

RAPPORT LNR 3711-97

**Brøstadgrua,**  
Gullverket ved Eidsvoll  
Undersøkelse av  
forurensningssituasjonen 1996-97



**Hovedkontor**

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

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

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

**Vestlandsavdelingen**

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

**Akvaplan-NIVA A/S**

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

<b>Tittel</b> <b>Brøstadgruva, Gullverket ved Eidsvoll</b> Undersøkelse av forurensningssituasjonen 1996-97	Løpenr. (for bestilling) 3711-97	Dato 25.08.97
	Prosjektnr. Undernr. O-96145	Sider Pris 17
Forfatter(e) Rolf Tore Arnesen Eigil Rune Iversen	Fagområde Miljøteknikk	Distribusjon
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Bergvesenet	Oppdragsreferanse Bestillingsnr.: 22/96
---------------------------------	--

Sammendrag Undersøkelser som NIVA har gjennomført ved Brøstadgruva ved Gullverket i Eidsvoll kommune, viser at det er høye konsentrasjoner av kopper i den lokale resipienten Putten (110 - 120 µg/l). Det samme gjelder tilløpsbekker og grunnvannsig som drenerer gruveområdet. I avrenningen fra de gamle avgangsdeponiene er det dessuten forhøyede kvikksølvkonsentrasjoner som har ført til at overflatedementene i Putten har høyt innhold av kvikksølv (opptil 1.6 µg Hg/g). Transporten av kopper er liten sammenliknet med andre gruveområder. Transporten av kvikksølv er også liten i størrelsesorden gram/år.
--

Fire norske emneord 1. Gruve 2. Surt gruvevann 3. Kopper 4. Kvikksølv	Fire engelske emneord 1. Mining 2. Acid Mine Drainage 3. Copper 4. Mercury
---	--

*Eigil Rune Iversen*

Eigil R. Iversen

Prosjektleder

ISBN 82-577-3278-8

*Bente M. Wathne*

Bente M. Wathne

Forskningsjef

## **Brøstadgruva, Gullverket ved Eidsvoll**

Undersøkelse av forurensningssituasjonen 1996-97

## Forord

Gjennom mange år har NIVA på oppdrag fra Bergvesenet undersøkt forurensningssituasjonen i nedlagte gruveområder. Den foreliggende rapporten er et ledd i dette arbeidet, som har gitt NIVA et stort datagrunnlag og betydelig erfaring når det gjelder denne typen vannforurensning.

Samarbeidet med Bergvesenet og spesielt med senioringeniør H. Ese har i stor grad bidratt til at NIVA har kunnet opprettholde en virksomhet på vannforurensning fra kisgruver.

Oslo, 25. august 1997

*Eigil R. Iversen*

---

# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>Summary</b>	<b>6</b>
<b>1. Bakgrunn, tidligere virksomhet</b>	<b>7</b>
1.1 Gruveområdet, geografisk plassering	7
1.2 Gruvedriften	7
1.3 Tidligere undersøkelser	9
<b>2. Undersøkellesprogram- og metoder</b>	<b>10</b>
2.1 Program	10
2.2 Metoder	10
<b>3. Resultater</b>	<b>11</b>
<b>4. Transportverdier</b>	<b>14</b>
<b>5. Konklusjon</b>	<b>15</b>
<b>6. Referanser</b>	<b>15</b>

---

## Sammendrag

I 1996/97 utførte NIVA på oppdrag fra Bergvesenet en enkel undersøkelse av vannforurensnings-situasjonen ved Brøstadgruva ved Gullverket i Eidsvoll.

Gjennomføringen av prosjektet var basert på et fåtall befaringer til området, der det ble tatt vannprøver samtidig som vannføringen ble målt. Vannmengden som renner på overflaten er forholdsvis liten, og det lave antallet av prøver fra hver stasjon gjør at resultatene er beheftet med betydelig usikkerhet. Samtidig er forurensningsmengden fra området så liten at det først og fremst er størrelsesordenen som er av interesse.

Avrenningen fra alle deler av gruveområdet inneholder relativt høye kopperkonsentrasjoner. I den lokale hovedresipienten, Putten, er konsentrasjonene så høye (110 - 120 µg/l) at det neppe lever fisk der. Fra området med deponert avgang er det også forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv. Dette har ført til at det er funnet høye konsentrasjoner i overflatesedimenter fra Putten (opptil 1.6 µg/g). Dersom det finnes fisk i innsjøen ville det ikke være tilrådelig å spise den på grunn av faren for høyt kvikksølvinnhold.

Den samlede materialtransporten ut av gruveområdet er ikke målt, men den er liten. I de målte delstrømmene i området er transporten av kopper maksimalt 38 kg/år, og konsentrasjonene ligger fra ca 100 til ca. 9000 µg Cu/l. For kvikksølv er transporten maksimalt målt til ca. 1 g Hg/år. Alle konsentrasjonene ved denne siste innersøkelsen lå i området 2,5 - 20 ng Hg/l. I en prøve fra 1992 ble målt til 29,7 ng/l. Dette er klart forhøyede verdier i forhold til uforurensede vannforekomster i Norge.

De registrerte effektene har kun lokal betydning. Det foreslås derfor ikke tiltak for å endre forurensningssituasjonen. Dersom det blir aktuelt å gjøre inngrep i området, bør det kun skje etter en plan som utarbeides på grunnlag av de inngrep som er aktuelle.

## Summary

Title: The Brøstad Mine, Gullverket in Eidsvoll municipality. Assessment of water pollution in 1996/97.

Year: 1997

Author: Rolf Tore Arnesen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3278-8

In 1996/97 NIVA carried out an assessment of the pollution situation in the area around the Brøstad mine near Eidsvoll, commissioned by the Directorate of Mining.

The project was accomplished by a few visits to the area, gauging water flow and taking samples for chemical analysis. The surface water flow is relatively small, and the small number of observations from each station makes the calculation of pollution load quite uncertain.

The drainage from all parts of the mine site contains relatively high concentrations of copper (110 - 9000 µg Cu/l). In the main recipient, Putten, the concentration of copper is so high (110 - 120 µg/l) that fish probably can not live there. From areas with disposed tailings there were also found increased concentrations of mercury. This has resulted in high concentrations of mercury in the sediments in Putten (max. 1.6 µg/g). If there is fish in the lake it should not be eaten, because of the risk of high concentrations of mercury.

The total pollution load from the area has not been assessed, but it is small. The maximum measured from one source of pollution is 38 kg copper annually. The concentrations are from 100 to 9000 µg/l. For mercury the max. transport was measured to 1 g Hg/year, while all concentrations in this last investigation were from 2.5 to 20 ng/l. In a sample from 1992 the concentration was 29.7 ng Hg/l.

The registered effects in the area have only local significance. No measures to change the situation in the area are therefore suggested. If any activity is to be started in the area it should only take place after careful planning, taking the nature of the activity into consideration.

# 1. Bakgrunn, tidligere virksomhet

## 1.1 Gruveområdet, geografisk plassering

Det aktuelle området for gruvedrift etter gull ved Eidsvoll lå nord for den nåværende stasjonsbyen og strakte seg fra Odalen i øst og nesten til Mjøsa i vest.

Brøstadgruva som var hovedgruve for Gullverket, ligger i Eidsvoll kommune i Akershus fylke. Området finnes på kartblad 1915 I, Eidsvoll, i serie M 711 (figur 1). Selve gruveområdet ligger ca. 7 km nord for stedet Gullverket. Avrenningen fra området går i to retninger. Gruvevannet er drenert gjennom en vannstoll og en dyp kløft mot øst. Gjennom et myrområde renner vannet til Nordre Holsjøen, videre til Søndre Holsjøen og Jønsjøen. Herfra renner Jøndalsåa som løper sammen med Vorma 3 - 4 km nedenfor Eidsvoll sentrum. Avrenningen fra velter, avgang og annet gruveavfall renner mot nordvest, i første omgang til en liten innsjø Putten. Under befaringen i juni 1996 ble det ikke påvist noe definert avløp herifra, og avrenningen går gjennom et myrområde til et system av bekker som ender i innsjøen Fløyta. Herfra renner vannet ca. 4 km i en elv som har avløp til Vorma 2 km sør for Minnesund.

Bortsett fra veien som fører fram til selve gruveområdet og veien som fører fra Gullverket over til Dalsrud ved Mjøsa er området rundt gruva praktisk talt uten veier og bebyggelse. Lengre nede i de to vassdragene som drenerer området, er det derimot adskillig bebyggelse både for fastboende og for fritid.

## 1.2 Gruvedriften

Ved Brøstadgruva er det satt opp en plakat som beskriver driften. En beskrivelse av virksomheten fram til slutten av forrige århundre er dessuten gitt av Vibe (1897).

Driften startet første gang i 1759 av den dansknorske stat som en forsøksdrift i regi av Kongsberg Sølvverk. Etter ca. 10 år ble denne driften nedlagt fordi gullgehaltene avtok. Nøyaktig hvor denne første driften foregikk til forskjellige tider har det vært vanskelig å finne i skriftlige kilder.

I 1770 ble driften etter gull gjenopptatt på et par gruver som tidligere var drevet på kopper av Odals Kobberverk. Resultatet var på ny lite tilfredsstillende, men i 1778 ble det likevel besluttet å sette i gang en betydelig drift. Arbeidsstyrken ble bl.a. utvidet til 80 mann og det foregikk en stor teknisk utbygging. Etter 5 år ble virksomheten igjen nedlagt etter betydelige tap.

I 1783 ble driften overtatt av private interessenter, og etter skiftende eierskap kjøpte Bernt Anker hele verket i 1793. Som tidligere eiere gjorde også han den erfaring at driften ikke lønte seg, og etter få år ble den nedlagt. Fra slutten av forrige århundre ble det igjen gjort store anstrengelser for å få driften i gang igjen. I perioden fra 1896 til 1907 ble det satset store summer på utvinning av gull med Brøstadgruva som hovedbase. Virksomheten ble startet opp av brødrene Bache-Wiik, men et engelsk selskap "The Golden Mint Mines Ltd.", tok raskt over. Selskapet gikk konkurs i 1907 og et nytt engelsk selskap ble stiftet. Det fikk navnet "The Brustad Mines Ltd.". I 1907 gikk også dette selskapet konkurs, og den ordinære driften ved Gullverket opphørte.

På det meste var det over 200 mann i arbeid ved Brøstadgruva, og området hadde både telefon, telegraf, posttjeneste, butikk og elektrisitet. En jernbanetrasé ned til Eidsvoll stasjon ble påbegynt.





**Figur 1.** Kart over området ved Gullverket i Eidsvoll kommune (Statens kartverk M711, Blad 1915 I). Rutenettets side tilsvarer 1 km. Brøstadgruva er markert med en pil.

Arbeiderne bodde i brakker på selve gruveområdet og på alle småbruk og setrer rundt omkring. Det ble drevet skole for arbeiderbarna på Lønntjernbråten.

Største årlige uttak av gull i denne perioden er beregnet til omlag 50 kg (1902).

Også etter 1907 har det vært aktiv gullvirksomhet i området omkring Brøstadgruva. I siste halvdel av 1930-årene ble det gjort forsøk på å vaske om igjen den finknuste steinen fra stordriftsperioden. Vaskekummene ved Putten er et minne fra denne tiden. På 1970- og 1980-tallet har konserner som Falconbridge Nikkelverk, Norsk Hydro og Folldal Verk drevet undersøkelser og grunnboringer i området.

### **1.3 Tidligere undersøkelser**

Første gang NIVA besøkte området var i september 1992, da det ble tatt en del enkeltprøver. Beskrivelsen av denne befaringen og resultatene fra prøvetakingen er omtalt i en NIVA-rapport fra 1994 (Iversen). Resultatene fra denne befaringen er tatt med i den foreliggende rapporten. Konklusjonen fra 1994 er at det burde gjøres nærmere undersøkelser i området for om mulig å gi en bedre beskrivelse av kilde og transport av kvikksølv som var påvist i noen prøver. I tillegg ble det anbefalt å se på kvikksølvkonsentrasjonen i sedimentene i Putten, som er nærresipient for avrenningen fra avgangen.

## 2. Undersøkellesprogram- og metoder

### 2.1 Program

I brev av 23. april 1996 til Bergvesenet foreslo NIVA et arbeidsprogram for en enkel undersøkelse av vannforurensningen i området ved Brøstadgruva. På grunn av vanskeligheter med å etablere gode målesteder for vannføring, ble det foreslått at arbeidet ble basert på et mindre antall befaringer der det ble tatt vannprøver fra 6 - 7 forskjellige steder. Vannprøvene skulle analyseres på: pH, konduktivitet, sulfat og tungmetaller. Vannføringen i aktuelle punkter skulle i bestemmes dels med "bøtte og stoppeklokke", dels med saltmetoden. Et viktig punkt i undersøkelsene var å skaffe bedre data for en vurdering av kvikksølvforurensningen som ble påvist ved befaringen i 1992. Mange oppredningsverk for gull benyttet tidligere kvikksølv i prosessen. Det ble derfor analysert på kvikksølv i prøver fra områder som var påvirket av avgang.

### 2.2 Metoder

**Vannføringen** i de minste sig og bekker ble målt ved å samle mest mulig av avrenningen i en renne e.l. og måle tiden det tok å fylle et bestemt volum. I bekken fra tjernet ned til Putten, var det ikke mulig å etablere V-overløp eller å komme til med kar som var så store at det var mulig å måle tiden det tok å fylle dem. Her ble det benyttet "saltmetoden", der en kjent mengde salt blandes i bekken, og endringene i vannets konduktivitet måles over tid. Metoden er beskrevet i notat fra Norges vassdrags- og energiverk (Petterson 1988).

For analyse av **kvikksølv i vann** ble det benyttet en metode som ved NIVA anvendes til sjøvanns- og ferskvannsprøver som tas i spesialvasket flaske. Deteksjonsgrensen er 2.0 ng/l, mens høyeste konsentrasjon for direkte bestemmelse er 50 ng/l ( $1 \text{ ng} = 10^{-9} \text{ g}$ ).

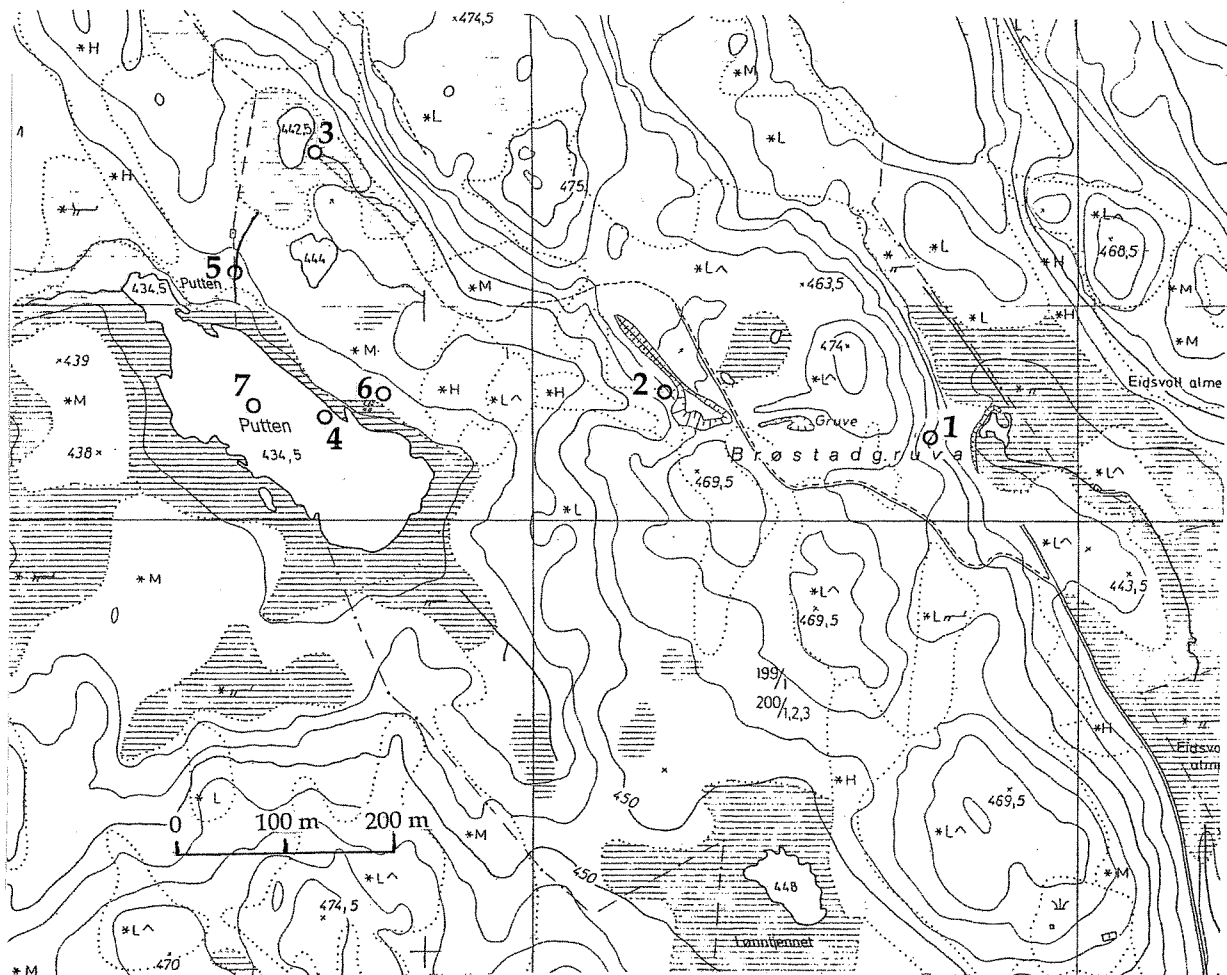
Kvikksølv i prøven overføres til metallisk tilstand med tinn(II)klorid i surt miljø. Kvikksølvdampen drives av med helium, og føres gjennom en gullfelle hvor kvikksølv fanges opp som amalgam. Senere frigjøres kvikksølvdamp ved oppvarming og dampen føres gjennom en målecelle hvor mengden registreres ved kalddamp atomabsorpsjon.

For analyse av **kvikksølv i sediment** fra Putten ble det benyttet en metode som ved NIVA brukes til avløpsvann, slam, sedimenter og biologisk materiale. Kvikksølv analyseres i homogenisert, frysetørret prøve. Deteksjonsgrensen for faste prøver ved innveining av 1 g tørket materiale er 0.01  $\mu\text{g/g}$ . Prøven oppsluttes ved autoklaving med salpetersyre, og organisk bundet kvikksølv oksideres til toverdig ioneform ( $\text{Hg}^{++}$ ). Deretter reduseres kvikksølvet til metall med tinnklorid, og drives ut som damp med helium. Bestemmelsen blir siden gjennomført ved atomabsorpsjon som beskrevet for vann.

Analyse av tungmetaller for øvrig ble utført på litt forskjellige måter, avhengig av konsentrasjon og parametervalg, men de fleste analysene er utført med induktiv koplet plasma (ICP)-teknikk.

### 3. Resultater

Prøvetakingsstedene er avmerket på kartet i figur 2. I og med at de fleste tungmetallanalysene er utført med ICP-teknikk, finnes det data for en rekke elementer. I vedlegg A er alle analyseresultatene tatt med, mens det i tabell 1 - tabell 7 finnes et utdrag av data, som er av spesiell interesse. I tabell 8 finnes analysedata for kvikksølv i sedimentene. Det øverste laget av sedimentet var så vannholdig at det ikke var mulig å få en definert prøve. Analyseresultatene starter derfor på 2 - 4 cm.



**Figur 2.** Kartskisse over området rundt Brøstadgruva. Prøvestedene er merket med nr.

**Tabell 1.** Gruvevann fra dagbruddet (Stasjon 1).

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Vannføring l/s
18.09.92	3.25	52.1	170	13700	9370	110			
04.06.96	2.91	56.1	133.2	12400	6020	63	50	< 5	0.2
23.10.96	3.31	49.5	147.9	14600	8370	110	< 50	< 5	< 0.1

**Tabell 2.** Sigevann fra velte (dam) (Stasjon 2).

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Vannføring l/s
18.09.92	3.31	29.7	67.3	11000	1470	30			
04.06.96	3.39	24.7	52.1	2540	1800	29			0.0167
23.10.96	3.51	21.7	45.0		951	22	9.37	.07	0.12

**Tabell 3.** Sigevann fra avgang ved lite tjern (Stasjon 3).

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kvikksølv ng/l	Vannføring l/s
18.09.92	3.48	29.7	25.9	3910	1070	40.0			29.7	
04.06.96	3.30	15.4	23.2	2070	1330	23.0			16.5	0.2
23.10.96	3.85	8.8	13.1		529	11.2	15.7	0.06	10.0	0.17

**Tabell 4.** Overflatevann fra Putten nedenfor vaskekummer (Stasjon 4).

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kvikksølv ng/l
18.09.92	4.60	3.95	9.8	1090	100				3
04.06.96	5.09	3.31	8.3	850	66.1	7.2	4.70	0.07	4
23.10.96	4.91	3.48	8.2		83.6	7.9	2.86	0.09	8

**Tabell 5.** Bekk fra lite tjern til Putten (Stasjon 5).

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Jern mg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kvikksølv ng/l	Vannføring l/s
04.06.96	4.16	5.43	8.8	560	200.8	8.1	8.96	0.02		5.7
23.10.96	4.19	4.74	6.6		145.4	8.0	6.07	0.06	2.5	2.2

**Tabell 6.** Grunnvannsig mot Putten ved vaskekummene (Stasjon 6).

Dato	pH	Konduktivitet mS/m	Sulfat mg/l	Kopper mg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kadmium µg/l	Kvikksølv ng/l
23.10.96	3.68	19.6	49	2109	37.7	81.9	0.3	12

**Tabell 7.** Stasjon 7 Prøve fra Putten tatt midt i innsjøen 8. januar 1997.

Dyp m	pH	Konduk- tivitet mS/m	Jern µg/l	Kopper µg/l	Sink µg/l	Bly µg/l	Kad- mium µg/l	Kvikksølv ng/l
1	4.31	4.82	660	129.6	11.8	3.62	0.06	< 1
5	4.91	3.58	1090	111.2	9.2	3.37	0.05	< 1

**Tabell 8.** Konsentrasjoner av kvikksølv i sedimentprøve tatt i Putten 8. januar 1997

Dyp i sediment cm	Kvikksølv µg/g
2 - 4	1.62
6 - 8	0.44
10 - 12	0.30

Ved alle målestedene er det lave pH-verdier. I Putten (tabell 4 og tabell 7) og i bekken fra tjernet mot Putten (tabell 5) er pH noe høyere, noe som først og fremst skyldes fortykning.

Årsaken til de lave pH-verdiene er ut fra de høye konsentrasjonene av jern og sulfat, oksidasjon av sulfidminerale. Det samme gjelder de høye konsentrasjonene av kopper.

Konsentrasjonen av kopper i alle vannprøvene er høye, og selv etter fortykning både i bekken mot Putten og i Putten er de så høye at det er lite sannsynlig at det lever fisk der. Dersom det hadde vært fisk her, er det sannsynlig at den hadde inneholdt så høye kvikksølvinnhold at det ikke hadde vært tilrådelig å spise den.

Ved befaringen 4. juli 1996 ble det gravet opp et ca 30 cm dypt hull på flaten nedenfor det tidligere oppredningsverket. Hullet ble raskt fylt med vann der pH ble målt til 2.48 og konduktiviteten var 81 mS/m. Det betyr at det til tider står en betydelig mengde sterkt surt og forurenset vann i avgangen. Ved regn og snøsmelting vil dette vannet raskt renne til Putten.

Det er ikke gjort analyse på kvikksølv i gruvevann og i sig fra velte. I alle prøvene som har tilsig fra avgang er det påvist forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv. Høyest er verdien i grunnvannssiget mot Putten (tabell 6), som i stor grad består av dreisvann fra et stort avgangsdeponi. Bakgrunnsverdiene for kvikksølv i vann i de fleste norske vassdrag er < 2 ng/l. Verdiene som er målt i sigene direkte fra avgang (tabell 3 og tabell 6) må derfor karakteriseres som høye. Konsentrasjonen av kvikksølv som er målt i vannmassene i Putten er imidlertid lave, og det foregår antakelig liten transport av kvikksølv videre i vassdraget.

I et arbeid fra 1994 (Fjeld *et al.*) er middelverdien for kvikksølvinnholdet i overflatesedimenter fra 132 innsjøer i Sør-Norge beregnet til 0,217 µg/g, mens høyeste registrerte verdi var 0,740 µg/g. Ingen av disse innsjøene hadde kjente lokale kilder for tilførsel av kvikksølv. De verdiene som er målt i sedimentprøven fra Putten (tabell 8) må derfor karakteriseres som høye, og de avspeiler klart at det finnes kilder for avrenning av kvikksølv i nedbørfeltet. Prøvene tatt fra land i Putten ved vaskekummene (stasjon 4), inneholdt høyere konsentrasjoner enn dem som ble funnet i hovedvannmassene. Dette tyder på at avrenningen fra området ved vaskekummene er en viktig tilførsel til Putten.

## 4. Transportverdier

Det foreligger bare et lite antall målinger som kan danne grunnlag for beregning av forurensningstransport i området ved Brøstadgruva. Verdiene som er angitt i det følgende må derfor bare oppfattes som veiledende for en størrelsesorden. I forhold til verdiene som NIVA har beregnet for materialtransport i andre gruveområder, er alle verdiene her lave, og de er angitt i kg og g pr.år, i motsetning til tonn og kg som ellers har vært vanlig i andre gruveområder.

Vannføringene ved de fleste målepunktene er så små at det er lite hensiktsmessig å foreta kontinuerlige målinger. I bekken fra det lille tjernet til Putten kunne slike målinger vært nyttig, men der finnes ikke steder som egner seg for f.eks. montering av et overløp, slik at en slik målestasjon krever relativt store installasjoner. I tabell 9 - tabell 12 er de beregnede verdiene angitt.

**Tabell 9.** Transport av forurensninger i gruvevann fra dagbrudd (Stasjon 1).

Dato	Sulfat kg/år	Jern kg/år	Kopper kg/år	Sink kg/år
04.06.96	840	78	38	0.4
23.10.96	< 470	< 46	< 26	< 0.4

**Tabell 10.** Transport av forurensninger i sigevann fra velte (dam, Stasjon 2)

Dato	Sulfat kg/år	Jern kg/år	Kopper kg/år	Sink kg/år	Bly g/år	Kadmium g/år
04.06.96	27	1.3	1.0	0.02		0.01
23.10.96	170		3.6	0.08	36	0.26

**Tabell 11.** Transport av forurensninger i sigevann fra avgang ved tjern (Stasjon 3).

Dato	Sulfat kg/år	Jern kg/år	Kopper kg/år	Sink kg/år	Bly g/år	Kadmium g/år	Kvikksølv g/år
04.06.96	146	13	8	0.2			1.0
23.10.96	70		3	0.06	84	0.32	0.54

**Tabell 12.** Transport av forurensninger i bekk fra tjern til Putten (Stasjon 5).

Dato	Sulfat kg/år	Jern kg/år	Kopper kg/år	Sink kg/år	Bly g/år	Kadmium g/år	Kvikksølv g/år
04.06.96	1582	101	36	1.5	1610	3.6	
23.10.96	464		10	0.6	425	4.2	0.176

Fordi en del av forurensningstilførselen til Putten kommer som grunnvannsig fra området ved vaskekummene, og vannmengden på overflaten er svært liten, er denne transporten ikke kvantifisert.

For alle metaller, inkludert kvikksølv, må transportverdiene karakteriseres som lave. For kvikksølv kan imidlertid selv så lave verdier gi skadevirkninger. Dette skyldes dels akkumulering av kvikksølv i næringskjeden, dels at kvikksølv kan "remobiliseres" fra sedimenter i større grad enn andre metaller. For de øvrige metallene er det ikke fare for skadevirkninger ut over de lokale.

## 5. Konklusjon

Undersøkelsene NIVA gjennomførte i tiden fra juni 1996 til januar 1997 i området rundt Brøstadgruva ved Gullverket i Eidsvoll kommune, viste tydelige tegn på vannforurensning.

Fra gruve, velte og avgangsdeponier ble det påvist avrenning som inneholdt høye konsentrasjoner av kopper. I sig fra avgangen ble det dessuten påvist klart forhøyede konsentrasjoner av kvikksølv, noe som har ført til at overflatesedimentene i den lokale resipienten, Putten, inneholder høye konsentrasjoner av kvikksølv.

Vannet i Putten inneholder så høye konsentrasjoner av kopper at det er tvilsomt om det lever fisk der. Skulle det likevel finnes fisk i innsjøen, bør den ikke spises på grunn av faren for høyt kvikksølvinnhold.

Transporten av forurensninger fra området er antakelig liten, og problemene er bare av lokal karakter. Behovet for å gjøre tiltak i området er derfor forholdsvis lite. Fordi det er et betydelig forurensningspotensiale i avgangen, bør det ikke gjøres inngrep der uten at det på forhånd er utarbeidet planer for tiltak. Slike planer må baseres på undersøkelser som tar utgangspunkt i arten av eventuelle inngrep.

## 6. Referanser

- Pettersson, L. E. 1988  
Foreløpig veiledning for bruk av den forenklede saltfortynningsmetoden ved vannføringsmålinger  
Norges vassdrags- og energiverk, Vassdragsdirektoratet 1988
- Iversen, E. R. 1994  
Vannforurensning fra nedlagte gruver, Del III.  
NIVA-rapport O-92153, L.nr.:3045, p.p. 36
- Fjeld, E., Rognerud, S. and Steinnes, E.  
Influence of environmental factors on heavy metal concentration in lake sediments in southern Norway indicated by path analysis.  
Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol 51, No. 8, (1994), P.P. 1708 - 1720.
- Vibe, J. 1897  
Norges land og folk, Akershus amt (Utgitt av Amund Helland), Kristiania 1897



## Vedlegg A.

I de følgende tabeller er samtlige analyseresultater fra Gullverket samlet.

### Stasjon 1 Gruvevann fra dagbrudd

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al mg/l	Fe µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Mn µg/l	Vannf l/s
18.09.92	3.25	52.1	170	24.2	5.35	3.97	13700	9370	110		1430	
04.06.96	2.91	56.1	133.2	16.9	4.3	3.04	12400	6020	63	<5	1230	0.2
23.10.96	3.31	49.5	147.9	20	4.46	3.41	14600	8370	110	<5	1150	<.1

### Stasjon 2 Sigevann fra dam

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al 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	As µg/l	Vannf l/s
18.09.92	3.31	29.7	67.3	5.32	1.07	1.25	11000	1470	30			280				
04.06.96	3.39	24.7	52.1	6.59	1.98	1.84	2540	1800	29	<50	<5	460	20	<5		0.0167
23.10.96	3.51	21.7	45.0	4.20	1.15			951	22	9.37	.0	227	6.6	43.6	0.1	0.12

### Stasjon 3, Sigevann fra avgang ved tjern

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al 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	V µg/l	Vannf l/s	Hg ng/l
18.09.92	3.48	29.7	25.9	1.32	0.39	0.78	3910	1070	40.0			60					29.7
04.06.96	3.30	15.4	23.2	1.19	0.47	0.56	2070	1330	23.0	<50	<5	55	<10	<5		0.2	16.5
23.10.96	3.85	8.8	13.1	0.62	0.28			529	11.2	15.7	0.06	26	1.6	8.2	0.4	0.17	10.0

## Stasjon 4 Putten overflatevann

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Al 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	Hg ng/l
18.09.92	4.60	3.95	9.8	2.90	0.91	0.32	1090	100	<20			70.0						3
04.06.96	5.09	3.31	8.3	2.34	0.54		850	66.1	7.2	4.70	0.07	70.9	1.3	2.9	1.1	0.3	0.2	4
23.10.96	4.91	3.48	8.2	2.68	0.59		83.6	7.9	2.86	0.09		83.1	1.1	3.4	<0.5	0.5	0.3	8

## Stasjon 5 Bekk fra tjern (til Putten)

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/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	Hg ng/l	
04.06.96	4.16	5.43	8.8	1.21	0.41	560	200.8	8.1	8.96	0.02	44.1	1.6	4.8	0.7	0.3	0.4	5.7	
23.10.96	4.19	4.74	6.6	0.85	0.30	145.4	8.0	6.07	0.06		38.0	0.9	3.0	<0.5	<0.2	<0.1	2.2	
																		2.5

## Stasjon 6 Grunnvannsig mot Putten

Dato	pH	Kond mS/m	SO4 mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Cu mg/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	Hg ng/l
23.10.96	3.68	19.6	49	8.04	1.32	2109	37.7	81.9	0.3	220	6.1	29.8	<0.5	<0.2		12

## Stasjon 7 Putten midt i

Dato	Dyp m	pH	Kond mS/m	Ca mg/l	Mg mg/l	Fe mg/l	Cu mg/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	Hg ng/l
08.01.97	1	4.31	4.82	1.08	0.38	660	129.6	11.8	3.62	0.06	43.9	1.4	3.9	<0.5	0.2	0.1	<1
08.01.97	5	4.91	3.58	2.66	0.60	1090	111.2	9.2	3.37	0.05	75.2	1.5	4.4	0.6	0.5	0.3	<1

**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

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

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3711-97

ISBN 82-577-3278-8