



O-91156

Avrenning fra velter  
Arvedalen gruve  
Nordgruvefeltet,  
Røros

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-91956	Undernr.:
Løpenr.: 2715	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 78 752 Telefax (47 65) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Avrenning fra velter - Arvedalen gruve Nordgruvefeltet, Røros	Dato: 16.12.91	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: MILTEK-Industri	
Forfatter(e): Rolf Tore Arnesen	Geografisk område: Sør-Trøndelag	
	Antall sider: 10	Opplag: 25

Oppdragsgiver: Bergvesenet	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
-------------------------------	----------------------------------

## Ekstrakt:

Høsten 1991 undersøkte NIVA forurensningstransporten fra Kongens/Arvedalen gruve. Arbeidet ble utført ved at det ble gravet en drengroft som samlet opp ca. 70 % av drengvannet fra veltene i vest. Det ble etablert prøvetaking og vannmengdemåling der grøften gikk inn i gruva. Mengder og vannkvalitet ble på samme måte registrert for samlet avløp fra gruva.

Resultatene viste at ca. 35 % av samlet koppertransport og 20 % av sinktransporten kom fra veltene.

4 emneord, norske

1. Gruver
2. Tungmetaller
3. Bergvelter
4. Sør-Trøndelag

4 emneord, engelske


1. Mines
2. Heavy metals
3. Waste rock
4. Sør-Trøndelag, Norway

Prosjektleder



Rolf Tore Arnesen

For administrasjonen



Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-2074-7

Norsk institutt for vannforskning

**O-91156**

**Avrenning fra velter - Arvedalen gruve**

**Nordgruvefeltet, Røros**

Oslo

16.12.91

Prosjektleder:  
Medarbeidere:

Rolf Tore Arnesen  
Eigil R. Iversen  
Brynjar Hals  
Johan Ahlfors

## Innholdsfortegnelse

	Side
0. Sammendrag	3
1. Bakgrunn	4
2. Praktiske undersøkelser	5
2.1 Hydrologi	5
2.2 Kjemiske analyser	7
2.3 Transportberegninger	8
3. Konklusjon	10
4. Referanser	10

## 0. Sammendrag

De nedlagte gruvene Kongens/Arvedalen i Nordgruvefeltet ved Røros står for en betydelig andel av tungmetallene som tilføres Orva. Avløpsvannet utgjøres av sigevann fra veltene og det egentlige gruvevannet.

Etter oppdrag fra Bergvesenet har NIVA gjennomført målinger for å anslå forurensningsbidraget fra hver av disse kildene. Arbeidet ble gjennomført høsten 1991. På grunn av sprekker i berggrunnen, til dels inn under veltene, var det umulig å fange opp all avrenning fra veltene. Det er derfor en viss usikkerhet i beregningen. Målingene er kun utført i en høstsituasjon, riktignok med noe variasjon i nedbørforhold og avrenning, men det er likevel ønskelig med supplerende målinger.

For å samle opp mest mulig drensvann fra veltene ble det gravet en ny grøft i forbindelse med prosjektet. Det ble antatt at man totalt fanget opp ca. 70 % av vannet fra veltene på denne måten.

Fordi oppholdstiden i gruva var ukjent ble det i 3 timer dosert fargestoff (Rhodamin B) til vannet som gikk inn i gruva, mens vannet i utløpet ble overvåket kontinuerlig i ca. 5 døgn. Det ble ikke påvist fargestoff i avløpet i denne tiden og det ble antatt at forsinkelsen i gruva var så stor at målinger på innløp og utløp stort sett var uavhengige.

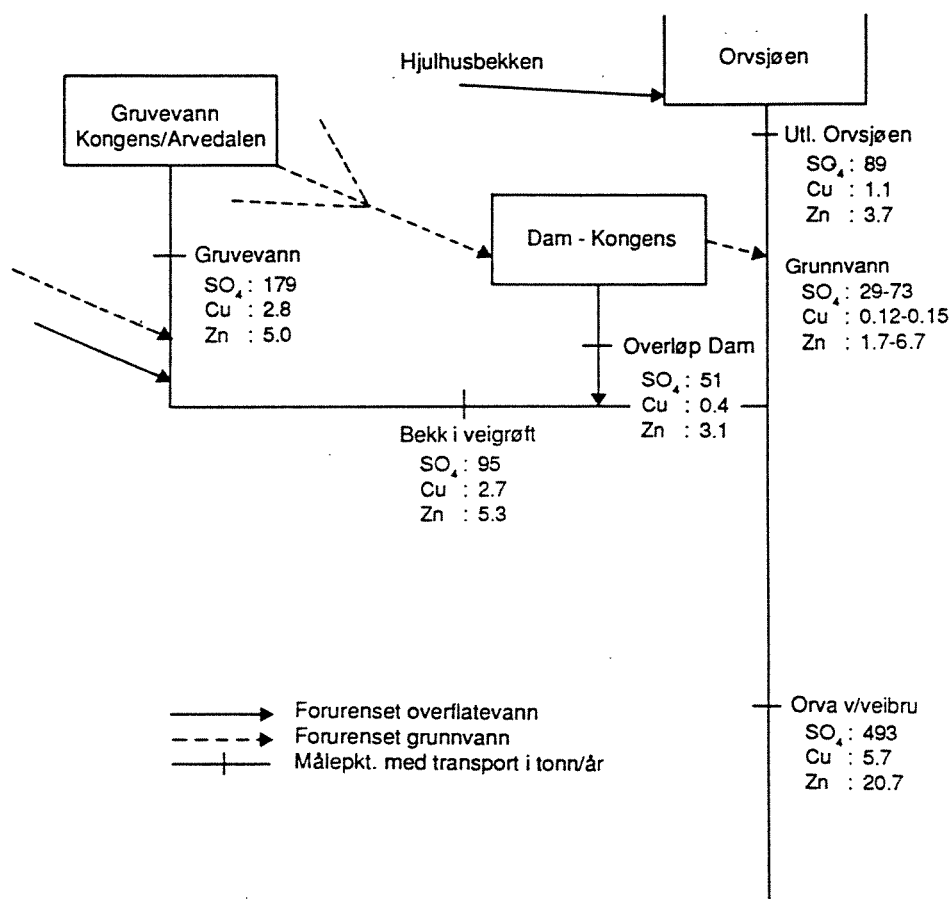
Undersøkelsene viste at av en årlig totaltransport fra denne delen av området ved Kongens gruve på 2,8 tonn kopper og 5 tonn sink, kommer ca. 1 tonn kopper (35%) og like mye sink (20 %) fra veltene.

## 1. Bakgrunn

Vannforurensning fra Nordgruvefeltet ved Røros er beskrevet i en rekke rapporter fra NIVA. (Arnesen 1989, 1990, 1991a). Disse rapportene har vist at gruvevannet fra Kongens/Arvedalens gruve er et av de største bidragene til den samlede tungmetallforurensningen i Orva. Spesielt koppertransporten er stor i denne tilførselen (Figur 1). En reduksjon av dette bidraget ville derfor ha en relativt stor effekt i det nedenfor liggende vassdraget.

De viktigste forurensningsbidragene til gruvevannet fra Kongens gruve er avrenningen fra veltene vest for gruva og vannets kontakt med svovelholdig materiale i selve gruva. Et tiltak som reduserer avrenningen fra veltene vil utvilsomt redusere total transport av tungmetaller, men det var ikke mulig å kvantifisere denne effekten på grunnlag av de data som forelå.

NIVA fikk i brev av 6. august 1991 i oppdrag fra Bergvesenet å foreta undersøkelser for å beregne hvilken andel av det samlede gruvevann som utgjøres av drens vann fra veltene.



**Figur 1.** Skjematisert fremstilling av forurensningstransport i Nordgruvefeltet, 1990  
Alle mengdeangivelser i tonn/år. (Etter Arnesen 1991a)

## 2. Praktiske undersøkelser

Ved en befarings sammen med Bjørn Berger, Kummeneje, Trondheim 19. september 1991 ble det konstatert at den nedraste gruva fortsetter inn under de aktuelle veltene. Det ville derfor være umulig å samle opp alt dreinsvannet fra dette området, uten å flytte betydelige masser. Ved å legge grøfter på nedsiden av veltene ble det antatt at det oppsamlede vannet representerte forurensningene fra ca. 70 % av disse veltene (Figur 2). Avskjærende grøfter ble gravet 1. oktober og det ble etablert målepunkt for vannmengde og prøvetaking der dreinsvannet gikk inn i gruva. Prøvetaking og vannføringsmåling for samlet avrenning ble utført ved det punktet som i tidligere rapporter er omtalt som Gruvevann, Kongens. Målepunktene er markert på kartet i figur 2.

Regelmessig ukentlig prøvetaking ble startet umiddelbart og pågikk ut oktober måned. Ved befaringer til området 1. oktober og 8. - 10. oktober 1991 ble prøver tatt av NIVA, mens det ellers var Åse Berg, RADIOS som sto for dette arbeidet.

Oppholdstid og innblandingsforhold i gruva ville bli viktige parametre for tolkning av de kjemiske analyseresultatene. Vannets bevegelse i gruva var imidlertid lite kjent på forhånd og det ble gjennomført et forsøk med tilsetning av fargestoff i innløpet for om mulig å beregne oppholdstid og fortykning i en gitt situasjon. Forsøket ble gjennomført i tiden fra 8. til 13. oktober ved at en oppløsning av Rhodamin B ble tilsatt i innløpet til gruva, mens et kontinuerlig registrerende fotometer var plassert ved gruvevannsutløpet. Tilsetning av fargestoff foregikk ved at en fortykning av handelsvaren Rhodamin B-oppløsning ble tilsatt med 3 l/time i 3 timer.

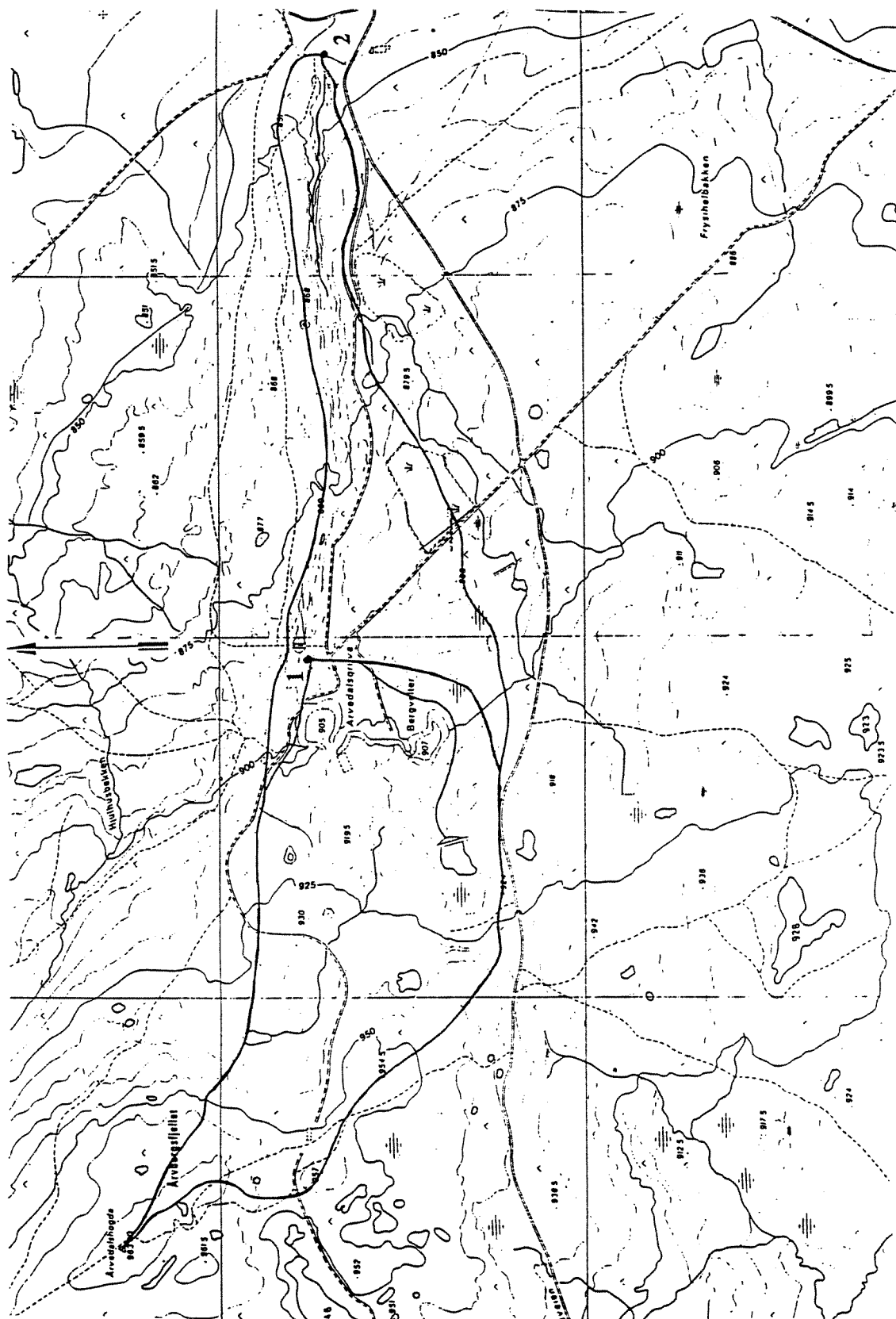
Det viste seg at de 5 døgn som forsøket strakte seg over var for kort tid til at det ble noe utslag på fotometeret. Konsentrasjonene som ble brukt skulle helt klart være tilstrekkelig til å gi utslag ved de fortykninger som var aktuelle under forsøket dersom fargestoffet passerte gruvevannsutløpet i denne tiden.

Resultatet viser at vannets oppholdstid i gruva er så lang at man ikke direkte kan sammenlikne vannføringer ved innløp og utløp, målt omtrent samtidig. For å få pålitelige resultater bør det benyttes middelveier over lengre tid, helst et år for å få med årstidsvariasjonene.

I og med at det var en forutsetning at arbeidet skulle avsluttes i 1991, er det nødvendig å foreta beregningen på grunnlag av de data som kunne fremskaffes i løpet av oktober måned. For å redusere usikkerheten er istedet transportveiene forsøkt beregnet på forskjellige måter.

### 2.1. Hydrologi

Figur 2 viser et kart over nedbørfeltet med velter og gruve inntegnet. Det er vanskelig å trekke grensene for nedbørfeltene med stor nøyaktighet, men i forhold til de mange andre kildene til usikkerhet i beregningene er det av liten betydning. Det er spesielt vanskelig å måle nedbørfeltet for gruvevannet, fordi sprekker og gruveåpninger i terrenget ikke er tilstrekkelig godt avmerket på kartet til å få denne delen av tilrenningen til gruva med.



Figur 2. Kart over området ved Arvedalens/Kongens gruver. Målestokk ca. 1 : 8300  
 Prøvetakingssteder og grenser for nedbørfelt er inntegnet.  
 Pkt. 1 : Nedenfor velter. Pkt. 2 : Gruvevannsutløp.



Nedbørfeltgrensene er stort sett trukket på grunnlag av kartets høydekoter. Sør-øst for gruva er det sprengt en dreneringsgrøft som leder vekk en betydelig vannmengde, dette er det tatt hensyn til. Alt i alt er det likevel sannsynlig at vannmengden som renner til gruva, er noe høyere enn det som er angitt i tabell 1.

Det er også usikkerhet om hvor grensen for feltet som drenerer til gruva og gjennom velten skal trekkes i nord-vest. Den vannmengden det gjelder er antakelig liten i forhold til den som er omtalt i foregående avsnitt. Nedbørfeltene arealer er bestemt ved manuell planimetrering på kart i målestokk 1:5 000.

Tabell 1 angir de ulike konstanter som er lagt til grunn for den videre behandlingen av data.

**Tabell 1.** Hydrologiske forhold

Variabel	Enhet	Velter	Gruvevann
Areal nedbørfelt	km <sup>2</sup>	0,20	0,32
Avrenningskoeffisient	l/(s·km <sup>2</sup> )	15,0	15,0
Midlere vannføring	l/s	3,0	4,8

Vannføringen ble målt manuelt ved å måle vannhøyden i V-overløpet i grøften nedenfor velten og i gruvevannsutløpet hver gang det ble tatt vannprøver. Resultatene er gjengitt i tabell 2 og 3.

## 2.2. Kjemiske analyser

Vannprøver for kjemisk analyse ble tatt ukentlig i hele oktober måned. Det var ikke alltid ideelle forhold for prøvetakingen, bl.a. frøs grøftene til ved flere anledninger. Det ble likevel et visst spenn i de registrerte vannføringene i denne perioden. En videreføring av prøvetaking f.eks. i november ville neppe ha gitt noe bedre datagrunnlag på grunn av frost og snø. En ny periode med prøvetaking forsommeren 1992, kan derimot forbedre materialet.

De fleste prøvene for kjemisk analyse ble sendt til Landbrukets analysesenter, Ås der tungmetallinnholdet ble bestemt ved atomabsorpsjon med flammeteknikk. Prøvene som ble tatt 2., 4. og 8. oktober ble analysert av NIVA med samme metode. pH og konduktivitet er målt av NIVA ved prøvens ankomst til instituttet.

Alle resultater er samlet i tabellene 2 og 3.

**Tabell 2.** Kjemiske analyseresultater fra grøft nedenfor velter, Arvedalens gruve (Pkt. 1)

Dato	pH	Kond ms/m	Sulfat mg/l	Jern mg/l	Kopper mg/l	Sink mg/l	Vannf l/s
02.10.91	2,68	192	1170	143	31	30,8	0,2
04.10.91	2,77	125,8			12,8	19,6	0,96
08.10.91	2,87	109	495	57,5	12,2	17,4	1,71
14.10.91	2,79	120,5		60	14,1	20,2	0,92
17.10.91	2,75	112,5		48,1	8,9	12,4	7
23.10.91	2,74	134,2		63,1	14,7	19,5	0,72
30.10.91	2,65	154,7		75	18,7	24	0,23
06.10.91	2,71	169,9		79	21,6	27	1,5
			Middel		16,8	21,4	1,7

**Tabell 3.** Kjemiske analyseresultater fra Gruvevannsutløp, Arvedalens Gruve. (Pkt. 2)

Dato	pH	Kond ms/m	Sulfat mg/l	Jern mg/l	Kopper mg/l	Sink mg/l	Vannf l/s
02.10.91	2,79	152	900	112	15,8	31,6	4,42
04.10.91	2,68	167,9			16	32,5	3,9
08.10.91	2,72	171	1030	130	20,9	37,5	6,3
14.10.91	2,68	170,8		140	20,7	36,2	3,6
17.10.91	2,6	184,5		138	20,1	35,8	6,7
23.10.91	2,6	188,4		148	20,5	37,2	3,14
30.10.91	2,59	193,5		130	19,4	34	3,05
06.10.91	2,66	186,4		130	19	34	1,77
			Middel		19,1	34,9	4,11

### 2.3. Transportberegninger

For å fastslå hvilken betydning veltene har i forhold til den totale avrenningen fra området er det nødvendig å anslå midlere transportverdier ved de to målepunktene. Grunnlaget for å gjøre det er begrenset, men ved å prøve å gjøre det på flere uavhengige måter, kan man få en viss kontroll på resultatene.

I tabell 4 er momentan transport av kopper og sink for de tidspunkter, som det foreligger målinger samlet. Et enkelt anslag på mengden som transporteres fra veltene er da middelverdien av momentan transportverdi (vannføring x konsentrasjon) for de enkelte prøvetakingene. Et 30 % tillegg for lekkasjer til gruva gir de transportdata som er angitt under Alt I i tabell 5.

En alternativ måte for beregning av transportverdier er å beregne en årlig midlere vannføring som så multipliseres med en årlig midlere konsentrasjon. For målepunktet ved innløpet til gruva finnes

det lite data for å beregne en middelvei, men i tabell 5 finnes middelveier og midlere årlige transportverdier beregnet etter ulike beregningsmetoder.

Ved denne siste måten å beregne transportveriene på (Alt II) er vannføringer tatt fra tabell 1, mens midlere konsentrasjoner er tatt fra tabellene 2 og 3.

**Tabell 4.** Momentane transportverdier for kopper og sink ved de to målepunktene

Dato	Sigevann velter		Samlet gruvevann	
	Kopper kg/døgn	Sink kg/døgn	Kopper kg/døgn	Sink kg/døgn
02.10.91	0,54	0,53	6,03	12,07
04.10.91	1,06	1,63	5,39	10,95
08.10.91	1,80	2,57	11,38	20,41
14.10.91	5,38	1,61	6,44	11,26
17.10.91	0,91	7,50	11,64	20,72
23.10.91	0,37	1,21	2,56	10,09
30.10.91	2,80	0,48	5,11	8,96
06.10.91	1,75	3,50	2,91	5,20
Middel	1,83	2,38	6,43	12,42

**Tabell 5.** Alternativt beregnede årlige transportverdier for kopper og sink fra velter og totalt t i gruvevann Arvedalens/Kongens gruve. Beregningsmåter er omtalt i teksten.

	Kopper tonn/år	Sink tonn/år
Velter		
<b>Alternativ I</b> (Middel av momentanverdier)	0,88	0,87
<b>Alternativ II</b> (Midlere avrenning x middelskons.)	1,58	2,02
Samlet avrenning (Gruvevann)		
<b>Alternativ I</b> (Middel av momentanverdier)	2,35	4,53
<b>Alternativ I</b> (Midlere avrenning x middelskons.)	2,90	5,28

I tilknytning til tabell 5 kan det nevnes at transporten i gruvevannet tidligere er beregnet til henholdsvis 2, 8 og 5,0 tonn/år for kopper og sink (Arnesen 1991a).

Det er liten forskjell mellom de to alternative måtene for beregning av forurensningstransport for samlet gruvevann. Det skyldes den regulerings-effekten gruva har på vannføring og konsentrasjon. For avrenningen fra veltene er det betydelig forskjell. Datamaterialet er for lite til å foreta en fornuftig statistisk bearbeiding, og det må foretas en skjønsmessig vurdering av hvilke verdier som er mest sannsynlige.

NIVA har foretatt liknende undersøkelser i flere andre gruveområder, der sammenheng mellom bergvelter og forurensningstransport er vurdert (Iversen *et al.* 1990)(Arnesen 1991b). Disse undersøkelsene har ikke tidligere vært ansett som grunnlag for å vurdere sammenheng mellom veltenes størrelse og metallinnhold. En subjektiv sammenlikning mellom de tidligere undersøkte veltene og området ved Arvedalen gruve viser imidlertid at veltene her er betydelig mindre og har lavere metallinnhold enn de ved Kvikne Kobberverk (Arnesen 1991c) og ved vaskeriet ved Røstvangen (Arnesen 1991). Det er derfor rimelig å anta at avrenningen er lavere ved Arvedalen enn ved disse to andre gruvene. Det tyder på at de virkelige transportverdiene ligger nærmest verdiene under Alternativ I i tabell 5.

### 3. Konklusjon

Datamaterialet fra tidligere undersøkelser og fra prøvetakinger i oktober 1991 gir mulighet for å anslå forurensningsmengdene som kommer fra de ulike kildene i nedbørfeltet til Arvedalens/Kongens gruve. Representativiteten i datamaterialet er imidlertid så usikker, at det har vært nødvendig å utføre beregningene på flere måter. Supplerende målinger (vår/sommer) på avrenning fra veltene ville forbedre utsagnskraften.

Transporten av kopper og sink fra veltene er anslått til noe under 1 tonn/år for både kopper og sink.

Transporten ut av gruva kan angis med betydelig større sikkerhet og antas å være 2,8 tonn kopper og 5 tonn sink i året.

Tiltak som fjerner påvirkningen fra veltene fullstendig vil dermed føre til en reduksjon tungmetalltransporten fra Arvedalen/Kongens gruve på ca. 35 % for kopper og 20 % for sink.

### 4. Referanser

Arnesen, R.T. 1989. Vannforurensning i Nordgruvefeltet, Røros. NIVA-rapport 87043, Løpenr.: 2207, Februar 1989.

Arnesen, R.T. 1990. Vannforurensning i Nordgruvefeltet, Røros. Undersøkelser 1989. NIVA-rapport 87043, Løpenr.: 2413, April 1990.

Arnesen, R.T. 1991a. Vannforurensning i Nordgruvefeltet - Røros. Arbeidet 1990. NIVA-rapport 87043, Løpenr.: 2602, Mai 1991

Arnesen, R.T. 1991b. Vannforurensning fra kisgruver - Røstvangen, Arbeidet i 1990, NIVA-rapport O-90190, Løpenr.: 2658, mai 1991.

Arnesen, R.T. 1991c. Vannforurensning fra kisgruver - Kvikne Kobberverk, Arbeidet 1990, NIVA-rapport O-90191, Løpenr.: 2619, august 1991.

Iversen, E.R., Arnesen R. T., Knudsen, C.-H., Lundgren, T. Skjelkvåle, B.L. og Øren, K. 1990. Løkken Gruber A/S & Co. - Vurdering av forurensningsstatus og alternative tiltak for å redusere forurensningstilførslene fra gruveområdet. NIVA-rapport O-88226, Løpenr.: 2400, Mai 1990.

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-2074-7