

0-81071

0-81071

1853

ARKIV  
EKSEMPLAR

# Arrondering og kalking av velter ved Kjøligruver



# NIVA – RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Hovedkontor  
Postboks 333  
0314 Oslo 3  
Telefon (02) 23 52 80

Sørlandsavdelingen  
Grooseveien 36  
4890 Grimstad  
Telefon (041) 43 033

Østlandsavdelingen  
Rute 866  
2312 Ottestad  
Telefon (065) 76 752

Vestlandsavdelingen  
Breiviken 2  
5035 Bergen - Sandviken  
Telefon (05) 25 97 00

Prosjektnr.:	0-81071
Undernummer:	
Løpenummer:	1853
Begrenset distribusjon:	

Rapportens tittel: ARRONDERING OG KALKING AV BERGVELTER VED KJØLI GRUVER.  Vurdering av tiltaket etter 5 år.	Dato: april 1986
	Prosjektnummer: 0-81071
Forfatter (e):  Iversen, Eigil	Faggruppe:
	Geografisk område: Sør-Trøndelag
	Antall sider (inkl. bilag):

Oppdragsgiver:  INDUSTRIDEPARTEMENTET, Bergverkskontoret.	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Avrenningen fra Kjøli gruver bidrar med ca. 40 % av kobber-tilførselen til øvre Gaula. I 1981 ble bergveltene i gruveområdet arrondert og kalket som et forsøk på å redusere tungmetallutløsningen fra veltene. Det er hittil ikke påvist noen positive effekter av tiltaket. Undersøkelsene vil bli fortsatt.
---

4 emneord, norske:
1. Kisgruve
2. Drensvann
3. Tungmetaller
4. Kalking

4 emneord, engelske:
1. Pyrite Mining
2. Acid Mine Drainage
3. Heavy Metals
4. Lime treatment

Prosjektleder:

*Eigil Iversen*

For administrasjonen:

*Ulrich Johnsen*

ISBN 82-577-1063-6

O-81071

ARRONDERING OG KALKING AV VELTER VED KJØLI GRUVER

Vurdering av tiltaket etter 5 år

Oslo, april 1986

Saksbehandler: Eigil Iversen

## FORORD

*Undersøkelsene ved Kjøli Gruber i Gauldalen har pågått siden 1977 og Industridepartementet, Bergvervskkontoret har hele tiden vært oppdragsgiver.*

*I 1977/78 ble det gjennomført et måleprogram for å kartlegge forurensningstilførselene og dette var utgangspunkt for det kalkings- og arronderingstiltak som Industridepartementet gjennomførte i 1981. I årene etter har avrenningen vært kontrollert etter et fast program.*

*Arkitekt Egil Sortberg MNAL har tegnet den landskapsmessige form som veltene nå er gitt, mens A/S Linjetjeneste, Tydal har stått for alt anleggsarbeid. Bergmester Ole Nordsteien har vært myndighetenes representant i forbindelse med anleggsarbeidet og har vært ansvarlig for anleggets fremdrift, for de senere dreneringsarbeider, og foretatt vurderinger av bergvekstekniske spørsmål. Norsk institutt for vannforskning har foretatt undersøkelsene av avrenningen fra området.*

*Den rutinemessige innsamling av vannprøver har vært utført av John K. Bjørgård, Ålen som vi herved takker for vel utført arbeid i forbindelse med feltarbeidet.*

*Oslo, april 1986*

*Egil Iversen*

## INNHOLDSFORTEGNELSE

	<u>Side:</u>
1. INNLEDNING	4
2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER	5
2.1. Forurensningstiltaksler	5
2.2. Tiltak mot forurensninger	6
2.2.1. Gruvevannet	6
2.2.2. Veltene	7
3. ARRONDERING OG KALKING AV VELTENE	
3.1. Beskrivelse av anleggets fremdrift	11
3.2. Måleprogram	12
3.3. Vurdering av analyseresultatene	12
4. SAMLET VURDERING AV TILTAKET ETTER 5 ÅR. FORSLAG TIL VIDERE TILTAK	20
Bilag 1. Nedbørsummer i millimeter 1957 - 85	37
Bilag 2. Månedsmidler av lufttemperatur 1958 - 85	38
Bilag 3. Trondhemiske Bergdistrikt. Rapport vedrørende arron- dering og kalking av velter ved Kjøli Gruber, Holtålen Kommune	39

## 1 INNLEDNING

Kjøli gruve er en underjordsgruve som har vært drevet på kobberkis og svovelkis.

Gruveområdet ligger øverst i Gauldalen 4 mil nordøst for Røros ca. 1070 m.o.h. Området drenerer til Gaulavassdraget via Storbekken. Gruva ble først åpnet i 1766 og ble sist gang nedlagt i 1941. Den ble drevet på kobberkis i årene 1766 - 98 og 1857 - 68. Produksjonen i disse periodene var relativt beskjeden. Aktiviteten var størst i årene 1886 - 1930 da det ble drevet på svovelkis, og det vesentligste av veltene ble også lagt opp i disse årene.

Da malmen ble sortert ved hånскеiding, er veltene relativt rike på kisminerale. Veltemassenes volum er anslått til 80.000 m<sup>3</sup>.

Adkomsten til gruva er vanskelig i store deler av året. En 5 km lang kjerrevei fører ned til Jensåsvollan som ligger ved bomveien fra Reitan til Tydal. Disse veiene blir ikke brøytet om vinteren. Avstanden fra Jensåsvollan til Reitan er ca. 15 km.

Som et forsøk på å redusere forurensningstilførslene til Gaula fra dette gruveområdet, ble veltene arrondert og kalket i 1981. Denne rapporten gir et sammendrag av tidligere undersøkelser og en vurdering av resultatene av det måleprogram som er gjennomført etter at kalkingen ble gjennomført.

## 2. TIDLIGERE UNDERSØKELSER

### 2.1. Forurensningstilførsler

Etter oppdrag fra Industridepartementet, Bergverkskontoret foretok NIVA i perioden 1977 - 78 en undersøkelse av avrenningsforholdene i gruveområdet. Forurensningstilførslene ble lokalisert til to hovedkilder:

1. Gruvevann.
2. Drensvann fra velter.

Det ble funnet at avrenning fra bergveltene betydde mest for den totale avrenning av forurensningskomponenter fra området. I rapporten fra 1979 ble følgende massetransporter beregnet:

	Gruvevann	Velter	Totalt
Kobber tonn/år	0,4	2,3	2,7
Sink tonn/år	0,05	0,1	0,1
Jern tonn/år	5,3	22	27
Sulfat tonn/år	36,0	102	138

Gaula er også sterkt belastet med tungmetalltilførsler fra Killingdal Gruber. Det er anslått at avrenningen fra Kjøli bidrar med henholdsvis 42 %, 0,6 %, 27 % og 37 % av samlet transport av kobber, sink, jern og sulfat fra Kjøli og Killingdal til Gaula.

Kadmium er et metall som alltid følger sink. Selv om konsentrasjonene er betydelig lavere enn for sink, er slik avrenning som inneholder sink og kadmium meget betenkelig da kadmium har andre og mer toksiske egenskaper enn sink. Avrenningen fra Kjøli inneholder imidlertid relativt lite sink og kadmium.

## 2.2. Tiltak mot forurensninger

Tungmetallforurensninger fra områder der det har vært drevet gruvedrift etter kisminerale, har sin årsak i forvitring av kisminerale. De prosesser som styrer denne forvitringen er meget kompliserte og har både bakteriologiske og kjemiske årsaker. Grovt forenklet kan en si at under forvitringen frigjøres metaller som er bundet som sulfider samtidig som svovelet i sulfidene oksyderes til sulfat under syredannelse.

Når en skal vurdere mulige tiltak for å redusere slik avrenning, kan disse forenklet deles inn i to grupper:

1. Tiltak som tar sikte på å angripe årsakene til forvitringen.
2. Behandling av drensvannet.

I praksis vil de finansielle mulighetene sterkt begrense valg av tiltak. Ved Kjøli gruver ble tiltak vurdert både når det gjelder avrenning fra gruva og fra veltene.

### 2.2.1. Gruvevannet

Gruva er idag delvis vannfylt til nivå 1047 m og vannet renner ut gjennom "vannstollen". Rent teoretisk vil det være mulig å redusere transporten av forurensningskomponenter ut av gruva ved å heve vannspeilet. Oksydasjonen av kisminerale reduseres betydelig når de lagres under vann da tilgangen på oksygen er meget begrenset.

Dersom vannstollen stenges, vil vannspeilet stige med 17 m til nivå 1064 og vannet vil renne ut transportstollen. Bergmester Ole Nordsteien har beregnet arealene over dagens nivå og over nivå 1064 slik:

	Nivå 1047	Nivå 1064
Areal av heng- og liggflater:	64.000 m <sup>2</sup>	32.000 m <sup>2</sup>
Pillar- og strossevegger:	7.000 m <sup>2</sup>	3.500 m <sup>2</sup>



Ved å heve vannspeilet til høyest mulig nivå vil altså arealet over vannspeilet reduseres med ca. 50 %. Volumet mellom nivå 1047 og 1064 er ca. 30.000 m<sup>3</sup>.

I følge beskrivelser av malmen har den skarpe grenser og med en mektighet på ca. 1 m i middel. Det antas derfor at heng- og liggflater i det vesentlige består av uholdig sideberg. Det er sannsynlig at det ligger igjen en del malmsubbus over deler av liggflaten.

Ut fra de kjennskaper en har til forholdene i gruva og til dagens materialtransport, ble det vurdert slik at det var relativt lite en ville oppnå m.h.t. reduksjon av metalltransporten fra gruverommene ved å heve vannspeilet i gruva. Effektene av et slikt tiltak ville derfor ikke stå i noe rimelig forhold til kostnadene.

#### 2.2.2. Veltene

Etter en samlet vurdering ble det klart at det var nødvendig å konsentrere tiltakene om veltene for å oppnå resultater av betydning. Følgende alternative tiltak ble vurdert:

1. Kalking av veltene.
2. Dekking av veltene med plastfolie.
3. Bygging av slamdam for felling.
4. Deponering av veltmasser i Kjølitjern.
5. Oppredning til kobberkonsentrat v.h.a mobilt oppredningsverk.  
Deponering av avgang i gruva.

#### Alternativ 1

Veltenes volum er ca. 80 - 85.000 m<sup>3</sup> og dekker ca. 15 - 20 dekar. Veltene lå delvis på ras. For å komme til med utstyr, og få til en jevn spredning over massene er det nødvendig å jevne massene ut slik at bratte skråninger forsvinner og overflaten blir jevn. Til en første-gangskalking ble det anslått et kalkbehov på ca. 100 tonn. Hensikten med kalkingen er å redusere bakterieaktiviteten i haugen ved å heve pH i kontaktflaten til kismineralene. Det ble presisert at en arrondering og kalking må betraktes som et forsøksprosjekt da det på forhånd ikke kan garanteres hvilke resultater som kunne oppnås. Tiltaket vil heller ikke være noen endelig løsning på forurensningsproblemet.

Tiltaket ble kostnadsregnet til ca. kr. 600.000,- i anleggskostnader.

#### Alternativ 2

Hensikten med tiltaket er å tørrelegge veltene, slik at tilgangen på vann, som er en av faktorene i forvittringsprosessen, blir redusert mest mulig. Tiltaket krever en arrondering som i alt. 1. I tillegg må veltene dekkes med et fint materiale for at platen ikke skal punkteres. Over platen bør legges et ytterligere fint materiale som kan forsøkes tilsådd.

Tiltaket kan eventuelt gjennomføres etter at effektene av alternativ 1 er kjent. De totale kostnader ble anslått til ca. 1 mill. kr.

#### Alternativ 3

Ved å bygge en fellingsdam for tungmetallsлам kan tungmetalltransporten begrenses enten i hele året eller i deler av året hvor den er størst.

Tiltaket medfører betydelige anleggsmessige kostnader i form av bygging av slamdam, bygninger, doseringsanlegg for kalkslurry, vei-forbindelse og elektrisk kraft. Anlegget krever dessuten fast tilgang av driftspersonell.

Anleggskostnader ble anslått til ca. 1 mill kr. og årlige driftskostnader på ca. 300.000 kr. Tiltaket vil ikke være noen endelig løsning og forutsettes drevet i overskuelig fremtid.

#### Alternativ 4

Ved å deponere veltene i Kjølitjern vil forvitringen kunne reduseres betydelig.

Tiltaket ble forkastet delvis p.g.a. at det var usikkert om det var plass i tjernet og delvis p.g.a. at det trolig ville møte stor motstand fra bygdefolket da Kjølitjern er et brukbart fiskevann.

Kostnadene i forbindelse med transport og opplasting ble anslått til kr 20,- pr. tonn eller totalt omkring ca. 4 mill. kr. Tiltaket forut-

setter bygging av adkomstveier og opprydding, kalking og evt. tilsåing.

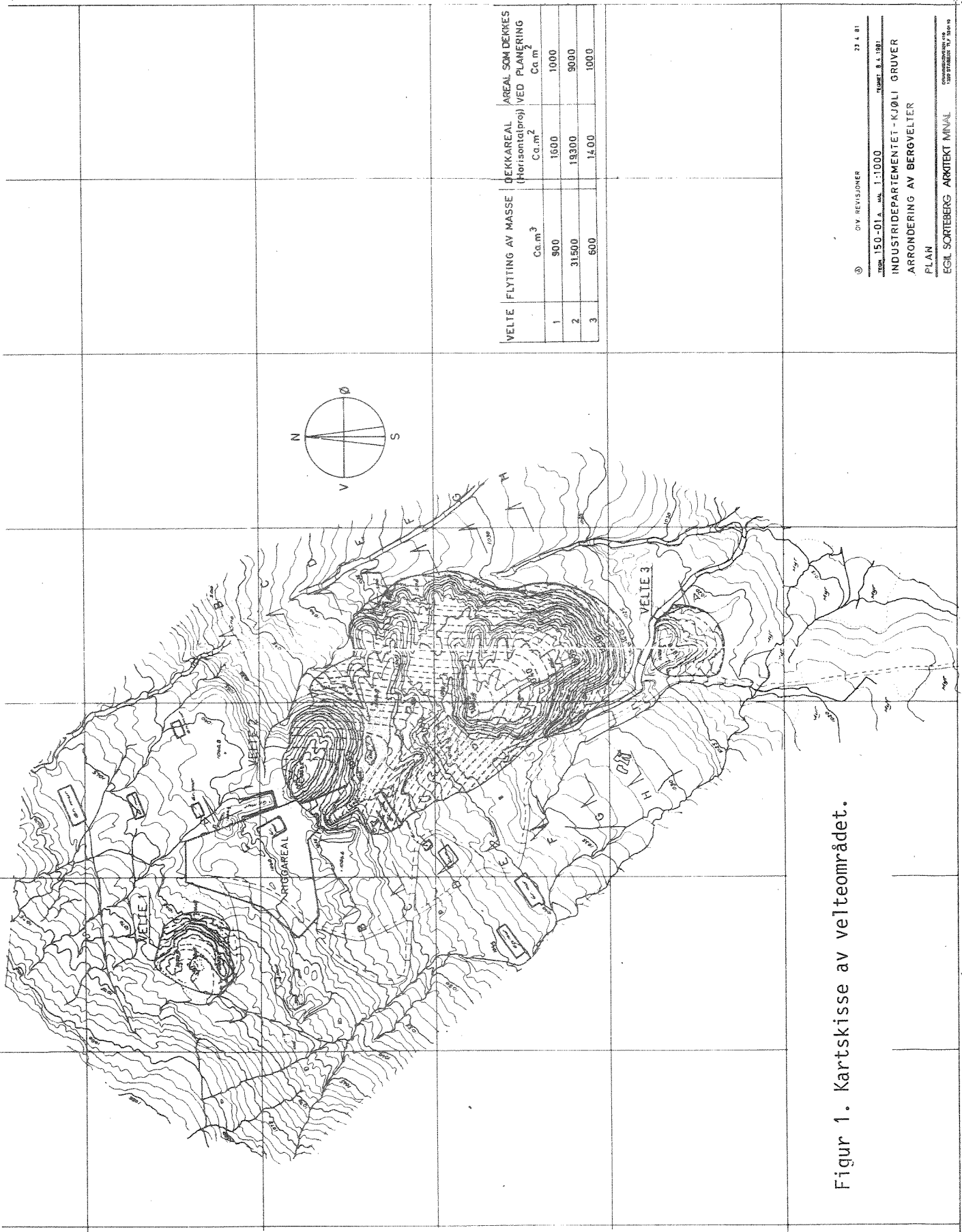
#### Alternativ 5

En oppredning av veltene vil trolig være det beste tiltaket forureningsmessig sett. Ved en helkontinuerlig oppredning i 16 uker hvert år ble det beregnet at det ville ta ca. 6 år å opprede massene.

Inntektene av kobberkonsentratet vil være betydelig mindre enn kostnadene. De totale kostnader ble anslått til ca. 20 mill kr. I tillegg er det nødvendig å utføre omfattende prøvetakinger av veltene og flotasjonsforsøk for å vurdere om prosjektet er realiserbart.

Etter en totalvurdering av alle tiltakene ble det konkludert med at alternativ 1 pekte seg ut når en tok hensyn til adkomstmuligheter, naturgitte forhold og ikke minst de finansielle muligheter innenfor de rammer som var mulig å få bevilgninger til.

Det ble vedtatt å gjennomføre et tiltak etter alternativ 1 og tiltaket ble gjennomført i sommersesongen 1981.



VELTE	FLYTTING AV MASSE Ca. m <sup>3</sup>	DEKKAREAL (Horisontalproj) Ca. m <sup>2</sup>	AREAL SOM DERES VED PLANERING Ca. m <sup>2</sup>
1	900	1600	1000
2	31500	19300	9000
3	600	1400	1000

Figur 1. Kartskisse av velteområdet.

③ DIV. REVISJONER 23.1.81  
 REG. 150-01 A. MA. 1:1000. Riser. 3.1.1981  
 INDUSTRIDEPARTEMENTET - KJØLI GRUVER  
 ARRORDERING AV BERGVELTER  
 PLAN  
 EGIL SORTBERG ARKTEKT MINVAL  
 TORSTRANDEN 7, BARE

### 3. ARRONDERING OG KALKING AV VELTENE

#### 3.1. Beskrivelse av anleggets fremdrift

Veltemassene var fordelt på 3 velter hvorav 2 var relativt små (fig 1). Velte 2 var den største og var delt i to hauger med en dump i mellom. Velte 3 besto bare av gråberg og det ble besluttet ikke å kalke denne.

Planeringen av velte 1 ble utført i slutten av juli 1981 og ca. 5 tonn hydratkalk ble spredd som slurry på overflaten. Veltemassene var meget forvitret og overflatelaget hadde karakter av sand etter planeringen.

Kalkingen ble foretatt med en sprøytesåmaskin med en tankkapasitet på 5.600 l. Slurryen ble laget ved å slemme opp hydratkalk med vann som ble pumpet opp fra vannstollen. I tanken ble blandet inn 2.000 - 3.000 kg hydratkalk (sekker à 40 kg). Sprøytingen var meget effektiv. Et areal på 25 x 10 m ble kalket i løpet av 2 - 3 min.

I dumpen mellom de to store haugene i velte 2 ble så paført ca. 30 tonn kalk. Omtrent halvparten av denne mengden ble spredd tørt, det vil si at sekkene ble åpnet og doset utover. Resten ble spredd som slurry.

Den 30.07 ble arbeidet med arronderingen av den store velten begynt. Det var på forhånd beregnet at det var nødvendig å flytte på ca. 30.000 m<sup>3</sup> masse.

Det viste seg snart at det var bare overflaten og særlig nedre del av velten som besto av grov stein. Den øvrige del av velten hadde mer karakter av jord.

Planeringen av øvre del av velte 2 tok ca. 3 uker. Planeringen av den nedre del tok lengre tid idet masser måtte flyttes oppover og dumpes i gropa mellom haugene. Det viste seg også at det var frost i veltemassene, og i den nedre del ble funnet en stor isklump. Etter at denne tinte, kan det idag observeres et søkk ivelten. Den 15.09 var arronderingen ferdig, og resten av kalken ble påført.

### 3.2. Måleprogram

Før anleggsarbeidet startet, ble det laget en måledam for kontroll av vannkvalitet og mengde av samlet drensvann fra området.

Så lenge anleggsarbeidet pågikk ble det forsøkt tatt daglige prøver ved måledammen for kjemisk analyse. Anleggsarbeidets fremdrift ble fulgt av en representant fra Trondheimske bergdistrikt som også hadde myndighet til å stoppe arbeidet dersom utviklingen i vannkvaliteten tilsa det.

I perioder der ingen var tilstede fra NIVA eller fra bergmesteren, ble det tatt prøver med automatisk prøvetaker. Vannprøvene ble forsøkt analysert så hurtig som mulig ved NIVA etter følgende program:

pH, konduktivitet, kalsium, sulfat, jern, kobber og sink.

I årene etter 1981 er det forsøkt tatt en månedlig prøve med vannmengderegistrering i den delen av året da adkomsten ikke har vært for vanskelig. Prøvene er analysert ved NIVA.

### 3.3. Vurdering av analyseresultatene

I tabellene 3 - 9 i vedlegget bak er samlet analyseresultater for alle prøver som er tatt av samlet avrenning fra Kjøli (overløp måledam) og av gruvevann. I tabellene 10 - 15 er beregnet momentane materialtransportverdier for de viktigste komponenter. I tabell 1 er sammenstilt årlige middelerverdier for de viktigste komponenter. Ved hjelp av disse middelerverdier er beregnet gjennomsnittlig årlig materialtransport for noen av de viktigste komponenter (tabell 2).

Figurene 2 og 3 gjengir grafisk resultatene for vannføring, pH, kobber og sulfat i samlet avrenning. Figur 4 viser grafisk en beregning av momentane materialtransportverdier for samlet avrenning.

For årene etter 1981, da arronderingen og kalkingen ble gjennomført, tyder resultatene på at pH-verdien er synkende. Denne tendens bekrefte tydeligst av økte verdier for konduktivitet, sulfat, jern og kobber. Det må imidlertid tas i betraktning det relativt beskjedne antall prøvetakinger pr. år noe som gjør materialtransportverdiene svært

Tabell 1

FYSISK/KJEMISKE ANALYSERESULTATER. KJØLIGRUVA  
Samlet avrenning. Middelerverdier overløp måledam

AR :		* 1977/78 *	* 1981 *	* 1982 *	* 1983 *	* 1984 *	* 1985 *
pH		* 2.96	* 2.86	* 2.82	* 2.79	* 2.74	* 2.66
Kond.	mS/m	* 97.7	* 136	* 168	* 203	* 198	* 268
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	* 355	* 562	* 911	* 1807	* 1355	* 2133
Kalsium	mg Ca/l	* -	* 8.20	* 18.8	* 23.1	* 26.7	* 45.0
Jern	mg Fe/l	* 66.3	* 104	* 157	* 282	* 217	* 366
Kobber	mg Cu/l	* 7.25	* 11.0	* 13.0	* 24.8	* 22.2	* 45.5
Sink	mg Zn/l	* 0.41	* 0.38	* 0.68	* 1.06	* 0.92	* 1.29
Vannføring	l/s	* 18.3	* 14.1	* 14.0	* 14.0	* 18.7	* 16.3

Tabell 2

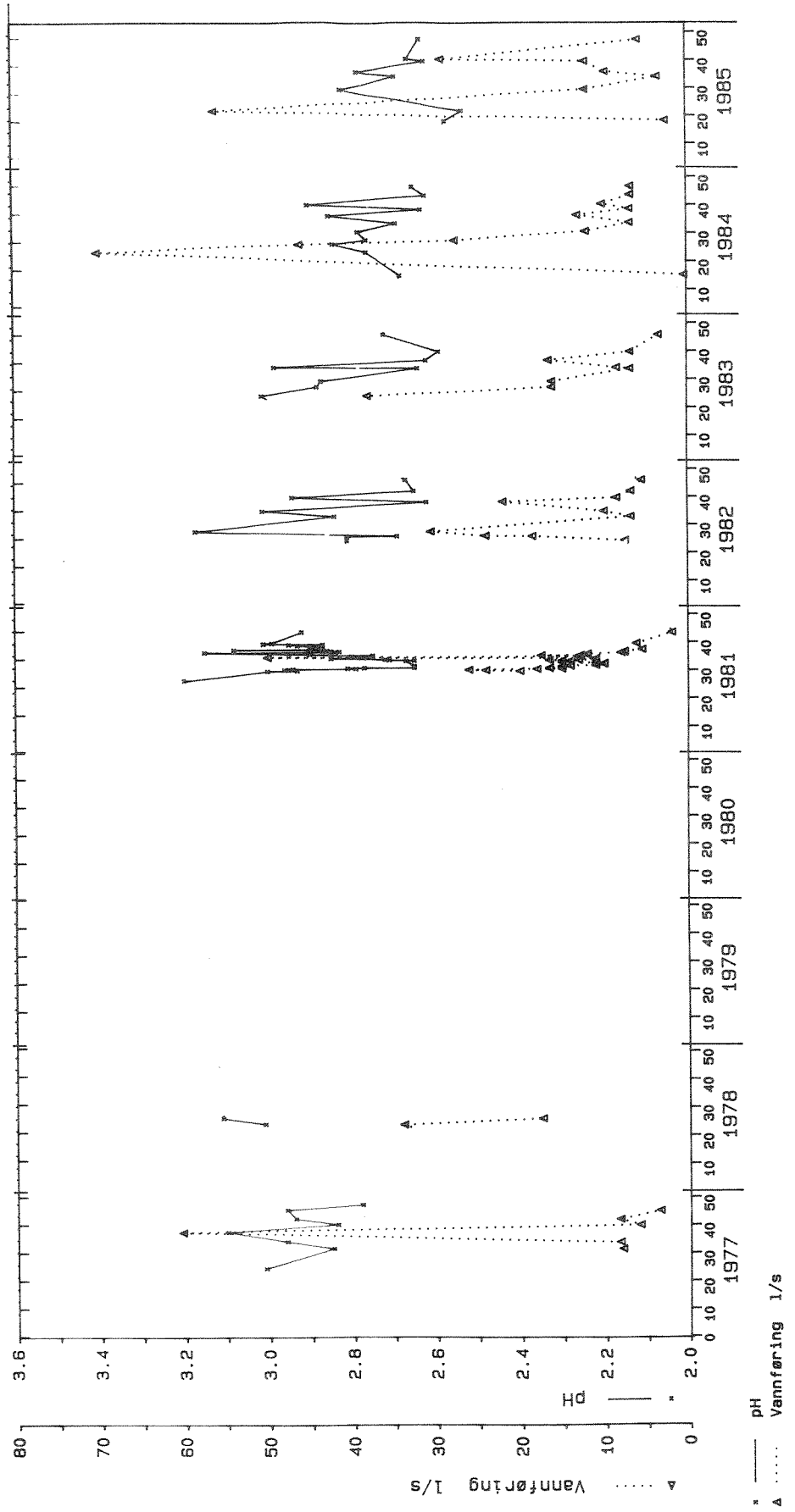
GJENNOMSNIITLIG MATERIALTRANSPORT KJØLIGRUVA  
Samlet avrenning - overløp måledam

AR	* Kobber *	* Sink *	* Jern *	* Sulfat *	* Kalsium *
	* tonn/år *	* tonn/år *	* tonn/år *	* tonn/år *	* tonn/år *
§1977-78	* 4.2	* 0.24	* 38.2	* 198	* 1.98
1981	* 4.9	* 0.17	* 46.3	* 250	* 3.65
1982	* 5.7	* 0.30	* 69.2	* 402	* 8.29
1983	* 10.9	* 0.47	* 124	* 797	* 10.2
1984	* 13.1	* 0.54	* 128	* 799	* 15.7
1985	* 23.4	* 0.66	* 188	* 1100	* 23.1

§ Transportverdiene er noe endret i forhold til tidligere rapport p.g.a. endret beregningsmåte.

NIVA: 1986-4 -8

Figur 2  
KJØLI GRUVE  
Analyseresultater

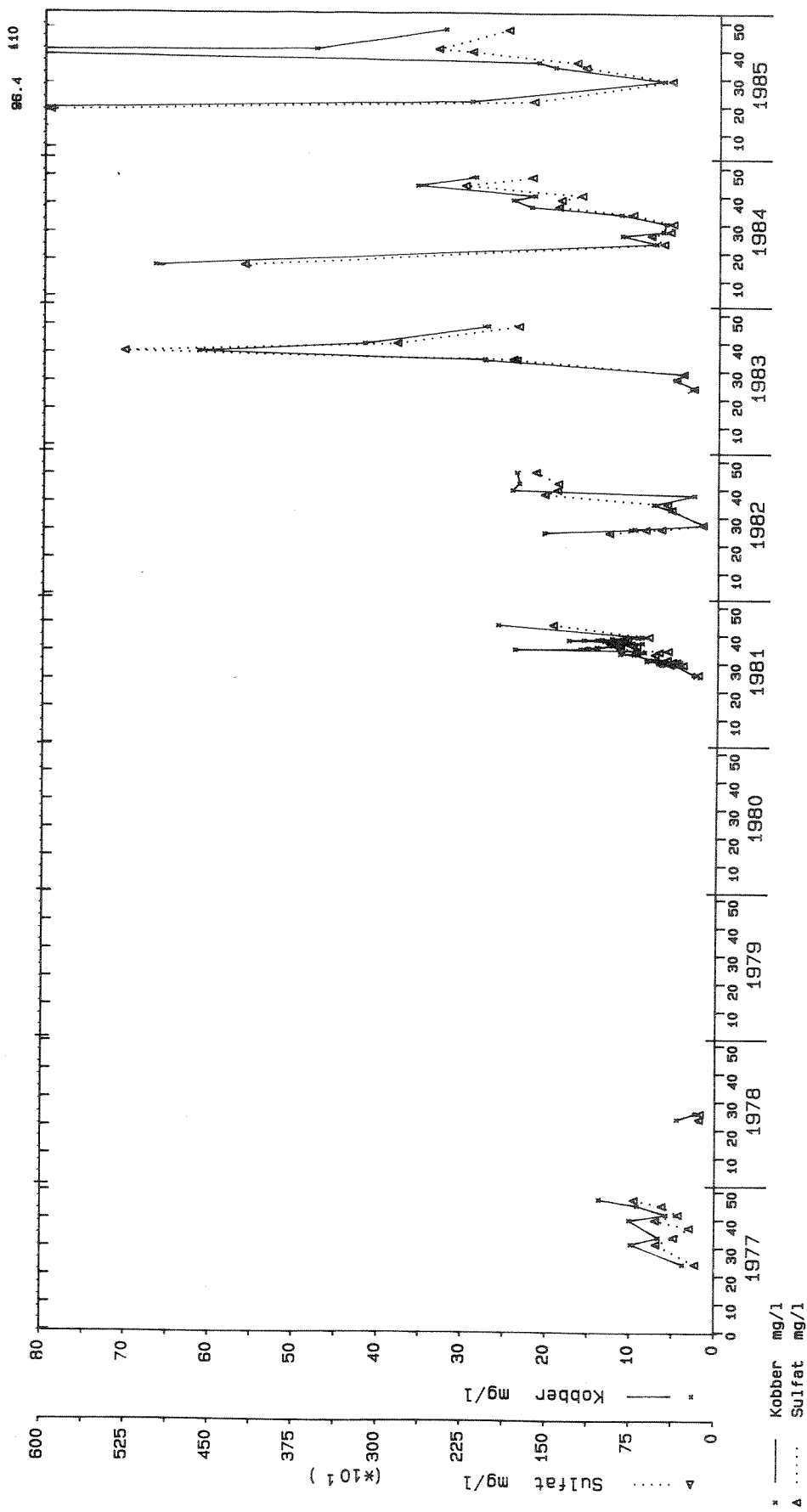




Figur 3

### KJØLI GRUVE Analyseresultater

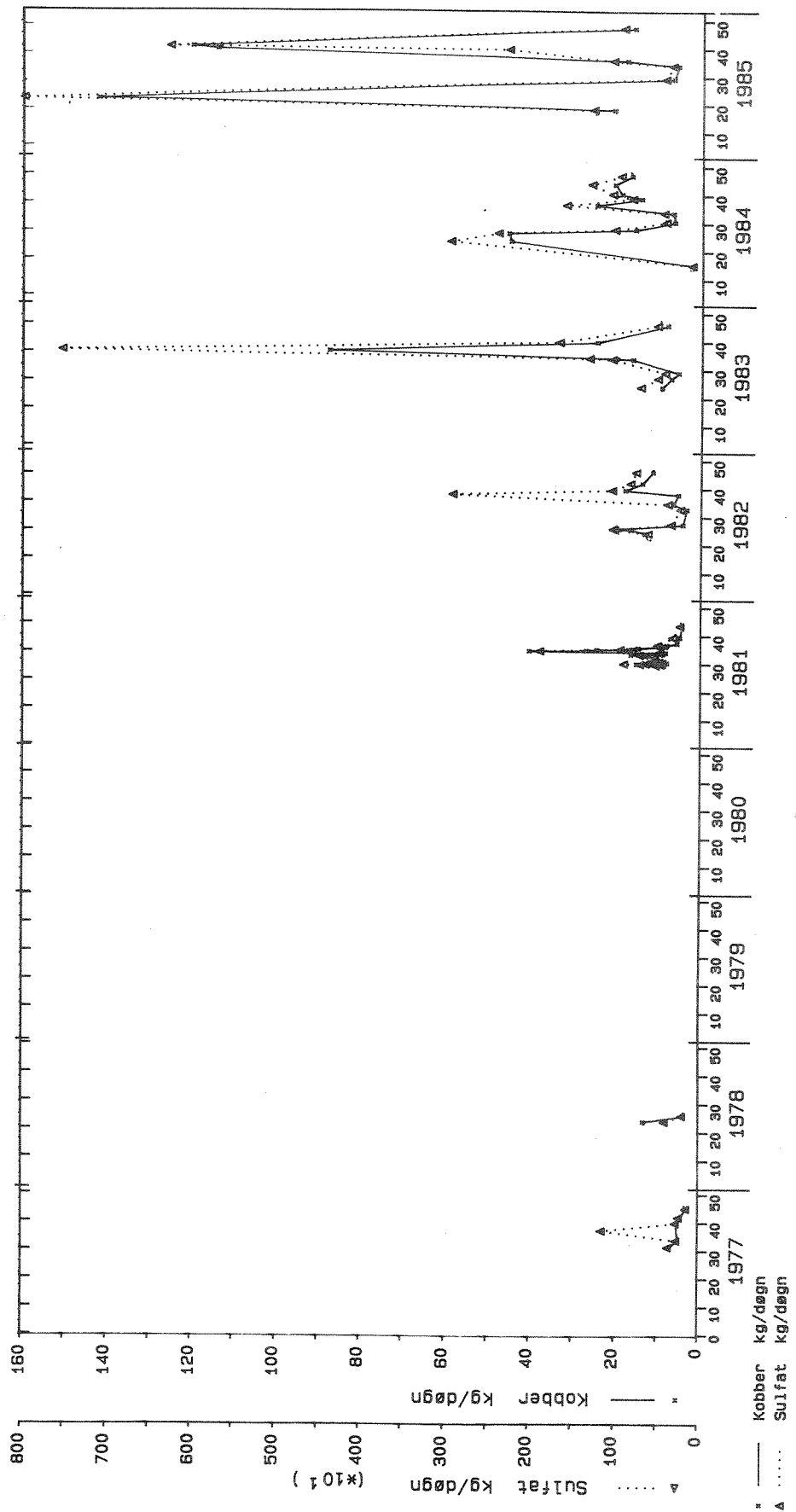
NIVA: 1986-4 -8



Figur 4

NIVA: 1988-4 -8

### KJØLI GRUVE Momentane materialtransportverdier



usikre. Av analysematerialet ser en at både analyseverdier og transportverdier kan variere betydelig fra gang til gang, særlig om høsten. Dette har for en stor del sammenheng med nedbørforholdene. Erfaringsmessig har nedbørforholdene stor betydning for utvasking av forvitningsprodukter fra en slik velt. Variasjonene kan derfor være store i perioder med nedbør. Selv om det er store usikkerheter i forbindelse med hvor representative resultatene er, viser likevel resultatene fra tilsvarende områder andre steder at et slikt prøvetakingsopplegg er tilstrekkelig for å gi inntrykk av en utviklingstrend. Dette var også målsettingen for det relativt beskjedne prøvetakingsprogram som er gjennomført.

Spredte analyser av gruvevannet (tabell 9) tyder ikke på noen endringer av betydning i vannkvaliteten. Endringer i samlet avrenning fra området skyldes derfor bare endringer i forholdene i selve velten.

Av resultatene for de enkelte år viser erfaringene fra anleggsperioden at denne forløp uten større utvasking av oksydasjonsprodukter. Den vesentligste årsaken til dette var at denne perioden var relativt nedbørfattig noe vannføringstallene også viser. Den 26.-27.08.81 var det imidlertid kraftig nedbør i form av regn og en ser da av analyse-resultater og vannføringsobservasjoner at dette førte til en kraftig utvasking av oksydasjonsprodukter.

Erfaringene fra denne observasjonen viser at det vil medføre stor forurensningsfare dersom man graver i kisholdige veltemasser. Slik virksomhet forutsetter effektiv beredskap for å ta hånd om støtutslipp av oksydasjonsprodukter som kan forekomme ved sterk nedbør.

I årene 1982 - 85 har prøvetakingsfrekvensen vært mer beskjeden enn i 1981, men det har vært forsøkt tatt månedlige prøver i den delen av året da det har vært mulig å kjøre til Jensåsvollan med bil.

Tallene for 1982 tyder ikke på noen vesentlige forandringer i forhold til tidligere observasjoner når en tar hensyn til at antall prøver er betydelig mindre. I 1982 kan det likevel synes som om konsentrasjonene er noe høyere enn tidligere, noe også økningen i middelveidene for konduktivitet og sulfat indikerer. Det var særlig utover høsten at konsentrasjonene steg.

I 1983 viser resultatene den samme utviklingstrend som i 1982. I august/september økte konsentrasjoner og materialtransport kraftig. Det er tidligere ikke registrert så høye konsentrasjoner på denne tiden av året. Etter at frosten kom, avtok konsentrasjonene. Den ugunstige utviklingen høsten 1983 medførte en markert økning i midlere årlig materialtransport av de aktuelle komponenter. Kobber-, jern-, og sulfattransporten ble doblet i forhold til foregående år.

Situasjonen i 1984 er svært lik situasjonen i 1983. Selv om kobbertransporten om høsten var lavere enn høsten 1982, var den likevel markert høyere enn i 1977/78 og 1981. Høsten 1984 ble det utført tiltak for å redusere vanntilførslene til veltemassene. Eventuelle effekter av dette vil tidligst kunne fremtre av datamaterialet for 1985.

Resultatene for 1985 tyder fortsatt på at forurensningstilførslene fra veltene er økende. Materialtransporten var høy om høsten i 1985 lik som i de foregående år. I 1985 var den midlere årlige materialtransport av kobber nær dobbelt så stor som i 1984.

Når en skal vurdere de tendenser analyse materialet gir inntrykk av, er det flere forhold som må tas i betraktning og som kan ha stor betydning for resultatet:

1. Antall prøvetakinger pr. år er svært beskjedent. En har erfaringer fra andre gruveområder der avrenning fra en bergvelt kan variere betydelig fra dag til dag, undertiden også fra time til time, særlig i perioder med nedbør i form av regn. Det er derfor usikkert hvor representative en del av prøvene er.

Erfaringer fra andre områder viser likevel at en månedlig prøvetaking er tilstrekkelig for å gi et inntrykk av en trendutvikling når undersøkelsene følges opp over flere år. Selv om de beregnede verdier for materialtransporten sannsynligvis er meget usikre, er det de relative forskjeller som har betydning i denne sammenheng, og disse forskjeller gir inntrykk av en økt materialtransport fra velten etter at tiltaket ble avsluttet.

2. De klimatiske forhold betyr mye for avrenningen. Det er ikke utført nedbørmålinger på stedet. Nærmeste nedbørstasjon på Røros viser en del variasjoner i nedbørmengdene som trolig også

er representative for Kjøli. Av bilag 1 fremgår at årene 1977 og 1978 var relativt nedbørfattige. Månedene august og september 1981 var tørrere enn normalt. I 1982 - 85 har det i august og september falt mer nedbør enn normalt.

Snømengdene om vinteren kan også ha en viss betydning. Vanligvis ligger det lite snø på selve velten, og den forsvinner også raskt om våren. Derimot danner det seg i snørike år en betydelig bre på østsiden av velten. I kalde somre hender det at denne ikke helt forsvinner. Smeltevann fra denne trenger sannsynligvis inn i velten.

3. Datamaterialet fra situasjonen før tiltaket er beskjedent. En har derfor dårlige erfaringer for hvor mye avrenningen varierte tidligere fra år til år.

#### 4. SAMLET VURDERING AV TILTAKET ETTER 5 ÅR. FORSLAG TIL VIDERE TILTAK

Når en skal vurdere effektene av tiltaket, er det viktig å ta hensyn til hva som var målsetningen da det ble besluttet å foreta en arrondering og kalking.

Det ble da gitt uttrykk for at tiltaket ikke var noen endelig løsning på forurensningsproblemene i Øvre Gaula. Videre måtte tiltaket sees på som et rent forsøk og må derfor vurderes deretter. Hvis en positiv trend kunne påvise, var det også klart at denne ville ha begrenset varighet slik at fornyet kalking ville være nødvendig etter noen år.

Den viktigste årsaken til at dette tiltaket ble valgt, var at dette var det eneste realistiske ut fra de bevilgningsmessige rammer man da hadde. Dessuten ville det være av stor betydning for andre vanskelig tilgjengelige forurensende gruveområder om det skulle vise seg å være mulig med relativt beskjedne midler å redusere forurensningsbelastningen.

Observasjonene hittil tyder på at tiltaket ikke har hatt noen hensiktig positiv effekt på forurensingssiden. Tvert i mot synes det som om materialtransporten av metallerer økende fra området. Årsaken til dette har sannsynligvis sammenheng med at veltemassene ble flyttet på. Dette var imidlertid nødvendig av hensyn til kalkingen og eventuelle senere tiltak.

Med tanke på eventuelle fremtidige tiltak som f.eks overdekking med folie forutsetter slike tiltak også en jevn overflate på haugene.

Masseforflyttingen har sannsynligvis ført til at en del av oksydasjonsproduktene er blitt lettere tilgjengelig for utvasking, dessuten tyder resultatene også på at forvittringsprosessen har tiltatt. Dette har blitt særlig tydelig etter observasjonene i 1985. Det er sannsynlig at kalken hadde en dempende effekt på forvittringen i de første år, men at effekten av kalken nå er opphørt. Forøvrig vil nedbør- og temperaturforhold også føre til relativt store variasjoner fra år til år.

Det er sannsynlig at forurensningssituasjonen igjen vil stabilisere seg etter noen tid, men en har ingen erfaring for hvor raskt dette vil skje og på hvilket nivå situasjonen da vil stabilisere seg.

Oksydasjonen av pyritt er som kjent meget avhengig av pH og avtar sterkt mot nøytrale pH-verdier. En medvirkende årsak til at ingen positiv effekt er påvist, kan være at kalkdosen har vært for liten i den forstand at den alkalimengden som vaskes ut fra kalken av nedbør og snøsmelting, er for liten til å heve pH i velten tilstrekkelig. I litteraturen er rapportert at det kan være gunstig å behandle slike masser med mer vannløselige og kraftige nøytralisasjonsmidler som f.eks. lut eller soda, for deretter å behandle velten med kalk. Når pH på forhånd er tilstrekkelig høy og forvitringen redusert, er det større muligheter for at den alkalimengden som nedbøren greier å vaske ut fra kalken, vil være tilstrekkelig til å opprettholde en høy pH i velten.

I slutten av 1984 ble grøftesystemet rundt velteområdet forbedret, vannstollen åpnet og utløpskanalen grøftet. Vannstanden i kanalen ble derved senket slik at surt gruvevann ikke lenger kan trenge inn i velten. I 1985 ble det ikke påvist noen positiv effekt av dette arbeidet, men målingene vil bli fortsatt i 1986 for å følge utviklingen videre.

Dersom utviklingen i 1986 viser samme trend som tidligere, bør det av hensyn til forurensningssituasjonen i Gaula vurderes nye tiltak i 1987. Tiltakene bør ta sikte på å videreføre det arbeid som er gjort i forbindelse med arronderingen. Flere tiltak er da aktuelle, avhengig av hvilke midler som er til rådighet.

### 1. Fornytt kalking

Dette vil være det billigste alternativet. Med dette tiltaket vil en bare kunne utsette den belastning som vassdraget før eller senere likevel vil få, dersom ikke andre tiltak blir iverksatt. Kalking kan være aktuelt for å dempe dagens ugunstige utvikling mens planlegging av mer omfattende tiltak pågår. Det foreslås å behandle velten med lut før fornytt kalking foretas.

## 2. Behandling med kjemikalier

I litteraturen er rapportert forskjellige metoder for kjemisk behandling av kisholdig avfall. Slike metoder kan enten ta sikte på å redusere bakterieaktiviteten ved å sprøyte med bakteriedrepende midler som f.eks. visse typer tensider, eller ta sikte på å inaktivere kisoeverflaten ved å behandle massene med fosfater. Det er rapportert at utfelling av tungt løselig jernfosfat på kisoeverflaten reduserer forvitringen.

Slike tiltak vil være relativt rimelige å gjennomføre, men krever grundige forberedelser i form av laboratorieforsøk og trolig også mindre feltforsøk for å finne de rette betingelser uten at det oppstår uheldige konsekvenser for vassdraget nedenfor.

## 3. Overdekking med forskjellige typer masser

Teoretisk kan beregnes at det er meget omfattende krav som må stilles til dekkjiktets tykkelse og kvalitet for å redusere forvitringen til et minimum. Det er helt urealistisk at slike omfattende tiltak kan gjennomføres på Kjøli. Det kan likevel være aktuelt å foreta en overdekking enten med morenemasser eller myrjord. Erfaringer fra Løkken Gruber i Meddal tyder på at den type tiltak har hatt en positiv effekt.

Ved Løkken Gruber er det siden 1975 gjennomført drenerings- og overdekkingstiltak med morenemasser og myrjord. Resultatene tyder ved utgangen av 1985 på at materialtransporten av forureningskomponenter fra området er avtakende. Veltemassenes volum i dette området er betydelig større enn på Kjøli (ca. 2 mill m<sup>3</sup>) og avrenningsforholdene betydelig mer kompliserte. Det vil derfor ta lang tid før en kan kvantifisere effektene bedre.

Området i øvre Gauldal bør undersøkes nærmere m.h.t. hvilke masser som er til rådighet. Tiltaket forutsetter forbedring av veien opp til gruveområdet.

Det kan også være gunstig med en overdekking med myrjord som underlagsmateriale for overdekkingen som foreslås i neste punkt.



#### 4. Overdekking med folie

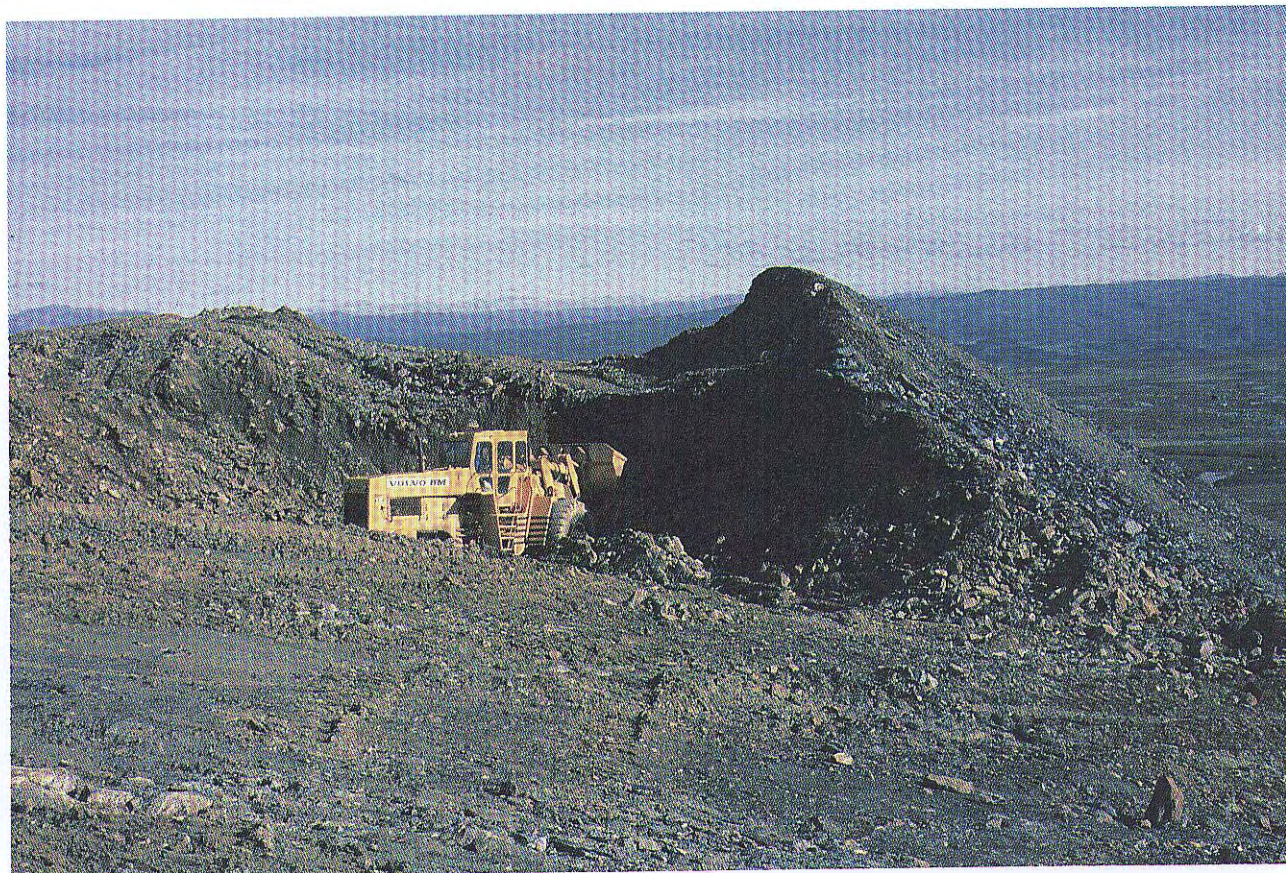
Med dette tiltaket oppnår en å tørrelegge velten slik at forvitringen reduseres p.g.av redusert tilgang på fuktighet. Tilgangen på oksygen vil også avta sterkt. Dette tiltaket vil være det dyreste. Det må også på forhånd foretas vurderinger for å finne fram til egnet foliemateriale sett både fra kvalitetsmessig og kostnadmessig stide. Folien bør overdekkes med egnet masse både av rent estetiske årsaker og av hensynet til klimaet den blir utsatt for.



**Bilde 1.**  
Kalking av øvre velte.



**Bilde 2.**  
Kløften mellom de to store haugene i velte 2 ble kalket med 30 tonn hydratkalk.



**Bilde 3.**  
Arrondering av velte 2. Store deler av nedre del av velten ble flyttet til kløften mellom haugene ( Bilde 2 ).



**Bilde 4.**  
Velte 2 har fått den endelige form og var ferdig kalket 20/9-81.  
I alt ble kalket med 100 tonn hydratkalk.

\* NIVA  
 \* TABELL NR.: 3  
 \* SEKIND  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \* PROSJEKT:  
 \* STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLLIGRUVA  
 \* DATO: 1 APR 86

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	CA MG/L	ASID ML/L	SO4 MG/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
770621	3.01	71.8			170	20.7		3.70	0.090	
770810	2.85	128.		95.9	515	107.		9.82	0.720	8.1
770827	2.96	92.1		58.1	360	58.5		6.60	1.70	8.4
770920	3.10	89.2		42.4	220	38.0			0.180	60.4
771009	2.84	129.		98.3	520	83.0	1.0	10.0	0.340	6.0
771023	2.94	95.6		52.9	320	34.0	4.5	5.70	0.180	8.4
771114	2.96	114.		82.6	464	76.0		9.10	0.290	3.6
771128	2.78	149.		25.8	710	170.		13.6	0.420	
780617	3.01	58.4	2.65	24.4	138	56.0		4.46	0.110	34.0
780702	3.11	49.7	4.24	19.8	130	19.9		2.31	0.060	17.5

ANTALL	MINSTE	STØRSTE	BREDDE	GJ.SNITT	STD.AVVIK
10	2.78	3.11	0.330	2.96	0.109
10	49.7	149.	98.8	97.7	32.3
2	2.65	4.24	1.59	3.44	
9	19.8	98.3	78.5	55.6	30.6
10	130.	710.	580.	355.	195.
10	170.	150.	66.3	45.9	
2	1.00	4.50	2.75	3.63	
9	2.31	13.6	7.25		
10	0.060	1.70	0.409		
8	3.60	60.4	18.3		

NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 4  
 SEKIND \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 PROSJEKT: \*  
 \* STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA  
 DATO: 1 APR 86 \*

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	CA MG/L	MG MG/L	SO4 MG/L	PB MIK/L	FE MG/L	CD MIK/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNF L/S
810629	3.20	53.0	4.28	4.87	172.	1.90	18.3	0.720	2.83	0.100	
810723	3.00	82.5	7.70		306.		47.8		5.04	0.150	20.0
810724	2.93	105.	12.3		420.		69.0		6.58	0.210	
810726	2.96	89.0	8.90		346.		62.0		5.99	0.190	24.0
810727	2.95	95.4	10.3		404.		65.8		6.76	0.210	26.0
810728	2.94	101.	11.8		416.		67.2		7.00	0.230	18.0
810729	2.79	113.			368.				6.50	0.210	15.0
810730	2.81	114.			364.				5.56	0.190	16.5
810731	2.77	118.			400.				6.80	0.230	16.5
810801	2.65	114.	6.07	14.7			54.5	2.45	7.07	0.345	
810802	2.65	122.					54.2		8.40	0.315	
810803	2.65	124.					54.2		6.60	0.299	15.0
810804	2.65	117.					44.3		7.29	0.269	15.0
810805	2.65	118.	6.36	14.9	448.		54.5		7.69	0.284	14.0
810806											14.0
810807											11.0
810810											10.0
810811											10.0
810812											10.0
810813											11.0
810814											15.0
810817											14.0
810818	2.67	155.	5.34	17.8	556.		87.0	1.90	9.90	0.331	15.0
810819	2.65	166.					102.		11.5	0.363	16.5
810820	2.71	145.					83.0		9.44	0.328	13.0
810821	2.72	141.					82.0		9.33	0.322	11.0
810824	2.85	108.	6.33	18.0	518.		85.0	1.65	8.64	0.308	11.0
810826	2.75	129.					82.0		9.75	0.346	
810827	2.76	124.	4.30	15.3	438.		78.0	0.950	9.36	0.298	50.0
810829	2.80	170.					215.		24.0	0.667	13.0
810831	2.75	188.					130.		16.2	0.490	17.5
810901	2.85	189.	2.89	6.12	860.	4.30	135.	2.00	15.5	0.500	12.8
810902	2.85	181.					138.		15.3	0.480	12.0
810903	2.90	176.					125.		14.2	0.500	12.0
810904	2.95	172.					130.		14.3	0.460	12.0
810908	3.15	139.	3.25	24.5	716.	4.50	106.	1.60	11.9	0.410	8.00
810909	2.84	147.					104.		12.4	0.440	7.60
810910	2.83	148.					115.		12.9	0.440	
810911	2.85	142.	8.86		772.		101.		12.1	0.410	7.60
810912	2.87	138.					96.0		11.3	0.400	
810913	2.86	140.					95.0		11.4	0.400	
810914	2.90	133.					97.0		10.9	0.390	
810915	3.08	141.					83.8		8.91	0.330	
810916	2.87	144.					129.		11.6	0.420	5.50
810917	2.88	153.					135.		12.5	0.440	
810918	2.88	148.	18.0		876.		135.		13.0	0.450	
810919	2.89	145.					136.		12.2	0.430	
810920	2.90	150.					141.		13.4	0.470	
810921	2.87	164.					161.		17.6	0.560	
810922	2.89	153.					141.		15.8	0.510	
810923	2.90	147.					134.		14.2	0.500	
810924	2.90	145.					130.		13.7	0.460	
810925	2.93	132.	11.7		800.		106.		11.3	0.400	
810926	2.90	135.					113.		12.5	0.420	
810927	2.95	125.					101.		10.9	0.390	
810928	2.87	122.					101.		11.0	0.390	
810929	3.01	122.					94.6		9.43	0.370	
810930	3.01	117.					89.6		8.94	0.340	
811001	2.99	121.	9.56		608.		89.9	4.90	9.00	0.340	6.20
811029	2.92	206.	9.60		1460.	9.00	306.	2.70	26.0	0.820	1.90

ANTALL	52	52	18	8	20	4	49	9	52	52	36
MINSTIE	2.65	53.0	2.89	4.87	172.	1.90	18.3	0.720	2.83	0.100	1.90
STØRSTIE	3.20	206.	18.0	24.5	1460.	9.00	306.	4.90	26.0	0.820	50.0
BREDDI	0.550	153.	15.1	19.6	1288.	7.10	288.	4.18	23.2	0.720	48.1
GJ.SNITT	2.86	136.	8.20	14.5	562.	4.92	104.	2.10	11.0	0.376	14.1
STD.AVVIK	0.125	28.4	3.84	6.40	289.	2.96	46.1	1.23	4.28	0.128	7.79





NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 7  
 \*  
 SEKIND \*  
 \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \*  
 \* PROSJEKT: \*  
 \* STASJON: OVERLØP MALFDAM KJØLIGRØVA \*  
 \*  
 DATO: 1 APR 86 \*

DATO/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	CA MG/L	SO4 MG/L	AL MG/L	FE MG/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNE L/S
840411	2.68	399.	86.8	4215.	260.	620.	66.8	3.30	0.320
840607	2.76	128.	14.0	490.	21.0	59.0	7.46	0.320	70.0
840627	2.84	128.	4.71	606.	35.0	119.	11.5	0.440	46.0
840707	2.76	120.	4.95	435.	20.8	68.3	6.66	0.250	27.5
840727	2.78	113.	15.0	411.	20.8	61.0	6.30	0.270	12.0
840818	2.69	156.	4.60	767.	39.6	124.	11.6	0.490	6.80
840905	2.85	201.	8.88	1430.	74.9	235.	22.3	0.890	13.0
840922	2.63	237.	37.0	1405.	90.2	238.	24.5	0.910	6.80
841003	2.90	174.	32.0	1221.	75.9	213.	21.9	0.820	10.1
841027	2.62	275.	44.0	2260.	121.	357.	35.8	1.34	6.70
841117	2.65	248.	42.0	1664.	99.8	295.	28.9	1.08	6.70

ANFALL	PH	KOND MS/M	CA MG/L	SO4 MG/L	AL MG/L	FE MG/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNE L/S
MINSTE	2.62	113.	4.60	411.	20.8	59.0	6.30	0.250	0.320
STØRSTE	2.90	399.	86.8	4215.	260.	620.	66.8	3.30	70.0
BREIÐE	0.280	286.	82.2	3804.	239.	561.	60.5	3.05	69.7
GJ.SNITT	2.74	198.	26.7	1355.	78.1	217.	22.2	0.919	18.7
SID.AVVIK	0.095	87.1	25.2	1119.	69.8	167.	17.8	0.867	21.2



\* NIVA \*  
 \* TABELL NR.: 8  
 \* SEKIND \*  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \* PROSJEKT: \*  
 \* STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA  
 \* DATO: 1 APR 86 \*

DATE/OBS.NR.	PH	KOND MS/M	CA MG/L	ASID ML/L	SO4 MG/L	AL MG/L	FE MG/L	CU MG/L	ZN MG/L	VANNE L/S
850430	2.57	520.	124.		5950.	450.	833.	96.4	3.70	2.50
850525	2.53	263.	34.0		1650.	100.	340.	29.4	0.990	56.0
850717	2.82	119.	15.8		421.	26.1	70.0	6.54	0.290	12.0
850819	2.69	203.	31.0		1190.	68.6	215.	19.5	0.700	3.40
850831	2.78	193.	31.2	205.	1270.	69.1	214.	21.5	0.740	9.60
850926	2.62	281.	39.9		2200.	110.	409.	110.	1.31	12.0
851002	2.66	302.	41.6	448.	2500.	134.	535.	47.8	1.50	29.0
851120	2.63	266.	42.4	319.	1880.	100.	313.	32.5	1.08	5.70

ANTALL	8	8	8	3	8	8	8	8	8	8
MINSTE	2.53	119.	15.8	205.	421.	26.1	70.0	6.54	0.290	2.50
STØRSTE	2.82	520.	124.	448.	5950.	450.	833.	110.	3.70	56.0
BEREDE	0.290	401.	108.	243.	5529.	424.	763.	103.	3.41	53.5
GJ.SNITT	2.66	268.	45.0	324.	2133.	132.	366.	45.5	1.29	16.3
STD.AVIK	0.099	118.	33.0	122.	1672.	132.	235.	37.7	1.04	18.1

\* NIVA  
 \* TABELL NR.: 9  
 \* SEKIND  
 \* KJEMISK/FYSISKE ANALYSEDATA.  
 \* PROSJEKT:  
 \* STASJON: UTLØP VANNSTOLL KJØLIGRUVA  
 \* DATO: 7 APR 86

DATE/OBS.NR.	VANNF L/S	PH	KOND MS/M	ASID ML/L	SO4 MG/L	CA MG/L	AL MG/L	FE MG/L	CU MG/L	ZN MG/L	CD MIK/L
740926		3.13	60.9		170			25.0	1.50	0.14	
770621		2.93	11.8		250			30.2	4.35	0.19	9.0
770810	5.9	3.04	76.2	36.4	230			37.0	2.60	1.30	
770827	2.5	3.07	70.2	33.6	260			39.0	1.81	0.18	
770920	7.0	3.11	100.	51.9	320			57.5		0.22	
771009	3.0	2.97	88.6	43.3	260			40.0	3.60	0.21	0.85
771023	4.4	2.98	85.4	41.6	288			33.0	3.00	0.16	1.25
771114	3.2	2.97	88.4	43.0	262			56.0	2.55	0.19	
771128		2.97	82.2	42.7	316			73.0	2.45	0.16	
780617	4.0	2.82	96.8	60.8	290	4.43		3.7	2.00	0.05	
780702	4.5	2.93	77.5	35.8	188	8.30		36.5	2.74	0.13	
830704		2.96	84.3		292	8.92		33.1	3.09	0.16	
830822		3.25	61.2		276	16.5		40.6	3.14	0.16	
830909		2.85	125.		648	24.6		90.0	9.81	0.38	
840627		3.00	85.2		331	8.51	15.0	49.1	4.57	0.21	
840905		3.15	72.9		250	17.7	9.8	36.8	2.48	0.15	
841003		3.36	64.0		259	19.4	11.1	45.8	1.90	0.14	
850831		3.00	84.5	44.4	340	19.9	11.8	48.9	3.46	0.18	
851002		2.84	123.	79.6	525	20.6	23.4	84.0	9.20	0.33	

ANTALL	MINSTE	STØRSTE	BREDE	GJ. SNITT	STD. AVVIK
19	8	19	19	19	3
2.82	2.50	2.82	11.8	33.6	0.850
3.36	7.00	3.36	125.	79.6	9.00
0.540	4.50	0.540	113.	46.0	8.15
3.02	4.31	3.02	81.0	46.6	3.70
0.137	1.52	0.137	24.2	13.3	4.59
18	18	18	18	18	3
1.50	1.50	1.50	0.050	1.50	0.850
9.81	9.81	9.81	1.30	9.81	9.00
8.31	8.31	8.31	1.25	8.31	8.15
3.57	3.57	3.57	0.244	3.57	3.70
2.31	2.31	2.31	0.265	2.31	4.59

---



---

NIVA \*  
 \*  
 SEKIND \*  
 \*  
 \*  
 PROSJEKT: \*  
 \*  
 DATO: 1 APR 86 \*

TABELL NR.: 10

MOMENTANE MATERIAL/TRANSPORTVERDIER.

STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA

---



---

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CA KG/D	SO4 KG/D
770810	6.87	0.504	74.7		360
770827	4.79	1.23	42.5		261
770920		0.939	198.		1148
771009	5.18	0.176	43.0		270
771023	4.14	0.131	24.7		232
771114	2.83	0.090	23.6		144
780617	13.1	0.323	165.	7.78	405
780702	3.49	0.091	30.1	6.41	197

---



---

ANTALL	7	8	8	2	8
MINSTE	2.83	0.090	23.6	6.41	144
STØRSTE	: 13.1	1.23	198.	7.78	1148
BREDDE	10.3	1.14	175.	1.37	1004
GJ.SNITT	: 5.77	0.436	75.2	7.10	377
STD.AVVIK	: 3.48	0.432	68.1		323

---



---

---



---

NIVA	*	
	*	TABELL NR.: 11
SEKIND	*	
	*	MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.
PROSJEKT:	*	
	*	STASJON: OVERLØP MÅLEDAM KJØLIGRUVA
DATO: 1 APR 86	*	

---



---

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CA KG/D	SO4 KG/D
810723	8.71	0.259	82.6	13.3	529.
810726	12.4	0.394	129.	18.5	717.
810727	15.2	0.472	148.	23.1	908.
810728	10.9	0.358	105.	18.4	647.
810729	8.42	0.272			477.
810730	7.93	0.271			519.
810731	9.69	0.328			570.
810803	8.55	0.388	70.2		
810804	9.45	0.349	57.4		
810805	9.30	0.344	65.9	7.69	542.
810818	12.8	0.429	113.	6.92	721.
810819	16.5	0.517	145.		
810820	10.6	0.368	93.2		
810821	8.87	0.306	77.9		
810824	8.21	0.293	80.8	6.02	492.
810827	40.4	1.29	337.	18.6	1892.
810829	27.0	0.749	241.		
810831	24.5	0.741	197.		
810901	17.1	0.553	149.	3.20	951.
810902	15.9	0.498	143.		
810903	14.7	0.518	130.		
810904	14.8	0.477	135.		
810908	8.23	0.283	73.3	2.25	495.
810909	8.14	0.289	68.3		
810911	7.95	0.269	66.3	5.82	507.
810916	5.51	0.200	61.3		
811001	4.82	0.182	48.2	5.12	326.
811029	4.27	0.135	50.2	1.58	240.

---



---

ANTALL	28	28	25	13	16
MINSTE	4.27	0.135	48.2	1.58	240.
STØRSTE	: 40.4	1.29	337.	23.1	1892.
BREDE	36.2	1.15	289.	21.6	1652.
GJ. SNITT	: 12.5	0.412	115.	10.0	658.
SID.AVVIK	: 7.61	0.226	66.6	7.35	377.

---



---

NIVA \*  
 \*  
 SEKIND \*  
 \*  
 TABELL NR.: - 35 -  
 12  
 \*  
 MOMENTANE MATERIAL/TRANSPORTIVERDIER.  
 PROSJEKT: \*  
 \*  
 DATO: 1 APR 86 \*  
 \*  
 STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CA KG/D	SO4 KG/D
820615	13.3	0.570	128.		625.
820625	16.5	0.703	165.	26.7	1023.
820626	20.5	0.871	156.	30.5	1037.
820707	4.24	0.184	39.0	10.8	353.
820814	3.33	0.170	32.9	3.60	241.
820827	6.57	0.294	56.9	4.08	389.
820919	5.34	2.22	555.	19.5	2927.
820930	17.9	0.771	194.	22.5	1050.
821017	13.9	0.605	155.	24.3	834.
821114	11.4	0.513	114.	19.5	770.

ANTALL	10	10	10	9	10
MINSTE	3.33	0.170	32.9	3.60	241.
STØRSTE	: 20.5	2.22	555.	30.5	2927.
BREDE	17.2	2.05	522.	26.9	2686.
GJ.SNITT	: 11.3	0.691	159.	17.9	925.
SID.AVIK	: 6.12	0.590	150.	9.67	764.

NIVA \*  
 \*  
 SEKIND \*  
 \*  
 TABELL NR.: 13  
 \*  
 MOMENTANE MATERIAL/TRANSPORTIVERDIER.  
 PROSJEKT: \*  
 \*  
 DATO: 1 APR 86 \*  
 \*  
 STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CA KG/D	SO4 KG/D
830612	9.39	0.361	93.6	15.4	722.
830704	7.19	0.320	57.9	10.2	520.
830718	5.48	0.264	51.6	6.13	434.
830820	16.3	0.705	189.	19.3	1058.
830822	20.2	0.878	226.	25.3	1328.
830909	87.8	3.65	1066.	77.3	7527.
831001	24.7	1.06	261.	4.41	1680.
831112	8.05	0.355	96.1	11.5	523.

ANTALL	8	8	8	8	8
MINSTE	5.48	0.264	51.6	4.41	434.
STØRSTE	: 87.8	3.65	1066.	77.3	7527.
BREDE	82.3	3.39	1015.	72.9	7093.
GJ.SNITT	: 22.4	0.950	255.	21.2	1724.
SID.AVIK	: 27.3	1.13	337.	23.7	2386.

---

NIVA \*  
 \*  
 SEKIND \*  
 \*  
 TABELL NR.: 14  
 \*  
 MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.  
 \*  
 PROSJEKT: \*  
 \*  
 STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA  
 \*  
 DATO: 1 APR 86 \*

---

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CA KG/D	SO4 KG/D
840411	1.85	0.091	17.1	2.40	117.
840607	45.1	1.94	357.	84.7	2964.
840627	45.7	1.75	473.	18.7	2408.
840707	15.8	0.594	162.	11.8	1034.
840727	6.53	0.280	63.2	15.6	426.
840818	6.82	0.288	72.9	2.70	451.
840905	25.0	1.000	264.	9.97	1606.
840922	14.4	0.535	140.	21.7	825.
841003	19.1	0.716	186.	27.9	1065.
841027	20.7	0.776	207.	25.5	1308.
841117	16.7	0.625	171.	24.3	963.

---

ANTALL	11	11	11	11	11
MINSTE	1.85	0.091	17.1	2.40	117.
STØRSTE :	45.7	1.94	473.	84.7	2964.
BREDE	43.9	1.84	456.	82.3	2847.
GJ.SNITT :	19.8	0.781	192.	22.3	1197.
SID.AVIK :	14.4	0.584	133.	22.4	856.

---



---

NIVA \*  
 \*  
 SEKIND \*  
 \*  
 TABELL NR.: 15  
 \*  
 MOMENTANE MATERIALTRANSPORTVERDIER.  
 \*  
 PROSJEKT: \*  
 \*  
 STASJON: OVERLØP MALEDAM KJØLIGRUVA  
 \*  
 DATO: 1 APR 86 \*

---

DATO/OBS.NR.	CU KG/D	ZN KG/D	FE KG/D	CA KG/D	SO4 KG/D
850430	20.8	0.799	180.	26.8	1285.
850525	142.	4.79	1645.	165.	7983.
850717	6.78	0.301	72.6	16.4	436.
850819	5.73	0.206	63.2	9.11	350.
850831	17.8	0.614	178.	25.9	1053.
850926	114.	1.36	424.	41.4	2281.
851002	120.	3.76	1340.	104.	6264.
851120	16.0	0.532	154.	20.9	926.

---

ANTALL	8	8	8	8	8
MINSTE	5.73	0.206	63.2	9.11	350.
STØRSTE :	142.	4.79	1645.	165.	7983.
BREDE	137.	4.58	1582.	155.	7634.
GJ.SNITT :	55.4	1.54	507.	51.1	2572.
SID.AVIK :	58.7	1.74	624.	54.6	2907.

---

Bilag 1.

**1040 RØROS**

FYLKE: Sør-Trøndelag

KOMMUNE: Røros

628 H.O.H.

**NEDBØRSUMMER I MILLIMETER**

STNR	ANNO	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ARET
1040	1957	30	13	29	14	36	78	144	73	69	41	39	28	594
1040	1958	17	36	23	10	54	47	33	61	22	66	23	40	432
1040	1959	48	31	11	22	16	35	66	37	27	29	42	26	390
1040	1960	17	13	24	31	28	129	62	69	50	18	42	23	506
1040	1961	22	21	60	13	38	36	75	74	45	33	47	45	509
1040	1962	22	44	14	73	21	24	104	54	44	35	17	33	485
1040	1963	32	21	54	20	50	87	91	62	43	40	38	26	564
1040	1964	34	36	1	25	24	84	51	101	58	54	71	36	575
1040	1965	42	80	35	16	17	43	36	65	85	35	29	33	516
1040	1966	27	32	62	16	29	37	94	87	50	23	14	47	518
1040	1967	54	61	29	28	36	33	52	81	22	51	48	119	614
1040	1968	32	26	56	26	28	41	12	23	30	40	22	19	355
1040	1969	27	8	18	36	24	14	51	48	56	57	70	14	423
1040	1970	14	20	46	18	17	49	123	30	51	59	31	29	487
1040	1971	20	35	22	5	25	85	113	36	47	50	46	46	530
1040	1972	3	10	24	29	36	83	66	40	48	29	47	24	439
1040	1973	10	22	29	34	27	54	126	31	75	56	55	45	564
1040	1974	42	10	5	8	11	41	77	67	27	27	23	30	368
1040	1975	53	12	8	13	24	33	38	64	68	52	24	137	526
1040	1976	67	48	24	21	10	55	31	32	35	21	38	47	429
1040	1977	51	15	35	35	16	38	66	48	17	35	21	25	402
1040	1978	26	12	35	28	11	62	32	58	56	36	36	15	407
1040	1979	14	31	17	26	25	65	59	56	41	22	31	22	409
1040	1980	12	6	26	18	49	85	56	60	84	73	29	40	538
1040	1981	53	24	37	24	20	85	116	48	11	44	54	27	543
1040	1982	43	11	21	35	27	10	36	75	64	11	21	29	383
1040	1983	36	26	56	29	52	63	44	58	64	64	62	44	598
1040	1984	26	18	40	8	46	78	59	66	99	84	36	26	586
1040	1985	37	51	16	23	19	33	94	94	74	43	35	45	564

MDL 57-85	31	27	30	24	28	55	69	59	50	42	38	39	492
NOR 31-60	30	28	27	25	24	67	79	62	47	31	28	32	480
PROSENT	103	96	111	96	117	82	87	95	106	135	136	122	103

Bilag 2.

DET NORSKE METEOROLOGISKE INSTITUTT - KLIMAÅVDELINGEN

1040 RØRDS

628 moh

MANEDSMIDLER AV LUFTTEMPERATUR 1958-1985

	JAN	FEB	MAR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	NOV	DES	ÅR
1958	-14.2	-16.0	-14.4	-1.5	3.4	8.8	10.7	11.2	8.5	3.7	-0.9	-10.2	-0.9
1959	-11.6	-5.8	-2.5	0.6	5.4	10.4	12.9	11.4	6.3	1.7	-0.9	-6.2	1.8
1960	-14.9	-11.5	-4.7	-0.4	6.0	10.8	11.6	10.8	6.7	-1.8	-3.7	-9.1	0.0
1961	-13.1	-5.6	-1.8	-1.1	4.8	11.1	10.9	9.0	8.0	5.4	-2.3	-11.2	1.2
1962	-7.7	-7.3	-10.4	-1.2	3.0	7.2	9.4	9.0	5.8	2.7	-6.0	-10.1	-0.5
1963	-9.7	-16.5	-8.6	0.4	7.5	10.7	10.5	11.6	6.8	2.4	-4.7	-5.9	0.4
1964	-5.7	-8.0	-5.7	1.2	6.5	8.8	10.2	9.2	5.2	1.0	-4.8	-9.3	0.7
1965	-10.2	-5.8	-7.3	0.6	3.3	9.7	9.3	9.0	7.7	2.3	-9.0	-15.1	-0.5
1966	-19.3	-16.1	-6.1	-4.8	4.7	12.5	11.1	9.8	5.2	1.0	-5.1	-7.8	-1.2
1967	-14.3	-7.2	-2.2	-1.3	4.5	8.8	11.5	10.8	7.8	1.6	-1.4	-10.4	0.7
1968	-12.8	-9.9	-5.0	-0.1	3.1	11.1	11.1	10.4	7.2	-0.3	-11.9	-10.4	-0.6
1969	-9.4	-16.3	-11.2	0.5	5.6	12.2	12.2	14.0	6.2	2.2	-9.6	-13.1	-0.6
1970	-16.3	-17.4	-7.5	-3.0	6.0	12.6	10.3	10.8	5.7	2.3	-7.0	-4.9	-0.7
1971	-8.2	-6.1	-7.7	-0.9	6.7	8.5	11.4	10.3	6.0	1.3	-5.7	-4.2	1.0
1972	-16.0	-9.2	-3.5	-0.5	5.6	10.8	14.1	10.0	4.8	1.5	-3.3	-4.2	0.8
1973	-2.2	-7.7	-0.7	-1.8	5.1	10.9	13.2	10.0	4.6	-1.0	-7.8	-7.7	1.2
1974	-5.4	-5.3	-5.9	1.5	6.2	9.9	10.1	10.1	7.5	0.2	-5.5	-6.7	1.4
1975	-5.7	-5.9	-5.0	-2.3	5.0	8.3	12.5	12.3	7.4	2.6	-1.5	-4.1	2.0
1976	-11.5	-7.6	-9.1	-1.4	7.1	9.3	12.1	11.3	3.5	0.8	-4.4	-11.6	-0.1
1977	-15.1	-13.3	-3.3	-3.3	4.3	8.7	10.5	10.2	4.8	3.4	-2.7	-5.2	-0.1
1978	-8.6	-13.4	-5.9	-1.7	5.6	10.6	11.4	9.9	4.7	1.5	-5.1	-17.0	-0.7
1979	-19.0	-11.3	-4.9	-0.2	4.6	11.4	9.9	9.7	6.1	0.2	-6.5	-11.7	-1.0
1980	-13.8	-13.6	-6.9	0.5	5.4	12.3	13.1	11.0	7.5	-1.3	-9.2	-10.5	-0.5
1981	-10.6	-13.1	-7.9	-0.9	7.5	8.0	11.7	10.2	7.9	1.0	-6.0	-19.6	-1.0
1982	-14.2	-10.2	-2.0	0.3	5.3	7.4	12.9	11.6	6.9	1.5	-4.1	-7.9	0.6
1983	-6.4	-9.1	-4.0	0.6	6.8	8.7	12.6	10.5	7.1	2.3	-3.6	-6.6	1.6
1984	-16.2	-7.3	-7.9	2.2	8.0	8.8	10.7	11.3	5.6	3.1	-2.8	-4.6	0.9
1985	-13.5	-13.9	-5.4	-2.2	5.6	10.1	11.8	11.0	4.4	3.9	-9.3	-14.6	-1.0
MIDLER FOR 1958-1985													
	-11.6	-10.4	-6.0	-0.7	5.5	9.9	11.4	10.6	6.3	1.6	-5.2	-9.3	0.2
NORMAL (1931-1960)													
	-11.2	-9.8	-6.4	-0.7	5.0	9.4	12.4	10.9	6.6	1.1	-3.8	-7.4	0.5



## Bilag 3

TRONDHEIMSKA BERGDISTRIKT

RAPPORT  
VEDRØRENDE ARRONDERING OG KALKING AV VELTER VED KJØLI GRUBER  
HOLTÅLEN KOMMUNE 17.09.1984

Tidligere utførte arbeider ved gruben er beskrevet i en samle-rapport bestående av rapporter, notater og en bildeserie av T.Mikalsen i 1981.

Etter en befaring foretatt i slutten på juni 1984 av representanter fra ID, NIVA, TB, SFT og Fylkeskommunen, ble det ytret ønske om et grøftesystem på nordsiden av grubeområdet for å fange opp sigevann fra Kjølifjellene. Dette vannet dreneres delvis gjennom de arronderte veltene. Samtidig var det også et ønske om å finne munningen på vannstollen på vestsiden av velte nr.2, da man antok at en del av grubevannet tok veien gjennom den nedre del av denne.

Det ble i løpet av juli måned tatt kontakt med A/S Linjetjeneste i Tydal, som tidligere har utført arbeider ved Kjøli, og en ny befaring ble foretatt av TB og O.Svelmo.

Arbeidene kom igang i midten av uke 37.

En beltegraver OKRH 5 ble brukt til grøftearbeidene og åpning av vannstollen. Ved sprengningsarbeidene ble kompressor koblet til en traktor Fiat TD 780 for å gi luft til borutstyret. Da det etter hvert ble en del masse å fjerne ved vannstollen, ble en hjullaster, Volvo 1641, satt innfor å besørge massetransporten. Hjullasteren tok også noe utbedringsarbeider på veien nedenfor velte nr.2 og 3.

### Grøftene:

En tidligere grøft på nordsiden av grubeområdet mot Kjølifjellene ble rensket opp i en lengde av ca 30 m og forlenget NV-over med ca 45 m. Herfra ble grøften orientert mot SV i en lengde på ca 50 m, og forbundet med et bekkeleie utenfor området.

Ønsket var, for den nye delen av grøften, å få lagt denne i fast fjell, men pga. forholdsvis stor overdekning, ca 2-2½m, ble grøften lagt i løsmassen. Materialet virket nokså kompakt, nesten leiraktig.

Denne grøften blir nå å betrakte som hovedgrøft mot Nord med drenering både mot Øst og Vest for veltene.

Som en ekstra sikring mot at overflatevann fra Kjølifjellene skulle renne inn i gruben via noen nedraste strossepartier Vest for velte 1, ble et gammelt bekkeleie på nedsiden av hovedgrøften rensket opp i en lengde av ca 25 m fra Vest mot Øst, hvoretter den ble orientert mot Nord fra velte 1. Her ble et mindre parti sprengt bort og rensket opp i en lengde på ca 30 m.

Denne grøften vil kunne fange opp vann fra den nye delen av hovedgrøften, som eventuelt måtte sige gjennom løsmassene.

Bilag 3 forts.

TRONDHEIMSKE BERGDISTRIKT

2

På Ø-siden av velte nr.2 ble det under befaringen med A/S Linje-tjeneste konstatert behov for en ekstra grøft for å lede bort noe sigevann i den øvre del av velten. Grøften ble anlagt på skrå mot SØ i en lengde på ca 35 m, hvor den ble forenet med en tidligere grøft.

Vannstollen

Åpningen på vannstollen ble funnet ca 1 m lavere, rett under det tidligere oppkomme. Fast fjell ble avdekket i heng og vegg både mot Øst og Vest, og gammel forbygning kunne sees i stollåpningen.

Under befaringen nå i september gjensto det å renske opp sålen i den ytterste delen av stollen ned mot den gamle måledammen samt å planere ut skråningene mot velten. Overføldig masse ble transportert opp på oversiden av åpningen og planert ut der.

Åpningsarbeidet resulterte i et forholdsvis kraftig utbrudd av oppdemt grubevann. Deler av veitraséen ned forbi velte nr.3 ble vasket bort. Det ble lagt på masse igjen for å dempe flommen og ca 1 tonn kalk ble lagt ut i bekken nedenfor, deretter ble munningen åpnet på nytt. Utbruddet skjedde i en nedbørsrik periode i distriktet pga. kraftig snøfall og derpå-følgende smelting.

Den resterende mengden av kalkbeholdningen skal legges ut på de planerte skråningene.

Det ble avtalt at måledammen på ned-siden av grubeområdet skal renses opp etter endt arbeid med grøfter og vannstoll. Arbeidene kan med dette ventes å være avsluttet i midten på uke 38.

Trondheim, 18. september 1984

*O.E.*  
Ola Eriksen  
avd.ing.

Arbeidet ble avsluttet i uke 38.

Vannstollen er nå åpen og grubevannet renner i åpent og rett bekkeløp langs kanten av velten. Man kan nå se at den tidligere oppdemning av vannet ved stollutløpet var årsak til at en del av vannet ble presset inn og rant gjennom veltemassen.

I og med gjennomføringen av dette arbeidet, er det gjort det som innen for rimelige grenser kan gjøres med bortdrenering av overflatevann og grubevann. Vanngjennomgangen gjennom berghaldene er derved redusert til å være den del av nedbøren som trenger gjennom overflaten samt eventuelle grunnvannsig som kommer opp under veltene.

Det utførte arbeidet i 1984 beløp seg til kr. 57.946,20. I dette er det inkludert innkjøp og transport av 2000 kg kalk som delvis ble dosert i grubevannsutslippet under arbeidet med vannstollen og delvis lagt ut på ny overflate av de masser som måtte flyttes.

Trondheim 28.12.1984

*Ole Nordstøren*  
Ole Nordstøren  
bergmester