

RAPPORT LNR 4036-99

Kontrollundersøkelser etter nedleggelse av driften



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 etter nedleggelse av driften	Løpenr. (for bestilling) 4036-99	Dato 28.mai 1999
	Prosjektnr. Undemr. O-64120	Sider 91
Forfatter(e) Iversen, Eigil Rune Grande, Magne Aanes, Karl Jan	Fagområde Miljøgifter	
	Geografisk område Hedmark - Oppland	Trykket NIVA 1999

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

Sammendrag

Undersøkelsene i Folla-vassdraget som er gjennomført over en periode på fem år etter at driften ved Folldal verk ble nedlagt viser at forurensningstilstanden i øvre del av vassdraget er i ferd med å normalisere seg og er svært lik tilstanden før gruvestarten på Hjerkin i 1968. Tilførselene fra avgangsdeponiet på Hjerkin påvirker nå Folla i liten grad, og det er mulig for fisk å overleve i selve Hjerkinndammen. De største forurensningsproblemene i vassdraget er fortsatt knyttet til avrenningen fra det gamle gruveområdet i Folldal sentrum. Det kan ennå ikke påvises noen positive effekter av betydning i Folla nedenfor Folldal tettsted. Dersom det er et mål å forbedre vannkvaliteten i nedre del av vassdraget, bør nye tiltak settes inn mot gruvevannet fra Folldal hovedgruve.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Kisgruve 2. Drensvann 3. Tungmetaller 4. Hydrobiologi 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pyrite mining 2. Acid rock drainage 3. Heavy metals 4. Hydrobiology
--	--

Eigil Rune Iversen
Eigil Rune Iversen
Prosjektleder

ISBN 82-577-3638-4

Bente M. Wathne
Bente M. Wathne
Forskningsjef

O-64120

Norsulfid AS avd. Folldal Verk

Kontrollundersøkelser etter nedleggelse av driften

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 Hjerkinns og i den nærmeste vassdragsstrekning, samt følge opp forurensnings-tilførselene fra gruveområdet i Folldal sentrum og effektene i Folla i tiden etter at de forurensningsbegrensende tiltakene ble gjennomført. Undersøkelsene omfatter også resultater fra det kontrollprogram Statskog er pålagt å utføre i gruveområdet på Tverrfjellet.

Undersøkelsene har omfattet biologiske og fysisk/kjemiske undersøkelser. De biologiske undersøkelsene har vært utført av Magne Grande (fisk) og Karl Jan Aanes (bunndyr). 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. Vi vil til slutt takke for det samarbeid NIVA har hatt med gruveselskapet gjennom 35 år.

Oslo, 28. mai 1999

Eigil Rune Iversen

Innhold

Sammendrag	6
Summary	8
1. Innledning	9
2. Undersøkellesprogram og metoder	11
2.1 Hydrologi	11
2.2 Fysisk/kjemiske undersøkelser	12
2.3 Biologiske undersøkelser	13
2.3.1 Bunndyr	13
2.3.2 Fisk	13
3. Fysisk/kjemiske forhold	14
3.1 Hydrologi	14
3.1.1 Slamdam Hjerkin	14
3.1.2 Folla ved Follshaugmoen	15
3.2 Vannkvalitet i gruveområdet på Hjerkin	17
3.2.1 Stasjon A. Overløp malmsone I	17
3.2.2 Stasjon C. Kvernbecken ved E6.	17
3.2.3 Stasjon Gr1. Grisungbecken, nedre del	18
3.2.4 Overløp slamdam, Hjerkin	19
3.3 Vannkvalitet ved stasjonene i Folla	22
3.3.1 Fo2 - Folla ovenfor tilløp av Strypbekken	22
3.3.2 Fo4 - Folla ved Slåi-Gravbekkli (etter innblanding av Strypbekken)	23
3.3.3 Fo5 - Folla ved skytebanen	25
3.3.4 Fo7 - Folla ved Follshaugmoen (nedstrøms Folldal sentrum)	25
3.3.5 Fo10 - Folla ved Gjelten bru	29
3.4 Vannkvalitet i gruveområdet i Folldal sentrum	30
3.4.1 Stasjon 1. Gruvevann, utløp stoll 2	30
3.4.2 Stasjon 2. Drensledning nedenfor gamle slamdam	31
3.4.3 Stasjon 3. Utløp drensledning ved Gammelelva	33
4. Forurensningstransport	34
4.1 Hjerkinområdet	34
4.2 Folldal sentrum	37
5. Biologiske effekter	44
5.1 Effekter på bunndyr	44
5.1.1 Materialet	44
5.1.2 Vurdering av resultater	44
5.2 Effekter på fisk	53
5.2.1 Folla og Strypbekken	53
5.2.2 Hjerkinndammen	56
5.2.3 Tungmetaller i fisk	56
5.2.4 Sammenfattende diskusjon	57

6. Samlet vurdering	59
7. Referanser	61
Vedlegg A. Resultater fra biologiske undersøkelser	63
Vedlegg B. Fysisk/kjemiske analyseresultater for 1998	81

Sammendrag

Gruvedriften i Folla-vassdraget har pågått siden 1748. I Folldal Verks siste driftsperiode foregikk driften ved Tverrfjellet gruve på Hjerkin. NIVA's undersøkelser i Folla-vassdraget har pågått siden 1966, to år før driften ble flyttet fra Folldal sentrum til Tverrfjellet. Driften ved Tverrfjellet gruve ble nedlagt 1/3-1993.

I denne rapporten er det lagt mest vekt på å gi en vurdering av forurensningssituasjonen ved utgangen av 1998, 5 år etter driftsnedleggelsen samt å gi en vurdering av effektene av de forurensningsbegrensende tiltak i det gamle gruveområdet i Folldal sentrum som ble avsluttet i 1993. I tillegg til vurdering av fysisk/kjemisk vannkvalitet og biologiske effekter er det også foretatt beregninger av materialtransport av de viktigste forurensningskomponenter fra avgangsdeponiet på Hjerkin og fra gruveområdet i Folldal sentrum.

I gruveområdet på Hjerkin kan det påvises en forsurening av dreinsvannet fra deponiet i malmsone I i gruva. Dette har idag ingen konsekvenser, men forholdet bør følges opp i årene fram til gruva får overløp.

Vannkvaliteten i avgangsdeponiet har forbedret seg betydelig i årene etter at deponeringen opphørte. Lekkasje av tungmetaller fra de deponerte masser er meget liten og i samsvar med de laboratorieundersøkelser og teoretiske beregninger som er gjort tidligere for hvordan vannkvaliteten i deponiet ville utvikle seg etter driftsstopp. Sinkkonsentrasjonene i dammen er hovedsaklig forårsaket av tilførsler fra jernbanestollen og som drenerer til Kvernbecken. Det bør vurderes om det er mulig å redusere disse tilførselene.

I Folla nedstrøms tilløpet av Strypbekken kan knapt tilførselene fra avgangsdeponiet spores og vannkvaliteten på vassdragsstrekningen ned til Folldal sentrum er idag svært nær den opprinnelige før gruvestarten i 1968. Laboratorieforsøk og modellberegninger har vist at vannkvaliteten i Hjerkinndammen vil endre seg lite i løpet av de 20 nærmeste år. Erfaringene fra 5 års overvåking etter driftsstans er i samsvar med beregningene. Vi anbefaler likevel å foreta en kontroll av vannkvaliteten i deponiet etter noen år for å bekrefte dette.

Det samme kan sies om de biologiske forhold som også har normalisert seg i løpet av de årene som har gått etter driftsstansen. Fiskeundersøkelsene ved hjelp av elektrofiske og garnfiske (Hjerkinndammen) viste at det var forekomst av ørret på hele strekningen fra Hageseter og ned til Folldal sentrum. I Hjerkinndammen ble det fisket et betydelig antall ørret (utsatt i 1993 og senere) i god kondisjon og med akseptabelt innhold av metaller. I Strypbekken ble fisket et relativt stort antall ørret. Harr ble bare fisket i et lite antall i Strypbekken. Forøvrig ble fisket et betydelig antall steinulke på samtlige stasjoner ned til Folldal sentrum. Ørekyte ble også påvist, mens lake ikke ble fisket.

Bunndyrsamfunnene er rikt og variert sammensatt i Folla fra naturens side. Etter at gruedriften har opphørt på Hjerkin, har det vært en positiv utvikling i øvre deler av vassdraget. Særlig er dette merkbart i bekken fra Hjerkinndammen (Strypbekken) som i løpet av de fem siste år har fått et nær naturlig bunndyrsamfunn. Det er ikke lenger mulig å påvise effekter av forurensning som har påvirket bunndyrsfaunaens oppbygning i Folla i det materialet som nå hentes inn fra stasjonen nedstrøms Hjerkinndammen.

Deler av gruveområdet under Tverrfjellet drenerer også mot Grisungbekken som fører til Svåni og videre til Driva. Tungmetalltilførselene til dette vassdraget er meget beskjedne og det synes ikke å ha vært noen ugunstig utvikling i dette området i den tiden NIVA har foretatt kontrollundersøkelser her.

De største forurensningsproblemene i vassdraget er idag knyttet til avrenningen fra det gamle gruveområdet i Folldal sentrum. Oppryddingstiltakene i gruveområdet som ble avsluttet i 1993, har ved utgangen av 1998 ennå ikke å ha ført til noen vesentlige forbedringer i vannkvaliteten i Folla nedstrøms Folldal sentrum. Tungmetalltransporten fra området er idag av samme størrelsesorden som i tiden før tiltaket ble gjennomført. Forholdet mellom sink- og kobbertransporten har imidlertid endret seg som følge av tiltaket. Dette antyder at tiltaket kan få en effekt på lengre sikt. Årsakene til at en

ennå ikke har oppnådd noen reduksjon i forurensningstilførslene fra gruveområdet, kan ha sammenheng med at fjerningen av forurensede masser kan ha ført til en midlertidig økning i forvitringene i eventuelt restavfall som har fått økt oksygentilførsel ettersom nye flater ble avdekket under masseflyttingen. Dersom dette er tilfelle, er det mulig at en på lengre sikt vil oppnå en redusert tungmetalltransport fra området. Kun fortsatt overvåking av nedre del av vassdraget kan gi noen informasjon om dette. Tungmetalltransporten fra gruveområdet varierer sterkt fra år til år avhengig av nedbør og klima. Transporten fra den største forurensningskilden i området, selve gruva, varierer tilsvarende. Tilførslene fra gruva er så store at en neppe vil nå målsettingen for vannkvalitet i Folla uten nye tiltak som også omfatter gruvevannet.

De biologiske undersøkelsene er i samsvar med de fysisk/kjemiske observasjoner i vassdraget. Nedenfor Folldal sentrum ble det ikke påvist ørret. På strekningen fra Folldal sentrum (Fo6) og ned til samløpet med Grimsa (Fo8) er fortsatt tungmetallkonsentrasjonene for høye til at fisk kan oppholde seg her i lengre tid. Fiskens vandringer, kanskje spesielt harrens, vil da være negativt påvirket. Steinulke som har stor forekomst i vassdraget, ble heller ikke påvist på strekningen Fo6-Fo8. Nedstrøms Folldal tettsted er også bunnfaunaen fremdeles sterkt påvirket av utslipp fra den gamle gruveområdet i Folldal sentrum. I tiden etter at tiltakene ble gjennomført i og rundt gruveområdet i Folldal, er det vanskelig å se at disse hittil har gitt noen større bedring i bunndyrsamfunnet på stasjonen i Folla ved Follshaugmoen vel 10 km nedstrøms Folldal tettsted.

I 1998 ble følgende materialtransport beregnet fra deponiet på Hjerkin og fra gruveområdet i Folldal sentrum:

Område	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
Slamdamm, Hjerkin	0,042	0,33	0,93	0,7	176
Gruvevann stoll 2, Folldal	6,2	4,3	95	17	422
Samlet overflateavrenning, Folldal	7,6	6,1	89	24	476
Folla ved Follshaugmoen	12,5	17,2	175	58,4	1650

Deler av avrenningen fra gruveområdet i Folldal sentrum fanges ikke opp av eksisterende dreneringsystem. Da deler av kobberavrenningen avsettes i løsmassene på veien ned mot Folla, var sannsynligvis samlet kobberavrenning ved kildene mellom 15 og 20 tonn i 1998 dersom en legger sinktransporten i Folla til grunn. Det bør foretas undersøkelser av avrenningens spredningsveier og størrelse dersom det er aktuelt med ytterligere tiltaksvurderinger i området.

Dersom man tar sikte på ytterligere forurensningsbegrensende tiltak i gruveområdet i Folldal sentrum, anbefaler vi en fortsatt kontroll av forurensningstilstanden i nedre del av vassdraget av hensyn til kontinuiteten i datamaterialet. Da en antar at det vil ta ennå noen tid før en ser effektene av de tiltak som er gjennomført, anbefaler vi derfor av den grunn også en fortsatt kontroll av forurensningstilstanden. Da en etterhvert har fått et betydelig datamateriale for vannkvaliteten i vassdraget, vil det være mulig å utvikle et statistisk modellverktøy som kan benyttes for å bedre utsagnskraften når det gjelder å tallfeste endringer i forurensningstilstanden. I den forbindelse ser vi det verdifullt å opprettholde driften av limnigrafstasjonen i Folla ved Grimsmoen.

Summary

Title: Norsulfid AS avd. Folldal Verk. Water quality and transport of pollutants 5 years after mine closure

Year: 1999

Author: Eigil Rune Iversen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3638-4

Mining for pyrite minerals in the Folldal valley has been carried out at different places. The first company was established in 1748 close to today's Folldal municipality centre. At this time copper was the only metal of interest. Mining operations in this area were closed down in 1968. A new mine and flotation plant was opened higher up in the valley below the mountain ridge Tverrfjellet at Hjerkin 1000 m a.s.l. In the period 1968-1993 about 700 000 tons raw ore were dressed annually by selective flotation. Concentrates of copper, zinc and pyrite were produced. The tailings were deposited under water in a constructed pond.

NIVA has been monitoring the water quality in the Folla river since 1966 and at the outlet of the tailings pond since 1975. In the period 1993-1998, 5 years after the mine closure a special monitoring programme has been carried out including chemical water quality in the watercourse as well as in the tailings pond and in the seepage from the old abandoned mine in Folldal. In addition field studies of the fish population and effects of benthic invertebrates were carried out.

From the old abandoned mine site in Folldal 71.000 m³ acid generating mine waste were moved and disposed under ground within the Tverrfjellet mine at Hjerkin in 1992-1993. NIVA has also been monitoring the transport of pollutants from the old mine site 5 years after the remedial operations in 1992-93.

The water quality in the tailings pond and in the river below the outlet of the pond has improved significantly. There is now possible for trout to survive in the pond. The removal of mine waste from the old mine site in Folldal has not so far led to any improvements in the water quality below the mine site. A reason for this is connected to the drainage from the underground mine which is found to be the most important source of pollution in the area.

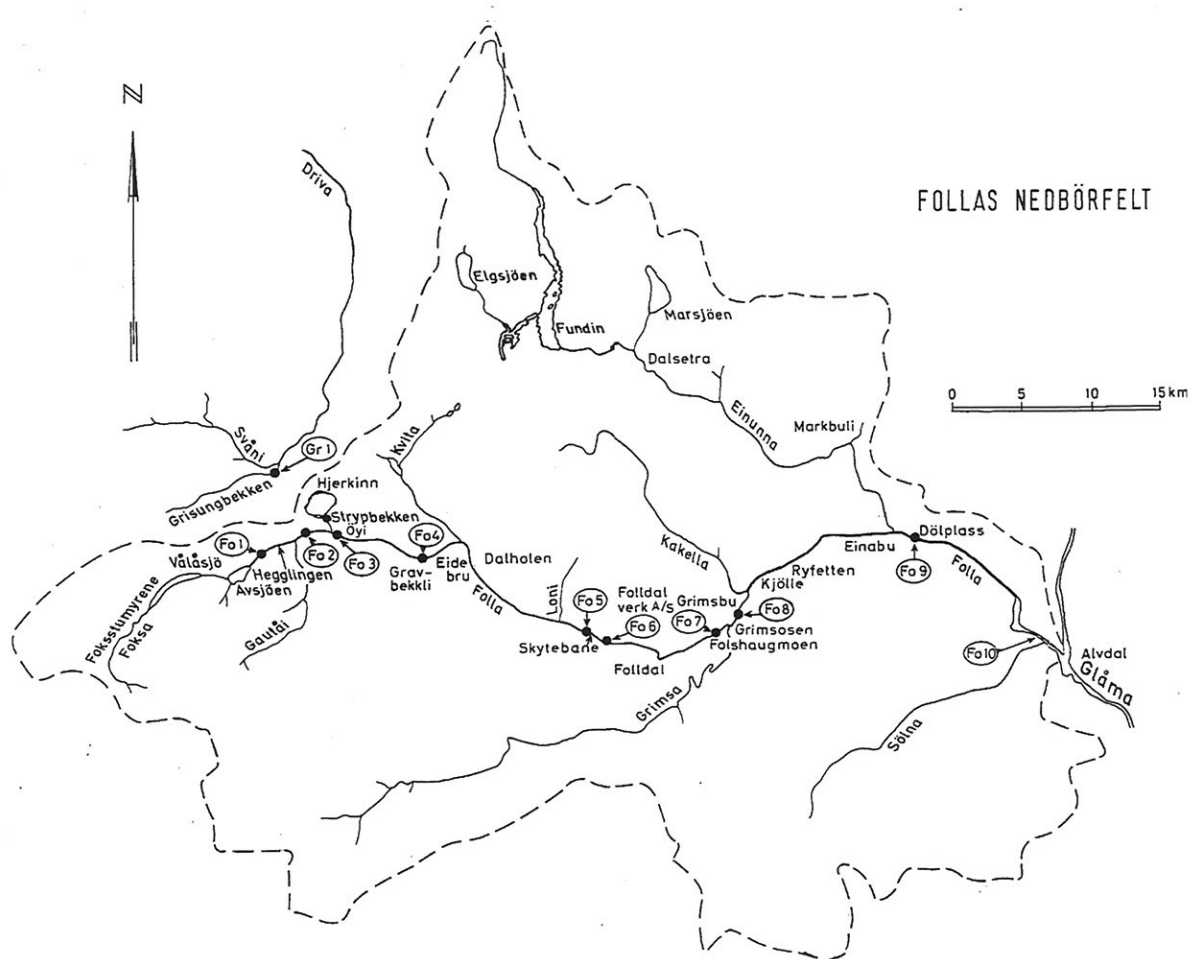
1. Innledning

Undersøkelsene som NIVA har utført i Folla-vassdraget har pågått siden 1966. Undersøkelsene startet som en vassdragsovervåking med målsetting å beskrive kjemiske og biologiske forhold i vassdraget før nedleggelsen av gruvevirksomheten i Folldal og før produksjonsstart i den nye gruva ved Tverrfjellet på Hjerkin. Produksjonen i Tverrfjellet gruve ble igangsatt i august 1968. Observasjonene er samlet i årlige rapporter (Arnesen *et al* 1969-77 og Iversen *et al* 1980-98). 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. Prøvetakingsfrekvensen har vært fra 6 til 12 ganger i året.

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 (1989).

Gruvevirksomheten ved Tverrfjellet gruve på Hjerkin ble nedlagt 1. mars 1993. 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 Hjerkin i forbindelse med det program Statskog er pålagt å gjennomføre.

Undersøkelsene i Folla-vassdraget har pågått i 5 år etter driftsnedleggelsen. Den foreliggende rapporten gir en samlet vurdering av resultater fra det biologiske og fysisk/kjemiske undersøkelsesprogram som har vært gjennomført i 5-årsperioden 1993-98.



Figur 1. Follas nedbørfelt med avmerking av prøvetakingsstasjoner.

2. Undersøkellesprogram og metoder

2.1 Hydrologi

En av målsettingene med dette undersøkelsesprogrammet har vært å beregne forurensningstransporten ved de viktigste prøvetakingsstasjonene slik at betydningene av de enkelte forurensningskildene kan vurderes. For å kunne beregne transporten har en behov for pålitelige mål for vannføringen ved de enkelte prøvetakingsstasjoner i tillegg til de kjemiske analyseverdiene.

I gruveområdet på Hjerkin har en i alle år foretatt vannføringsregistreringer ved overløpet av slamdammen. I overløpet av utløpskanalen nedenfor dammen er det montert en 120 graders profil i stål. Når trekantprofilen blir overskredet, får en i tillegg et rektangulært overløp. Det er laget en vannføringskurve for hele profilen etter Otnes og Ræstad (1971). I Kvernbecken, den største tilløpsbekken til dammen som bl.a. mottar avrenning fra jernbanestollen (st.C), ble det satt ned en 90 graders overløpsprofil av finér høsten 1996. Profilen ble kalibrert v.h.a. bølge/stoppeklokkemetoden under NIVA's befaringer. Ved begge stasjoner er overløpshøyden målt manuelt ved hver prøvetaking.

I gruveområdet i Follidal sentrum er det laget en 90 graders overløpsprofil i utløpskummen utenfor stoll 2 (st.1). På enden av drenerørret for samlet avrenning fra området nedenfor det området der den gamle slamdammen lå (st.2) er det montert en 90 graders profil på drenerørret der det munner ut i en stakekum. Ved begge stasjoner er overløpshøyden avlest manuelt ved hver prøvetaking. Vannføringen er beregnet i h.h.t. Otnes og Ræstad. Profilene er ikke kalibrert, slik at beregnede vannføringer er usikre, spesielt ved store vannføringer. Det har også forekommet at profilene er overskredet og at drenerørsystemet ikke har kunnet ta unna hele vannføringen i flomperioder.

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

2.2 Fysisk/kjemiske undersøkelser

Tabell 1 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene i Follavassdraget og i gruveområdet på Hjerkin som har vært benyttet i den tiden etterundersøkelsene har pågått. Tabell 2 gir en oversikt over prøvetakingsstasjonene for avrenningsundersøkelsene i Folldal 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	503895	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	Kvernbekken ved E6		Hver mnd.	Kjemisk prøvetaking
Gr1	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 massespektrometer 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.

Alle analyseresultater for prøver innsamlet i 1998 er samlet i tabeller i vedlegg B bak i rapporten.



Figur 2. Stasjon Fo4 Folla ved Slåi.

2.3 Biologiske undersøkelser

2.3.1 Bunndyr

Bunndyrprøvene er som i tidligere år hentet inn fra 6 stasjoner i Follavassdraget som er markert på figur 1. Metoden som er brukt, følger norsk standard (NS 4719) for prøvetaking av bunndyrsamfunn i rennende vanns biotoper. Prøvetakingen er foretatt på de samme stedene i vassdraget og av samme person i hele undersøkelsesperioden. Bunndyrhåven som har vært benyttet, har hatt en maskevidde 250 μm , og innsamlingstiden har vært 3x1 minutt. Det er lagt vekt på å foreta innsamlingen så likt som mulig hver gang for å få mest mulig sammenlignbare data. Det må likevel presiseres at metoden ikke er kvantitativ, men bare gir et tilnærmet bilde av mengdeforholdene. Materialet ble først observert levende i en plastbakke og feltnotater ble gjort om sammensetning og mengdeforhold. Deretter ble materialet oppbevart på etanol og senere sortert i hovedgrupper. Videre ble larver og nymfer fra viktige dyregrupper som døgnfluer, steinfluer og vårfluer artsbestemt.

2.3.2 Fisk

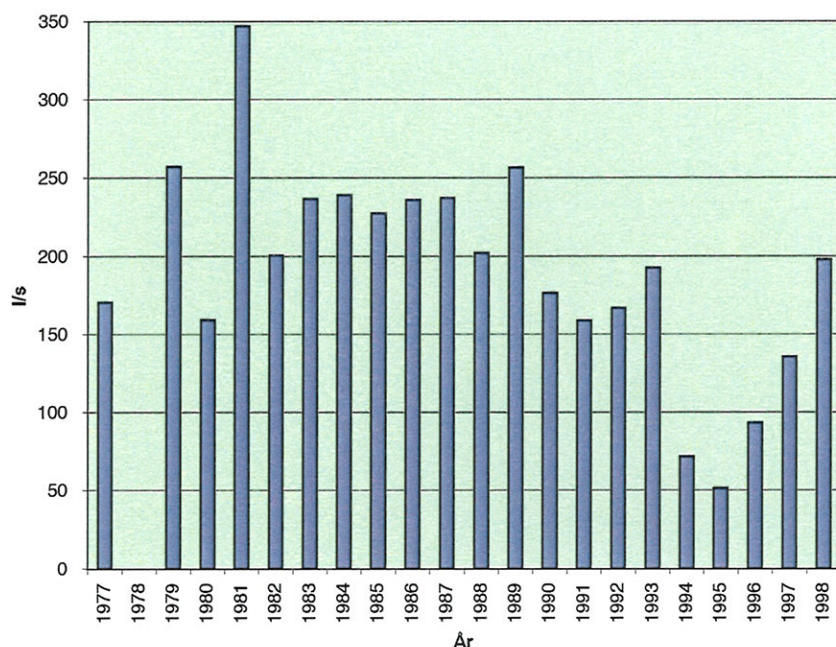
I forbindelse med vurderinger av forurensningssituasjonen i Folla er det tidligere foretatt fiskeundersøkelser i vassdraget hvert år i perioden 1966-1969 samt i 1981 og 1987. For å få et bilde av situasjonen i 1995 ble det utført en enkel befarings av vassdraget med elektrofiske og prøvefiske med garn på utvalgte lokaliteter. Befaringen foregikk i dagene 14.-15. august 1995. Fisket ble foretatt med et elektrisk fiskeapparat av typen Lima i en periode på 20 minutter på hver lokalitet. Fisken ble tatt vare på for analyser av lengde, vekt, mageinnhold etc. I Hjerkinndammen ble det utført et prøvefiske med en garnserie med forskjellige maskevidder. Fisken ble målt, veid og analysert med henblikk på kjønn, modningsstadier, kjøttfarge og tungmetaller i lever og muskulatur.

3. Fysisk/kjemiske forhold

3.1 Hydrologi

3.1.1 Slamdam Hjerkind

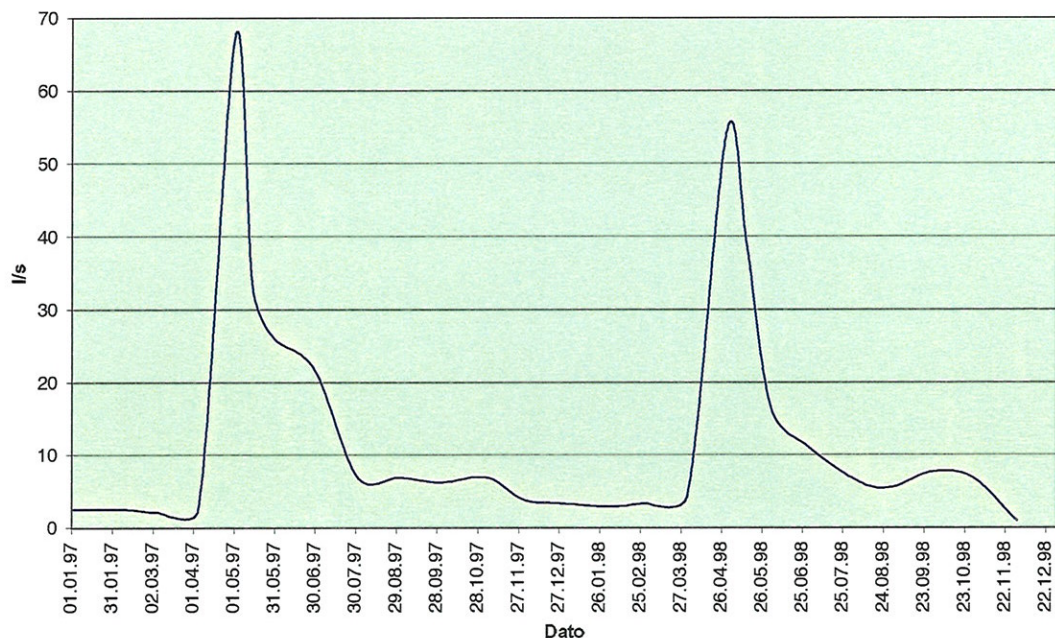
Slamdammens areal er beregnet til 1 km^2 og dens nedbørfelt til 13 km^2 (Arnesen, 1993). Dersom man antar en avrenningskoeffisient på $13 \text{ l s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$, gir dette en normalvannføring på omkring 170 l/s . Da deponiet var i drift, ble det tatt driftsvann til oppredningsverket v.h.a en pumpestasjon i Grisungbekken som ikke drenerer til slamdammen (Svåni - Driva). En regner at gjennomsnittlig 80 l/s ble overført til slamdammen. Figur 3 viser beregnede tidsveiede middelerverdier for vannføringen ved overløpet av slamdammen.



Figur 3. Tidsveiede årsmiddelvannføringer ved overløpet av slamdam Hjerkind

Datagrunnlaget fra årene før 1987 er dårligere enn i perioden fram til 1998 idet antall prøver fra de årene varierte sterkt, dessuten var prøvetakingen lite systematisk m.h.t. prøvetakingsstidspunkt. Fra og med 1987 har prøvetakingen vært regelmessig med en månedlig prøvetakingsfrekvens i løpet av de første dagene i hver måned.

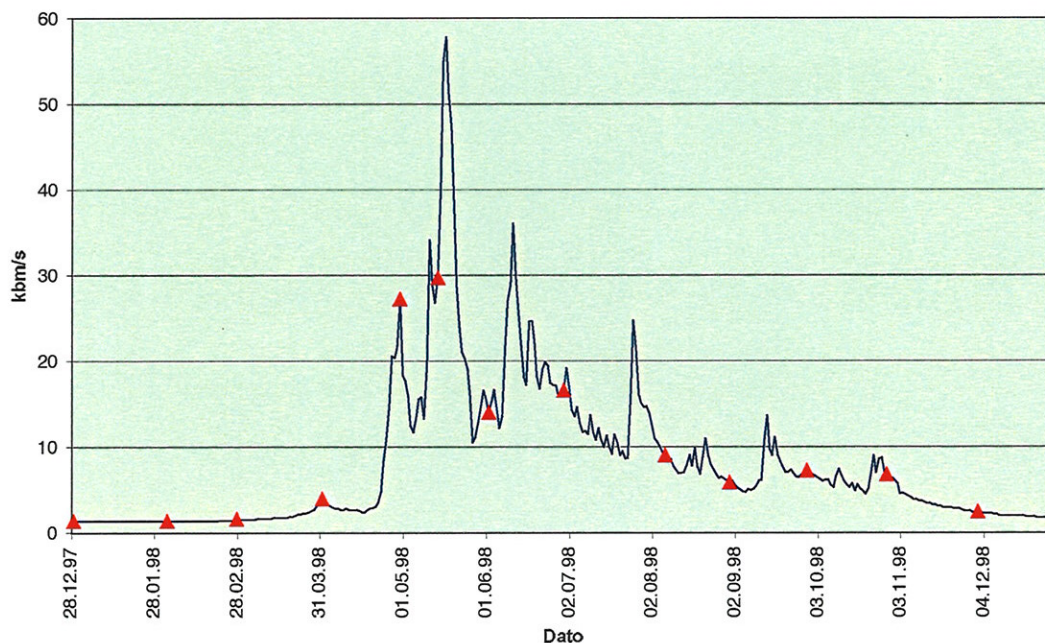
Figur 4 viser hvordan vannføringen har forløpt i den største tilløpsbekken til dammen og som er prøvetatt regelmessig i 1997 og 1998. Figuren viser at bekken er en typisk flombekk med forholdsvis høye vannføringer under snøsmeltingen om våren. Middelvannføringen ved prøvetakingsstedet for de to årene stasjonen har vært i drift er beregnet til henholdvis $14,6$ og $12,5 \text{ l/s}$.



Figur 4. Vannføring ved stasjon C, bekk fra jernbanestoll ved E6.

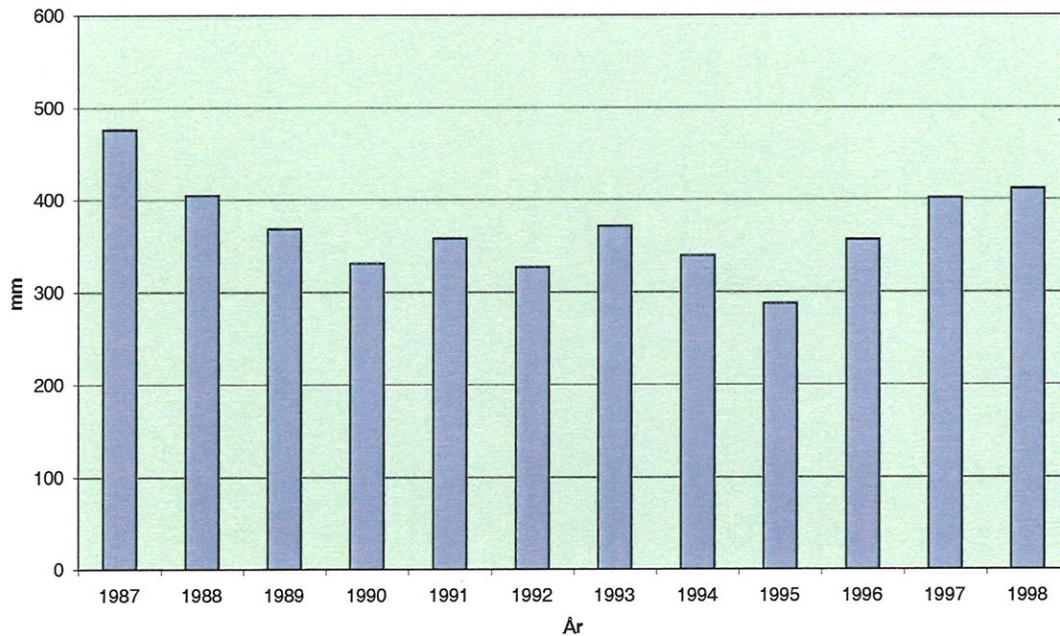
3.1.2 Folla ved Follshaugmoen

Folla er ca. 108 km lang og har et nedbørfelt på 2170 km². Hvis en benytter en avrenningskoeffisient på 11,2 l s⁻¹·km⁻² (NVE, 1987 ved Husom), blir normal middelavrenning 24,3 m³/s ved Alvdal der Folla løper sammen med Glåma. Ved limnigrafstasjonen ved Grimsmoen er nedbørfeltets areal beregnet til 623,2 km². Normal middelavrenning kan her beregnes på tilsvarende måte til 7,0 m³/s. Figur 5 viser forløpet av vannføringsregistreringene ved Grimsmoen i 1998. På figuren er prøvetakingstidspunktene markert.



Figur 5. Døgnmiddelvannføring i Folla ved Grimsmoen i 1998 med markering av prøvetakingstidspunkter.

Kurven viser et forløp som er typisk for Folla. Da det er få innsjøer i nedbørfeltet, kan vannføringen stige meget raskt ved store nedbørmengder. Vanligvis inntreffer vårflommen i løpet av de to første ukene i mai, noe som også var tilfelle i 1998. Middelerdien av alle døgnmiddelvanføringer i 1998 er beregnet til $8,05 \text{ m}^3/\text{s}$. Figur 6 viser årlige nedbørhøyder i Folldal for perioden 1987 til 1998. Normal årsnedbør for nedbørstasjonen i Folldal er 364 mm.



Figur 6. Årlige nedbørhøyder i Folldal. Normalår = 364 mm.

Ved hjelp av normal middelavrenning på $7,0 \text{ m}^3/\text{s}$ og nedbørhøyder i prosent av normalen er det i tabell 3 gjort en beregning av middelvanføringer i Folla ved Grimsmoen. Til orientering er også tatt med middelvanføring som er beregnet på grunnlag av vannføringsobservasjonene i 1998.

Tabell 3. Middelvanføringer i Folla ved Grimsmoen 1987- 1998.

År	Nedbør i % av normal	Beregnet middelvanføring m^3/s	Målt middelvanføring m^3/s
1987	131	9,17	
1988	111	7,77	
1989	101	7,07	
1990	91	6,37	
1991	98	6,86	
1992	90	6,30	
1993	102	7,14	
1994	93	6,51	
1995	79	5,53	
1996	98	6,86	
1997	111	7,77	
1998	113	7,91	8,05

Resultatene for 1998 viser at det da var forholdsvis god overensstemmelse mellom middelvanføring beregnet v.h.a. feltmålinger og middelvanføring beregnet v.h.a. årsnedbør og avrenningskoeffisient. Det er imidlertid usikkert om overensstemmelsen er like god i andre år.

3.2 Vannkvalitet i gruveområdet på Hjerkins

3.2.1 Stasjon A. Overløp malmsoner I

Gruveavfallet fra Follidal sentrum er deponert i malmsoner 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. Det er hittil tatt tre prøver av overløpsvannet. Prøvetaking om våren og tidlig på sommeren har vært umulig p.g.a. is i sjakten.

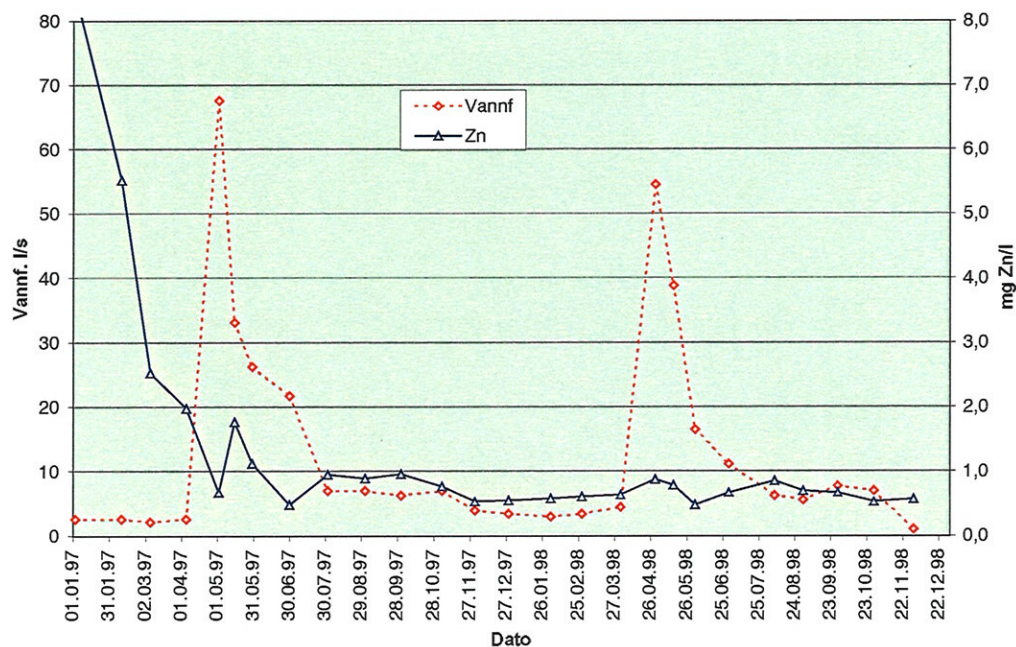
Tabell 4. Analyseresultater. Prøve av overløpsvann fra malmsoner I.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
06.10.96	6,88	62,8	260	96,0	1,79	0,76	15,1	1,59	11,3	0,03	0,04	0,04	0,07	3,72
01.09.97	4,35	85,3	476	118	21,8	0,91	16,2	14,2	33,6	0,14	2,61	0,07	0,12	5,39
07.08.98	3,08	149	731	159	27,0	3,58	80,1	36,9	60,5	0,27	3,49	0,12	0,21	4,96

Resultatene for de prøvene som er tatt (tabell 4), tyder på en betydelig forurensning av drens vannet. pH-verdien har falt fra omkring 7 til omkring 3 samtidig som innholdet av forvitningsprodukter har økt betydelig. For å kunne vurdere forholdet nærmere er det nødvendig å kjenne til hvor store vannmengder som passerer prøvetaksstedet. Så lenge vannet går i gruva, har ikke avrenningen noen konsekvenser for vassdraget. Vannkvaliteten bør fortsatt følges opp. Når gruva får overløp, må det tas stilling til om avrenningen skal føres mot Folla eller Driva.

3.2.2 Stasjon C. Kvernbecken ved E6.

Fra jernbanestollen kommer et forurenset sigevann som fører til Kvernbecken som er største tilløpsbekk til 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. En har således observasjoner for to hele årssykluser. Analyseresultatene for 1998 er samlet i tabell 42 i vedlegg B.



Figur 7. Observasjoner av sink og vannføring ved st.C i 1997 og 1998.

Vannkvaliteten i bekken er tydelig påvirket av tilførselene fra jernbanestollen med et høyt innhold av kalsium, sulfat og sink. Ved prøvetakingsstasjonen er pH forholdsvis høy (7,7 som gjennomsnitt for året). Ved en så høy pH-verdi er det lite av dreinsvannets opprinnelige jerninnhold som når fram til prøvetakingsstedet. En kan observere noe jernutfelling nærmere kilden. Av tungmetallene er det bare sink som forekommer i noen konsentrasjoner av betydning. Da måleprogrammet startet, ble det observert en del forholdsvis høye sinkkonsentrasjoner til å begynne med. Etter vårflommen i 1997 har sinkkonsentrasjonene vært relativt stabile med verdier i området 0,5-1 mg/l. Figur 7 viser observasjonsmaterialet for sink og vannføring for 1997 og 1998.

3.2.3 Stasjon Gr1. Grisungbekken, nedre del

Deler av gruveområdet på Tverrfjellet drenerer til Grisungbekken. Før gruvedriften startet foretok NIVA en befaring til området sommeren 1966 med prøvetaking i Grisungbekken og av bekken som drenerer jernhatten på Tverrfjellet og som løper sammen med Grisungbekken. Resultatene for bekken fra gruveområdet viste at denne var betydelig tungmetallbelastet. Vannføringene var imidlertid beskjedne. I dag mottar også Grisungbekken i tillegg noe tungmetallavrenning fra avfallsberg i gruveområdet. I de senere år er Grisungbekken prøvetatt i forbindelse med det kontrollprogram Statskog er pålagt å gjennomføre i gruveområdet på Hjerkin. Resultatene for 1998 er samlet i tabell 40 i vedlegg B. I tabell 5 er samlet middelverdier for de viktigste komponenter fra og med 1987.

Tabell 5. Middelverdier. Stasjon Gr1. Grisungbekken, nedre del 1987-98.

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
1998	7,42	4,33	0,362	3,6	5,55	1,07	12	0,70	1,1	<0,01	0,19

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 1998 var tungmetallkonsentrasjonene lave ved de tre prøvetakinger som ble gjort.

3.2.4 Overløp slamdam, Hjerkin

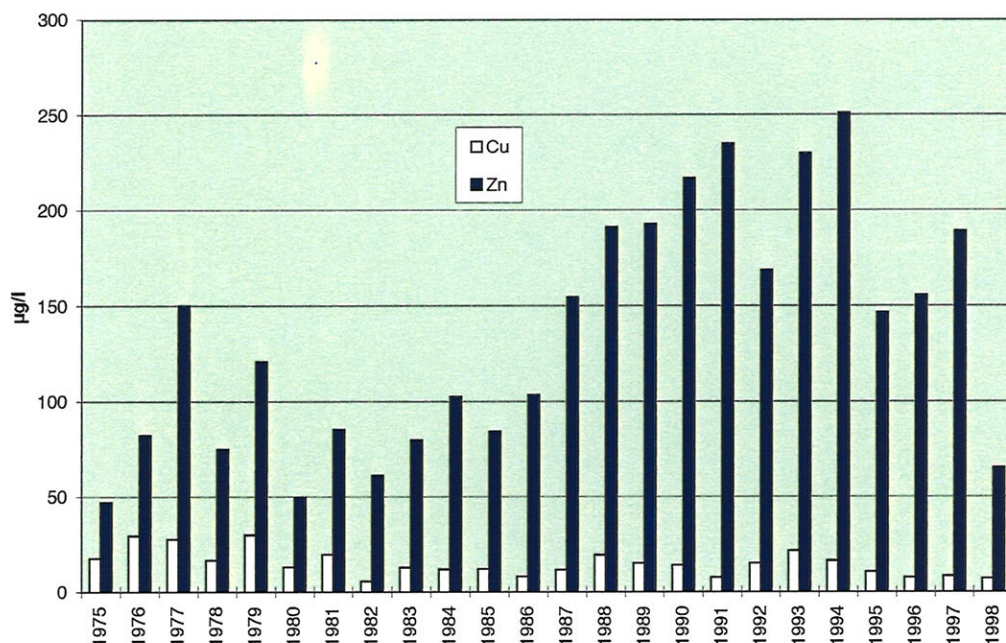
Det har vært tatt regelmessige prøver av slamdammens overløp siden 1975. Prøvetakingsprogrammet har i alle år vært basert på en månedlig prøvetakingsfrekvens. I tabell 6 er vist beregnede tidsveiede årlige middelverdier for de viktigste analyseparametre.

Tabell 6. Tidsveiede middelverdier for overløp slamdam Hjerkin.

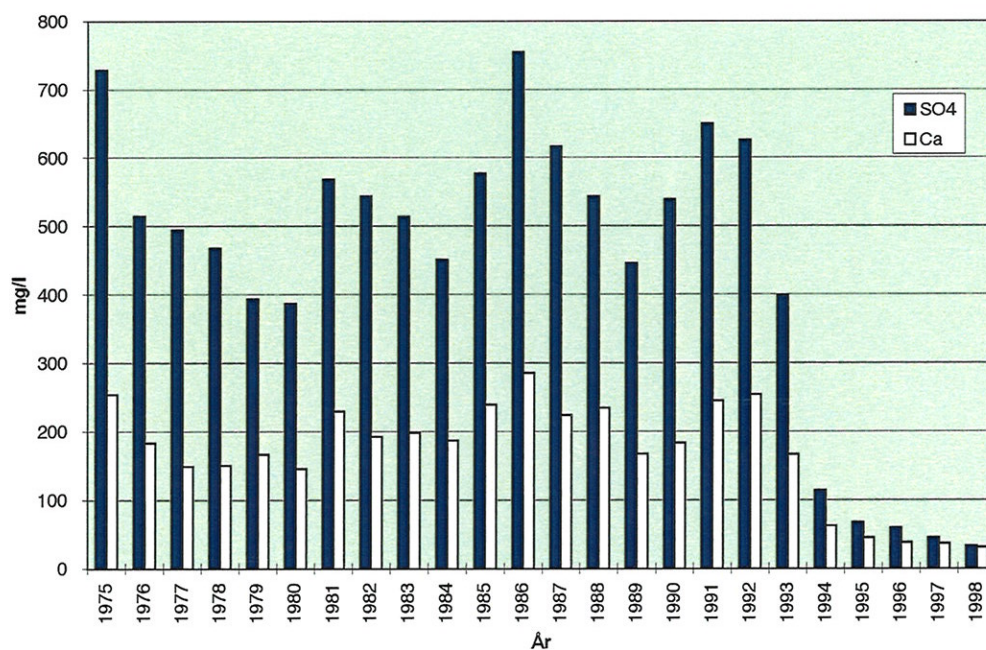
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l	Ni µg/l	S-TS mg/l	Vannf l/s
1975	7,01	124,6	1,82		729	255		204	17,7	47				1,5	
1976	7,34	103,1	4,50	0,845	515	184	5,52	313	29,6	82				3,0	
1977	7,00	98,9	2,23		495	150		217	27,8	150				3,5	171
1978	6,95	94,1	3,28		468	151		212	16,6	75				2,0	
1979	6,78	83,0	3,19		394	167		400	30,0	121				2,8	258
1980	7,17	90,5	1,93		388	146		233	13,2	50				1,9	159
1981	7,29	103,1	4,44		569	230	6,52	293	19,7	85				5,3	347
1982	7,19	106,4	1,54		544	193	7,24	284	5,6	61	0,4			2,4	201
1983	7,36	101,1	3,72	1,100	514	199	6,82	215	13,1	80				3,2	237
1984	7,36	95,8	4,15	0,956	451	187	6,40	270	12,1	103				3,4	239
1985	7,17	109,5	3,90	1,011	577	240	6,12	397	12,1	84				3,2	228
1986	7,19	132,7	7,06	0,955	755	286	6,95	486	8,2	103				3,8	236
1987	7,18	112,1	3,06	0,750	617	225	6,26	575	11,9	155				2,6	238
1988	7,22	109,7	3,27	1,219	543	235	6,47	316	19,5	191				2,6	202
1989	7,18	90,3	5,45	1,075	446	168	6,24	635	15,2	193				2,5	257
1990	7,16	101,3	4,32	1,032	539	184	6,92	636	14,3	217				2,2	177
1991	7,15	123,4	5,15	1,120	650	245	8,06	608	7,8	235				2,5	159
1992	7,13	122,8	5,72	1,233	626	254	8,67	3952	15,3	169	0,4	12,7	15,7	5,0	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	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	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	98,8	8,5	189	0,4	0,9	1,5		136
1998	7,83	19,4	0,66	1,210	33,6	31,5	2,98	117	7,2	65,5	0,2	0,7	1,2		198

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 nedstrøms Strypbekkenes munning. Partikkeltransporten ut av dammen var i driftsperioden 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 (Fo3) da det satte seg av en del avgangsslam på bunnen av bekken i løpet av de årene dammen var i drift. I årene etter 1993 er mye av dette slammet vasket bort i flomperioder. I selve Strypbekken er nå mye av gips- og slamavsetningene i bekleiet også vasket bort. Tungmetallkonsentrasjonene i overløpet av dammen har i alle år vært forholdsvis beskjedne, men det kunne påvises en gradvis økning i sink-konsentrasjonene 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. Dette er en følge av at deponiet ikke får nye tilførsler av kalsium (kalk) eller sulfat av den størrelsesorden som da oppredningsverket var i drift. Etterhvert vil kalsium- og sulfatkonsentrasjonene i deponiet hovedsaklig være avhengig av forvitningsprosessene som pågår i avfallet og transporten av forvitningsproduktene ut i de fri vannmasser. Konsentrasjonene av disse komponenter var ved utgangen av 1998 fortsatt fallende, men endringene i forhold til foregående år har vært vesentlig mindre fra 1996. En legger også merke til at turbiditetsverdiene har sunket etter driftsnedleggelsen, noe som indikerer at overløpsvannet inneholder mindre partikler, d.v.s. vannet har blitt klarere. Av tungmetallene økte middelverdien for sink noe i 1997 i forhold til foregående år, men avtok igjen i 1998.



Figur 8. Tidsveiede middelverdier for kobber og sink ved overløp av slamdam, Hjerkin 1975-98.



Figur 9. Tidsveiede middelverdier for kalsium og sulfat ved overløp av slamdam, Hjerkin 1975-98.

I tillegg til at det løses ut sink fra avgangen i dammen, har også tilførslene via bekken fra jernbanestollen (stasjon C) stor betydning for sinkkonsentrasjonene i dammen. Figur 8 og figur 9 viser utviklingen i tidsveiede middelverdier for kobber og sink samt kalsium og sulfat ved overløpet av slamdammen.

NIVA har tidligere foretatt vurderinger av hvordan vannkvaliteten ville utvikle seg i deponiet på Hjerkinndammen etter at deponering opphørte (Arnesen, 1993). Det ble i denne undersøkelsen foretatt modellberegninger av forventede sulfat- og sinkkonsentrasjoner ved utløpet av dammen over en tidsperiode på 20 år etter driftsstop. Beregningene ble utført v.h.a. en modell som NIVA har utviklet og som beregner utviklingen over tid av fluks av sulfat, sink og evt. kobber fra avgang i et vanndekket deponi. Modellen er forøvrig beskrevet av Arnesen *et al* (1997). Konklusjonene fra laboratorieundersøkelsene foretatt i 1993 var at modellberegningene tydet på at utløsningen av tungmetaller fra avgangen i Hjerkinndammen ville bli meget lav og nesten konstant i mange år framover ($<20 \mu\text{g Zn/l}$ i overløpet). For sulfat tydet beregningene på en forvitring som ville forårsake en sulfatkonsentrasjon på ca. $10 \text{ mg SO}_4/\text{l}$ i overløpet. Beregningene som da ble utført, viser en del avvik fra de praktiske resultater som er påvist ved overløpet av dammen i de fem år som er gått etter at deponering opphørte. Spesielt gjelder dette sink. Avvikene for sink sitt vedkommende kan forklares med at sinktilførslene til dammen fra jernbanestollen er av samme størrelsesorden som transporten ut av dammen. Når det gjelder sulfat, kan lekkasje av porevann fra avgangsmassene også spille en rolle. I porevannet finnes fortsatt store andeler av den vannkvaliteten som var i dammen da avgangen ble deponert. En kan derfor forvente synkende sulfat- og kalsiumkonsentrasjoner i tiden framover.

3.3 Vannkvalitet ved stasjonene i Folla

3.3.1 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 1966-1983 og fra 1987. Resultatene for de tidsveiede middelverdier for perioden 1970-98 er samlet i tabell 7. 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 og 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 opptil 100 ganger lavere enn ved de metoder som er benyttet i de foregående år. I perioder med sterk frost og derav 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 7. Tidsveiede middelverdier for stasjon Fo2. Folla ovenfor tilløp av Strypbekken.

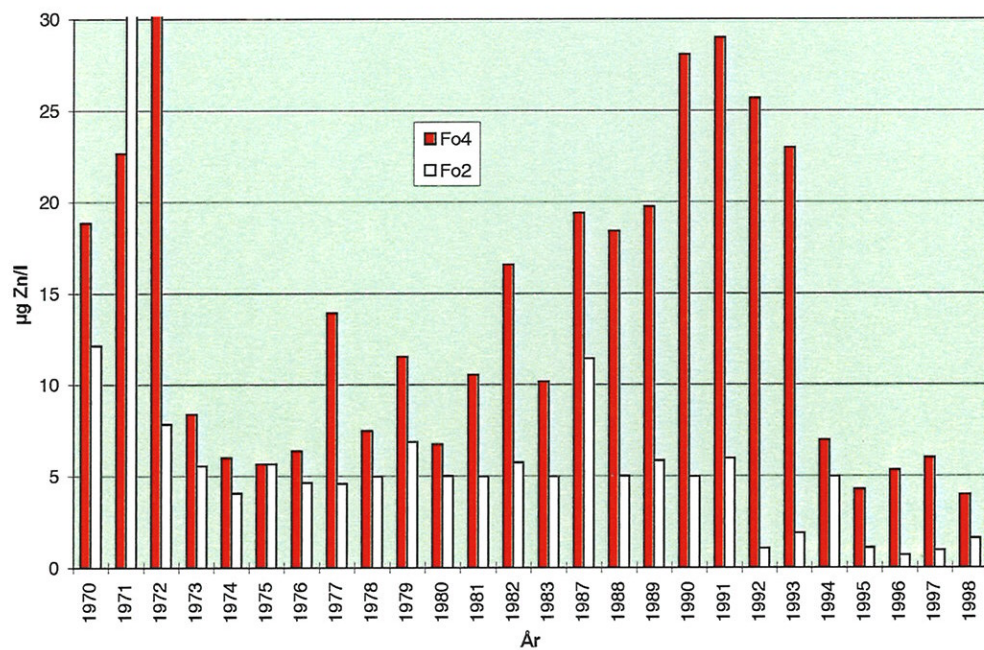
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7,19	5,07	0,07		4,7	5,78		59	11,2	12		
1971	7,13	5,80	0,99		4,8	6,14		51	38,8	81		
1972	7,14	4,55	0,51		6,0	6,15		40	19,8	8		
1973	7,27	4,63	0,51		5,0	5,95		54	17,7	6		
1974	7,21	4,49	0,31		4,7	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	0,6	0,7	<0,01	0,42
1997	7,15	3,82	0,43	0,279	4,1	5,19	0,65	48	0,9	1,0	0,03	<0,01
1998	7,28	3,71	0,29	0,280	3,9	5,05	0,63	76	0,5	1,6	<0,01	<0,02

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

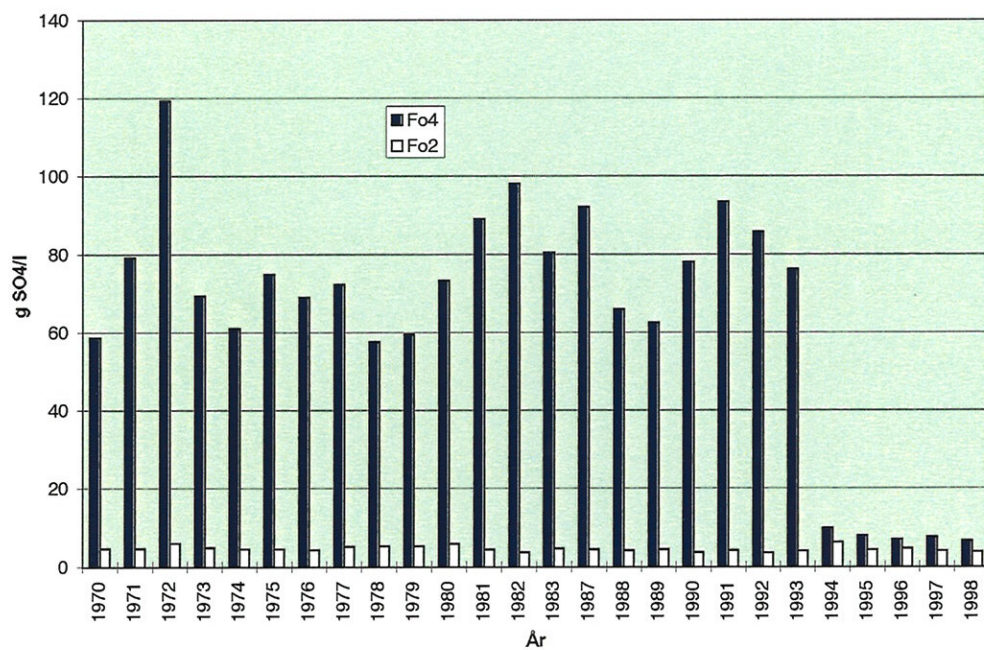
Tilførslene fra slamdammen på Hjerkins er fullstendig innblandet ved denne stasjon. Stasjonen er prøvetatt i perioden 1966-1983 og fra 1987. I tabell 8 er beregnet tidsveiede middelerverdier for de viktigste analyseparametre. I den tiden deponering i slamdammen pågikk (til 1/3-93), var vannkvaliteten 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 11 og figur 12 hvordan sulfat- og kalsiumverdiene har endret seg ved stasjon Fo4. I de tre siste år har situasjonen vært stabil. 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 10 er gjort en grafisk fremstilling av 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 1998. Situasjonen synes å ha stabilisert seg i de tre siste år.

Tabell 8. Tidsveiede middelerverdier for stasjon Fo4. Folla ved Slåi - Gravbekkli 1970-1998.

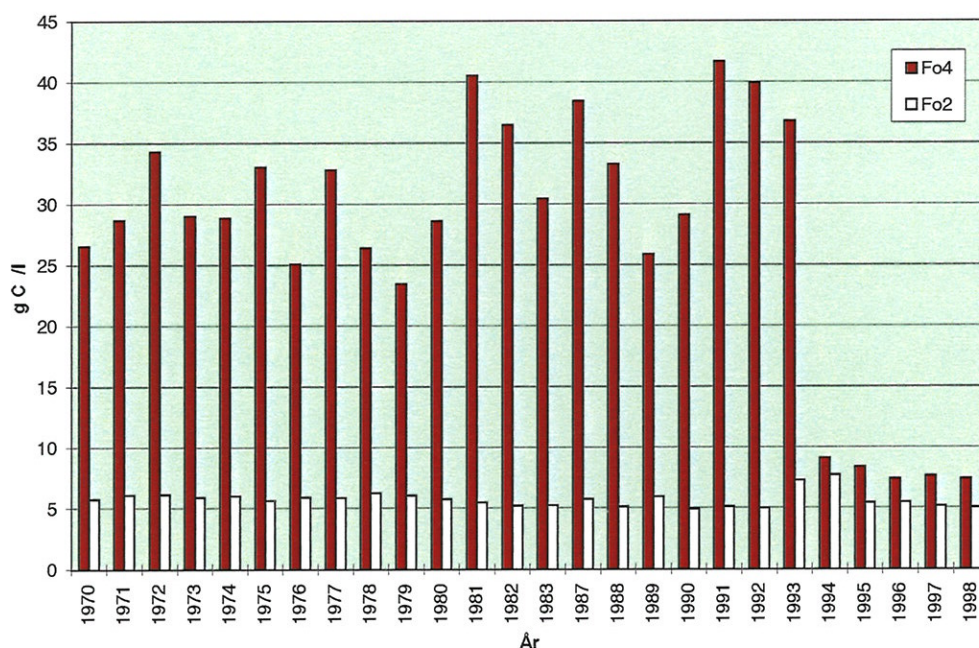
År	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Pb µg/l
1970	7,13	20,81	0,13		58,8	26,58		40	9,9	19		
1971	7,08	21,35	0,31		79,2	28,67		50	15,2	23		
1972	7,08	27,52	0,81		119,4	34,30		34	20,4	52		
1973	7,19	21,00	0,44		69,5	29,06		42	12,8	8		
1974	7,03	19,57	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	3,7	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	0,09	0,12
1995	7,22	6,15	0,66	0,397	8,1	8,42	0,97	53	1,4	4,3	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
1997	7,20	5,44	0,43	0,354	7,7	7,67	0,89	53	1,2	6,0	0,03	0,09
1998	7,39	5,17	0,39	0,379	6,7	7,41	0,84	78	1,2	4,0	0,01	0,08



Figur 10. Tidsveiede middelverdier for sink ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-1998.



Figur 11. Tidsveiede middelverdier for sulfat ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-1998.



Figur 12. Tidsveiede middelværdier for kalsium ved stasjon Fo2 og Fo4 1970-1998.

3.3.3 Fo5 – Folla ved skytebanen

Stasjonen er benyttet som referansestasjon før tilførselene fra Follidal sentrum og ble prøvetatt rutinemessig 6 - 12 ganger i året fram til 1993. Resultatene viste at vannkvaliteten var betydelig påvirket av tilførselene fra slamdammen på Hjerkinns ved at kalsium- og sulfatkonsentrasjonene var betydelig høyere enn naturlig som ved stasjon Fo4. Det kunne også påvises noe høyere tungmetallinnhold enn naturlig, spesielt sink. Fra og med 1993 er stasjonen bare prøvetatt under befaringene samtidig med den biologiske prøvetakingen. Resultatene for perioden 1993-98, som er samlet i tabell 36 i vedlegg B, viser tydelig hvordan kalsium-, sulfat- og spesielt sinkkonsentrasjonene raskt sank etter driftsnedleggelsen 1/3-93 og prosessvannet i avgangsdammen på Hjekinn etterhvert ble uttynnet. I tabell 37 i vedlegg B er samlet analyseresultater fra og med 1995 etter at vannkvaliteten har stabilisert seg. Det er beregnet middelværdier i tabellen i forbindelse med vurdering av tilførselene fra Follidal sentrum. Etter at tilførselene fra Hjerkinns ikke lenger betyr noe for vannkvaliteten ved Fo5, ser en av tabell 37 at det av og til kan påvises noe høyere sinkverdier om våren. Dette kan ha sammenheng med avrenning fra Nygruva som tilføres Folla via Sveabekken som løper inn i Folla oppstrøms skytebanen. Forholdet er ikke undersøkt nærmere. Stikkprøve tatt av avrenningen fra Nygruva tyder imidlertid på at forurensningstilførselene herfra er beskjedne (Iversen *et al*, 1986).

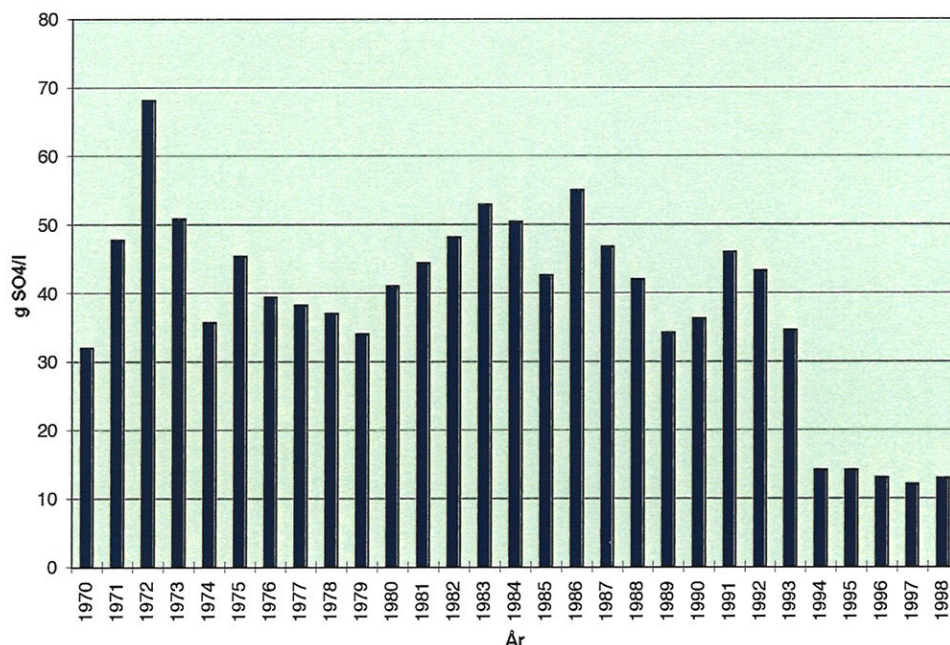
3.3.4 Fo7 - Folla ved Follshaugmoen (nedstrøms Follidal sentrum)

Tilførselene fra Follidal sentrum, samt de relativt beskjedne tilførselene fra Nygruva og 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 1984-1986 da det ble foretatt en kartlegging av forurensningstilførselene fra gruveområdet i Follidal sentrum, ble det tatt daglige prøver under vårflommen. Erfaringene fra disse undersøkelsene viste at det vesentligste av materialtransporten fra gruveområdet fant sted under vårflommen. Undersøkelsene viste også at det kunne 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 9. Tidsveiede middelverdier for stasjon Fo7-Follshaugmoen 1970-1998.

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	1,60	138	548	45,2	65,7	0,21	1,59
1998	7,49	9,49	3,38	0,616	13,0	12,24	1,67	174	688	49,3	67,9	0,23	0,37

Resultatene viser at de sterkt sure tilførslene 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 tilførslene fra gruveområdet. Som ved stasjon Fo4 har verdiene for konduktivitet, sulfat og kalsium avtatt betydelig i tiden etter at gruvevirksomheten på Tverrfjellet ble nedlagt. Når det gjelder disse parametre, har tilførslene fra deponeringsområdet på Hjerkinns 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 Hjerkinns, har gjort det vanskelig å vurdere effektene av oppryddings-tiltaket 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. Observasjonsmaterialet ved utgangen av 1998 viser at middelverdien for sulfat har endret seg lite de fem siste år.

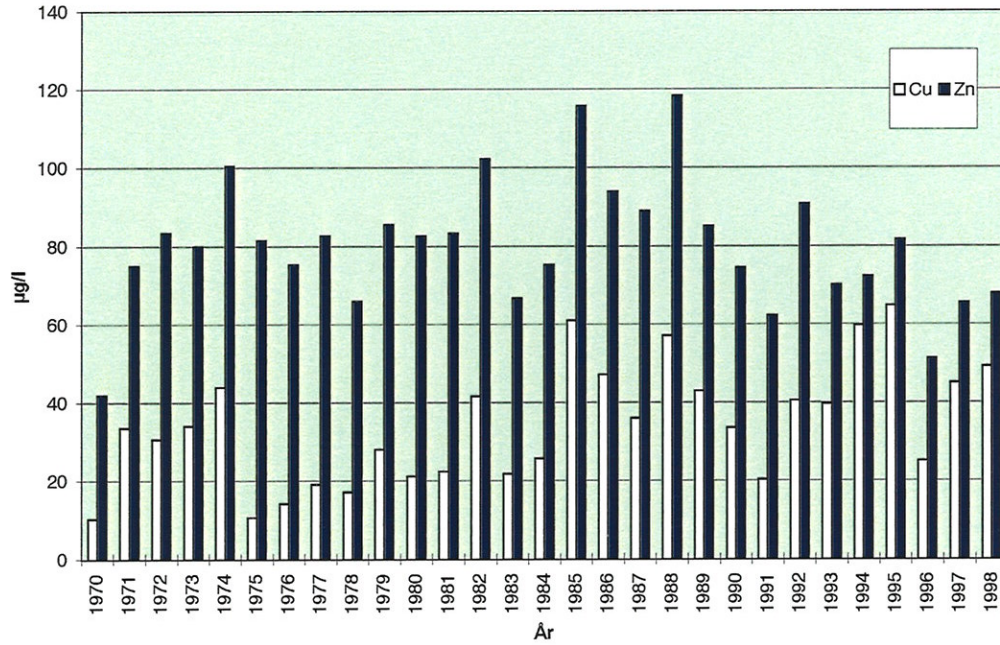


Figur 13. Tidsveiede middelverdier for sulfat ved stasjon Fo7 1970-1998.

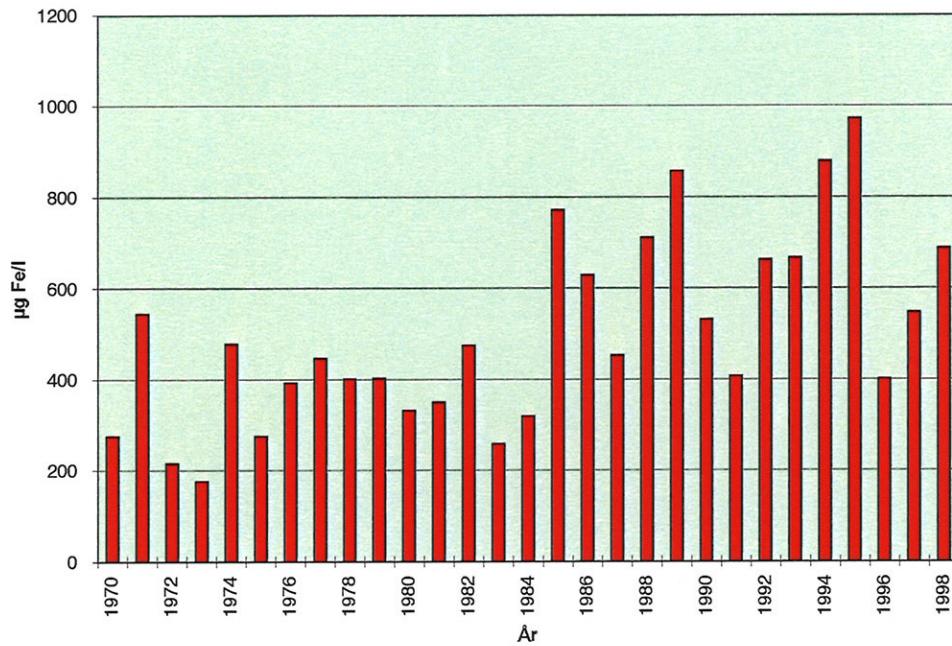
Når det gjelder tungmetallverdiene, er forurensningstilstanden mer komplisert å forklare. Verdiene var spesielt høye i flomåret 1995. Tilsvarende undersøkelser ved andre gruveområder i Sør-Norge i 1995 viste at avrenningsforholdene var meget spesielle under storflommen våren 1995. Undersøkelser foretatt 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 i elva uten at dette gir uttrykk for en økning i tilførselene.

I 1998 var middelverdiene for tungmetallene noe høyere enn i de to foregående år, men de var lavere enn i flomåret 1995. Som i tidligere år varierte tungmetallkonsentrasjonene mye i løpet av året. I 1998 var de høyest i april måned. Vanligvis kan en observere de høyeste tungmetallkonsentrasjonene i løpet av de to første ukene av mai i tiden før vannføringen i Folla øker p.g.a. snøsmelting i den øvrige del av nedbørfeltet. I denne perioden kan maksimumsverdiene som regel være meget kortvarige. Et beskjedent observasjonsmateriale kan derfor ha stor betydning for beregning av årsmiddelverdier. Eventuelle endringer i tungmetallavrenningen fra gruveområdet vil tydeligst kunne observeres av analysemateriale for sink, noe som skyldes at sink er mer mobilt enn de andre tungmetallene. Gruveområdet i Follidal ligger i et forholdsvis nedbørfattig område. I slike områder har en erfaringer for at transporten av forvittringsprodukter kan variere svært mye fra år til år avhengig av nedbør og klima. Når man tar hensyn til slike forhold, tyder ikke analysemateriale for stasjon Fo7 på at det har vært noen vesentlige endringer i vannkvaliteten nedstrøms Follidal sentrum i tiden etter at tiltakene ble gjennomført.



Figur 14. Tidsveiede middelverdier for kobber og sink ved stasjon Fo7 1970-1998.



Figur 15. Tidsveiede middelverdier for jern ved stasjon Fo7 1979-1998.

3.3.5 Fo10 – Folla ved Gjelten bru

Kontrollundersøkelsene har ikke omfattet undersøkelser av vannkvaliteten i nedre del av Folla-vassdraget etter 1987. Våren 1998 ble det imidlertid tatt en stikkprøve ved Gjelten bru. Analyseresultatene er presentert i tabell 10.

Tabell 10. Analyseresultater. Fo10 Folla ved Gjelten bru. Prøve tatt 14.05.98.

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
7,45	5,13	2,5	0,403	5,3	7,93	0,86	159	380	13,8	16,5	0,46	0,04	20,2	1,5	0,5	0,8	0,4	0,1

Prøven ble tatt i en periode med stor utvasking av forvittringsprodukter fra gruveområdet i Folldal sentrum. Resultatene viser at hele Folla-vassdraget ned til Glåma fortsatt er merkbart påvirket av tilførselene fra gruveområdet. Tungmetallkonsentrasjonene er omtrent på samme nivå som i 1987. En antar at årsmiddelverdien for kobber er lavere enn 10 µg/l ved Gjelten bru.

3.4 Vannkvalitet i gruveområdet i Folldal sentrum

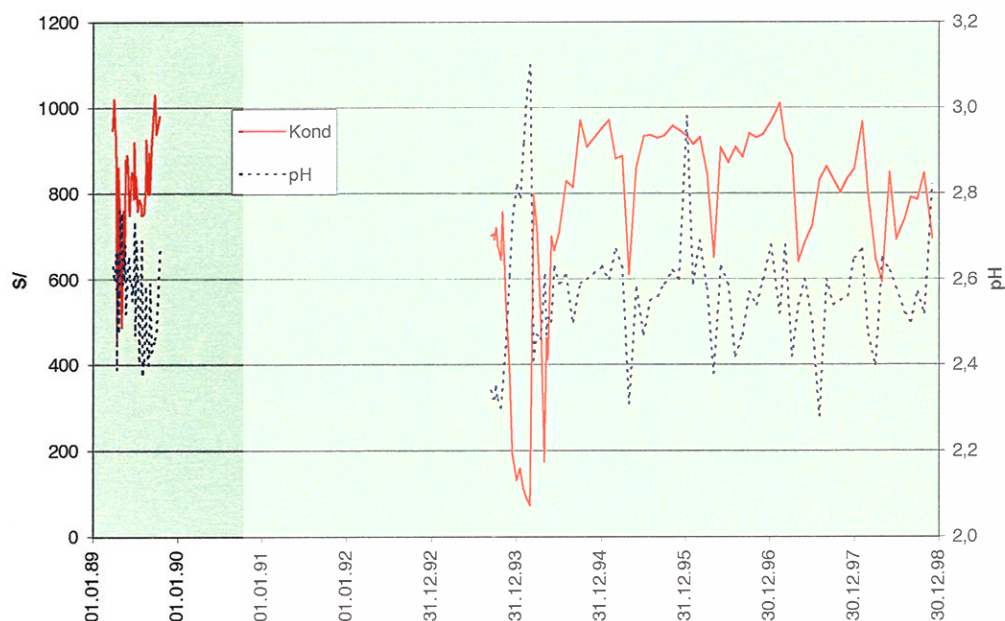
3.4.1 Stasjon 1. Gruvevann, utløp stoll 2

Analyseresultatene for 1998 er samlet i tabell 43 i vedlegg B. Resultatene viser at vannkvaliteten er sterkt sur med pH-verdier i området 2,4-2,8. Innholdet av oppløste salter (forvitningsprodukter) er meget høyt, noe som viser at omfanget av forvitningsprosessene som pågår i det området som dreneres av stoll 2 er betydelig. Middelverdiene viser at det har skjedd ubetydelige endringer i vannkvaliteten i perioden 1984-1998. De variasjoner som kan påvises, har trolig sammenheng med nedbør og klima.

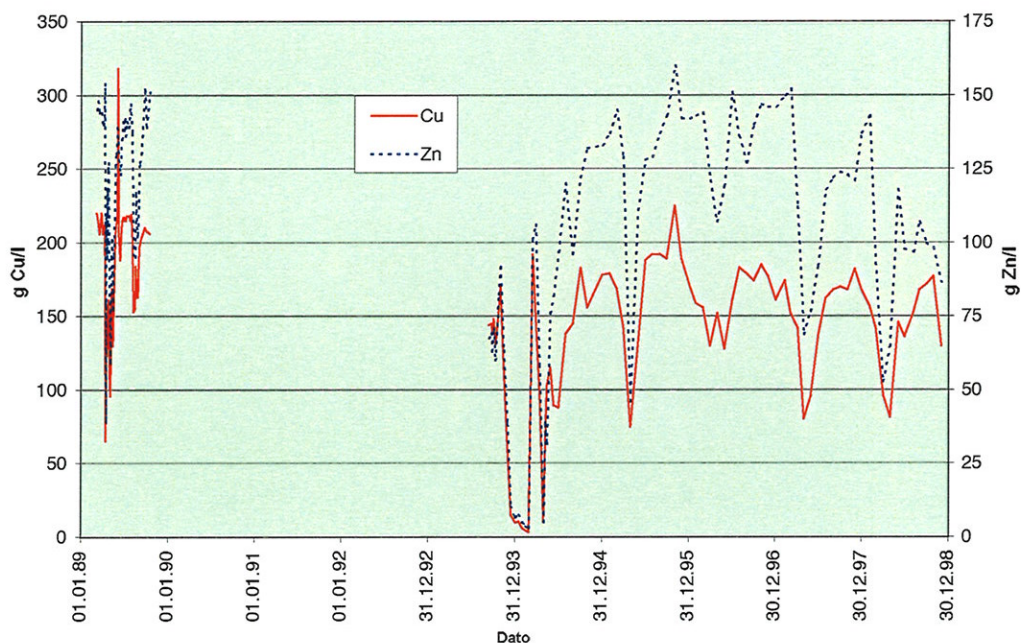
Figur 16 og figur 17 viser grafisk hele observasjonsmaterialet for pH, konduktivitet, kobber og sink for årene 1989 og 1993-98. Figurene viser at endringene i vannkvaliteten har vært ubetydelige.

Tabell 11. Stasjon 1 Folldal sentrum. Gruvevann utløp Stoll 2. Middelverdier.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
1984/85	2,59	955	13163	355		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	1,03	2,63	8,87	43,5	0,25
1994	2,65	513	5421	195	271	218	1191	87,3	60,6	0,25	0,86	1,96	7,66	30,5	0,73
1995	2,57	900	10790	343	528	413	2659	171	128	0,47	1,33	3,54	14,0	58,3	1,12
1996	2,59	888	11070	336	586	442	2655	163	135	0,19	1,19	3,79	14,3	55,5	0,32
1997	2,54	834	10540	315	532	396	2293	149	117	0,29	1,18	3,02	12,3	52,3	0,86
1998	2,57	773	9300	298	466	352	2095	144	100	0,38	0,97	2,95	10,5	43,8	1,66



Figur 16. pH- og konduktivitetsobservasjoner ved st.1 (stoll 2) 1989-1998.



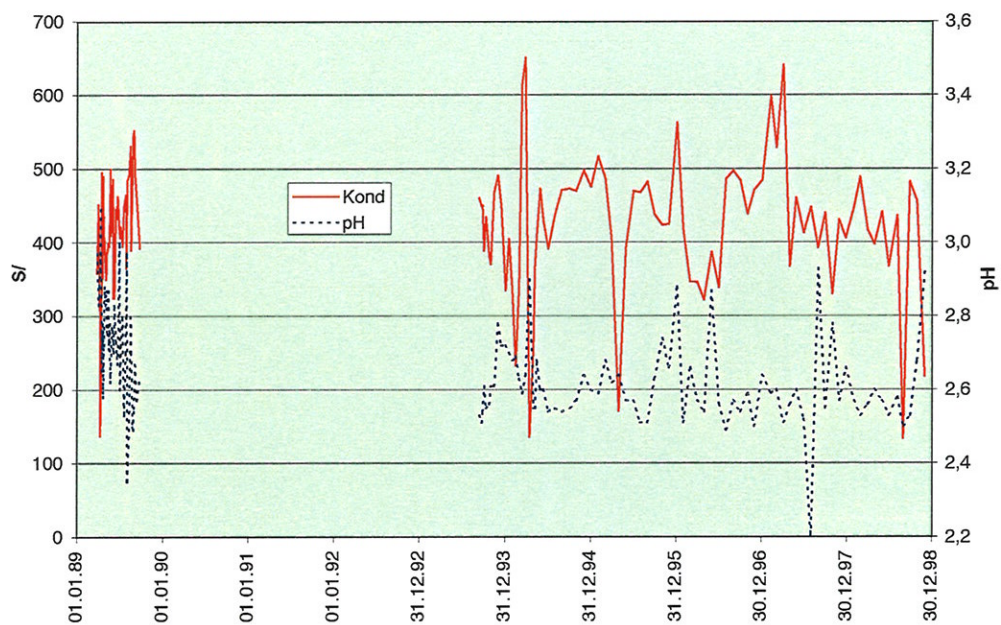
Figur 17. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved st.1 (stoll 2) 1989-1998.

3.4.2 Stasjon 2. Drensledning nedenfor gamle slamdam

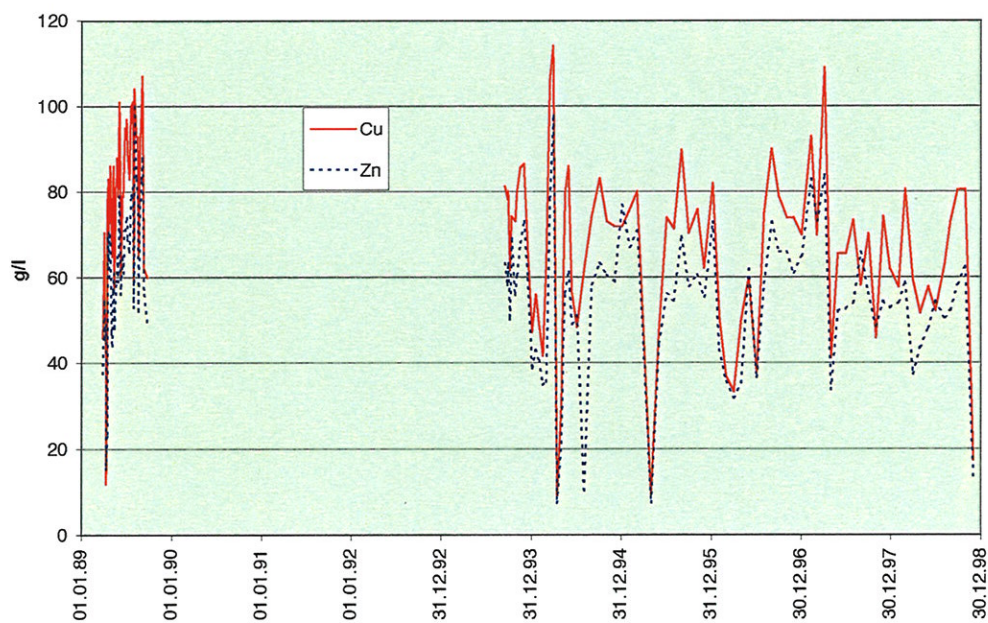
Resultatene for 1998 er samlet i tabell 44 i vedlegg B. Hvis en ser bort fra måleperioden i 1984/85, som var meget spesiell, har vannkvaliteten endret seg lite i løpet av de årene som undersøkelsene har pågått. Vannkvaliteten er sterk sur med et betydelig innhold av forvitningsprodukter. Stasjonen fanger opp tilførsler fra gruva (st.1), samt overflate- og grunnvannstilførsler som fanges opp av drenerings-systemet i gruveområdet. Når det gjelder de to første undersøkelsesperiodene, er selve observasjonspunktet forskjellig fra dagens stasjon som ble anlagt i 1993. For de to første periodene har en i tabell 12 presentert data for en stasjon som lå der samlet sig fra området passerte under riksveien i en åpen grøft. Når det gjelder tilførselene til Folla i denne perioden, kom avrenningen 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 vannføringerne som er observert som er bestemmende for endringer i forurensningstransport over tid.

Tabell 12. Stasjon 2 Folldal sentrum. Drensledning nedenfor gamle slamdam. Middelerverdier.

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	Ni mg/l	Co mg/l	Mn mg/l	Si 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					6,59
1993	2,60	434	4155	216	233	182	766	76,7	62,1	0,24	0,73	1,58	8,65	34,2	
1994	2,63	407	3632	175	193	150	744	63,7	48,0	0,19	0,59	1,28	6,76	23,7	4,70
1995	2,61	430	4180	188	209	183	786	64,6	55,4	0,20	0,79	1,43	7,57	28,7	1,15
1996	2,61	425	3612	198	207	164	677	61,9	53,5	0,12	0,57	1,32	8,11	26,3	1,54
1997	2,59	462	4462	226	243	190	808	69,7	60,2	0,16	0,71	1,45	8,97	30,6	2,19
1998	2,60	391	3880	193	185	159	701	61,4	48,8	0,18	0,52	1,33	6,44	24,0	4,08



Figur 18. pH- og konduktivitetsobservasjoner ved st.2 (slamdam)1989-1998.



Figur 19. Kobber- og sinkkonsentrasjoner ved st.2 (slamdam)1989-1998.

3.4.3 Stasjon 3. Utløp drensledning ved Gammelelva

Drensrørsystemet 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 p.g.a. høy vannstand i målekummen. I tabell 45 i vedlegg B er samlet analyseresultatene for 1998. I tabell 13 er beregnet årlige middelerverdier for de prøveserier som foreligger.

Tabell 13. Stasjon 3 Follidal sentrum. Utløp drensledning ved Gammelelva. Middelerverdier.

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	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	0,010
1997	6,03	56,9	279	75,5	22,7	5,30	3,45	2,15	2,86	<0,005
1998	5,36	77,9	405	101	32,7	8,39	6,79	3,49	4,54	0,013

Resultatene viser at vannkvaliteten her er betydelig mindre forurenset enn ved stasjon 2. Resultatene tyder på at pH-verdien er økende og innholdet av forvitningsprodukter avtakende (synkende konduktivitet). Dette viser at fjerning av gruveavfall i nedbørfeltet har hatt en positiv effekt på vannkvaliteten.

4. Forurensningstransport

4.1 Hjerkinnområdet

Ved hjelp av vannføringsobservasjon og analysedata for den enkelte parameter kan døgntransporten beregnes. Ved å tidsveie døgntransportverdiene er det i tabell 14 beregnet årlig materialtransport av de viktigste forurensningskomponenter ved overløpet av slamdammen. Av tabellen ser en at tungmetalltransporten har avtatt merkbart i årene etter at deponering opphørte. En legger også merke til den store reduksjonen i sulfattransporten.

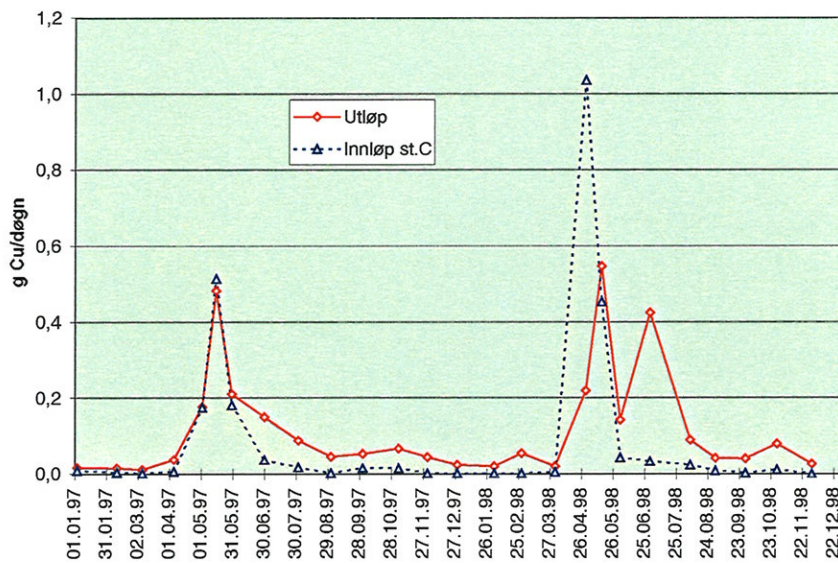
Tabell 14. Materialtransport ved overløp av slamdam Hjerkin 1979-1998 og i tilløpsbekken Kvernbekken (St.C) i 1997 og 1998.

År	Middel- 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	72	204	0,54	0,043	0,61	1,8	6,8
1995	52	87	0,34	0,016	0,22	0,5	1,3
1996	94	148	0,46	0,030	0,52	1,1	3,9
1997	136	153	0,46	0,032	0,61	1,1	2,2
1998	198	176	0,93	0,042	0,33	0,7	3,6
St.C 1997	14,6	26,7	0,17	0,018	0,41	-	-
St.C 1998	12,5	23,1	0,24	0,034	0,24		

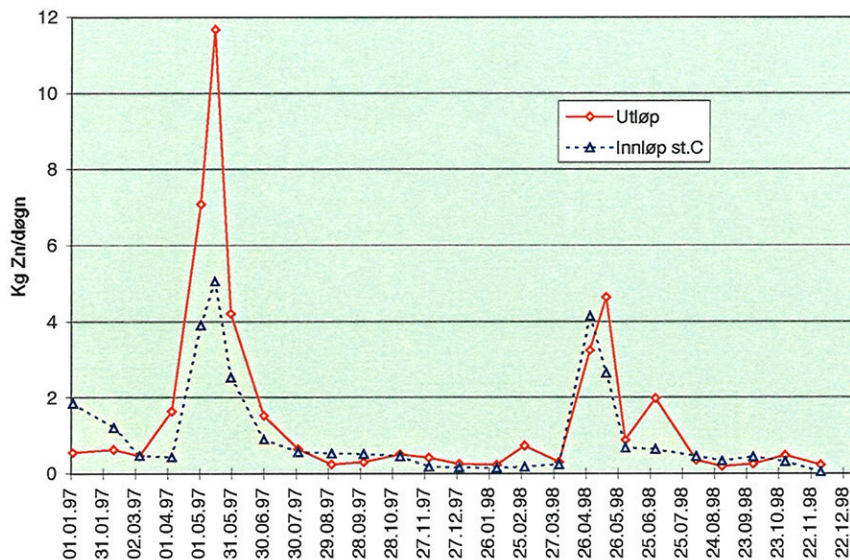
For å få en oppfatning om hvor stor mengde metaller som frigjøres fra avgangen i dammen, er det nødvendig å ta hensyn til tilførslene via Kvernbekken. Målingene i bekken startet høsten 1996. En har således innhentet obsevasjonsmateriale for to hele årssykluser, 1997 og 1998. Ved hjelp av vannføringsobservasjon og analyseverdi er det beregnet døgntransport for de viktigste analyseparametre. Ved å tidsveie døgntransporten er årstransporten beregnet på samme måte som ved overløpet av slamdammen (se tabell 14 ovenfor).

For årene 1997 og 1998 ser en at transporten av kobber og sink til slamdammen utgjør ca. 2/3 av tilsvarende transport ved overløp av dammen. Sulfattransporten i tilførselsbekken derimot er forholdsvis beskjeden i forhold til transporten ved overløp slamdam. I figur 20 er vist observerte døgntransportverdier for kobber i 1997 og 1998 ved stasjon C og for overløp av slamdammen.

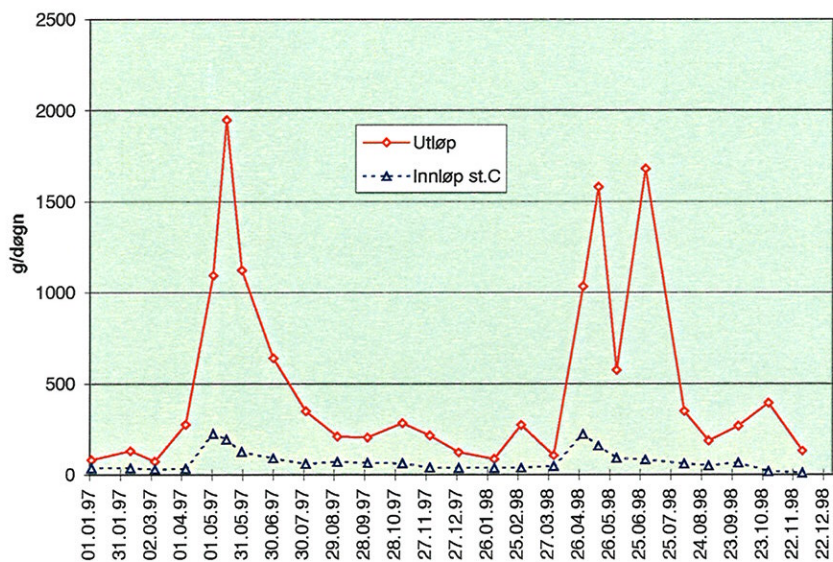
Ved vurdering av transportverdier må en ta i betraktning at nedbørfeltet til bekken er lite og at det er meget vanskelig å treffe transportmaksimum ved en så beskjeden prøvetakingsfrekvens som i dette tilfelle. I slamdammen derimot er det en viss oppholdstid slik at det en ved det prøvetakingsopplegget en har benyttet, oppnår mer pålitelige transportberegninger. Observasjonsmaterialet viser likevel at tungmetallkonsentrasjonene i dammen kan reduseres betydelig dersom det er mulig å fjerne tilførselene til Kvernbecken fra jernbanestollen. Vannkvaliteten i dammen vil imidlertid i lang tid fremover være påvirket av utveksling av kalsium og sulfat fra de deponerte avgangsmassene.



Figur 20. Kobbertransport i innløpsbekk (st.C) og ved overløp av slamdam, Hjerkin 1998.



Figur 21. Sinktransport i innløpsbekk (st.C) og ved overløp av slamdam, Hjerkin 1998.



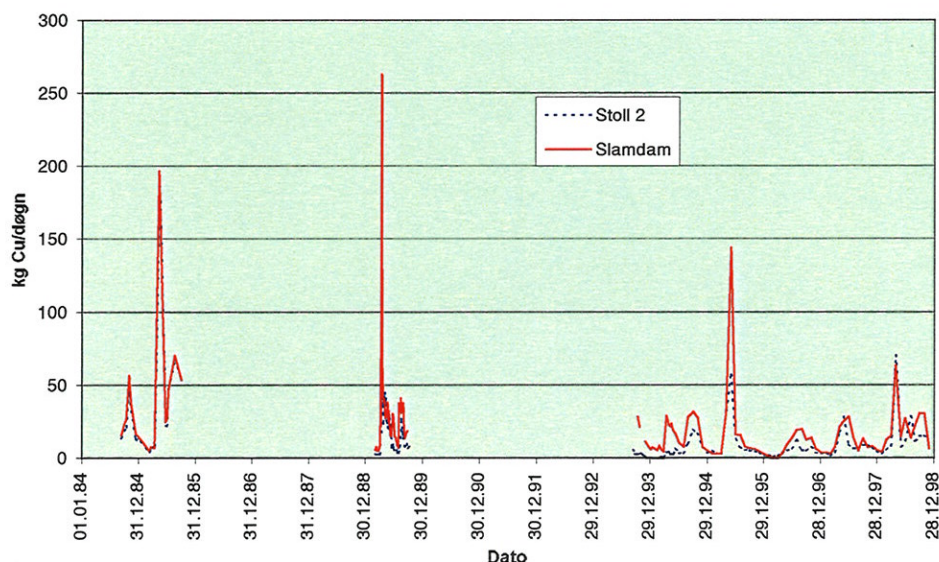
Figur 22. Sulfattransport i innløpsbekk (st.C) og ved overløp av slamdam, Hjerkin 1998.

4.2 Folldal sentrum

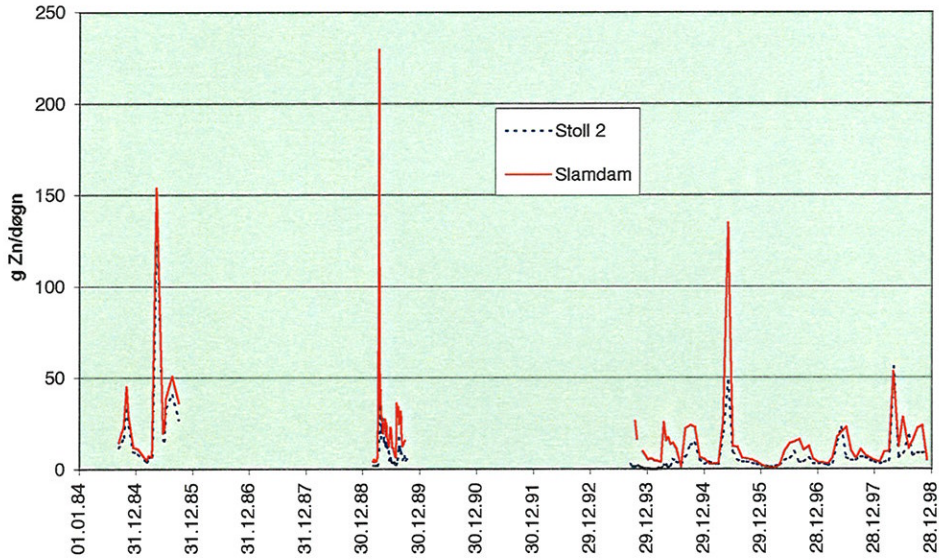
Forurensningstransporten fra gruveområdet i Folldal sentrum ble kartlagt av NIVA i 1984-86 (Iversen og Aanes, 1986) og av Folldal Verk i 1989 (Killi og Priesemann, 1990). Kartleggingen i 1989 ble utført i forbindelse med planlegging av forurensningsbegrensende tiltak. Etter at tiltakene var gjennomført i perioden 1992-1993, 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 ble foretatt. Ved hver prøvetaking er også målt vannføring ved avlesning av overløpshøyde i måleprofilene i drenerørene. Vi vil her gi en vurdering av forurensningstransporten fra området ved utgangen av 1998 og samtidig foreta en sammenligning med tidligere observasjoner. Analysegrunnlaget for 1998 er samlet i vedlegg B bak i rapporten.

Figur 23, figur 24 og figur 25 viser grafisk hvordan beregnede transportverdier for kobber, sink og jern har variert i observasjonsperiodene 1984/85, 1989 og 1993-1998. Årstransporten for de samme år er beregnet i tabell 15 og tabell 16.

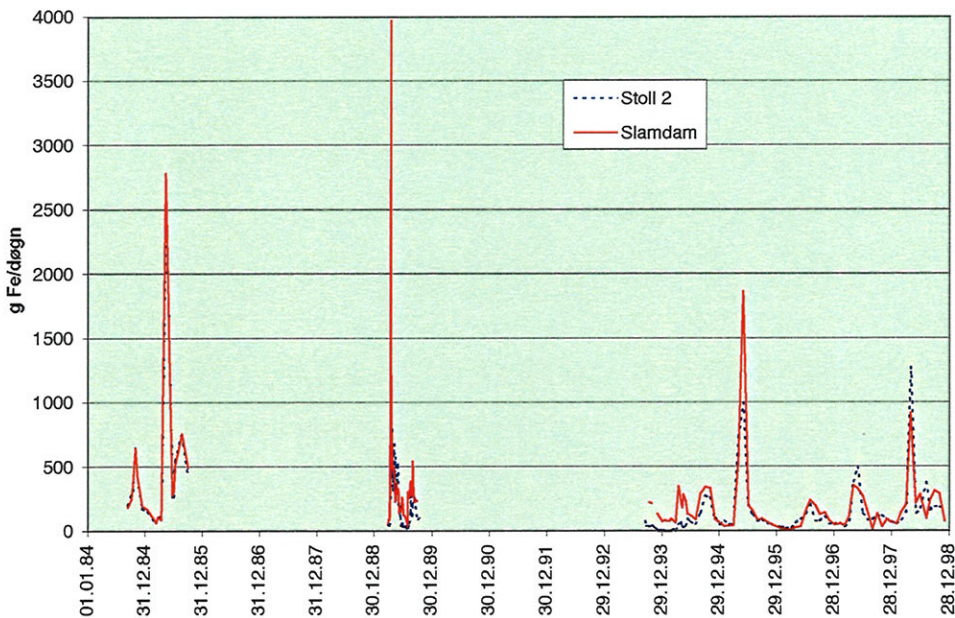
Når det gjelder kobbertransporten, viser kurvene stort sett liten forskjell mellom transporten ved utløpet av gruva og ved utløpet av drencsystemet ved slamdammen. Det betyr at enten er tilførslene fra det øvrige området ubetydelige i forhold til tilførslene fra gruva eller så fanger drencsystemet i liten grad opp annen overflateavrenning i gruveområdet. En ser imidlertid at vinteren 1993/94 var tilførslene fra gruva forholdsvis beskjedne i forhold til tilførslene fra avfallet i dagen. Dette kan ha sammenheng med nedbør og klima. En ser også av tabell 11 at gruvevannsmengdene var forholdsvis beskjedne i 1993 og delvis også i 1994. Året 1995 var meget spesielt. Dette var året da en hadde den store vårflommen i vassdragene i Sør-Norge. En ser av transportkurven for det året at mesteparten av årstransporten foregikk under vårflommen som var meget stor forårsaket av mye regn som falt samtidig med snøsmeltingen. I den øvrige del av året 1995 var utvaskingen beskjeden på grunn av lite nedbør. Året 1996 var også et år med liten metalltransport. I 1997 var transporten noe høyere enn i 1996, men fortsatt vesentlig mindre enn i 1989 og i 1984/85. Det var relativt liten forskjell i transporten ut av gruva og nede på slamdammen. I 1998 økte tungmetalltransporten igjen og var omtrent på samme nivå som i 1989. Også i 1998 var det liten forskjell mellom de to målepunkter m.h.t. tungmetalltransport.



Figur 23. Transport av kobber fra gruveområdet i Folldal sentrum ved Stasjon 1-stoll2 og Stasjon 2-samlet avløp på drencledning nedenfor gamle slamdam.



Figur 24. Transport av sink fra gruveområdet i Folldal sentrum ved Stasjon 1-stoll 2 og Stasjon 2-samlet avløp på drensledning nedenfor gamle slamdam.



Figur 25. Transport av jern fra gruveområdet i Folldal sentrum ved Stasjon 1-stoll 2 og Stasjon 2-samlet avløp på drensledning nedenfor gamle slamdam.

Når det gjelder sink, følger disse transportkurvene samme mønster som for kobber, men det er tydelig at dreneringssystemet fanger opp en del sinktilførsler på veien ned mot utløpet ved slamdammen. I enkelte tørre år som i 1994 og delvis også i 1995 utgjør tilførslene fra gruva mindre enn halvparten av samlet sinktransport ved slamdammen.

Når det gjelder jerntransport er tilførslene fra gruva helt dominerende. Dette kan bety at mesteparten av jernavrenningen fra avfallet i dagen ikke fanges opp av dreneringssystemet eller at avrenningen settes av i grunnen.

I Folla har en kun sikre transportdata for året 1998. Årstransporten for 1998 i Folla er beregnet v.h.a. samlet avrenning (sum av døgnverdier beregnet ut fra døgnmiddelvanntføring) og tidsveiede middelverdier for de enkelte analysevariable. Tabell 17 gir en oversikt over transporten av de viktigste komponenter i Folla ved Follshaugmoen og for stasjonene i gruveområdet i 1998.

Tabell 15. Materialtransport fra Folldal sentrum. St.1 Stoll 2.

År	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
1985	14,6	10,5	188	33,6	892
1989	7,5	5,3	107	17,6	
1994	2,7	2,1	40,2	7,6	169
1995	4,4	3,3	79,0	12,9	310
1996	1,7	1,4	28,4	2,0	119
1997	3,3	2,5	52,4	7,3	238
1998	6,2	4,3	94,7	17,2	422

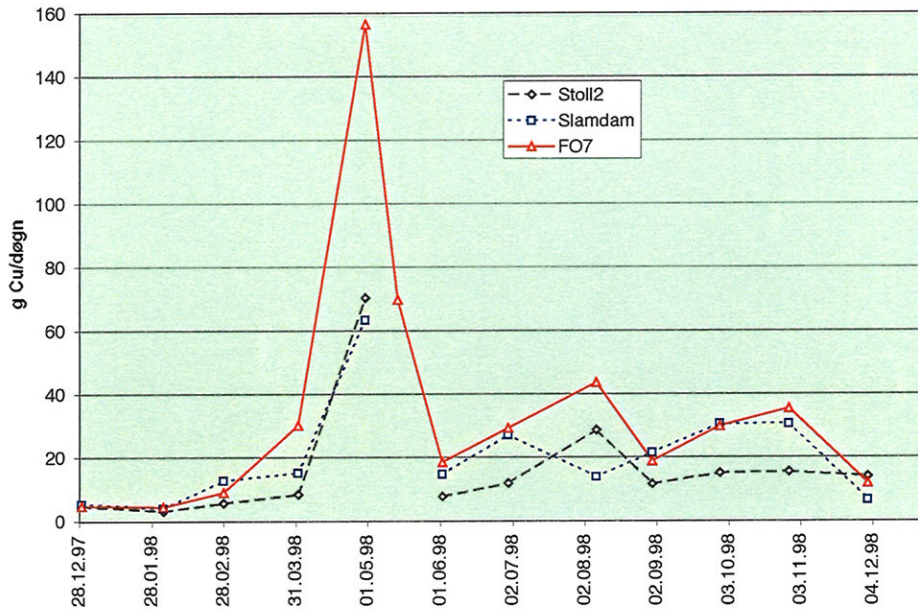
Tabell 16. Materialtransport fra Folldal sentrum. St.2 Drensledning nedenfor gamle slamdam.

År	Kobber tonn/år	Sink tonn/år	Jern tonn/år	Kadmium kg/år	Sulfat tonn/år
1985	16,9	13,1	209	42,9	1070
1989	7,8	6,3	88,6	24,0	
1994	6,7	5,3	75,9	21,5	387
1995	7,6	6,7	99,9	20,9	719
1996	3,2	2,8	33,2	6,3	186
1997	4,3	3,5	48,8	8,5	269
1998	7,6	6,1	89,0	24,0	476

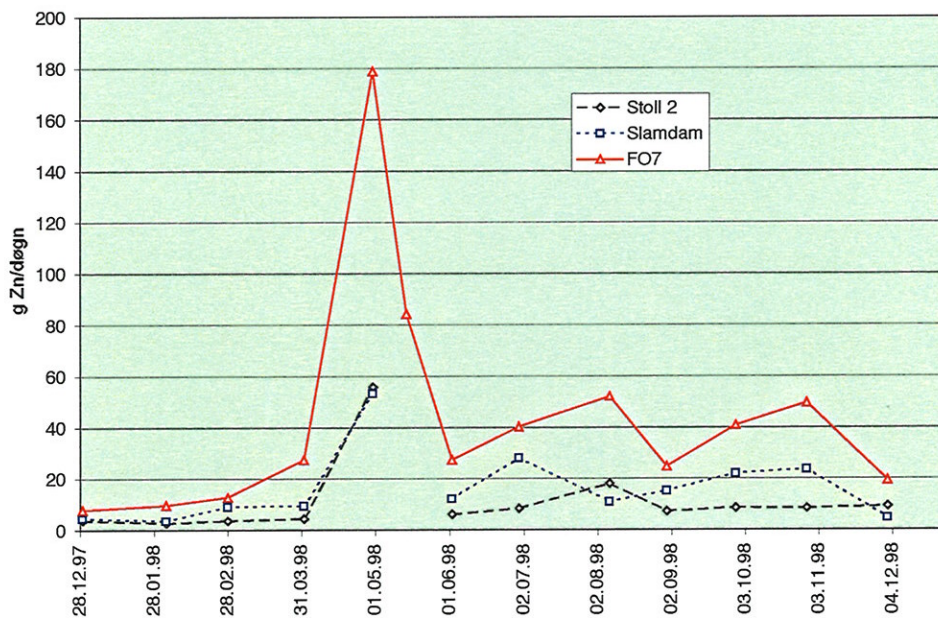
Tabell 17. Materialtransport fra Folldal sentrum og i Folla ved Fo7 i 1998.

	Kobber tonn	Sink tonn	Jern tonn	Kadmium kg	Sulfat tonn
Stoll 2	6,2	4,3	94,7	17,2	422
Slamdam	7,6	6,1	89,0	24,0	476
FO7	12,5	17,2	174,7	58,4	1650

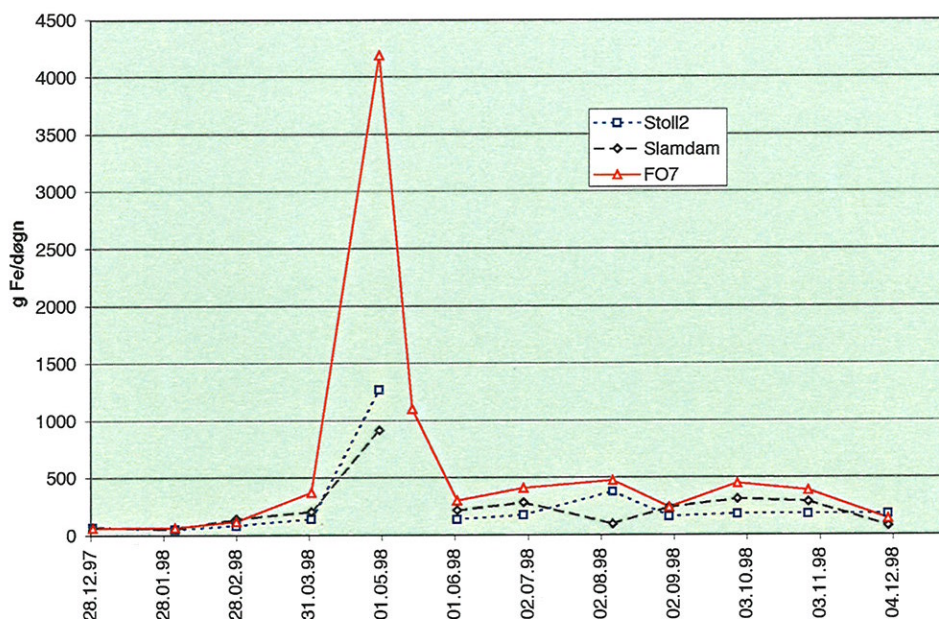
Tabell 17 viser at samlet transport i Folla er vesentlig høyere enn ved de kildene en har måleprogram for i Folldal sentrum. Forskjellene er spesielt store for komponentene sink, kadmium, sulfat og tildels jern. Avvikene har mest sannsynlig sin årsak i at deler av avrenningen fra gruveområdet foregår i grunnen og fanges bare delvis opp av dreneringssystemet i gruveområdet. Mobiliteten til sink, kadmium og sulfat er betydelig større enn for kobber og treverdig jern. Vi vet at deler av jerninnholdet i drensvann fra gruveområdet er toverdig som lettere vil følge grunnvannsstrømmen ned mot Folla så lenge det foreligger som toverdig. Transportverdiene for Fo7 er de mest sikre. Det er knyttet en del usikkerhet til beregnede verdier for stasjonene i gruveområdet, delvis p.g.a. at overløpsprofilene ikke er kalibrerte, men mest fordi overløpsprofilene overskrides om våren slik at vannføringsmålingene måtte skjønsmessig vurderes. Sannsynligvis er vannføringsanslagene her for lave. Dette har som konsekvens at beregnede årstransportverdier for gruvevann og for samlet drensvann ved slamdammen er for lave. Uten å foreta kontinuerlige vannføringsmålinger på dreneringssystemet er det derfor vanskelig å kvantifisere transporten gjennom grunnen ned til Folla mer eksakt.



Figur 26. Kobbertransport i 1998 ved stasjonene 1, 2 og Fo7.



Figur 27. Sinktransport i 1998 ved stasjonene 1, 2 og FO7.

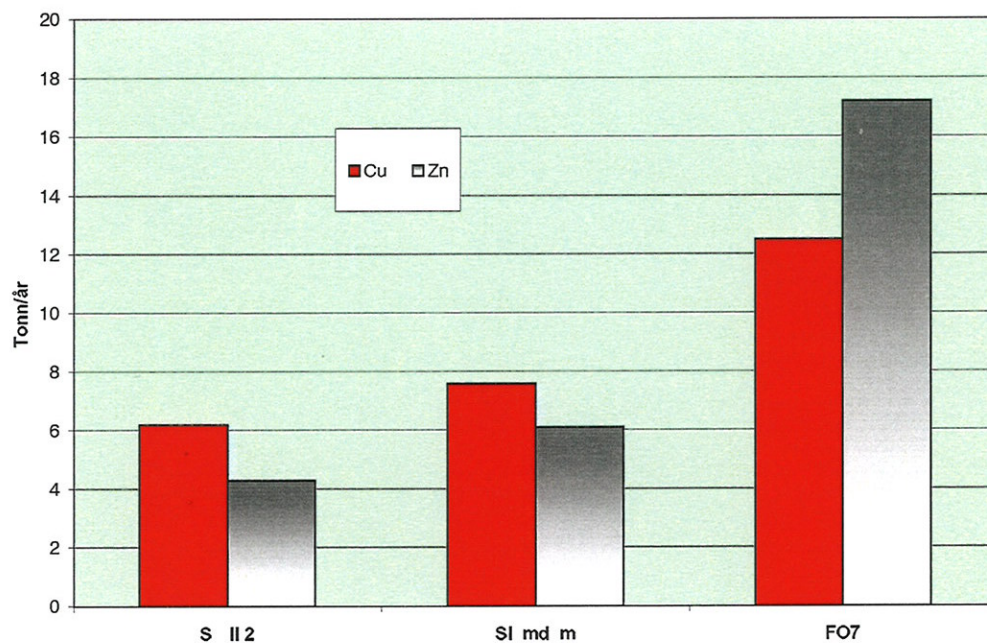


Figur 28. Jerntransport i 1998 ved stasjonene 1, 2 og FO7.

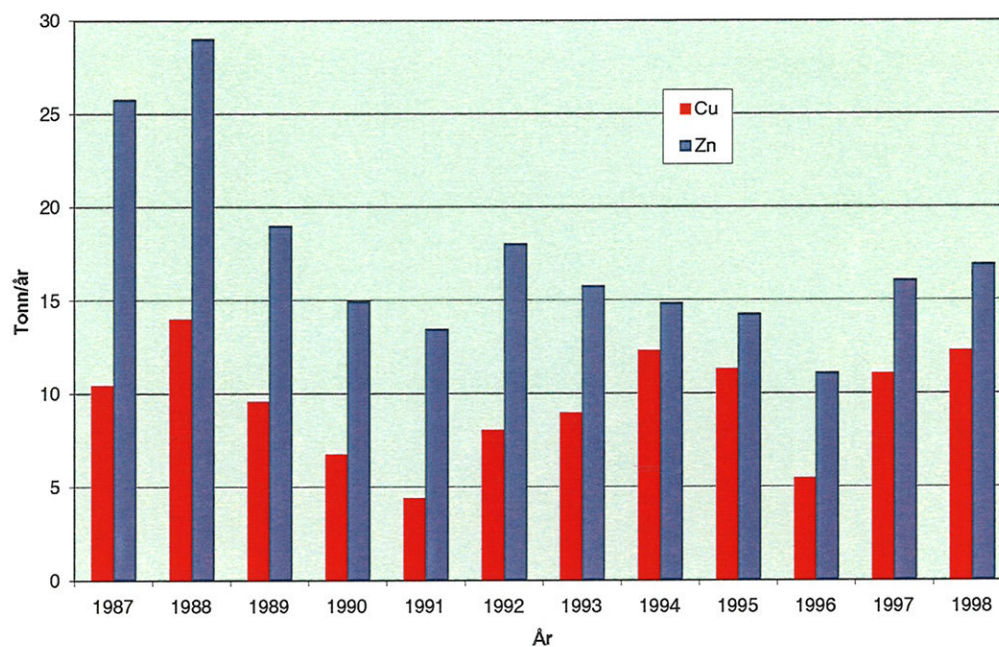
Figur 26, figur 27 og figur 28 underbygger de vurderingene som er gjort foran. I 1998 foregikk det vesentligste av forurensningstransporten fra gruveområdet om våren. I en slik situasjon er en helt avhengig av gode og hyppige observasjoner når transporten foregår for å kunne beregne en så korrekt årsavrenning som mulig. En ser av figurene at det kun var en observasjon under vårfloppen i 1998. Når i tillegg transporten var stor og vannføringsobservasjonen var usikker på det tidspunktet, blir derfor også beregnet årstransport ved stasjonene i gruveområdet usikker. Kurvene viser imidlertid tydelig at dreneringssystemet ikke fanger opp alle tilførslene av jern og sink til Folla. Når det gjelder kobbertilførslene, synes de vesentligste tilførslene å skje via dreneringssystemet i store deler av året. Om vinteren er tilførslene via dreneringssystemet helt dominerende. Figur 29 som viser årstransporten for kobber og sink for stasjonene i gruveområdet og i Folla i 1998 illustrerer også tydelig at det foregår tilførsler av sink til Folla som ikke fanges opp av dreneringssystemet i Follidal sentrum.

Det foregår også forurensningstilførsler via dreneringsrøret som kommer ut ved Gammelelva (st.3). Som tidligere nevnt, vil den vannkvaliteten og de vannmengdene som er kartlagt her være av liten betydning i transportsammenheng. Resultatene tyder dessuten på at forurensningstransporten er avtagende.

Erfaringene fra limnigrafstasjonen som NVE har drevet i Folla ved Grimsmoen, tyder på en god sammenheng mellom målte vannføringer og beregnet avrenningskoeffisient for området (se tabell 3, avsnitt 3.1.2). Det kan derfor være av interesse å beregne årstransporten av de viktigste forurensningskomponenter i Folla ved Follshaugmoen for perioden 1987-1998, d.v.s. den perioden hvor en har en regelmessig prøvetaking. Beregnede årstransportverider i tabell 18 er gjort v.h.a. tidsveiede middelværdier for året og beregnede middelvannføringer for tidsperioden. I figur 30 er transporten av kobber og sink fremstilt grafisk. Beregningene viser at årstransporten kan variere svært mye fra år til år. Tilsvarende erfaringer har en også gjort i Nordgruvefeltet på Røros, som også er et forholdsvis nedbørfattig område. Forvittringsprosessen pågår hele året, mens utvaskingen av forvittringsprodukter er avhengig av nedbør og klima. Resultatene viser forøvrig at det ikke har vært noen endringer i forurensningstransporten av betydning fra gruveområdet i Follidal sentrum i tiden etter at tiltakene ble avsluttet i 1993.



Figur 29. Årstransport av kobber og sink for stasjonene ved Follidal sentrum i 1998.



Figur 30. Årstransport av kobber og sink ved Follshaugmoen 1987-1998.

Tabell 18. Årstransport ved FO7 Follshaugmoen 1987-1998.

År	Cu tonn	Zn tonn	Fe tonn	Cd kg	SO ₄ tonn
1987	10,4	25,8	131,0	81,0	13534
1988	14,0	29,0	174,5	88,2	10316
1989	9,6	19,0	191,3	49,1	7648
1990	6,7	15,0	106,9	44,2	7292
1991	4,4	13,5	88,3	30,3	9952
1992	8,1	18,0	131,7	39,7	8603
1993	9,0	15,8	150,2	51,8	7791
1994	12,3	14,9	180,5	51,3	2915
1995	11,3	14,3	169,7	59,3	2476
1996	5,5	11,1	87,0	36,8	2834
1997	11,1	16,1	134,3	51,5	2965
1998	12,3	16,9	171,6	57,4	3243

Som tidligere nevnt, tyder resultatene for kobber- og sinktransport for stasjonene i gruveområdet sammenholdt med resultatene for stasjon Fo7 Follshaugmoen på at deler av kobber- og jernavrenningen fra gruveområdet holdes igjen i løsmassene på veien ned mot Folla. Dersom vi antar at forholdet mellom kobber og sink teoretisk sett er den samme i samlet avrenning fra området som ved stasjon 2, slamdam, kan vi anslå samlet kobberavrenning ved kildene til å være i området 15-20 tonn for 1998 forutsatt at vi antar at samlet sinkavrenning ved kildene var den samme som observert ved Follshaugmoen (17 tonn/år). Vi forutsetter da i tillegg at mesteparten av sinkavrenningen passerer gjennom løsmassene. Sink er mest mobilt av de aktuelle tungmetallene.

Figur 30 tyder forøvrig på at forholdet mellom kobber og sink har endret seg i tiden etter at tiltaket ble gjennomført (etter 1993). Sinktransporten var i tidligere år vesentlig større enn kobbertransporten. Det er derfor mulig at de tiltakene som er gjennomført, vil ha en betydning på lengre sikt. Foreløpig har en kun observert en redusert sinkavrenning i forhold til kobberavrenningen. Når samlet transport ikke har avtatt nevneverdig, kan dette ha sammenheng med selve tiltaket. Erfaringer fra andre områder har vist at flytting av slike masser kan medføre økt avrenning en periode fordi masseflyttingen forårsaker en endring i avrenningsmønsteret (Iversen, 1988). Dersom en ikke har lyktes i å fjerne alt gruveavfall på ett sted, kan det også være fare for at tilgangen på oksygen øker til restavfallet slik at forvitringen også øker en periode inntil en ny likevekt innstiller seg. Det kan ta flere år før forholdene stabiliserer seg igjen. Kun fortsatt overvåking kan si noe mer om dette forholdet.

5. Biologiske effekter

5.1 Effekter på bunndyr

5.1.1 Materialet

Bunndyrmaterialet som er sammenstilt i denne rapporten er samlet inn i perioden fra 1992 til 1998. Det er foretatt en til to prøvetakinger (vår og høst) hvert år. Prøvetakingsstasjonene er vist på figur 1, og er lokalisert slik vi har kunnet overvåke effektene i øvre deler av vassdraget i forbindelse med avrenning fra deponiet i Hjerkinndammen og i nedre deler av vassdraget og da knyttet først og fremst til avrenning fra det gamle gruveområdet ved Folldal tettsted. I dette arbeidet er stasjonene Fo2, Folla før Strypbekken og Fo5, Folla ved skytebanen benyttet som referanselokaliteter for henholdsvis øvre og nedre deler av vassdraget, mens stasjonene Fo3, Folla ved Øyi og Fo7, Folla ved Follshaugmoen vel 10 km nedstrøms Folldal tettsted beskriver effektene fra aktivitetene ovenfor. For å følge utviklingen i Strypbekken er det plassert en stasjon her like før utløpet i Folla.

Resultatene er sammenstilt i tabellene 24-30 i vedlegg A bak i rapporten og fremstilt grafisk i figurene 32 - 41. Materialet som her er samlet inn, er stort og omfattende og kan bearbeides videre hvor blant annet tidligere materiale om bunndyr samfunnene i Follavassdraget kan tas med. Folla er et av de vassdrag i Norge hvor vi finner de lengste tidsserier med data om biologiske og fysisk-kjemiske forhold. I denne rapporten gis en kortfattet vurdering av observasjonene for perioden etter driftsnedleggelsen og oppryddingstiltakene i Folldal sentrum.

5.1.2 Vurdering av resultater

Etter at gruvedriften opphørte på Hjerkin, har det vært en positiv utvikling i den øvre delen av Folla-vassdraget. Særlig er dette merkbart i Strypbekken som mottar dremsvann fra Hjerkinndammen. Denne bekken var i den perioden gruvedriften ved Tverrfjellet gruve pågikk, sterkt preget av avgangsdeponeringen. Bunndyrsamfunnet var så og si helt slått ut. Etterhvert som de fysisk-kjemiske forholdene har bedret seg, har bunnfaunaen også restituert seg og kanskje raskere enn en hadde ventet da gruen ble lagt ned. Dette er en følge av at dammen fungerer veldig bra når det gjelder å holde tilbake partikulært materiale og at det er forholdsvis liten lekkasje av forurensningskomponenter fra de deponerte avgangsmassene. Ved prøvetakingen i 1998 hadde bunndyrsamfunnet en mengdemessig sammensetning og variasjon som er nær det en ville forvente var normaltstanden i en slik bekk (se figur 34 og figur 41 og tabell 30). Det har også vært vanlig de siste årene å se fisk (ørret og harr) under prøvetakingen i Strypbekken, noe som slett ikke var vanlig tidligere.

Nedstrøms samløpet med Strypbekken ligger stasjon Fo3, Øyi i Folla. Denne stasjonen har vært viktig i arbeidet med å overvåke vannkvaliteten i øvre deler av Folla og de biologiske effektene fra utlippene knyttet til aktivitetene på Hjerkin. Undersøkelsene av bunnfaunaen viser også her at det parallelt med den positive utviklingen i vannkvaliteten i Strypbekken har vært en normalisering i bunndyrsamfunnets oppbygning på denne stasjonen.

For å kunne overvåke og måle de biologiske effektene av utlipp og avrenning fra de gamle gruveområdene i og ved Folldal tettsted har det vært plassert en prøvetakingsstasjon like ovenfor tettstedet (Fo5) og en ca 10 km nedstrøms dette (Fo7). Bunndyrsamfunnet på stasjonen oppstrøms tettstedet har i hele overvåkningsperioden hatt en meget rik og variert sammensetning. Tilsvarende, men med motsatt fortegn har bunndyrsamfunnet på stasjonen ved Follshaugmoen vært svært fattig og stort sett vært sammensatt av forurensningstolerante organismer. Dette er den stasjonen som er mest påvirket av utlipp fra gruvevirksomheten i Folla-vassdraget. Spesielt er effektene av utlippene oppstrøms fra det gamle gruveområdet i Folldal sentrum meget sterk. Det kan videre se ut som om det har vært en forverring i forurensningsproblemene de siste årene når resultatene fra bunndyrundersøkelsene sammenlignes. Særlig er dette tydelig i 1997 hvor bunnfaunaen på stasjon Fo7 så og si var helt slått ut.

Tiltakene som ble utført i perioden 1992 til 1993 for å redusere avrenningen av surt, tungmetallholdig drensvann ser foreløpig ikke ut til å ha hatt noen forbedret effekt på de biologiske forhold i Folla nedstrøms Follidal sentrum.

Det er i alt registrert nær 50 arter fra de tre bunndyrgruppene døgn -(E), stein -(P) og vårfluer i Folla-vassdraget på den strekningen som er undersøkt i perioden fra 1992 til 1998 (se tabell 20). Antallet arter varierer noe fra år til år avhengig om både vår- og høstperioden er prøvetatt eller bare en av årstidene. Videre vil varierende forhold som isløsning, nedbør og temperatur årene imellom ha betydning. Flere av de artene som er registrert i Folla ved stasjon Fo7, er ofte registrert med noen få individer i prøven og ofte i en tidlig vekstfase. Det er trolig at disse artene ikke tilhører det permanente bunndyrsamfunnet på denne stasjonen, men er drevet ned fra mer upåvirkede områder (Fo5). I årene etter 1994 ser det ut som det har vært en økt forurensningsbelastning på stasjonen ved Follshaugmoen (Fo7), da antallet døgn-, stein- og vårfluearter er svært lavt (se tabell 19).

Ved hjelp av rutinemessige undersøkelser av bunndyrsamfunnets sammensetning kan en på en effektiv måte få bekreftet eventuelle endringer i forurensningstilstanden i vassdraget. I øvre deler av vassdraget kan undersøkelser av bunndyrbestanden benyttes for på et tidlig tidspunkt å oppdage mulige endringer i forurensningstilstanden som følge av eventuelle endringer i tilførselene fra avgangsdeponiet på Hjerkin. Vannkvaliteten nedstrøms Follidal tettsted har hittil ikke bedret seg i nevneverdig grad. Da det er mulig at en på lengre sikt vil oppnå en redusert forurensningstilførsel fra Follidal sentrum, kan en fortsatt kontroll av bunndyrbestanden benyttes for å følge denne utviklingen. For å oppnå en tilfredsstillende forurensningstilstand i dette vassdragsavsnittet vil det imidlertid være behov for å redusere forurensningstilførselene vesentlig i forhold til dagens situasjon.



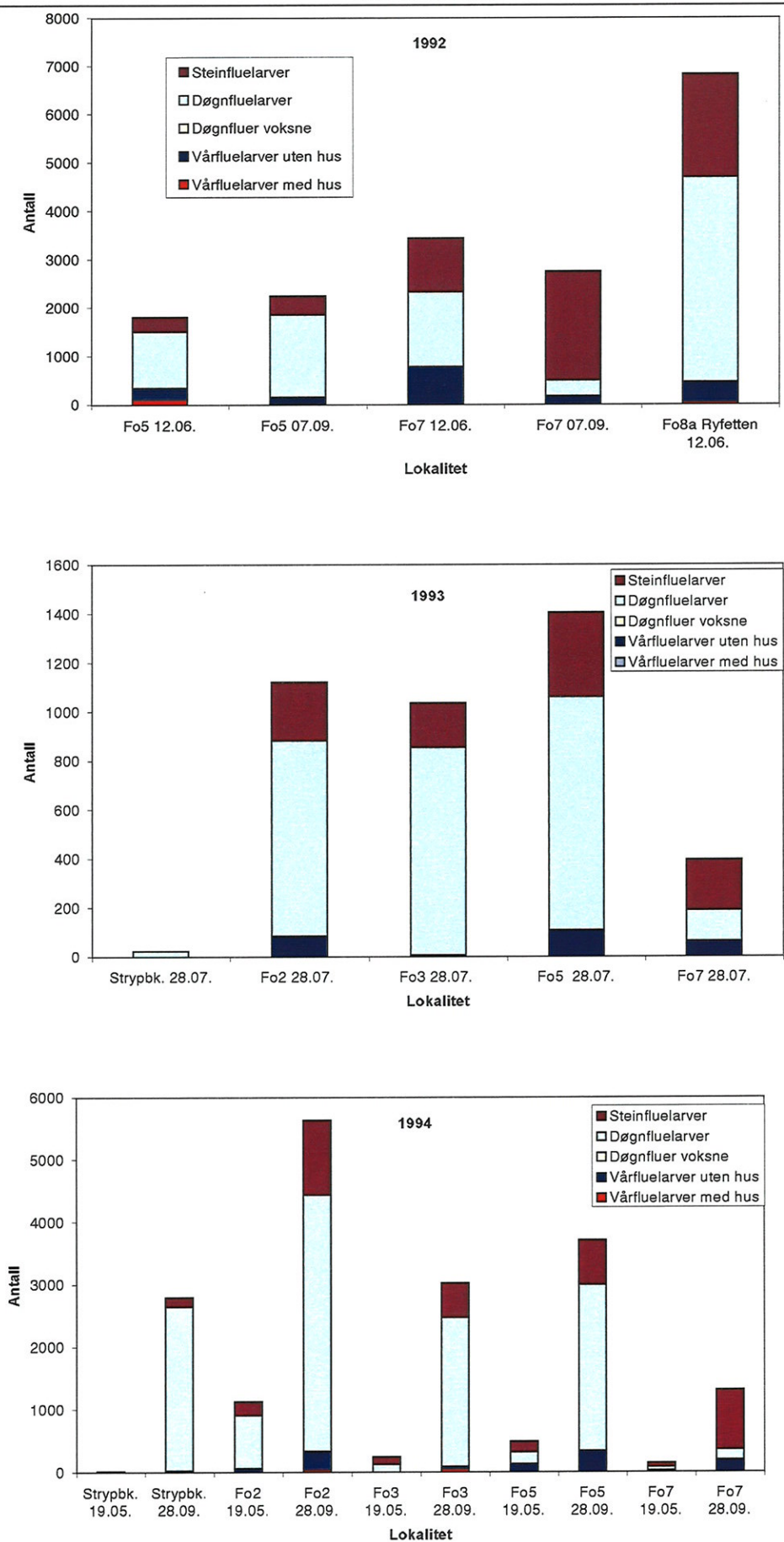
Figur 31. Prøvetaking av bunndyr ved stasjon Fo7, Follshaugmoen.

Tabell 19. Bunnfauna undersøkelser i Folla i perioden 1992 til 1998. Antall arter av døgn (E)-stein- (P) og vårfluer (T).

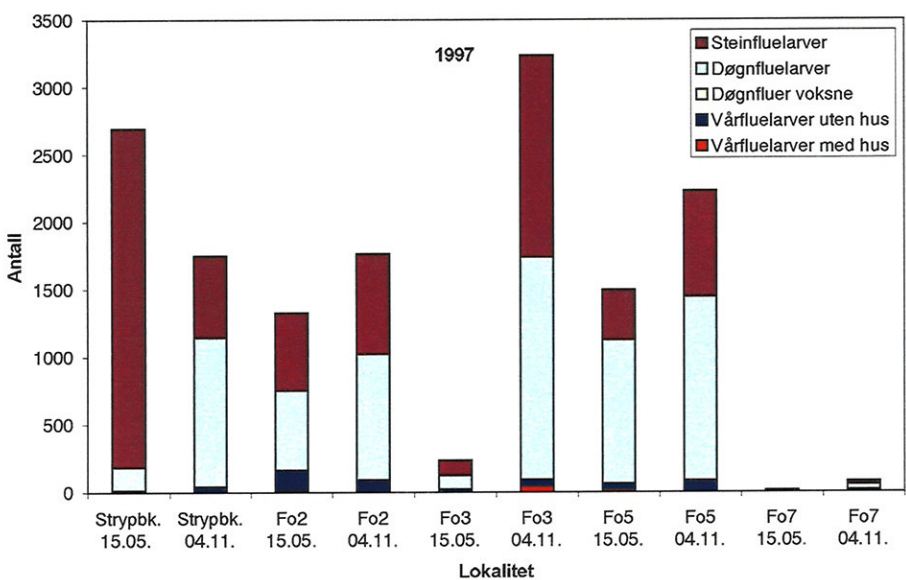
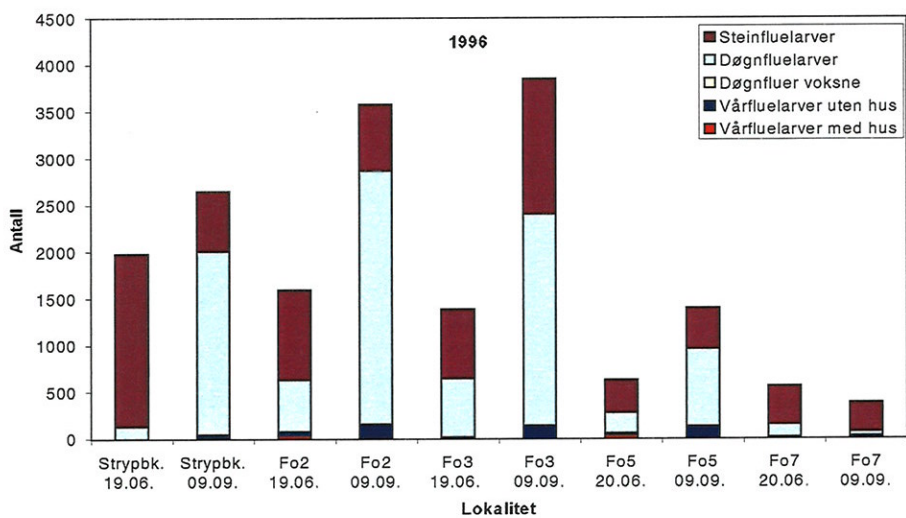
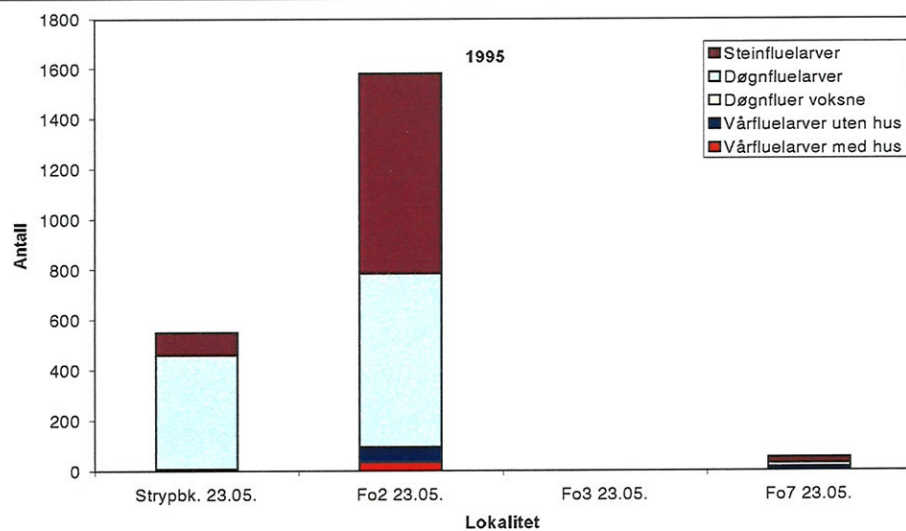
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Fo2	E		5	5	4	8	7	5
	P		4 11	7 18	3 9	6 20	10 24	6 17
	T		2	6	2	6	7	6
Strypbk.	E			2	2	4	2	5
	P			2 6	4 7	6 11	5 9	9 19
	T			2	1	1	2	5
Fo3	E		5	3	7	7	5	5
	P		3 11	5 10	7 17	6 18	5 14	8 20
	T		3	2	3	5	4	7
Fo5	E	7	8	5		7	3	7
	P	4 18	4 14	7 16		6 16	5 10	8 22
	T	7	2	4		3	2	7
Fo7	E	5	2	5	1	2	2	2
	P	4 15	5 11	6 13	2 4	4 7	3 6	7 12
	T	6	4	2	1	1	1	3

Tabell 20. Variasjonen i bunndyrsamfunnet med hensyn på gruppene: Døgn- stein- og vårfluer som ble registrert i materialet fra Follavassdraget i perioden 1992 til 1998.

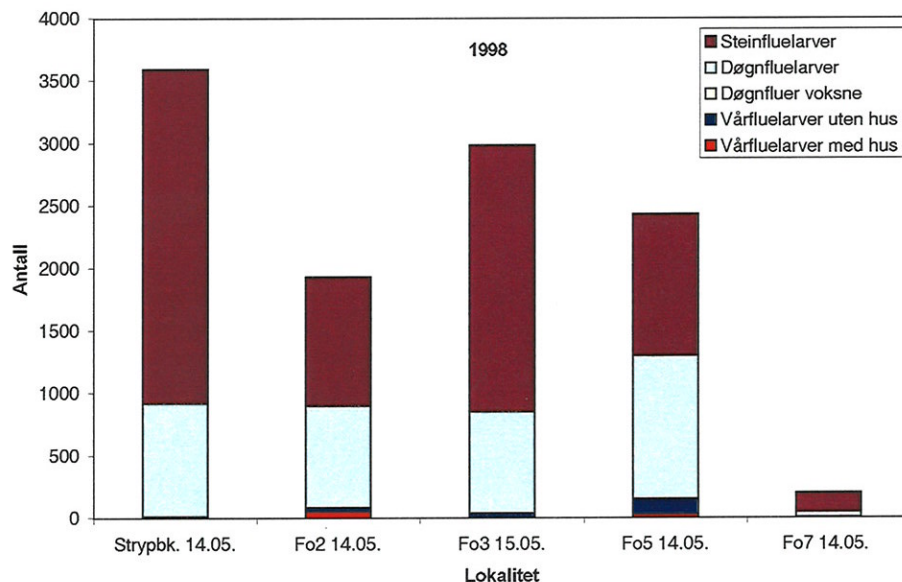
Døgnfluer :	Steinfluer:	Vårfluer:
<i>EPEHEMEROPTERA</i>	<i>PLECOPTERA</i>	<i>TRICHOPTERA</i>
<i>Ephemeroptera</i> indet.	<i>Plecoptera</i> indet	<i>Apatania cf. muliebris</i>
<i>Ephemerella aurivillii</i>	<i>Amphinemoura borealis</i>	<i>Apatania</i> sp.
<i>Ephemerella mucronata</i>	<i>Diura nanseni</i>	<i>Trichoptera</i> indet.
<i>Heptagenia sulphurea</i>	<i>Leuctra fusca</i>	<i>Oxyethira</i> sp.
<i>Amaletus inpoinatus</i>	<i>Leuctra hippopus</i>	<i>Hydroptilidae</i> indet.
<i>Baetis</i> sp.	<i>Leuctra</i> sp.	<i>Limnephilus</i> sp.
<i>Baetis cf. rhodani</i>	<i>Isoperla difformis</i>	<i>Limnephilidae</i> indet.
<i>Baetis rhodani</i>	<i>Nemoura</i> sp.	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>
<i>Baetis muticus</i>	<i>Brachyptera risi</i>	<i>Rhyacophila nubila</i>
<i>Baetis cf. Vernus</i>	<i>Isogenus nubecula</i>	<i>Arctopsyche ladogensis</i>
<i>Baetis scambus</i>	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	<i>Potamophylax latipennis</i>
<i>Baetis subalpinus</i>	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	<i>Potamophylax nigricornis</i>
<i>Baetis lapponicus</i>	<i>Xanthoperla apicalis</i>	<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>
<i>Baetis macani</i>	<i>Protonemoura meyeri</i>	<i>Chaetopteryx villosa</i>
<i>Cloeon dipterum</i>	<i>Nemoura cinerea</i>	<i>Hydropsychidae</i> indet.
	<i>Isoptena serricornis</i>	<i>Ceratopsuche nevae</i>
	<i>Isoperla grammatica</i>	
	<i>Amphinemoura</i> sp.	



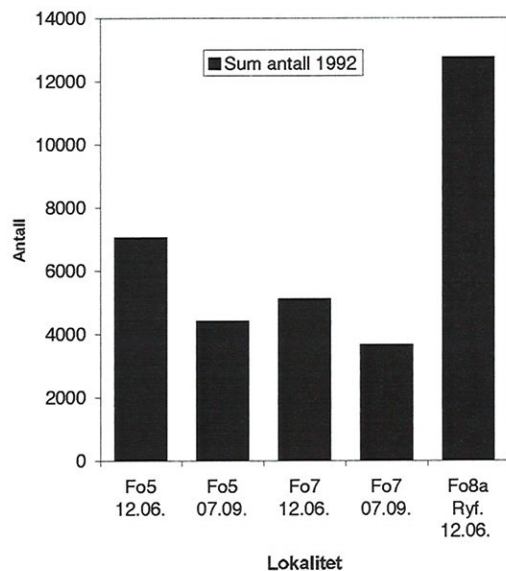
Figur 32. Antall døgn-, stein- og vårfluer registrert i materialet fra Folla fra perioden 1992-94.



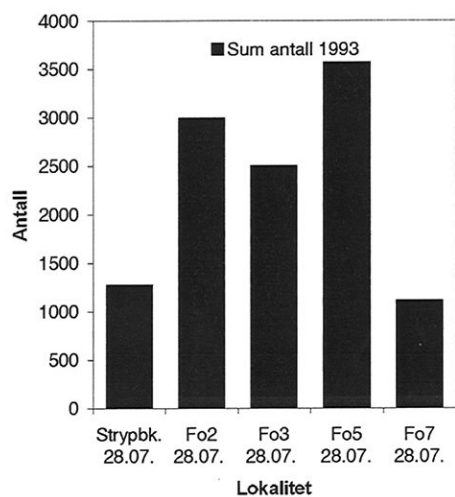
Figur 33. Antall døgn-, stein- og vårfluer registrert i materialet fra Folla fra perioden 1994-97.



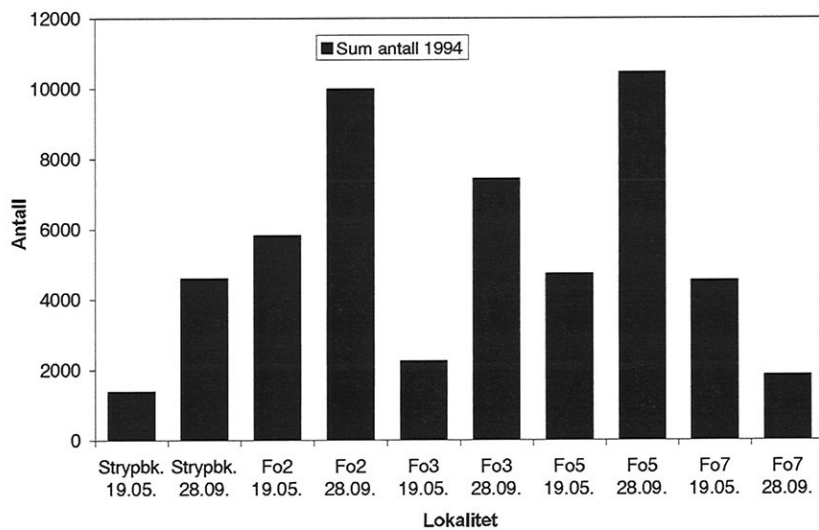
Figur 34. Antall døgn-, stein- og vårfluer registrert i materialet fra Folla fra 1998.



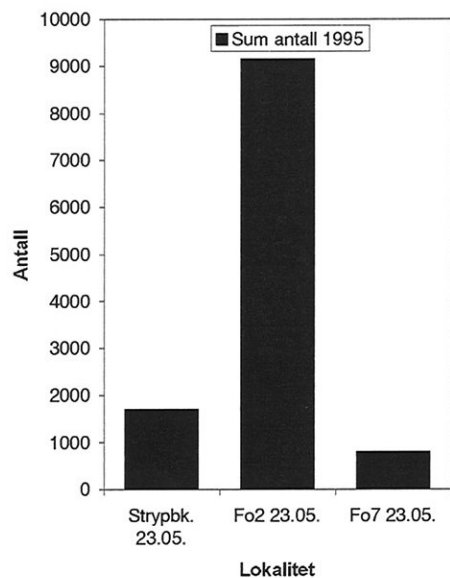
Figur 35. Bunndyr i Folla 1992. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.



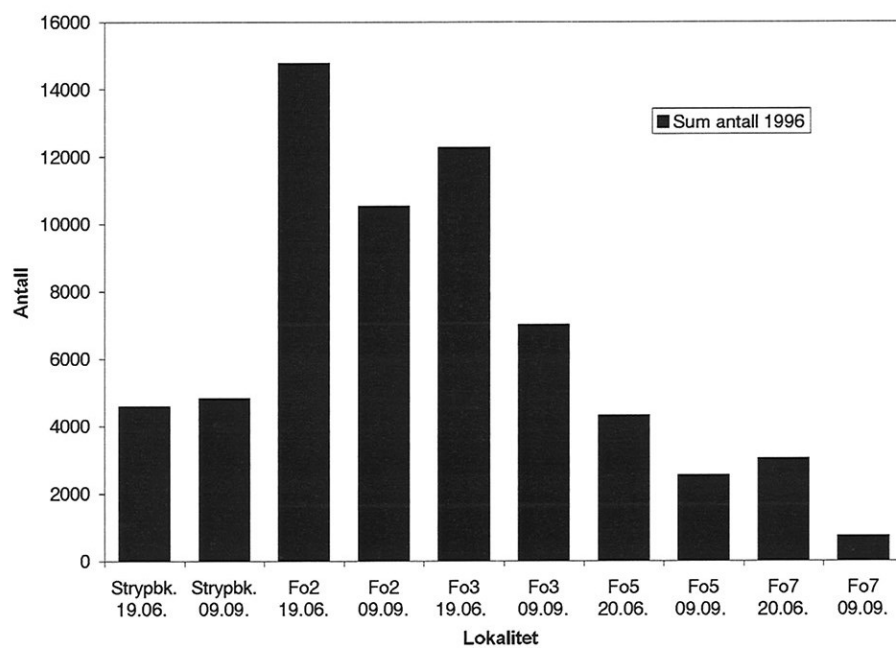
Figur 36. Bunndyr i Folla 1993. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.



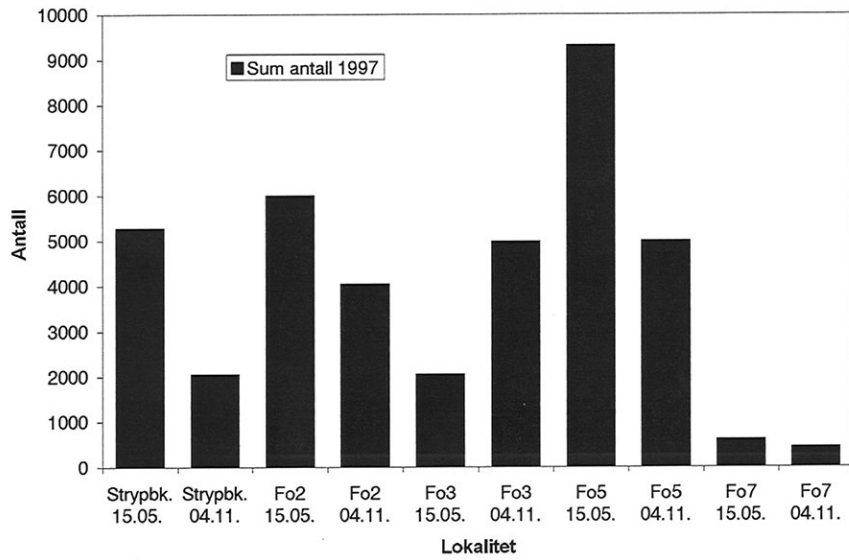
Figur 37. Bunndyr i Folla 1994. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.



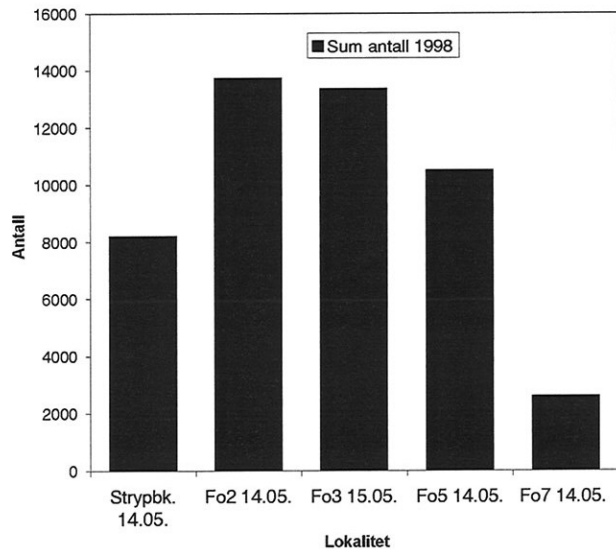
Figur 38. Bunndyr i Folla 1995. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.



Figur 39. Bunndyr i Folla 1996. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.



Figur 40. Bunndyr i Folla 1997. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.



Figur 41. Bunndyr i Folla 1998. Antall dyr i hver prøve. Vår og høstprøver.

5.2 Effekter på fisk

5.2.1 Folla og Strypbekken

Resultatene av elektrofisket er gjengitt i figur 42 og i tabell 31 og tabell 32 i vedlegg A. Tabell 21 gir en oversikt over fangsten på de enkelte stasjoner, mens det i tabell 31 i vedlegg A er oppført data om lengde, vekt etc. for de enkelte fisk. Mageinnholdet fremgår av tabell 32 i vedlegg A.

Elektrofisket viste at det var aure på alle stasjoner bortsett fra Fo7 (Follshaugmoen) og Grimsbu. Størst antall ble fisket øverst i vassdraget ved Hageseter og Fo2 (ved Strypbekken). Også i selve Strypbekken ble det fisket et stort antall aure samt noen harr. Forekomsten av aure syntes å være relativt god helt ned til Fo5 (ovenfor skytebanen ovenfor Follidal sentrum).

Steinulke ble fisket på alle stasjoner unntatt Fo7 og tildels i stort antall. Mest fisk var det ved Grimsbu og Øyi. Forøvrig ble det fisket en ørekyte ved Øyi og 4 harr i Strypbekken.

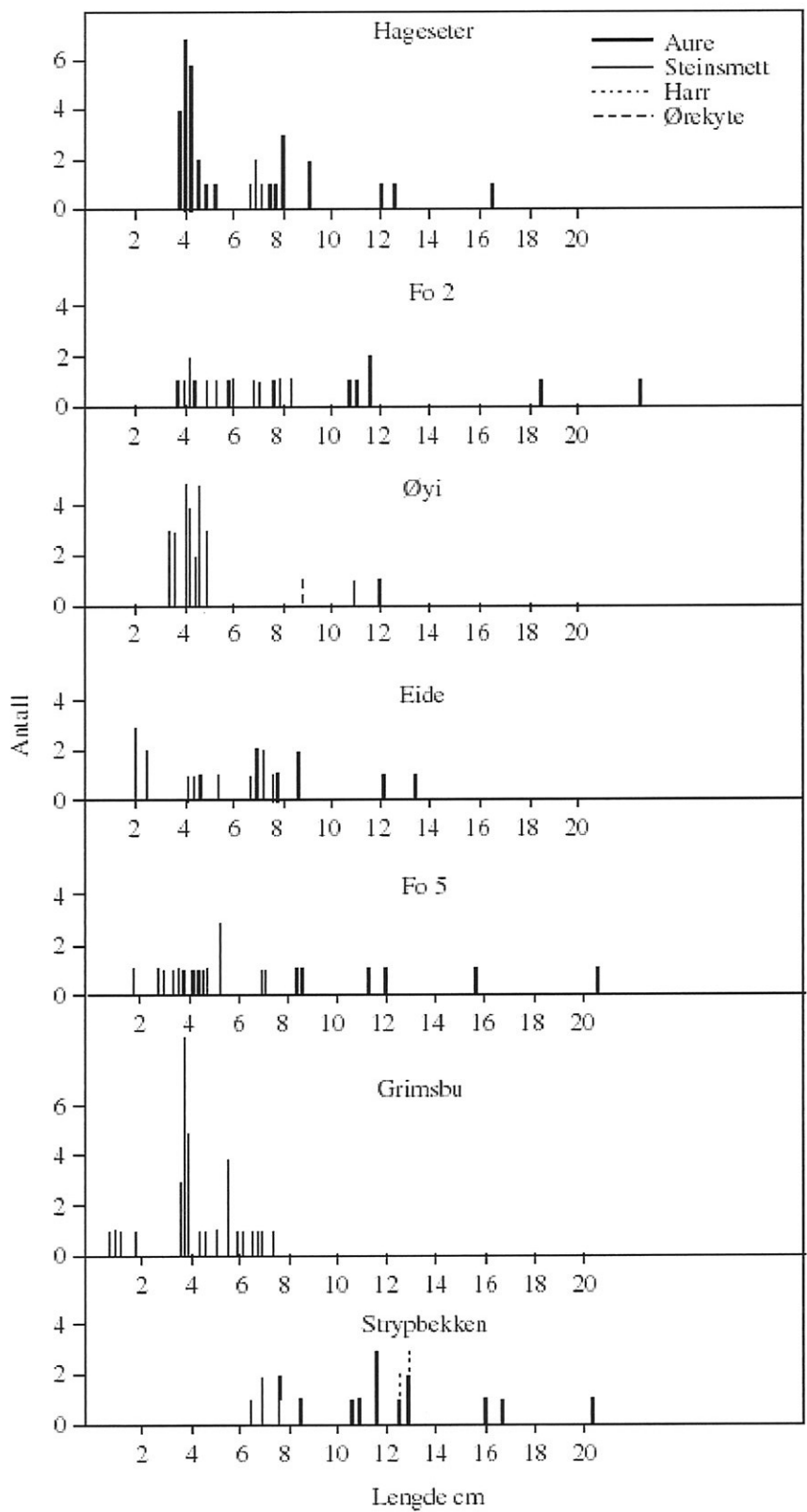
Lake ble, som i 1981 og 1987, ikke fisket på noen av stasjonene. Selv om det aldri har vært mye lake i Folla, ser det ut som om bestanden har gått tilbake over endel år. Dette behøver ikke å ha sammenheng med forurensninger, men kan skyldes endringer i fiskebestanden forøvrig og andre naturgitte forhold.

Fiskefangsten skiller seg klart i fra fangsten i 1987 ved et større antall aure på de fleste stasjoner. Det samme gjaldt steinulke. Ørekyte ble, som i 1987, bare sporadisk påvist. I motsetning til 1987 og tidligere ble det ikke fisket harr i selva Folla. Det kan således se ut som om sammensetningen av fiskearter har forskjøvet seg mer i retning av aure og steinulke.

Steinulke er sannsynligvis en krevende art med hensyn på vannkvalitet (Schmid, 1995). Når den nå, i motsetning til i 1987, ble funnet både i Strypbekken og på Øyi tyder dette på at forholdene her er på det nærmeste normalisert. Ved Fo7 indikerer imidlertid resultatene av fisket at situasjonen i allefall ikke er noe forbedret i forhold til i 1987. Det ble dengang fisket 5 steinulker her mens de øvrige artene manglet.

I tidligere år har veksten (lengden) av årsgammel (0+) harr yngel vært benyttet som en indikator på tilstanden i vassdraget. Fisken har da vært fanget omtrent på samme tid i slutten av september. Noen slik sammenlikning med tidligere år var dengang ikke mulig fordi fisket foregikk i august og fordi det ikke ble fisket harr i selve Folla.

Det ble derimot fisket endel aure hvor lengdefordelingen gir en antydning om veksten av denne arten. Årsyngelen (0+) har lengder fra 3.8-5 cm, mens ettåringene (1+) har lengde fra 7-9 cm. Toåringene (2+) har lengder fra ca 11-13.5 cm. Dette er normal vekst for aure i de første leveår. Materialet er for lite til å påvise forskjeller mellom lokalitetene.



Figur 42. Lengdefordeling av fisk fanget ved elektrofiske i Folla, 14-15/8, 1995.

Det ble foretatt en grov analyse av mageinnholdet hos aure fra de forskjellige stasjonene. Resultatene fremgår av vedlegg 2. Døgnfluer og vårfluer var de mest vanlige dyregruppene og ble funnet i over 50% av de undersøkte mageprøvene. Forøvrig var det mange fisk (54%) som hadde ubestemmelige insektraster i magen. Fjærmygg og biller var også representert i endel fisk. Insekter fra land ble også funnet i endel fisk. Det er ikke store variasjoner mellom lokalitetene. Døgnfluer og vårfluer var f.eks. representert på alle stasjonene. Mageinnholdet var sammensatt som en normalt kunne vente i et vassdrag som dette.

Ved elektrofiske vil en for det meste fange småfisk (figur 42) i et vassdrag som Folla. Fiske etter større fisk er tidkrevende og kunne ikke gjennomføres ved denne anledning. Ifølge opplysninger fra lokalbefolkningen har fisket variert noe gjennom de senere årene. Harren skal ha gått sterkt tilbake helt siden 1960-70 årene. En liten oppgang skal ha vært å spore i slutten av 80 årene og først på 90-tallet. I de siste 2-3 år har fisket etter harr igjen avtatt. Fisket etter aure skal også ha avtatt, men ikke i samme grad som harrfisket.

Tilbakegangen i fisket kan ha sammenheng med flere årsaker. Når det gjelder harren er det pekt på at fisket etter denne sannsynligvis i stor grad har vært basert på fisk som foretar årlig vandringer mellom Glåma og Folla. Reguleringer i Glåma kan ha redusert bestanden her eller påvirket vandringerne.

Tabell 21. Resultater av elektrofiske i Folla 14-15/8, 1995. Antall fisk pr. 20 minutter.

Lokalitet	Art			Total
	Harr	Aure	Steinulke Ørekyte	
Hageseter (ved veibru)		20	4	33
Fo2 (Ovenfor Strypbekken)		10	10	20
Øyi (nedenfor veibru)		1	26	28
Eide bru (nedenfor veibru)		8	16	24
Fo5 (ovenfor skytebane)		8	12	20
Fo7 (mellom Volden og Follshaugmoen)				0
Grimsbu (ved Ryfeta)			34	34
Strypbekken (ovenfor samløp Folla)	4	20	8	32

Mens driften i Folldal pågikk, førte avløpet fra flotasjonsprosessen til en kraftig partikkelforurensning i Folla. Etter nedleggingen er det tungmetallavrenningen fra gruveområdet som har betydning. Det er mulig at denne tungmetallforurensningen (kobber, sink, etc.) nå i perioder danner en barriere for vandrende harr på strekningen Folldal-Grimsbu.

5.2.2 Hjerkinndammen

Prøvefiske

På grunnlag av resultatene fra elektrofisket i Strypbekken og observasjoner av mulige fiskevak ble det besluttet å foreta et prøvefiske med garn i Hjerkinndammen.

Natten 15.-16. august ble det satt en garnserie (Jensen-serie) bestående av 8 garn med følgende maskevidde: 21, 21, 26, 29, 35, 40, 45 og 52 mm. Garnene ble satt i tilfeldig rekkefølge i dammens nordøstre ende. Resultatene fremgår av tabell 22 og tabell 33 i vedlegg A.

Tabell 22. Garnfangst av aure fra Hjerkinndammen, 14.-15. august, 1995.

Maskevidde mm	Fangst	
	Antall	Vekt g
21	10	1777
21	5	790
26	2	450
29	8	1694
35	4	1250
40	1	400
45	1	260
52	1	170
Totalt	32	6791
Pr. garnnatt	4	849
Middelvekt		212

Fangsten kan karakteriseres som meget god med et utbytte på ca 850 g/garnnatt. Fisken var i meget god kondisjon med kondisjonsfaktorer ($K=V \times 100:L^3$, hvor V = vekt i g, L = lengde i cm) i middel på 1.18. Fisk i middels god kondisjon har faktorer på ca 1.0. Ca 63% av fisken hadde lys rød kjøttfarge, de øvrige har hvite. 55% av fisken var hanner.

Av de undersøkte fisk hadde 29% spist vannkalvlarver, 29% fjærmygglarver, 5% vannteger og 5% dyreplankton (tabell 33 i vedlegg A). Det var altså fortrinnsvis insekter med litt innslag av dyreplankton i fiskens mageinnhold. Marflo, som tidligere har vært observert i dammen, ble ikke funnet.

5.2.3 Tungmetaller i fisk

5 fisk ble utvalgt (tabell 33) med henblikk på analyse av tungmetaller i filét (muskulatur) og lever. Filétprøvene ble tatt på siden av fisken mellom rygg- og halefinne og både de og leverprøvene ble frosset før videre bearbeiding. Prøvene ble deretter veiet og oppsluttet med syre (ikke tørket) og analysert med atomabsorbsjonsspektrofotometer.

Resultatene samt antatte bakgrunnsnivåer er vist i tabell 23.

Tabell 23. Tungmetaller i aure fra Hjerkinndammen fisket 15.-16. august 1995.
Bakgrunnsnivåer etter Grande, 1987. Verdier i mg/kg våtvekt.

Fisk nr.	Lever			Muskulatur (filet)		
	Cu	Zn	Cd	Cu	Zn	Cd
2	22.9	28.1	0.51	0.35	5.2	0.001
6	15.1	51.4	0.36	0.29	5	0.001
7	135	56.7	0.63	0.29	5	0.001
8	39.5	44.1	0.45	0.39	4	0.002
9	9.7	21.2	0.22	0.32	4.6	0.002
Middel	44	40	0.43	0.33	4.8	0.001
Antatt bakgrunnsnivå	1-40	20-80	<0.3	0.1-0.8	1-10	<0.01

Alle verdiene er omkring det som er antatt å være bakgrunnsnivåer for fisk i norske vassdrag (Grande, 1987). Fiskene utgjør, såvidt vi kan se, ingen fare ved konsum på grunn av tungmetaller.

5.2.4 Sammenfattende diskusjon

Fiskeundersøkelsene i 1995 viste at forholdene var noe forskjellig fra det som ble observert i 1987 og tidligere.

Disse forandringene kan i hovedsaken oppsummeres som følger:

- Det ble i 1995 fisket mindre harr enn tidligere på alle strekninger.
- Aure, og spesielt steinulke, ble stort sett fisket i større antall enn før.
- Det ble i motsetning til tidligere ikke tatt noe fisk ved Fo7 mellom Follidal sentrum og Grimsbu.
- I Hjerkinndammen ble det fisket et stort antall aure som stammer fra utsetninger i 1993 og senere.

De nevnte forhold bekreftes også delvis av opplysninger fra lokalkjente folk. At harren har gått tilbake gjennom flere år er registrert under sportsfiske. Fisket etter aure har nok blitt bedre med variasjoner gjennom årene. I de senere år har det "ikke vært fisk å få" mellom Follidal sentrum og Grimsbu.

Hva angår forurensningssituasjonen, må denne anses som betydelig bedret fra Hjerkinndammen og ned til Follidal sentrum. Bare det at det nå kan leve aure i den tidligere avgangsdammen på Hjerkinndammen bekrefter dette. At fisken, som minst må ha levet et år i dammen heller ikke hadde spesielt høyt metallnivå garanterer vel også for at den stasjonære fisken i øvre del av Folla er i orden i så måte. Det har under hele driftsperioden vært fisk i Folla nedover til Follidal sentrum, men en viss påvirkning har det nok vært, kanskje først og fremst på bunndyrproduksjonen som utgjør fiskens næringsgrunnlag.

Nedenfor Follidal sentrum til Grimsbu har det i alle år siden observasjonen tok til i 1966, vært begrensede muligheter for fiskeproduksjon i Folla. Da avgangen gikk i elva under driftsperioden ved gruvene i Follidal, var slamtransporten det største problemet. Vannet var imidlertid lite giftig og det ble jevnlig funnet bl.a. yngel av harr på strekningen. Dette tydet på at iallefall denne arten kunne vandre igjennom og kanskje også gyte og vokse opp på strekningen. Etter driftsstansen her er det høye tungmetallkonsentrasjoner som er problemet. I 1995 var f.eks. middelkonsentrasjonene ved Fo7 63 og 82 µg/l for kobber og sink henholdsvis. Dette er for kobber betydelig over det som erfaringsmessig ser ut til å være en grense for effekter på laksefisk i gruvevassdrag - ca 15-20 µg Cu/l (Grande, 1991). Det er

endel variasjoner gjennom året og det betyr at vandrende fisk periodevis vil kunne passere og oppholde seg i området i kortere eller lengre tid.

Tilbakegangen av harr i Folla kan bl.a. ha sammenheng både med forurensningssituasjonen nedenfor Follidal og med reguleringene i Glåma og Einunna. En stor del av harrbestanden i Folla består sannsynligvis av fisk som vandrer opp fra Glåma om våren. Noe nedvandring finner imidlertid utvilsomt også sted fra Avsjøen og Vålåsjøen høyere opp i vassdraget. Et merkeforsøk utført av NIVA i 1969 på gytende harr ved utløpsøset i Avsjøen viste at noen fisk vandret nedover.

Steinulkas forekomst i Folla synes å ha økt i de senere årene. Steinulka er en fisk som er relativt stasjonær og nøyeregnende med vannkvalitet og bunnssubstrat (Schmid, 1995). Schmid anser steinulka for å være en meget god "bioindikator" som generelt sett er mer følsom overfor vannkvalitet enn aure. Vi kjenner imidlertid ikke eksakt til fiskens toleranse overfor metaller i forhold til aure og harr. Når den finnes i såvidt stort antall på de fleste stasjoner utenom Fo7, så viser det at vassdraget her er relativt lite påvirket. Forekomstene av aure og harr kan derfor også ha sammenheng med andre forhold som f.eks. fiske, vassdragsreguleringer, utsettinger etc.

Forurensninger som skaper problemer overfor fisket i Folla synes i dag begrenset til strekningen fra Follidal sentrum og ned til samløpet med Grimsa. Her er tungmetallkonsentrasjonene for høye for reproduksjon og oppvekst av alle fiskeartene og virker sannsynligvis også som et vandringshinder i perioder. En bedring av forholdene her synes helt nødvendig for at Folla skal kunne oppnå sitt fulle potensiale som fiskeelv. Om en kan få kobberkonsentrasjonene ned i 15-20 µg/l som årsmiddel, vil dette sannsynligvis være tilstrekkelig for å unngå skadevirkninger overfor fisket.

6. Samlet vurdering

Det vesentligste av gruvevirksomheten til Folldal Verk har foregått ved gruvene ved Folldal sentrum (1748-1968) og ved Tverrfjellet gruve på Hjerkin (1968-1993). Forurensningssituasjonen ved de øvrige gruvene i Folla-vassdraget (Baugberget, Rødalsgruva, Søndre og Nordre Geiteryggen gruver, Grimsdalsgruvene, Nygruva, Heimtjønnhø, samt Lovise hytte) har vært kartlagt ved tidligere undersøkelser (Johannessen og Iversen, 1984, Iversen og Aanes, 1986, Iversen, 1998). Forurensningstransporten fra disse områdene er vurdert til å være ubetydelig eller til å kun ha lokal betydning.

I gruveområdet på Hjerkin har utviklingen i vannkvaliteten i avrenningen fra deponiet i malmsone i vært ugunstig. I dagens situasjon har dette ingen konsekvenser for vassdragene, men forholdet bør følges opp i tiden fremover. Vannfyllingen av gruva er ikke mulig å følge opp på noen enkel måte før vannstanden når bunnen av hovedsjakten. En eventuell kontroll av vannkvaliteten i sjakten og vurderinger av den forurensningsmessige betydningen overløpsvannet vil få, vil først kunne foretas fra det tidspunkt vannstanden begynner å stige i sjakten. Forurensningstilførslene til Grisungbekken og Svåni er idag ubetydelige og kan knapt spores i Grisungbekken. De undersøkelser som er gjort hittil av vannkvaliteten i Grisungbekken, tyder heller ikke på noen ugunstig utvikling.

I den tiden deponering pågikk i slamdammen, ble vannkvaliteten i Folla sterkt påvirket av store utslipp av kalsium og sulfat. Det kunne også påvises noe høyere tungmetallkonsentrasjoner i Folla nedstrøms Strypbekkenes munning. I tiden etter har vannkvaliteten i dammen og i Folla utviklet seg i svært gunstig retning. I Folla er vannkvaliteten nå svært lik den opprinnelige før gruvevirksomheten startet. Dette er en følge av at kalsium- og sulfatkonsentrasjonene i deponiet har avtatt sterkt etter at deponeringen opphørte. Tungmetallkonsentrasjonene har også avtatt. Etterundersøkelsene har imidlertid påvist at spesielt sinknivåene i dammen hovedsaklig er bestemt av tilførsler fra jernbanestollen som drenerer til Kvernbecken som igjen er største tilløpsbekk til slamdammen. Det vil således være mulig å redusere tungmetallnivåene i dammen ytterligere dersom det er teknisk mulig med forurensningsbegrensende tiltak i jernbanestollen. Dersom man tar hensyn til disse tilførslene, er utviklingen i vannkvalitet i slamdammen i tiden etter driftsstansen i samsvar med de teoretiske beregninger som tidligere ble gjort av forventet vannkvalitet ved utløpet av deponiet i årene etter at deponering opphørte. Disse beregningene viste at tungmetallnivåene i dammen ville endre seg forholdvis lite i løpet av de nærmeste 20 år. Tungmetallkonsentrasjonene i dammen er ikke høyere enn at den fisk som er utsatt i dammen kan finne næringsdyr og overleve. Prøvefiske foretatt i 1995 viste at tungmetallnivåene i filét og lever var omkring bakgrunnsnivåene i norske vassdrag. Undersøkelsene viser at fiskeforholdene er tilnærmet normalisert på strekningen ned til Folldal sentrum. Det samme kan sies om bunndyrfaunaen på denne vassdragsstrekningen.

De største forurensningsproblemene etter at gruvedriften ble nedlagt i 1993 er idag knyttet til avrenningen fra det gamle gruveområdet ved Folldal hovedgruve i Folldal sentrum. Når det gjelder vurdering av resultatene etter de tiltak som er gjennomført i dette gruveområdet, synes det foreløpig å være vanskelig tallfeste hva de har ført til når det gjelder vannkvaliteten i vassdraget nedstrøms. En årsak til dette er at de årlige variasjonene i avrenningen fra området er store på grunn av naturgitte forhold. Et annet forhold er at en erfaringsmessig vet at når en gjør så vidt store inngrep i et forurenset område i form av masseflyttinger og avdekking av forurensete arealer vil det ta tid før forholdene igjen stabiliserer seg. Det synes imidlertid klart at det ikke hittil ikke har skjedd vesentlige endringer i tungmetalltransporten fra gruveområdet som følge av tiltakene. Over tid er det likevel rimelig å anta at det vil skje en reduksjon i forurensningstransporten fra området. De tiltak som er gjennomført omfatter imidlertid bare deler av de kilder som forårsaker tungmetallavrenning. Etterundersøkelsene som er gjennomført har vist at gruvevannet i dagens situasjon synes å være viktigste forurensningskilde i området, men betydningen av denne tilførslen kan variere betydelig over tid. Selv om avrenningen fra avfall i dagen vil avta over tid, vil tilførslene fra gruva i overskuelig tid fremover være så store at en ikke vil nå et en kobberkonsentrasjon i Folla på 10 µg/l uten ytterligere tiltak som også omfatter gruvevannet.

Vannkvaliteten ved utløpet av stoll 2 er svært sur med pH-verdier ned mot 2,5. Dette viser at det pågår en betydelig forvitring i gruva i nivåene over stoll 2. Tilgangen på luft er svært god i disse områdene. Mesteparten av jerninnholdet i gruvevannet foreligger også som treverdige (vannet er brunt). Dersom det blir aktuelt å vurdere ytterligere forurensningsbegrensende tiltak, bør en først vurdere om det er mulig å redusere forvitningsprosessene i gruva ved å tette dagåpningene. Dette vil trolig være en fordel selv om en eventuelt senere skulle gå inn for et renseteknisk tiltak. Teknisk sett vil det være mulig å gjennomføre et renseteknisk tiltak i området. De avrenningsundersøkelser som er gjennomført i perioden 1993-1998, har imidlertid vist at eksisterende dreneringssystem ikke fanger opp all avrenning. I perioder med stor utvasking viser transportberegningene at store deler av avrenningen går gjennom grunnen ned til Folla. Før en eventuell utredning av et renseteknisk tiltak er det derfor nødvendig å foreta en kartlegging av grunnvannsbevegelsene i området, samt en vurdering av hvordan en effektiv oppsamling av drens vann skal foretas.

Som forurensningsbegrensende tiltak har en tidligere diskutert mulighetene for å benytte gruvens evne til å adsorbere kobber. Etter å ha tatt opp en prøve fra ca. 75 meters dyp i en av sjaktene, ble det observert at kobberinnholdet var lavt slikt som en også har observert i den vannfylte Wallenberg gruve i Løkken. Dersom en ville ha lykket med et slikt tiltak, ville dette kun ha ført til en reduksjon i kobberavrenningen fra gruveområdet. Jernavrenningen ville trolig ha blitt av samme størrelse eller noe høyere. Observasjonene av elvebunnen nedenfor Folldal sentrum viser at tilslammingen med jern også har skadelige effekter på bunndyrbestanden selv om ikke jern har samme giftighet som kobber. Etter vår vurdering burde derfor eventuelle nye tiltak omfatte hele avrenningens tungmetallinnhold. En pumping fra dypere nivå i gruva vil derfor neppe være tilstrekkelig for å oppnå en tilfredsstillende miljøtilstand i Folla nedenfor Folldal sentrum.

Fra Folldal sentrum og ned til samløp med Grimsa (Fo8 Grimsbu) er tungmetallkonsentrasjonene for høye til at fisk kan oppholde seg her i lengre tid og det ble heller ikke påvist ørret på denne strekningen. Fiskens vandringer, og spesielt harrens kan også være negativt påvirket.

Undersøkelser av bunndyrfaunaen viser at det ikke har skjedd noen forbedringer i forurensningstilstanden nedenfor Folldal tettsted. Prøvene som er tatt kan tvert imot tyde på en økt forurensningsbelastning. I de senere år er det imidlertid ikke foretatt noen detaljerte undersøkelser av hvor langt nedover vassdraget effektene kan spores i de biologiske forhold. Stikkprøve tatt i Folla ved Ryfetten i 1992 tydet på en klart bedre bunndyrbestand ved denne stasjon. Dersom det er viktig å fastslå hvor lang elvestrekning nedenfor Folldal sentrum som er påvirket av utslippene, anbefales mer detaljerte bunndyr- og fiskeribiologiske undersøkelser i nedre del av vassdraget.

7. Referanser

- Arnesen, R.T., 1969, NIVA-rapport O-120/64. Undersøkelse av Folla. Del 1, 1966 - august 1968. 39 s.
- Arnesen, R.T., 1970, NIVA-rapport O-120/64. Undersøkelse av Folla. Del 2, september 1968 - februar 1970. 75 s.
- 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.
- Arnesen, R.T., 1993. Fremtidig utvikling i avgangsdeponier under vann. Hjerkinndammen, Hjerkin, Bjønndalsdammen, Løkken. NIVA-Rapport. O-92186. L.nr. 2962. 49 s.
- Arnesen, R.T., Bjerkeng, B, Iversen, E.R., 1997. Comparison of model predicted and measured copper and zinc concentrations at three Norwegian underwater tailings disposal sites. Proc. IV Int. conf. on Acid Rock Drainage, May 31-June 6, 1997, Vancouver, B.C., Canada. pp15.
- Grande, M. 1987. Bakgrunnsnivåer av metaller i ferskvannsfisk. NIVA-rapport, O-85267, L.nr. 1979, 34 s.
- Grande, M. 1991. Biologiske effekter av gruveindustriens metallforurensninger. NIVA-rapport, O-89103 (l.nr. 2562). 136 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. Overvåkningsrapport 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., 1988. Lime treatment of waste dumps at Kjølvi mines, Norway. Proc. Int. Conf. on Control of Environmental Problems from Metal Mines. June 20.-24. 1988, Røros, Norway.
- Iversen, E.R., Bækken, T. og Aanes, K.J., 1989. Folldal 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 s.
- Iversen, E.R., 1998. Norsulfid AS. avd. Folldal Verk. Kontrollundersøkelser 1997. Forurensnings-tilførsler fra Folldal sentrum. NIVA-rapport. L.nr. 3887-98. 40 s.
- Iversen, E.R., 1998. Vannforurensning fra nedlagte gruver. Del IV. NIVA-Rapport, O-96100, L.nr. 3787-98. 63 s.
- Johannessen, M. og Iversen, E.R., 1984. Vannforurensning fra nedlagte gruver. NIVA-Rapport, O-82068. L.nr. 1621. 68 s.
- Jensen, 1972. Drift av fiskevann. Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. Småskrift nr. 5 1972, 61 s.
- Killi, I. og Priesemann, F.D, 1990. Rapport om forurensning fra det gamle gruveområdet i Folldal. Folldal Verk A/S, februar 1990.
- Norges Vassdrags- og Energiverk, Vassdragsdirektoratet, Hydrologisk avdeling, 1987. Avrenningskart over Norge.
- Otnes, J. og Ræstad, E., 1971. Hydrologi i praksis. Ingeniørforlaget A/S. 343 s.
- Schmid, J. 1995. Die Koppe - ein Bioindikator. Fischer & Teichwirtschaft 46(8): 313.

Vedlegg A. Resultater fra biologiske undersøkelser

Tabell 24. Bunnfauna i Folla 1992

Dyregruppe	Fo5	Fo5	Fo7	Fo7	Fo5	Fo7	Fo7	Fo8a Ryfetten
	12.06.92	07.09.92	12.06.92	07.09.92	12.06.92	07.09.92	12.06.92	12.06.92
Teger voksne	0	12	0	0	0	0	0	0
Mudderfluelarver	1	0	0	0	0	0	0	0
Sviknottlarver	0	24	12	60	0	0	0	0
Diverse tovinger	0	12	0	0	0	0	0	0
Vannmidd	0	12	12	12	0	0	0	0
Stankelbeinlarver	7	6	62	13	19,5	0	0	0
Knottpupper	0	0	0	0	0	0	0	0
Knottlarver	3441	61	580	0	4840,5	0	0	0
Fjærmygg pupper	98	12	84	0	18	0	0	0
Fjærmygg larver	1219	1295	739	682	859,5	0	0	0
Biller voksne	0	12	0	12	0	0	0	0
Billelarver	270	662	24	72	0	0	0	0
Vårfluelarver med hus	114	25	12	12	42	0	0	0
Vårfluelarver uten hus	230	133	771	158	414	0	0	0
Døgnfluer voksne	0	0	0	0	1,5	0	0	0
Døgnfluelarver	1168	1698	1548	328	4239	0	0	0
Steinfluelarver	295	391	1112	2249	2124	0	0	0
Snegl	3	1	0	0	0	0	0	0
Fåbørstemark	74	55	36	12	54	0	0	0
Rundmark	146	0	108	48	145,5	0	0	0
Marflo	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum antall 1992	7066	4411	5100	3658	12757,5	0	0	0
Antall grupper	12	14	12	11	9	0	0	0

Tabell 25. Bunnfauna i Folla 1993.

Dyregruppe	Strypbk.	Fo2	Fo3	Fo5	Fo7
	28.07.93	28.07.93	28.07.93	28.07.93	28.07.93
Teger voksne	0	0	0	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0	0	1
Sviknottlarver	0	85	89	50	12
Diverse tovinger	0	0	0	12	12
Vannmidd	0	36	12	1	24
Stankelbeinlarver	1	41	2	30	2
Knott pupper	36	24	0	0	0
Knottlarver	424	442	171	159	12
Fjærmygg pupper	1	315	14	36	24
Fjærmygg larver	578	714	771	1228	606
Biller voksne	0	0	0	60	0
Billelarver	0	28	12	534	0
Vårfluelarver med hus	0	0	1	0	1
Vårfluelarver uten hus	0	85	7	108	62
Døgnfluer voksne	0	0	0	0	0
Døgnfluelarver	24	798	847	954	128
Steinfluelarver	0	239	182	343	205
Snegl	0	0	0	1	0
Fåbørstemark	213	154	131	54	0
Rundmark	0	36	267	0	24
Marflo	0	0	0	0	0
Sum antall 1993	1277	2997	2506	3570	1113
Antall grupper	5	11	12	12	12

Tabell 26. Bunnfauna i Folla 1994.

Dyregruppe	Strypbk.		F02		F03		F05		F07	
	19.05.94	28.09.94	19.05.94	28.09.94	19.05.94	28.09.94	19.05.94	28.09.94	19.05.94	28.09.94
Teger voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sviknottlarver	0	0	60	157	24	27	0	132	12	48
Diverse tovinger	0	0	12	36	0	0	72	108	0	0
Vannmidd	0	0	0	36	0	0	12	0	0	1
Stankelbeinlarver	4,5	65	20	40	2	16	25	139	26	14
Knottpupper	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0
Knottlarver	621	14	2223	84	301	24	2114	72	2486	0
Fjærmygg pupper	0	1	0	0	0	24	0	0	12	0
Fjærmygg larver	283,5	1604	2201	3699	1123	4143	1898	5670	1813	401
Biller voksne	0	0	0	0	0	0	12	48	0	12
Billelarver	0	0	25	96	0	12	85	357	12	12
Vårfluelarver med hus	0	12	1	49	0	60	1	1	0	0
Vårfluelarver uten hus	0	16	67	288	1	29	137	340	25	194
Døgnfluer voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Døgnfluelarver	0	2622	845	4104	131	2386	183	2660	62	169
Steinfluelarver	18	148	219	1195	114	553	169	708	60	948
Snegl	0	0	1	24	0	0	0	2	0	0
Fåbørstemark	450	108	100	149	74	50	25	183	12	12
Rundmark	18	12	0	24	480	96	0	36	12	48
Marflo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum antall 1994	1395	4602	5810	9981	2250	7420	4733	10456	4532	1859
Antall grupper	6	9	12	14	9	11	11	13	10	10

Tabell 27. Bunnfauna i Folla 1995.

Dyregruppe	Strypbk. 23.05.95	Fo2 23.05.95	Fo7 23.05.95
Teger voksne	0	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0
Sviknottlarver	0	303	156
Diverse tovinger	0	0	0
Vannmidd	0	24	0
Stankeibeinlarver	16	53	0
Knott pupper	0	0	0
Knottlarver	308	2380	36
Fjærmygg pupper	0	12	0
Fjærmygg larver	693	4586	554
Biller voksne	0	0	0
Billelarver	1	24	0
Vårfluelarver med hus	0	36	0
Vårfluelarver uten hus	9	58	15
Døgnfluer voksne	0	0	0
Døgnfluelarver	453	691	14
Steinfluelarver	89	796	24
Snegl	0	0	0
Fåbørstemark	144	192	0
Rundmark	0	0	0
Marflo	0	1	0
Sum antall 1995	1713	9156	799
Antall grupper	8	12	6

Tabell 28. Bunnfauna i Folla 1996.

Dyregruppe	Strypbk	Strypbk	Fo2	Fo2	Fo3	Fo3	Fo5	Fo5	Fo7	Fo7
	19.06.96	09.09.96	19.06.96	09.09.96	19.06.96	09.09.96	20.06.96	09.09.96	20.06.96	09.09.96
Teger voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
Sviknottlarver	0	0	36	0	13	0	0	12	0	0
Diverse tovinger	0	0	0	1	0	14	0	24	0	12
Vannmidd	0	0	24	48	0	12	0	12	0	1
Stankelbeinlarver	12	6	49	49	2	3	27	44	0	16
Knottpupper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Knottlarver	786	16	2796	2	2909	0	1707	13	260	0
Fjærmygg pupper	13	1	230	0	170	0	72	36	109	1
Fjærmygg larver	1669	2032	9935	6641	7621	3031	1841	693	2055	307
Biller voksne	0	0	0	0	0	0	0	12	0	12
Billelarver	0	0	0	39	0	0	12	73	24	1
Vårfluelarver med hus	0	12	37	12	0	0	38	1	0	0
Vårfluelarver uten hus	0	40	45	146	19	141	21	131	13	25
Døgnfluer voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Døgnfluelarver	135	1960	550	2712	628	2263	224	829	139	50
Steinfluelarver	1845	642	966	709	740	1447	345	434	411	311
Snegl	0	0	0	0	1	0	0	13	0	0
Fåbørstemark	36	99	39	143	75	85	0	158	12	0
Rundmark	84	24	62	24	98	0	36	48	12	0
Marflo	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0
Sum antall 1996	4580	4832	14771	10526	12276	6996	4323	2534	3036	736
Antall grupper	7	8	12	12	10	8	9	15	9	8

Tabell 29. Bunnfauna i Folla 1997.

Dyregruppe	Strypbk.		Strypbk.	Fo2		Fo3		Fo5		Fo7	
	15.05.97	04.11.97		15.05.97	04.11.97	15.05.97	04.11.97	15.05.97	04.11.97	15.05.97	04.11.97
Teger voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0	0	0	0	0	1,5	0	0	0
Sviknottlarver	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diverse tovinger	1,5	25	25	12	0	14	0	36	24	1	0
Vannmidd	0	0	0	0	0	0	0	18	12	0	0
Stankelbeinlarver	51	32	32	13,5	14	1	15	79,5	19	12	48
Knottpupper	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Knottlarver	1137	50	50	1700,5	72	233	0	2397	121	62	0
Fjærmygg pupper	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
Fjærmygg larver	1304,5	188	188	2808,5	2074	1544	1698	5238	2421	497	309
Biller voksne	0	0	0	18	12	0	0	0	12	0	0
Billelarver	0	0	0	0	51	0	0	0	102	0	0
Vårfluelarver med hus	0	0	0	12	4	0	48	21	0	0	0
Vårfluelarver uten hus	16	45	45	152,5	91	24	46	40,5	87	0	16
Døgnfluer voksne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Døgnfluelarver	170	1103	1103	588,5	929	103	1646	1066,5	1358	13	38
Steinfluelarver	2511,5	603	603	578	741	111	1494	367,5	785	0	27
Snegl	0	0	0	1	0	0	0	1,5	0	0	0
Fåbørstemark	25	0	0	102,5	41	13	22	19,5	37	12	0
Rundmark	50	12	12	12	12	24	0	28,5	13	0	0
Marflo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sum antall 1997	5269,5	2058	2058	6000	4041	2053	4983	9315	4991	598	438
Antall grupper	9	8	8	12	10	8	8	13	11	6	5

Tabell 30. Bunnfauna i Folla i 1998.

Dyregruppe	Strypbk. 14.05.98	Fo2 14.05.98	Fo3 15.05.98	Fo5 14.05.98	Fo7 14.05.98
Teger voksne	0	0	0	0	0
Mudderfluelarver	0	0	0	1,5	0
Sviknottlarver	54	7,5	234	0	18
Diverse tovinger	1,5	18	0	19,5	0
Vannmidd	18	18	0	0	0
Stankelbeinlarver	40,5	75	10,5	85,5	3,5
Knottpupper	0	0	0	0	0
Knottlarver	2512,5	1422	585	409,5	717
Fjærmygg pupper	0	0	0	0	0
Fjærmygg larver	1933,5	9927	8452,5	7306,5	1455,5
Biller voksne	0	0	0	1,5	0
Billelarver	0	0	0	72	0
Vårfluelarver med hus	0	54	6	28,5	1
Vårfluelarver uten hus	12	31,5	33	120	2
Døgnfluer voksne	0	0	0	0	0
Døgnfluelarver	910,5	816	811,5	1155	43,5
Steinfluelarver	2671,5	1029	2130	1128	152,5
Snegl	0	0	4,5	19,5	0
Fåbørstemark	22,5	186	535,5	156	96
Rundmark	18	144	559,5	0	102
Marflo	0	0	0	0	0
Sum antall 1998	8194,5	13728	13362	10503	2591
Antall grupper	11	12	11	12	10

Tabell 31. Fisk fra Folla, 14.-15. august 1995.

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
Hageseter	91	Aure	165	44.0	Vårflue imago - 1
	92		125	21.0	Vårfluelarve - 1, insektraster
	93		120	18.0	Marflo - 1, insektraster
	94		90	7.4	Vårfluelarver - 5, bille - 1, insektraster
	95		90	8.0	Vårfluelarver - 5, døgnflularver - 5, insektraster
	96		80	5.9	Vårfluelarver - 3, fjærmyggjarver - 2, insektraster
	97		80	5.7	
	98		80	5.5	
	99		75	5.6	
	100		44	0.8	
	101		42	0.7	
	102		42	0.8	
103		42	0.7		
104		42	0.6		
105		38	0.5		
106		39	0.5		
107		37	0.3		
108		47	0.9		
109		40	0.7		
110		40	0.6		
111		42	0.6		
112		42	0.6		
113		51	1.2		
114		38	0.5		
115		40	0.6		
116		43	0.7		
117		40	0.6		
118		40	0.6		
119		37	0.4		
120		68	3.6		
121		69	3.2		
122		65	3.0		
123		67	2.5		

Tabell 31 (forts.)

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
FO2	37	Aure	225	137.0	
	38		185	64.0	Døgnfluelarver - 3, hveps - 2, insektraster - cc
	39		115	19.0	Fisk - 1
	40		107	15.0	Døgnfluelarver - 3, steinfluelarver - 3, vårfuelarver - 8, fisk - 1
	41		110	15.0	Knottlarver - 3, landtege - 1, billelarve - 1, insektraster - cc
	42		115	17.0	Insektraster
	43		78	6.3	
	44		58	2.4	
	45		43	0.8	
	46		36	0.5	
	47		84	8.9	
	48	Steinulke	80	6.1	
	49		70	3.9	
	50		68	3.6	
	51		60	2.1	
	52		53	1.5	
53		48	0.9		
54		40	0.9		
55		42	0.8		
56		42	0.7		

Tabell 31 (forts.)

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
Øyi	124	Aure	120	21.0	Steinfluelarver - 29, døgnfluelarver - 11, vårfluelarver - 3, fisk - 1
	125	Ørkyte	87	5.9	
	126	Steinulke	110	17.7	
	127		35	0.4	
	128		47	0.9	
	129		42	0.7	
	130		46	0.4	
	131		40	0.3	
	132		40	0.3	
	133		34	0.2	
	134		40	0.3	
	135		45	0.8	
	136		40	0.5	
	137		41	0.5	
	138		47	0.8	
	139		42	0.6	
	140		33	0.2	
141		45	0.7		
142		46	0.8		
143		40	0.5		
144		47	0.8		
145		44	0.4		
146		43	0.6		
147		34	0.3		
148		45	0.8		
149		38	0.4		
150		41	0.5		
151		37	0.3		

Tabell 31 (forts.)

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
Eide Bru	152	Aure	85	6.4	
	153	Aure	85	6.9	Døgnfluelarver - cc, billelarve - 1, vårfluelarve - svimygglarve - 1
	154		134	24.2	Insektrester
	155		120	19.5	Vårfluelarve - 1, insektrester - cc
	156		70	3.9	
	157		70	3.8	
	158		77	4.7	
	159		45	0.6	
	160	Steinulke	66	2.6	
	161		75	3.9	
	162		71	3.8	
	163		72	3.7	
	164		54	1.3	
	165		43	0.7	
	166		42	0.6	
	167		20	0.01	
	168		20	0.02	
169		25	0.07		
170		25	0.06		
171		20	0.04		

Tabell 31 (forts.)

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
FO5 Skytebane	17	Aure	40	0.5	
	18		44	0.7	
	19		45	0.6	
	20		160	30	Døgnfluelarve - 1
	21		115	15.0	Vårfluelarve - 1, døgnfluelarve - 1, insektr rester - cc
	22		122	20.0	Døgnfluelarver - 8, vårfluelarver - 4, midd - 1, insektr rester - r
	23		87	8.2	Døgnfluelarver - 4, vårfluelarve - 1, billearve - 1, insektr rester - cc
	24		85	7.9	
	25		72	3.9	
	26		73	3.1	
Steinulke	27	Steinulke	56	1.8	
	28		55	1.6	
	29		48	1.6	
	30		56	1.2	
	31		50	1.6	
	32		38	1.1	
	33		31	0.8	
	34		35	0.5	
	35		30	0.3	
	36		20	0.1	

Tabell 31 (forts.)

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
Grimsbu	57	Steinulke	67	4.4	
	58		72	4.3	
	59		75	5.0	
	60		63	2.7	
	61		69	3.5	
	62		62	2.7	
	63		57	2.2	
	64		57	1.9	
	65		58	2.0	
	66		57	2.0	
	67		48	1.9	
	68		53	1.3	
	69		42	1.4	
	70		45	0.7	
	71		42	0.8	
	72		42	0.8	
	73		40	0.8	
	74		40	0.6	
	75		40	0.7	
	76		40	0.6	
	77		39	0.7	
	78		42	0.5	
	79		42	0.6	
	80		39	0.6	
	81		40	0.5	
	82		38	0.6	
	83		37	0.5	
84		37	0.4		
85		39	0.4		
86		40	0.5		
87		20	0.5		
88		14	0.04		
89		11	<0.01		
90		10	<0.01		

Tabell 31 (forts.)

Lokalitet	Fisk nr.	Art	Lengde mm	Vekt g	Mageinnhold
Strypbekken	1	Aure	130	30.0	
	2		115	20.0	
	3		115	16.0	
	4		130	24.0	
	5		125	22.0	Døgnfluelarve - 1, vårfluelarve - 1, landinsekter
	6		115	16.0	Døgnfluelarver - 2, fjærmygglarver - flere, landinsekter
	7		105	13.0	Døgnfluelarver - 7, fjærmygglarver - 30, landinsekter
	8		110	18.0	Landinsekter
	9		85	8.6	Døgnfluelarver - 3, fjærmygglarver
	10		75	6.2	
	11	Harr	130	21.0	
	12		125	14.0	
	13	Steinulke	65	4.5	
	14		70	4.7	
	15		70	4.6	
	16		75	5.0	

Tabell 32. Mageinnhold i aure fra Folla, 14-15.8. 1995. Antall fisk med forekomst av gruppe (frekvensprosent).

Gruppe	Lokalitet Antall fisk	Hageseter	Fo2	Øyi	Eide	Fo5	Strypbekken	Totalt	Frekvens %
Marflo		6	5	1	3	4	5	24	4
Midd		1						1	4
Døgnfluer		1	2	1	1	1	4	13	54
Steinfluer			1	1				2	8
Vårfluer		5	1	1	2	3	1	13	54
Fjærmygg		1					3	4	17
Svimygg					1			1	4
Knott			1					1	4
Biller		1	1		1	1		4	17
Insektrester		5	3	2		3		13	54
Landinsekter			2				4	6	25
Fisk			2	1				3	13
Antall grupper		6	8	4	5	5	4	12	

Tabell 33. Garnfiske i Hjerkinndammen 15.-16. august 1995.

R = rød, LR = lys rød, H = hvit. Fisk fra 35 og 40 mm garn ikke undersøkt (se tabell).

Fisk nr.	Maskevidde mm	Lengde mm	Vekt g	Kjønn	Kjøttfarge - stadium	Tungmetallprøver lever og filet	Mageprøver
1	21	275	232	♂	LR-4		Tom
2		270	241	♀	LR-4	x	Tom
3		245	157	♀	LR-2		Tom
4		190	75	♂	H-2		Tom
5		190	85	♀	H-2		Vannteger, vannkalvlarver
6	26	275	242	♀	LR-4	x	Tom
7		270	208	♂	LR-2	x	Vannkalvlarver - flere enn 100 stk.
8	21	295	236	♀	LR-3/4	x	Fjærmygglarver - flere enn 100 stk.
9		290	293	♀	LR-4	x	Vannkalv- og fjærmygglarver - fler enn 100 stk.
10		260	188	♂	LR-2		Fjærmygglarver - flere nn 100 stk.
11		250	218	♂	H-1		Tom
12		255	176	♀	LR-4		Vannkalvlarver og imago
13		245	164	♂	H-1		Tom
14		245	151	♀	LR-2		Fjærmygglarver - flere enn 100 stk.
15		235	144	♂	H-4		Tom
16		200	91	♂	H-1		Fjærmygglarver - flere enn 100 stk.
17		210	116	♂	H-3/4		Tom
18	29	285	255	♀	LR-4	x	Døgnfluer, fjærmygglarver og pupper
19		305	350	♀	R-4	x	Vannkalvlarver - flere enn 50 stk.
20		275	226	♂	LR-1		Fjærmyggpupper- og larver ca 50 stk.
21		250	222	♂	LR-4		Vannkalvlarver - flere enn 100 stk.
22		260	196	♂	LR-4		Tom
23		225	136	♂	H-4		Døgnfluer, fjærmygglarver og pupper
24		225	133	♂	LR-4		Vannkalvlarver - flere enn 50 stk.
25		250	176	♂	LR-4		Fjærmyggpupper- og larver ca 50 stk.
26	40	275	258	♂	LR-4		Vannkalvlarver - flere enn 100 stk.
27	45	230	170	♂	H-4		Tom
28							Tom

Vedlegg B. Fysisk/kjemiske analyseresultater for 1998

Tabell 34. Analyseresultater. Fo2 Folla før tilløp av Strypbekken.

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
29.12.97	7,23	4,65	0,19	0,347	5,0	6,70	0,83	53	0,3	0,3	<0,02	<0,01	1,1	0,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.04.98	7,06	3,63	0,56	0,266	4,0	5,00	0,64	146	0,6	1,1	0,05	<0,01	13,6	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
14.05.98	7,11	3,26	0,46	0,250	3,7	4,64	0,59	130	0,6	0,6	0,02	<0,01	6,3	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.06.98	7,12	2,18	0,24	0,184	2,4	3,04	0,37	47	0,5	0,4	<0,02	<0,01	2,6	0,7	<0,1	<0,5	<0,2	0,1
31.08.98	7,38	3,68	0,25	0,280	3,6	4,93	0,57	47	0,5	6,8	0,03	<0,01	1,8	0,6	<0,1	0,7	<0,2	<0,1
29.10.98	7,33	4,10	0,14	0,303	4,1	5,25	0,66	55	0,4	0,3	<0,02	<0,01	1,5	0,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,21	3,58	0,31	0,272	3,8	4,93	0,61	80	0,5	1,6	0,03	<0,01	4,5	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,38	4,65	0,56	0,347	5,0	6,70	0,83	146	0,6	6,8	0,10	<0,01	13,6	0,7	<0,1	0,7	<0,2	0,1
Min.verdi	7,06	2,18	0,14	0,184	2,4	3,04	0,37	47	0,3	0,3	<0,02	<0,01	1,1	0,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 35. Analyseresultater. Fo4 Folla ved Slåi

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
29.12.97	7,60	6,03	0,23	0,766	8,2	8,92	1,01	40	0,8	3,3	0,04	0,01	1,4	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
02.02.98	7,24	6,66	0,14	0,448	9,8	9,81	1,08	34	1,2	5,0	0,22	0,02	2,1	0,4	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
28.02.98	7,40	7,33	0,24	0,484	11,2	11,50	1,25	47	3,3	4,7	<0,05	0,01	2,5	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.04.98	7,28	6,48	0,89	0,441	9,0	9,59	1,06	64	1,9	4,4	0,02	<0,01	5,1	1,0	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.04.98	7,13	4,25	1,50	0,301	5,4	6,09	0,77	440	1,6	8,2	0,38	0,04	47,5	1,2	0,4	<0,5	0,4	<0,1
14.05.98	7,27	4,31	0,54	0,315	6,0	6,43	0,72	128	1,3	5,6	0,05	0,01	9,5	0,8	0,1	<0,5	<0,2	<0,1
02.06.98	7,28	3,51	0,31	0,255	4,0	4,67	0,57	84	0,8	9,9	0,04	<0,01	3,5	0,6	0,5	<0,5	<0,2	0,2
30.06.98	7,19	2,67	0,29	0,214	3,1	3,77	0,43	49	0,7	1,4	0,03	<0,01	3,7	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
07.08.98	7,24	4,19	0,35	0,306	5,1	5,97	0,66	59	0,8	2,7	0,03	<0,01	3,2	1,0	<0,1	3,8	<0,2	0,2
31.08.98	7,41	4,50	0,23	0,331	5,1	6,15	0,67	43	0,9	2,9	0,08	<0,01	2,3	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
29.09.98	7,35	4,62	0,24	0,342	5,3	6,41	0,73	48	0,8	2,1	0,04	<0,01	2,6	0,4	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
29.10.98	7,28	5,10	0,19	0,353	5,8	6,88	0,80	60	0,7	2,2	0,06	<0,01	3	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
01.12.98	7,57	6,10	0,22	0,414	7,6	8,39	0,94	43	0,9	3,0	0,05	<0,01	2	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,33	5,06	0,41	0,382	6,6	7,28	0,82	88	1,2	4,3	0,08	<0,01	6,8	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,60	7,33	1,50	0,766	11,2	11,50	1,25	440	3,3	9,9	0,38	0,04	47,5	1,2	3,5	3,8	0,4	0,2
Min.verdi	7,13	2,67	0,14	0,214	3,1	3,77	0,43	34	0,7	1,4	<0,05	<0,01	1,4	0,3	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 36. Analyseresultater. Fo5 Folla ved skytebanen 1993-98.

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
09.03.93	7,25	27,80	0,58	0,839	86,0	46,0	2,55	160	11,3	43,7	1,71	0,46	41,8	5,4	0,3	0,7	<0,2	
18.05.93	7,03	5,97	1,90	0,304	11,0	8,74	0,76		1,97	9,3	0,24	0,03	14,8	1,7	0,2	0,9	0,5	<0,2
20.12.93	7,20	11,70	0,45	0,808	13,6	17,9	1,61	22	0,48	3,3	<0,02	<0,01	5,0	0,9	<0,1	<0,5	<0,2	<0,2
19.05.94	7,35	5,71	1,40	0,375	5,8	8,14	0,90	160	2,30	9,2	0,05	0,04	8,0	<0,5	0,2	2,0	0,8	<0,1
28.09.94	7,56	6,77	0,43	0,530	6,6	10,0	1,07	40	0,80	3,2	0,03	0,02	6,5	0,8	<0,1	0,7	0,3	0,1
13.12.94	7,34	9,69	0,36	0,727	9,8	14,5	1,45	21	0,60	2,7	0,42	<0,01	3,5	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
23.05.95	6,86	7,40	1,50	0,564	6,5	10,5	1,20	330	2,00	6,2	0,10	<0,01	9,0	1,9	0,2	<0,5	0,3	0,5
15.05.97	7,43	5,30	2,10	0,362	5,7	7,64	0,94	300	3,40	16,1	0,14	0,05	31,2	2,2	0,3	0,5	0,4	<0,1
04.11.97	7,00	7,99	1,40	0,608	7,5	12,2	1,32	37	0,70	2,8	<0,02	0,02	5,7	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
14.05.98	7,46	5,17	0,74	0,418	5,3	7,99	0,85	180	1,40	5,1	0,04	0,01	8,3	1,1	0,1	<0,5	<0,2	<0,1
29.10.98	7,54	7,97	0,21	0,627	7,1	11,8	1,27	56	0,90	2,8	5,84	0,01	5,6	0,3	<0,1	<0,5	<0,5	<0,1

Tabell 37. Analyseresultater. Fo5 Folla ved skytebanen 1995-98.

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
23.05.95	6,86	7,40	1,50	0,564	6,5	10,50	1,20	330	2,0	6,2	0,10	<0,02	9,0	1,9	0,2	<0,5	0,3	0,5
15.05.97	7,43	5,30	2,10	0,362	5,7	7,64	0,94	300	3,4	16,1	0,14	0,05	31,2	2,2	0,3	0,5	0,4	<0,1
04.11.97	7,00	7,99	1,40	0,608	7,5	12,20	1,32	37	0,7	2,8	0,01	0,02	5,7	0,5	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
14.05.98	7,46	5,17	0,74	0,418	5,3	7,99	0,85	180	1,4	5,1	0,04	0,01	8,3	1,1	0,1	<0,5	<0,2	<0,1
29.10.98	7,54	7,97	0,21	0,627	7,1	11,80	1,27	56	0,9	2,8	5,84	0,01	5,6	0,3	-0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,26	6,77	1,19	0,516	6,4	10,03	1,12	181	1,7	6,6	1,20	0,02	12,0	1,2	0,1	<0,5	0,2	<0,1

Tabell 38. Analyseresultater. Fo7 Follshaugmoen

Dato	pH	Kond mS/m	Turb FTU	Alk mmol/l	SO4 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	Vannf kbn/s
29.12.97	7,38	10,80	2,1	0,414	13,5	16,4	1,92	103	530	39,1	65,1	3,44	0,21	45,1	1,1	1,4	<0,5	<0,2	0,4	1,4
02.02.98	7,31	12,06	2,1	0,819	15,2	18,2	2,07	83	550	37,4	80,7	0,04	0,22	53,8	1,4	1,8	<0,5	<0,2	0,1	1,4
28.02.98	7,27	11,81	3,0	0,764	18,4	19,6	2,36	146	880	64,6	92,9	0,09	0,38	61,8	1,9	2,5	<0,5	<0,2	<0,1	1,6
01.04.98	7,13	12,20	0,92	0,782	16,7	18,0	2,17	210	1090	88,5	80,5	0,12	0,28	63,8	2,1	2,4	<0,5	<0,2	0,2	3,94
30.04.98	7,14	6,40	22,5	0,396	10,3	9,47	1,41	690	1780	66,5	76,0	2,03	0,27	67,4	3,3	2,0	2,5	1,4	0,4	27,24
14.05.98	7,43	6,08	1,9	0,435	7,8	9,07	1,01	127	430	27,2	32,9	0,25	0,09	19,0	1,5	0,8	0,6	0,2	<0,1	29,69
02.06.98	7,43	5,54	0,84	0,423	7,1	8,34	0,95	89	250	15,3	22,7	0,08	0,06	7,1	<0,2	0,4	<0,5	<0,2	<0,1	14
30.06.98	7,43	5,23	0,94	0,406	7,2	8,18	0,88	86	285	20,4	28,2	0,04	0,09	12,0	0,8	0,5	<0,5	<0,2	<0,1	16,56
07.08.98	7,51	8,95	1,6	0,606	12,3	13,3	1,50	183	610	55,9	66,9	0,06	0,20	22,8	1,6	1,4	<0,5	<0,2	<0,1	9,03
31.08.98	7,71	9,26	1,9	0,636	10,8	13,5	1,54	101	480	37,2	48,9	0,05	0,18	16,7	0,9	1,0	<0,5	<0,2	0,1	5,87
29.09.98	7,57	9,14	3,0	0,62	12,3	13,0	1,58	176	720	47,6	65,3	0,08	0,23	15,5	1,1	1,2	<0,5	<0,2	0,3	7,27
29.10.98	7,37	10,00	3,8	0,653	14,2	14,7	1,77	180	660	60,4	84,8	0,12	0,27	28,9	1,2	1,6	<0,5	<0,2	0,1	6,78
02.12.98	7,67	11,50	3,0	0,698	16,3	16,9	1,92	154	670	56,1	92,9	0,18	0,31	40,3	1,7	1,8	<0,5	<0,2	0,1	2,43
Gj.snitt	7,41	9,15	3,7	0,589	12,5	13,74	1,62	179	687	47,4	64,4	0,51	0,21	34,9	1,4	1,4	<0,5	<0,2	0,2	9,79
Maks.verdi	7,71	12,20	22,5	0,819	18,4	19,60	2,36	690	1780	88,5	92,9	3,44	0,38	67,4	3,3	2,5	2,5	1,4	0,4	29,69
Min.verdi	7,13	5,23	0,84	0,396	7,1	8,18	0,88	83	250	15,3	22,7	0,04	0,06	7,1	<0,2	0,4	<0,5	<0,2	<0,1	1,40

Tabell 39. Analyseresultater. Overløp slamdam, Hjerkin

Dato	pH	Kond	Turb	Alk	SO ₄	Ca	Mg	Al	Fe	Cu	Zn	Pb	Cd	Mn	Ni	Co	Cr	V	Si	As	Vannf
		mS/m	FTU	mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	l/s
29.12.97	7,68	21,1	0,39	1,294	37,7	34,3	3,09	<50	70	7,6	79,0	0,62	0,22	39,9	0,7	0,5	<1	<0,2	1,90	0,2	37,7
02.02.98	7,60	22,3	1,30	1,363	41,3	38,3	3,36	<50	55	9,3	108,7	0,45	0,26	56,6	1,1	0,7	<1	<0,2	2,16	0,4	24,6
28.02.98	7,65	23,1	0,58	1,417	40,4	37,6	3,81	<50	50	8,0	108,7	0,41	0,23	54,5	0,8	0,4	<1	<0,2	1,34	0,2	78,2
01.04.98	7,56	24,0	0,92	1,483	43,1	39,7	3,80	<50	80	8,3	124,9	0,31	0,28	55,4	1,4	0,5	<1	<0,2	1,61	0,3	28,6
30.04.98	7,46	20,4	1,00	1,165	35,3	31,7	2,97	<50	320	7,5	110,8	0,20	0,27	170	1,2	0,7	<1	<0,2	1,60	0,3	339
15.05.98	7,62	14,6	0,64	0,895	23,7	21,7	2,11	<50	270	8,2	69,6	0,22	0,14	57,0	0,9	0,4	<1	<0,2	1,24	0,1	772
02.06.98	7,79	14,4	0,75	0,954	24,6	24,7	2,27	<50	130	6,1	37,6	0,76	0,07	43,2	1,2	0,3	<1	<0,2	1,58	<0,1	271
30.06.98	7,80	13,3	0,47	0,977	25,7	24,9	2,37	<50	85	6,5	30,2	0,61	0,06	16,7	3,2	0,3	<1	<0,2	1,42	0,2	757,2
07.08.98	7,84	17,0	0,40	1,060	26,3	26,6	2,46	<50	100	6,7	27,2	0,73	0,08	14,9	1,2	0,3	<1	<0,2	1,09	0,3	154,2
31.08.98	7,88	18,0	0,77	1,128	29,0	29,3	2,73	<50	120	6,5	29,3	1,02	0,11	13,8	0,6	0,2	<1	<0,2	1,12	0,3	74,47
29.09.98	7,85	18,7	0,34	1,172	31,4	30,7	2,86	<50	120	4,8	29,8	0,95	0,11	10,3	0,3	0,2	<1	<0,2	1,28	0,3	98,7
29.10.98	7,87	19,4	0,67	1,224	30,8	30,6	2,88	<50	100	6,2	37,7	1,19	0,12	12,5	0,1	0,2	<1	<0,2	1,31	0,2	148,5
01.12.98	8,01	20,9	0,42	1,275	37,7	32,0	3,16	<50	120	7,6	65,6	1,02	0,18	30,3	1,5	0,6	<1	<0,2	1,57	0,3	40,2
Gj.snitt	7,74	19,0	0,67	1,185	32,8	30,9	2,91	<50	125	7,2	66,1	0,65	0,16	44,2	1,1	0,4	<1	<0,2	1,48	0,3	217,3
Maks.verdi	8,01	24,0	1,30	1,483	43,1	39,7	3,81	<50	320	9,3	124,9	1,19	0,28	170,1	3,2	0,7	<1	<0,2	2,16	0,4	772,0
Min.verdi	7,46	13,3	0,34	0,895	23,7	21,7	2,11	<50	50	4,8	27,2	0,20	0,06	10,3	0,1	0,2	<1	<0,2	1,09	<0,1	24,6

Tabell 40. Analyseresultater. Gr1 Grisungbekken, nedre del

Dato	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	Pb µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Cr µg/l	V µg/l	As µg/l
29.12.97	7,28	4,84	0,385	4,1	6,01	1,27	8	0,7	1,6	0,37	<0,01	<1	<0,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
30.06.98	7,4	3,34	0,304	3,0	4,59	0,82	18	0,9	1,0	0,20	<0,01	1,3	0,6	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
31.08.98	7,58	4,81	0,397	3,8	6,06	1,13	9	0,5	0,8	<0,02	<0,01	<1	<0,2	<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Gj.snitt	7,42	4,33	0,362	3,6	5,55	1,07	12	0,7	1,1	0,19	<0,01			<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Maks.verdi	7,58	4,84	0,397	4,1	6,06	1,27	18	0,9	1,6	0,37	<0,01			<0,1	<0,5	<0,2	<0,1
Min.verdi	7,28	3,34	0,304	3,0	4,59	0,82	8	0,5	0,8	<0,02	<0,01			<0,1	<0,5	<0,2	<0,1

Tabell 41. Analyseresultater. Stasjon A. Overløp malmsone I.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l
06.10.96	6,88	62,8	260	96,0	1,79	0,76	15,1	1,59	11,3	0,03	0,04	0,04	0,07	3,72
01.09.97	4,35	85,3	476	118	21,8	0,91	16,2	14,2	33,6	0,14	2,61	0,07	0,12	5,39
07.08.98	3,08	149	731	159	27,0	3,58	80,1	36,9	60,5	0,27	3,49	0,12	0,21	4,96

Tabell 42. Analyseresultater. Stasjon C. Bekk fra jernbanestoll ved E6.

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
29.12.97	7,87	41,4	129,0	66,5	9,78	<0,05	0,04	0,01	0,55	<5	0,04	3,41
02.02.98	7,72	49,0	148,0	76,3	10,90	<0,05	0,04	0,01	0,58	<5	0,04	2,96
28.02.98	7,84	45,5	131,7	70,4	10,80	<0,05	0,11	0,01	0,61	<5	0,05	3,41
01.04.98	7,66	44,0	124,9	70,4	9,83	<0,05	0,10	0,02	0,64	<5	0,06	4,43
30.04.98	6,92	16,4	47,3	24,0	3,20	0,77	1,93	0,22	0,88	<5	0,17	54,50
15.05.98	7,39	18,3	47,6	24,1	3,11	0,24	0,36	0,14	0,79	2,1	0,06	38,80
02.06.98	7,57	22,5	65,0	35,3	4,49	<0,05	0,11	0,03	0,48	<5	0,05	16,49
30.06.98	7,73	7,82	86,8	46,2	6,34	<0,05	0,14	0,04	0,67	<5	0,07	11,11
07.08.98	7,92	38,5	113,8	58,7	8,49	<0,05	0,11	0,05	0,85	<5	0,12	6,26
31.08.98	7,85	38,5	107,2	59,4	8,28	<0,05	0,10	0,02	0,70	<5	0,15	5,60
29.09.98	7,85	36,8	102,0	56,3	7,52	<0,05	0,12	0,01	0,67	<5	0,12	7,69
29.10.98	7,82	37,8	30,8	30,5	2,89	<0,05	0,04	0,02	0,53	1,6	0,12	6,95
01.12.98	7,81	44,1	135,3	65,0	10,30	<0,05	0,09	0,01	0,57	<5	0,14	1,00
Gj.snitt	7,69	33,9	97,6	52,5	7,38	<0,05	0,25	0,04	0,66	5	0,09	12,51
Maks.verdi	7,92	49,0	148,0	76,3	10,90	0,77	1,93	0,22	0,88	2,1	0,17	54,50
Min.verdi	6,92	7,8	30,8	24,0	2,89	<0,05	0,04	0,01	0,48	<5	0,04	1,00

Tabell 43. Analyseresultater. Stasjon 1 Follidal sentrum. Gruvevann stoll 2.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
29.12.97	2,65	857	11204	335	619	461	2440	168	137	0,47	13,2	1,25	3,59	54,5	0,33
02.02.98	2,67	968	11138	349	637	470	2660	157	143	0,41	15,3	1,26	3,53	54,4	0,23
28.02.98	2,47	800	9311	293	452	364	2110	142	93,0	0,38	10,2	1,04	2,99	36,7	0,46
01.04.98	2,40	646	6647	230	278	226	1630	96,0	52,7	0,23	6,33	0,63	2,12	32,1	1,01
30.04.98	2,65	595	6497	229	320	217	1470	81,4	64,7	0,26	6,65	0,58	1,92	29,6	10 *
02.06.98	2,62	849	11228	344	543	380	2600	146	118	0,46	12,0	1,05	3,30	50,8	0,61
30.06.98	2,58	693	9072	312	456	339	1990	136	97,9	0,37	10,2	0,92	2,90	49,3	1,01
07.08.98	2,52	742	9371	294	453	344	2010	153	96,7	0,38	10,0	0,94	2,94	40,7	2,17
31.08.98	2,50	791	9850	318	502	385	2320	168	107	0,41	11,5	1,03	3,24	41,3	0,80
29.09.98	2,57	786	10030	323	482	378	2120	172	100	0,39	11,2	1,03	3,19	50,1	1,01
29.10.98	2,52	847	10000	310	481	384	2100	177	98,2	0,40	11,2	1,11	3,29	50,9	1,01
02.12.98	2,82	696	7246	241	368	281	1690	130	86,6	0,35	8,54	0,77	2,40	34,7	1,25
Gj.snitt	2,57	773	9300	298	466	352	2095	144	100	0,38	10,53	0,97	3,0	43,8	1,66
Std.avvik	0,11	104	1685	43	107	79	373	30	26	0,07	2,54	0,22	0,5	9,0	2,68
Maks.verdi	2,82	968	11228	349	637	470	2660	177	143	0,47	15,30	1,26	3,6	54,5	10,00
Min.verdi	2,40	595	6497	229	278	217	1470	81	53	0,23	6,33	0,58	1,9	29,6	0,23

* Profilen overskredet. Vannføring skjønnsmessig vurdert.

Tabell 44. Analyseresultater. Stasjon 2 Follidal sentrum. Drensløding nedefor gamle slamdam

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
29.12.97	2,66	406	3910	184	217	171	773	62,0	52,9	0,19	7,01	0,60	1,40	26,1	1,01
02.02.98	2,57	447	3952	183	225	174	768	57,8	54,2	0,16	7,63	0,62	1,33	25,9	0,8
28.02.98	2,53	489	4641	199	236	212	888	80,7	58,9	0,22	7,59	0,70	1,64	22,5	1,83
01.04.98	2,56	417	4551	167	167	144	803	59,5	37,4	0,15	5,08	0,49	1,31	19,4	2,96
30.04.98	2,60	398	3323	183	182	129	748	51,7	43,6	0,18	4,96	0,41	1,14	19,6	14,2 *
02.06.98	2,57	441	4401	180	210	160	842	57,8	48,1	0,19	6,19	0,53	1,38	24,5	2,96
30.06.98	2,53	368	3263	182	185	139	545	52,2	54,4	0,21	6,95	0,53	1,18	25,5	6,0
07.08.98	2,58	437	3683	275	216	162	440	63,1	50,5	0,19	9,15	0,62	1,31	28,9	2,55
31.08.98	2,50	134	4491	215	61,3	183	822	73,0	52,3	0,20	3,87	0,14	1,54	25,1	3,41
29.09.98	2,53	482	4671	225	236	196	823	80,4	58,3	0,22	8,31	0,70	1,65	32,2	4,4
29.10.98	2,68	456	4521	217	235	201	759	80,6	62,5	0,24	8,80	0,73	1,66	31,1	4,4
02.12.98	2,92	218	1147	108	52,2	40,5	206	17,4	12,8	0,06	1,72	0,14	0,38	7,45	4,4
Gj.snitt	2,60	391	3880	193	185	159	701	61,4	48,8	0,18	6,44	0,52	1,33	24,0	4,08
Std.avvik	0,11	108	996	40	64	45	202	17,5	13,2	0,05	2,19	0,20	0,35	6,5	3,53
Maks.verdi	2,92	489	4671	275	236	212	888	80,7	62,5	0,24	9,15	0,73	1,66	32,2	14,20
Min.verdi	2,50	134	1147	108	52	41	206	17,4	12,8	0,06	1,72	0,14	0,38	7,5	0,80

* Profilen overskredet

Tabell 45. Analyseresultater. Stasjon 3 Follidal sentrum. Drensløding Gammellelva.

Dato	pH	Kond mS/m	SO ₄ mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe mg/l	Cu mg/l	Zn mg/l	Cd mg/l	Mn mg/l	Ni mg/l	Co mg/l	Si mg/l	Vannf l/s
29.12.97	4,67	56,9	292	67,5	25,7	6,27	3,74	2,13	3,27	<0,005	1,67	0,07	0,09	8,55	0,46
02.02.98	5,82	45,8	202	52,5	18,3	4,53	2,93	1,34	2,46	<0,005	1,36	0,05	0,06	7,14	0,46
28.02.98	4,83	70,5	329	82,1	29,8	9,03	4,58	3,85	3,91	0,01	2,20	0,08	0,12	5,79	0,80
01.04.98	6,15	44,3	184	55,3	16,3	3,21	2,62	1,48	1,81	<0,005	1,15	0,04	0,06	3,59	1,83
30.04.98	4,75	48,8	224	58,5	18,6	7,88	16,40	3,06	2,45	0,01	1,43	0,07	0,08	6,98	0,00
02.06.98	6,51	76,6	380	111	28,7	5,89	3,14	2,95	3,33	0,01	1,86	0,07	0,10	8,08	
30.06.98	6,17	60,6	296	85,6	22,2	5,07	2,50	1,97	3,03	0,01	1,29	0,06	0,07	6,15	0,00
07.08.98	4,74	114	650	149	49,7	12,5	8,17	5,83	7,50	0,025	3,12	0,12	0,17	8,57	2,17
31.08.98	4,40	134	781	170	61,3	17,5	15,30	7,55	9,16	0,03	3,87	0,14	0,22	10,30	1,25
29.09.98	4,69	122	707	167	55,9	13,3	9,89	5,89	8,04	0,025	3,67	0,14	0,19	11,00	1,83
29.10.98	5,85	102	536	142	42,3	9,13	6,44	3,48	6,15	0,02	2,82	0,11	0,14	9,28	2,55
02.12.98	5,73	59,2	274	70,0	23,2	6,41	5,77	2,34	3,31	0,01	1,63	0,06	0,09	7,12	3,90
Gj.snitt	5,36	77,9	405	100,9	32,7	8,39	6,79	3,49	4,54	0,013	2,17	0,08	0,12	7,71	1,39
Std.avvik	0,74	31,8	209	44,8	15,6	4,18	4,82	1,96	2,49	0,010	0,96	0,04	0,05	2,04	1,21
Maks.verdi	6,51	134,0	781	170,0	61,3	17,50	16,40	7,55	9,16	0,030	3,87	0,14	0,22	11,00	3,90
Min.verdi	4,40	44,3	184	52,5	16,3	3,21	2,50	1,48	1,81	<0,05	1,15	0,04	0,06	3,59	0,00