



O-90191

Vannforurensning  
fra kisgruver  
**Kvikne kobberverk**

Arbeidet i 1990

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

|                         |                           |                           |                            |
|-------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|
| <b>Hovedkontor</b>      | <b>Serlendeavdelingen</b> | <b>Østlandsavdelingen</b> | <b>Vestlandsavdelingen</b> |
| Postboks 69, Korsvoll   | Televeien 1               | Rute 866                  | Breiviken 5                |
| 0808 Oslo 8             | 4890 Grimstad             | 2312 Ottestad             | 5035 Bergen - Sandviken    |
| Telefon (47 2) 23 52 80 | Telefon (47 41) 43 033    | Telefon (47 65) 76 752    | Telefon (47 5) 95 17 00    |
| Telefax (47 2) 39 41 89 | Telefax (47 41) 44 513    | Telefax (47 65) 78 402    | Telefax (47 5) 25 78 90    |

|                         |
|-------------------------|
| Prosjektnr.:<br>O-90191 |
| Undernummer:            |
| Løpnummer:<br>2619      |
| Begrenset distribusjon: |

|   |  |
|---|--|
| Rapportens tittel:<br>Vannforurensning fra kisgruver - Kvikne kobberverk, Arbeidet i 1990 | Dato:<br>7. august 1991                                  |
|   | Faggruppe:<br>MILTEK                                     |
| Forfatter (e):<br>Rolf Tore Arnesen   | Geografisk område:<br>Hedmark                            |
|   | Antall sider:      Opplag:<br>20                      65 |

|                               |                                  |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Oppdragsgiver:<br>BERGVESENET | Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.): |
|-------------------------------|----------------------------------|

|  |
|--|
| Ekstrakt:<br>Sammenlikning av eldre data med data fra 1990 viser at forurensningstransporten fra det nedlagte Kvikne kobberverk har forandret seg lite de siste 10 år. Fra området transporteres ca. 1 tonn kopper og 0,2 tonn sink til elva Ya som renner inn i Orkla ved Yset. Ya er fisketom ned til samløpet med Orkla. Hoved kilde for forurensningene er en av flere bergvelter i området. |
|--|

4 emneord, norske

1. Gruver
2. Tungmetaller
3. Bergvelter
4. Hedmark

4 emneord, engelske

1. Mines
2. Heavy metals
3. Waste rock dumps
4. Hedmark, Norway

Prosjektleder

Rolf Tore Arnesen

For administrasjonen

Arne Henriksen

ISBN 82-577-1955-2

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO**

**O-90191**

**Vannforurensning fra kisgruver**

# **Kvikne kobberverk**

**Arbeidet i 1990**

Oslo, 7. august 1991

Prosjektleder: Rolf Tore Arnesen

Medarbeider: Eigil R. Iversen

## Innholdsfortegnelse

|                            | Side |
|----------------------------|------|
| 0. Sammendrag              | 4    |
| 1. Bakgrunn                | 5    |
| 1.1 Lokalisering           | 5    |
| 1.2 Tidligere drift        | 5    |
| 1.3 Resipientforhold       | 5    |
| 2. Tidligere arbeid        | 5    |
| 2.1 Undersøkelsene 1980/81 | 5    |
| 2.2 Overvåking av Orkla    | 9    |
| 3. Undersøkelser i 1990    | 12   |
| 3.1 Vannkvalitet           | 12   |
| 3.2 Fast avfall            | 12   |
| 3.2.1 Metoder              | 12   |
| 3.2.2 Resultater           | 13   |
| 4. Konklusjon              | 20   |
| Referanser                 | 20   |

## **0. Sammendrag**

Data fra tidligere undersøkelser (1981/82) i den del av Orkla-vassdraget som er påvirket av avrenning fra Kvikne kobberverk, er sammenstilt. Tilsvarende data fra en feltundersøkelse i 1990 er sammenholdt med disse. I tillegg er det i 1990 tatt borprøver fra veltene i området, og veltenes volum er bestemt på grunnlag av eksisterende flyfoto.

Undersøkelsene i 1990 viser at tungmetalltransporten fra området fortsatt er omtrent som i 1980/81, ca. 1 tonn kopper og 0,2 tonn sink pr.år. Kopperinnholdet har ført til at fisken forsvant etter reguleringen i elva Ya i 1984.

Hovedkilde for forurensningene er veltene i området, og spesielt har velten lengst i sør-øst, i rapporten betegnet velte A, stor betydning.

Som tiltak mot forurensning er tildekking av velter det mest nærliggende. Behandling av velte A med kjemiske midler (baktericid) kan også gi reduksjon i forurensningstransporten. Gjeninnføring av naturlig vannføring i Ya vil bringe fisk tilbake i elva.

## **1. Bakgrunn**

### **1.1 Lokalisering**

Det gamle Kvikne kobberverk ble etablert i nær Yset i Kvikne i 1632 , nå i Tynset kommune i Hedmark fylke (Helland 1902). Figur 1 viser gruveområdets plassering i forhold til vassdraget det drenerer til. Lokalt går avrenningen til Storbekken, som er et tilløp til Ya, en sideelv til Orkla.

### **1.2 Tidligere drift**

Gruva ble med enkelte avbrudd drevet frem til 1789 da driften ble oppgitt fordi gruva ble fylt med vann under en flom. I 1868 ble det på ny forsøkt med drift som kun varte i 2 år. I 1912 var det nye start, men det kom lite ut av disse siste forsøkene på virksomhet. En stor del av veltene ved Kvikne kopperverk er lagt opp i den første driftstiden, og materialet har derfor ligget lenge og er etter utseendet å dømme sterkt forvitret. Den driften som ble startet rundt dette århundreskiftet foregikk et stykke nedenfor de gamle gruvene, og veltene ved Kvikne kobberverk er et eksempel på hvordan forholdene blir, lang tid etter at gruedriften er stanset.

### **1.3 Resipientforhold**

Som nevnt drenerer gruveområdet til Storbekken som igjen renner inn i Ya ca. 2 km nedenfor gruveområdet. Ya løper sammen med Orkla ved Yset. Ved reguleringen av Orkla-vassdraget i 1984 ble en del av vannføringen i Ya overført til Falningsjøen og vannføringen i elva ble redusert. (Grande og Romstad 1990)

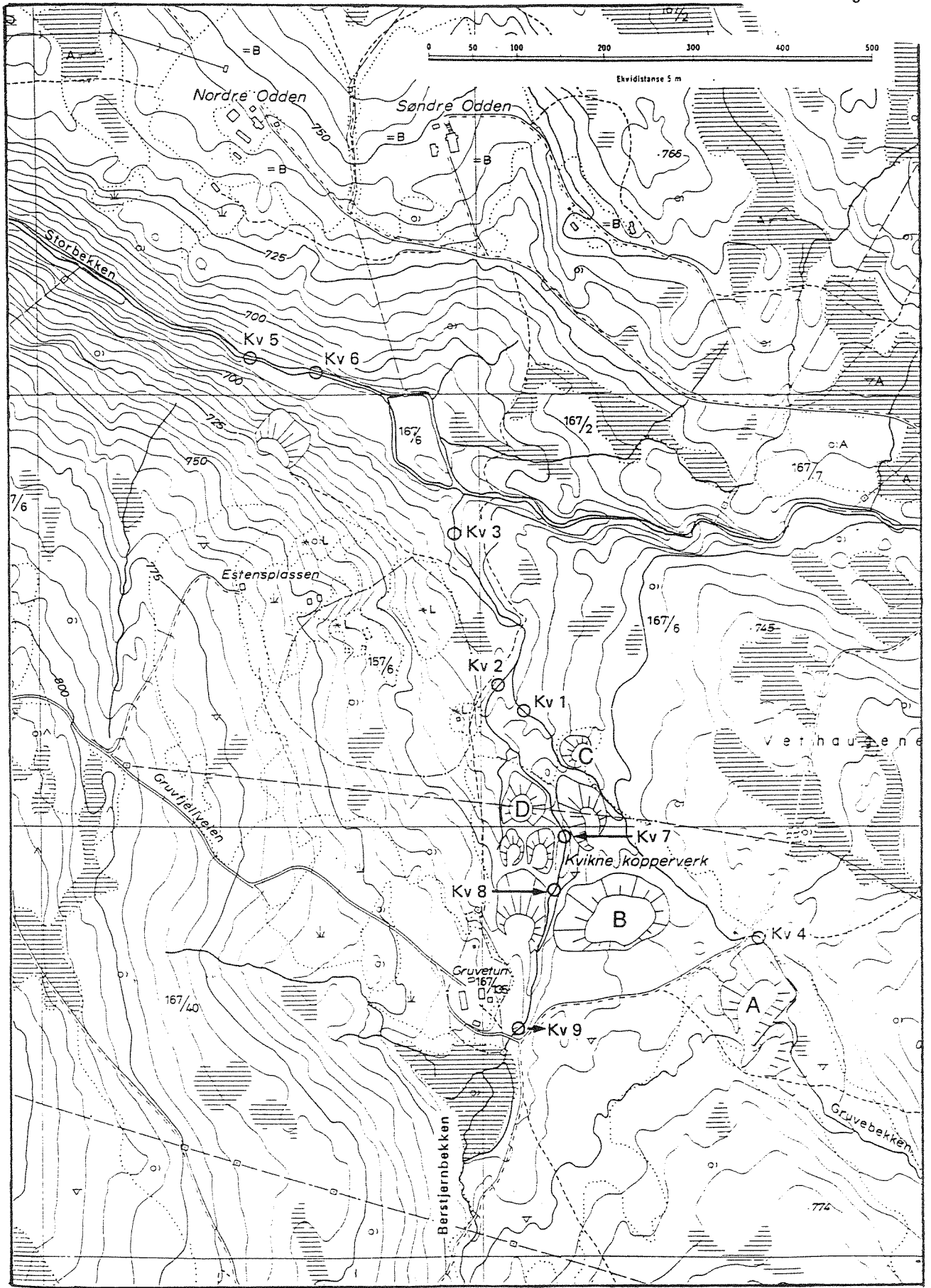
## **2. Tidligere arbeid**

### **2.1 Undersøkelsene i 1980/81**

I årene 1980 - 81 foretok NIVA en enkel undersøkelse i området der det ble opprettet flere målepunkter for vannkvalitet og vannføring (Iversen 1982). Figur 1 viser kart over området med prøvestedene fra den gang inntegnet. De kjemiske analysene ble utført av NIVA. I tabellene 1 - 5 finnes alle kjemiske analyseresultater fra disse undersøkelsene samlet.

Uten å gå i detaljer var resultatet av undersøkelsene den gang følgende:

1. Årlig gjennomsnittlig transport av metaller fra Kvikne kobberverk var i 1980/81 ca. 1,0 tonn kobber og 0,2 tonn sink pr. år.
2. Avrenningen fra gruveområdet ble fortynnet så meget at det ikke hadde konsekvenser for Orkla. I Ya ga imidlertid avrenningen fra gruveområdet tydelig påvirkning med kopperkonsentrasjoner høyere enn de man vanligvis finner som bakgrunnsverdi i norske vassdrag.



Figur 1. Kvikne kobberverk - Kart over gruveområdet .

Tabell 1 Analysedata for KV1, Gruvebekken nedenfor velter.

| Dato     | pH   | Kond<br>mS/m | Sulfat<br>mg/l | Jern<br>mg/l | Kopper<br>mg/l | Sink<br>mg/l | Vannf<br>l/s |
|----------|------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|
| 24.09.80 | 3,77 | 20,0         | 70,4           | 6,0          | 1,38           | 0,24         | 8,3          |
| 14.10.80 | 4,01 | 13,4         | 43,2           | 4,9          | 0,89           | 0,12         | 27,0         |
| 29.10.80 | 3,46 | 28,8         | 74,4           | 7,1          | 1,70           | 0,21         | 8,5          |
| 03.04.81 | 3,31 | 42,7         | 152,0          | 12,7         | 3,66           | 0,49         | 2,6          |
| 02.06.81 | 3,41 | 25,7         | 54,0           | 8,8          | 1,39           | 0,17         | 30,0         |
| 29.06.81 | 3,14 | 25,5         | 89,0           | 7,6          | 1,93           | 0,24         | 6,5          |
| 25.07.81 | 3,88 | 14,3         | 44,4           | 3,5          | 0,87           | 0,12         | 18,5         |
| 30.08.81 | 3,64 | 22,2         | 67,4           | 7,2          | 1,28           | 0,17         | 8,4          |
| 31.08.81 | 3,65 | 18,5         | 58,8           | 7,2          | 1,26           | 0,15         |              |
| 09.09.81 | 3,31 | 37,7         | 120,0          | 9,3          | 1,96           | 0,27         | 6,5          |
| 20.09.81 | 3,33 | 38,5         | 160,0          | 13,8         | 2,50           | 0,35         | 4,3          |
| 11.10.81 | 3,47 | 29,5         | 81,2           | 9,0          | 1,73           | 0,22         | 10,0         |
| 29.10.81 | 3,45 | 32,3         | 97,2           | 8,1          | 2,02           | 0,33         | 3,0          |
| 03.10.90 | 3,80 | 17,3         | -              | 7,75         | 1,16           | 0,14         | -            |

Tabell 2 Analyseresultater fra KV2, Berstjernbekken nedenfor velter.

| Dato     | pH   | Kond<br>mS/m | Sulfat<br>mg/l | Jern<br>mg/l | Kopper<br>mg/l | Sink<br>mg/l | Vannf.<br>l/s |
|----------|------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|---------------|
| 24.09.80 | 4,40 | 11,1         | 42,0           | 2,61         | 0,70           | 0,16         | 17,0          |
| 14.10.80 | 4,75 | 7,77         | 29,2           | 1,81         | 0,44           | 0,09         | 24,0          |
| 29.10.80 | 4,77 | 9,29         | 33,0           | 1,62         | 0,38           | 0,17         | 16,0          |
| 03.04.81 | 3,92 | 22,2         | 82,4           | 4,24         | 1,41           | 0,28         | 5,1           |
| 29.06.81 | 3,75 | 19,4         | 74,0           | 2,69         | 1,66           | 0,33         | 13,0          |
| 25.07.81 | 4,09 | 14,5         | 50,8           | 2,19         | 0,98           | 0,23         | 16,8          |
| 30.08.81 | 4,00 | 14,5         | 47,6           | 3,33         | 0,86           | 0,20         | 14,7          |
| 31.08.81 | 4,78 | 7,16         | 26,8           | 2,03         | 0,37           | 0,15         |               |
| 09.09.81 | 3,59 | 26,7         | 81,0           | 3,65         | 1,35           | 0,30         | 8,7           |
| 20.09.81 | 3,49 | 33,8         | 150,0          | 4,32         | 2,14           | 0,43         | 2,7           |
| 21.10.81 | 4,23 | 11,4         | 39,2           | 2,10         | 0,67           | 0,21         |               |
| 29.10.81 | 3,59 | 27,2         | 90,0           | 4,74         | 1,74           | 0,38         | 4,0           |
| 03.10.90 | 4,42 | 10,6         |                | 2,70         | 0,72           | 0,16         |               |



**Tabell 3 Analyseresultater fra KV3, Gruvebekk før samløp med Storbekken**

| Dato     | pH   | Kond<br>mS/m | Sulfat<br>mg/l | Jern<br>mg/l | Kopper<br>mg/l | Sink<br>mg/l |
|----------|------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| 08.09.80 | 4,01 | 12,3         | 42,6           | 3,5          | 3,50           | 0,15         |
| 03.04.81 | 3,55 | 32,8         | 106            | 7,0          | 7,01           | 0,36         |
| 29.06.81 | 3,60 | 22,2         | 79             | 4,5          | 4,50           | 0,27         |
| 25.07.81 | 3,94 | 14,4         | 46             | 2,6          | 2,64           | 0,17         |
| 30.08.81 | 3,79 | 18,3         | 55             | 4,2          | 4,17           | 0,19         |
| 31.08.81 | 4,07 | 12,5         | 45             | 2,9          | 2,93           | 0,20         |
| 09.09.81 | 3,43 | 33,0         | 90             | 5,7          | 5,67           | 0,29         |
| 20.09.81 | 3,38 | 37,2         | 150            | 9,5          | 9,47           | 0,38         |
| 11.10.81 | 3,60 | 24,1         | 68             | 5,5          | 5,49           | 0,24         |
| 29.10.81 | 3,57 | 28,2         | 91             | 5,8          | 5,82           | 0,34         |

Analyseresultatene fra 1980/81 fra Gruvebekken og Berstjernbekken nedenfor veltene i gruveområdet viser at midlere koppertransport var noe større i Gruvebekken nedenfor veltene enn i Berstjernbekken, men forskjellen var liten. De enkeltanalysene som forelå fra bekkene, viste at gruvevannet som renner inn i Berstjernbekken før KV7, hadde forholdsvis liten virkning på vannkvaliteten. Helt nedenfor veltene, ved KV1 og KV2, var kopperkonsentrasjonene mye høyere enn lengre oppe i bekkene. Det kan tyde på at vannsiget i det gamle bekkeleiet for Gruvebekken, som antakelig gikk der veltene ligger idag, førte mye av drens vannet fra veltene. Dette vannet var antakelig det mest forurensede i gruveområdet. De veltene som ligger lengre nede i dalen og som drenerer direkte til Storbekken, hadde liten betydning for vannkvaliteten nedover i vassdraget.

**Tabell 4. KV9 Analyseresultater fra Berstjernbekken ved bru ved Gruvetun**

| Dato     | pH   | Kond<br>mS/m | Sulfat<br>mg/l | Jern<br>µg/l | Kopper<br>µg/l | Sink<br>µg/l |
|----------|------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| 08.09.80 | 6,66 | 2,58         | 3,5            | 700          | 12,0           | 14           |
| 24.09.80 | 6,74 | 3,19         | 5,1            | 610          | 10,5           | 30           |
| 14.10.80 | 6,54 | 2,98         | 4,9            | 450          | 6,8            | 10           |
| 29.10.80 | 6,59 | 3,41         | 5,7            | 510          | 3,8            | 10           |
| 03.04.81 | 6,53 | 4,67         | 7,0            | 670          | 7,3            | 20           |
| 02.06.81 | 6,36 | 1,99         | 3,9            | 430          | 7,3            | 20           |

Tabell 5 Analyseresultater for enkeltprøver tatt i 1980

| Dato                                       | pH   | Kond<br>mS/m | Sulfat<br>mg/l | Jern<br>mg/l | Kopper<br>mg/l | Sink<br>mg/l |
|--|------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| KV4 Gruvebekken ved veibru                 |      |              |                |              |                |              |
| 08.09.80                                   | 6,96 | 2,97         | 5,6            | 690          | 43,0           | 9            |
| 14.10.80                                   | 6,42 | 2,65         | 5,5            | 480          | 31,5           | 10           |
| KV5 Storbekken nedenfor velter             |      |              |                |              |                |              |
| 08.09.80                                   | 5,17 | 5,39         | 21,2           | 1160         | 394,0          | 64           |
| KV6 Storbekken før tilsig fra nedre velter |      |              |                |              |                |              |
| 08.09.80                                   | 5,32 | 5,05         | 19,4           | 1250         | 317,0          | 57           |
| KV7 Berstjernbekken ved utløp stoll        |      |              |                |              |                |              |
| 08.09.80                                   | 5,96 | 5,29         | 19,8           | 1530         | 274,0          | 94           |
| KV8 Berstjernbekken før tilløp gruvevann   |      |              |                |              |                |              |
| 08.09.80                                   | 6,64 | 3,05         | 6,9            | 770          | 82,0           | 23           |

## 2.2 Overvåking av Orkla

Det har vært gjort en rekke undersøkelser av Orkla gjennom årene. I 1977 - 78 gjorde NIVA undersøkelser for å vurdere virkninger av vassdragsreguleringene på vassdraget (Grande et al. 1979). Siden 1981 har det vært en løpende overvåking av Orkla. Det foreligger årlige rapporter om dette arbeidet og det vil føre for langt å referere alle disse arbeidene, men siste årsrapport som er for 1989 forelå i 1990 (Grande og Romstad 1990).

Analyse av tungmetaller i forbindelse med overvåkingen av Orkla er utført av NIVA med atomabsorpsjonsspektrometri (grafittovn).

Størst interesse har i denne sammenheng resultatene fra Ya ved utløpet i Orkla. I tabell 6 er tidsveiede årsmiddel for en del analysedata samlet for å karakterisere utviklingen i vannkvaliteten. Figur 2 viser middelverdier for kopper for tiden 1981 - 1990.

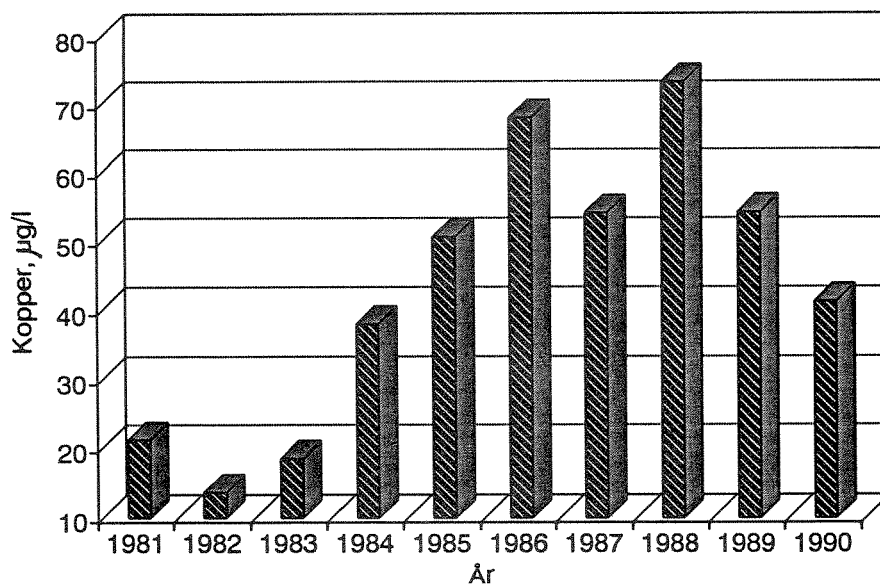
Figur 3 viser enkeltverdier for kopper i Ya ved samløpet med Orkla, i årene 1980 - 90. Utviklingen fremgår klart av figuren. Reguleringen som førte til redusert vannføring i Ya ble gjennomført i august 1984. Etter denne tiden har det skjedd omtrent en fordobling av kopperkonsentrasjonene både for middel-, maksimums- og minimumsverdiene. Figur 4 illustrerer virkningen av denne konsentrasjonsøkningen i Ya. Det fremgår av figuren at bunndyrenes art og mengde har endret seg siden 1984. I tillegg er fisken i Ya nedenfor samløpet med Storbekken forsvunnet.

Tabell 6 Tidsveiede middelerverdier for analyseresultater fra Ya ved samløp med Orkla.

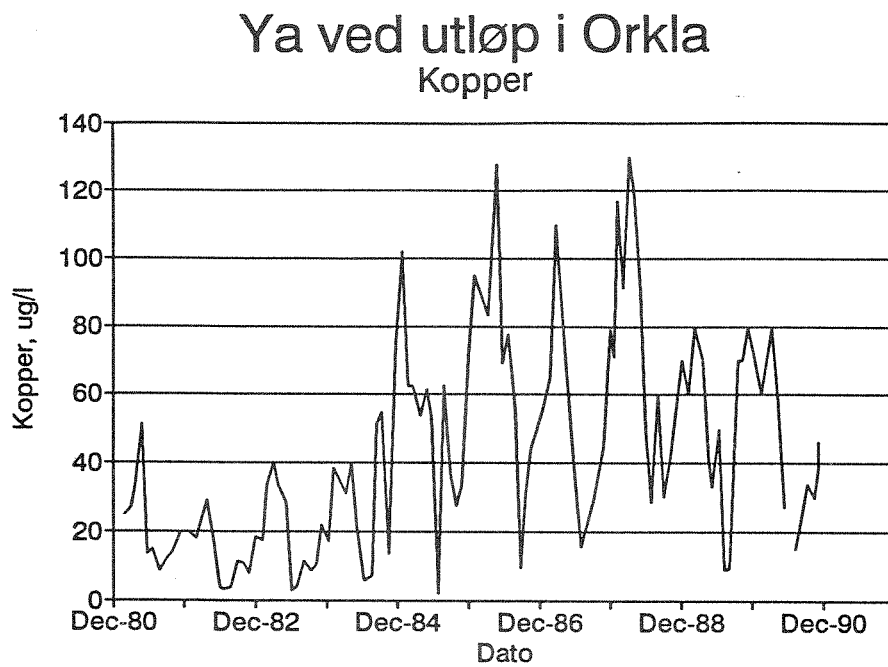
| År   | pH   | Kond.<br>mS/m | Sulfat<br>mg/l | Jern<br>µg/l | Kopper<br>µg/l | Sink<br>µg/l |
|------|------|---------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| 1968 | 7,37 | 6,08          |                | 81           | 11,2           | 8,2          |
| 1978 | 7,43 | 7,18          | 6,9            | 102          | 19,1           | 5,7          |
| 1981 | 7,42 | 6,07          | 6,6            | 92           | 21,3           | 10,5         |
| 1982 | 7,30 | 6,44          | 7,1            | 75           | 13,7           | 5,0          |
| 1983 | 7,35 | 6,37          | 7,0            | 161          | 18,6           | 6,3          |
| 1984 | 7,28 | 5,68          | 8,3            | 165          | 38,1           | 13,8         |
| 1985 | 7,25 | 6,09          | 9,7            | 237          | 50,7           | 19,7         |
| 1986 | 7,17 | 5,93          | 9,2            | 264          | 68,0           | 13,3         |
| 1987 | 7,02 | 5,36          |                | 240          | 54,2           |              |
| 1988 | 7,16 | 5,64          |                | 231          | 73,3           | 14,5         |
| 1989 | 7,15 | 5,15          |                | 280          | 54,3           | 12,4         |
| 1990 | 7,20 | 5,42          | 8,9            | 252          | 41,3           | 8,9          |

## Ya ved samløp med Orkla

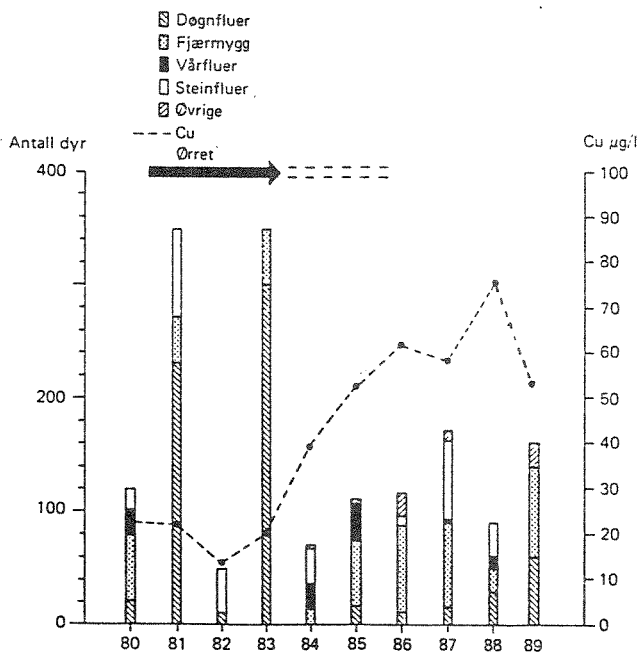
### Kopper - Tidsveiet årsmiddel



Figur 2 Tidsveiede årsmiddel for kopperkonsentrasjonen i Ya før samløp med Orkla.



Figur 3. Kopperkonsentrasjoner i Ya ved Yset. Enkeltpøver 1981-90



Figur 4. Bunndyr, fisk og kopperkonsentrasjon i Ya, 1980 - 89 (Grande og Romstad 1990)

### **3. Undersøkelser i 1990**

#### **3.1 Vannkvalitet**

Det ble ikke gjort noen inngående undersøkelser av vannkvalitet og forurensningstransport i 1990. Det ble imidlertid tatt noen vannprøver fra bekkene i området i forbindelse med prøvetakingen av fast avfall. Tungmetallanalysene for disse prøvene ble utført av CS-kjemi med atomabsorpsjonspektrometri (flamme). pH og konduktivitet ble bestemt av NIVA i felt. Resultatene for prøvene fra KV1, Gruvebekken og KV2 Berstjernbekken begge nedenfor veltene er angitt i tabellene 1 og 2 sammen med resultatene fra 1980/81. Plassering av prøvestedene er angitt i figur 1.

Resultatene fra 1990 faller innenfor variasjonsområdet for resultatene fra 1980/81. Det er derfor ikke grunn til å anta at vannkvalitet eller forurensningstransport er nevneverdig forandret i løpet av de siste 10 år.

Analyseresultatene for vannprøver tatt fra et borhull i velt A og et sig på nordvestsiden av samme velt er vist i tabell 7. Disse vannprøvene er svært like, og viser høye kopperkonsentrasjoner. Resultatene bekrefter at hovedforurensningskildene ved Kvikne kobberverk er veltene.

**Tabell 7 Analyseresultater for vannprøver tatt 03.10.90**

| pH                | Kond<br>mS/m | Jern<br>mg/l | Sink<br>mg/l | Kopper<br>mg/l |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| Grunnvann, velt A |              |              |              |                |
| 2,68              | 335          | 600          | 4,95         | 56,3           |
| Sig fra velt A    |              |              |              |                |
| 2,43              | 375          | 790          | 4,55         | 79,1           |

#### **3.2 Fast avfall**

##### **3.2.1 Metoder**

###### **Prøvetaking og kjemiske analyser**

Alle faststoffprøvene ble tatt 3. oktober 1990 ved boring i veltene med ODEX-bormaskin. Borearbeidet ble utført av NOTEBY A.S. Prøvepunktene er avmerket på kartet i figur 1.

Prøvene ble analysert både på vannløselige forbindelser og på totalt innhold av svovel og metaller.

Prøvene som var tatt manuelt ble behandlet slik:

Bestemmelse av vannløselige forbindelser:

250 g prøve ble tilsatt 500 ml destillert vann og tromlet 5 minutter i porselensmølle. Vannfasen ble helt av, filtrert og sendt til CS-kjemi for analyse.

Totalopplutning med Lunges væske:

Resten av prøven ble sendt til Norges geotekniske institutt (NGI), der den ble knust og malt til en kornfordeling 90% < 2 mm. Etter ytterligere nedmaling i agatmorter på NIVA, ble prøven oppluttet med konsentrert  $\text{HNO}_3$  :  $\text{HCl}$  (1:3). Denne opplutningen antas å være tilnærmet kvantitativ for svovel og metaller bundet til svovel og for sekundært utfelte oksider og hydroksider. Tørrstoffinnholdet ble bestemt ved tørking ved  $105^\circ \text{C}$ .

Ekstraktene etter syrebehandlingen ble analysert på metaller med atomabsorpsjon (flamme) ved CS- kjemi. Svovel ble bestemt direkte i fast fase på NIVA med Carlo-Erba Element Analysator Modell 1106.

### Beregning av veltenes volum

Det forelå flyfoto over gruveområdet fra 1974. Det har ikke foregått aktivitet i området av betydning for veltenes form eller volum etter dette. Bildene ble derfor brukt som grunnlag for volumberegningen. Arbeidet ble utført av Blom A/S, som har nødvendig instrumentering for slikt arbeid.

Veltenes form ble registrert i en analytisk autograf. Etter registrering er dataene overført til systemet MOSS, hvor den videre bearbeidingen er utført. På grunnlag av de registrerte data er et kotekart for veltene og området rundt tegnet opp. Terrengets form under veltene er anslått, og volumet av veltene er beregnet. Figur 5 viser et kart over veltene tegnet ut på grunnlag av registreringene fra flyfoto.

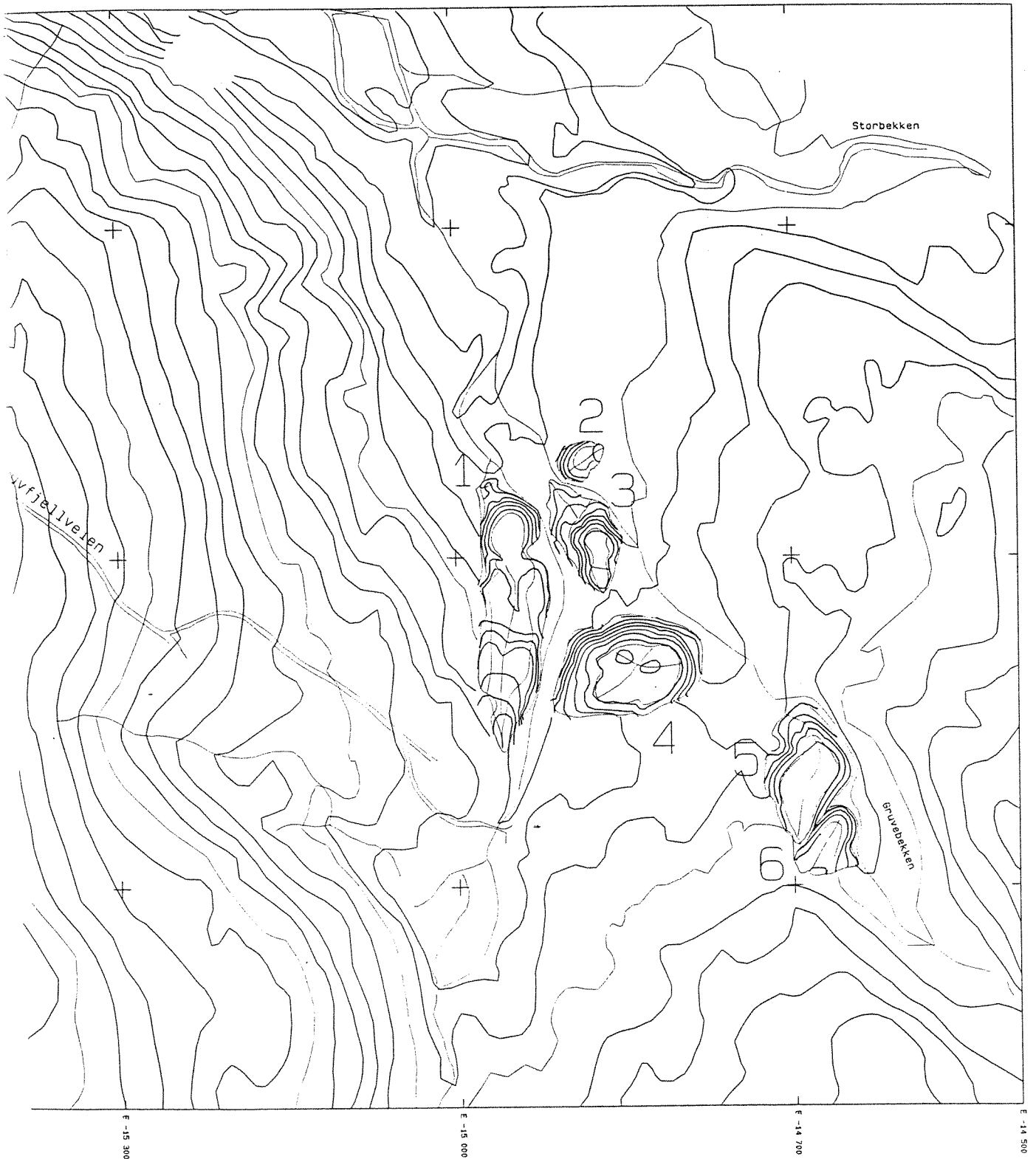
### 3.2.2 Resultater

Tabell 8 viser analyseresultatene for vannekstrakter av fast avfall fra veltene. Tabell 9 viser totalinnhold av jern, svovel, kopper og sink bestemt etter syrebehandlingen som er beskrevet ovenfor. Metall- og svovelinnholdet i veltene varierer en del med dypet. Det skyldes i hovedsak skiftende driftsforhold i gruvens veltene er lagt opp. En viss betydning for variasjonen kan også oksidasjonen av kis ha hatt. Denne prosessen foregår i en mer eller mindre vel definert sone som beveger seg innover i velten. Et enkelt borhull vil være utilstrekkelig til å lokalisere denne sonens plassering i velten.

Analyseresultatene viser at veltene B og D har relativt liten betydning for forurensningstransporten fra gruveområdet. Forvitringen er kommet langt i disse prøvene, og det vil antakelig ha liten effekt å foreta tiltak her. Velte A må derfor anses for å være forurensningsmessig viktigst. Dette stemmer også med at denne velten etter muntlige opplysninger fra lokalbefolkningen skal være lagt opp sist av veltene i denne delen av gruveområdet.

Ved prøvetakingen ble det konstatert at veltene besto av relativt fint materiale, nesten som sand med lite blokker. Dette stemmer godt med at det i alle veltene er funnet Fe/S-forhold som tyder på en ganske høy grad av oksidasjon. Også her viser Velte A lavere Fe/S-forhold og dermed lavere grad av oksidasjon enn de øvrige veltene. Prøven fra velte A på 7,2-8,4 m har et høyt forhold mellom jern og svovel. Det skyldes antakelig at prøven inneholdt løsmasse fra terrenget under velten med sekundært utfelt jern.

Figurene 6 - 9 viser endringene i mengde kopper, mengde svovel og forholdet mellom jern og svovel med dypet. Figurene viser at det er stor forskjell mellom veltene A og B. Veltene C og D likner mest på velte B.



KVIKNE  
NIVA

Volum 1 : 24304  
2 : 1996  
3 : 13143

Volum 4 : 51876  
5 : 24479  
6 : 4851

Målestokk 1 : 3000  
ekv 5m  
ekv slagghauger 1m



Blom A/S

Figur 5 Kartgrunnlag for beregning av veltenes volum. (Blom A.S. 1991)

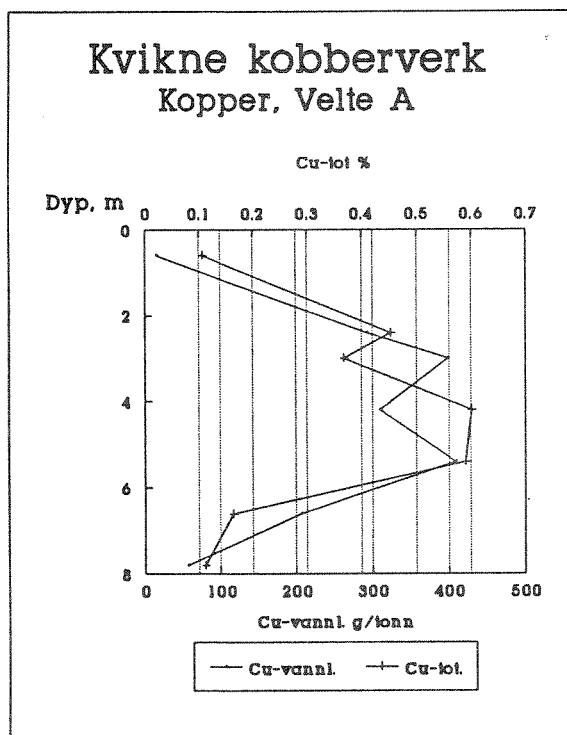
Tabell 8 Kjemiske analyseresultater for faste prøver fra veltene, Vannuttrekk

| Prøve bet. | Dyp m    | pH   | Kond mS/m | TS % | Cu g/t | Zn g/t |
|------------|----------|------|-----------|------|--------|--------|
| A-1        | 0-1.2    | 3,16 | 202       | 85,5 | 15,3   | 5,84   |
| A-2        | 1.2-2.4  | 2,52 | 356       | 90,8 | 293    | 52     |
| A-3        | 2.4-3.6  | 2,57 | 422       | 91,6 | 399    | 36,8   |
| A-4        | 3.6-4.8  | 2,51 | 497       | 90,8 | 310    | 18     |
| A-5        | 4.8-6.0  | 2,40 | 714       | 90,8 | 409    | 103    |
| A-6        | 6.0-7.2  | 2,34 | 758       | 90,3 | 206    | 15,2   |
| A-7        | 7.2-8.4  | 2,66 | 238       | 87,8 | 56,4   | 4,32   |
| Middel:    |          |      |           |      | 241,2  | 33,6   |
| B-1        | 0-1.2    | 5,65 | 203       | 92,6 | 0,058  | 0,1    |
| B-2        | 1.2-2.4  | 3,61 | 136       | 91,1 | 21,1   | 11,5   |
| B-3        | 2.4-3.6  | 3,15 | 148       | 90   | 19,8   | 30,7   |
| B-4        | 3.6-4.8  | 3,50 | 258       | 87,9 | 6,6    | 6,5    |
| B-5        | 4.8-6.0  | 2,92 | 311       | 88,4 | 16,8   | 3,4    |
| B-6        | 6.0-7.2  | 2,53 | 323       | 89,7 | 32,1   | 4,6    |
| B-7        | 7.2-8.4  | 2,44 | 331       | 89,4 | 70,4   | 3,7    |
| B-8        | 8.4-9.6  | 2,35 | 331       | 91   | 33,0   | 7,5    |
| B-9        | 9.6-10.5 | 2,40 | 348       | 92,2 | 28,8   | 4,9    |
| Middel:    |          |      |           |      | 25,40  | 8,10   |
| C-1        | 0-1.2    | 2,59 | 299       | 87,7 | 12,4   | 0,7    |
| C-2        | 1.2-2.4  | 2,55 | 299       | 88,0 | 11,1   | 0,9    |
| C-3        | 2.4-3.6  | 2,30 | 338       | 87,3 | 21,8   | 1,7    |
| C-4        | 3.6-4.8  | 2,78 | 279       | 89,7 | 12,0   | 0,9    |
| Middel:    |          |      |           |      | 14,33  | 1,05   |
| D-1        | 0-1.2    | 2,51 | 354       | 93,3 | 21,7   | 7,3    |
| D-2        | 1.2-2.4  | 1,94 | 527       | 84,5 | 78,4   | 4,5    |
| D-3        | 2.4-3.6  | 1,91 | 478       | 89,0 | 68,4   | 5,1    |
| D-4        | 3.6-4.8  | 2,02 | 465       | 90,2 | 78,6   | 5,1    |
| D-5        | 4.8-6.0  | 2,72 | 298       | 92,9 | 13,1   | 1,1    |
| Middel:    |          |      |           |      | 51,04  | 4,62   |

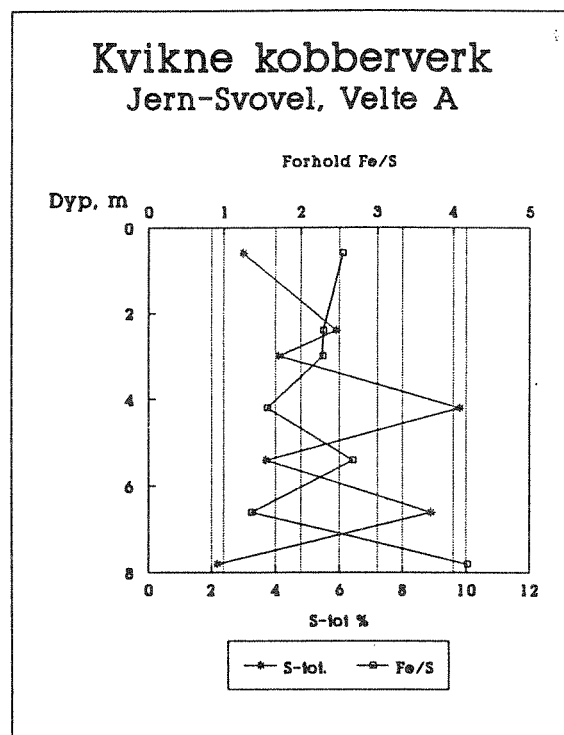


Tabell 9. Kjemisk analyse av fast stoff fra veltene, Syreopplutning

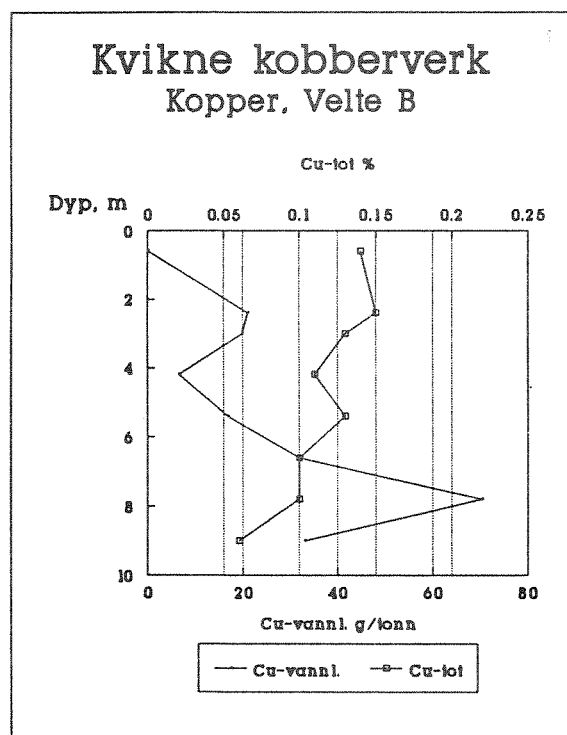
| Prøve bet. | Dyp m    | Fe % | Cu %  | Zn %   | S %  | Fe/S |
|------------|----------|------|-------|--------|------|------|
| A-1        | 0-1.2    | 7,6  | 0,11  | 0,01   | 3,0  | 2,5  |
| A-2        | 1.2-2.4  | 13,5 | 0,45  | 0,02   | 5,9  | 2,3  |
| A-3        | 2.4-3.6  | 9,4  | 0,37  | 0,01   | 4,1  | 2,3  |
| A-4        | 3.6-4.8  | 15,3 | 0,60  | 0,01   | 9,8  | 1,6  |
| A-5        | 4.8-6.0  | 9,9  | 0,59  | 0,06   | 3,7  | 2,7  |
| A-6        | 6.0-7.2  | 12,1 | 0,16  | 0,01   | 8,9  | 1,4  |
| A-7        | 7.2-8.4  | 9,2  | 0,11  | 0,01   | 2,2  | 4,2  |
| Middel:    |          | 11,0 | 0,34  | 0,18   | 5,37 |      |
| B-1        | 0-1.2    | 4,4  | 0,14  | 0,02   | 0,64 | 6,9  |
| B-2        | 1.2-2.4  | 7,1  | 0,15  | 0,05   | 1,8  | 4,0  |
| B-3        | 2.4-3.6  | 7,8  | 0,13  | 0,16   | 7,3  | 1,1  |
| B-4        | 3.6-4.8  | 8,1  | 0,11  | 0,01   | 2,3  | 3,5  |
| B-5        | 4.8-6.0  | 7,6  | 0,13  | 0,01   | 2,2  | 3,4  |
| B-6        | 6.0-7.2  | 7,3  | 0,10  | 0,01   | 2,3  | 3,2  |
| B-7        | 7.2-8.4  | 6,5  | 0,10  | 0,01   | 2,7  | 2,4  |
| B-8        | 8.4-9.6  | 6,1  | 0,06  | 0,01   | 1,9  | 3,2  |
| B-9        | 9.6-10.5 | 5,4  | 0,20  | < 0,01 | 2,2  | 2,4  |
| Middel:    |          | 6,70 | 0,124 | 0,031  | 2,59 |      |
| C-1        | 0-1.2    | 6,2  | 0,11  | < 0,01 | 1,4  | 4,4  |
| C-2        | 1.2-2.4  | 4,9  | 0,32  | 0,01   | 1,5  | 3,3  |
| C-3        | 2.4-3.6  | 5,7  | 0,09  | 0,02   | 1,8  | 3,1  |
| C-4        | 3.6-4.8  | 4,7  | 0,06  | < 0,01 | 1,2  | 3,9  |
| Middel:    |          | 5,36 | 0,14  | 0,007  | 1,48 |      |
| D-1        | 0-1.2    | 3,9  | 0,05  | 0,01   | 2,3  | 1,7  |
| D-2        | 1.2-2.4  | 9,3  | 0,13  | 0,01   | 2,4  | 3,9  |
| D-3        | 2.4-3.6  | 7,7  | 0,17  | < 0,01 | 2,4  | 3,2  |
| D-4        | 3.6-4.8  | 6,3  | 0,10  | < 0,01 | 2,0  | 3,1  |
| D-5        | 4.8-6.0  | 5,7  | 0,06  | < 0,01 | 0,77 | 7,6  |
| Middel:    |          | 6,60 | 0,10  | 0,005  | 1,97 |      |



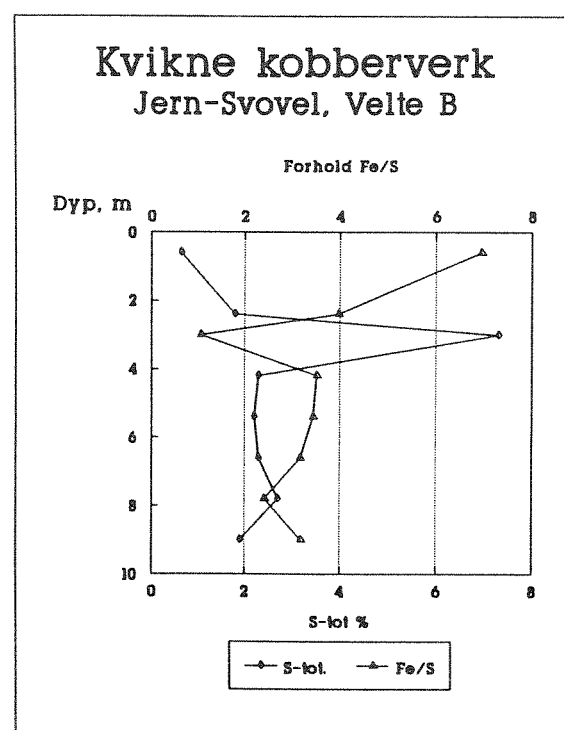
Figur 6 Kopperinnhold i velte A



Figur 7 Jern-Svovelinnhold i velte A



Figur 8 Kopperinnhold i velte B



Figur 9 Jern - Svovelinnhold i velte B

For å få et anslag på hvilket forurensningspotensiale veltene har på kort og lang sikt, er det beregnet et midlere innhold av tungmetaller i de prøvetatte veltene, og disse verdiene er multiplisert med det beregnede volum av tilsvarende velt. I tabell 10 er volum og vekt av veltene samlet, mens tabell 11 viser vannløselig og totalt innhold av tungmetaller i materialet.

**Tabell 10 Beregnet volum og vekt av veltene**

Volumvekt anslått til 2 tonn/m<sup>3</sup>.

| Velt    | Volum<br>m <sup>3</sup> | Vekt<br>Tonn |
|---------|-------------------------|--------------|
| A (5+6) | 29330                   | 58660        |
| B (4)   | 51876                   | 103752       |
| C (3)   | 13143                   | 26286        |
| D (1)   | 24304                   | 48608        |

Tall i parentes henviser til betegnelser i figur 5

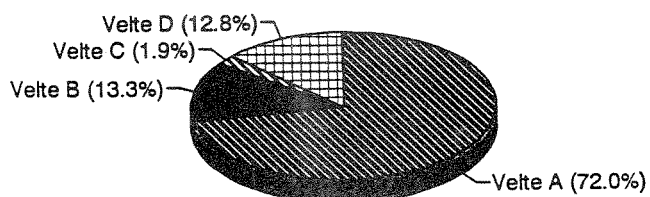
**Tabell 11 Tungmetallinnhold i veltene**

| Velte | Vannløselig    |              | Totalt       |                |              |                |
|-------|----------------|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|
|       | Kopper<br>tonn | Sink<br>tonn | Jern<br>tonn | Kopper<br>tonn | Sink<br>tonn | Svovel<br>tonn |
| A     | 14             | 2,0          | 6450         | 200            | 105          | 3200           |
| B     | 2,6            | 0,8          | 6950         | 130            | 30           | 2700           |
| C     | 0,4            | 0,03         | 1410         | 36             | 2            | 390            |
| D     | 2,5            | 0,2          | 3210         | 50             | 2            | 960            |

Prosentvis fordeling av forurensningskomponenter på veltene er vist i figurene 10 - 12.

### Kvikne kobberverk

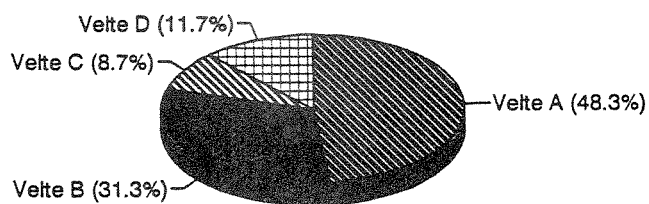
Vannløselig kopper, fordeling på velter



**Figur 10**  
Vannløselig kopper

### Kvikne kobberverk

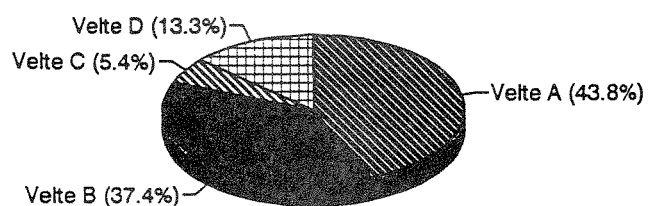
Totalt kopper, fordeling på velter



**Figur 11**  
Totalt kopper

### Kvikne kobberverk

Totalt svovel, fordeling på velter



**Figur 12**  
Totalt svovel

## **4. Konklusjoner**

Datamaterialet fra tidligere undersøkelser og undersøkelsene i 1990 viser:

1. Forurensningstransporten fra Kvikne kobbergruve var i 1990 omtrent den samme som for 10 år siden, ca. 1 tonn kopper og 0,2 tonn sink pr. år.
2. Storbekken og Ya er tydelig påvirket av kopperet som kommer fra gruveområdet. Etter reduksjonen av vannføringen i Ya ved reguleringen i 1984 ble denne påvirkningen så sterk at fisken forsvant på strekningen fra Storbekken til samløpet med Orkla.
3. Hovedkilde for forurensning fra gruveområdet er veltene. Velte A avgir antakelig størst koppermengde på årsbais. Denne velten har de høyeste totalhalter av kopper, samtidig som oksidasjonshastigheten antakelig er størst her, ut fra de høye konsentrasjonene av vannløselige metaller.
4. Tiltak bør rettes mot velte A. Det er flere muligheter, hvorav behandling med kjemikalier eller tildekking er de mest aktuelle. En gjeninnføring av naturlig vannføring i Ya ville bringe fisk tilbake i Ya.
5. Tungmetallinnholdet i veltene er tilstrekkelig til at forurensningstransporten fra området kan vedvare i flere hundre år på det nåværende nivå.

## **Referanser**

Grande, M. et al. 1979 Orklavassdraget, Vannkvalitet og hydrobiologiske forhold. NIVA-rapport O-75122, Løpenr.: 1154, juni 1979.

Grande, M. og Romstad, R. 1990 Overvåking i Orkla 1989. NIVA-rapport O-8000210, Løpenr.: 2472, juli 1990

Helland, A. 1902 Norges Land og Folk Topografisk - Statistisk beskrevet, Bind IV, Hedemarkens Amt, Kristiania 1902

Iversen, E. R. 1982 Dragset verk, Undal verk, Kvikne kobberverk, Vannforurensning fra kisgruver i Orklas nedbørfelt. NIVA-rapport O-80071, Løpenr.: 1369, mai 1982.

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-1955-2