



RAPPORT LNR 4934-2004

**Avrenning fra Folldal
Verk, Folldal sentrum**

Undersøkelser i 2003-2004



Foto: Eigil Rune Iversen

Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum Undersøkelser i 2003-2004	Løpenr. (for bestilling) 4934-2004	Dato 2004-12-03
	Prosjektnr. Undemr. O-23349	Sider 29
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Miljøgifter	
	Geografisk område Hedmark	Trykket NIVA 2004

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Best.nr. 16/03
---------------------------------	-------------------------------------

Sammendrag

Det er gjennomført en kontroll av vannkvalitet og forurensningstransport fra gruveområdet i Folldal sentrum og i Folla nedenfor sentrumsområdet. Undersøkelsene har pågått etter samme opplegg siden de forurensningsbegrensende tiltak ble avsluttet i 1993/1994. I tiden etter har en ikke påvist noen endringer av betydning i forurensningstransport fra området eller tungmetallnivåer i Folla. Forurensningstransporten varierer mye avhengig av nedbørforholdene. Store deler av avrenningen ved Folldal hovedgruve går i grunnen ned mot Folla. Det er nødvendig å forbedre oppsamlingen av drensvann for å få en bedre oversikt over hva som er mulig å få til av forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdet. Slike arbeider vil føre til at tilførslene av kobber og jern til Folla vil øke en periode før eventuelt nye tiltak iverksettes.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Kisgruve Tungmetallavrenning Drensvann Folldal Verk 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Pyrite Mining Metal Run-off Acid Rock Drainage Folldal Mines, Norway
---	--

Eigil Rune Iversen

Eigil Rune Iversen

Prosjektleder

Helge Liltved

Helge Liltved

Forskningsleder

Nils Roar Sælthun

Nils Roar Sælthun

Forskningsdirektør

O-23349

Avrenning fra Folldal Verk, Folldal sentrum

Undersøkelser i 2003-2004

Forord

Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelser av effekter av gruvevirksomheten til Follidal Verk siden 1966. Undersøkelsene har således pågått under den gamle driften ved Follidal hovedgruve i Follidal sentrum og ved den nye gruva på Tverrfjellet. Etter at gruvedriften ble nedlagt i 1993, ble det gjennomført oppryddingsarbeider og forurensningsbegrensende tiltak ved begge områdene. Arbeidene ble avsluttet i 1994.

Den foreliggende rapporten gir en status for forurensningssituasjonen i nedre del av vassdraget ved gruveområdet i Follidal sentrum høsten 2004. Oppryddingsarbeidene her pågikk i perioden 1992-1994. Oppdragsgivere i årene etter har vært Norsulfid as, Miljøsikringsfondet Follidal Verk og Bergvesenet. Undersøkelsene i perioden 2003-2004 har vært finansiert av Bergvesenet og av Miljøsikringsfondet Follidal Verk som har bekostet den rutinemessige prøvetakingen.

Lokal observatør og ansvarlig for den rutinemessige prøvetaking har vært Kjell Streitlien, Follidal som vi herved takker for vel utført feltarbeid. En takk også til Follidal kommune for samarbeidet i perioden.

Oslo, 03. desember 2004

Egil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
2. Hydrologi	9
2.1 Innledning	9
2.2 Nedbør og klima	9
2.3 Vannføring i Folla	12
2.4 Vannføringer i gruveområdet	13
3. Vannkvalitet	15
3.1 Undersøkellesprogram	15
3.2 Stasjon Fo7 - Folla ved Folshaugmoen	15
4. Forurensningstransport	17
5. Samlet vurdering	21
6. Referanser	24
Vedlegg A. Analyseresultater	25

Sammendrag

Den nåværende kartlegging av forurensningstilførslene fra gruveområdet i Follidal 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 drensrør 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. Det er derved mulig å lage et bedre forurensningsbudsjett for området.

Ved utløpet av august måned 2004 var det ennå ikke mulig å spore noen positive effekter at tiltakene som ble gjennomført i 1992-1994. Tungmetallkonsentrasjonene i vassdraget er omtrent på samme nivå som de har vært i alle år. Avrenning fra avfall i dagen er 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. Store deler av overflateavrenningen tar veien gjennom løsmassene på veien ned mot Folla. Eksisterende dreneringssystem er utilstrekkelig for å fange opp denne avrenningen. Tilførslene til Folla kan variere svært mye avhengig av nedbør og klima.

Noen nøkkeltall for forurensningstilførslene pr. august 2004:

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	2303	198495360

Årsaken til den lave transport de to siste år har sammenheng med lite nedbør vinteren og våren 2002/2003 og et forholdsvis nedbørfattig år i 2003/2004 med liten utvasking fra gruveområdet. Samme forhold ble observert for de to stasjonene i gruveområdet. Da store deler av kobberavrenningen fra gruveområdet fanges opp i løsmassene nedenfor, er det mulig at kobbertransporten ved kildene er omkring 50 % høyere enn i tabellen ovenfor.

Årstransport for gruvevann ved utløpet av stoll 2. Hydrologiske år.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Cd kg	SO ₄ tonn	Vannmengde m ³
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

Årstransport for samlet avrenning på rørnett ved gamle slamdam

År	Cu	Zn	Fe	Cd	SO₄	Vannmengde
	tonn	tonn	tonn	kg	tonn	m³
2001-2002	9,0	6,1	102	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

Summary

Title: Transport of pollutants from Folldal Mines, Norway.

Year: 2004

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4626-6

Mining for sulphide minerals in the Folldal area took place in the period 1748-1993. The major activities are located in two mining areas, the old Folldal mine in the community centre and Tverrfjellet mine about 30 km upstream the community centre. From about 1935 concentrates of copper, zinc and pyrite were produced by selective flotation.

This report deals with pollution situation at the old mine site which was operated from 1748 until mine closure in 1968. At the final mine closure in 1993, a number of mitigative measures were carried out. At the old mine site, different waste material were removed and disposed under water within the new mine at Tverrfjellet. Due to conservation interests, it was not possible to remove all waste and raise the water table within the mine.

In the following years no significant effects on the water quality in Folla River were observed. Run-off from the remaining mine waste is the main source of pollution in the area. During the winter situation and in dry periods with little precipitation, the strongly acidic mine water is the most important source.

In the proceeding work an improved drainage system in the area is recommended. It is also recommended to reduce the inflow of relatively unpolluted water into the mine site and the mine as well.

1. Innledning

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 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 Bergvesenet ansvaret for å videreføre avrenningsundersøkelsene i gruveområdet. Programmet har stort sett fulgt samme opplegg som tidligere, bortsett fra at vannmengdemålingene ble forbedret ved at det ble laget nye måleprofiler og igangsatt kontinuerlige vannmengdemålinger ved utløpet av gruva (St.1 Stoll 2) og for samlet avrenning (St.2 Slamdam). Den foreliggende rapport gir en fremstilling av resultatene fra undersøkelsene for perioden 1.09.2003-31.08.2004.



Figur 1. Drensrør for samlet avrenning fra gruveområdet i Folldal sentrum (st.2).

2. Hydrologi

2.1 Innledning

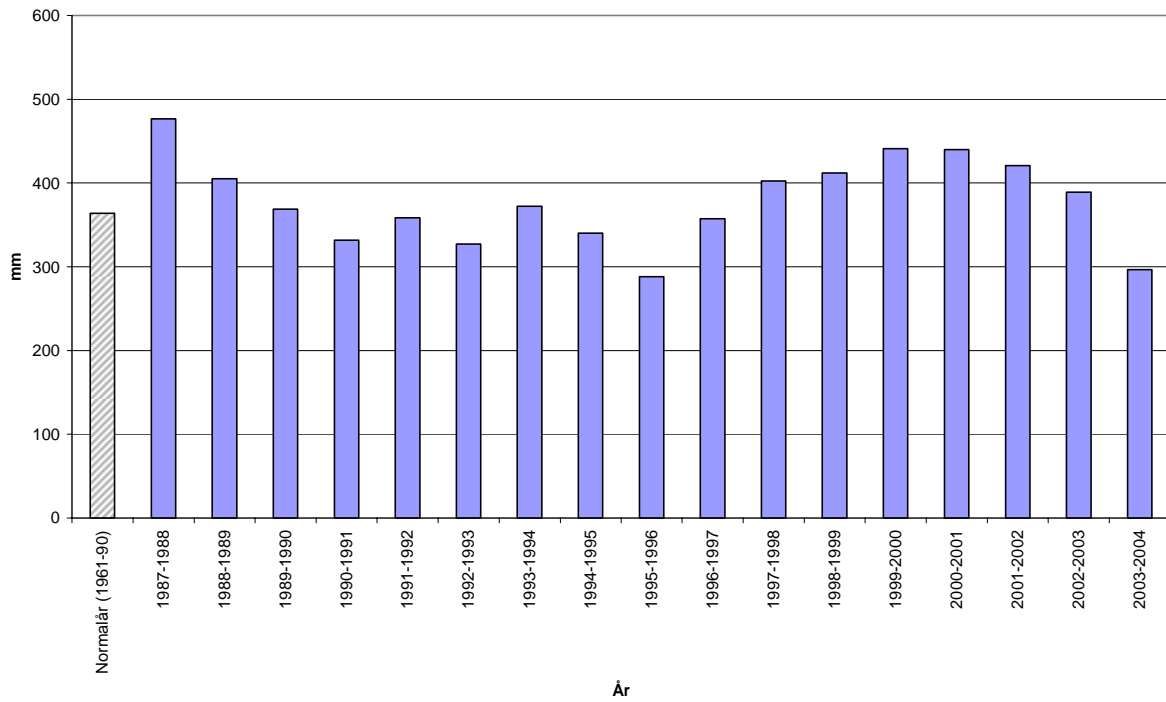
En av målsettingene med undersøkelsesprogrammet har vært å beregne forurensningstransporten fra gruveområdet, vurdere hvordan transporten fordeler seg på hovedkildene, og hvordan den har utviklet seg over tid etter at de forurensningsbegrensende tiltak i området ble avsluttet i 1994. For å kunne beregne transporten har en behov for pålitelige mål for vannføringen ved de enkelte prøvetakingsstasjoner i tillegg til de kjemiske analyseverdiene. Fra 1997 er det gjennomført kontinuerlige vannføringsmålinger i Folla ved Brandsnes bru. Målingene er utført av NVE. Fra november 2001 er det også gjennomført tilsvarende målinger ved de to rutinestasjonene i gruveområdet i Folldal sentrum.

I gruveområdet i Folldal sentrum ble vannføringen tidligere målt manuelt 1 x pr. mnd ved hver prøvetaking ved å måle overløpshøyden i en 90 graders profil på utløpsrøret i kummen ved utløpet av stoll 2. En tilsvarende profil var laget på røret for samlet avrenning like før utløpet i Folla. Det viste seg etter hvert at disse profilene var dårlig egnet for å måle vannføringen. Profilene ble overskredet i flomperioder og det var dessuten ikke mulig å kontrollere målenøyaktigheten. I november 2001 ble det derfor laget en ny overløpsprofil i utløpskummen utenfor stoll 2 (st.1). Det ble montert en overløpskasse med 60 graders trekantet profil nede i utløpskummen. Overløpshøydene registreres automatisk vha. trykceller og batteridrevet datalogger. Det ble også laget ny overløpsprofil på røret for samlet avrenning nede ved slamdammen. En av stakekummene nedenfor riksveien ble delt med en plate med 90 graders trekantet profil. Overløpshøydene registreres automatisk som på samme måte som for stoll 2. Loggefrekvensen ble satt til 1x pr. time. Vannføringene beregnes vha. målte overløpshøyder i hht. Otnes og Ræstad (1971). Målingene er kontrollert vha bømte/stoppeklokke under NIVAs befaringer.

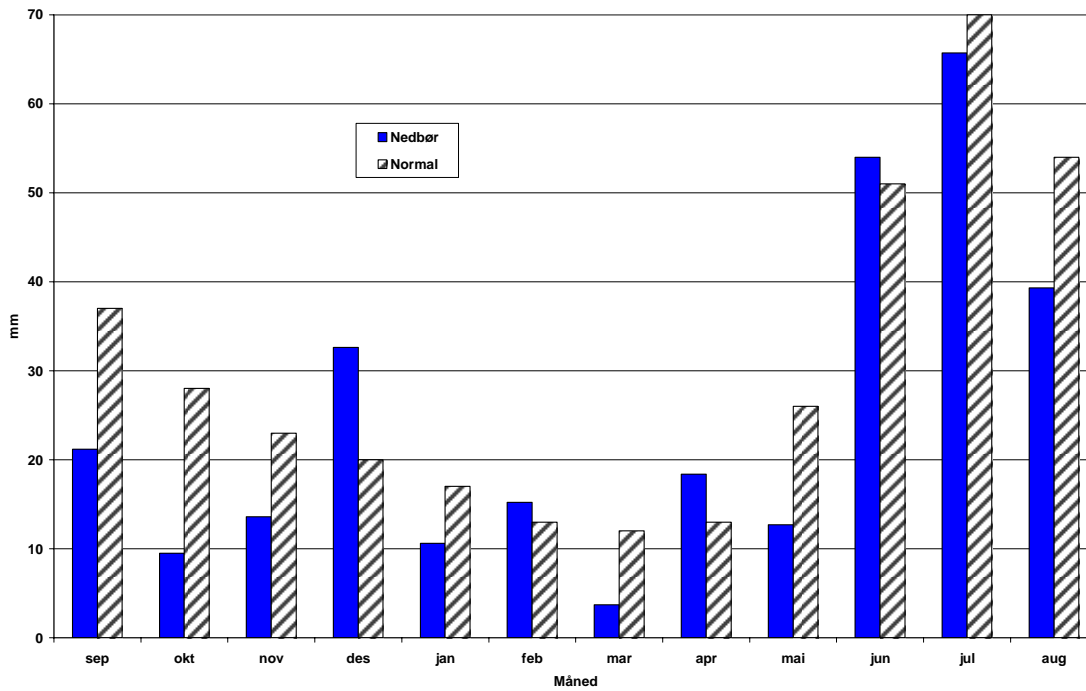
2.2 Nedbør og klima

I tabell 1 er samlet nedbørdata for den meteorologiske målestasjonen i Folldal (9100 DNMI) for perioden 1987-2004. De årlige nedbørhøyder er presentert grafisk i figur 2. Figur 3 viser månedlige nedbørhøyder og nedbørnormaler for det hydrologiske året 2003-2004. Normalt er det mest nedbør i månedene juni-august i Folldal. Høsten 2003 var forholdsvis nedbørfattig i likhet med mai og august måned 2004. I juni og juli 2004 falt det nedbør omkring normalen. I det hydrologiske året 2003-2004 falt det 81,5 % av normal nedbør.

Meteorologisk institutt har ingen klimamålinger i Folldal. NIVA har imidlertid temperatursensorer ved vannføringsstasjonene. En har valgt å ta med observasjonsmaterialet her selv om måledataene ikke er helt representative for gruveområdet på grunn av stasjonsplasseringen. Figur 4 viser døgnmiddeltemperaturene ved målestasjonen ved den gamle slamdammen (st.2). En ser at døgnmiddeltemperaturen var stort sett under 0 fra begynnelsen av oktober 2003 til midten av mars 2004. Det er ofte at en kan observere høye metallkonsentrasjoner i Folla i perioden mars-mai da en kan ha stor avrenning fra det sydvendte sentrumsområdet før en får nevneverdig snøsmelting fra det øvrige nedbørfeltet. Dersom det faller nedbør av betydning i denne perioden i form av regn, kan utvaskingen fra gruveområdet bli forholdsvis stor samtidig som fortynningsbetingelsene i elva er beskjedne.



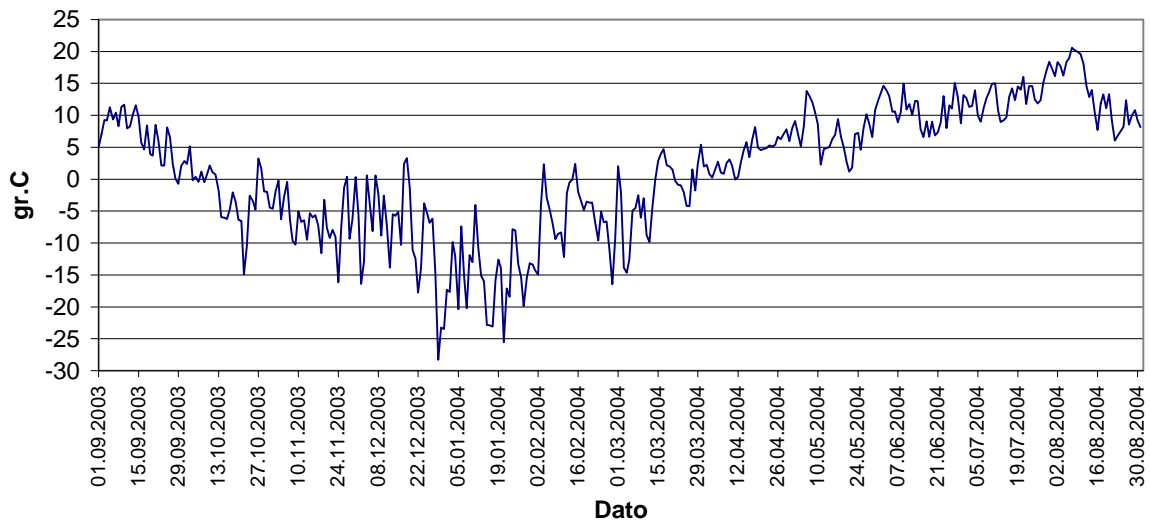
Figur 2. Årlige nedbørhøyder i Folldal. Hydrologiske år 1987/1988-2003/2004. Normalår = 364 mm.



Figur 3. Månedsnedbør i Folldal 2003-2004 (kilde: DNMI)

Tabell 1. Månedlige nedbørhøyder ved den meteorologiske målestasjonen i Folldal (Kilde: DNMI).

Hydr. År	Sep mm	Okt mm	Nov mm	Des mm	Jan mm	Feb mm	Mar mm	Apr mm	Mai mm	Jun mm	Jul mm	Aug mm	Året mm	Årsnedb. %
Normalår (1961-90)	37	28	23	20	17	13	12	13	26	51	70	54	364	100
1987-1988	40,8	54,1	17,2	17,5	24,0	29,4	7,0	2,5	31,7	127,1	50,8	74,6	477	131
1988-1989	67,6	19,8	8,4	35,5	17,1	16,6	8,2	19,4	15,1	17,6	118,0	61,9	405	111
1989-1990	13,3	12,4	17,9	18,0	21,9	30,9	13,9	10,6	12,2	53,0	27,7	137,2	369	101
1990-1991	18,8	13,7	12,0	12,7	26,8	10,7	29,2	23,4	16,6	60,9	71,7	35,2	332	91
1991-1992	20,6	16,8	8,6	54,1	6,3	4,2	19,6	10,0	1,7	121,2	41,5	53,9	359	98
1992-1993	25,0	12,0	33,9	19,9	26,6	4,9	11,9	12,6	17,1	0,9	60,4	102,2	327	90
1993-1994	18,5	34,6	4,0	11,5	10,1	21,6	0,5	4,3	51,6	38,5	75,7	101,4	372	102
1994-1995	55,6	5,8	34,6	11,7	32,0	1,2	5,0	6,6	22,8	60,0	26,2	78,6	340	93
1995-1996	21,8	19,4	9,8	10,1	13,5	9,5	16,4	16,8	37,9	59,6	40,9	32,7	288	79
1996-1997	34,1	30,8	20,9	6,6	0,9	15,5	4,5	10,6	63,2	53,9	72,6	43,7	357	98
1997-1998	38,0	41,5	11,7	21,4	6,2	17,6	2,8	12,8	112,1	37,7	41,7	58,9	402	111
1998-1999	55,5	51,0	9,5	12,8	7,7	17,7	10,5	26,5	6,9	66,6	113,1	34,2	412	113
1999-2000	38,0	37,0	25,0	47,0	19,0	39,0	33,0	27,0	5,0	76,0	64,0	31,0	441	121
2000-2001	15,0	54,0	41,3	10,9	30,7	8,6	53,1	25,8	22,1	43,6	55,7	78,9	440	121
2001-2002	35,9	48,2	16,7	27,6	23,2	12,6	11,2	13,8	32,9	76,1	90,2	32,2	421	116
2002-2003	25,6	28,4	22,5	6,7	25,8	5,5	1,4	11,0	45,5	49,9	52,2	114,8	389	107
2003-2004	21,2	9,5	13,6	32,6	10,6	15,2	3,7	18,4	12,7	54,0	65,7	39,3	297	81,5

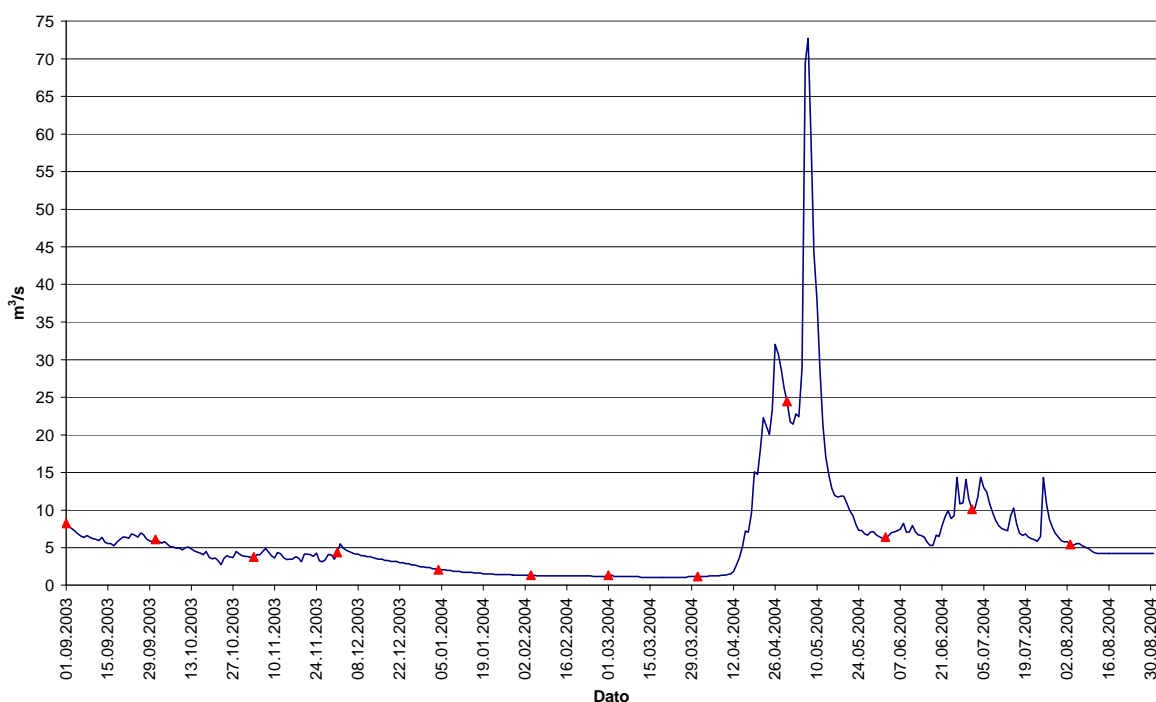
**Figur 4.** Døgnmiddeltemperaturer i Folldal sentrum ved st.2.

2.3 Vannføring i Folla

I Folla oppstrøms Folshaugmoen ble det montert en limnigraf med elektronisk vannstandsregistrering i oktober 1997. Tidligere har en ikke kunnet oppgi pålitelige vannføringer her, noe som har vært et savn i forbindelse ved transportvurderinger. Limnigrafen er plassert ved Brandsnes bru over Folla på veien til flyplassen ved Grimsmoen (kartref.558879). Limnigrafen er montert, kalibrert og drevet av NVE. Stasjon Fo7 Folshaugmoen ligger ca. 4 km nedstrøms limnigrafstasjonen. I de beregninger som er gjort senere i denne rapporten, har vi forutsatt at vannføringen er den samme ved Folshaugmoen som ved Grimsmoen, da vi antar at nedbørfeltet som drenerer til elvestrekningen mellom Grimsmoen og Folshaugmoen er uten vesentlig betydning i denne sammenheng.

Folla er ca. 108 km lang og har et nedbørfelt på 2170 km². Hvis en benytter en avrenningskoeffisient på 11,2 l s⁻¹ km⁻² (ved Husom, NVE-1987), blir normal middelavrenning 24,3 m³/s ved Alvdal der Folla løper sammen med Glåma. Ved limnigrafstasjonen ved Grimsmoen er nedbørfeltets areal beregnet til 623,2 km². Normal middelavrenning kan her beregnes på tilsvarende måte til 7,0 m³/s. Figur 5 viser forløpet av vannføringsregistreringene ved Grimsmoen i periodene 2003-2004. Prøvetakingstidspunktene er markert på figuren.

Vårflommen i Folla starter vanligvis i begynnelsen av mai måned med en flomtopp omkring 15.mai. I 2004 inntraff flomtoppen den 7.mai. Vårflommen varer normalt i 2-3 uker mens flomtoppen vanligvis er kortvarig. Vannføringen avtar raskt etter vårflommen.



Figur 5. Vannføring ved Brandsnes bru i Follidal 2003-2004 (døgnmiddelvannføringer) med markering av prøvetakinger.

I tabell 2 er det samlet data for målt avrenning, beregnede middelvannføringer basert på feltmålinger og på årsnedbør/avrenningskoeffisient. Bortsett fra de to siste årene var det rimelig god overensstemmelse mellom teoretisk middelvannføring beregnet vha arenningskoeffisient korrigert for årsnedbør og middelvannføring beregnet vha feltmålinger. Det falt mye nedbør i siste halvdel av

august 2003. Av praktiske årsaker ble vannføringsloggeren tømt et par uker før 01.09.2003. Avrenningstallene som ble oppgitt i foregående rapport er imidlertid korrigert. Verdiene for forurensningstransporten i 2003/2003 er således også endret.

Tabell 2. Middelvannføringer og avrenning i Folla ved Grimsmoen 1997-2004. 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	198 495 360

2.4 Vannføringer i gruveområdet

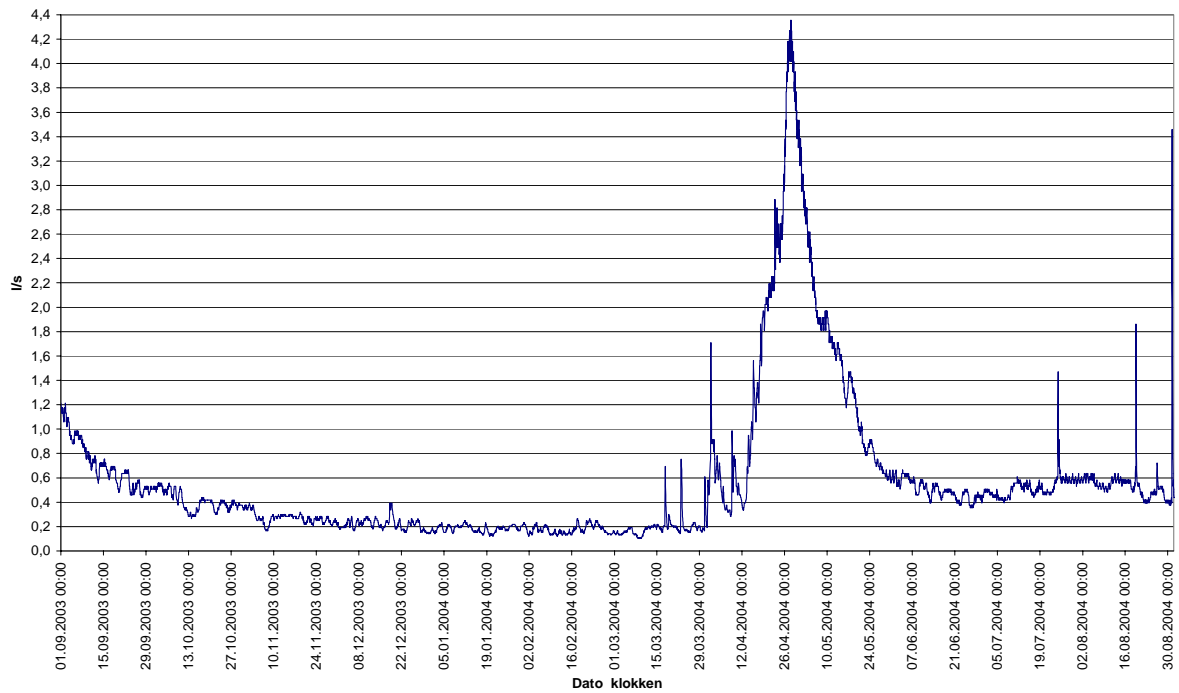
Figur 6 og figur 7 viser vannføringsobservasjonene for stoll 2 og for samlet avrenning ved slamdammen. I tabell 3 er sammenstilt noen nøkkeltall for de to målestasjonene i gruveområdet. Tallene for stoll 2 er de mest pålitelige. Ved målepunktet for samlet avrenning ved slamdammen har det vært noen driftsproblemer som skyldes at inntakskummen til drensledningen nedenfor riksveien ikke greier å ta unna alt vann når det blir stor flom. Ved et par anledninger har også måleprofilen i kummen vært overskredet. Tilløpsrøret til målekummen ble også gjentettet med sand slik at alt vannet gikk i overløp på inntakskummen. Både minimums- og maksimumsverdiene er derfor feil. For beregning av døgnmiddelverdier og årsavrenning er derfor målinger ved stoll 2 lagt til grunn for estimering av verdier for stasjon 2 slamdam i perioder med manglende data.

Tabell 3. Døgnmiddelvannføringer og årsavrenning for målepunktene i gruveområdet.

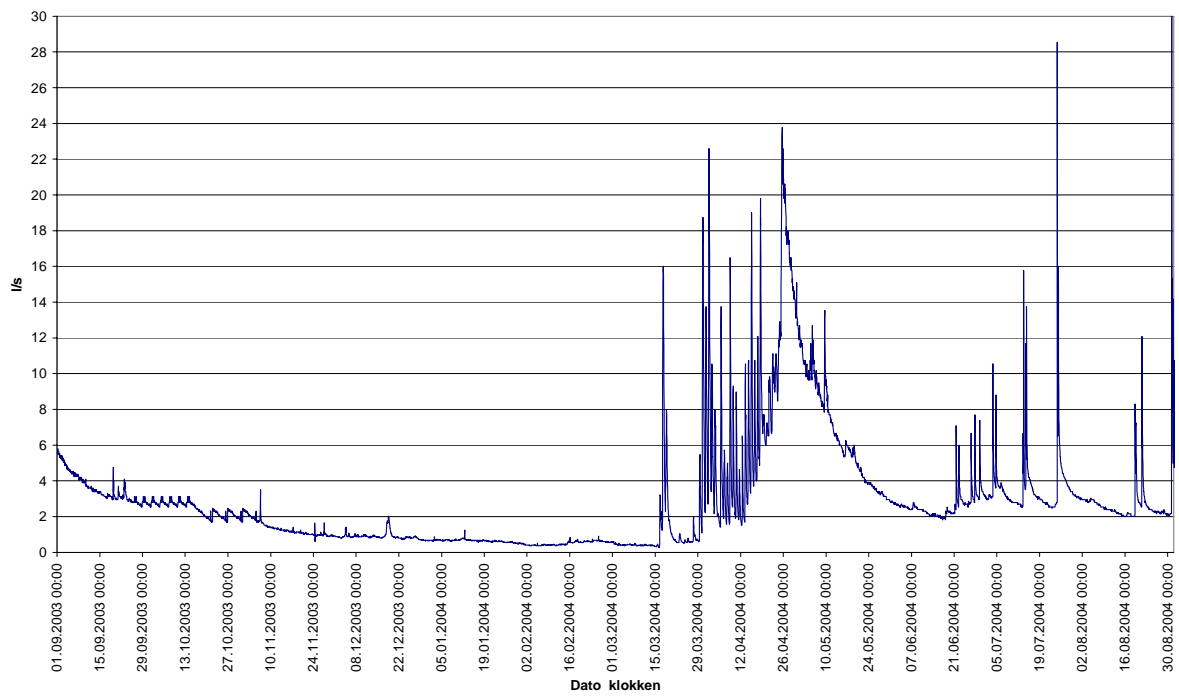
Stasjon	År	Avrenning m ³ /år	Middel m ³ /h	Maks m ³ /h	Min m ³ /h	Median m ³ /h
Stoll 2	2001-2002	27750	3,2	16,1	0,51	1,96
Stoll 2	2002-2003	18426	2,1	13,6	0,32	1,19
Stoll 2	2003-2004	17943	2,0	14,9	0,58	1,31
Slamdam*)	2001-2002	131544	9,3	40,8	0,36	6,8
Slamdam**)	2002-2003	87696	10,1	155	1,7	6,6
Slamdam	2003-2004	91229	10,4	71,8	1,3	8,5

*) 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 6. Vannføringsobservasjoner ved utløpet av stoll 2 2003-2004. Timesobservasjoner.



Figur 7. Vannføringsobservasjoner for samlet avrenning ved slamdam 2003-2004. Timesobservasjoner.

3. Vannkvalitet

3.1 Undersøkellesprogram

Tabell 4 gir en oversikt over prøvetakingsstasjoner som har vært benyttet i undersøkelsesprogrammet i perioden 2003-2004.

Tabell 4. Prøvetakingsstasjoner for undersøkelser av avrenning fra Folldal sentrum i 2003-2004.

St. nr.	Navn	Frekvens	Posisjon målt med GPS
1	Gruvevann utløp stoll 2	1 x mnd.	N 62° 08,383'; E 09° 59,310'
2	Utløp drensledning ved gamle slamdam	1 x mnd.	N 62° 07,995'; E 09° 58,456'
Fo7	Folla ved Folshaugmoen	1 x mnd.	N 62° 07,746'; E 10° 07,244'

Ved valg av analyseprogram er det lagt mest vekt på parametre som har tilknytning til de forvitningsprodukter som dannes i gruver og gruveavfall (tungmetaller, sulfat). I tillegg er tatt med pH og konduktivitet som gir informasjon om generell vannkvalitet og innhold av salter. Ved analyse av metaller og svovel er benyttet atomemisjonsteknikk (ICP). Ved analyse av drensvannet er benyttet vanlig ICP-teknikk, mens prøvene fra Folla er analysert v.h.a. ICP-teknikk med massespektrometer som detektor (ICP-MS). Alle analysene er utført ved NIVA. De månedlige prøvene er tatt av Kjell Steitlien, Folldal mens NIVA har foretatt flere inspeksjoner for kontroll av vannføringsloggere.

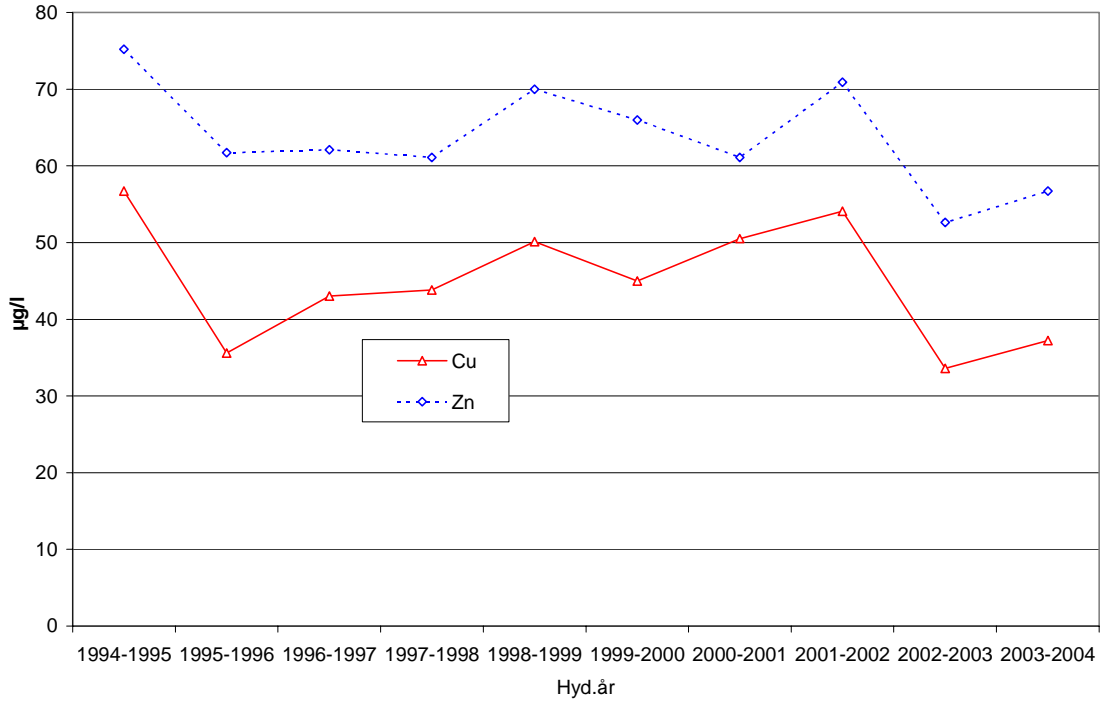
3.2 Stasjon Fo7 - Folla ved Folshaugmoen

Stasjonen ved Folshaugmoen ble opprettet i 1966 i forbindelse med kartlegging av effektene av tilførselene fra gruvevirksomheten i Folldal sentrum som på det tidspunkt ennå var igang. Vi viser til sluttrapporten for Folldal Verk fra 1999 (Iversen et al, 1999) der det er gjort en samlet fremstilling av analysematerialet for stasjonen for perioden 1970-1998. Fra og med 1984 er stasjonen prøvetatt regelmessig en gang pr. måned.

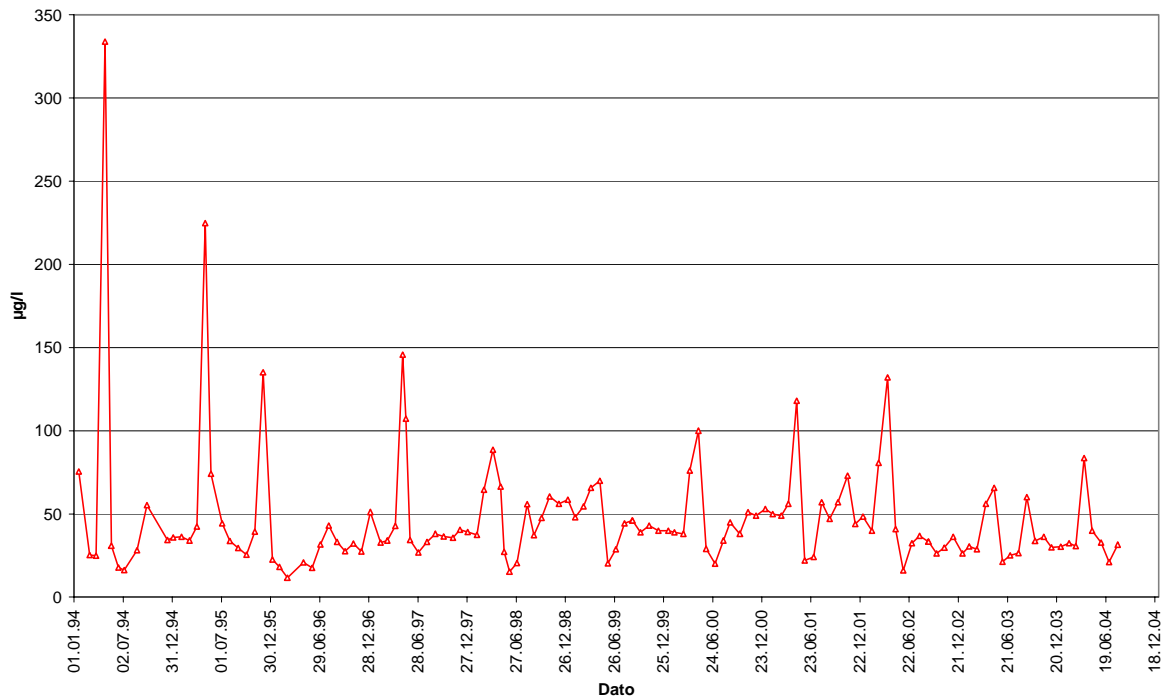
Etter at Miljøsikringsfondet overtok ansvaret for oppfølging av vannkvaliteten i Folla, ble analyseprogrammet noe forenklet i 1999 til å omfatte de viktigste tungmetaller, samt pH, konduktivitet og sulfat. Etter at Bergvesenet overtok ansvaret for oppfølgingen av vannkvaliteten i Folla i november 2001, har undersøkelsene fulgt samme opplegg. Hensikten med denne stasjonen har i de siste 10 år vært å kontrollere endringer i vannkvaliteten i Folla etter tiltakene som ble avsluttet i 1994. Analyseresultatene for perioden 2003-2004 er samlet i tabell 12, mens tabell 13 gir en oversikt over beregnede tidsveiede middelveier for de viktigste analyseparametre for hydrologiske år i perioden 1997-2004.

Resultatene viser som i tidligere år at de sterkt sure tilførselene fra gruveområdet i Folldal sentrum ikke har noen merkbar effekt på pH-verdien i Folla. Dette betyr at Folla har tilstrekkelig bufferkapasitet til å nøytralisere disse tilførselene. Når det gjelder tungmetallene, er det ingen endringer av betydning når det gjelder nivåene i tiden etter 1994 da tiltakene ble avsluttet. Forholdene i de to siste år har vært spesielle idet lite nedbør i lange perioder av året har ført til at vannføringene har vært lavere enn normalt. Dette kan være årsaken til noe lavere tungmetallkonsentrasjoner for siste periode (mindre utvasking fra avfall i dagen). Figur 8 gir en grafisk fremstilling av tidsveiede årsmiddelveier for kobber og sink for hydrologiske år i perioden 1994-2004. Materialet tyder ikke på store endringer i forurensningstilrslene i perioden. De variasjoner som kan påvises kan forklares med naturlige variasjoner som følge av variasjoner i nedbør og klima. Noe lavere konsentrasjoner de to siste år er en konsekvens av dette. Når prøvetakingsfrekvensen kun er månedlig, må en også regne med variasjoner

fra år til år da tidligere undersøkelser har vist at konsentrasjonene kan endre seg mye fra dag til dag, spesielt under vårfloppen. Figur 9 viser alle kobberobservasjoner i perioden 1994-2004. De høyeste konsentrasjonene inntreffer i løpet av en kort periode om våren mens det er stor avrenning fra gruveområdet mens vannføringen i vassdraget ikke har økt nevneverdig da denne kommer normalt et par uker senere når snøsmeltingen i høvfjellsområdene starter..



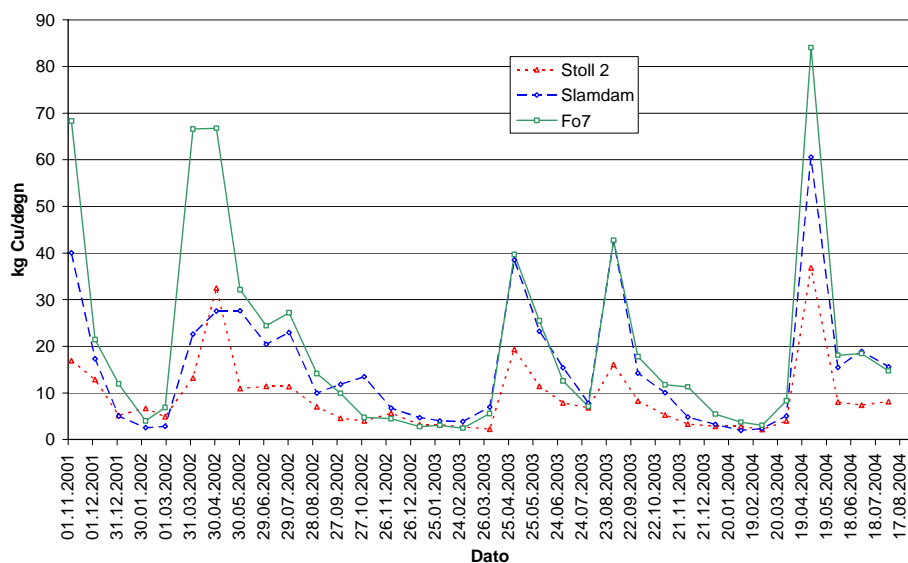
Figur 8. Tidsveiede årsmiddelverdier for kobber og sink ved Folshaugmoen 1994-2004.



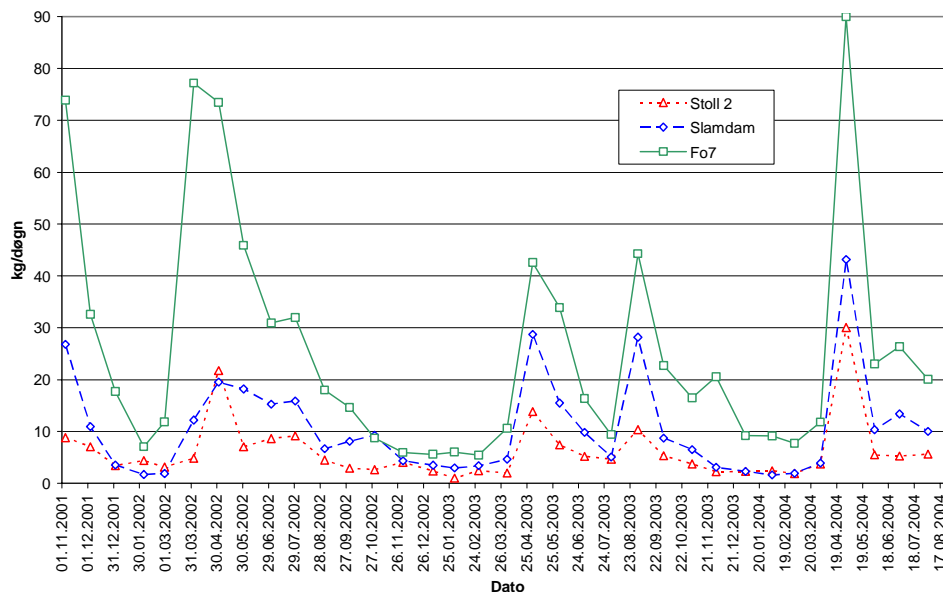
Figur 9. Kobberobservasjoner i Folla ved Folshaugmoen 1994-2004.

4. Forurensningstransport

Ved hjelp av analyseverdi og vannføringsobservasjon kan en beregne den momentane materialtransport. I figur 10 og figur 11 er fremstilt momentane transportobservasjoner for kobber og sink fra november 2001 til 01.09.2004. I denne perioden har en hatt kontinuerlige vannføringsobservasjoner ved alle stasjoner. I beregningen har en benyttet analyseverdi og døgnmiddelvannføring som beregningsgrunnlag.



Figur 10. Momentane transportverdier for kobber i perioden 2001-2004.



Figur 11. Momentane transportverdier for sink i perioden 2001-2004.

Figurene viser at det er forholdsvis store forskjeller fra år til år og mellom kobber og sink. Transporten er høyest om våren under snøsmeltingen, men kan også være høy når det er mye regn som for eksempel i november 2001 og i august 2003. Når det gjelder kobber, er transporten svært lik for stasjon 2 (samlet avrenning) og stasjon Fo7 Folshaugmoen i store deler av året. Dette betyr at tilførslene som kommer fra røret for samlet avrenning fra Follidal sentrum er den vesentligste forurensningskilde i området mht de tilførsler som kommer fram til Folla. Om vinteren betyr gruvevannet (St.1 Stoll 2) nesten alt, idet det er beskjedne tilførsler fra gruveavfall i dagen. I perioden 2001-2004 har det også forekommet episoder der transporten i elva er mye høyere enn for samlet avrenning ved st.2 slik som i november 2001 og i mars-april 2002. Det må her bemerkes at elva i perioder også transporterer tungmetallslam som kan være resuspendert fra bunnmaterialet. Dette kan forekomme når vannføringen endrer seg mye som følge av mye nedbør eller snøsmelting. Av og til kan det derfor være vanskelig å sammenholde observasjonene i Folla med dreinsvann fra gruveområdet.

Når det gjelder sink, er transportbildet forskjellig fra kobber. En ser av figur 11 at i store deler av året er sinktransporten i Folla betydelig høyere enn ved utløpet av røret for samlet avrenning. Da tidligere undersøkelser har vist at det er lite sannsynlig at andre kilder enn gruveområdet i Follidal sentrum kan forårsake dette transportbildet, betyr dette at det skjer en betydelig transport av sink til Folla utenom dreinsrørnettet og i form av grunnvannstilførsler. Dette synes å være en rimelig forklaring idet en også kan observere at i perioder med mye regn eller snøsmelting står det sterkt forurenset vann i flere av grøftene i gruveområdet. Dette vannet trenger ikke inn på rørnettet i dag, men transporteres i grunnen ned mot Folla. Når det gjelder transporten gjennom løsmassene, er sink-, sulfat-, kadmium- og toverdige jernioner mer mobile enn kobber- og treverdige jernioner. Disse forhold er den mest sannsynlige forklaringen på at sinktransporten i Folla er høyere enn kobbertransporten mens når det gjelder stasjonen for samlet avrenning er kobbertransporten høyere enn sinktransporten. Dette betyr at store deler av avrenningen av kobber fra gruveavfall i dagen ikke kommer fram til elva, men tas opp av løsmassene mellom gruveområdet og elva i likhet med treverdige jern.

I tabell 5 er det gjort en beregning av årstransporten av kobber, sink, jern, kadmium og sulfat i Folla ved Folshaugmoen. Beregningen er gjort for hydrologiske år og for de årene hvor en har kontinuerlige vannføringsobservasjoner. Beregningen er utført med bakgrunn i tidsveiet verdi for analyseresultat og samlet avrenning for det hydrologiske året. En ser at årstransporten er svært avhengig av avrenningens størrelse. I 2002-2003 falt det meget lite nedbør i form av regn, noe som tydelig førte til en liten utvasking av forvittringsprodukter fra gruveområdet. I 2003-2004 økte transporten en del igjen, men kobbertransporten var kun ca halvparten av et "normalår".

Tabell 5. Årstransport i Folla ved stasjon Fo7 Folshaugmoen. Hydrologiske år.

	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	2303	198495360

I tabell 6 og tabell 7 er det gjort tilsvarende beregninger av materialtransporten ved de to stasjonene i gruveområdet. Ved disse stasjonene har en bare hatt kontinuerlige vannføringsmålinger fra begynnelsen av november 2001. Før 2001-2002 er årstransporten beregnet ved å tidsveie enkeltobservasjoner over året. Da det i tillegg var en del usikkerheter knyttet til de gamle

måleprofilene ved disse stasjonene er det derfor vanskelig å si noe om hvilken usikkerhet forskjellen i beregningsmåte medfører.

Tabell 6. Årstransport ved utløpet av stoll 2 (st.1). Hydrologiske år.

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

Tabell 7. Årstransport ved utløp av rør for samlet avrenning (St.2 Slamdam). Hydrologiske år.

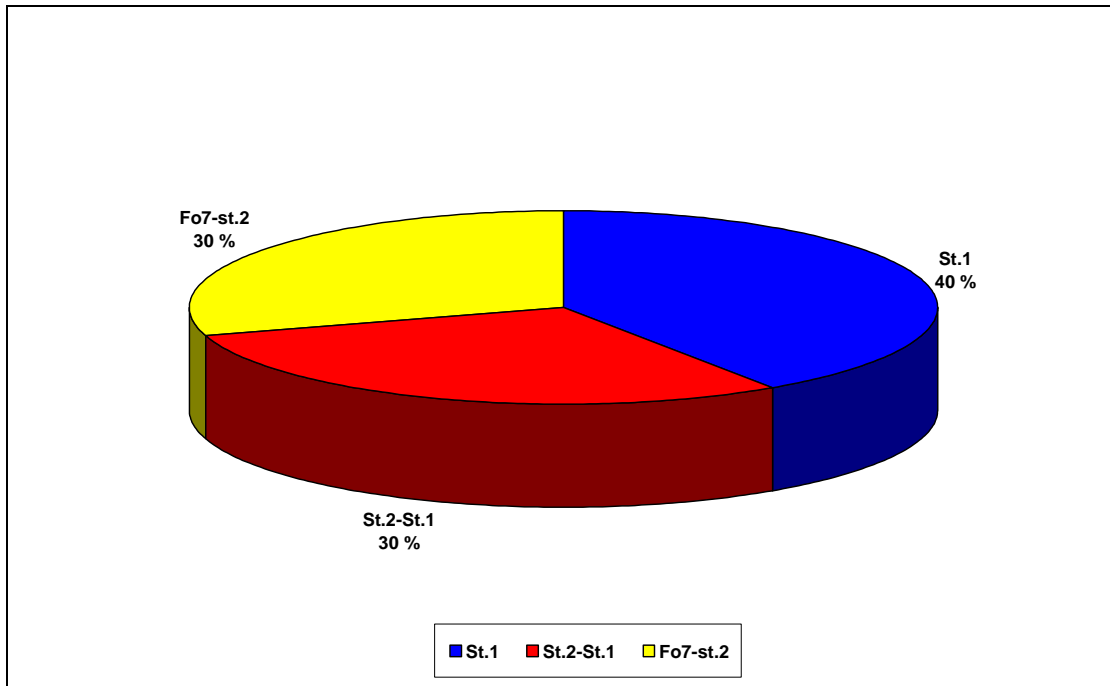
År	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Cd kg	SO ₄ tonn	Vannmengde m ³
1993-1994	5,6	4,5	57,5	18,2	315	
1994-1995	9,4	8,2	120	26,5	822	
1995-1996	1,9	1,7	20	5,0	110	
1996-1997	4,6	3,8	53,9	8,2	287	
1997-1998	6,1	5,1	72,3	19,5	388	
1998-1999	7,1	5,4	91,8	20,6	457	
1999-2000	9,4	6,8	119	32,8	601	
2000-2001	16,3	9,9	226	45,7	870	
2001-2002	9,0	6,1	102	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

I figur 12 og figur 13 har en gitt en grafisk fremstilling av hvordan transporten av kobber og sink fra gruveområdet fordelte seg på de enkelte kilder i året 2003-2004. Følgende hovedkilder er vist:

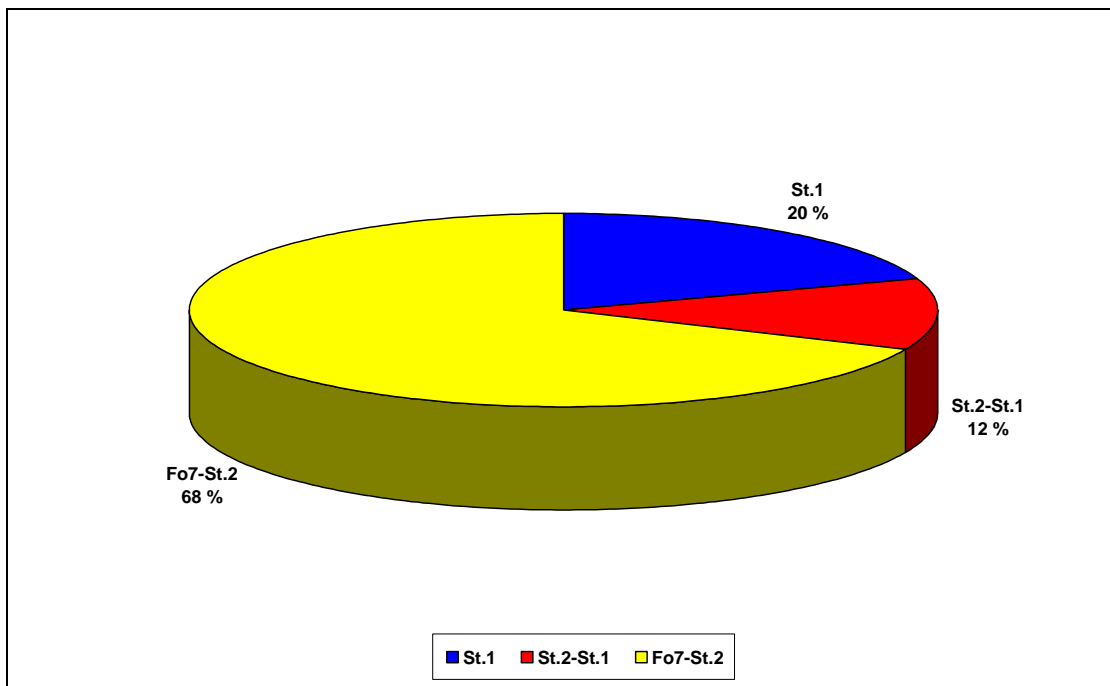
- St.1 Gruvevann ved utløp av Stoll 2.
- St.2-St.1. Differansen mellom disse to stasjonene gir uttrykk for overflateavrenning som samles opp av drenerørnett i gruveområdet (ekskl. tilførsler til Gammelelva, st.3)
- Fo7-St.2. Differansen gir uttrykk for tilførsler til Folla utenom drenerørnett.

Når det gjelder kobber, var gruvevannet tilsynelatende største enkeltkilde i 2003-2004 og bidro med ca 40 % av totaltransporten i Folla. Som nevnt foran kommer store deler av kobberavrenningen fra gruveavfall i dagen ikke fram til Folla, idet kobber tas opp av løsmassene. Dette betyr at dersom en drenerer området bedre, vil sannsynligvis det røde feltet i figur 12 øke betydelig, mens det gule vil avta.

Når det gjelder sink, er bildet helt forskjellig. Av figur 13 ser en at ca 70 % av tilførslene av sink til Folla skjedde utenom drenerørnettet i 2003-2004. Siden andre kilder utenfor området ved Follidal hovedgruve er vurdert til å være av mindre betydning, betyr dette at dersom en gjennomfører tiltak for å samle opp avrenning fra gruveavfall i dagen mer effektivt enn i dag, vil dermed også tilførslene av kobber til vassdraget øke betydelig. Sink er det mest mobile av metallene i avrenningen fra gruveområdet. Dersom en antar at all avrenning av sink når fram til vassdraget i dag, vil tilførslene av kobber til Folla øke med størrelsesorden 40-50 % dersom en drenerer området bedre.



Figur 12. Fordeling av kobbertransport på kilder i 2003-2004.



Figur 13. Fordeling av sinktransport på kilder i 2003-2004.

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 regelmessig prøvetaking ved to stasjoner i gruveområdet og en i Folla nedstrøms Folldal sentrum. Det er tidligere foretatt undersøkelser av avrenningen fra området før de siste tiltakene ble gjennomført. I 1997 ble det mulig å få bedre data for forurensningstransporten fra området ved at det ble opprettet en limnigraf i Folla ved Grimsmoen. Høsten 2001 ble måleprogrammet i gruveområdet forsterket ved at de to målestasjonene ble supplert med utstyr for kontinuerlig vannføringslogging. En har nå tre årsserier der beregningene av forurensningstransporten fra området er basert på likeverdige målinger.

Høsten 2004 var det fortsatt ikke mulig å påvise noen endringer av betydning mht forurensningssituasjonen i området som synes å være forholdsvis stabil. De endringer fra år til år som kan påvises, synes i det vesentligste å ha sammenheng med naturlige endringer i nedbør og klima. I tørre perioder av året og om vinteren betyr tilførslene fra gruva svært mye for samlet transport. Når det er mye nedbør i form av regn, er avrenning fra gruveavfall i dagen største forurensningskilde. Studier av sinktransporten viser at store deler av avrenningen fra overflaten ikke fanges opp av dreneringssystemet, men skjer gjennom grunnen ned til Folla. Dette kan en også se idet mye surt drens vann er synlig i de grøftene som er laget når det er mye nedbør eller snøsmelting (se figur 14 og figur 15). Lite av dette vannet kommer fram til kummene og videre inn på rørsystemet.

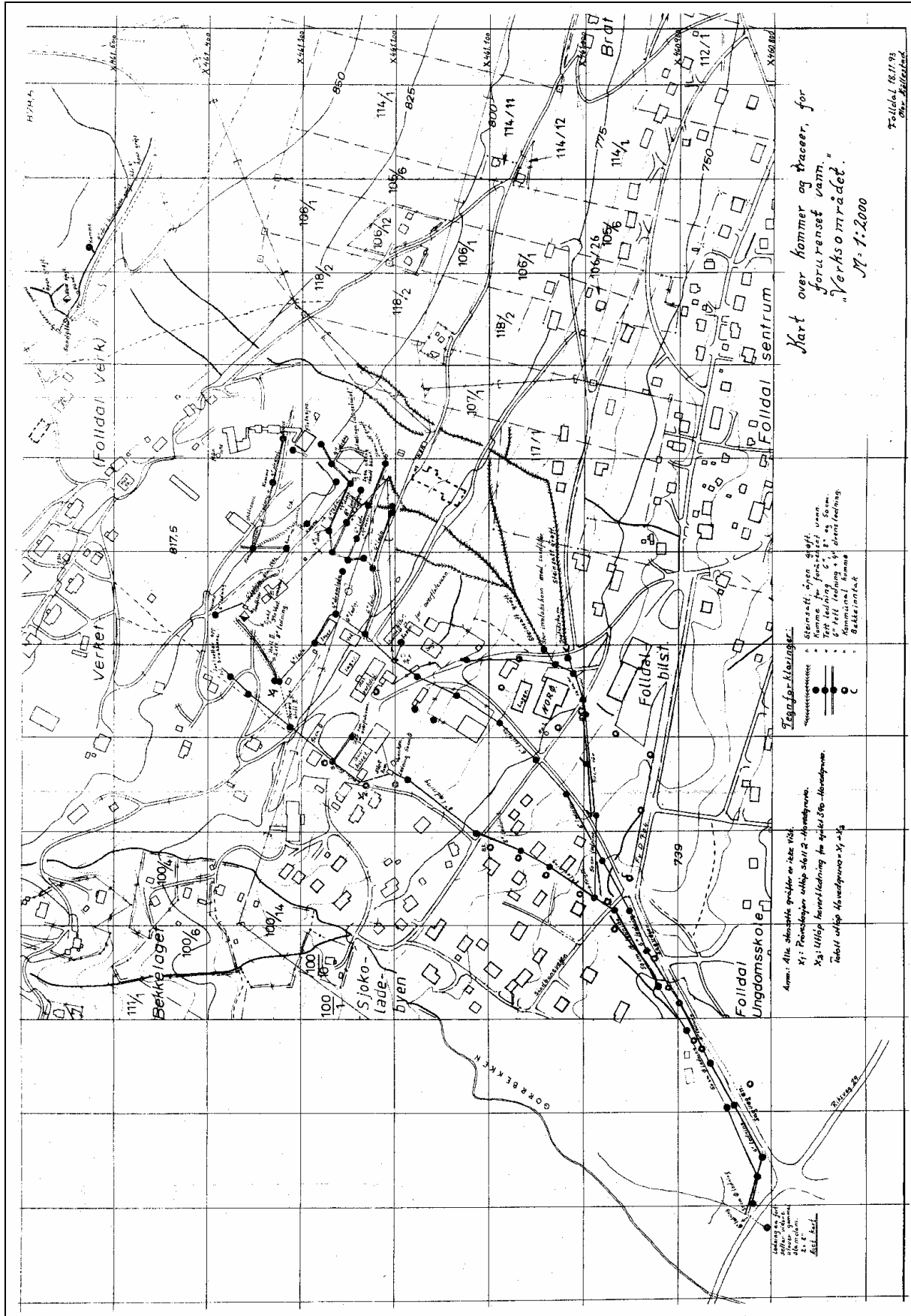
For å begrense noen av de ulempene overflateavrenningen forårsaker mht til korrosjon på rørnett, forurensning av grunnvann i store deler av sentrumsområdet osv, er det nødvendig å gjøre drensgrøftene mer effektive. Når en setter i gang slike arbeider, må en regne med at dette vil føre til en økt metallbelastning på Folla, spesielt mht kobber og jern.



Figur 14. Drensgrøfter i Folldal sentrum (nedenfor saga, fra "Dueslaget" og nedenfor Norø). I disse grøftene kan det observeres stillestående, surt vann som ikke kommer fram til oppsamlingskummene.

Det at store deler av forurensningstilførslene fra gruveområdet til vassdraget skjer gjennom grunnen, gjør arbeidet med å lage et forurensningsbudsjett og massebalanse for de enkelte kilder mer komplisert. Tidligere undersøkelser har vist at om våren når transporten er størst, varierer metallkonsentrasjonene i elva svært mye fra dag til dag. Når det kun er en observasjon pr. måned, vil det derfor knytte

seg en del usikkerheter til beregningene av forurensningstransporten i elva. Når det gjelder de to stasjonene i gruveområdet, varierer vannkvaliteten mindre i løpet av året. Her vil en få rimelig gode tall for forurensningstransporten vha årsmiddelverdi og avrenningens størrelse. Dersom en ønsker å forbedre anslagene for forurensningstransport i elva, må en ta i bruk kontinuerlige systemer i form av monitorer, vannmengdeprosjonal blandprøvetaking, passive prøvetakere og lignende.



Figur 15. Dreneringssystemet i gruvedområdet i Folldal sentrum.

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. 26 s.
- 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. 25 s.
- 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. 60 s.
- 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. 38 s.
- Norges Vassdrags- og Energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge.
- Otnes, J. og Ræstad, E., 1971. Hydrologi i praksis. Ingeniørforlaget A/S. 343 s.

Vedlegg A. Analyseresultater

Tabell 8. Analyseresultater 2003-2004. Stasjon 1. Utløp Stoll 2, Follidal Hovedgruve.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
01.09.2003	2,48	871	10329	301	506	394	2390	163	105	0,358	12,5	1,20	3,29	56,3	1,25
01.10.2003	2,58	917	11048	320	557	436	2470	184	118	0,392	14,1	1,30	3,58	57,3	0,46
03.11.2003	2,58	966	11796	329	614	456	2700	179	127	0,408	14,9	1,39	3,75	53,9	0,30
01.12.2003	2,62	986	11916	329	643	490	2880	190	130	0,426	15,7	1,43	3,83	55,7	0,23
04.01.2004	2,75	1000	11587	327	714	473	3010	174	140	0,433	16,5	1,42	3,67	60,5	0,18
04.02.2004	2,77	1013	11380	322	1013	463	2728	164	141	0,426	16,2	1,43	3,64	57,0	0,18
01.03.2004	2,80	1024	12096	341	686	490	2880	165	147	0,442	16,7	1,50	3,85	57,2	0,13
31.03.2004	2,78	934	11716	308	581	427	2586	139	132	0,396	14,3	1,29	3,33	48,7	0,27
30.04.2004	2,61	859	9790	287	500	362	2410	125	102	0,320	12,2	0,96	2,82	50,3	3,24
02.06.2004	2,62	933	11108	322	580	425	2590	169	116	0,386	14,1	1,20	3,37	54,3	0,51
01.07.2004	2,60	937	12156	332	615	446	2660	174	124	0,415	15,2	1,40	3,62	55,2	0,40
03.08.2004	2,53	871	10509	328	539	404	2350	154	107	0,351	13,3	1,20	3,24	54,6	0,51
Gj.snitt	2,64	943	11286	321	629	439	2638	165	124	0,40	14,64	1,31	3,50	55,1	0,64
Maks.verdi	2,80	1024	12156	341	1013	490	3010	190	147	0,44	16,70	1,50	3,85	60,5	3,24
Min.verdi	2,48	859	9790	287	500	362	2350	125	102,0	0,32	12,20	0,96	2,82	48,7	0,13

Tabell 9. Analyseresultater 2003-2004. Stasjon 2. Samlet avrenning fra Follidal sentrum ved slamdam.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
01.09.2003	2,55	518	5419	211	266	231	1050	88,9	58,8	0,21	8,23	0,77	1,88	35,2	4,99
01.10.2003	2,53	460	3862	157	191	163	719	62,3	38,2	0,144	5,98	0,551	1,32	25,9	3,41
03.11.2003	2,57	419	3862	145	191	155	721	57,8	37,4	0,133	5,67	0,529	1,28	21,8	1,83
01.12.2003	2,58	454	4072	147	211	169	844	62,5	40,4	0,146	5,84	0,545	1,33	22,6	1,36
04.01.2004	2,68	425	3713	137	201	153	756	53,4	38,6	0,135	5,47	0,493	1,2	20,8	0,80
04.02.2004	2,69	454	3892	141	216	160	828	55,5	44,9	0,144	5,79	0,52	1,26	22,2	0,80
01.03.2004	2,80	421	3743	138	209	156	785	50,7	42,0	0,133	5,48	0,494	1,21	20,7	0,72
31.03.2004	2,99	149,4	719	80,7	28,5	21,4	102	7,99	6,21	0,022	1,08	0,082	0,179	3,99	16,49
30.04.2004	2,58	450	4042	152	191	150	826	53,3	38,0	0,134	5,35	0,462	1,18	25	15,78
02.06.2004	2,53	459	4222	170	216	172	822	67,3	45	0,15	6,34	0,6	1,41	25,4	3,70
01.07.2004	2,53	459	4461	190	231	189	748	71,5	50,6	0,18	7,6	0,7	1,54	27,7	2,96
03.08.2004	2,47	483	4222	171	209	177	769	63	40,4	0,146	6,27	0,587	1,37	27,5	2,96
Gj.snitt	2,63	429	3852	153	197	158	748	57,8	40,0	0,140	5,76	0,53	1,26	23,2	4,65
Maks.verdi	2,99	518	5419	211	266	231	1050	88,9	58,8	0,210	8,23	0,77	1,88	35,2	16,49
Min.verdi	2,47	149	719	81	29	21	102	8,0	6,2	0,022	1,08	0,08	0,18	4,0	0,72

Tabell 10. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon 1. Utløp Stoll 2 Follidal Hovedgruve.

Hyd.år	Obs. antall	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1993-1994	25	2,58	517,9	5762	217,7	284,7	231,6	1234	90,8	59,8	0,223	0,90	2,09	7,80	33,4	0,47
1994-1995	11	2,89	1002,6	11591	397,5	582,4	443,6	2830	184,0	137,9	0,510	1,24	3,81	15,70	63,7	1,39
1995-1996	12	2,60	894,2	10925	323,8	577,8	444,0	2736	169,3	137,1	0,247	1,35	3,84	14,46	56,3	0,32
1996-1997	12	2,52	862,4	11123	325,3	542,7	402,3	2416	151,3	122,8	0,283	1,22	3,17	13,05	53,1	0,78
1997-1998	13	2,48	757,9	9352	293,5	481,8	363,6	2084	140,9	103,3	0,336	1,03	2,96	10,70	45,2	1,50
1998-1999	11	2,54	764,7	9074	278,6	454,2	341,1	2007	149,7	97,9	0,389	0,95	2,91	10,09	42,2	1,07
1999-2000	13	2,57	838,3	10351	307,7	509,3	407,7	2273	170,1	112,1	0,483	1,08	3,33	12,19	46,7	0,85
2000-2001	12	2,58	885,2	9112	309,8	510,0	417,3	2272	185,4	114,3	0,495	1,17	3,29	14,38	48,3	0,76
2001-2002	11	2,59	854,7	10462	300,1	501,2	394,3	2338	174,6	108,9	0,429	1,11	3,19	13,31	53,0	0,91
2002-2003	12	2,60	934,1	11132	310,2	573,4	434,8	2510	172,2	118,7	0,423	1,31	3,51	27,21	54,6	0,46
2003-2004	12	2,64	942,0	11289	321,5	628,2	439,0	2636	164,7	124,0	0,396	1,31	3,49	14,66	55,0	0,617

Tabell 11. Tidsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon 2. Samle avrenning fra Follidal sentrum ved slamdam.

Hyd. år	Obs. Antall	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1993-1994	25	2,62	407,2	3689	184,4	201,6	156,2	731,7	65,1	47,7	0,20	7,16	0,62	1,33	26,8	
1994-1995	12	2,58	439,8	4111	189,4	204,6	182,8	768,2	64,6	54,8	0,20	7,49	0,76	1,43	28,5	8,13
1995-1996	12	2,64	415,0	3549	184,4	198,4	154,4	691,0	59,8	51,4	0,14	7,79	0,61	1,28	25,6	1,32
1996-1997	12	2,51	482,5	4775	219,2	251,1	202,0	919,0	74,6	62,8	0,14	8,72	0,72	1,57	29,9	2,25
1997-1998	13	2,59	406,4	3856	205,7	202,2	163,6	663,0	61,3	51,3	0,18	7,44	0,58	1,33	26,3	3,35
1998-1999	11	2,65	434,4	4095	181,5	208,6	166,0	792,9	66,1	48,4	0,19	6,20	0,55	1,39	24,3	3,87
1999-2000	13	2,58	419,5	3858	176,7	196,3	164,8	701,3	61,7	45,9	0,21	6,60	0,53	1,35	24,4	5,01
2000-2001	12	2,57	492,2	4517	216,2	256,4	218,8	988,1	86,1	57,1	0,24	8,70	0,71	1,73	30,6	5,57
2001-2002	11	2,58	449,9	4173	180,3	203,6	172,7	773,1	68,7	46,2	0,17	6,78	0,59	1,42	27,9	5,74
2002-2003	12	2,55	454,2	4213	168,8	216,5	177,0	811,7	66,8	46,8	0,16	6,77	0,61	1,44	28,4	2,54
2003-2004	12	2,62	428,1	3806	151,8	194,4	155,9	736,1	56,9	39,3	0,14	5,68	0,52	1,24	22,9	4,60

Tabell 12. Analyseresultater 2003-2004. Stasjon 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
01.09.2003	7,33	9,08	11,0	727	60,0	62,2	0,21	8,24
01.10.2003	7,39	9,31	10,1	389	33,8	43,2	0,13	6,09
03.11.2003	7,21	10,36	10,5	475	36,2	50,9	0,15	3,75
01.12.2003	7,28	10,90	12,4	463	29,8	54,3	0,15	4,38
04.01.2004	7,04	11,90	12,5	488	30,3	51,2	0,15	2,08
04.02.2004	7,07	13,58	14,7	640	32,5	79,4	0,16	1,33
01.03.2004	7,02	13,20	14,3	588	30,7	77,7	0,23	1,15
31.03.2004	6,85	14,64	19,9	1060	83,6	119,0	0,34	1,15
30.04.2004	7,20	6,17	7,8	760	39,8	42,6	0,13	24,45
02.06.2004	6,97	8,59	6,7	407	32,7	41,7	0,11	6,39
01.07.2004	7,24	7,42	8,0	220	21,1	30,2	0,086	10,11
03.08.2004	7,76	9,76	11,6	860	31,5	42,9	0,13	5,41
Aritm.middel	7,20	10,4	11,6	590	38,5	57,9	0,165	6,21
Maks.verdi	7,76	14,6	19,9	1060	83,6	119,0	0,338	24,45
Min.verdi	6,85	6,17	6,7	220	21,1	30,2	0,086	1,15

Tabell 13. T idsveiede årsmiddelverdier hydrologiske år. Stasjon Fo7 Folla ved Folshaugmoen.

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	0,30
1995-1996	7,29	11,00	13,7	581	35,6	61,7	0,22
1996-1997	7,26	9,32	12,0	548	43,0	62,1	0,19
1997-1998	7,34	9,10	12,2	594	43,8	61,1	0,20
1998-1999	7,32	9,64	12,7	728	50,1	70,0	0,20
1999-2000	7,26	9,59	12,0	618	45,0	66,0	0,18
2000-2001	7,40	9,94	11,9	697	50,5	61,1	0,19
2001-2002	7,32	8,95	12,1	649	54,1	70,9	0,21
2002-2003	7,33	10,87	11,5	504	33,6	52,6	0,15
2003-2004	7,21	10,39	11,6	592	37,2	56,7	0,16