

RAPPORT LNR 3692-97

# Kontrollundersøkelser 1996



**Norsulfid AS**

**Avd. Folldal Verk**



**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 04 30 33  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Thormøhlensgt 55  
5008 Bergen  
Telefon (47) 55 32 56 40  
Telefax (47) 55 32 88 33

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Norsulfid AS avd. Folldal Verk Kontrollundersøkelser 1996 Forurensningstilførsler fra Folldal sentrum	Løpenr. (for bestilling) 3692-97	Dato 12.06.97
	Prosjektnr. Undernr. O-64120	Sider 37
Forfatter(e)  Iversen, Eigil Rune	Fagområde Industri	Distribusjon
	Geografisk område Hedmark-Oppland	Trykket NIVA 1997

Oppdragsgiver(e) NORSULFID AS	Oppdragsreferanse
----------------------------------	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Kontrollundersøkelsene i Folla-vassdraget som er gjennomført etter nedlegging av gruvedriften på Tverrfjellet i 1996, viste at vannkvaliteten i Folla nedstrøms deponiet på Hjerkinna var svært lik naturlig bakgrunnsnivå ved utgangen av 1996. Vannkvaliteten ved utløpet av slamdammen er i ferd med å stabilisere seg etter at deponeringen opphørte. Tungmetalltransporten fra gruveområdet i Folldal sentrum var betydelig lavere i 1996 enn i de foregående år.</p>
---

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kisgruve</li> <li>2. Avgangsdeponering</li> <li>3. Tungmetaller</li> <li>4. Drensvann</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Pyrite Mining</li> <li>2. Tailings Disposal</li> <li>3. Heavy Metals</li> <li>4. Acid Mine Drainage</li> </ol>
---	---

*Eigil Rune Iversen*  
Eigil Rune Iversen  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3257-5

*Bente M. Wathne*  
Bente M. Wathne  
Forskningsjef

O - 64120

**Norsulfid AS avd. Folldal Verk**

Kontrollundersøkelser 1996

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 Folldal 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, Folldal 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, 12. juni 1997

*Eigil Rune Iversen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Fysisk/kjemiske undersøkelser</b>	<b>7</b>
2.1. Prøvetakingsstasjoner og analyseprogram	7
2.2. Resultater for Folla-vassdraget	7
2.2.1. Fo2- Folla ovenfor tilløp av Strypbekken	8
2.2.2. Fo4- Folla ved Slåi - Gravbekkli	9
2.2.3. Fo7 - Folla ved Follshaugmoen	11
2.2.4. Overløp slamdam, Hjerkin	15
2.3. Tilførsler fra Folldal sentrum	20
2.3.1. St.1 Gruvevann, Utløp Stoll 2	20
2.3.2. St.2 Utløp drensledning ved gamle slamdam	20
2.3.3. St.3 Utløp drensledning ved Gammelelva	20
2.3.4. Materialtransport	21
<b>3. Referanser</b>	<b>26</b>
<b>4. Vedlegg</b>	<b>28</b>

# 1. Sammendrag

Rapporten gir en fremstilling av resultater for fysisk/kjemiske undersøkelser som er gjennomført i Folla-vassdraget og i gruveområdet i Folldal sentrum i 1996.

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 tyder foreløpig på at tilførslene av sink fra jernbanestollen er større enn sinktransporten ved utløpet av dammen.

Vannkvaliteten i Folla nedenfor Strypbekkenes munning var ved utgangen av 1996 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.

Tilførslene fra gruveområdet i Folldal sentrum setter fortsatt et tydelig preg på vannkvaliteten nedstrøms ved Follshaugmoen. Analyse materialet for 1996 viser at transporten var betydelig mindre i 1996 enn i de foregående år. Det vesentligste av endringen synes å ha sammenheng med naturgitte forhold som følge av nedbør og klima, men endringer i spesielt sinkkonsentrasjoner og sinktransport ved Follshaugmoen tyder på en redusert forurensningstransport fra Folldal sentrum. Resultatene fra det undersøkelsesprogram som har vært gjennomført for gruveområdet i Folldal sentrum, er i samsvar med erfaringene fra undersøkelsene i vassdraget.

Det er mange usikkerheter i forbindelse med et slikt feltundersøkelsesprogram som er gjennomført her, men da programmet skal løpe over flere år, regner vi med at programmet vil gi tilstrekkelig informasjon til å beskrive mulige trender tilfredsstillende.

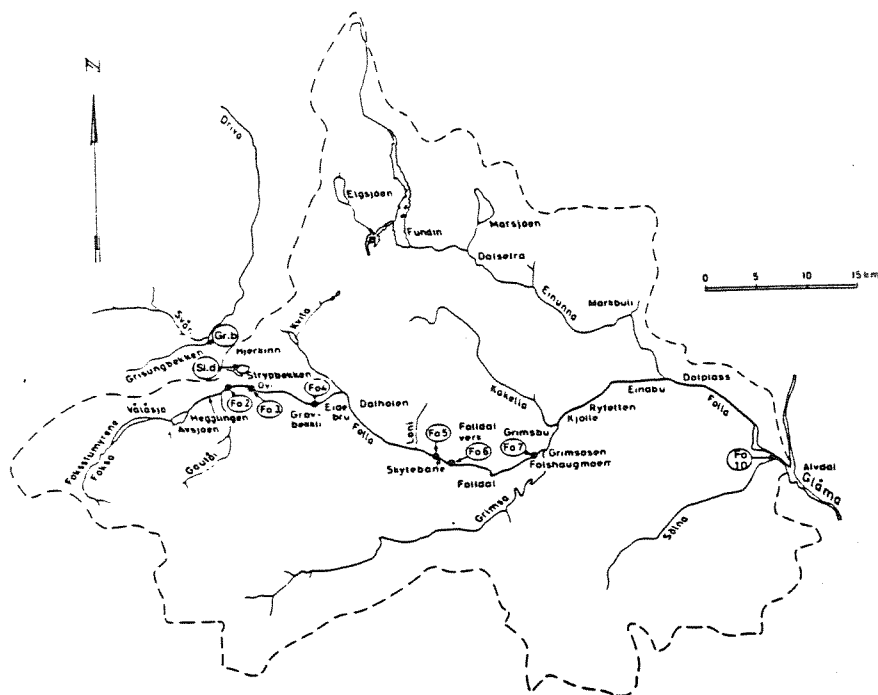
## 2. Innledning

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* 1980-96). 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 Follidal sentrum, samt utført giftighetstester av tungmetallholdig drens vann 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.

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



Figur 1. Follas nedbørfelt med avmerking av prøvetakingsstasjoner.

## 3. Fysisk/kjemiske undersøkelser

### 3.1 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 Folldal sentrum.

**Tabell 1.** Prøvetakingssatsjoner for feltundersøkelsen i Folla. Stasjonene er avmerket på figur 1.

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 Follshaug-moen	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 Folldal 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 massepektrometer som detektor (ICP-MS). Disse analysene er utført ved Norsk institutt for luftforskning (NILU). De øvrige analyser er utført ved NIVA. Prøvene fra Folldal sentrum er analysert v.h.a ICP-teknikk ved NIVA.

### 3.2 Resultater for Folla-vassdraget

Analyseresultatene for alle prøvetakingene i årene 1993-95 er samlet i tabellene 11-19 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.



### 3.2.1 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 1970-96 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 deteksjonsgrensen for kobber var ca. 100 ganger lavere i 1996 enn i 1970. 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.

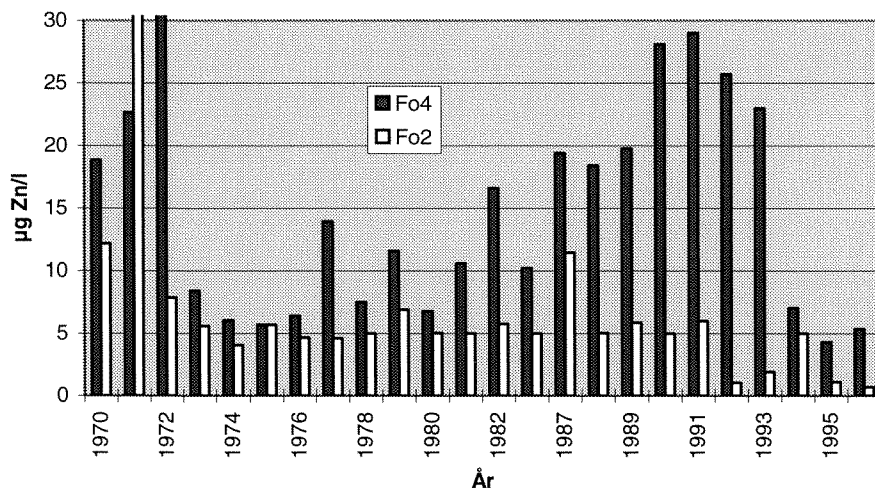
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7.19	5.07	0.07		4.7	5.78		59	11.2	12		
1971	7.13	5.80	0.99		4.8	6.14		51	38.8	81		
1972	7.14	4.55	0.51		6.0	6.15		40	19.8	8		
1973	7.27	4.63	0.51		5.0	5.95		54	17.7	6		
1974	7.21	4.49	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

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

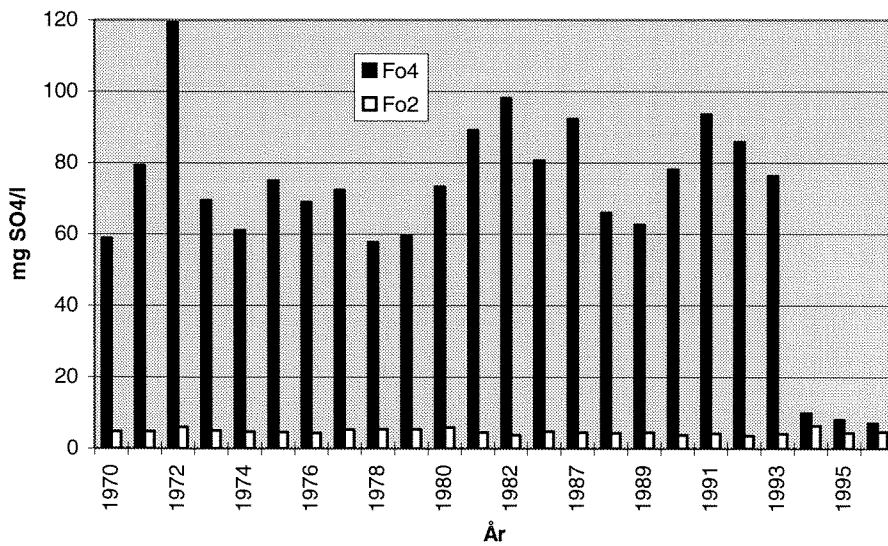
Tilførslene fra slamdammen på Hjerkin er fullstendig innblandet ved denne stasjon. Stasjonen er prøvetatt i perioden 1966-83 og fra 1987. I tabell 4 er beregnet tidsveiede middelverdier for de viktigste analyseparametre. I den tiden deponering i slamdammen pågikk (til 1/3-93), var vannkvaliteten i Folla 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 tabell 4 at kalsium-, sulfat- og konduktivitetsverdiene har falt betydelig. Når det gjelder tungmetallene, har tungmetallkonsentrasjonene 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. I figur 2 er gjort en grafisk fremstilling utviklingen i middelverdiene 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 drifts- nedleggelsen 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 1996. Figur 3 og figur 4 viser utviklingen i middelverdiene for kalsium og sulfat ved Fo2 og Fo4. Figurene viser tydelig hvordan konsentrasjonene avtok etter drifts- nedleggelse. Situas- jonen synes å ha stabilisert seg ved utgangen av 1996.

**Tabell 4.** Tidsveiede middelverdier for stasjon Fo4. Folla ved Slåi - Gravbekkli 1970-96.

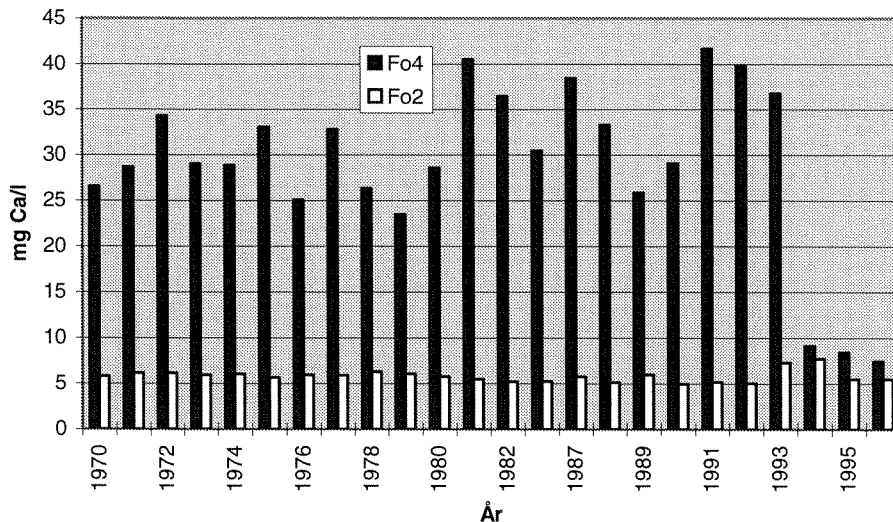
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7.13	20.81	0.13		58.8	26.58		40	9.9	19		
1971	7.08	21.35	0.31		79.2	28.67		50	15.2	23		
1972	7.08	27.52	0.81		119.4	34.30		34	20.4	52		
1973	7.19	21.00	0.44		69.5	29.06		42	12.8	8		
1974	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	3.7	26	0.06	1.48
1993	7.03	20.70	0.86	0.351	76.3	36.80	1.80	129	2.2	23	0.08	0.76
1994	7.16	6.54	0.37	0.375	10.0	9.13	1.01	59	1.2	7	0.09	0.12
1995	7.22	6.15	0.66	0.397	8.1	8.42	0.97	53	1.4	4	0.01	0.15
1996	7.07	5.25	0.33	0.327	7.1	7.43	0.86	61	1.1	5.4	<0.01	0.30



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



**Figur 3.** Tidsveiede middelverdier for sulfat ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-96.



**Figur 4.** Tidsveiede middelvrdier for kalsium ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-96.

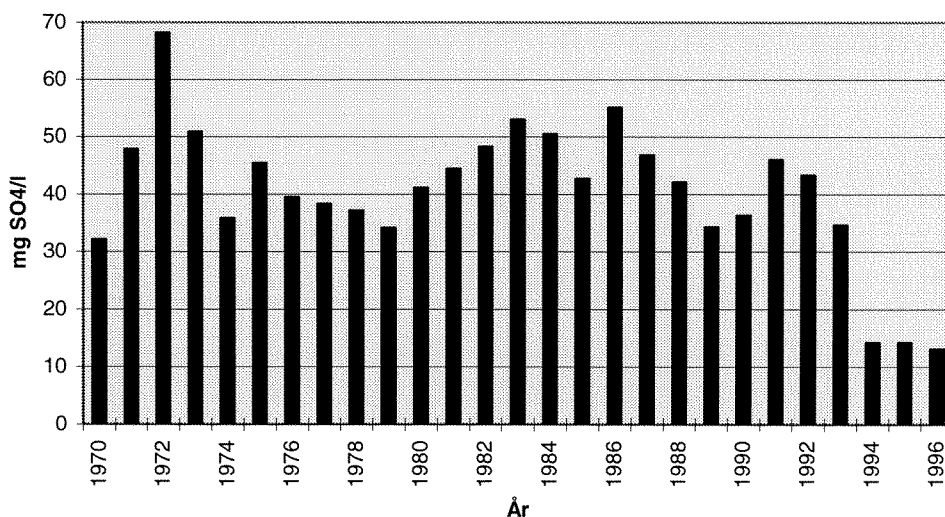
### 3.2.3 Fo7 - Folla ved Follshaugmoen (nedenfor Follidal sentrum)

Tilførslene fra Follidal sentrum, samt de relativt beskjedne tilførslene fra søndre og nordre Geiteryggen 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 forurensningstilførslene fra gruveområdet i Follidal sentrum, ble det foretatt daglige prøvetakinger under vårfloppen. Erfaringene fra disse undersøkelser viste at det vesentligste av materialtransporten fra gruveområdet fant sted under vårfloppen. 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 årsmiddelvrdier. For å kompensere for mulige avvik som har med prøvetakingsfrekvens å gjøre, har en i tabell 5 beregnet tidsveiede årsmiddelvrdier for de viktigste analyseparametre.

**Tabell 5.** Tidsveiede middelverdier for stasjon Fo7 Follshaugmoen 1970-96.

År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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

Resultatene viser at de sterkt sure tilførslene fra gruveområdet i Folldal sentrum ikke har noen merkbar påvirkning på pH-verdiene. Folla har således tilstrekkelig bufferkapasitet til å nøytralisere de sure tilførslene 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 tilførslene fra deponeringsområdet på Hjerkinn betydd mer enn tilførslene 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 Hjerkinn, gjør det foreløpig vanskelig å vurdere effektene av oppryddingstiltaket i Folldal sentrum da nettopp sulfat er en av parametrene som gir uttrykk for tilførslene av forvitningsprodukter til Folla. Det kreves derfor observasjoner over flere år for å vurdere mulige trender. Figur 5 viser utviklingen i tidsveiede middelverdier for sulfat ved stasjon Fo7.

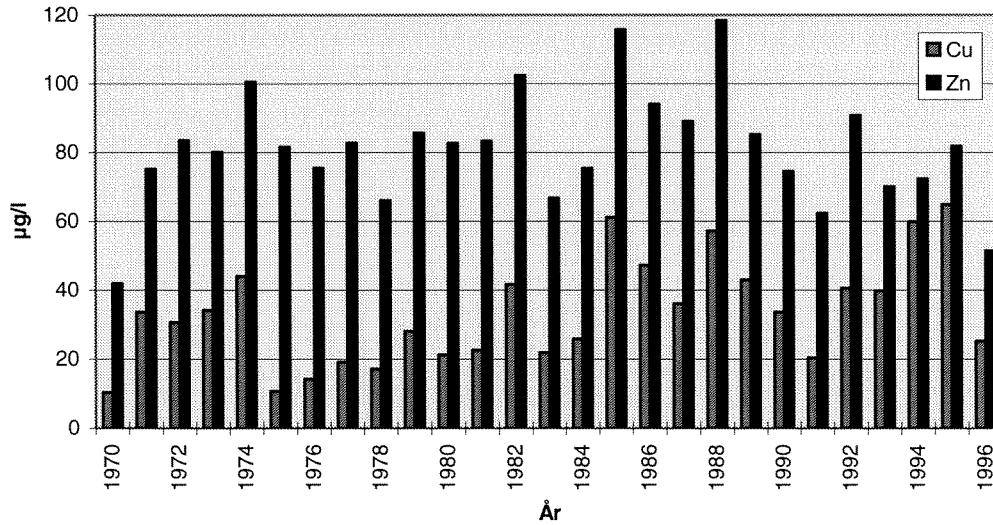


**Figur 5.** Tidsveiede middelverdier for sulfat ved stasjon Fo7 1970-96.

Når det gjelder tungmetallverdiene, er forurensningstilstanden mer komplisert å forklare. Verdiene var spesielt høye i 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.

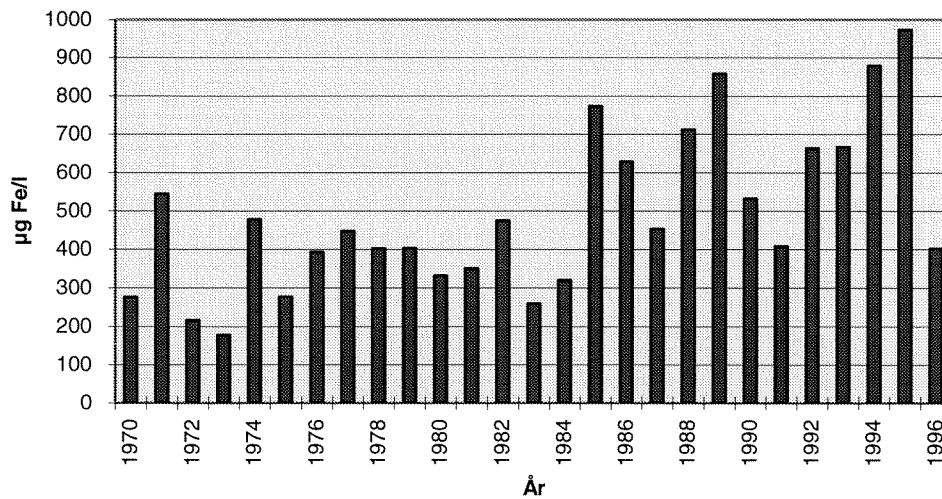
Et annet forhold som også kan ha betydning, er at en ved plutselige endringer i vannføringen på grunn av flom, vil få en resuspensjon av utfelt tungmetallslam i elvedementene. En vil således kunne påvise høye tungmetallkonsentrasjoner uten at dette gir uttrykk for en økning i tilførslene.

I 1996 var middelverdiene for tungmetallene tildels betydelig lavere enn i 1995. Spesielt må bemerkes sinkverdien som er den laveste siden 1970. Siden sink er mer mobilt enn de andre tungmetallene, tyder dette på en redusert tilførsel fra gruveområdet til Folla.



**Figur 6.** Tidsveiede middelverdier for kobber og sink ved stasjon Fo7 1970-96.

Figur 6 viser utviklingen i middelverdiene for kobber og sink ved stasjon Fo7, mens figur 7 viser utviklingen i middelverdiene for jern.



**Figur 7.** Tidsveiede middelverdier for jern ved stasjon Fo7 1970-96.

### 3.2.4 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.

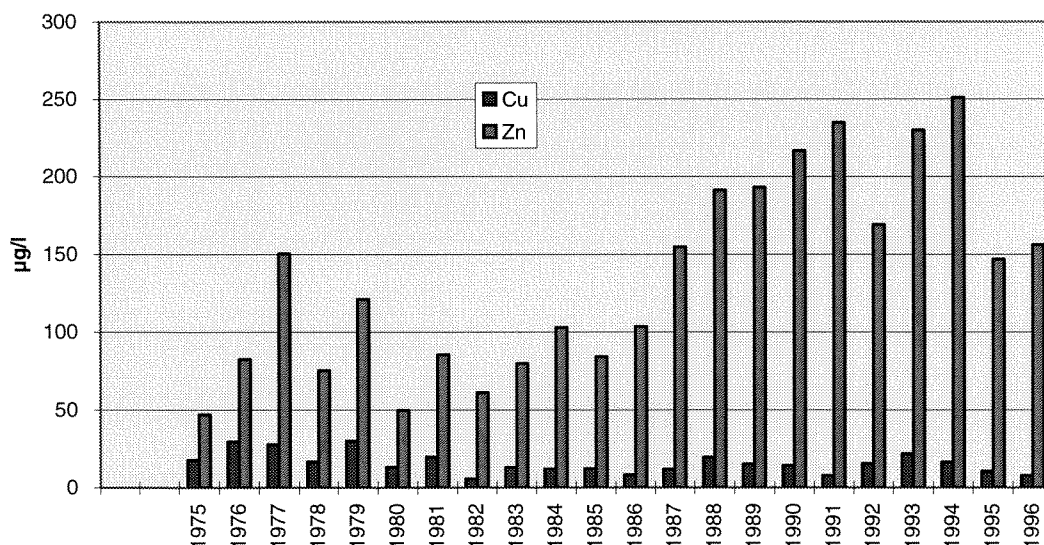
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	Vannf l/s
1975	7.01	124.6	1.82		729	254.5		204	17.7	47				
1976	7.34	103.1	4.50	0.845	515	183.6	5.52	313	29.6	82				
1977	7.00	98.9	2.23		495	149.7		217	27.8	150				171
1978	6.95	94.1	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	284	5.6	61	0.38			201
1983	7.36	101.1	3.72	1.100	514	198.9	6.82	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	3952	15.3	169	0.44	12.7	15.7	167
1993	7.39	79.3	4.35	1.205	399	167	8.07	583	21.8	230	0.76	5.9	11.3	193
1994	7.54	37.7	1.08	1.312	115	62.9	6.09	450	16.4	251	0.83	2.0	3.3	71.7
1995	7.54	28.0	0.76	1.341	67.6	45.4	4.28	208	10.6	147	0.39	1.4	3.3	51.7
1996	7.41	25.6	0.97	1.271	60.0	38.6	3.52	320	7.8	156	0.33	1.6	4.5	93.5

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.

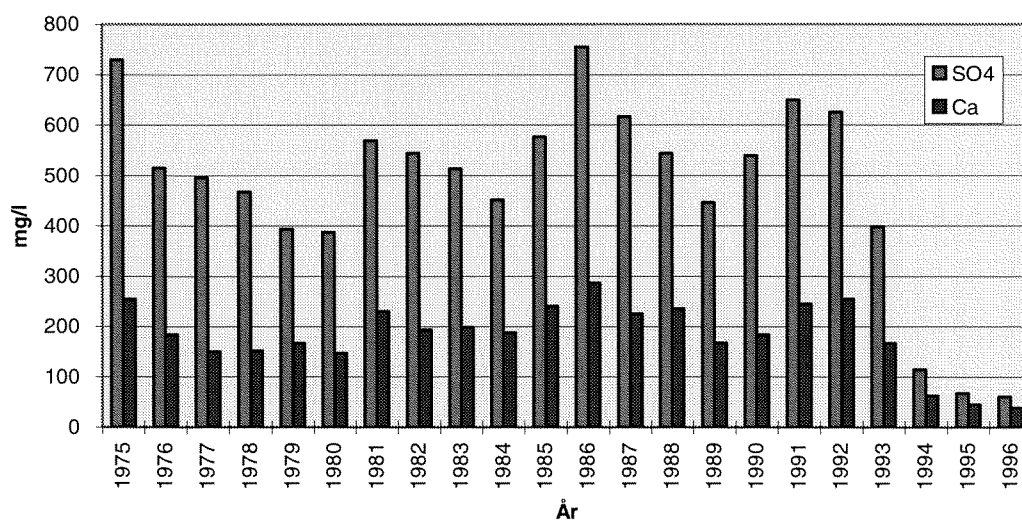
Etter at deponering opphørte, har en gradvis utskifting av den opprinnelige vannkvalitet i dammen funnet sted. En ser av observasjonsmaterialet at særlig sulfat- og kalsiumkonsentrasjonene har falt betydelig. Konsentrasjonene av disse komponenter var ved utgangen av 1996 fortsatt fallende, men



endringene i forhold til foregående år var vesentlig mindre i 1996. Av tungmetallene økte sinkkonsentrasjonen også i 1994 ett år etter at deponering opphørte. I 1995 og 1996 sank middelverdien for sink til omkring 150 µg/l. 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.

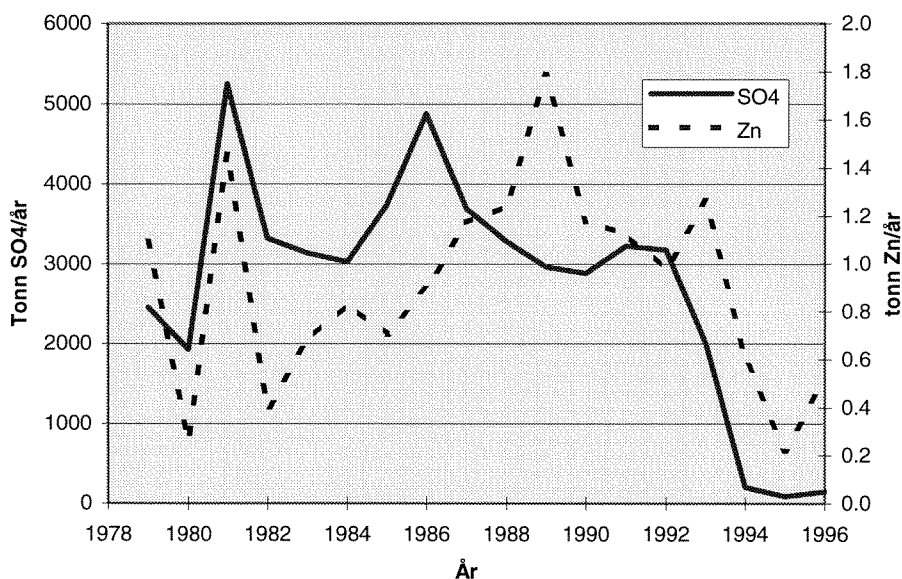


**Figur 9.** Tidsveiede middelverdier for kalsium og sulfat ved overløp av slamdam, Hjerkin.

I tabell 7 er vist beregnet 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 1979-96.

**Tabell 7.** Materialtransport ved overløp av slamdam, Hjerkin 1979-96.

År	Vannf. l/s	Sulfat tonn/år	Jern tonn/år	Kopper 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



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

### 3.2.5 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. I september måned ble det nedsatt en overløpsprofil i bekken for måling av vannmengder. Analyseresultatene er samlet i tabell 17.

Vannkvaliteten i bekken er tydelig påvirket av tilførslene fra jernbanestollen. Avrenningen påvirker pH-verdien i liten grad, men sulfat-, jern- og sinkkonsentrasjonene viser at bekken mottar betydelige sig fra stollen.

Siden vannmengder blir målt, kan det være av interesse å vurdere transporten fra gruveområdet tilslamdammen i forhold til transporten ut av slamdammen til Folla. Det er bare i de to siste måneder i 1996 at prøvene ble tatt på samme tidspunkt (1/11 og 30/11). Dersom man beregner døgntransporten av sink for overløpet av slamdammen og for stasjon C v.h.a. målte konsentrasjoner og vannføringer, blir transporten for 1/11 og 30/11 henholdsvis :

**Tabell 8.** Døgntransport av sink i gruveområdet på Hjerkin.

Stasjon	1.11.96	30.11.96
Overløp slamdam, Hjerkin	2,50	1,13
St.C. Bekk fra jernbanestoll	5,33	4,48

Observasjonsmaterialet er foreløpig for lite til å lage en materialbalanse for slamdammen. Resultatene tyder på at sinktilførslene til dammen er større enn den sinkmengde som transporteres ut av dammen.

### 3.2.6 St.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 dreinsvann fra deler av gruveområdet. Resultatene for 1996 er samlet i tabell 18. I tabell 9 er samlet middelverdier for de viktigste komponenter fra og med 1987.

**Tabell 9.** Middelverdier. Grisungbekken, nedre del

År	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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

Resultatene tyder ikke på at tilførslene fra gruveområdet har noen vesentlig betydning for vannkvaliteten i Grisungbekken.

### 3.2.7 St.A Overløp malmsone I.

Gruveavfallet fra Folldal 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 10.** Analyseresultater. Prøve av overløpsvann fra malmsone I, tatt 6.10.96.

pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> 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	Pb mg/l	Si mg/l
6.88	62.8	260	96.0	1.79	0.76	15.1	1.59	11.3	0.03	0.04	0.07	0.04	<0.1	3.72

Resultatene viser at overløpsvannet har en høy pH-verdi og et relativt beskjedent tungmetallinnhold.

### **3.3 Tilførsler fra Folldal sentrum**

Forurensningstransporten fra gruveområdet i Folldal sentrum ble kartlagt av NIVA i 1984-86. Folldal Verk foretok en ny kartlegging i 1989 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. Ved hver prøvetaking er også målt vannføring ved avlesning av overløpshøyde i måleprofilene i drenerørene. Vi vil her gi en vurdering av analyse materialet ved utgangen av 1996 og samtidig foreta en sammenligning med tidligere observasjoner. Alle analyseresultatene er samlet i tabeller i vedlegget bak i rapporten.

#### **3.3.1 St.1 Gruvevann, Utløp Stoll 2**

Analyseresultatene for 1996 er samlet i tabell 19. Vannkvaliteten skiller seg lite fra det foregående år. Vannkvaliteten endrer seg også forholdsvis lite i løpet av året. Derimot var vannmengdene vesentlig mindre i 1996 enn i 1995 og 1994. Dette har stor betydning for transporten ( se avsnitt 3.3.4).

#### **3.3.2 St.2 Utløp drenerledning ved gamle slamdam**

Ved denne stasjonen er samlet vann fra stoll 2 og det vann som samles opp i drenerør og grøfter i gruveområdet. Analyseresultater for 1996 er samlet i tabell 20. Som for st.1 har vannkvaliteten endret seg lite i måleperioden 1993-96. Vannet er sterkt surt med kobber- og sinkkonsentrasjoner på henholdsvis 60 og 50 mg/l som årsmiddel. Vannmengdene endrer seg imidlertid betydelig fra år til år og i løpet av året. I perioden februar- april 1996 var det ikke mulig å måle vannmengder p.g.a. is. Vannmengdene er skjønnsmessig vurdert ut fra tidligere erfaringer og analyseresultater. I 1996 var det ingen typisk vårflom som i 1995.

#### **3.3.3 St.3 Utløp drenerledning ved Gammelelva**

Prøvetakingen ved drenerørsystemet som fører ut i Folla ved Gammelelva ble startet samtidig med de andre stasjonene, men det ble ikke etablert muligheter for å måle vannmengder før i september/oktober 1994. Som i foregående vinter frøs rørsystemet i løpet av vinteren. Analyseresultatene (tabell 21) viser at rørsystemet fanger opp en del avrenning fra gruveavfall, men konsentrasjonene er betydelig lavere enn ved målepunktet ved stasjon 2. Tilførslene til Folla via dette drenerørsystemet synes å være av mindre betydning sett i forhold til de totale tilførsler.

### 3.3.4 Materialtransport

Beregning av materialtransport vil gi direkte informasjon om bidraget fra de enkelte forureningskilder samtidig som en også får bedre informasjon over utviklingen over tid, noe som er spesielt viktig i områder der det er gjennomført tiltak. Ved flere av de områder hvor NIVA har gjennomført feltundersøkelser for beregning av materialtransport, har det vist seg at det kan være meget vanskelig å oppnå gode verdier for materialtransport når det gjelder denne type avrenning. Dette skyldes at det som regel er forholdsvis små nedbørfelter det skal måles materialtransport i, og at såvel konsentrasjoner som vannføring kan endre seg betydelig over forholdsvis kort tid som følge av endringer i nedbør og klima. I enkelte områder kan også den årlige materialtransporten variere betydelig. Forvittringsprosessen går imidlertid sin gang slik at det er hovedsaklig den måten utvaskingen av forvittringsprodukter foregår på som er bestemmende for den årlige materialtransport fra et gruveområde. Ofte er situasjonen slik at mens konsentrasjonene kan variere med en faktor på 10 i løpet av et år, kan vannføringen variere med en faktor på 100. Det er derfor viktigere å prioritere vannføringsmålinger fremfor antall prøvetakinger.

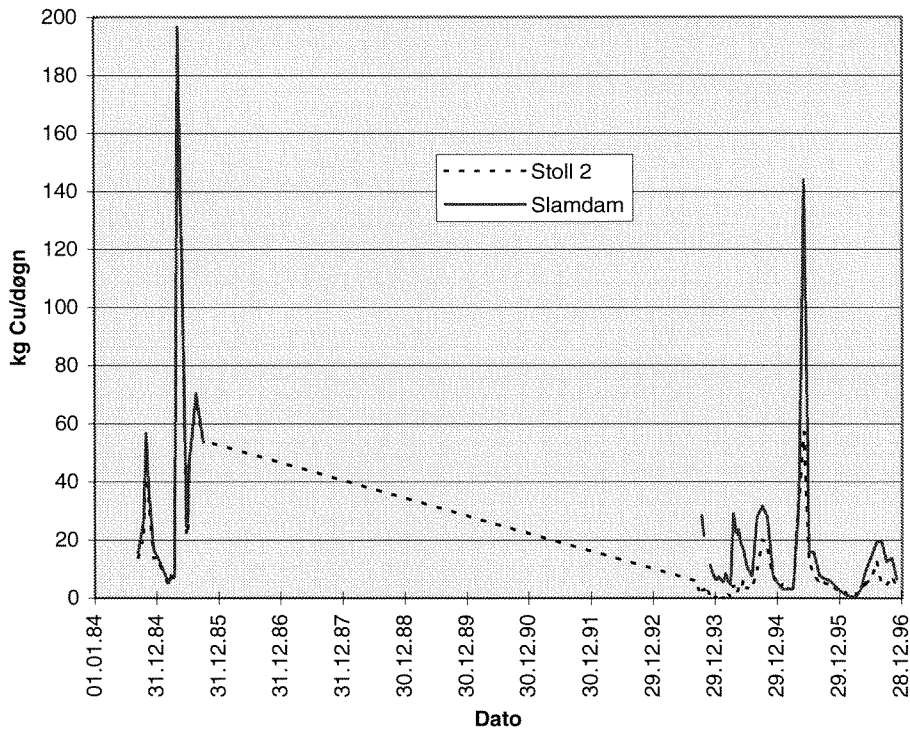
Hvor ofte en skal ta vannprøver vil som regel være et økonomisk spørsmål. Dersom måleprogrammet skal gå over flere år som i Folldal, og en har som hovedmål å vurdere utviklingen i samlet materialtransport, kan en månedlig prøvetakingsfrekvens gi tilstrekkelig informasjon. Av statistiske årsaker er det en fordel at prøvetakingen er mest mulig regelmessig.

I Folldal har det nåværende prøvetakingsprogram hittil vært gjennomført meget tilfredsstillende. Prøvetakingen i Folldal sentrum har dessuten vært foretatt samtidig med prøvetakingen i vassdraget. Tidligere prøvetakingsprogrammer har ikke vært gjennomført med samme regelmessighet. Dette gjør det noe usikkert å sammenligne resultater fra tidligere år med siste måleperiode.

For beregning av årlig materialtransport har vi i denne undersøkelsen beregnet materialtransporten ved hver observasjon og tidsveiet denne. Den årlige materialtransporten blir således tilnærmet lik arealet under transportkurven. Vi har også beregnet observasjonsmaterialet for perioden 1984/85 på samme måte.

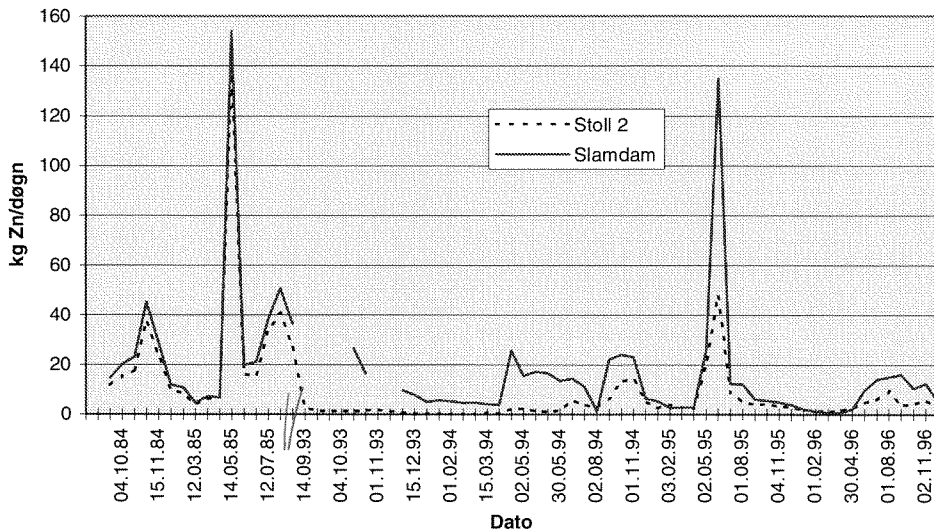
Figur 11 og figur 12 viser forløpet av transportkurvene for kobber og sink i måleperioden 1984/85 og 1993/96. Når det gjelder perioden 1984/85 ser en at gruvevann betydde nesten alt for samlet materialtransport i nesten hele måleperioden. I denne perioden hadde en ikke anledning til å måle vannføringen ved utløpet av stoll 2. Ved å inspisere noen av stakelukene i dreneringsystemet ble det observert meget liten vannføring i dreneringsystemet. Samlet vannføring i kum ved Sagveien (før avrenningen krysset veien) ble derfor også benyttet som mål for gruvevannsmengden. Ved sammenligning med dagens materiale, er det sannsynlig av materialtransporten fra gruva den gang ble for høy. På den annen side var det i perioden 1984/85 ikke mulig å få noe godt observasjonsmateriale for samlede overflatetilførsler fra gruveområdet. Dette skyldes at all overflateavrenning dengang ble ledet ut i slamdammen. I store deler av året hadde denne intet avløp idet avrenningen fra dammen foregikk som lekkasje under damfoten og delvis som grunnvannstilførsler til Folla. For å sammenligne med resultatene for siste måleperiode er resultatene for kummen i Sagveien (tilnærmet samlet avrenning ved innløp i slamdammen) benyttet som grunnlag for kurvene i figurene.

### Kobbertransport Folldal sentrum



**Figur 11.** Materialtransport av kobber fra Folldal sentrum i 1984/85 og 1993-96.

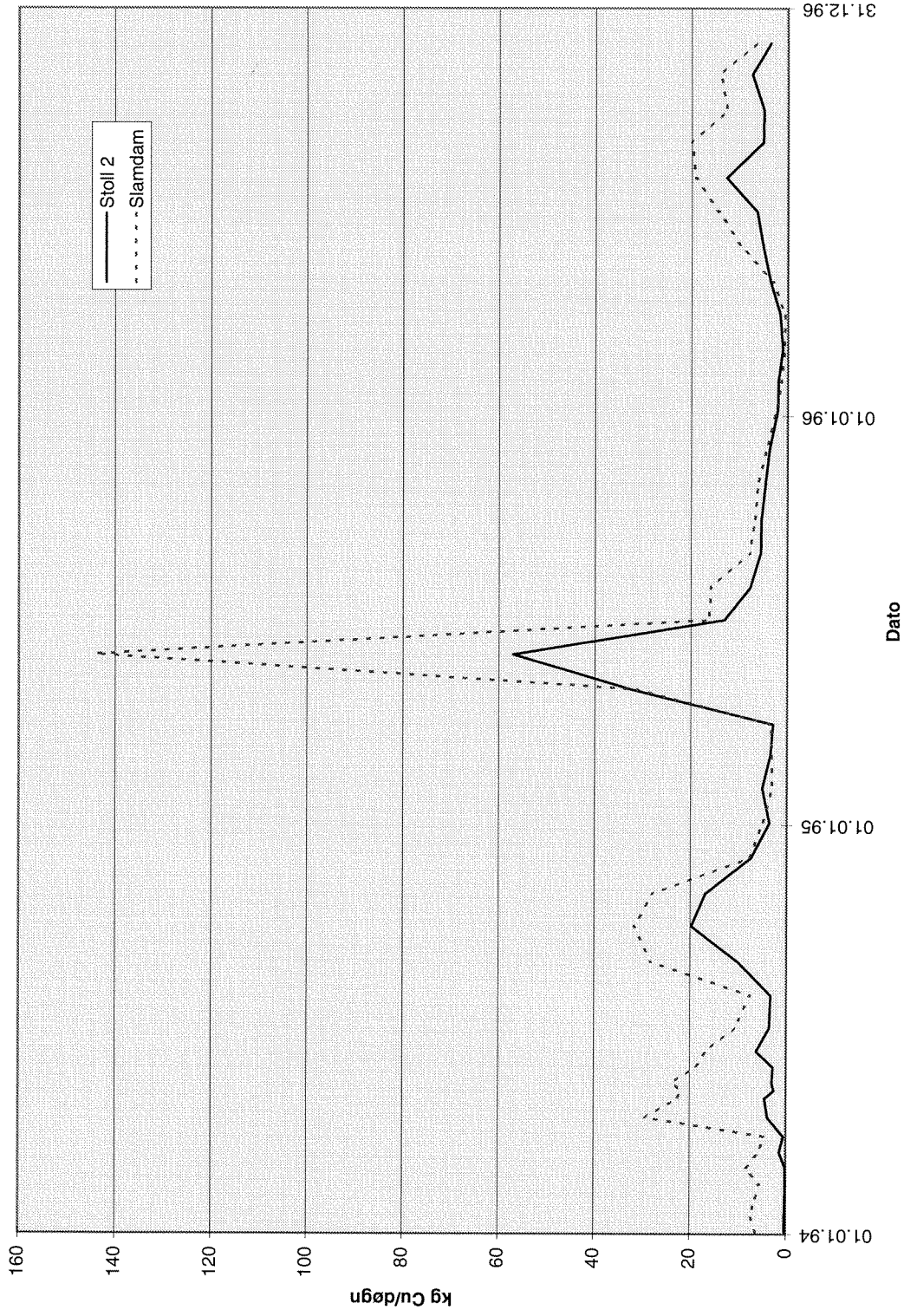
### Sinktransport Folldal sentrum



**Figur 12.** Materialtransport av sink fra Folldal sentrum i 1984/85 og 1993-96.

Av transportkurvene legger en merke til de store variasjonene i observasjonsmaterialet. Variasjonene var særlig store i måleperioden 1984/85 og i 1995. Erfaringene er at betydningen av tilførselene fra gruva sett i forhold til totaltransporten ved stasjon 2 varierer betydelig i løpet av året. Generelt sett viser observasjonsmaterialet at tilførselene fra gruva betyr mest under

Kobbertransport Folldal sentrum 1994-96





vintersituasjonen. Dette er også naturlig da avrenning fra avfall i dagen er liten p.g.a. frost. Avrenningsmønsteret for kobber og sink er tilnærmet likt.

Materialtransporten har et svært forskjellig forløp i perioden 1984/85 og 1993-96. Dette har sammenheng med nedbørforholdene. I årene 1984 og 1985 var nedbøren uvanlig høy. I 1984 falt det 112 % nedbør av et normalår, mens det i 1985 falt hele 139 % av et normalår. I 1994, 1995 og 1996 utgjorde årsprosenten henholdsvis 94, 80 og 99 %. Avrenningsmønsteret for årene 1994 og 1995 er også meget forskjellige. I 1994 var materialtransporten om våren bemerkelsesverdig lav, mens transporten om våren 1995 var uvanlig høy. Høsten 1994 var nedbørrik med nedbørmengder på 150 % av normalen i månedene august, september og november. Høsten 1995 var derimot meget nedbørfattig med nedbørmengder på 40-60 % av normalen i samme periode. En ser da også at avrenning fra avfall i dagen betydde mer høsten 1994 enn høsten 1995 da gruvevannet betydde mest. I 1996 var det ingen typisk vårflo. Snøen fordampet stort sett i det sørvendte gruveområdet. De største transporttallene inntraff under sommeren og høsten i perioder med nedbør.

I tabell 11 er gjort en sammenstilling av beregnet årlig materialtransport ved utløp av stoll 2 og ved slamdammen for måleperiodene 1984/85, 1994, 1995 og 1996. En ser at materialtransporten var mer enn dobbelt så stor i perioden 1984/85 i forhold til de to siste år. Dette kan for en stor del ha sammenheng med de ekstreme nedbørforholdene i 1984 og 1985. Den årlige transporten ved slamdammen var forholdsvis lik i årene 1994 og 1995, men forøvrig skiller året 1995 seg vesentlig fra det foregående år. Det vesentligste av årstransporten i 1995 skyldes en stor avrenning under vårfloen. I den øvrige delen av året var transporten mindre enn i 1994. Transporttallene for 1996 viser betydelige lavere verdier enn i de foregående år. Det som er av størst betydning for vassdraget, er i hvilken grad den reduserte transport skyldes naturgitte forhold eller skyldes de gjennomførte tiltak i gruveområdet. Siden det også kan påvises en tilsvarende reduksjon i avrenningen fra gruva tyder resultatene foreløpig på at naturlige variasjoner hittil betyr mer for variasjonene i årstransporten enn de gjennomførte tiltak. Siden kontrollopplegget er forholdsvis enkelt, trenger en noen års obsevasjoner for å bekrefte mulige effekter av opprydningstiltaket i gruveområdet.

**Tabell 11.** Årlig materialtransport fra Folldal sentrum.

	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 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
Stoll 2 1984/85	14.6	10.5	188.0	33.6	892
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

Fra høsten 1994 er det også tatt prøver i dreneringsystemet som munner ut i Folla ved utløpet av Gammelelva. Datamaterialet som foreligger for denne stasjon tyder derfor på at materialtransporten denne vei er ubetydelig når det gjelder overflatetilførsler.

Det kan også være av interesse å sammenligne beregnede materialtransportverdier med transporten i Folla ved Follshaugmoen (Fo7). Hensikten er å vurdere hvor stor del av tilførslene fra gruve-

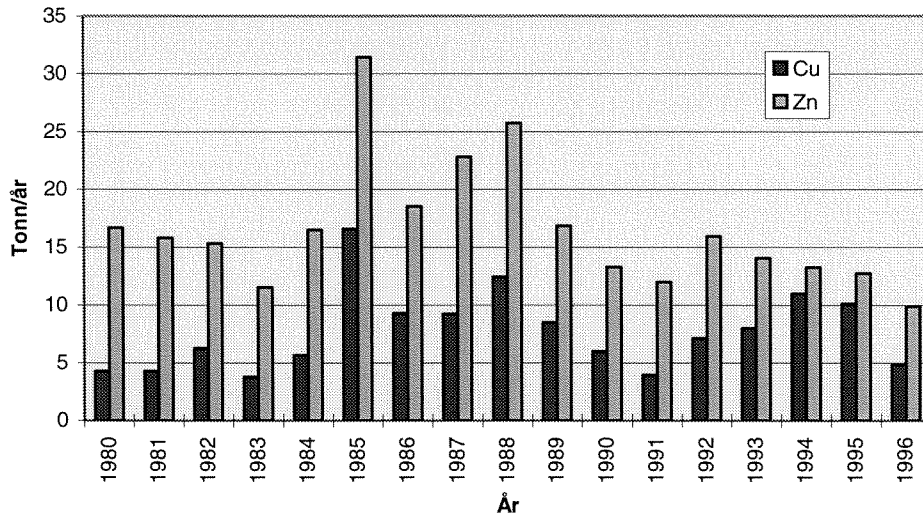
området som fanges opp av dreneringsystemet. Sammenligningen er imidlertid meget usikker da det ikke er foretatt vannføringsobservasjoner på prøvetakingsstedet. Vannføringsobservasjoner i Folla er i det hele tatt vanskelig å utføre over lengre tid ved denne stasjonen da det stadig er forandringer i elveleiet samt at det ofte er bunnis i elva om vinteren slik at en må foreta teoretiske korreksjoner av vannføringen vinterstid. Tidligere har en (Iversen, 1986) forsøkt å beregne materialtransporten i Folla ved Fo7 ved å benytte vannføringsobservasjoner ved Ryfetten vannmerke og korrigere for nedbørfeltets areal. Dette ga bl.a. en meget høy sinktransport (125 t/år). Som tidligere nevnt var nedbørforholdene i måleperioden ekstreme slik at dette sikkert har bidratt til resultatet. Det ble den gang konkludert med at store deler av avrenningen fra gruveområdet ikke ble fanget opp av dreneringsystemet og ble blandet inn i Folla som grunnvannstilførsler.

I denne undersøkelsen vil vi forsøke å beregne materialtransporten på en alternativ måte. I tabell 12 er gjort beregninger av årlig materialtransport ved Follshaugmoen for årene 1980-96 ved å benytte tidsveiede middelveier og normalvannføring ved Husom (6.18 m<sup>3</sup>/s, NVE,1987) og ved å korrigere vannføringen for årsnedbøren i forhold til nedbørnormalen. I figur 13 er beregnet materialtransport for kobber og sink fremstilt grafisk.

**Tabell 12.** Årlig materialtransport ved stasjon Fo7, Follshaugmoen.

År	Nedbør i % av normal	Beregnet vannføring m <sup>3</sup> /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

### Materialtransport ved Fo7



**Figur 13.** Beregnet materialtransport av kobber og sink i Folla ved Follshaugmoen 1980- 96.

Årene 1984, 1985, 1987 og 1988 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 kobbertransporten, mens den i 1996 var omtrent halvparten. Det er mulig at dette kan settes i sammenheng med oppryddings-tiltakene. Men man trenger trolig observasjoner over flere år for å se den endelige effekten av tiltakene. 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. Vi vil imidlertid anbefale at man observerer forholdene i en 5-årsperiode før man trekker noen konklusjon. Siden spesielt sinktransporten er den laveste som er påvist hittil, er det mye som tyder på at transporten fra gruveområdet er i ferd med å avta.

Det kan også være av interesse å sammenligne beregnet transport ved Follshaugmoen med observasjonene ved slamdammen (st.2). I 1996 tyder resultatene på at kobber- og sinktransporten ved slamdammen på årsbasis utgjorde henholdsvis 65 og 28 % av beregnet transport ved stasjon Fo7. Her er det selvsagt store usikkerheter. Tallene for Fo7 er mest usikre. Kun feltundersøkelser av grunnvannstransporten kan avgjøre mer eksakt hvor stor del av avrenningen fra gruveområdet som skjer gjennom grunnen til Folla.

## 4. 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.

## **5. Vedlegg**

**Tabell 13.** Analyseresultater. Stasjon Fo2 Folla for Strypbekken 1996.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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
06.01.96	7.10	5.07	0.81	0.418	5.6	7.30	0.92	35	1.3	1.1	<0.01	2.73	2.2	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.03.96	7.08	5.77	0.22	0.424	7.2	8.48	1.01	35	0.6	1.4	<0.01	0.91	3.2	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	0.1
30.04.96	6.98	3.91	0.48	0.292	4.4	4.98	0.73	99	0.6	0.9	<0.01	0.06	11.5	0.9	<0.1	0.9	<0.2	<0.1
02.07.96	7.17	2.80	0.42	0.190	3.0	3.66	0.48	101	0.7	0.6	<0.01	0.05	6.6	0.9	0.1	<0.5	0.3	<0.1
02.09.96	6.56	3.46	0.28	0.272	3.9	4.36	0.58	64	0.5	-0.2	<0.01	0.04	4.1	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	0.1
01.11.96	7.23	3.73	0.21	0.283	4.8	5.21	0.69	57	0.5	0.4	<0.01	0.05	2.9	0.5	<0.1	<0.5	<0.2	0.1
Gj.snitt	7.02	4.12	0.40	0.31	4.82	5.67	0.74	65	0.7	0.7	<0.01	0.64	5.1	0.7	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
Maks.verdi	7.23	5.77	0.81	0.42	7.20	8.48	1.01	101	1.3	1.4	<0.01	2.73	11.5	0.9	0.1	0.9	0.3	0.1
Min.verdi	6.56	2.80	0.21	0.19	3.00	3.66	0.48	35	0.5	<0.2	<0.01	0.04	2.2	0.5	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1

**Tabell 14.** Analyseresultater. Stasjon Fo4 Folla ved Slåi 1996.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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
06.01.96	7.08	6.02	0.30	0.436	7.0	8.58	0.98	24	1.0	4.6	0.01	3.22	1.7	0.8	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.02.96	7.06	6.40	0.32	0.458	7.6	9.30	0.99	18	0.7	3.5	<0.01	0.79	2.6	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.03.96	7.03	6.40	0.26	0.450	8.3	9.45	1.04	23	0.5	2.7	<0.01	0.06	1.0	0.7	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.04.96	6.77	6.03	0.25	0.429	7.2	8.46	0.97	32	1.0	5.6	<0.01	0.15	1.6	0.5	<0.1	<0.5	<0.2	0.1
30.04.96	7.04	4.88	0.55	0.315	7.2	6.28	0.84	88	1.5	10.5	0.02	0.06	16.1	1.2	0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.06.96	6.36	3.50	0.43	0.228	4.6	4.87	0.61	79	1.8	5.1	0.01	0.15	3.6	1.6	<0.1	1.7	<0.2	0.2
02.07.96	7.14	4.03	0.58	0.242	5.3	5.35	0.66	159	1.3	3.6	0.01	0.15	14.3	1.0	0.2	<0.5	0.3	0.2
01.08.96	7.44	5.12	0.35	0.327	7.5	7.38	0.78	53	0.9	4.0	<0.01	0.1	2.7	0.7	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
02.09.96	6.82	4.27	0.34	0.320	5.7	5.67	0.69	65	0.8	3.0	0.01	0.04	3.6	0.7	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.10.96	7.19	4.59	0.23	0.298	6.2	6.46	0.76	74	0.8	4.8	<0.01	0.06	2.1	0.6	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
01.11.96	7.36	5.20	0.21	0.349	8.0	7.32	0.88	66	0.9	8.4	<0.01	0.15	4.1	0.7	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
30.11.96	7.23	6.35	0.16	0.422	9.7	9.45	1.07	37	1.4	6.9	<0.01	<0.02	1.4	1.0	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
Gj.snitt	7.04	5.23	0.33	0.36	7.03	7.38	0.86	60	1.1	5.2	<0.01	0.45	4.6	0.8	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
Maks.verdi	7.44	6.40	0.58	0.46	9.70	9.45	1.07	159	1.8	10.5	0.02	3.22	16.1	1.6	0.2	1.7	0.3	0.2
Min.verdi	6.36	3.50	0.16	0.23	4.60	4.87	0.61	18	0.5	2.7	<0.01	<0.02	1.0	0.5	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1



Tabell 15. Analyseresultater. Stasjon Fo7 Folla ved Follshaugmoen 1996.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
06.01.96	7.25	15.60	1.30	1.218	17.8	23.5	2.65	41	370	22.6	102.6	2.49	0.25	95.8	3.0	1.8	0.7	<0.2	0.1
01.02.96	7.19	17.80	0.86	1.268	20.3	27.1	2.83	45	670	18.2	93.5	4.83	0.31	124.8	2.7	1.7	0.5	0.3	0.2
01.03.96	7.25	16.00	0.86	1.169	17.4	25.4	2.61	29	340	11.7	56.4	1.43	0.18	60.7	1.7	1.1	<0.5	<0.2	<0.1
30.04.96	7.06	6.21	4.20	0.399	9.4	8.5	1.13	232	420	20.8	33.3	0.32	0.12	28.8	2.1	0.6	<0.5	0.3	0.1
01.06.96	6.45	4.96	1.60	0.341	5.8	7.3	0.88	177	230	17.5	24.8	0.22	0.09	13.9	2.2	0.5	1.3	0.2	0.3
02.07.96	7.47	7.80	1.40	0.492	11.0	11.4	1.31	163	499	31.6	41.4	0.23	0.16	17.3	1.5	0.7	<0.5	0.3	0.2
01.08.96	7.67	9.83	2.10	0.636	14.3	14.9	1.63	110	518	42.9	52.4	0.07	0.21	26.5	1.6	1.4	<0.5	<0.2	0.1
02.09.96	7.05	8.21	0.37	0.591	10.8	11.8	1.40	96	370	33.2	35.0	0.03	0.16	16.9	1.3	0.9	<0.5	<0.2	<0.1
01.10.96	7.44	7.72	0.73	0.548	10.8	12.4	1.43	65	350	27.6	40.2	0.07	0.12	16.1	1.2	0.8	<0.5	<0.2	<0.1
01.11.96	7.51	9.38	0.72	0.631	13.1	13.3	1.60	96	415	32.2	52.8	0.18	0.14	28.8	1.4	1.0	<0.5	<0.2	<0.1
30.11.96	7.21	10.60	0.54	0.752	14.6	16.4	1.86	90	310	27.5	59.4	4.18	0.18	31.6	1.9	1.1	<0.5	<0.2	<0.1
Gj.snitt	7.23	10.37	1.33	0.73	13.2	15.6	1.76	104	408	26.0	53.8	1.28	0.17	41.9	1.9	1.1	<0.5	<0.2	<0.1
Maks.verdi	7.67	17.80	4.20	1.27	20.3	27.1	2.83	232	670	42.9	102.6	4.83	0.31	124.8	3.0	1.8	1.3	0.3	0.3
Min.verdi	6.45	4.96	0.37	0.34	5.8	7.3	0.88	29	230	11.7	24.8	0.03	0.09	13.9	1.2	0.5	<0.5	<0.2	<0.1

**Tabell 16.** Analyseresultater. Overløp slamdam, Hjerking.

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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	Si mg/l
06.01.96	7.44	31.0	1.00	1.645	77.8	50.0	3.97	<50	190	5.6	117.4	1.10	0.27	294.9	7.1	5.9	<0.5	<0.2	0.4	1.87
01.02.96	7.29	32.3	1.80	1.517	82.9	52.0	4.16	<50	640	3.5	37.3	6.80	0.16	468.0	10.3	8.5	1.0	0.4	0.2	2.31
01.03.96	7.12	30.6	2.60	1.387	78.1	49.0	3.54	<50	1520	3.8	73.4	0.52	0.22	374.0	9.0	6.5	<0.5	<0.2	0.2	2.50
01.04.96	6.86	35.0	1.50	1.598	83.8	53.0	3.95	<50	430	2.7	44.2	0.38	0.13	278.9	9.8	2.2	<0.5	<0.2	0.3	2.39
30.04.96	7.13	22.7	1.20	0.914	62.0	24.1	3.08	50	260	18.3	307.2	0.88	0.58	135.4	3.3	1.2	<0.5	<0.2	0.3	1.30
01.06.96	6.74	20.3	1.40	1.030	38.6	22.1	2.90	<50	140	9.2	168.0	1.18	0.29	70.9	3.0	0.5	1.0	<0.2	0.2	1.12
02.07.96	7.64	22.3	0.58	1.100	47.3	28.3	3.10	<50	120	7.2	96.5	1.69	0.19	39.5	2.2	0.5	<0.5	<0.2	0.6	0.97
01.08.96	7.80	21.3	0.61	1.112	47.0	34.5	3.11	<50	120	8.2	131.1	1.11	0.24	23.3	2.4	0.4	<0.5	<0.2	0.6	1.10
02.09.96	7.34	22.6	0.37	1.184	54.2	35.0	3.31	30	130	7.4	107.4	0.72	0.32	22.8	1.9	0.3	<0.5	<0.2	0.2	1.24
01.10.96	7.72	22.8	0.30	1.220	50.9	38.0	3.49	<10	110	8.0	171.5	1.28	0.31	24.7	2.2	0.5	<0.5	<0.2	0.3	1.08
01.11.96	7.85	24.0	0.45	1.266	49.4	38.7	3.59	20	170	8.3	257.1	2.24	0.39	22.8	2.3	0.5	<0.5	<0.2	0.4	1.36
30.11.96	7.67	24.7	0.28	1.378	57.8	42.6	4.02	20	110	9.1	271.7	1.85	0.61	45.4	2.7	0.9	<0.5	<0.2	0.4	1.71
Gj.snitt	7.38	25.8	1.01	1.279	60.8	38.9	3.52	<50	328	7.6	148.6	1.65	0.31	150.1	4.7	2.3	<0.5	<0.2	0.3	1.58
Maks.verdi	7.85	35.0	2.60	1.645	83.8	53.0	4.16	50	1520	18.3	307.2	6.80	0.61	468.0	10.3	8.5	1.0	0.4	0.6	2.50
Min.verdi	6.74	20.3	0.28	0.914	38.6	22.1	2.90	<50	110	2.7	37.3	0.38	0.13	22.8	1.9	0.3	<0.5	<0.2	0.2	0.97

Tabell 17. Analyseresultater. Stasjon C. Bekk fra jernbanestoll.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Mn mg/l	Zn mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l	Si mg/l	Vannf l/s
30.04.96	6.89	27.3	99	28.4	5.25	<0.05	0.38	<0.01	0.32	1.37	<50	<5	<10	<10				1.81	
01.06.96	6.89	37.6	156	57.0	7.95	0.72	1.59	0.05	0.34	4.93	<50	<5	20	<5				3.06	
02.07.96	7.42	53.2	213	78.0	11.90	<0.05	0.20	0.05	0.10	15.70	<50	23	70	7				3.47	
02.09.96	7.11	49.3	185	92.0	11.10	0.02	0.35	0.05	0.09	10.60	<50	18	10	<5				3.63	
10.09.96	7.45	56.9	192	100.0	12.90	0.02	0.11	0.05	0.05	14.70	<50	31	30	<5				3.70	4.76
01.10.96	7.30	42.8	143	63.0	8.98	<0.01	0.16	0.02	0.04	7.32	0.3	19	14	0.8	<0.5	<0.2	<0.1	3.76	
16.10.96	7.22	46.8	177	68.0	10.50	<0.01	0.11	0.02	0.04	9.12	<50	20	10	<5				3.42	8.00
01.11.96	7.40	46.1	165	66.0	10.20	<0.01	0.10	0.02	0.03	8.88	<50	16	20	<5				3.31	6.95
30.11.96	7.31	48.9	183	72.0	10.90	0.21	5.58	0.10	0.48	11.70	<50	20	10	<5				4.67	4.43
Gj.snitt	7.22	45.43	168	69.4	9.96	<0.05	0.95	0.04	0.17	9.37	<50	17	21	<5	<0.5	<0.2	<0.1	3.43	6.04
Maks.verdi	7.45	56.90	213	100.0	12.90	0.72	5.58	0.10	0.48	15.70	0.30	31	70	7	<0.5	<0.2	<0.1	4.67	8.00
Min.verdi	6.89	27.30	99	28.4	5.25	<0.01	0.10	<0.01	0.03	1.37	<50	<5	<10	<5	<0.5	<0.2	<0.1	1.81	4.43

**Tabell 18.** Analyseresultater. Grisungbekken, nedre del.

Dato	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	SO <sub>4</sub> 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
30.04.96	6.94	4.16	0.269	5.0	4.92	1.08		62	3.0	12.3	0.32	0.06	15.1	0.8	0.2	<0.5	<0.2	<0.1
02.07.96	7.39	6.30	0.354	11.1	8.37	1.44	78	133	2.0	3.5	0.11	<0.01	6.4	0.6	0.2	<0.5	0.2	0.1
02.09.96	7.22	5.32	0.450	5.0	6.65	1.38	12	32	0.7	0.6	<0.02	<0.01	1.2	0.5	<0.1	<0.5	<0.2	<0.1
Gj.snitt	7.18	5.26	0.358	7.0	6.65	1.30	45	76	1.9	5.5	0.15	0.02	7.6	0.6	0.2	<0.5	<0.2	<0.1
Maks.verdi	7.39	6.30	0.450	11.1	8.37	1.44	78	133	3.0	12.3	0.32	0.06	15.1	0.8	0.2	<0.5	0.2	0.1
Min.verdi	6.94	4.16	0.269	5.0	4.92	1.08	12	32	0.7	0.6	<0.02	<0.01	1.2	0.5	<0.2	<0.5	<0.2	<0.1

**Tabell 19.** Analyseresultater. Follidal Hovedgruve. St.1 Utløp Stoll 2 1996.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> 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	Pb mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
06.01.96	2.98	934	9689	326	697	430	2436	170	142	0.108	0.94	3.48	13.8	<0.05	50.0	0.14
01.02.96	2.59	915	10140	325	568	436	2541	159	143	0.123	1.02	3.77	14.3	<0.05	53.9	0.14
01.03.96	2.69	931	9737	327	576	436	2552	156	144	0.238	1.01	3.92	14.0	<0.05	54.0	0.08
01.04.96	2.58	846	9626	282	516	396	2198	130	121	0.167	0.61	3.34	12.5	<0.05	51.0	0.14
30.04.96	2.38	652	9958	292	482	399	2648	152	107	0.063	0.06	3.49	12.1	<0.05	49.9	0.27
31.05.96	2.63	907	9835	280	542	411	2320	128	119	0.110	1.43	3.48	12.9	<0.05	52.0	0.46
02.07.96	2.59	871	11826	411	627	473	3367	160	151	0.166	1.74	3.97	16.1	<0.05	61.0	0.46
01.08.96	2.42	908	12050	381	598	461	2971	183	136	0.149	1.85	4.17	15.7	<0.05	59.0	0.80
02.09.96	2.47	885	11138	355	575	447	2670	179	127	0.237	1.08	4.04	14.2	<0.05	57.0	0.33
01.10.96	2.57	940	11338	351	597	455	2695	174	140	0.300	1.46	4.04	14.7	<0.05	61.0	0.33
02.11.96	2.54	931	11946	372	624	484	2688	185	147	0.280	1.71	4.19	16.1	<0.05	60.0	0.46
30.11.96	2.60	938	15557	334	634	480	2768	177	146	0.310	1.40	3.62	15.7	<0.05	57.4	0.23
Gj.snitt	2.59	888	11070	336	586	442	2655	163	135	0.188	1.19	3.79	14.3	<0.05	55.5	0.32
Std.avvik	0.15	80	1703	40	57	30	304	19	14	0.083	0.52	0.30	1.4	<0.05	4.2	0.20
Maks.verdi	2.98	940	15557	411	697	484	3367	185	151	0.310	1.85	4.19	16.1	<0.05	61.0	0.80
Min.verdi	2.38	652	9626	280	482	396	2198	128	107	0.063	0.06	3.34	12.1	<0.05	49.9	0.08

**Tabell 20.** Analyseresultater. Folldal Hovedgruve. St.2 Samlet avrenning ved slamdam 1996.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> 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	Pb mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
06.01.96	2.88	563	4901	244	356	223	1040	82.0	73.0	0.082	0.53	1.81	9.66	<0.05	32.7	0.33
01.02.96	2.51	418	3263	182	176	150	658	50.6	43.1	0.096	0.43	1.31	6.36	<0.05	27.7	is
01.03.96	2.66	347	2551	137	142	111	522	36.9	35.7	0.052	0.29	0.98	4.98	<0.05	20.9	is
01.04.96	2.57	346	2521	118	137	103	587	33.4	31.8	0.048	0.15	0.09	4.55	<0.05	19.6	is
30.04.96	2.54	322	2182	100	109	93	443	49.9	35.4	0.125	0.24	0.91	4.17	<0.05	13.3	is
31.05.96	2.87	387	2689	295	196	137	195	60.0	62.0	0.27	0.82	1.24	14.40	<0.05	26.1	1.83
02.07.96	2.56	339	2255	173	129	102	408	37.6	36.7	0.087	0.57	0.87	6.30	<0.05	21.5	4.40
01.08.96	2.49	486	4524	205	230	194	930	75.0	58.6	0.072	0.84	1.69	8.32	<0.05	27.9	2.96
02.09.96	2.57	497	5000	252	275	234	888	90.0	73.0	0.158	0.67	1.97	10.80	<0.05	34.4	2.55
01.10.96	2.54	484	4734	239	257	217	824	79.0	66.0	0.13	0.83	1.81	10.20	<0.05	34.0	1.83
02.11.96	2.59	439	4206	220	234	198	738	74.0	66.0	0.12	0.81	1.63	9.20	<0.05	28.5	2.17
30.11.96	2.50	471	4521	211	242	203	891	74.0	61.0	0.16	0.71	1.56	8.39	<0.05	29.5	1.01
Gj.snitt	2.61	425	3612	198	207	164	677	61.9	53.5	0.117	0.57	1.32	8.11	<0.05	26.3	2.14
Std.avvik	0.13	77	1130	58	72	53	253	19.7	15.8	0.061	0.25	0.54	3.00	<0.05	6.4	1.24
Maks.verdi	2.88	563	5000	295	356	234	1040	90.0	73.0	0.270	0.84	1.97	14.40	<0.05	34.4	4.40
Min.verdi	2.49	322	2182	100	109	93	195	33.4	31.8	0.048	0.15	0.09	4.17	<0.05	13.3	0.33

Tabell 21. Analyseresultater. Follidal Hovegruve. St.3 Gammelelva 1996.

Dato	pH	Kond mS/m	SO <sub>4</sub> 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	Pb mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
06.01.96	7.42	25.0	81	27.2	8.76	0.25	0.65	0.20	0.85	<0.005	<0.01	0.02	0.78	<0.05	4.77	0.04
01.02.96	7.19	21.0	55	25.0	5.76	0.41	0.38	0.20	0.47	<0.005	<0.01	0.02	0.51	<0.05	5.15	is
31.05.96	5.02	60.9	240	71.0	17.30	4.38	5.04	2.49	2.30	<0.005	0.11	0.06	1.49	<0.05	4.83	tett
02.07.96	6.25	53.9	234	88.0	17.90	9.62	18.50	2.98	3.69	0.011	0.06	0.07	1.38	<0.05	7.49	tett
01.08.96	5.39	84.9	410	121.0	29.40	8.08	7.51	3.71	3.90	0.015	0.17	0.11	2.09	<0.05	7.24	1.25
02.09.96	4.41	130.0	728	172.0	52.00	19.00	16.90	8.57	8.76	0.020	0.06	0.24	3.94	<0.05	11.00	1.52
01.10.96	6.17	91.6	455	128.0	36.80	8.52	4.09	3.94	4.67	<0.005	0.11	0.14	2.89	<0.05	9.10	0.61
02.11.96	6.34	78.1	356	106.0	28.50	7.27	3.08	3.11	3.48	<0.005	0.09	0.10	2.11	<0.05	7.14	1.01
30.11.96	7.07	40.2	142	54.0	11.30	1.79	1.22	0.73	1.15	<0.005	0.03	0.03	0.80	<0.05	5.27	0.61
Gj.snitt	6.14	65.1	300	88.0	23.08	6.59	6.37	2.88	3.25	0.01	0.07	0.09	1.78	<0.05	6.89	0.84
Std.avvik	1.03	35.0	213	49.0	14.99	5.87	6.82	2.58	2.55	0.01	0.05	0.07	1.11	<0.05	2.14	0.53
Maks.verdi	7.42	130.0	728	172.0	52.00	19.00	18.50	8.57	8.76	0.02	0.17	0.24	3.94	<0.05	11.00	1.52
Min.verdi	4.41	21.0	55	25.0	5.76	0.25	0.38	0.20	0.47	<0.005	<0.01	<0.005	0.51	<0.05	4.77	0.04

## **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 3692-97

ISBN 82-577-3257-5