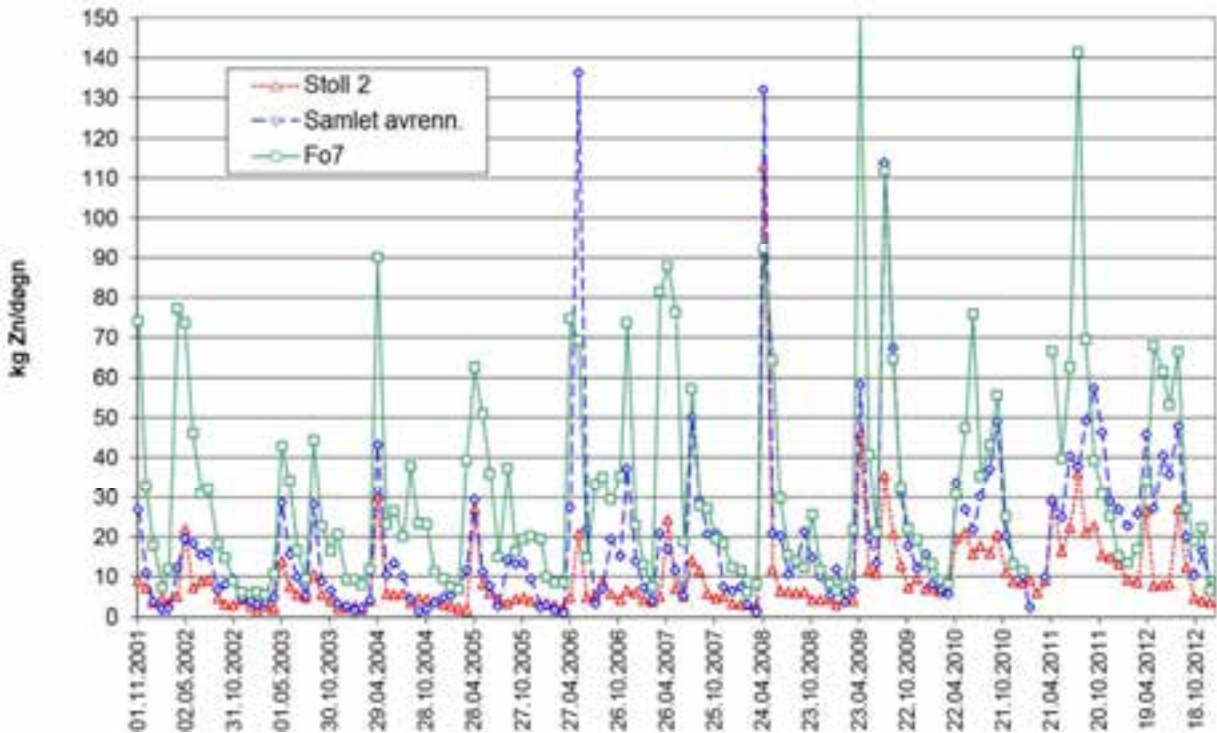
Tabell 7. Årstransport i Folla ved st. Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2013.

	Cu	Zn	Fe	Cd	SO ₄	Avrenning
	Tonn	Tonn	Tonn	kg	Tonn	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
2012-2013	9,5	16,5	113	43,8	2949	286323552

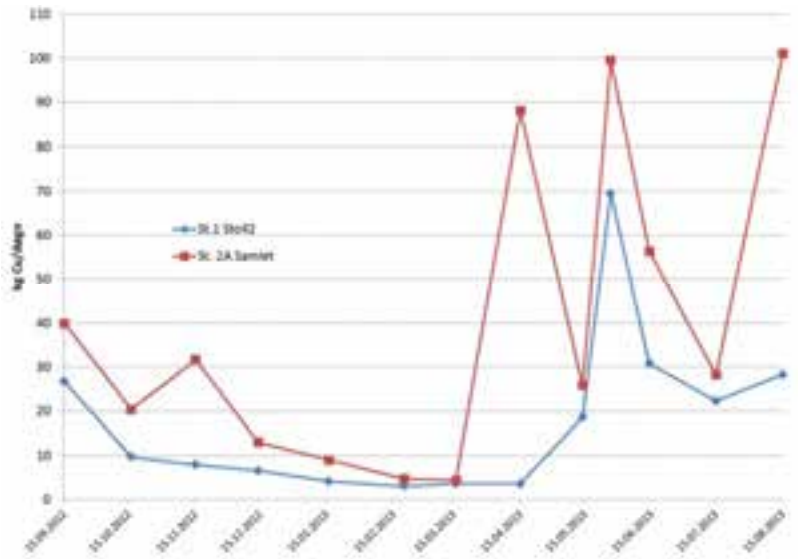
Figur 18 og **Figur 19** viser oppdaterte transportobservasjoner for kobber og sink fra 1.11.2001 til 31.8.2013.



Figur 18. Døgntransportverdier for kobber i perioden 2001-2013.



Figur 19. Døgntransportverdier for sink i perioden 2001-2013.



Figur 20. Døgntransport av kobber ved stasjonene i gruveområdet i 2012-2013.

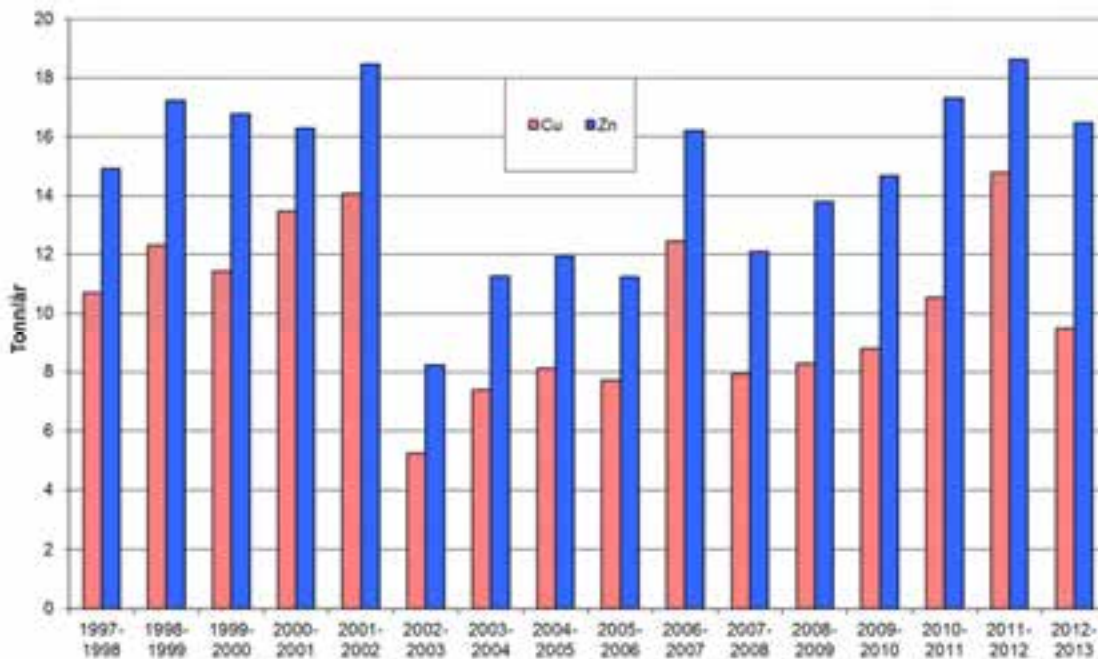
Figurene viser at massetransporten endrer seg mye i løpet av året, hovedsakelig påvirket av avrenningsmønsteret. I nedbørfattige perioder og under vintersituasjonen er tilførslene fra gruva største kilde (**Figur 20**). Når det er stor avrenning fra området som f.eks. under vårfloppen eller i perioder 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 årstransporten i Folla og ved alle stasjonene er sammenlignet.

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			Zn			Fe			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
2012-2013	6,4	19,1	9,5	3,5	11,0	16,5	80,0	209	113	323	994	2949

Sommeren 2006 ble kvaliteten til vannmengdemålingene på røret for samlet avrenning (st. 2A) forbedret ved å flytte målepunktet til utløpet av røret for å få mindre fall. Opplegget ble ytterligere forbedret i november 2011. **Figur 21** gir en grafisk fremstilling av årstransporten for kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen for perioden 1997-2013. Når forholdet mellom kobber- og sinktransport er forskjellig for stasjon 2A og stasjon Fo7 i Folla, kan det det være flere årsaker til dette:

- Deler av avrenningen går utenom drenerørsystemet og går gjennom grunnen ned til Folla. Det ble imidlertid gjennomført en forbedring av drenergrøftene nedenfor gruveområdet i 2007 slik at grøftene nå samler opp større deler av avrenningen ovenfor enn tidligere. Grunnvannsstrøm vil ha en annen sammensetning når det når Folla, enn oppsamlet dreneringsvann vil ha.
- Det felles ut metaller på elvestrekningen fra Follidal sentrum og ned til Folshaugmoen. Det er synlig utfelling 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.
- 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.



Figur 21. Årstransport av kobber og sink i Folla ved Folshaugmoen. Hydrologiske år 1997-2013.

5. Samlet vurdering

Avrenningen fra Follidal 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 Follidal 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 drensvann 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.

Forurensningstransporten fra gruveområdet i Follidal 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 2012-2013 var i likhet med det foregående år typisk for en slik situasjon. Det var kortvarige episoder med mye nedbør i sommermånedene juli og august 2012. Nedbøren som kom i juli/august var veldig utypisk. I året som helhet var avrenningen noe mindre enn fjoråret.

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. 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.

Stasjonen ved stoll 2 er oppgradert med bl.a. kontinuerlige målinger av konduktivitet, noe som vil gi viktig informasjon om betydningen av tilførsler fra gruva. Erfaringer fra de undersøkelsene som er gjort hittil kan tyde på tilførsler fra gruveområdet som ikke fanges opp av drensrørsystemet.

6. Referanser

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.

Iversen, E.R., 2012. Avrenning fra Folldal Verk, Folldal kommune. Undersøkelser i perioden 2011-2012. NIVA-rapport, L.nr. 6427-2012, O-11463. 30 s.

Vedlegg A. Analyseresultater for prøver tatt i 2012-2013

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	mg/l
15.09.2012	2,48	904	11587	276	554	445	2780	249	115	0,396	0,23	12,6	1,10	3,58	51,6	1,24
16.10.2012	2,51	933	11737	286	568	462	2820	261	118	0,440	0,21	13,2	1,20	3,67	51,9	0,43
15.11.2012	2,51	942	12275	303	591	468	2870	258	122	0,473	0,17	13,9	1,30	3,74	56,9	0,35
14.12.2012	2,44	971	10269	310	620	473	3210	251	127	0,463	0,17	13,9	1,20	3,70	57,5	0,30
16.01.2013	2,60	991	11078	303	629	468	2750	236	136	0,456	0,20	15,3	1,30	3,63	54,8	0,20
20.02.2013	2,56	998	11587	306	646	468	2760	219	133	0,456	0,22	15,8	1,30	3,62	53,0	0,16
16.03.2013	2,62	993	11677	306	664	483	2890	220	140	0,458	0,15	16,4	1,36	3,70	55,9	0,19
15.04.2013	2,63	1002	12814	309	662	474	2870	208	142	0,451	0,14	16,8	1,37	3,66	54,8	0,20
14.05.2013	2,61	1024	11796	323	630	428	3010	189	131	0,416	0,14	15,3	1,10	3,37	59,7	1,14
27.05.2013	2,60	960	10629	286	537	385	2650	209	113	0,363	0,16	12,7	0,95	3,11	51,6	3,85
14.06.2013	2,53	859	9192	276	501	352	2440	178	95,4	0,330	0,11	11,7	0,93	2,83	52,4	2,00
15.07.2013	2,47	913	11168	292	561	429	2630	215	112	0,351	0,11	13,1	1,20	3,42	53,7	1,20
15.08.2013	2,39	816	9551	276	449	354	2370	178	75,7	0,310	0,11	10,8	0,93	2,99	54,6	1,84
Gj.snitt	2,53	947	11181	296	586	438	2773	221	120	0,413	0,16	14,0	1,17	3,46	54,5	1,01
Maks.verdi	2,63	1024	12814	323	664	483	3210	261	142	0,473	0,23	16,8	1,37	3,74	59,7	3,85
Min.verdi	2,39	816	9192	276	449	352	2370	178	75,7	0,310	0,11	10,8	0,93	2,83	51,6	0,16

Tabell 10. Tidsveiede middelerverdier 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	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
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
2012-2013	13	2,52	942,3	11169	295,5	585,2	439,6	2767	222,2	119,8	0,414	1,18	3,48	13,95	54,4	0,88

Tabell 11. Analyseresultater. Stasjon 2A – Samlet avrenning. Rør på nordsiden av Rv. 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
15.09.2012	2,45	544	5539	214	265	230	1110	109	54,3	0,190	0,110	7,63	0,72	1,90	37,3	4,24
16.10.2012	2,51	515	5299	220	264	230	1010	107	53,9	0,200	0,098	8,05	0,76	1,87	36,1	2,20
15.11.2012	2,55	527	6198	238	293	251	1160	118	60,8	0,230	0,100	9,15	0,83	2,04	39,1	3,11
14.12.2012	2,48	570	5928	242	360	281	1710	139	71,2	0,250	0,100	9,11	0,82	2,25	40,7	1,08
16.01.2013	2,65	663	8054	261	437	348	1510	173	90,9	0,320	0,150	11,2	1,00	2,79	44,2	0,60
20.02.2013	2,47	807	9521	288	536	402	2170	181	109	0,378	0,150	13,7	1,20	3,15	46,9	0,30
16.03.2013	2,54	817	9731	291	561	400	2230	175	121	0,382	0,120	14,5	1,30	3,26	48,4	0,29
15.04.2013	2,53	676	7934	221	410	299	1670	127	86,2	0,280	0,082	10,9	0,92	2,36	36,4	8,03
14.05.2013	2,71	527	5090	184	264	192	1150	83,6	58,4	0,180	0,062	7,22	0,57	1,54	31,5	3,57
27.05.2013	2,57	456	4132	166	204	157	891	77,8	45,2	0,150	0,080	5,70	0,46	1,31	28,4	14,8
14.06.2013	2,51	453	3862	182	208	167	820	74,5	42,6	0,150	0,052	6,12	0,51	1,34	31,7	8,75
15.07.2013	2,46	508	5000	204	250	205	827	93,3	50,1	0,166	0,049	7,06	0,64	1,70	33,4	3,50
15.08.2013	2,44	407	3532,9	179	163	148	643	64,3	39,8	0,140	0,051	5,59	0,51	1,24	34,5	18,2
Aritm.middel	2,53	575	6140	222	324	255	1300	117	68,0	0,232	0,093	8,92	0,79	2,06	37,6	5,28
Maks.verdi	2,71	817	9731	291	561	402	2230	181	121,0	0,382	0,150	14,50	1,30	3,26	48,4	18,20
Min.verdi	2,44	407	3533	166	163	148	643	64,3	39,8	0,140	0,049	5,59	0,46	1,24	28,4	0,29

Tabell 12. Tidsveiede middelverdier hydrologiske år. Stasjon 2A – Samlet avrenning.

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	5,43
2012-2013	13	2,52	578,4	6233	225	330	260	1314	119,6	68,9	0,236	9,06	0,80	2,10	38,0	4,91

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

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
15.09.2012	7,34	8,70	9,83	390	40,7	43,0	0,140	7,30
16.10.2012	6,95	9,45	11,0	399	40,9	44,5	0,140	4,85
15.11.2012	6,77	10,50	11,9	377	37,0	51,9	0,140	4,93
14.12.2012	7,35	11,98	11,0	190	12,5	42,1	0,090	1,77
16.01.2013	6,62	14,30	13,4	366	26,5	82,2	0,234	1,77
16.03.2013	7,18	13,2	11,6	220	13,4	43,3	0,100	0,90
15.04.2013	7,16	7,11	7,38	514	34,0	141	0,234	6,96
14.05.2013	7,04	5,00	4,44	388	14,4	23,0	0,066	28,97
27.05.2013	7,33	10,70	9,95	605	42,8	42,9	0,130	26,47
14.06.2013	7,12	7,60	8,87	515	46,3	47,3	0,130	15,85
15.07.2013	7,28	9,20	10,9	512	51,9	47,0	0,170	7,04
15.08.2013	7,16	7,30	8,71	503	52,3	60,6	0,212	19,96
Aritm.middel	7,11	9,59	9,92	415	34,4	55,7	0,149	10,56
Maks.verdi	7,35	14,30	13,4	605	52,3	141	0,234	28,97
Min.verdi	6,62	5,00	4,44	190	12,5	23,0	0,066	0,90

Tabell 14. Tidsveiede middelveier hydrologiske år. Stasjon Fo 7 – Folla ved Folshaugmoen.

Hyd. år	pH	Kond	SO ₄	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
2012-2013	7,06	10,01	10,3	395	33,2	57,5	0,153

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