

RAPPORT LNR 3887-98

Norsulfid AS
avd Folldal Verk

Kontrollundersøkelser 1997

Forurensningstilførsler fra
Folldal sentrum



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 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
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Norsulfid AS avd. Folldal Verk Kontrollundersøkelser 1997 Forurensningstilførsler fra Folldal sentrum	Løpenr. (for bestilling) 3887-98	Dato 05.06.98
	Prosjektnr. Undernr. O-64120	Sider 40
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune	Fagområde Industri	
	Geografisk område Hedmark- Oppland	Trykket NIVA 1998

Oppdragsgiver(e) Norsulfid AS	Oppdragsreferanse
----------------------------------	-------------------

Sammendrag

Kontrollundersøkelsene i Folla-vassdraget i 1997 viste at tilførslene fra avgangsdeponiet på Hjerkinna nå påvirker Folla i liten grad. Tungmetallkonsentrasjonene i dammen kan reduseres ytterligere dersom det er mulig å redusere metallavrenningen fra området ved jernbanestollen. Folla er fortsatt sterkt metallbelastet nedenfor tilførslene fra gruveområdet i Folldal sentrum. Forurensningstilførslene fra det gamle gruveområdet i sentrumsområdet synes å vise en avtakende tendens, men de årlige variasjonene i materialtransporten er store og er avhengige av nedbør og klima.

Fire norske emneord 1. Kisgruve 2. Avgangsdeponering 3. Tungmetaller 4. Drensvann	Fire engelske emneord 1. Pyrite Mining 2. Tailings Disposal 3. Heavy Metals 4. Acid Rock Drainage
---	---

Eigil Rune Iversen

Prosjektleder

ISBN 82-577-3472-1

Dente M. Walthne

Forskningsjef

O-64120

Norsulfid AS avd Folldal Verk

Kontrollundersøkelser 1997

Forurensningstilførsler fra Folldal sentrum

Forord

Undersøkelsene i Folla er utført etter oppdrag fra Norsulfid AS. Etter at gruvedriften ble nedlagt i 1993, har undersøkelsene vært konsentrert om å føre kontroll med utviklingen i vannkvaliteten i deponiet på Hjerkin og i den nærmeste vassdragsstrekning, samt følge opp forurensnings-tilførslene fra gruveområdet i Follidal sentrum og effektene i Folla i tiden etter at tiltakene ble gjennomført. Undersøkelsene har omfattet biologiske og fysisk/kjemiske undersøkelser. De biologiske undersøkelsene har vært utført av Magne Grande (fisk) og Karl Jan Aanes (bunndyr). Resultatene fra de biologiske undersøkelsene vil bli behandlet i sluttrapporten. De fysisk/kjemiske undersøkelsene har vært utført av Eigil Rune Iversen som også har vært prosjektleder. Den rutinemessige innsamling av vannprøver med måling av vannføringer har vært utført av Kjell Streitlien, Follidal som vi takker for vel utført feltarbeid. Denne undersøkelsen omfatter også resultater fra det kontrollprogram Statskog er pålagt å utføre i gruveområdet på Tverrfjellet.

Oslo, 5. Juni 1998

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	5
1. Innledning	6
2. Fysisk/kjemiske undersøkelser	8
2.1 Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram	8
2.2 Vannkvalitet i Folla-vassdraget og Hjerkin-området	9
2.2.1 Fo2-Folla ovenfor tilløp av Strypbekken	9
2.2.2 Fo4-Folla ved Slåi-Gravbekkli (etter innblanding av Strypbekken)	10
2.2.3 Fo7-Folla ved Follshaugmoen (nedstrøms Folldal sentrum)	12
2.2.4 Overløp slamdam Hjerkin	16
2.2.5 Stasjon C. Bekk fra jernbanestoll	17
2.2.6 Stasjon D. Grisungbekken, nedre del.	18
2.2.7 Stasjon A. Overløp malmsone I.	18
2.3 Materialbalanse – slamdam Hjerkin	19
2.4 Materialbalanse – Folldal sentrum	23
2.4.1 St.1 Gruvevann, utløp stoll 2	23
2.4.2 St.2 Utløp drensledning ved gamle slamdam	24
2.4.3 Utløp drensledning ved Gammelelva	25
2.4.4 Samlet transport fra Folldal sentrum	25
3. Referanser	29
Vedlegg A. Analyseresultater 1997	31

Sammendrag

Rapporten gir en fremstilling av resultater for fysisk/kjemiske undersøkelser som er gjennomført i Folla-vassdraget og i gruveområdet i Folldal sentrum i 1997.

Avgangsdeponeringen i deponiet på Hjerkin opphørte 1/3-93. Oppryddingstiltakene i det gamle gruveområdet ved Folldal Hovedgruve i Folldal sentrum ble avsluttet i 1994.

Tungmetallkonsentrasjonene i avrenningen fra avgangsdeponiet på Hjerkin har avtatt merkbart i tiden etter at deponering opphørte. Samtidig har også innholdet av sulfat og kalsium falt betydelig. Da vannmengdene til dammen også ble kraftig redusert som følge av at prosessutslippet opphørte, har dette ført til en betydelig reduksjon i materialtransporten av nevnte komponenter. Resultatene for den viktigste tilførselsbekken til slamdammen som kommer fra jernbanestollen, viser at bekken er største kilde for sinkavrenningen fra dammen. Tungmetallnivået i dammen kan senkes ytterligere dersom det er mulig å redusere tilførselene av forvittringsprodukter til bekken. Tilførselene fra gruveområdet til Grisungbekken er ubetydelige.

Vannkvaliteten i Folla nedenfor Strypbakkens munning var ved utgangen av 1997 svært lik naturlig bakgrunnsnivå oppstrøms utslippet fra deponiet. Den store reduksjonen i utslippet av kalsium- og sulfationer fra deponiet har også ført til en betydelig reduksjon av disse komponenter ved alle stasjoner i vassdraget.

Tilførselene fra gruveområdet i Folldal sentrum setter fortsatt et tydelig preg på vannkvaliteten nedstrøms ved Follshaugmoen. Analyse materialet for 1997 viser at transporten var noe større enn i 1996, noe som har med nedbørforholdene å gjøre. Det er vanskelig å vurdere tungmetallkonsentrasjonene for stasjonen i vassdraget nedstrøms gruveområdet p.g.a. resuspensjon av utfelte metaller under vårfloppen. Vurdering av analyse materialet for sulfat som gir mer direkte informasjon om forvittringshastighet, tyder på at forurensningstransporten fra gruveområdet er avtakende. Dette bekreftes også av resultatene fra det undersøkelsesprogram som har vært gjennomført for gruveområdet i Folldal sentrum, som er i samsvar med erfaringene fra undersøkelsene i vassdraget. Folla er imidlertid fortsatt sterkt tungmetallbelastet nedenfor tilførselene fra Folldal sentrum

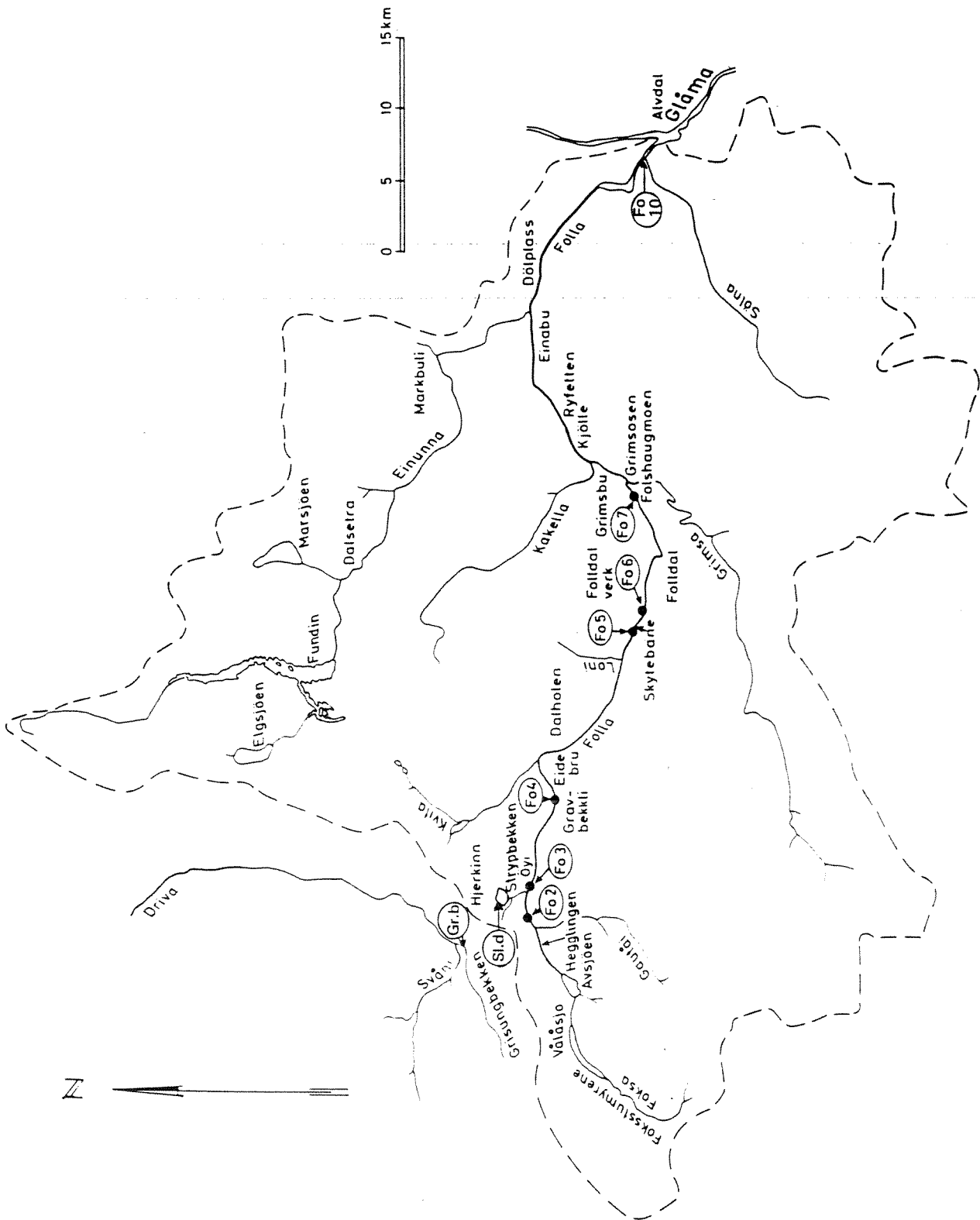
1. Innledning

Undersøkelsene som NIVA har utført i Folla-vassdraget har pågått siden 1966, og observasjonene er samlet i årlige rapporter (Arnesen *et al* 1969-77 og Iversen *et al* 1980-97). Undersøkelsene har omfattet en årlig befaring med innsamling av biologiske og kjemiske prøver. I den øvrige del av året er det rutinemessig samlet inn prøver for fysisk/kjemiske undersøkelser ved faste stasjoner i vassdraget.

I perioden 1981-87 ble kontrollundersøkelsene samordnet med det Statlige program for forurensningsovervåking i regi av Statens forurensningstilsyn, SFT. I denne perioden ble det gjennomført overvåkingsundersøkelser av Folla etter et variert og utvidet program. Det ble bl.a. utført bestandsundersøkelser av fisk, foretatt kartlegging av forurensningstilførsler fra det nedlagte gruveområdet i Folldal sentrum, samt utført giftighetstester av tungmetallholdig dremsvann på fisk. I tillegg til vurdering av virkninger av utslipp fra gruvevirksomheten på biologiske og fysisk/kjemiske forhold ble det også vurdert virkninger av utslipp fra landbruk og befolkning (Iversen *et al* 1983-88). Fra og med 1988 har undersøkelsene stort sett fulgt samme opplegg som i årene før de statlige overvåkingsundersøkelsene ble foretatt. Folldal Verk gjennomførte selv en kartlegging av avrenningen fra gruveområdet i Folldal sentrum før oppryddingstiltakene ble iverksatt.

Gruvevirksomheten på Tverrfjellet på Hjerkinns ble nedlagt 1/3-93. I årene 1992 og 1993 ble gjennomført oppryddingstiltak i det nedlagte gruveområdet i Folldal sentrum ved at gruveavfall ble flyttet og deponert under dagen i gruva på Tverrfjellet. Høsten 1993 ble det igangsatt et kontrollprogram for kartlegging av forurensningstilførslene fra gruveområdet i Folldal sentrum til Folla. I denne undersøkelsen er også tatt med resultater for prøver tatt i gruveområdet på Hjerkinns i forbindelse med det program Statskog er pålagt å gjennomføre.

Undersøkelsene i Folla-vassdraget vil pågå i 5 år etter driftsnedleggelse. Resultatene fra de fysisk/kjemiske undersøkelsene vil bli gitt en kortfattet vurdering i årlige rapporter, mens vurdering av de biologiske forhold vil bli foretatt i en sluttrapport. I denne rapporten er det som i foregående år lagt spesiell vekt på å gi en status for avrenningsundersøkelsene i Folldal sentrum.



Figur 1. Follas nedbørfelt med avmerking av prøvetakingsstasjoner.

2. Fysisk/kjemiske undersøkelser

2.1 Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram

Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene i Follavassdraget og i gruveområdet på Hjerkin, mens tabell 2 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene i Follidal sentrum. Stasjonene i Folla er avmerket på figur 1.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner for feltundersøkelsen i Folla.

Stasj.-bet.	Navn	UTM koord.	Frekvens Kjemisk prøvet.	Program-Anm.
Fo2	Folla før samløp Strypbekken	314971	Hver 2. mnd.	Kjemisk og biologisk prøvetaking.
Fo3	Folla ved Øyi	337964	-	Biologisk prøvetaking.
Fo4	Folla ved Slåi	365957	Hver mnd.	Kjemisk prøvetaking.
Fo5	Folla ved skytebanen	503897	Ved befaring	Kjemisk og biologisk prøvetaking.
Fo7	Folla ved Follshaugmoen	597901	Hver mnd.	Kjemisk og biologisk prøvetaking.
Sl.d.	Overløp slamdam		Hver mnd.	Kjemisk prøvetaking
	Strypbekken før innløp i Folla		Ved befaring	Biologisk prøvetaking
St.A	Overløp malmsone I		2 x årlig	Kjemisk prøvetaking
St.C	Bekk fra jernbanestoll		Hver mnd.	Kjemisk prøvetaking
St.D	Grisungbekken, nedre del		4 x årlig	Kjemisk prøvetaking.

Tabell 2. Prøvetakingsstasjoner for undersøkelsene i Follidal sentrum.

St. nr.	Navn	Frekvens
1	Gruvevann utløp stoll 2	1 gang pr. mnd.
2	Utløp drensledning ved gamle slamdam	1 gang pr. mnd.
3	Utløp drensledning ved Gammelelva	1 gang pr. mnd.

Ved valg av analyseprogram er det lagt mest vekt på parametre som har tilknytning til utslipp fra gruvevirksomheten (tungmetaller, sulfat). Programmet for stasjonene i Folla omfatter også parametre som beskriver generell vannkvalitet (pH, konduktivitet, alkalitet). Ved analyse av tungmetaller i lave konsentrasjoner er det siden 1992 benyttet atomemisjonsteknikk med massespektrometer som detektor (ICP-MS). Disse analysene er utført ved Norsk institutt for luftforskning (NILU). De øvrige analyser er utført ved NIVA. Prøvene fra Follidal sentrum er analysert v.h.a ICP-teknikk ved NIVA.

2.2 Vannkvalitet i Folla-vassdraget og Hjerkin-området

Analyseresultatene for alle prøvetakingene i 1997 er samlet i tabellene 15-23 i vedlegget bak i rapporten. I tabellene 3-6 er beregnet tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre for stasjonene i Folla og for overløpet av slamdammen på Hjerkin.

2.2.1 Fo2-Folla ovenfor tilløp av Strypbekken

Stasjon Fo2 benyttes som en referansestasjon for å vurdere effektene av tilførselene fra gruveområdet på Hjerkin. Overflatetilførselene fra gruveområdet til Folla samles i Strypbekken. Stasjonen har vært prøvetatt regelmessig i perioden 1966-83 og fra 1987. Resultatene for de tidsveiede middelerverdier for perioden 1970-97 er samlet i tabell 3. Resultatene gir uttrykk for en stabil vannkvalitet med pH-verdier hovedsaklig varierende i området 7-7,3 som årsmiddel. Det har tilsynelatende vært en utvikling i tungmetallkonsentrasjonene ved at verdiene for kobber og sink har vært fallende. Forholdet har imidlertid sammenheng med utviklingen i analysemetodikk med bedre kontroll over forhold som kan kontaminere prøven samt lavere deteksjonsgrenser. Til sammenligning kan nevnes at fra og med 1992 har deteksjonsgrensen for kobber vært ca. 100 ganger lavere enn tidligere. I perioder med sterk frost og følgende lave vannføringer har prøvetakingsforholdene vært vanskelige og det har vært tvil om prøven er representativ for vannkvaliteten i elva. Under slike episoder er det av og til observert unormale tungmetallverdier.

Tabell 3. Tidsveiede middelerverdier for stasjon Fo2. Folla ovenfor tilløp av Strypbekken.

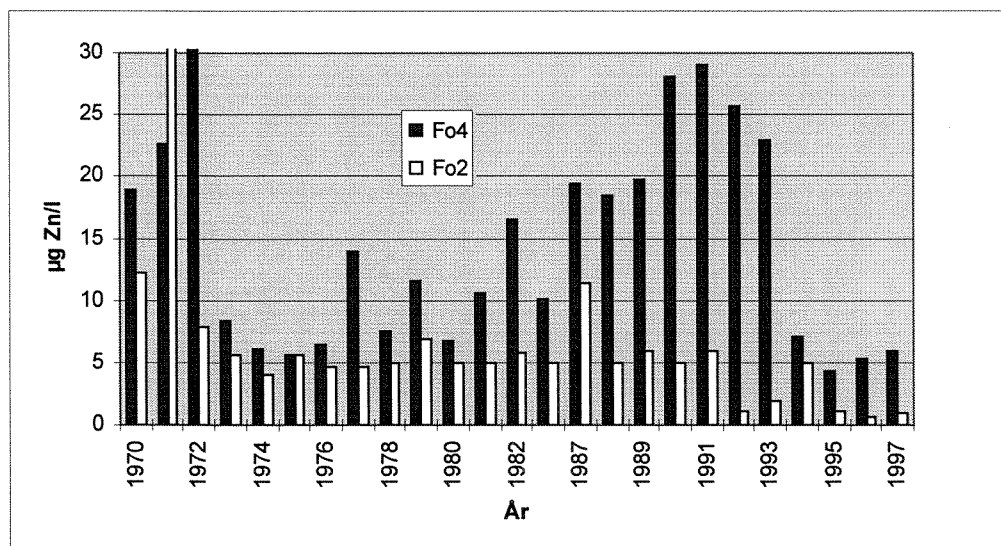
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7,19	5,07	0,07		4,7	5,78		59	11,2	12		
1971	7,13	5,80	0,99		4,8	6,14		51	38,8	81		
1972	7,14	4,55	0,51		6,0	6,15		40	19,8	8		
1973	7,27	4,63	0,51		5,0	5,95		54	17,7	6		
1974	7,21	4,49	0,31		4,7	6,06		48	12,7	4		
1975	7,31	4,27	0,42		4,6	5,64		45	3,0	6		
1976	7,14	4,20	0,42	0,299	4,3	5,95	0,66	74	1,9	5		
1977	7,22	4,55	0,40		5,3	5,90		55	6,4	5		
1978	7,27	4,42	0,47		5,4	6,28		65	2,4	5		
1979	7,06	4,41	0,57		5,4	6,10		77	5,2	7		
1980	7,31	4,39	0,38		5,9	5,77		106	5,1	5		
1981	7,12	4,28	0,41		4,5	5,50	0,69	116	5,7	5		
1982	7,12	3,74	0,41	0,293	3,8	5,22	0,62	63	1,9	6		
1983	7,13	3,89	0,77	0,278	4,7	5,26	0,65	64	2,3	5		
1987	7,15	4,37	0,44	0,303	4,5	5,76	0,69	68	1,7	11		
1988	7,27	3,99	0,39	0,286	4,3	5,13	0,63	54	0,9	5		
1989	6,96	4,09	0,27	0,300	4,5	5,98	0,75	82	2,5	6		
1990	7,09	4,46	0,96	0,225	3,7	4,95	0,63	68	1,4	5		
1991	7,08	4,16	0,45	0,302	4,2	5,16	0,67	82	1,3	6		
1992	6,97	4,15	0,42	0,284	3,6	5,04	0,70	140	0,6	1,1	0,01	0,05
1993	7,26	4,80	0,49	0,389	4,1	7,29	0,66	101	0,9	1,9	0,03	0,24
1994	6,90	5,97	1,87	0,420	6,4	7,72	0,92	1055	1,4	5,0	0,03	0,60
1995	7,13	4,16	0,29	0,296	4,4	5,47	0,68	54	1,4	1,1	<0,01	0,29
1996	7,05	4,01	0,36	0,302	4,7	5,48	0,72	67	0,64	0,7	<0,01	0,42
1997	7,15	3,82	0,43	0,279	4,1	5,19	0,65	48	0,86	1,0	0,03	<0,01

2.2.2 Fo4-Folla ved Slåi-Gravbekkli (etter innblanding av Strypbekken)

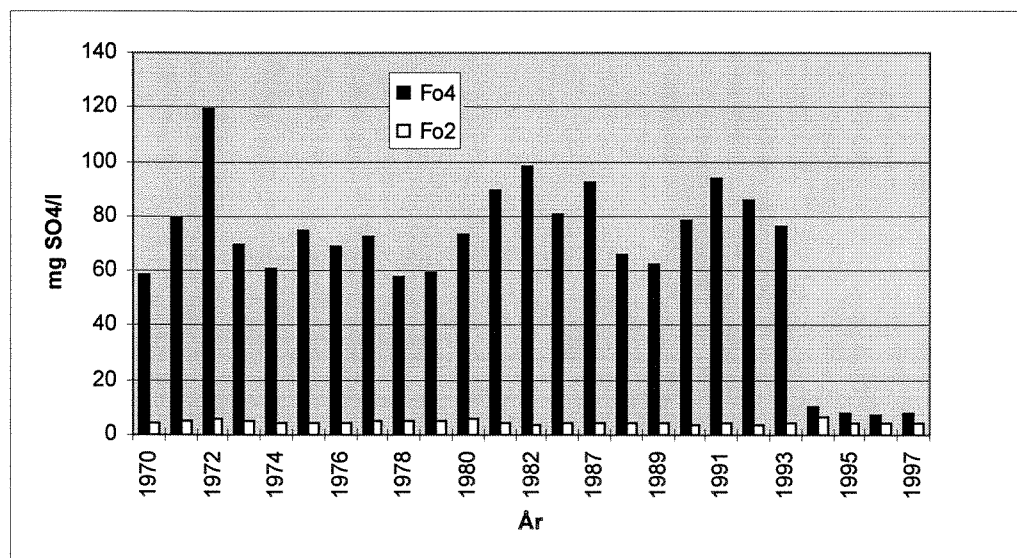
Tilførslene fra slamdammen på Hjerkins er fullstendig innblandet ved denne stasjon. Stasjonen er prøvetatt i perioden 1966-83 og fra 1987. I tabell 4 er beregnet tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre. I den tiden deponering i slamdammen pågikk (til 1/3-93), var vannkvaliteten i Folla nedstrøms Strypbekkens munning sterkt påvirket av tilførslene av spesielt kalsium og sulfat. Innholdet av disse ioner hadde også stor innvirkning på konduktivitetsverdiene. Etter at deponering opphørte, ser en av figur 3 og figur 4 hvordan kalsium- og sulfatverdiene har endret seg ved stasjon Fo4. I de to siste år har situasjonen stabilisert seg. Kalsiumkonsentrasjonen ved Fo4 er nå ca. 2,5 mg/l høyere enn ovenfor tilløp av Strypbekken. Når det gjelder tungmetallene, har konsentrasjonene ved denne stasjon aldri vært spesielt høye. Etter at deponering opphørte, har kobberkonsentrasjonene avtatt noe, mens sinkkonsentrasjonene har avtatt merkbart selv om en tar hensyn til de kvalitetsforbedringer som har skjedd med tungmetallanalysene i årenes løp. Sinkkonsentrasjonen ved stasjon Fo4 er fortsatt merkbart høyere enn ved Fo2. I figur 2 er gjort en grafisk fremstilling utviklingen i middelerverdiene for sink ved stasjonene Fo2 og Fo4. En ser av figuren at sinkkonsentrasjonene ved Fo4 viste en økende trend i alle år mens deponering pågikk. Etter driftsnedleggelsen har sinkkonsentrasjonene falt betydelig. Det er fortsatt noe høyere sinknivå ved Fo4 i forhold til bakgrunnsnivået ved Fo2, men konsentrasjonene må karakteriseres som svært lave ved utgangen av 1997. Situasjonen synes å ha stabilisert seg i de to siste år.

Tabell 4. Tidsveiede middelerverdier for stasjon Fo4. Folla ved Slåi - Gravbekkli 1970-97.

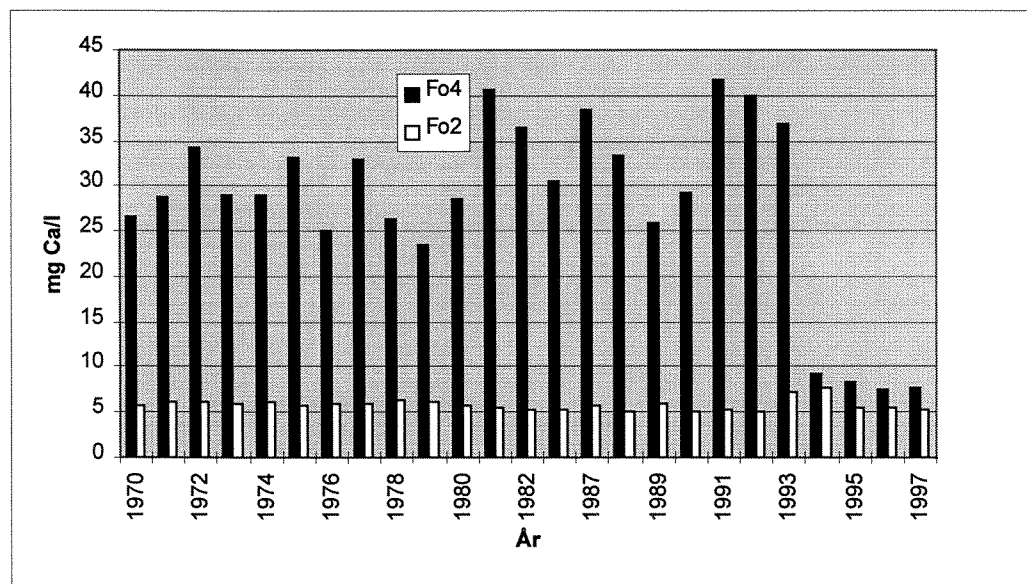
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7,13	20,81	0,13		58,8	26,58		40	9,9	19		
1971	7,08	21,35	0,31		79,2	28,67		50	15,2	23		
1972	7,08	27,52	0,81		119,4	34,30		34	20,4	52		
1973	7,19	21,00	0,44		69,5	29,06		42	12,8	8		
1974	7,03	19,57	0,52		61,1	28,88		58	6,5	6		
1975	7,11	21,41	0,48		74,9	33,06		41	3,2	6		
1976	7,11	20,00	0,75	0,346	69,0	25,09	1,33	72	4,0	6		
1977	7,00	19,65	0,61		72,4	32,82		52	4,1	14		
1978	7,09	17,38	0,71		57,7	26,39		61	3,5	7		
1979	6,92	17,19	1,03		59,6	23,47		102	5,0	12		
1980	7,18	18,69	0,99		73,3	28,60		67	4,4	7		
1981	7,11	20,77	0,69		89,1	40,52	1,62	111	5,5	11		
1982	7,18	22,45	0,70	0,396	98,2	36,49	1,83	88	5,1	17		
1983	7,09	19,48	1,78	0,337	80,6	30,47	1,64	69	4,2	10		
1987	7,03	23,61	0,72	0,317	92,3	38,44	1,54	120	2,1	19	0,15	
1988	7,16	20,75	0,59	0,391	66,0	33,31	1,52	66	2,0	18	0,07	
1989	7,11	17,37	0,78	0,447	62,6	25,91	1,42	106	3,1	20	0,05	
1990	7,07	19,60	0,57	0,344	78,1	29,11	1,49	91	2,6	28	0,09	
1991	7,10	26,50	0,77	0,409	93,5	41,70	1,94	65	1,6	29	0,06	
1992	7,09	25,07	1,12	0,401	85,8	39,90	1,79	730	3,70	26	0,06	1,48
1993	7,03	20,70	0,86	0,351	76,3	36,80	1,80	129	2,20	23	0,08	0,76
1994	7,16	6,54	0,37	0,375	10,0	9,13	1,01	59	1,20	7,00	0,09	0,12
1995	7,22	6,15	0,66	0,397	8,1	8,42	0,97	53	1,39	4,30	0,01	0,15
1996	7,07	5,25	0,33	0,327	7,1	7,43	0,86	61	1,08	5,35	<0,01	0,30
1997	7,20	5,44	0,43	0,354	7,7	7,67	0,89	53	1,20	6,00	0,03	0,09



Figur 2. Tidsveiede middelværdier for sink ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-96.



Figur 3. Tidsveiede middelværdier for sulfat ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-97.



Figur 4. Tidsveiede middelværdier for kalsium ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-97.

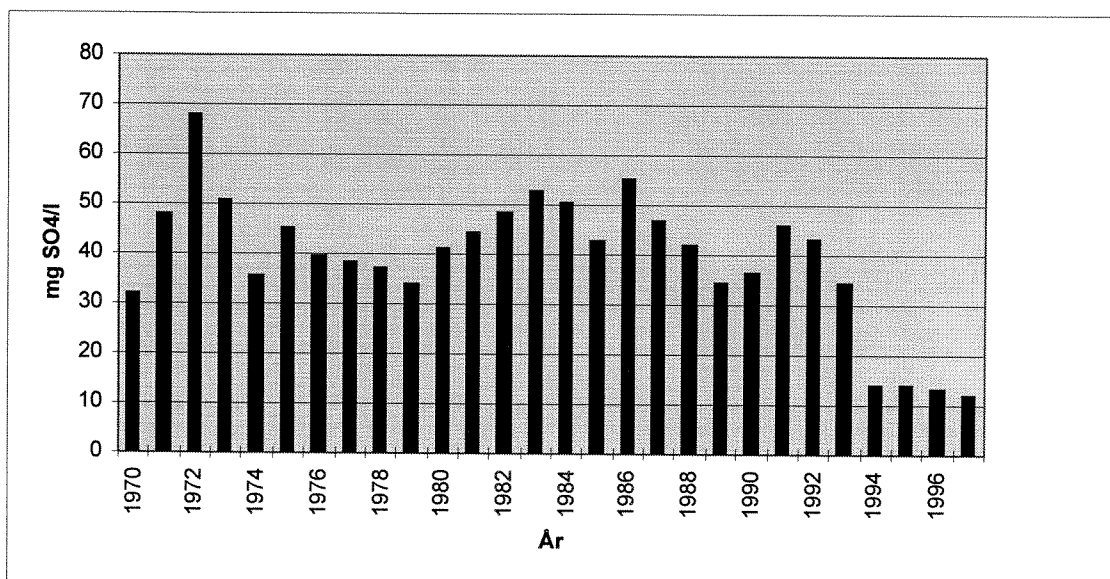
2.2.3 Fo7-Folla ved Follshaugmoen (nedstrøms Folldal sentrum)

Tilførselene fra Folldal sentrum, samt de relativt beskjedne tilførselene fra søndre og nordre Geite-ryggen gruveområder, er fullstendig innblandet i Folla ved Follshaugmoen. Stasjonen har vært regelmessig prøvetatt i alle år, men frekvensen har vært endret i perioden. Fra 1984 har stasjonen vært prøvetatt månedlig. I årene 1984-86 da det ble foretatt en kartlegging av forurensningstilførselene fra gruveområdet i Folldal sentrum, ble det foretatt daglige prøvetakinger under vårflommen. Erfaringene fra disse undersøkelser viste at det vesentligste av materialtransporten fra gruveområdet fant sted under vårflommen. Erfaringene har vist at det kan være store konsentrasjonsforskjeller fra dag til dag. Dette betyr at prøvetakingstidspunkt og prøvetakingsfrekvens kan ha stor betydning for beregnede årsmiddelværdier. For å kompensere for mulige avvik som har med prøvetakingsfrekvens å gjøre, har en i tabell 5 beregnet tidsveiede årsmiddelværdier for de viktigste analyseparametre.

Tabell 5. Tidsveiede middelverdier for stasjon Fo7-Follshaugmoen 1970-97.

År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7,38	17,71	0,41		32,0	25,47			276	10,4	42,0		
1971	7,23	16,76	1,12		47,8	25,83			544	33,6	75,1		
1972	7,31	19,95	2,27		68,2	30,19			216	30,7	83,5		
1973	7,26	18,30	2,12		50,9	26,21			177	34,2	80,1		
1974	7,20	15,80	1,18		35,8	23,26			478	44,1	100,5		
1975	7,32	18,13	1,41		45,4	26,60			276	10,8	81,6		
1976	7,26	17,11	2,38	0,629	39,4	22,26	1,82		393	14,2	75,4		
1977	7,18	12,57	1,40		38,3	25,05			447	19,2	82,8		
1978	7,27	14,90	3,81		37,1	22,64			402	17,2	66,0		
1979	7,04	14,55	1,56		34,1	21,91			403	28,1	85,7		
1980	7,28	15,96	1,55		41,1	22,11			332	21,2	82,7		
1981	7,24	15,20	1,53		44,4	28,29	1,96		350	22,6	83,3		
1982	7,32	17,67	2,62	0,686	48,2	25,82	2,44	121	475	41,7	102,4	0,31	
1983	7,31	16,11	3,00	0,561	52,9	23,85	2,01	58	259	21,9	66,7		
1984	7,33	16,94	1,50	0,643	50,5	25,19	2,01	66	320	25,8	75,3	0,16	
1985	7,17	16,14	3,16	0,590	42,7	24,14	1,95	249	773	61,1	115,8	0,47	
1986	7,40	19,66	3,19	0,709	55,1	30,25	2,36		629	47,2	94,0	0,33	
1987	7,21	17,48	1,81	0,596	46,8	27,74	1,97	101	453	36,1	89,1	0,28	
1988	7,30	17,07	3,22	0,671	42,1	24,38	2,11	149	712	57,2	118,4	0,36	
1989	7,26	14,98	3,79	0,666	34,3	22,79	1,87	246	858	43,0	85,3	0,22	
1990	7,37	15,23	1,56	0,597	36,3	20,66	1,82	141	532	33,6	74,5	0,22	
1991	7,32	18,98	1,95	0,690	46,0	27,40	2,14	105	408	20,4	62,3	0,14	
1992	7,28	17,84	10,09	0,648	43,3	26,35	2,25	100	663	40,6	90,8	0,20	1,35
1993	7,21	15,18	2,48	0,621	34,6	23,27	2,00		667	39,8	70,1	0,23	0,33
1994	7,20	10,48	3,99	0,636	14,2	14,86	1,68		879	59,9	72,4	0,25	0,32
1995	7,31	10,73	4,16	0,703	14,2	15,36	1,79	212	973	64,9	81,8	0,34	4,65
1996	7,24	10,20	1,42	0,715	13,1	15,41	1,73	109	402	25,2	51,4	0,17	1,30
1997	7,30	9,40	2,46	0,632	12,1	13,27	1,6	138	548	45,2	65,7	0,21	1,59

Resultatene viser at de sterkt sure tilførsle fra gruveområdet i Folldal sentrum fortsatt ikke har noen merkbar påvirkning på pH-verdiene. Ved Fo7 har alltid pH-verdiene vært over 7. Folla har således tilstrekkelig bufferkapasitet til å nøytralisere de sure tilførsle fra gruveområdet. Som ved stasjon Fo4 har verdiene for konduktivitet, sulfat og kalsium avtatt betydelig de to siste år. Når det gjelder disse parametre, har tilførsle fra deponeringsområdet på Hjerkinns betydning mer enn tilførsle fra gruveområdet i Folldal sentrum som også bidrar med betydelige tilførsler av sulfat og kalsium foruten tungmetaller. Det høye bakgrunnsnivået av sulfat i Folla i den tiden deponering pågikk på Hjerkinns, har gjort det vanskelig å vurdere effektene av oppryddingstiltaket i Folldal sentrum da nettopp sulfat er en av parametrene som gir uttrykk for tilførsle av forvitningsprodukter til Folla. Det kreves derfor observasjoner over flere år for å vurdere mulige trender. Figur 5 viser utviklingen i tidsveiede middelveier for sulfat ved stasjon Fo7. Observasjonsmateriale ved utgangen av 1997 tyder på en avtakende trend i sulfatkonsentrasjonene i de fire siste år. Dette kan tyde på at forurensningstilførsle fra gruveområdet er avtakende.



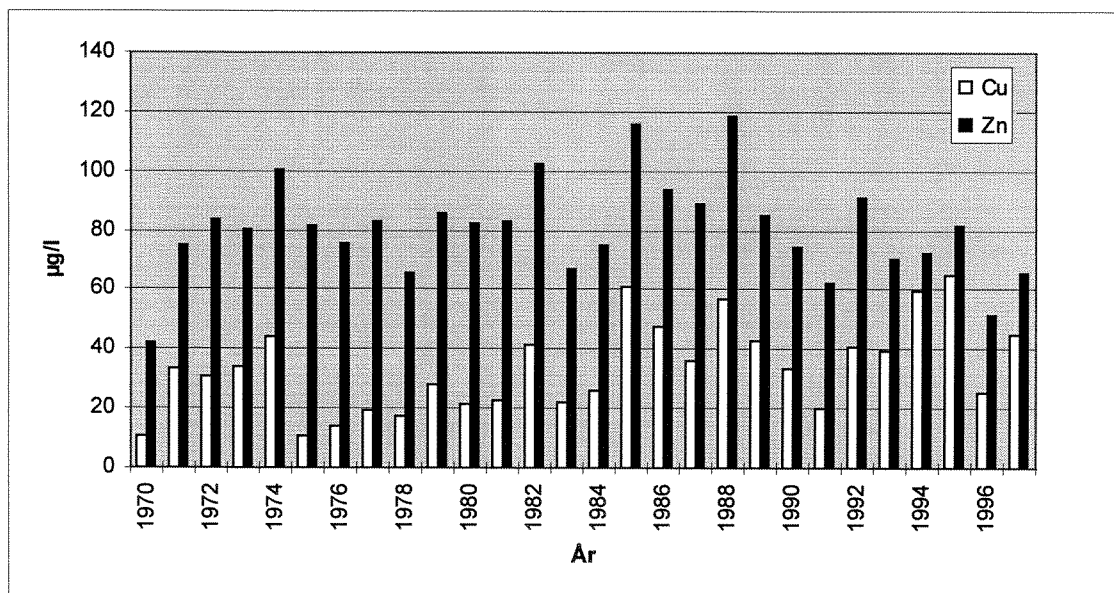
Figur 5. Tidsveiede middelveier for sulfat ved stasjon Fo7 1970-97.

Når det gjelder tungmetallverdiene, er forurensningstilstanden mer komplisert å forklare. Verdiene var spesielt høye i flomåret 1995. Tilsvarende undersøkelser ved andre gruveområder i Sør-Norge i 1995 viste at avrenningsforholdene var meget spesielle under storflommen våren 1995. Undersøkelser foretatt i perioden 1984-86 viste at en om våren av og til kan få meget høye tungmetallkonsentrasjoner i Folla, noe som skyldes at snøsmeltingen kan skje tidligere i gruveområdet enn i vassdraget forøvrig. Det er observert at slike konsentrasjonstopper kan være meget kortvarige. Med en månedlig prøvetakingsfrekvens trenger en derfor observasjonsmateriale over flere år for å vurdere eventuelle trender.

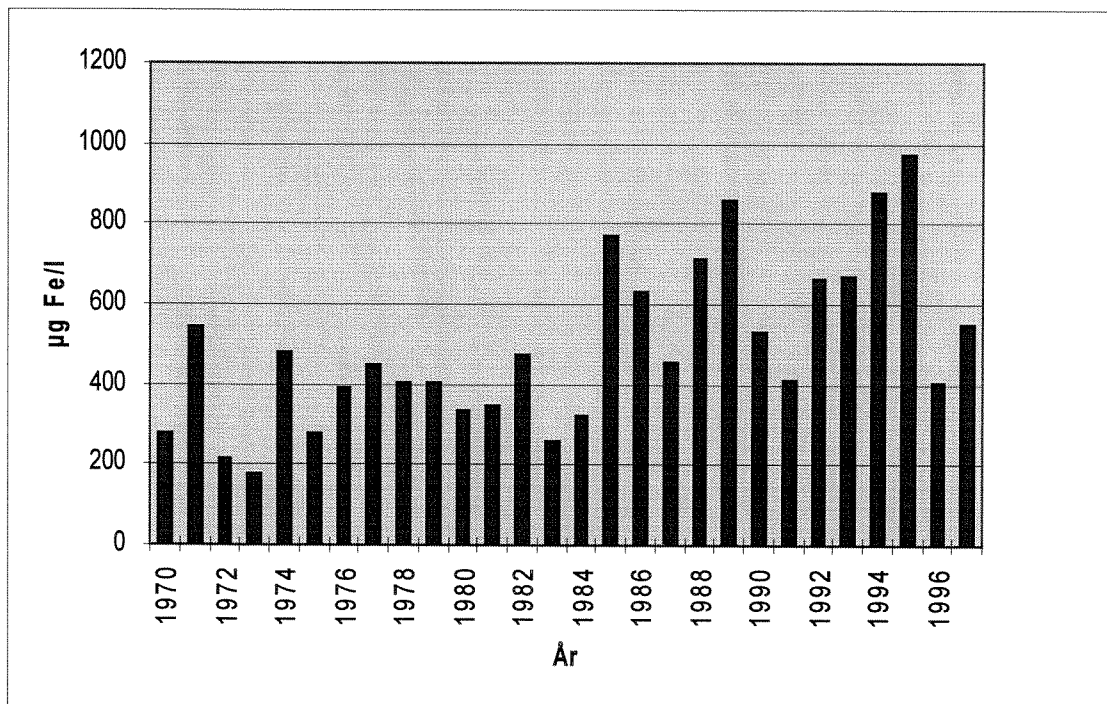
Et annet forhold som også kan ha betydning, er at en ved plutselige endringer i vannføringen på grunn av flom, vil få en resuspensjon av utfelt tungmetallslam i elvesedimentene. En vil således kunne påvise høye tungmetallkonsentrasjoner uten at dette gir uttrykk for en økning i tilførsle.

I 1997 var middelveier for tungmetallene noe høyere enn i foregående år, men de var lavere enn i flomåret 1995. Som i tidligere år varierte tungmetallkonsentrasjonene mye i løpet av året. De var høyest om våren. De høyeste konsentrasjonene kan vanligvis observeres i løpet av de to første ukene av mai. I denne perioden kan maksimumsverdiene som regel være meget kortvarige. Et beskjedent observasjonsmateriale kan derfor ha stor betydning for beregning av årsmiddelveier. Eventuelle endringer i tungmetallavrenningen fra gruveområdet vil tydeligst kunne observeres av

analyse materialet for sink, noe som skyldes at sink er mer mobilt enn de andre tungmetallene. I de siste år, spesielt 1996 har middelverdiene for sink avtatt noe. Dette kan tyde på en redusert tilførsel fra gruveområdet til Folla, noe som tidligere nevnt, også understøttes av sulfatobservasjonene.



Figur 6. Tidsveiede middelverdier for kobber og sink ved stasjon Fo7 1970-97.



Figur 7. Tidsveiede middelverdier for jern ved stasjon Fo7 1979-97.

2.2.4 Overløp slamdam Hjerkin

Det har vært tatt regelmessige prøver av slamdammens overløp siden 1975. Prøvetakingsprogrammet har i alle år vært basert på en månedlig prøvetakingsfrekvens. I tabell 6 er vist beregnede tidsveiede årlige middelverdier for de viktigste analyseparametre.

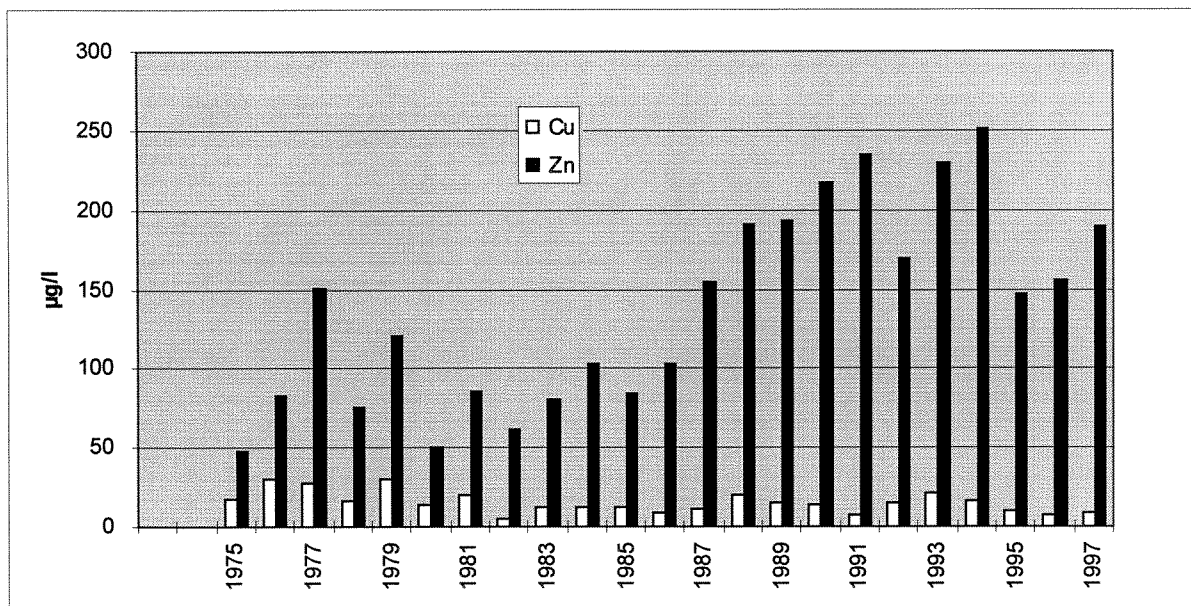
Tabell 6. Overløp slamdam Hjerkin. Tidsveiede middelverdier 1975-97.

År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Vannf l/s
1975	7,01	124,6	1,82		729	254,5			204	17,7	47				
1976	7,34	103,1	4,50	0,845	515	183,6	5,52		313	29,6	82				
1977	7,00	98,9	2,23		495	149,7			217	27,8	150				171
1978	6,95	94,1	3,28		468	151,0			212	16,6	75				
1979	6,78	83,0	3,19		394	166,9			400	30,0	121				258
1980	7,17	90,5	1,93		388	146,4			233	13,2	50				159
1981	7,29	103,1	4,44		569	230,1	6,52		293	19,7	85				347
1982	7,19	106,4	1,54		544	193,1	7,24	15	284	5,6	61	0,38			201
1983	7,36	101,1	3,72	1,100	514	198,9	6,82	19	215	13,1	80				237
1984	7,36	95,8	4,15	0,956	451	187,2	6,40		270	12,1	103				239
1985	7,17	109,5	3,90	1,011	577	240,1	6,12		397	12,1	84				228
1986	7,19	132,7	7,06	0,955	755	286,2	6,95		486	8,2	103				236
1987	7,18	112,1	3,06	0,750	617	224,9	6,26		575	11,9	155				238
1988	7,22	109,7	3,27	1,219	543	234,8	6,47		316	19,5	191				202
1989	7,18	90,3	5,45	1,075	446	167,7	6,24		635	15,2	193				257
1990	7,16	101,3	4,32	1,032	539	183,6	6,92		636	14,3	217				177
1991	7,15	123,4	5,15	1,120	650	245	8,06		608	7,8	235				159
1992	7,13	122,8	5,72	1,233	626	254	8,67	518	3952	15,3	169	0,4	12,7	15,7	167
1993	7,39	79,3	4,35	1,205	399	167	8,07		583	21,8	230	0,8	5,9	11,3	193
1994	7,54	37,7	1,08	1,312	115	62,9	6,09		450	16,4	251	0,8	2,0	3,3	71,7
1995	7,54	28,0	0,76	1,341	67,6	45,4	4,28	26	208	10,6	147	0,4	1,4	3,3	51,7
1996	7,41	25,6	0,97	1,271	60,0	38,6	3,52	24	320	7,8	156	0,3	1,6	4,5	93,5
1997	7,67	22,9	0,58	1,296	45,2	36,6	3,42	<50	98,8	8,5	189	0,4	0,9	1,5	136

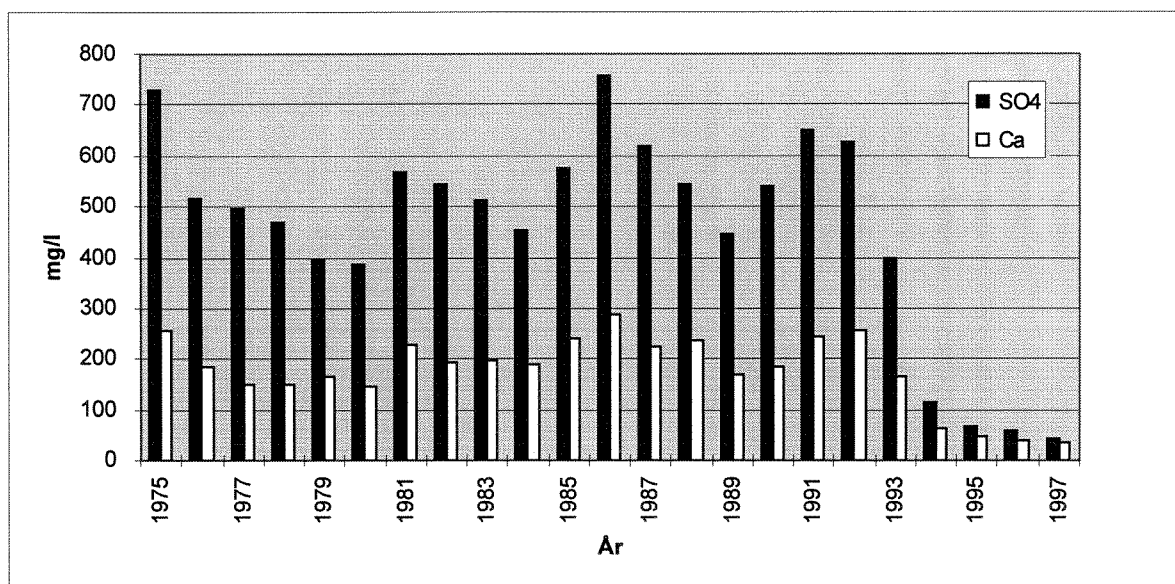
Avgangsdeponeringen opphørte 1/3-93. Året 1992 var således siste hele driftsår. Avgangen inneholdt foruten nedmalte bergartspartikler også betydelige mengder kalsium og sulfat samt flotasjonskjemikalier (xantater). Tilførselen av oppløste salter til Folla hadde betydning for den fysisk/kjemiske vannkvalitet i hele Folla-vassdraget. Partikkeltransporten ut av dammen var relativt liten sett i forhold til den deponerte avgangsmengde på ca. 300.000 tonn årlig. Partikkeltransporten varierte stort sett i området 10-50 tonn/år. Partikkeltransporten hadde likevel betydning for biologiske forhold i den nærmeste vassdragsstrekning (Fo4). Tungmetallkonsentrasjonene i overløpet har i alle år vært forholdsvis beskjedne, men det kunne påvises en gradvis økning i sinkkonsentrasjonene fram til siste driftsår.

Etter at deponering opphørte, har en gradvis utskifting av den opprinnelige vannkvalitet i dammen funnet sted. En ser av observasjonsmaterialet at særlig sulfat- og kalsiumkonsentrasjonene har falt betydelig. Konsentrasjonene av disse komponenter var ved utgangen av 1997 fortsatt fallende, men endringene i forhold til foregående år har vært vesentlig mindre fra 1996. En legger også merke til at turbiditetsverdiene har sunket, noe som indikerer at overløpsvannet inneholder mindre partikler, d.v.s. vannet har blitt klarere. Av tungmetallene økte sinkkonsentrasjonen noe i 1997 i forhold til foregående

år. Figur 8 og figur 9 viser utviklingen i tidsveiede middelverdier for kobber og sink samt kalsium og sulfat ved overløpet av slamdammen.



Figur 8. Tidsveiede middelverdier for kobber og sink ved overløp av slamdam, Hjerkin 1975-97.



Figur 9. Tidsveiede middelverdier for kalsium og sulfat ved overløp av slamdam, Hjerkin 1975-97.

2.2.5 Stasjon C. Bekk fra jernbanestoll

Fra jernbanestollen kommer et forurenset sigevann som fører til en bekk som igjen løper inn i slamdammen. Forurensningstilførslene har trolig sin årsak i forvitring av spill av kisholdig materiale ved lasteanlegget i stollen. Bekken blir prøvetatt der den løper under avkjøringsveien til gruveområdet fra E6. Prøvetakingsprogrammet ble startet 30/4-96. For 1997 har en således et helt års observasjoner. Analyseresultatene for 1997 er samlet i tabell 19 i vedlegg A.

Vannkvaliteten i bekken er tydelig påvirket av tilførslene fra jernbanestollen med et høyt innhold av sulfat og sink. Ved prøvetakingsstasjonen er pH forholdsvis høy (7,5 som gjennomsnitt for året). Ved

en så høy pH-verdi er det lite av drens vannets opprinnelige jerninnhold som når fram til prøvetakingsstedet. En kan observere noe jernutfelling nærmere kilden.

2.2.6 Stasjon D. Grisungbekken, nedre del.

NIVA har observasjonsmateriale for Grisungbekken tilbake til 1971. Grisungbekken blir nå prøvetatt i forbindelse med det kontrollprogram Statskog er pålagt å gjennomføre i gruveområdet på Hjerkin. Grisungbekken mottar drens vann fra deler av gruveområdet. Resultatene for 1997 er samlet i tabell 20 i vedlegg A. I tabell 7 er samlet middelerverdier for de viktigste komponenter fra og med 1987.

Tabell 7. Middelerverdier. Stasjon D. Grisungbekken, nedre del 1987-97.

År	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1987	7,31	4,69	0,353	3,7	5,52	1,11	83	2,0	8		
1988	7,30	3,97	0,314	3,2	4,83	0,91	20	2,2	5		
1989	7,19	4,80	0,346	6,0	5,31	1,07	76	2,9	7		
1990	7,29	5,17	0,418	3,9	6,46	1,28	17	1,3	7		
1991	7,24	5,91	0,349	4,0	5,66	1,12	57	1,3	5		
1992	7,28	5,63	0,372	5,3	6,85	1,40	145	0,41	1,0	0,01	0,04
1996	7,18	5,26	0,358	7,0	6,65	1,30	76	1,90	5,5	0,02	0,15
1997	7,41	4,22	0,354	3,5	5,47	1,06	18	0,80	1,2	0,02	0,48

Resultatene tyder som i tidligere år på at tilførselene fra gruveområdet ikke har noen vesentlig betydning for vannkvaliteten i Grisungbekken. Det kan imidlertid fra tid til annen påvises noe høyere sinkkonsentrasjoner enn antatt bakgrunnsnivå. I 1997 var tungmetallkonsentrasjonene lave ved de tre prøvetakinger som ble gjort.

2.2.7 Stasjon A. Overløp malmsone I.

Gruveavfallet fra Follidal sentrum er deponert i malmsone I som nå har overløp. Overløpsvannet går for tiden i gruva. Prøvetakingen skjer i dagen gjennom et plastrør i ventilasjonssjakten som går ned til overløpsvannet der det renner ut i mellomorten.

Tabell 8. Analyseresultater. Prøve av overløpsvann fra malmsone I, tatt 1.09.97.

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	Pb mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
4,35	85,3	476	118	21,8	0,91	16,2	14,2	33,6	<0.05	0,14	2,61	0,07	0,12	5,39

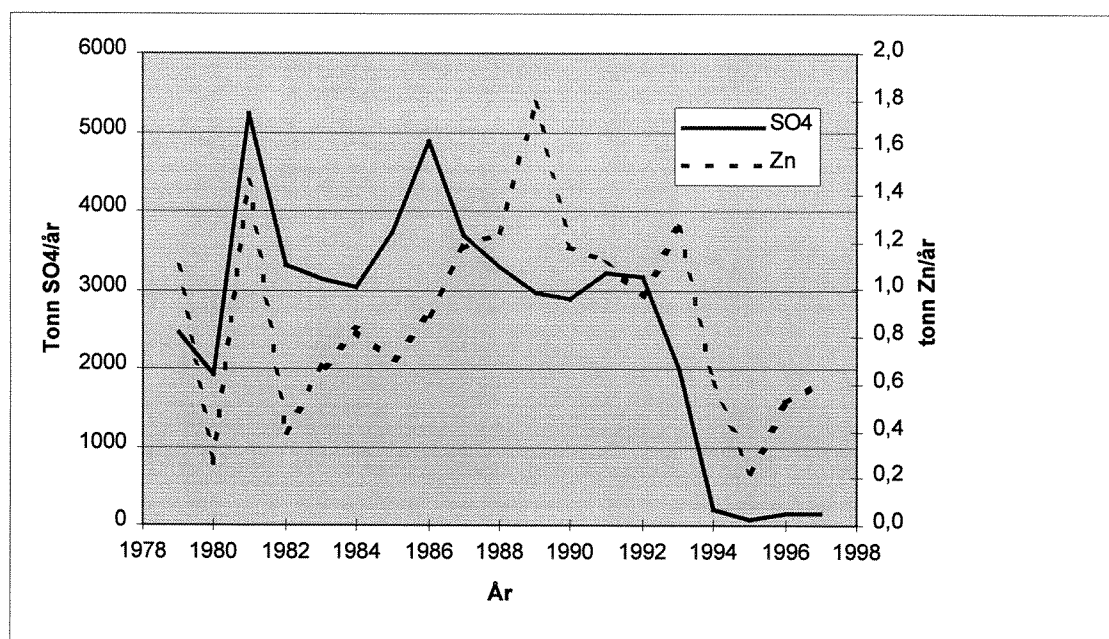
Det var vanskelig å ta prøver tidligere på året p.g.a. is i sjakten. Resultatene for den prøven som ble tatt (tabell 8), viser fortsatt et relativt beskjedent tungmetallinnhold. pH-verdien var imidlertid en del lavere enn i 1996. Tungmetallinnholdet var av den grunn høyere enn foregående år.

2.3 Materialbalanse – slamdam Hjerkinn

Ved hjelp av vannføringsobservasjon og analysedata for den enkelte parameter kan døgntransporten beregnes. Ved å tidsveie døgntransportverdiene er det i tabell 9 beregnet årlig materialtransport av de viktigste forurensningskomponenter ved overløpet av slamdammen. Av tabellen ser en at tungmetalltransporten hittil har avtatt hvert år etter at deponering opphørte. En legger også merke til den store reduksjonen i sulfattransporten. I figur 10 er vist grafisk hvordan sulfat- og sinktransporten har utviklet seg i perioden 1979-97.

Tabell 9. Materialtransport ved overløp av slamdam Hjerkinn 1979-97 og i innløpsbekk fra jernbanestoll i 1997 (St.C).

År	Vannf. l/s	Sulfat tonn/år	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium kg/år	Bly kg/år
1979	257	2452	2,8	0,35	1,1		
1980	159	1927	1,1	0,07	0,3		
1981	347	5251	5,9	0,54	1,5		
1982	201	3323	3,0	0,05	0,4	2,6	26
1983	236	3140	2,4	0,10	0,7		
1984	237	3027	2,9	0,11	0,8		
1985	227	3741	3,7	0,10	0,7		
1986	236	4876	6,2	0,07	0,9		
1987	237	3690	6,1	0,12	1,2		
1988	207	3284	1,8	0,18	1,2		
1989	256	2962	9,5	0,19	1,8		
1990	176	2881	3,5	0,10	1,2		
1991	161	3224	2,9	0,04	1,1		
1992	166	3176	23,0	0,10	1,0	2,0	76
1993	193	2000	3,8	0,13	1,3	4,0	32
1994	71,7	204	0,54	0,043	0,61	1,8	6,8
1995	51,7	86,8	0,34	0,016	0,22	0,5	1,3
1996	93,5	148	0,46	0,030	0,52	1,1	3,9
1997	136	153	0,46	0,032	0,61	1,1	2,2
St.C 1997	14,6	26,7	0,17	0,018	0,41	-	-



Figur 10. Årlig materialtransport av sulfat og sink ved overløp av slamdam, Hjerkin.

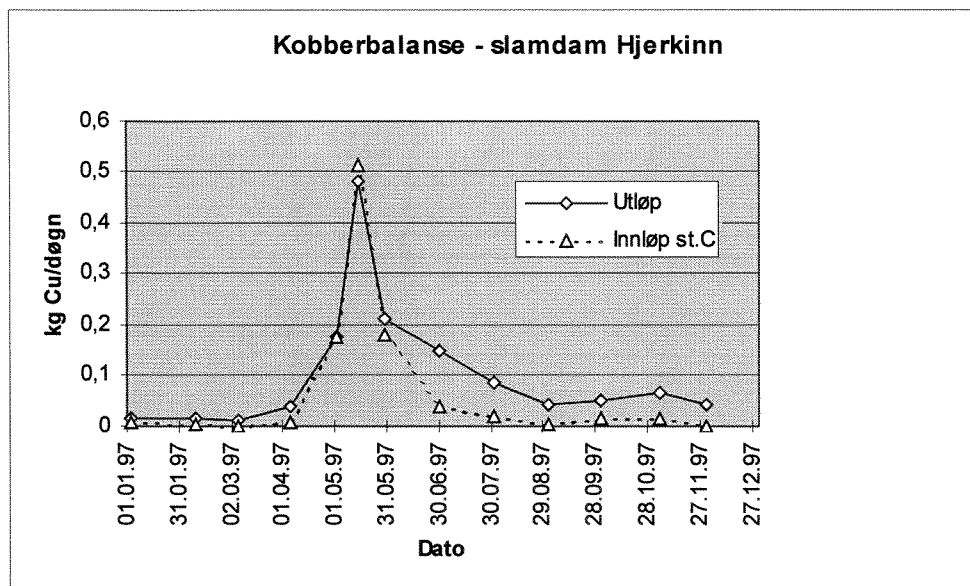
For å få en oppfatning om hvor stor mengde metaller som frigjøres fra avgangen i dammen, er det nødvendig å ta hensyn til tilførsene via bekken fra jernbanestollen. Målingene i bekken startet høsten 1996. For 1997 har en således en hel årssyklus. Vannføringene i bekken er målt ved hver prøvetaking v.h.a. en anlagt trekantet overløpsprofil i bekken. Ved hjelp av vannføring og analyseverdi er det beregnet døgntilførsel for de viktigste analyseparametre. Ved å tidsveie døgntilførselen er årstransporten beregnet på samme måte som ved overløpet av slamdammen (se tabell 9).

For 1997 ser en at transporten av kobber og sink til slamdammen utgjør ca. 2/3 av tilsvarende transport ved overløp av dammen. Sulfattransporten i bekken derimot er forholdsvis beskjeden i forhold til transporten ved overløp slamdam. I figur 11 er vist observerte døgntilførselverdier for kobber i 1997 ved stasjon C og for overløp av slamdammen. Figuren viser at under vårfloppen var kobbertransporten inn og ut av slamdammen like stor. I den øvrige del av året er kobbertilførselen vesentlig mindre enn avrenningen fra slamdammen.

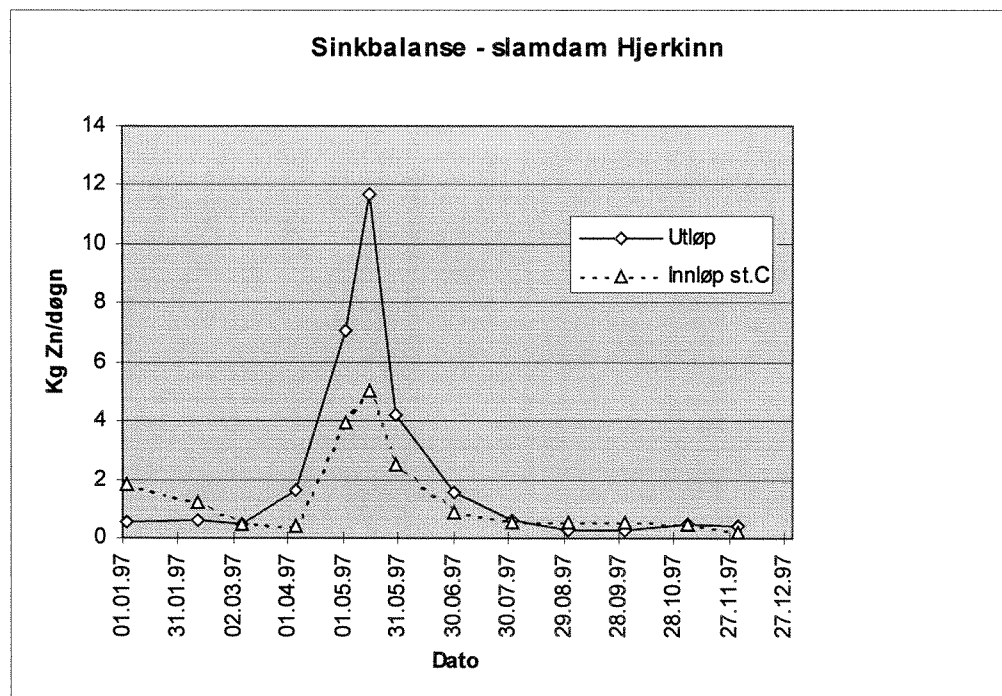
For sink er situasjonen forskjellig. Figur 12 viser at sinktilførselen utgjør bare utgjør ca. 50 % av transporten ved utløpet av dammen. I andre deler av året er tilførselen større en avrenningen fra dammen.

Når det gjelder sulfat, viser figur 13 at sulfattilførselen til dammen er forholdsvis beskjedne i forhold til avrenningen fra dammen.

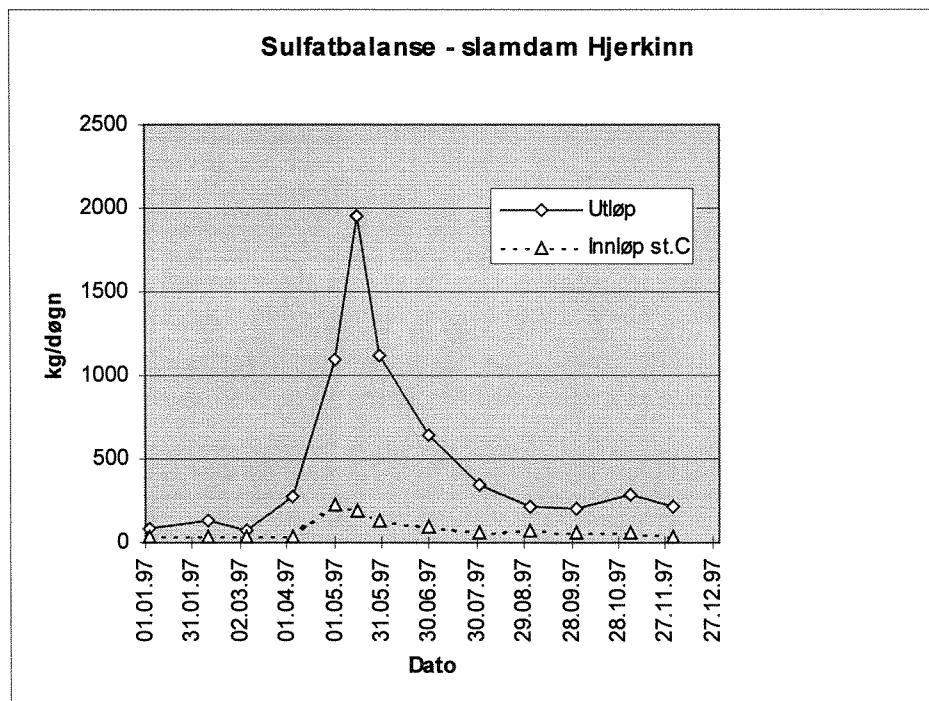
Ved vurdering av transportverdier må en ta i betraktning at nedbørfeltet til bekken er lite og at det er meget vanskelig å treffe transportmaksimum ved en så beskjeden prøvetakingsfrekvens som i dette tilfelle. I slamdammen derimot er det en viss oppholdstid slik at det en ved det prøvetakingsopplegget en har benyttet, oppnår mer pålitelige transportberegninger. Observasjonsmaterialet viser likevel at tungmetallkonsentrasjonene i dammen kan reduseres betydelig dersom det er mulig å fjerne tilførselen fra jernbanestollen.



Figur 11. Kobbertransport i innløpsbekk og ved overløp av slamdam, Hjerkin 1997.



Figur 12. Sinktransport i innløpsbekk og ved overløp av slamdam, Hjerkin 1997.



Figur 13. Sulfattransport i innløpsbekk og ved overløp av slamdam, Hjerkin 1997.

2.4 Materialbalanse – Follidal sentrum

Forurensningstransporten fra gruveområdet i Follidal sentrum ble kartlagt av NIVA i 1984-86 og av Follidal Verk i 1989 (Killi og Priesemann, 1990). Kartleggingen i 1989 ble utført i forbindelse med planlegging av forurensningsbegrensende tiltak. Etter at tiltakene var gjennomført, ble det startet et overvåkingsprogram høsten 1993. Programmet ble innledningsvis startet med en hyppig prøvetakingsfrekvens (2 ganger pr. måned). Fra juli 1994 har frekvensen vært basert på en månedlig prøvetaking ved de 3 faste stasjoner som nevnt i tabell 2. Prøvene er tatt samme dag som prøvetakingen ved stasjon Fo7, Follshaugmoen. Ved hver prøvetaking er også målt vannføring ved avlesning av overløpshøyde i måleprofilene i dreneringene. Vi vil her gi en vurdering av observasjonsmaterialet ved utgangen av 1997 og samtidig foreta en sammenligning med tidligere observasjoner. Analysegrunnlaget for 1997 er samlet i vedlegg A bak i rapporten.

2.4.1 St.1 Gruvevann, utløp stoll 2

Analyseresultatene for 1997 er samlet i tabell 21. Vannkvaliteten skiller seg lite fra det foregående år. Vannkvaliteten endrer seg også forholdsvis lite i løpet av året, bortsett fra under vårflommen da konsentrasjonene synker noe p.g.a. uttynning med mer ionefattig vann. I tabell 10 er samlet middelverdier for de undersøkelser som er gjort av avløpet fra stoll 2. En ser at vannkvaliteten er lite endret i løpet av årene når det gjelder surhetsgrad, jern- og sulfatinnhold. Kobber- og sinkkonsentrasjonene synes å ha gått noe ned i forhold til nivåene i 1984/85 og i 1989. Når det gjelder kartleggingsundersøkelsene i 1984/85, var nedbørforholdene meget spesielle idet det falt uvanlig mye nedbør det året.

Tabell 10. Middelverdier St. 1 Utløp stoll 2.

År	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	Vannf l/s
1984/85	2,59	955	13163	353	-	480	2746	217	160	0,49	1,94
1989	2,57	781	-	-	-	-	2144	180	119	0,44	1,79
1993*	2,41	603	7328	286	349	282	1548	122	61,6	0,25	0,25
1994	2,65	513	5421	195	271	218	1191	87,3	60,6	0,25	0,73
1995	2,57	900	10790	343	528	413	2659	171	128	0,47	1,12
1996	2,59	888	11070	336	586	442	2655	163	135	0,19	0,32
1997	2,54	834	10540	315	532	396	2293	149	117	0,29	0,86

* september-desember 1993

Det som har betydning for Folla er transporten. I denne undersøkelsen er døgntransporten av aktuelle komponenter beregnet v.h.a. øyeblikksobservasjon for vannføring og analyseresultat for stikkprøve. Ved å tidsveie døgntransportverdiene har en i tabell 13 beregnet årstransporten. En ser at årstransporten fra gruva kan variere betydelig fra år til år. Dette har sammenheng med vannmengdene fra gruva. Av analyse materialet ser en at det er større variasjoner i vannføringen enn i vannkvalitet. Dette betyr at dersom en skal oppnå pålitelige verdier for transport, er det viktigere å prioritere vannføringsobservasjoner frem for prøvetakingsfrekvens. I 1989 ble det tatt daglige prøver under vårflommen. Resultatene fra denne kartleggingen viste at f.eks. kobbertransporten kunne variere med en faktor på femti (2-100 kg/døgn) i løpet av noen få dager under vårflommen. Figur 14 som gir en presentasjon av hele observasjonsmaterialet for kobbertransport ved stasjon 1 og 2, viser dette tydelig. I perioden fra 1993 er det ikke påvist så høye enkelttransportverdier som i 1989. Med en månedlig observasjonsfrekvens som er gjennomført i dagens program, kan en risikere å miste store deler av årstransporten. Dette kan være en mulig årsak til de relativt store endringer i årstransport som er påvist etter 1993. I et så lite nedbørfelt som ved stoll 2 burde vannføringsobservasjonene ha vært foretatt med kontinuerlig registrerende utstyr. På den annen side har dagens kartleggingsprogram vært meget systematisk m.h.t. prøvetakingsfrekvens. Sett over flere år antar vi likevel at programmet vil gi uttrykk for mulige

trender. Når det gjelder gruvevannet, synes det som om det har vært en reduksjon i tungmetalltransporten etter 1989.

2.4.2 St.2 Utløp drensledning ved gamle slamdam

Resultatene for 1997 er samlet i tabell 22 i vedlegg A. Hvis en ser bort fra måleperioden i 1984/85, som var meget spesiell, har vannkvaliteten endret seg lite i løpet av de årene som er undersøkelsene har pågått. Når det gjelder de to første periodene, er selve observasjonspunktet forskjellig fra dagens stasjon som ble anlagt i 1993. For de to første periodene har en i tabell 11 presentert data for en stasjon som lå der samlet sig fra området passerte under riksveien i en åpen grøft. Når det gjelder denne perioden, kom tilførselene fra den gamle slamdammen som ble fjernet i tillegg. Vi regner med at vannkvaliteten er omtrent den samme som ved dagens målestasjon. Noe av vannet forsvant trolig den gangen i grunnen på veien ned mot Folla. Da det ikke har vært noen endringer av betydning i vannkvalitet, blir det derfor vannføringer som er observert som er bestemmende for endringer i transport over tid. Ved vurdering av observasjonsmaterialet gjør de samme betraktninger seg gjeldende ved denne stasjon som ved stasjon 1. Resultatene for 1989 viser at transporten kan endre seg betydelig over kort tid i perioder med mye nedbør eller stor avrenning p.g.a. snøsmelting (se figur 14 og figur 15). Dette gjør at beregnet årstransport er usikker også her. I tillegg er overløpsprofilen overskredet ved store vannføringer om våren slik at en er henvist til å gjøre skjønsmessige vurderinger av vannføringen under slike episoder. Det har også forkommet at drensrørsystemet ikke har kunnet ta unna alt drensvannet og en har fått overløp andre steder.

Tabell 11. Middelverdier. St. 2 Utløp drensledning ved gamle slamdam.

År	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	Vannf l/s
1984/85	2,49	972	14180	362	-	548	2772	237	193	0,61	1,95
1989	2,73	413	-	-	-	-	799	75,4	60,9	0,23	6,58
1993*	2,60	434	4155	216	233	182	766	76,2	62,1	0,24	-
1994	2,63	407	3632	175	193	150	744	63,7	48,0	0,19	4,70
1995	2,61	430	4180	188	209	183	786	64,6	55,4	0,20	1,15
1996	2,61	425	3612	198	207	164	677	61,9	53,5	0,12	2,14
1997	2,59	462	4462	226	243	190	808	69,7	60,2	0,16	2,19

* september-desember 1993

Resultatene for de to siste år (tabell 13) sammenlignet med årstransport for de foregående år tyder på en redusert transport fra området. På grunn av nevnte usikkerheter i vannføringsobservasjonene er det mest sannsynlig at de beregnede transportverdier er for lave. Dette gjelder alle år i siste undersøkelsesperiode.

2.4.3 Utløp drensledning ved Gammelelva

Drensrørssystemet ved Gammelelva fanger opp avrenning fra områder hvor det tidligere var deponert avgangsmasser. Noe avfall kan fortsatt ligge igjen. Måleprogrammet startet samtidig med de andre stasjonene i 1993, men vannføringsmålingene har til tider vært problematiske. Dette skyldes delvis problemer med ising i tider med sterk barfrost. Det er heller ikke mulig å måle vannføring under flomperioder i Folla. I tabell 23 i vedlegg A er samlet analyseresultatene for 1997. I tabell 12 er beregnet årlige middelerverdier for de prøveserier som foreligger.

Tabell 12. Middelerverdier. St. 3 Utløp drensledning ved Gammelelva.

År	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
1993*	4,49	123	705	172	57,8	13,1	21,5	5,29	8,10	<0,05
1994	4,54	106,3	580	138	45,4	11,4	14,6	4,90	6,49	<0,01
1995	4,86	80,0	420	95,9	31,3	8,18	27,3	3,74	3,95	0,011
1996	6,14	65,1	300	88,0	23,1	6,59	6,37	2,88	3,25	0,01
1997	6,03	56,9	279	75,5	22,7	5,30	3,45	2,15	2,86	<0,005

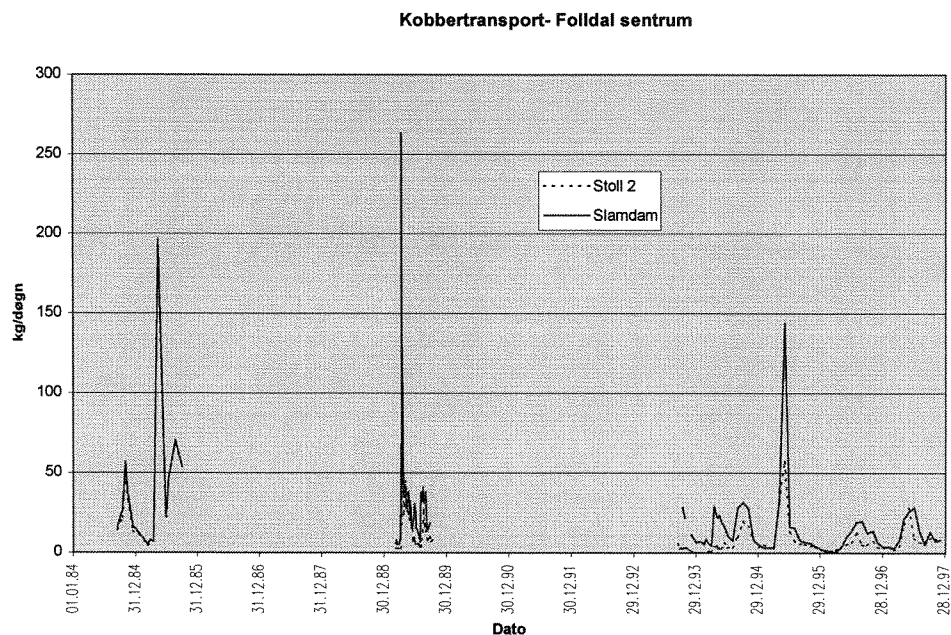
Analysematerialet gir inntrykk av en forbedret vannkvalitet med økende pH-verdier, lavere verdier for alle forurensningskomponenter i tiden etter at avfallet ble flyttet. Hvis vi anslår en middelvannføring på 1 l/s, vil årstransporten for f.eks. kobber og sink være mindre enn 100 kg/år. Denne forurensningskilden er således av liten betydning sett i forhold til samlet avrenning fra gruveområdet.

2.4.4 Samlet transport fra Follidal sentrum

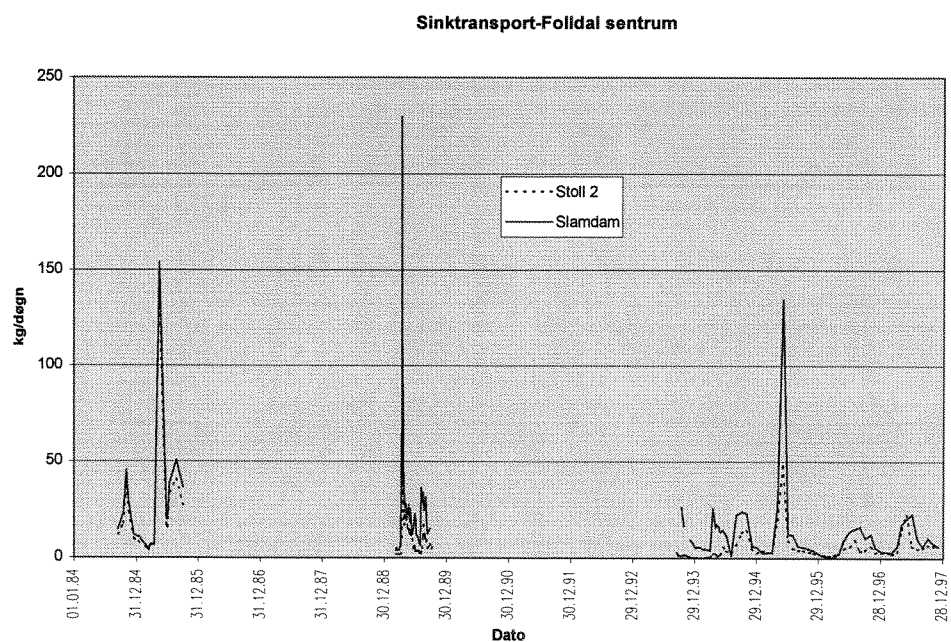
I tabell 13 er samlet årstransportberegninger for gruvevann og samlet avrenning på drensrørssystemet som munner ut i Folla ved den tidligere slamdammen. I figur 14 og figur 15 er døgntransportverdiene for kobber og sink fremstilt grafisk for begge stasjoner.

Tabell 13. Årstransport fra Follidal sentrum.

Stasjon	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
Slamdam 1984/85	16,9	13,1	209,0	42,9	1070
Slamdam 1989	7,8	6,3	88,6	24,0	
Slamdam 1994	6,7	5,3	75,9	21,5	387
Slamdam 1995	7,6	6,7	99,9	20,9	719
Slamdam 1996	3,2	2,8	33,2	6,3	186
Slamdam 1997	4,3	3,5	48,8	8,5	269
Stoll 2 1984/85	14,6	10,5	188,0	33,6	892
Stoll 2 1989	7,5	5,3	107,0	17,6	
Stoll 2 1994	2,7	2,1	40,2	7,6	169
Stoll 2 1995	4,4	3,3	79,0	12,9	310
Stoll 2 1996	1,7	1,4	28,4	2,0	119
Stoll 2 1997	3,3	2,5	52,4	7,3	238



Figur 14. Kobbertransport ved stasjon 1 og 2.



Figur 15. Sinktransport ved stasjon 1 og 2.

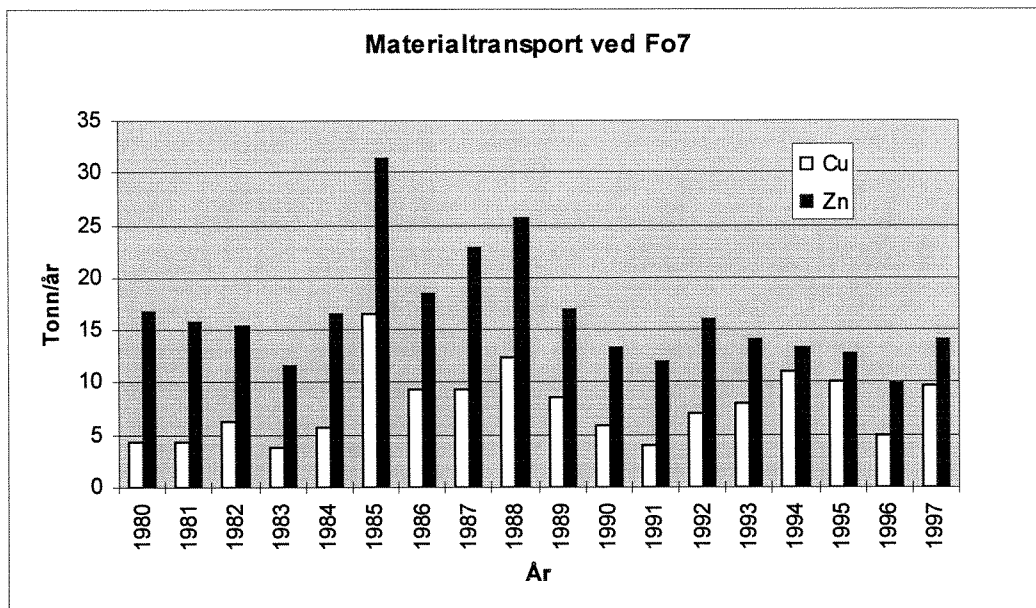
Betydningen av tilførsene fra gruva varierer mye i løpet av året. De verdier som er beregnet for 1984/85 er trolig for høye idet det ikke ble målt vannføring ved utløpet av gruva. Vannføringsmålingene ble gjort lenger ned i dreneringsystemet. Idag utgjør tilførsene fra gruva mellom 70 og 80 % av kobbertransporten ved stasjon 2.

Da deler av overflateavrenningen fra gruveområdet ikke fanges opp av dreneringsystemet, kan det være av interesse å sammenligne beregnede materialtransportverdier med transporten i Folla ved Follshaugmoen (Fo7). Hensikten er å vurdere hvor stor del av tilførsene fra gruveområdet som fanges opp av dreneringsystemet. Sammenligningen er imidlertid meget usikker da det tidligere ikke er foretatt

vannføringsobservasjoner på prøvetakingsstedet. Høsten 1997 ble det startet en limnigrafstasjon i Folla nedenfor Folldal sentrum ved bru til flyplassen som er mellom Follshaugmoen og Folldal sentrum. Måledata fra denne stasjon vil ikke foreligge før kalibreringskurven er ferdig høsten 1998. I denne undersøkelsen vil vi derfor beregne materialtransporten som i foregående år. I tabell 14 er gjort beregninger av årlig materialtransport ved Follshaugmoen for årene 1980-97 ved å benytte tidsveiede middelveier og normalvannføring ved Husom (6.18 m³/s, NVE, 1987) og ved å korrigere vannføringen for årsnedbøren i forhold til nedbørnormalen. I figur 16 er beregnet materialtransport for kobber og sink fremstilt grafisk.

Tabell 14. Årlig materialtransport ved stasjon Fo7, Follshaugmoen.

År	Nedbør i % av normal	Beregnet vannføring m ³ /s	Sulfat tonn/år	Jern tonn/år	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Kadmium tonn/år	Bly tonn/år
1980	104	6,40	8272	67	4,3	16,6		
1981	97	6,01	8422	66	4,3	15,8	0,084	0,161
1982	77	4,75	7227	71	6,3	15,3	0,046	0,151
1983	89	5,48	9153	45	3,8	11,5		
1984	112	6,95	11023	70	5,6	16,5	0,035	
1985	139	8,61	11585	210	16,6	31,4	0,128	
1986	101	6,25	10855	124	9,3	18,5	0,064	
1987	131	8,11	11978	116	9,2	22,8	0,072	
1988	112	6,89	9115	154	12,4	25,7	0,078	
1989	101	6,27	6565	165	8,2	16,3	0,042	
1990	92	5,65	6469	95	6,1	13,3	0,039	
1991	99	6,11	8867	79	3,9	12,0	0,027	
1992	90	5,57	7587	107	7,1	15,9	0,033	0,234
1993	103	6,37	6953	134	8,0	14,1	0,047	0,066
1994	94	5,81	2602	161	11,0	13,3	0,046	0,059
1995	80	4,94	2212	152	10,1	12,7	0,053	0,724
1996	99	6,11	2524	77,5	4,9	9,9	0,033	0,250
1997	110	6,82	2602	118	9,7	14,1	0,045	0,342



Figur 16. Beregnet materialtransport av kobber og sink i Folla ved Follshaugmoen 1980- 97.

Årene 1984, 1985, 1987, 1988 og 1997 var nedbørrike år med nedbør mer enn 10 % over årsnormalen. En ser av figuren at transporten var spesielt høy i disse årene. I de siste år har det skjedd en markert endring i sinktransporten i forhold til kobbertransporten. I årene før tiltakene i Follidal sentrum ble gjennomført, var sinktransporten vanligvis 2-3 ganger så høy som kobbertransporten. I 1994 og 1995 var sinktransporten vært av samme størrelse som kobber-transporten, mens den i 1996 var omtrent halvparten. I 1997 var sinktransporten bare ca. 40 % høyere enn kobbertransporten. Det falt ca. 10 % mer nedbør i 1997 i forhold til 1996. Dette førte til større utvasking av forvittringsprodukter. Økt nedbør kan også ha betydning for observasjonene i Folla. En har tidligere erfart at endringer i vannføringen kan medføre resuspensjon av utfelt hydroksidslam i Folla. Da sink er mer mobilt enn kobber og jern, antas det at det utfelte tungmetallsam i Folla på strekningen fra Follidal sentrum ned til Follshaugmoen hovedsaklig inneholder jern med noe kobber. Det er mulig at dette kan settes i sammenheng med oppryddingstiltakene. Erfaringer fra andre gruveområder hvor det er gjennomført flytting av forurensede masser, har vist at slike tiltak kan medføre en midlertidig økning i transporten av forvittringsprodukter inntil det innstiller seg en ny likevekt i avrenningsforholdene. Hvor lang tid det vil ta før forholdene stabiliserer seg i Follidal, er vanskelig å avgjøre, noe som har sammenheng med at variasjonene i avrenningsmønsteret er så store fra år til år. Men man trenger trolig observasjoner over flere år for å se pålitelige effekter av tiltakene som er utført.

Ved å sammenligne beregnet transport ved Follshaugmoen med observasjonene ved slamdammen (st.2) i 1997, tyder resultatene på at kobber- og sinktransporten ved slamdammen på årsbasis utgjorde henholdsvis 44 og 25 % av beregnet transport ved stasjon Fo7. Her er det selvsagt store usikkerheter. Tallene for Fo7 er mest usikre. Feltundersøkelser av grunnvannstransporten kan gi mer informasjon om hvor stor del av avrenningen fra gruveområdet som skjer gjennom grunnen til Folla. Vi regner dessuten med at sikrere transporttall for Folla vil foreligge når resultatene for limnigrafmålingene i Folla er presentert.

3. Referanser

- Arnesen, R.T., 1969, NIVA-rapport O-120/64. Undersøkelse av Folla, del 1.
- Arnesen, R.T., 1970, NIVA-rapport O-120/64. Undersøkelse av Folla, del 2.
- Arnesen, R.T., 1973. Undersøkelse av Folla. Supplerende observasjoner juni 1971 - desember 1972. 23 s.
- Arnesen, R.T., 1974. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1973 og sammenfattende oversikt over utviklingen i perioden 1966-73. 53 s.
- Arnesen, R.T., 1975. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1974. 35 s.
- Arnesen, R.T., 1976. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1975. 37 s.
- Arnesen, R.T., 1977. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1976. 36 s.
- Arnesen, R.T., Grande, M., Iversen, E.R. og Aanes, K.J., 1978. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1977. NIVA-Rapport O-64120. 67 s.
- Grande, M. 1987. Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport, O-85267, (L.nr. 1979), 34 s.
- Iversen, E.R. og Grande, M. 1980. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1978-1979, NIVA-rapport. O-64120, L.nr. 1227. 49 s.
- Iversen, E.R., og Grande, M. 1981. Undersøkelse av Folla. Observasjoner 1980, NIVA-rapport O-64120, L.nr. 1323. 61 s.
- Iversen, E.R., Grande, M. og Aanes, K.J., 1983. Rutineovervåking i Folla 1981. Årsrapport for året 1981. Rapport nr. 39/82, NIVA-rapport O-8000223, L.nr. 1448. 73 s.
- Iversen, E.R. og Aanes, K.J., 1983. Rutineovervåking i Folla 1982. Årsrapport for året 1982. Rapport nr. 92/83, NIVA-rapport O-8000223, L.nr. 1514. 50 s.
- Iversen, E.R. og Aanes, K.J., 1984. Rutineovervåking i Folla 1983. Årsrapport for året 1983. Rapport nr. 137/84, NIVA-rapport O-8000223, L.nr. 1619, 46 s.
- Iversen, E.R. og Aanes, K.J., 1986. Rutineovervåking i Folla 1984-85. Overvåkingsrapport 259/86, NIVA-rapport O-8000223, L.nr. 1927. 74 s.
- Iversen, E.R., Grande, M. og Aanes, K.J., 1987. Rutineovervåking i Folla 1986. Overvåkingsrapport 272/87, NIVA-rapport O-8000223, L.nr. 2022. 63 s.
- Iversen, E.R., Grande, M. og Aanes, K.J. 1988. Rutineovervåking i Folla 1987. Rapport 344/89, NIVA-rapport O-8000223, L.nr. 2200. 54 s.
- Iversen, E.R., Bækken, T. og Aanes, K.J., 1989. Follidal Verk A/S. Kontrollundersøkelser 1988, NIVA-rapport O-64120, L.nr. 2268. 25 s.

- Iversen, E.R., Aanes, K.J., Bækken, T., 1990. Folldal Verk A/S. Kontrollundersøkelser 1989. NIVA-rapport O-64120, L.nr. 2450. 34 s.
- Iversen, E.R., Aanes, K.J., Bækken, T., 1991. Folldal Verk A/S. Kontrollundersøkelser 1990. NIVA-rapport. L.nr. 2682. 27 s.
- Iversen, E.R., Aanes, K.J., Bækken, T., 1992. Folldal Verk A/S. Kontrollundersøkelser 1991. NIVA-rapport. L.nr. 2756. 33 s.
- Iversen, E.R., Aanes, K. J., 1993. Norsulfid AS. avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser 1992. NIVA-rapport. L.nr. 2977. 39 s.
- Iversen, E.R. og Grande, M., 1996. Norsulfid AS. avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser 1993-95. NIVA-rapport. L.nr. 3470-96. 44 s.
- Iversen, E.R., 1997. Norsulfid AS. avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser 1996. Forurensnings-tilførsler fra Folldal sentrum. NIVA-rapport. L.nr. 3692-97. 37 pp.
- Killi, I. og Priesemann, F.D, 1990. Rapport om forurensning fra det gamle gruveområdet i Folldal. Folldal Verk A/S, februar 1990.

Vedlegg A. Analyseresultater 1997

Tabell 15. Analyseresultater. Stasjon Fo2. Folla før Strybekken 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
03.01.97	7,20	5,34	0,16	0,378	6,2	7,18	0,90	40,0	1,0	0,3	<0,02	<0,01	1,6	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
06.03.97	7,19	5,42	0,20	0,392	6,1	7,24	0,92	35,3	1,8	0,7	<0,02	<0,01	1,9	1,7	<0,1	2,7	<0,2	<0,1
02.05.97	6,90	3,27	0,46	0,215	3,5	4,21	0,54	17,0	0,9	2,1	0,03	<0,01	12,0	1,1	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.06.97	6,98	1,92	0,31	0,144	1,8	2,53	0,33	60,0	0,5	0,4	<0,02	<0,01	2,4	0,4	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.09.97	7,34	3,60	0,24	0,272	3,5	5,02	0,59	71,0	0,7	1,7	0,10	0,04	2,6	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
04.11.97	7,26	3,99	0,89	0,304	4,3	5,65	0,70	53,0	0,5	0,5	<0,02	<0,01	1,6	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,15	3,92	0,38	0,284	4,2	5,31	0,66	46,1	0,9	1,0	0,030	<0,01	3,7	0,8	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,34	5,42	0,89	0,392	6,2	7,24	0,92	71,0	1,8	2,1	0,10	0,04	12,0	1,7	<0,1	2,7	<0,2	<0,1
Min.verdi	6,90	1,92	0,16	0,144	1,8	2,53	0,33	17,0	0,5	0,3	<0,02	<0,01	1,6	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 16. Analyseresultater. Stasjon Fo4. Folla ved Slåi 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
03.01.97	7,28	6,80	0,16	0,446	10,2	9,58	1,09	26	1,4	6,9	<0,02	<0,01	1,4	1,0	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
10.02.97	7,16	7,74	0,13	0,492	12,4	11,70	1,25	20	1,3	7,5	0,02	<0,01	1,3	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
06.03.97	7,05	7,65	1,40	0,412	13,7	10,20	1,30				<0,02	0,2	16,7	2,2	3,5	1,6	<0,2	0,1
05.04.97	7,39	9,35	0,22	0,549	15,6	12,90	1,54	42	1,9	13,6	0,02	0,04	3,9	1,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
02.05.97	6,95	5,37	0,70	0,294	8,2	7,13	0,83	21	2,2	21,6	0,15	0,03	33,2	1,7	0,2	<0,5	<0,2	<0,1
15.05.97	7,29	4,60	0,71	0,288	6,3	6,14	0,78	200	1,6	12,4	0,05	0,03	11,0	1,3	0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.05.97	7,06	3,71	0,27	0,243	4,2	4,86	0,58	140	1,2	5,9	0,03	<0,01	4,9	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.06.97	7,08	2,52	0,37	0,178	2,9	3,41	0,40	53	0,9	2,9	0,59	0,02	4,4	0,4	<0,1	<0,5	<0,2	0,1
01.08.97	7,17	3,66	0,21	0,271	4,3	5,03	0,58	50	0,9	2,4	0,05	0,01	3,1	0,4	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.09.97	7,42	4,39	0,23	0,318	4,7	6,22	0,69	55	0,7	1,4	<0,02	<0,01	2,3	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.10.97	7,31	4,14	0,25	0,301	4,8	5,90	0,69	65	0,8	1,9	0,06	0,01	2,1	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
04.11.97	7,3	5,16	1,20	0,358	6,5	7,41	0,86	44	0,8	2,7	0,06	<0,01	2,1	0,4	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.12.97	7,11	5,75	0,14	0,400	7,7	8,58	0,97	40	1,0	3,6	0,04	0,01	2,2	0,4	0,1	<0,5	<0,2	0,1
Gj.snitt	7,20	5,45	0,46	0,350	7,8	7,62	0,89	63	1,2	6,9	0,08	0,03	6,8	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,42	9,35	1,40	0,549	15,6	12,90	1,54	200	2,2	21,6	0,59	0,20	33,2	2,2	3,5	1,6	<0,2	0,1
Min.verdi	6,95	2,52	0,13	0,178	2,9	3,41	0,40	20	0,7	1,4	<0,02	<0,01	1,3	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 17. Analyseresultater. Stasjon Fo7. Folla ved Follshaugmoen 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
03.01.97	7,18	12,0	1,8	0,874	10,3	9,73	1,11	141	770	51,1	84,5	5,86	0,27	60,8	2,6	1,8	0,6	<0,2	<0,1
10.02.97	7,19	12,6	2,4	0,864	16,8	19,3	2,25	100	750	32,7	71,3	4,49	0,24	50,3	1,6	1,5	<0,5	<0,2	<0,1
06.03.97	7,22	12,9	1,4	0,908	15,0	18,7	2,09	130	742	34,0	77,8	7,52	0,16	56,7	2,5	1,5	0,9	<0,2	<0,1
05.04.97	7,31	12,7	1,6	0,769	17,9	16,2	2,22	75	720	42,8	77,3	0,09	0,25	52,9	2,4	2,3	<0,5	<0,2	0,2
02.05.97	6,98	7,33	12,0	0,449	9,1	9,92	1,33	31	79	146	94,3	2,04	0,36	94,0	3,4	2,7	2,4	1,3	0,4
14.05.97	7,13	6,75	9,2	0,348	13,3	9,09	1,44	600	1810	107	137,2	0,61	0,43	51,4	3,5	2,9	1,5	0,7	<0,1
30.05.97	7,20	6,11	2,0	0,392	8,0	8,65	1,07	260	700	34,4	48,2	0,26	0,12	18,9	1,9	1,0	0,8	0,6	<0,1
30.06.97	7,38	5,63	1,4	0,395	7,4	8,32	0,93	128	320	26,7	37,0	0,21	0,10	12,8	0,9	0,6	<0,5	<0,2	0,2
01.08.97	7,46	7,29	0,97	0,502	9,7	10,5	1,21	110	365	33,2	40,4	0,10	0,16	15,8	1,0	0,9	<0,5	<0,2	<0,1
01.09.97	7,56	9,54	1,7	0,662	11,3	14,6	1,68	201	530	38,1	51,9	0,79	0,18	24,1	1,5	1,2	<0,5	0,3	<0,1
01.10.97	7,51	7,87	1,5	0,530	10,5	11,8	1,40	96	340	36,5	48,6	0,08	0,16	21,6	0,9	1,1	<0,5	<0,2	<0,1
04.11.97	7,39	9,61	1,4	0,636	12,9	14,6	1,79	100	274	35,7	66,4	0,11	0,24	32,7	1,3	1,3	<0,5	<0,2	<0,1
01.12.97	7,14	10,2	1,7	0,708	13,2	15,5	1,83	88	440	40,4	71,8	0,42	0,21	42,0	1,2	1,5	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,28	9,27	3,0	0,618	12,0	12,84	1,57	158	603	50,7	69,7	1,74	0,22	41,1	1,9	1,6	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,56	12,90	12,0	0,908	17,9	19,30	2,25	600	1810	145,7	137,2	7,52	0,43	94,0	3,5	2,9	2,4	1,3	0,4
Min.verdi	6,98	5,63	0,97	0,348	7,4	8,32	0,93	31	79	26,7	37,0	0,08	0,10	12,8	0,9	0,6	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 18. Analyseresultater. Overløp slamdam Hjerkin 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	Si µg/l	As mg/l	Vannf l/s
03.01.97	7,58	26,5	0,41	1,487	53,9	45,6	4,09	<10	110	10,9	359,6	1,52	0,70	41,6	1,4	<0,1	<0,5	<0,2	1,57	0,3	17,7
10.02.97	7,57	29,6	0,47	1,584	66,5	49,6	4,55	<10	130	8,1	324,4	0,88	0,63	36,3	2,4	0,3	<0,5	<0,2	2,08	0,1	22,7
06.03.97	7,53	31,5	0,51	1,691	70,4	51,7	4,80	<10	110	11,1	444,0	0,69	0,62	86,6	2,5	0,8	0,7		2,00	0,4	12,1
05.04.97	7,64	33,9	0,63	1,822	74,9	55,6	4,91	30	140	10,1	443,8	0,80	0,76	110,0	3,9	1,0	<0,5	<0,2	2,57	0,3	42,8
02.05.97	7,54	31,6	0,78	1,635	73,7	51,0	5,18	20	40	11,9	476,9	0,34	0,70	111,3		0,8	<0,5	0,2	2,11	0,3	171,9
15.05.97	7,47	20,2	1,40	1,028	41,6	31,6	3,05	<10	150	10,3	249,1	0,21	0,41	62,5	3,1	0,5	<0,5	0,2	1,80	0,1	542,0
30.05.97	7,44	14,6	0,35	0,904	23,5	22,1	2,06	<10	90	4,4	88,1	0,14	0,16	34,7	0,6	0,3	<0,5	<0,2	1,26	0,2	553,7
30.06.97	7,79	15,9	0,42	0,941	27,4	24,6	2,26	20	150	6,4	65,5	0,48	0,15	17,0	0,3	0,2	<0,5	<0,2	1,59	<0,1	270,6
01.08.97	7,77	16,9	0,43	1,001	28,3	26,9	2,45	<50	130	7,1	51,8	0,45	0,11	18,2	0,3	0,3	<0,5	<0,2	1,38	0,3	143,0
01.09.97	7,89	18,6	0,56	1,110	32,6	30,3	2,88	<50	100	7,0	37,8	1,12	0,16	19,4	<0,2	0,3	<0,5	<0,2	1,56	0,2	74,5
01.10.97	7,80	19,7	0,79	1,163	35,3	30,8	2,93	<50	130	9,1	51,6	1,79	0,15	24,2	0,7	0,5	<0,5	<0,2	1,40	0,4	67,3
04.11.97	7,80	20,2	0,97	1,239	35,0	31,7	3,00	<50	50	8,2	61,6	1,36	0,17	18,0	0,9	0,4	<0,5	<0,2	1,53	0,4	94,4
01.12.97	7,62	21,7	0,37	1,284	39,2	31,8	3,09	<50	<10	8,1	76,5	0,92	0,18	29,3	1,0	0,5	<0,5	<0,2	2,02	0,3	63,9
Gj.snitt	7,65	23,1	0,62	1,299	46,3	37,2	3,48	<50	110	8,7	210,1	0,82	0,38	46,9	1,4	0,5	<0,5	<0,2	1,76	0,3	159,7
Maks.verdi	7,89	33,9	1,40	1,822	74,9	55,6	5,18	30	150	11,9	476,9	1,79	0,76	111,3	3,9	1,0	0,7	0,2	2,57	0,4	553,7
Min.verdi	7,44	14,6	0,35	0,904	23,5	15,5	2,06	<10	<10	4,4	37,8	0,14	0,11	17,0	<0,2	<0,1	<0,5	<0,2	1,26	<0,1	12,1

Tabell 19. Analyseresultater. Stasjon C. Bekk fra jernbanestoll 1997.

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 µg/l	Mn mg/l	Vannf l/s
03.01.97	7,27	49,1	170,7	74,0	10,70	0,17	3,27	0,04	8,41	20	0,37	2,55
10.02.97	7,56	49,7	172,8	79,0	11,60	0,15	2,50	0,02	5,52	12	0,26	2,55
06.03.97	7,69	49,5	164,7	79,0	11,40	0,11	1,17	0,01	2,53	<5	0,15	2,17
05.04.97	7,84	49,3	156,9	77,0	11,60	1,93	3,56	0,03	1,98	<5	0,15	2,55
02.05.97	6,75	12,2	38,9	16,6	1,96	0,07	0,46	0,03	0,67	<5	0,01	67,63
15.05.97	7,17	20,9	68,3	28,2	4,39	0,33	0,58	0,18	1,77	4,7	0,14	33,10
30.05.97	7,42	20,3	55,7	28,6	3,77	0,19	0,31	0,08	1,12	<5	0,06	26,25
30.06.97	7,58	18,8	48,5	27,0	3,30	0,03	0,07	0,02	0,48	<5	0,04	21,74
01.08.97	7,80	35,2	101,0	55,9	7,15	0,03	0,09	0,03	0,95	<5	0,07	6,95
01.09.97	7,79	38,5	121,2	62,0	8,52	0,03	0,06	0,01	0,89	<5	0,06	6,95
01.10.97	7,66	39,5	120,4	62,5	9,26	0,03	0,10	0,03	0,96	<5	0,08	6,26
04.11.97	7,74	37,3	104,8	56,5	8,25	0,05	0,18	0,03	0,76	2,2	0,05	6,95
01.12.97	7,71	38,4	117,1	55,6	8,60	0,03	0,01	0,01	0,53	<5	0,02	3,90
Gj.snitt	7,54	35,3	110,8	54,0	7,73	0,24	0,95	0,04	2,04	5	0,11	14,58
Maks.verdi	7,84	49,7	172,8	79,0	11,60	1,93	3,56	0,18	8,41	20,0	0,37	67,63
Min.verdi	6,75	12,2	38,9	16,6	1,96	0,03	0,01	0,01	0,48	<5	0,01	2,17

Tabell 20. Analyseresultater. Grisungbekken, nedre del 1997.

Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al µg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
03.01.97	7,25	4,50	0,372	4,5	5,65	1,14	4,7	18	0,6	1,9	1,43	0,03	1,5	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.06.97	7,39	3,14	0,259	2,4	4,10	0,77		16	1,1	0,9	<0,02	0,02	<1	0,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.09.97	7,60	5,01	0,431	3,7	6,67	1,27	27,0	19	0,8	0,7	<0,02	<0,01	1,1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,41	4,22	0,354	3,5	5,47	1,06	15,9	18	0,8	1,2	0,48	0,02	1,0	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,60	5,01	0,431	4,5	6,67	1,27	27,0	19	1,1	1,9	1,43	0,03	1,5	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Min.verdi	7,25	3,14	0,259	2,4	4,10	0,77	4,7	16	0,6	0,7	<0,02	<0,01	<1	<0,1	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 21. Analyseresultater. Follidal hovedgruve. Stasjon 1. Utløp stoll 2 1997.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
03.01.97	2,68	969	10958	336	626	448	2607	161	146	0,33	1,44	3,26	14,8	64,0	0,23
10.02.97	2,52	1010	15629	370	658	487	3016	174	150	0,45	1,56	4,03	15,3	57,0	0,23
06.03.97	2,68	925	11554	349	650	439	2724	152	152	0,42	1,44	3,81	16,0	55,7	0,14
05.04.97	2,42	888	11099	320	526	401	2629	142	112	0,18	1,20	3,24	13,1	50,6	0,33
02.05.97	2,54	642	7575	214	329	239	1730	80,4	68,8	0,20	0,54	0,86	7,1	38,6	2,55
30.05.97	2,60	687	7386	265	360	265	1691	95,5	76,6	0,29	0,63	1,49	8,1	45,2	3,41
01.07.97	2,50	725	9246	318	458	358	1876	137	92	0,36	1,00	2,39	10,7	51,9	0,80
01.08.97	2,28	831	10386	331	502	359	2165	162	118	0,10	1,08	3,35	11,8	43,5	0,46
01.09.97	2,60	862	10934	327	569	428	2219	168	122	0,23	1,31	3,52	12,5	59,0	0,46
01.10.97	2,54	831	10449	319	567	444	2210	170	124	0,25	1,31	3,50	12,1	57,8	0,61
01.11.97	2,55	803	10150	315	558	439	2260	168	123	0,22	1,35	3,62	13,2	54,1	0,61
01.12.97	2,56	836	11108	316	584	444	2390	182	121	0,46	1,30	3,20	12,3	49,7	0,46
Gj.snitt	2,54	834	10540	315	532	396	2293	149	117	0,29	1,18	3,02	12,3	52,3	0,86
Std.avvik	0,11	110	2100	40	105	77	406	32	27	0,11	0,32	0,96	2,7	7,2	1,03
Maks.verdi	2,68	1010	15629	370	658	487	3016	182	152	0,46	1,56	4,03	16,0	64,0	3,41
Min.verdi	2,28	642	7386	214	329	239	1691	80	69	0,10	0,54	0,86	7,1	38,6	0,14

Tabell 22. Analyseresultater. Follidal hovedgruve. Stasjon 2. Samlet avrenning ved "slamdamm".

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
03.01.97	2,64	485	4656	215	260	202	924	70,0	65,0	0,33	0,73	1,54	8,69	30,0	0,61
10.02.97	2,59	598	6542	276	352	269	1366	93,0	83,0	0,11	1,04	2,30	11,70	35,6	0,46
06.03.97	2,60	529	5219	243	292	220	1027	70,0	73,0	0,17	0,85	1,75	10,50	32,7	0,46
05.04.97	2,51	641	7578	277	375	299	1582	109,0	84,0	0,16	0,99	2,29	11,40	39,4	0,80
02.05.97	2,56	368	3072	117	142	112	676	41,3	33,7	0,10	0,31	0,44	3,98	19,8	6,00
30.05.97	2,60	461	4368	194	213	174	854	65,6	52,2	0,07	0,53	1,04	6,87	26,7	4,50
01.07.97	2,52	413	3647	202	202	172	615	65,6	52,7	0,11	0,61	1,19	7,30	27,7	5,00
01.08.97	2,20	448	4329	209	209	164	764	73,4	54,1	0,10	0,62	1,53	7,45	25,9	2,17
01.09.97	2,93	393	3048	332	229	142	174	58,3	65,9	0,25	0,84	1,34	14,10	36,9	1,01
01.10.97	2,55	440	4072	190	226	190	705	70,3	56,4	0,15	0,72	1,56	8,58	30,5	2,17
01.11.97	2,78	331	2557	273	177	144	193	46,0	48,5	0,17	0,63	1,09	10,00	37,2	1,83
01.12.97	2,57	431	4461	189	237	189	814	74,3	54,4	0,16	0,63	1,30	7,11	25,1	1,25
Gj.snitt	2,59	462	4462	226	243	190	808	69,7	60,2	0,16	0,71	1,45	8,97	30,6	2,19
Std.avvik	0,17	91	1448	57	68	53	407	18,2	14,6	0,07	0,20	0,52	2,72	5,9	1,92
Maks.verdi	2,93	641	7578	332	375	299	1582	109,0	84,0	0,33	1,04	2,30	14,10	39,4	6,00
Min.verdi	2,20	331	2557	117	142	112	174	41,3	33,7	0,07	0,31	0,44	3,98	19,8	0,46

Tabell 23. Analyseresultater. Folldal hovedgruve. Stasjon 3. Gammelelva 1997.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
03.01.97	7,13	22,1	52	27,4	6,03	0,37	0,43	0,18	0,58	<0.005	0,02	0,01	0,48	4,38	0,33
10.02.97	6,93	39,6	154	44,8	16,0	0,24	0,54	0,22	1,46	<0.005	0,05	0,05	1,93	5,03	0,61
06.03.97	6,94	29,5	97	32,4	9,89	0,57	1,12	0,14	0,82	<0.005	0,03	0,02	1,17	4,29	0,46
05.04.97	7,12	19,9	58,1	25,3	4,54	1,11	0,31	0,46	0,56	<0.005	0,02	0,01	0,33	4,00	0,46
02.05.97	5,94	29,2	122	36,2	8,13	2,05	2,56	0,91	1,24	<0.005	0,02	<0.005	0,73	3,50	Høy vstd.i elva
30.05.97	6,42	62,2	288	87,9	18,8	9,56	6,04	3,21	2,16	<0.005	0,05	0,04	1,20	6,04	Høy vstd.i elva
01.07.97	6,76	70,5	282	110	22,0	4,43	3,60	2,17	2,89	<0.005	0,05	0,05	1,23	7,25	Høy vstd.i elva
01.08.97	5,58	85,5	467	118	33,0	6,75	3,40	3,45	4,57	0,015	0,09	0,12	2,27	9,55	1,25
01.09.97	5,40	98,0	569	140	46,5	10,1	4,28	4,43	5,86	0,020	0,12	0,15	3,04	11,60	1,83
01.10.97	4,55	102,0	602	129	51,3	13,7	8,69	5,56	7,32	0,025	0,14	0,19	3,45	11,70	1,83
01.11.97	4,96	46,3	206	54,6	17,5	6,67	5,99	1,97	2,30	0,005	0,055	0,065	1,17	6,51	Høy vstd.i elva
01.12.97	4,65	77,8	449	99,8	38,3	8,1	4,39	3,14	4,57	<0.005	0,09	0,09	2,49	9,56	0,61
Gj.snitt	6,03	56,9	279	75,5	22,7	5,30	3,45	2,15	2,86	<0.005	0,06	0,07	1,62	6,95	0,92
Std.avvik	0,98	29,7	198	43,0	16,0	4,52	2,63	1,83	2,23		0,04	0,06	1,01	2,97	0,62
Maks.verdi	7,13	102,0	602	140,0	51,3	13,70	8,69	5,56	7,32	0,030	0,14	0,19	3,45	11,70	1,83
Min.verdi	4,55	19,9	52	25,3	4,54	1,11	0,31	0,46	0,56	<0.005	0,02	0,01	0,33	3,50	0,46

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3887-98.

ISBN 82-577-3472-1