

O-84077

Undersøkelse av avgangsdeponier i  
Rørosområdet

Orvsjøen og Djupsjøen



Norsk institutt for vannforskning



NIVA

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA  
Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

**Hovedkontor**  
Postadresse:  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Brekkeveien 19  
Telefon (02)23 52 80

**Sørlandsavdelingen**  
Postadresse:  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041)43 033

**Østlandsavdelingen**  
Postadresse:  
Rute 866, 2312 Ottestad  
Postgiro: 4 07 73 68  
Telefon (065)76 752

Rapportnummer: 0-84077
Undernummer:
Løpenummer: 1704
Begrenset distribusjon: Åpen

Rapportens tittel:  UNDERSØKELSE AV AVGANGSDEPONER I RØROSOMRADET Orvsjøen og Djupsjøen	Dato: 4. februar 1985
	Prosjektnummer: 0-84077
Forfatter (e):  Eigil Iversen, NIVA Merete Johannessen, NIVA	Faggruppe: Miljøteknikk
	Geografisk område: Sør-Trøndelag
	Antall sider (inkl. bilag): 30

Oppdragsgiver: Industridepartementet, Bergverkskontoret	Oppdragsg. ref. (evt. NTFN-nr.): Id 7214/83 S IR/BWK
--	--

**Ekstrakt:**

Hensikten med undersøkelsen er å vurdere tilstanden i avgangsdeponier ved nedlagte gruveområder ved Røros med spesiell vekt på å studere utviklingen i forurensningssituasjonen og behov for tiltak ved Orvsjøen og Djupsjøen. Rapporten viser som ventet at forvittringsprosessene i kisholdig avgang er betydelig redusert når avgangen er deponert under vann. I Orvsjøen er avgangsmassene fortsatt stabile. I avgang som er deponert på land og over grunnvannspeilet, er vesentlige deler av tungmetallinnholdet vasket ut. I Djupsjøen kan senkning av vannstanden gi økt tungmetallbelastning på vassdraget. For å hindre dette, må vannstanden i Djupsjøen sikres ved at dammen i utløpet forsterkes, eller må avgangen bringes på dypere vann. Dersom avrenningen til Orva skal reduseres, vil tiltakene bli omfattende og det er nødvendig å foreta tekniske vurderinger av aktuelle tiltak. Det bør foretas en regelmessig overvåking av området.

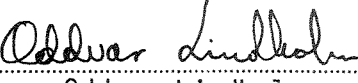
4 emneord, norske: Orvsjøen
1. Flotasjonsavgang
2. Kisgruver
3. Tungmetallavrenning
4. Avgangsdeponier Djupsjøen

4 emneord, engelske:
1. Mine tailings
2. Pyrite mining
3. Heavy metals runoff
4. Tailings ponds

Prosjektleder:

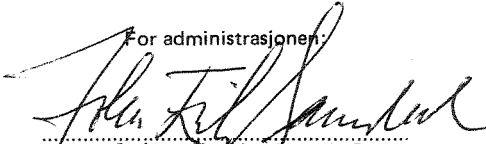
  
Merete Johannessen

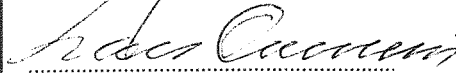
Divisjonssjef:

  
Oddvar Lindholm

ISBN 82-577-0887-9

For administrasjonen:

  
John Erik Samdal

  
Lars N. Overrein

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
OSLO

0-84077

UNDERSØKELSE AV AVGANGSDEPONER I  
RØROSOMRADET

Orvsjøen og Djupsjøen

Oslo, januar 1985

Eigil Iversen  
Merete Johannessen

## F O R O R D

Bakgrunnen for undersøkelsen er et programforslag av 2. mai 1983 om undersøkelse av avgangsdeponiet i Orvsjøen. Forslaget ble revidert og utvidet i et nytt programforslag av 13. juni 1984 for tiltaksrettede undersøkelser ved avgangsdeponier ved nedlagte gruveområder ved Røros. Befaring og feltarbeid ble gjennomført 25. - 27. juni 1984.

I befaringen deltok:

<i>Ole Nordsteien</i>	: <i>Trondheimske Bergmesterembete</i>
<i>Noralv Bell</i>	: <i>Sør-Trøndelag Fylke</i>
<i>Iver Rode</i>	: <i>Industridepartementet, Bergverkskontoret</i>
<i>Erik Hauan</i>	: <i>Statens forurensningstilsyn</i>
<i>Per Chr. Jæger</i>	: <i>Statens forurensningstilsyn</i>
<i>Rolf Tore Arnesen</i>	: <i>NIVA</i>
<i>Eigil Iversen</i>	: <i>NIVA</i>
<i>Merete Johannessen</i>	: <i>NIVA</i>

Undersøkelsen er finansiert av Industridepartementet, Bergverkskontoret. Oppdragsgivers kontaktperson har vært Iver Rode ved Bergverkskontoret.

Oslo, februar 1985

I N N H O L D S F O R T E G N E L S E

	Side:
1. SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER .....	3
2. INNLEDNING .....	4
3. UNDERSØKELSENE I ORVSJØEN .....	5
3.1 Generelt .....	5
3.2 Analyseresultater og metodikk .....	6
3.3 Vurdering av analyseresultatene .....	7
3.4 Avgangsdammene ved Kongens gruve .....	9
4. UNDERSØKELSER I DJUPSIØEN .....	10
4.1 Generelt .....	10
4.2 Analyseresultater .....	11
4.3 Vurdering av analyseresultater .....	12
5. UNDERSØKELSER VED STORWARTZ .....	15
6. REFERANSER .....	16
VEDLEGG .....	17 - 31

## 1. SAMMENDRAG OG ANBEFALINGER

Formålet med denne undersøkelsen er å beskrive hvilken tilstand de forskjellige deponiene for flotasjonsavgang i Rørosområdet befinner seg i, hvilken betydning de har for resipientene, og om det er fare for økt forurensningsbelastning. Rapporten skal gi grunnlag for å vurdere nødvendigheten av tiltak for å bedre forholdene på kort og lang sikt.

Undersøkelsene i Orvsjøen viste at tilstanden i avgangsmassene fortsatt er stabil. Tungmetallkonsentrasjonene i innsjøen er idag omtrent på samme nivå som tidligere og er fortsatt høyere enn hva som er akseptabelt for laksefisk. Vannmassene i Orvsjøen er imidlertid tilstrekkelig bufferkapasitet til å nøytralisere de sure tilførselene fra Sextus og Kongens gruver. Vannkvaliteten i Orvsjøen synes derfor stabil og så lenge vannkvaliteten i innsjøen ikke endrer seg i ugunstige retning i forhold til dagens tilstand, synes det ikke å være noen fare for økt tungmetallutløsning fra de deponerte avgangsmasser i Orvsjøen. Tilstanden i avgangsmassene bør kontrolleres etter noen år.

I avgangsdammene ved Kongens gruve har forvitringen betydelig omfang, noe som fører til en stor tungmetallbelastning på vassdraget nedenfor Orvsjøens utløp. Enkle undersøkelser som er foretatt, viser at forvitringsprosessene er betydelig redusert i den del av avgangen som ligger under grunnvannspeilet. Det må derfor frarådes at det foretas fysiske endringer i nedbørfeltet som kan føre til at grunnvannstanden synker. Overløpet ved nedre slamdam er i dårlig forfatning og bør forbedres for å sikre at vannstanden ikke synker.

Det kan ikke anbefales at det gis tillatelse til å deponere annet avfall i slamdammene da dette kan medføre økt forurensningsfare og senere vanskeliggjøre eventuelle tiltak for å redusere tungmetallavrenningen.

Forurensningstilførselene til Orva fra området ved Kongens gruver er blant de største av denne type i Norge og bør følges opp med et fast overvåkingsprogram. Tiltak for å redusere forurensningstilførselene

fra området vil måtte bli omfattende og meget kostbare. Det bør likevel arbeides videre med å utrede aktuelle tekniske tiltak for å redusere tungmetalltilførslene til Glåma fra dette området.

Undersøkelsene i Storwartz-feltet og Djupsjøen viste som ved Kongens gruve at forvitringen av avgangsmassene er betydelig redusert når avgangen ligger under vann.

I Storwartzfeltet er det et aktuelt tiltak å overdekke en del av avgangen for å redusere spredning av avgang i perioder med sterk vind (sandflukt). Nedre dam er i dårlig forfatning og vannstanden må sikres bedre.

Undersøkelsene i Djupsjøen er ikke tilstrekkelige til å gi et fullstendig bilde av forurensningssituasjonen, men tungmetallkonsentrasjonene må vurderes som høye og på grensen av hva laksefisk kan tåle. Slamspredningen er betydelig og store deler av bunnen i innsjøen er dekket av avgangsslam.

Det er sannsynlig at dersom vannstanden i innsjøen synker som følge av at dammen ved utløpet bryter sammen, kan dette føre til en kraftig økning av tungmetallbelastningen på vassdraget nedenfor. Dette er ikke akseptabelt da infiltrasjonsvann fra Hittersjøen benyttes som vannkilde for Røros Kommune. For å redusere faren for økt forurensningsbelastning ved at vannstanden relativt raskt kan synke, må enten vannstanden sikres ved at dammen ved utløpet forbedres, eller må avgangen bringes på dypere vann.

Forurensningsproblemene i området vurderes som betydelige og en har idag ingen kontroll med utviklingen i situasjonen. Området bør følges opp med et fast overvåkingsprogram.

## 2. INNLEDNING

Ved de kisgruver som er i drift idag, benyttes selektiv flotasjon som oppredningsprosess. Prosessen er relativt ny sett i forhold til den

langsiktige utvikling i forurensningssituasjonen som ofte finner sted ved gruveområdene. Det er derfor fortsatt av stor interesse å studere hvilke effekter som oppstår i de områder hvor det er deponert flotasjonsavgang. Spesiell interesse knytter det seg til områder hvor gruvedriften er nedlagt og deponeringen er opphørt.

I Rørosområdet er det deponert flotasjonsavgang ved flere lokaliteter. Avgangen er deponert i damanlegg og innsjøer både under og over vann. Tidens tann og ytre påvirkninger av forskjellig slag kan ha ugunstig innflytelse på forurensningssituasjonen. I denne rapporten er behandlet to større avgangsdeponier i Rørosområdet. Hensikten med denne undersøkelsen er å vurdere i hvilken grad avrenningen fra deponiene påvirker resipienten idag og om det er fare for en forverring i forurensningssituasjonen slik at det er nødvendig med tiltak for å motvirke en slik utvikling. De to områder som ble undersøkt er Orvsjøen hvor Røros Kobberverk deponerte avgang under siste driftsperiode frem til 1978. Det andre område er Djupsjøen hvor det er deponert avgang i strandsonen. Avgangen er ført dit fra oppredningsverket ved Storvartz som hadde avrenning til en av tilløpsbekkene til Djupsjøen. I de seneste årene ble det bygget slamdammer for å holde på avgangsmassene.

### 3. UNDERSØKELSENE I ORVSJØEN

#### 3.1 Generelt

Orvsjøen ligger nord for Røros på Glåmas vestsida. Innsjøen har avrenning til Glåma via Orva. I tabellen under er samlet en del data for innsjøen og nedbørfeltet:

Nedbørfeltets areal	:	16,7 km <sup>2</sup>
Avrenningskoeffisient	:	25 l/s km <sup>2</sup>
Arlig midlere avrenning	:	0,42 m <sup>3</sup> /s
Anslått volum	:	8,8·10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Areaal	:	1,72 km <sup>2</sup>
Teoretisk oppholdstid	:	8 mnd.

Orvsjøen har sannsynligvis i lang tid vært fisketom på grunn av tungmetallavrenningen fra gruveområdene på begge sider av innsjøen, Sextus og Kongens gruver. Tilførselene fra Sextus er de betydeligste.



I perioden fra sommeren 1975 til årsskiftet 1977/78 ble kisholdig avgang fra Kongens flotasjonsverk deponert i innsjøens dypeste område. Det ble ialt deponert ca. 150 000 tonn i de 3 årene verket drev.

I perioden 1930 - 1945 ble avgangen fra det daværende flotasjonsverk deponert i slamdammer nedenfor Orvsjøens utløp. Avrenningen fra disse fører til Orva. Avgangen ble flotert på nytt i årene 1968 - 1973. Hensikten med denne undersøkelsen er å kontrollere vannkvaliteten i innsjøen for å vurdere i hvilken grad avgangen påvirker innsjøen i dag og hvorledes de fysiske/kjemiske forhold kan påvirke avgangen og forholdene i innsjøen..

### 3.2 Analyseresultater og metodikk

NIVA har tidligere tatt prøvesnitt i Orvsjøen i årene 1967, 1973, 1976 og 1979. Samtlige resultater er gjengitt i tabellene 1 og 2. I tabell 3 er samlet analysedata for den mest forurensede tilløpsbekken som kommer fra et lite tjern som ligger nedenfor Sextus gruver. I tabell 4 er samlet data for utløpet av Orvsjøen.

Under befaringen ble det tatt sedimentprøver ved 3 lokaliteter som er markert på kartskissen (figur 1). Resultatene fra den kjemiske analysen er samlet i tabell 9.

Sedimentanalysene ble utført etter følgende metodikk:

1. Sedimentprøven ble delt i segmenter og gitt en tallkode regnet fra overflaten.
2. Segmentene ble tørket, knust og siktet gjennom 180  $\mu$  nylon duk.
3. Segmentene ble analysert etter to teknikker:
  - \* Ekstraksjon med kald 0,5 N HCl, som gir uttrykk for lett tilgjengelig metallinnhold.
  - \* Ekstraksjon med varm (110  $^{\circ}$ C) halvkonsentrert HNO<sub>3</sub>, som er et kraftig angrep på prøven og som vil løse kismineraler.

Avgangsprøvene fra deponiene på land ble analysert med følgende metodikk:

1. Prøvene ble frysetørret, knust og tørket ved 105 °C i 24 timer og deretter siktet gjennom 75 µm nylonduk.
2. En delprøve på ca. 1 g ble tilsatt 25 ml avionisert vann og rørt med magnetrører i sentrifugeglass i 1 time. Etter sentrifugering og dekantering ble vannuttrekket fortynnet til 100 ml før analyse.
3. En annen delprøve på 0,5 g ble oppluttet med 10 ml konge vann på vannbad. Etter 1 time ble prøven dampet inn og innholdet tatt opp i 5 ml kons. HCl og fortynnet til 100 ml før analyse. Alle analyseresultater er samlet i tabell 11.

### 3.3 Vurdering av analyseresultatene

Vannkvaliteten i bekken fra Sextus, viser små endringer i forhold til tidligere prøvetakinger. En må derfor anta at tilførselene av sur, tungmetallholdig avrenning fra Sextus-området til innsjøen har vært stabil i lang tid.

Resultatene for prøvesnittene i innsjøen viser små forandringer i pH-verdiene i perioden 1967 - 1984. I den perioden da deponeringen pågikk, var pH litt høyere enn nå. Dette er sannsynlig da avgangen fra oppredningsverket var alkalisk.

I tiden etter at deponeringen opphørte, synes pH gjennomgående å være lavere om vinteren enn om sommeren. Konsentrasjonene av tungmetaller viser heller ingen dramatiske endringer i perioden 1967 - 1984. Vi vil likevel bemerke følgende tendenser:

- Kobber- og sinkkonsentrasjonene var noe lavere i den perioden da deponering pågikk enn hva senere målinger viser. En mulig forklarende faktor kan være at adsorpsjon til nymalte avgangspartikler senket konsentrasjonen av metallioner i vannmassene, noe en har positive erfaringer med f.eks. fra Dausjøen i Skorovatn.

- Jernkonsentrasjonene var lavere i 1984 og 1979 enn da deponeringen pågikk.
- Sinkkonsentrasjonene var høyere vinteren 1979 enn om sommeren 1984.

Da deponeringen pågikk, var siktedypet i innsjøen svært dårlig, ca. 0,5 m. I 1984 ble dette målt til 4 m, noe som er lite sammenlignet med hva som er vanlig for lignende uberørte områder. Avgangen hadde dårlige sedimenteringsegenskaper i den perioden da den ble deponert i Orvsjøen. De fineste fraksjonene har derfor spredd seg over store deler av innsjøen. Det kan derfor tenkes at vind og bølger fortsatt hvirvler opp fine partikler fra grunne områder.

Hovedmengden av avgangen er imidlertid sedimentert på innsjøens dypeste område noe også sedimentprøvetakingen viser. Som i tidligere år var det umulig å få opp en sedimentprøve fra midten av deponeringsområdet med den prøvetakeren som ble benyttet. Dette skyldes sannsynligvis at avgangen var så grovkornet at den ikke ville feste seg i prøvetakingsrøret. En prøve av selve avgangsmaterialet ble tatt i ytterkant av deponeringsområdet. Prøvetakingsrøret gikk da gjennom avgangslaget og ned i det naturlige sedimentet som forhindret at avgangen rant ut av røret når dette ble heist opp til overflaten.

Sedimentprøven fra prøvested 01 bestod av et lag av ca. 20 cm med avgangsslam over det naturlige sediment. Avgangsslammet var lyst grått av farge og bar ingen synlige tegn på å inneholde oksyderte kismineraler. Analyseresultatene er i samsvar med tidligere observasjoner. Selve avgangen inneholder i gjennomsnitt 15 % magnetkis (FeS) som tilsvarer ca. 10 % Fe, 1,2 % Zn og 0,1 % Cu. Avgangen i prøve 01 inneholdt 8,0 - 9,3 % Fe, 0,7 - 0,8 % Zn og ca. 0,06 - 0,07 % Cu.

Sedimentet under avgangen har helt forskjellige egenskaper fra avgangsslammet idet kobberinnholdet er vesentlig høyere, og dessuten er det vesentligste av metallinnholdet lett ekstraherbart med fortynnet syre.

I prøve 02 var avgangssjiktet ca. 5 cm og hadde samme utseende som prøve 01. Et tynt lag av et lett, rødlig slam hadde lagt seg på toppen. Det naturlige sediment under avgangslaget hadde liksom ved 01 et

meget høyt tungmetallinnhold, langt høyere enn naturlige bakgrunnsverdier. Det er vanskelig å si hva dette skyldes, men dette lag må ha vært tilført innsjøen før avgangen ble deponert her. Analysene viser at metallene er felt ut som hydroksyder. Slikt slam kan være løselig igjen hvis pH blir tilstrekkelig lav. Ved 03 var det et lag på ca. 2,5 cm som viste en synlig fargeforskjell i forhold til segmentene under. Farge og sammensetning viser at laget inneholder mye avgangsslam.

De øvrige segmenter av kjerne 03 har et betydelig lavere metallinnhold i det naturlige slam enn 01 og 02. Dette er forøvrig i samsvar med tidligere observasjoner (1976 og 1979).

Analyseresultatene for sediment- og vannprøver som er tatt i 1984 tyder ikke på at det foregår noen ugunstig utvikling i innsjøen.

Resultatene for vannprøvene viser at vannmassene i Orvsjøen har tilstrekkelig bufferkapasitet til å nøytralisere de sure tilførselene og at pH-verdien i innsjøen fortsatt er gunstig med hensyn til fare for utvasking av metaller fra den deponerte avgang.

Forholdene i Orvsjøen bør kontrolleres igjen om noen år og det bør da tas prøver som viser både sommer- og vintersituasjonen.

#### 3.4 Avgangsdammene ved Kongens gruve

Avrenningen fra de gamle avgangsdammene drenerer til Orva. For å vurdere avgangens sammensetning og tilstand ble det tatt en prøvesnitt den 25.06. midt på avgangsdeponiet rett ovenfor dammen der avløpsvannet samles.

Området der prøvene ble tatt var flatt og overflaten var lys gulbrun. Det ble tatt opp prøver med spadebor fra 15, 60, 95 og 115 cm dyp. Grunnvannsnivået lå på ca. 50 cm.

Det var tydelig lagdeling med "tynne" lag av forskjellige farger og kornstørrelser, spesielt i de øvre 20 - 30 cm. Prøvene ble behandlet og analysert etter program som er beskrevet under 3.2.

Resultatene i tabell 11 viser en markert forskjell mellom den avgangen som ligger over og den som ligger under grunnvannsspeilet. En ser at det fra prøven over grunnvannsspeilet (15 cm) er vasket ut det vesentligste av sink og kadmiuminnholdet. Det meste av kobber- og blyinnholdet er også vasket ut.

Resultatene viser at forvitringen av kismineraler reduseres betydelig når de deponeres under grunnvannsspeilet.

Når det gjelder tungmetalltilførslene fra hele området er de meget store og avrenningsforholdene så kompliserte at eventuelle tiltak for å redusere belastningen på vassdraget vil bli kostbare og omfattende.

For å stabilisere forurensningssituasjonen er det viktig å ta hensyn til følgende forhold:

1. Det må ikke foretas dreneringsarbeider som kan føre til at grunnvannsspeilet i slamdammene synker.
2. Innholdet i dammene må ligge i ro. Kommunens planer om å deponere avfall i dammene kan ikke anbefales.
3. Vannstanden i nedre dam må sikres. Overløpet var i dårlig forfatning.

#### 4. UNDERSØKELSER I DJUPSJØEN

##### 4.1 Generelt

Figur 3 gir en oversikt over Djupsjøen og en del av nedbørfeltet. Djupsjøen ligger øst for Røros i Hittervassdraget som er sideelv til Glåma. Djupsjøen er påvirket av forurensningstilførsler fra gruveområdene på innsjøens nordside. Avrenningsforholdene er meget kompliserte og kan samles i 3 hovedkilder:

1. Avrenning fra Solskinnsgruva og Olavsgruva. Denne fører til Grunn-  
sjøen og videre til Djupsjøen.

2. Avrenning fra Storvartz-området. Samlet avrenning fanges opp i Prestbekken.
3. Avrenning fra avgangsbankene i Djupsjøens strandsone ved Prestbekkens munning.

Den midlere årlige avrenning fra område 1 ble undersøkt av NIVA i 1978/-79 og ble vurdert som meget beskjeden.

Tilførslene av tungmetaller fra området 2 er betydelig og stammer fra mange enkeltkilder. I undersøkelsen fra 1978/79 ble samlet avrenning fra Storvartz anslått til:

Kobber	:	1,6 tonn/år
Sink	:	7,2 tonn/år
Jern	:	12,4 tonn/år
Kadmium	:	12,7 kg/år
Sulfat	:	155 tonn/år

Flotasjonsverket ved Storvartz ble drevet i årene 1927 - 1973 og ukjente mengder avgang ble ført med Prestbekken ned til Djupsjøen før det ble bygget dammer for å fange opp avgangen. Avgangen ligger idag delvis over og delvis under vann i Djupsjøen.

I denne undersøkelsen tar en sikte på å vurdere hvilken betydning dette deponiet har på vannkvaliteten i Djupsjøen og hvilke tiltak som er nødvendige for å redusere belastningen på vassdraget.

#### 4.2 Analyseresultater

Under befaringen den 26. juni 1984 ble det tatt et prøvesnitt i innsjøen ved 3 lokaliteter. Analyseresultatene er samlet i tabellene 5, 6 og 7. I tabellene er også angitt kartreferanse for prøvetakingsstedene som også er markert på figur 3. Det ble også tatt stikkprøve av Prestbekken og av Djupsjøens utløp. For å vurdere spredning av avgangspartikler ble det tatt sedimentprøver fra de samme lokaliteter som vannprøvene. Sedimentkjernene ble snittet opp i segmenter og analysert på samme måte som for prøvene fra Orvsjøen. Resultatene er samlet i tabell 10.

Ved hjelp av et spadebor ble det tatt prøver av avgangsmassene på land. En prøve over og under grunnvannspeilet ble analysert. Prøvene ble frysetørret og behandlet etter to forskjellige teknikker som er beskrevet under 3.2. Analyseresultatene er samlet i tabell 11.

#### 4.3 Vurdering av analyseresultater

De to prøvesnittene som er tatt i hver sin ende av Djupsjøen (St1. og St.3) viser små forskjeller, noe som viser at sjøen er sterkt utsatt for vindkreftene. Sjøen er relativt grunn da store områder er grunnere enn 10 m. Største dyp er sannsynligvis ca. 25 m og er lokalisert til området omkring St.3.

pH-verdiene ved St.1 og St.3 viser verdier over pH 7,0. Dette innebærer at bufferkapasiteten i vannmassene er tilstrekkelig til å nøytralisere tilførslene fra Prestbekken og fra avgangsmassene i strandsonen.

Konsentrasjonene av tungmetaller er høye i hele innsjøen og på et nivå som er på grensen av hva laksefisk kan tåle. Etter norske forhold er kalsiumkonsentrasjonene høye og dette bidrar til å heve toksisitetsgrensene. Vi har ingen kjennskap til hva som finnes av fisk i innsjøen. Det er heller ikke kjent hvordan konsentrasjonene av tungmetaller varierer i løpet av året, eller om tungmetallnivået viser en tidstrend. Kontrollanalyser av prøver fra utløpet av Djupsjøen som NGU har utført for Røros Kobberverk i perioden 1970 - 77 viser relativt små variasjoner og med bl.a. sinkverdier på samme nivå som vi fant under vår befaringsreise. For de øvrige metaller er prøvetakingsfrekvensen for liten til å kunne gi en eventuell tidstrend.

Analyseresultatene for St.2 som ligger ca. 100 m fra land og ved Prestbekkens munning, viser at metallkonsentrasjonene er meget høye nær slamdeponiet. Dette skyldes sikkert for en stor del at konsentrasjonene i Prestbekken er høye, men det foregår også en betydelig partikkeltransport fra slambankene når det er vind og bølger. Under vår befaringsreise var partikkeltransporten lett synlig flere hundre meter fra land og hadde da en retning mot St.3. En må derfor anta at avgangspartikler og hydroksydsлам lett spres over hele innsjøen.

### Sedimentundersøkelser

Sedimentanalysene (tabell 10) viser høye metallverdier ved alle stasjoner og ved alle dyp. Prøvested D1 er ved St.1, prøvested D2 og D3 er henholdsvis ca. 100 og 500 m utenfor slambanken og består av avgangsslam mer eller mindre oksydert, mens prøvested D4 er ved St.3.

Resultatene viser at avgangsslammet har spredd seg godt over hele innsjøen. Ved D4 er laget ca. 15 cm tykt. Ved D3 viser resultatene at delvis oksyderte avgangspartikler som transporteres bort fra slambanken med bølger og vind sedimenterer oppå den opprinnelige avgangen som sedimenterte der da oppredningsverket gikk. En ser at laget av resuspendert slam er ca. 10 cm tykt ved D3.

### Avgangsslammet i strandsonen

For å avgjøre avgangens sammensetning og tilstand ble prøver tatt ut over og under vannspeilet analysert som beskrevet i 3.2. Resultatene (tabell 11) viser at vesentlige deler av tungmetallinnholdet i avgangen over grunnvannsspeilet var vasket ut. Ved å sammenligne resultatene for vannuttrekk med oppsluttet avgang ser en at sink og kadmium er mer mobilt enn de andre metaller.

Analyseresultatene for det slammet som ligger under vannspeilet (55 cm) viser at dette er lite oksydert. Det viser at avgangen er relativt stabil så lenge den ligger under vann.

Resultatene viser også at en plutselig senkning av vannspeilet kan føre til en betydelig økning i tungmetallbelastning på vassdraget.

Behovet for tiltak i Djupsjøen er knyttet til følgende forhold:

1. Det er fare for at vannstanden kan synke da den gamle tømmerkistedammen ved utløpet er i dårlig forfatning. Lavere vannstand vil føre til økt oksydasjon og utvasking av metaller fra avgangsslammet.
2. Røros Kommune bruker infiltrasjonsvann fra vassdraget nedstrøms som drikkevann.



Som et regneeksempel anslår vi at 100 000 tonn avgang blir tørrlagt ved en nivåsenkning på 1 m. Hvis vi ser på sink, som er det mest mobile av metallionene, vil det teoretisk bli tilført 1300 tonn sink over en del år, kanskje i løpet av størrelsesorden 10 år siden oksidasjonsprosessene allerede er godt igang. I følge tidligere undersøkelser er dagens tilførsler fra Storwartz-området ca. 7 tonn Zn/år (2). Dagens bidrag fra avgangen i Djupsjøen er det vanskelig å beregne uten å foreta mer detaljerte undersøkelser, men regneeksemplet viser at det er fare for at tungmetalltilførslene til vassdraget vil øke til flere ganger dagens nivå dersom vannspeilet i Djupsjøen senkes.

For å stabilisere forurensningssituasjonen i Djupsjøen er det på denne bakgrunn to tiltak som er aktuelle:

1. Holde dagens vannstand ved å sikre eksisterende dam.
2. Bringe avgangsmassene under vann.

Det bør derfor foretas en sakkyndig vurdering av eksisterende dam med hensyn til hvor stor faren er for at vannstanden skal synke.

På lengre sikt kan det også være fare for at tilførslene fra Storwartz-området kan øke da avgangen der oppe for en stor del er tørrlagt. Dersom denne faren blir reell, vil tiltakene ved Storwartz ha et vesentlig større omfang enn de foreslåtte nede ved Djupsjøen.

Det er derfor grunn til å peke på nødvendigheten av en mer systematisk overvåking av situasjonen i hele området for å ha kontroll med utviklingen i forurensningssituasjonen slik at tiltak kan settes inn på et så tidlig tidspunkt som mulig. Det er også av interesse å foreta en nærmere kartlegging av effektene på innsjøen bl.a. med hensyn til fiskeforhold. Slike undersøkelser vil kunne vise eventuelle utviklingstrender.

## 5. UNDERSØKELSER VED STORWARTZ

På samme måte som ved Kongens gruve og ved deponiet nede ved Djupsjøen ble det tatt prøvesnitt i avgangsmassene opp ved oppredningsverket ved Storwartz.

Det ble tatt prøver ved to punkter. S1 - S2 ble tatt vest for bekken for oppredningsverket, mens Sx1 - Sx2 ble tatt på motsatt side. Terrenget skråner mot syd, og noe lengre ned var avgangen dekket av vann. Begge steder var prøvene sterkt lagdelte, muligens på grunn av erosjon. Grunnvannet sto relativt grunt i begge prøvehullene, henholdsvis ca. 25 cm ved S og 45 cm under overflaten ved Sx. Eksakte bestemmelser av grunnvannsnivået var vanskelig.

Prøvetakingsdyp og analyseresultater er samlet i tabell 1 til 11.

Resultatene viser at avgangsmassene ved Storwartz inneholder mindre tungmetaller enn de nede ved Djupsjøen. Dessuten har forvitringen ikke kommet så langt som nede ved Djupsjøen. Vesentlig deler av overflatelagets innhold av sink og kadmium er også her vasket ut, men mye av avgangen som ligger over grunnvannsspeilet synes å være relativt upåvirket ennå. Dette kan ha flere årsaker. Avgangen ved Storwartz er av yngre dato enn nede ved Djupsjøen, dessuten synes oppredningen å ha vært mer effektiv i de seneste år enn tidligere.

Erfaringene fra Djupsjøen viser at utvaskingen av metaller vil øke når vannstanden synker. For å unngå en økning av metalltransporten fra området er det derfor viktig å sikre vannstanden i nedre dam.

Det er observert sandflukt fra deler av avgangsmassene ved Storwartz under perioder med sterk vind i sommerhalvåret. Det anbefales derfor at det foretas en overdekking av dette område med egnede masser.

6. REFERANSER

- (1) A/S Røros Kobberverk. En undersøkelse av Orvsjøen. 1973. NIVA-rapport 0-101/73.
- (2) Røros Kobberverk. Vannforurensning fra gruver NIVA-rapport 0-78050. 1980.
- (3) Utløsning fra deponert avgang i Dausjøen. Utredning for Elkem a/s Skorovas Gruber. NIVA-rapport, 0-78083, 1979.

IVE/GUM

29.01.85

=====

NIVA \*  
\*  
\*            TABELL NR.: 1  
MILTEK \*  
=====

PROSJEKT: 84077 \*  
\*  
\*            KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
\*            STASJON: ORVSJØEN VED STØRSTE DYP  
\*  
\*            DATO: 12 NOV 84        \*

=====

DATO	DYP M	TEMP GR. C	PH	KOND MS/M	TURB FTU	KOF-PE MG/L	S-TS MG/L	S-GR MG/L	ALK ML/L	CL MG/L
840625	1.0	9.50	6.51	3.33	1.6	1.80	2.7	1.0	0.78	0.90
	5.0	9.50	6.60	3.33	1.6					
	10.0	9.50	6.59	3.34	1.6	1.70			0.78	0.90
	15.0	9.50	6.65	3.32	1.4					
	19.0	9.50	6.61	3.35	1.5	1.80			0.78	0.90

=====

NIVA \*  
\*  
\*            TABELL NR.: 1  
MILTEK \*  
=====

PROSJEKT: 84077 \*  
\*  
\*            KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
\*            STASJON: ORVSJØEN VED STØRSTE DYP  
\*  
\*            DATO: 12 NOV 84        \*

=====

DATO	DYP M	SO4 MG/L	NA MG/L	CA MG/L	MG MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	CD MIK/L
840625	1.0	9.0	0.88	2.93	0.67	200	76	160	400	0.81
	5.0	9.0					82	160	390	0.79
	10.0	9.0	0.88	2.94	0.67	190	80	160	390	0.76
	15.0	8.9					81	160	390	0.77
	19.0	8.8	0.88	2.97	0.67	200	89	170	400	0.78

Siktedyp : 4.0 m

NIVA \*

\* TABELL NR.: 2

MILTEK \*

\* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

PROSJEKT: 84077 \*

\* STASJON: ORVYSJØEN VED SVØRSTE DYP

DATE: 1 FEB 85 \*

DATE	DYP M	TEMP GR. C	PH	KOND MS/M	TURB FTU	S-TS MG/L	S-GR MG/L	SO4 MG/L	CA MG/L	MG MG/L	FE MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
670205	1.0	1.55	6.70	3.53	0.90			8.7				85	349
	2.0	2.05	6.70	3.47	0.70				3.07	0.94		108	435
	6.0	2.30	6.60	3.62	0.80								
	8.0	2.42	6.60	3.62	0.70								
	10.0	2.65	6.60	3.71	0.80								
730823	0.0	10.40	6.80	3.40	1.20				3.10	0.78		118	474
	2.0	10.40	6.90	3.40	1.20				3.10	0.72		135	400
	5.0	10.30	6.90	3.40	1.20				3.10	0.77		135	400
	10.0	10.30	6.90	3.40	1.40				3.00	0.76		135	400
	15.0	10.30	6.90	3.40	1.40			10.0	3.10	0.77		150	415
760629	2.0	10.10	6.65	4.31	6.30	10.1	8.9	9.0	5.50	0.82	165	65	270
	4.0	10.10	6.85	4.49	6.20	8.7	7.6	9.0	5.20	0.75	150	85	275
	6.0	10.10	6.88	4.43	7.40	9.6	8.4	9.0	5.01	0.73	145	65	270
	8.0	10.00	6.95	4.50	6.90	10.5	9.3	9.0	5.00	0.71	150	75	275
	10.0	9.90	6.96	4.28	7.80	9.0	7.7	9.1	5.10	0.71	135	75	320
	13.0	9.90	6.97	4.15	7.00	10.3	8.8	9.1	5.50	0.73	170	85	320
	15.0	9.90	7.00	4.26				9.4	5.90	0.87	680	110	390
760829	2.0		7.63	5.51	4.80			10.0	6.00	0.72	140	180	400
	12.0		7.69	6.62	8.40			12.0	7.90	0.69	320	55	170
	18.0		7.61	6.38	8.00			13.0	7.50	0.77	360	55	230
790403	2.0	1.00	6.48	5.35	1.30			12.0	4.80	0.88	40	130	750
	4.0	1.20	6.32	5.29	1.40			13.0			40	125	800
	6.0	1.40	6.37	5.36	1.10			14.0			50	140	800
	8.0	1.50	6.40	5.50	1.50			14.0	5.10	0.93	50	150	800
	10.0	1.60	6.33	5.41	1.20			14.0			40	140	800
	12.0	1.70	6.02	5.72	1.20			16.0			50	180	850
	14.0	1.80	5.83	6.14	1.60			18.0	5.80	1.15	60	200	900
	16.0	2.30	5.69	6.77	1.30			21.0			60	215	1000
	18.0	2.30	6.05	7.02				21.0			420 *	18 *	900 *

\* GF/C - filtrert

NIVA \*  
 \*  
 \* TABELL NR.: 3  
 \*  
 \* MILLTEK  
 \*  
 \*  
 \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \*  
 \* PROSJEKT: 84077  
 \*  
 \* STASJON: INNLØP FRA SEXIUS 32VPQ 195528  
 \*  
 \* DATO: 13 NOV 84  
 \*

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	TURB FTU	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
840625	3.56	40.6	0.33	18.4	6.08	170	6610	1910	19.0	3750	9690

NIVA \*  
 \*  
 \* TABELL NR.: 3  
 \*  
 \* MILLTEK  
 \*  
 \*  
 \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \*  
 \* PROSJEKT: 84077  
 \*  
 \* STASJON: PRESTBEKKEN VED INNLØP DJUPSJØEN 32VPQ 301437  
 \*  
 \* DATO: 13 NOV 84  
 \*

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	TURB FTU	KOF-PE MG/L	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CD MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L
840626	4.69	35.1	3.2	3.0	30.8	8.65	170	2100	7400	13.5	1670	6800

NIVA \*  
\*  
MILTEK \*  
\*  
PROSJEKT: 84077 \*  
\*  
DATO: 13 NOV 84 \*

TABELL NR.: 4

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

STASJON: UTLØP ORVSJØEN 32VPQ 194519

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	TURB FTU	KOF-PE MG/L	TOC MG/L	ALK ML/L	CL MG/L	SO4 MG/L
840625	6.49	3.45	1.7	2.1		0.73	0.9	9.0
840904	6.49	3.88			2.2	0.83		8.0

NIVA \*  
\*  
MILTEK \*  
\*  
PROSJEKT: 84077 \*  
\*  
DATO: 13 NOV 84 \*

TABELL NR.: 4

KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.

STASJON: UTLØP ORVSJØEN 32VPQ 194519

DATO/OBS.NR.	CA MG/L	MG MG/L	NA MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CJ MIK/L	ZN MIK/L	CD MIK/L	PB MIK/L
840625	3.01	0.70	0.89	195	110	160	420	0.81	
840904	3.21	0.75		128	52	130	390	0.75	0.9

\*  
 \* NIVA  
 \* TABELL NR.: 5  
 \* MILTEK  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \* PROSJEKT: 84077  
 \* STASJON: DJUPSJØEN ST.1 32VPQ 292432  
 \*  
 \* DATO: 12 NOV 84

DATE	DYP M	TEMP GR. C	PH	KOND MS/M	TURB FTU	KOF-PE MG/L	ALK ML/L	CL MG/L	SO4 MG/L
840626	1.0	10.00	7.15	6.50	0.73	4.00	3.34	1.1	9.0
	5.0	10.00	7.32	6.49	0.65				9.0
	10.0	9.90	7.31	6.49	0.69	3.60	3.38		10.0

\*  
 \* NIVA  
 \* TABELL NR.: 5  
 \* MILTEK  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \* PROSJEKT: 84077  
 \* STASJON: DJUPSJØEN ST.1 32VPQ 292432  
 \*  
 \* DATO: 12 NOV 84

DATE	DYP M	CA MG/L	MG MG/L	NA MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	CD MIK/L
840626	1.0	7.28	2.09	0.82	37	270	39	200	0.40
	5.0					270	39	200	0.36
	10.0	7.33	2.10		48	270	47	210	0.36

Siktedyp : 4.8 m



\* NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 6 \*  
 \* MILTEK \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA. \*  
 \* PROSJEKT: 84077 \*  
 \* STASJON: DJUPSJØEN ST.2 32VPQ 302435 \*  
 \* DATO: 12 NOV 84 \*

DATO	DYP M	PH	KOND MS/M	TURB FTU	S-TS MG/L	S-GR MG/L	KOF-PE MG/L	ALK ML/L	SO4 MG/L
840626	1.0	5.71	17.52	9.8	9.1	4.8	3.0	0.55	70

\* NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 6 \*  
 \* MILTEK \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA. \*  
 \* PROSJEKT: 84077 \*  
 \* STASJON: DJUPSJØEN ST.2 32VPQ 302435 \*  
 \* DATO: 12 NOV 84 \*

DATO	DYP M	CA MG/L	MG MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	CD MIK/L
840626	1.0	16.70	4.68	820	3200	960	3830	7.50

Siktedyp : 1.5 m

\* NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 7 \*  
 \* MILITEK \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA. \*  
 \* PROSJEKT: 84077 \*  
 \* STASJON: DJUPSJØEN ST.3 32VPQ 310426 \*  
 \* DATO: 13 NOV 84 \*

DATE	DYP M	TEMP GR. C	PH	KOND MS/M	TURB FTU	KOF-PE MG/L	ALK ML/L	CL MG/L	SO4 MG/L
840626	1.0	10.00	7.26	6.40	0.58	4.00	3.39	1.20	9.0
	5.0	9.80	7.31	6.37	0.57				9.0
	15.0	9.80	7.30	6.40	0.54	3.30	3.41		9.0
	23.0	7.00	7.07	6.51	0.52	3.30	3.34		9.0

\* NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 7 \*  
 \* MILITEK \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA. \*  
 \* PROSJEKT: 84077 \*  
 \* STASJON: DJUPSJØEN ST.3 32VPQ 310426 \*  
 \* DATO: 13 NOV 84 \*

DATE	DYP M	CA MG/L	MG MG/L	NA MG/L	AL MIK/L	FE MIK/L	CU MIK/L	ZN MIK/L	CD MIK/L
840626	1.0	7.17	2.06	0.81	21	250	42	190	0.35
	5.0					210	34	180	0.31
	15.0	7.26	2.07		27	250	36	190	0.32
	23.0	7.23	2.09		31	260	60	220	0.38

Siktedyp : 5.0 m

=====  
NIVA \*  
\*  
TABELL NR.: 8  
\*  
MILTEK  
=====  
\*  
PROSJEKT: 84077  
\*  
\*  
DATO: 13 NOV 84 \*  
=====  
KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
STASJON: UTLØP DJUPEJØEN 32VPQ 275435

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	TURB FTU	KOF-PE MG/L	ALK ML/L	CL MG/L	SO4 MG/L
840626	7.29	6.42	0.58	3.7	3.32	1.1	10.0

=====  
NIVA \*  
\*  
TABELL NR.: 8  
\*  
MILTEK  
=====  
\*  
PROSJEKT: 84077  
\*  
\*  
DATO: 13 NOV 84 \*  
=====  
KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
STASJON: UTLØP DJUPEJØEN 32VPQ 275435

DATE/OBS.NR.	CA MG/L	MG MG/L	NA MG/L	AL MG/L	FE MG/L	CU MG/L	ZN MG/L	CD MG/L
840626	7.25	2.03	0.83	27	250	32.5	180	0.29

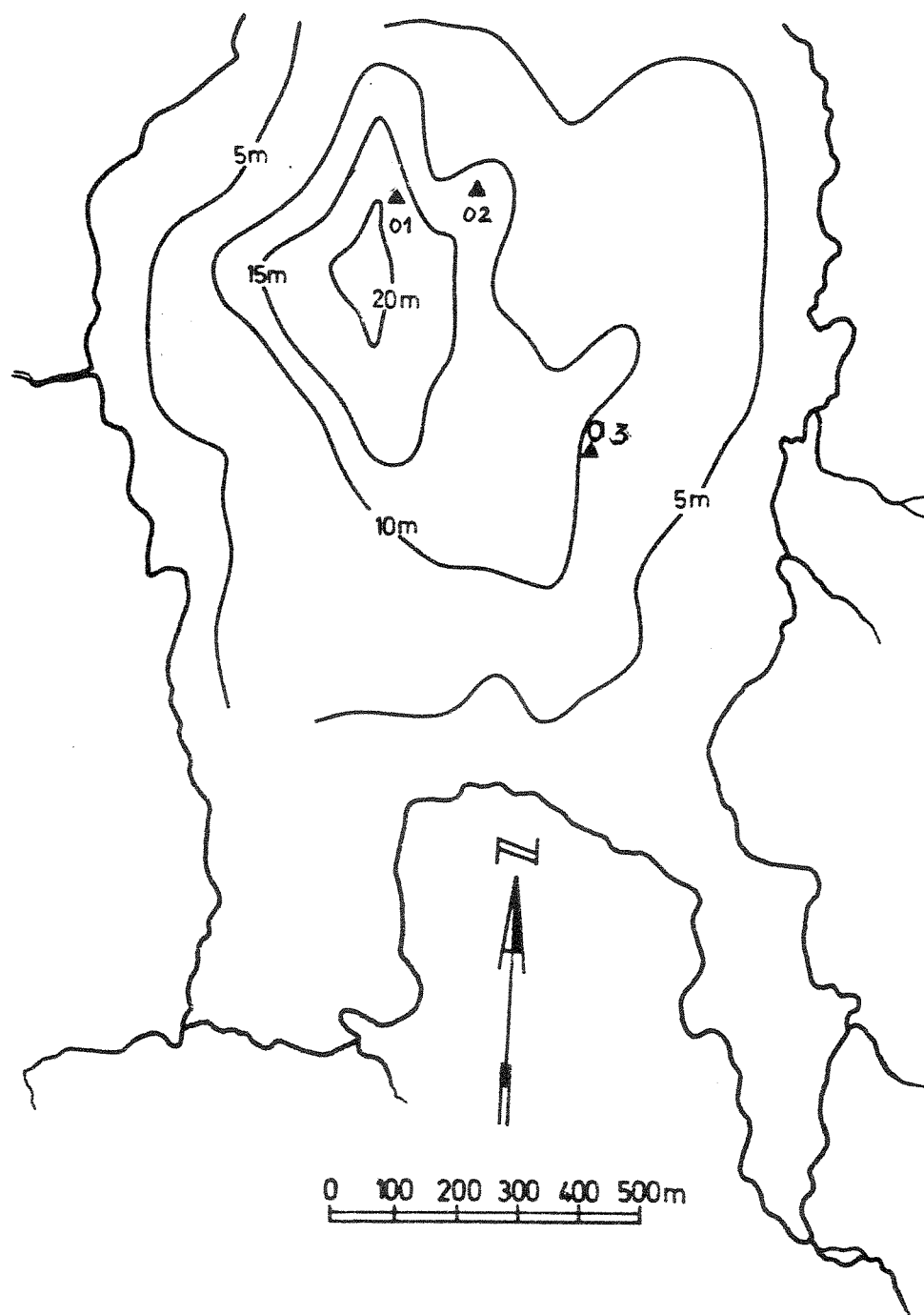


TABELL 10. Analyse av sedimentprøver tatt 26.06.84 i Djupsjøen

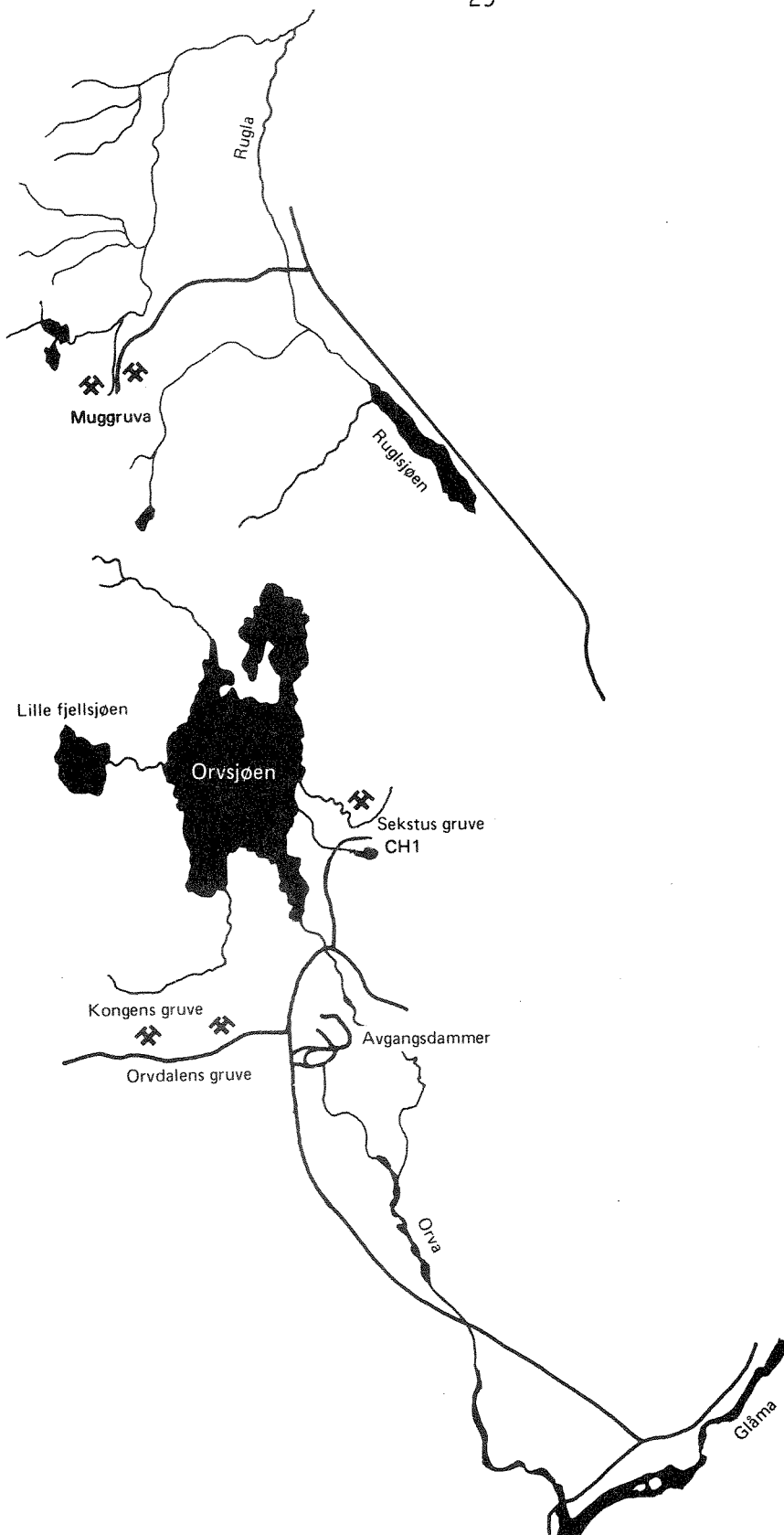
Prøvested *	Segment nr. *	Tykkelse *	cm	%Fe *	Utløst med saltsyre mg Cu/kg	mg Zn/kg	%Fe *	Utløst med varm salpetersyre mg Cu/kg	mg Zn/kg
D 1	01	5	4.21	2040	2820	17.3	4020	4120	
	02	5	3.51	4260	4630	14.2	7410	6600	
	03	5	5.59	942	2760	9.71	1260	3820	
D 2	01	5	2.26	713	1190	15.8	3170	5140	
	02	5	1.60	430	1140	14.5	2010	5960	
	03	5	1.42	370	1580	17.9	3330	7530	
D 3	01	5	2.82	940	2000	15.0	2300	4700	
	02	5	1.85	632	3070	18.2	4000	7720	
	03	5	2.16	576	2340	20.3	5950	14200	
	04	5	2.42	580	1800	17.1	6290	14800	
	05	5	2.72	1270	3510	16.2	6460	19900	
D 4	01	5	7.54	2110	2660	21.8	4070	4400	
	02	5	4.04	1920	4820	20.5	6970	9320	
	03	5	3.88	3470	4910	13.9	7430	8210	
	04	5	0.73	348	3020	4.80	738	3790	



▲ Sedimentprøver

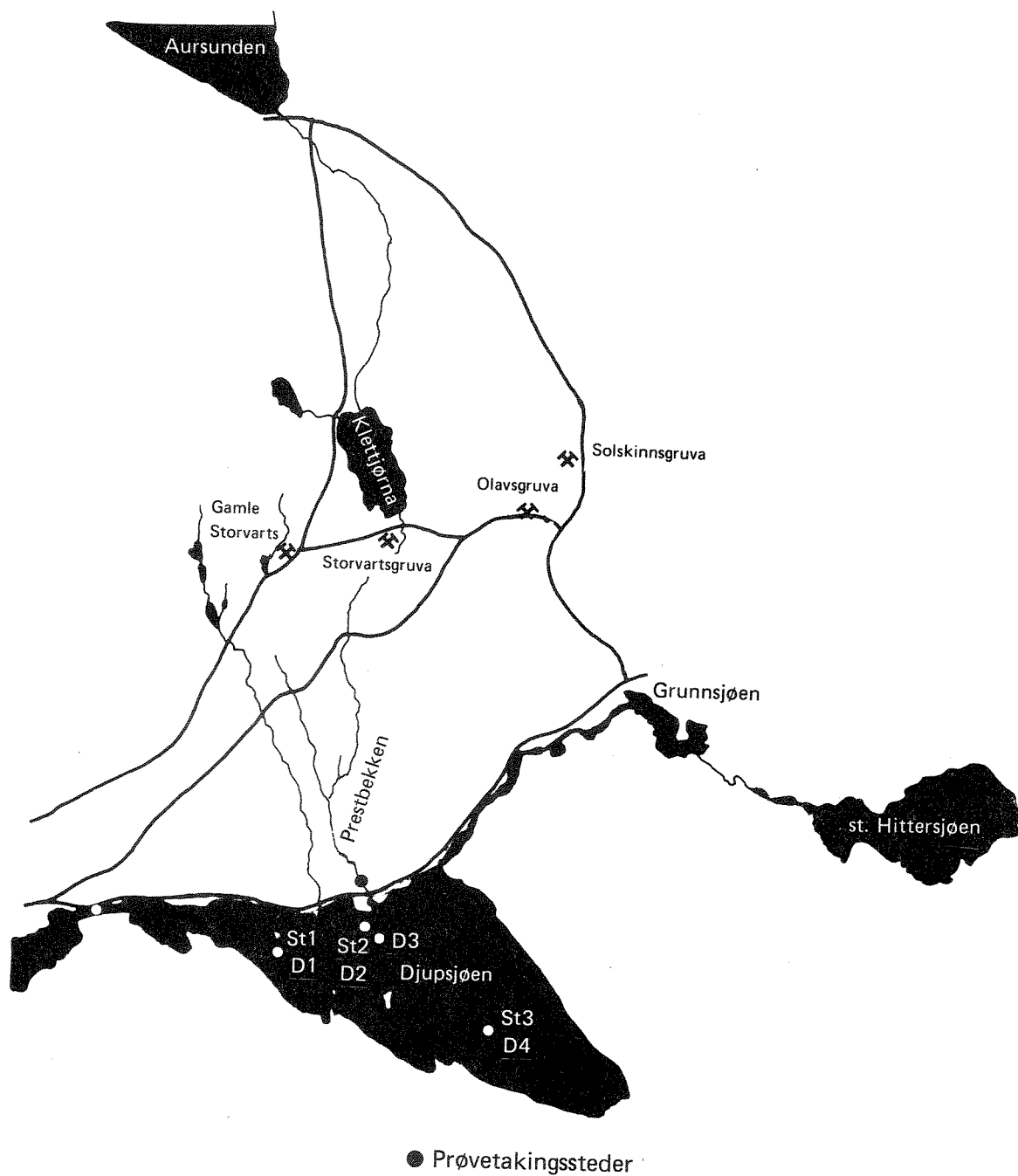


Figur 1. Kartutsnitt av Orvsjøen med sedimentprøvesteder.



Figur 2. Kartskisse over gruveområdene ved Orvsjøen.





Figur 3. Kartskisse over gruveområdene ved Djupsjøen.