




O-91155

Laboratorieforsøk
med gruvevann
Kongens gruve
Nordgruvefeltet,
Røros

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-91155	Undernr.:
Løpenr.: 2714	Begr. distrib.:

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

Rapportens tittel: Laboratorieforsøk med gruvevann, Kongens gruve Nordgruvefeltet, Røros	Dato: 10.12.1991	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:
Gruvevann fra Arvedalens/Kongens gruve er en viktig forurensningskilde i Nordgruvefeltet. Det er utført laboratorieforsøk for å vurdere virkningen av å lede gruvevannet ut i Orvsjøen, som allerede er betydelig forurenset med tungmetaller. 80 % av jernet og maksimalt 10 % av kopperet i gruvevannet kan ventes utfelt i Orvsjøen dersom vannet ledes til Orvsjøen. En slik overføring kan redusere faren for kortvarige episoder med høye tungmetallkonsentrasjoner i Glomma.

4 emneord, norske

1. Surt gruvevann
2. Tungmetaller
3. Laboratorieforsøk
4. Sør-Trøndelag

4 emneord, engelske

1. Acid Mine Drainage
2. Heavy metals
3. Laboratory tests
4. Sør-Trøndelag, Norway

Prosjektleder



Rolf Tore Arnesen

For administrasjonen



Bjørn Olav Rosseland

ISBN 82-577-2073-9

Norsk institutt for vannforskning

O-91155
Laboratorieforsøk med gruvevann
Kongens gruve
Nordgruvefeltet, Røros

Oslo:

10. desember 1991

Prosjektleder:

Rolf Tore Arnesen

Innholdsfortegnelse

	Side
0. Sammendrag	3
1. Bakgrunn	4
2. Hydrologi	5
3. Laboratorieforsøk - Resultater	8
4. Konklusjoner	10
5. Referanser	10

0. Sammendrag

Gruvevannet fra Kongens Gruve er en betydelig kilde til forurensning i Nordgruvefeltet ved Røros. For å vurdere virkningen av å overføre gruvevannet til Orvsjøen, er det gjennomført laboratorieforsøk der gruvevann og vann fra Orvsjøen ble blandet i forskjellige forhold fra 1:200 til 1:9.

Kjemiske analyser viser at blandningene får pH-verdier fra 6,05 til 3,30 og at jern felles ut i alle blandinger. Utfelling av kopper var derimot liten i blandinger der forholdet gruvevann til vann fra Orvsjøen var under 1:100.

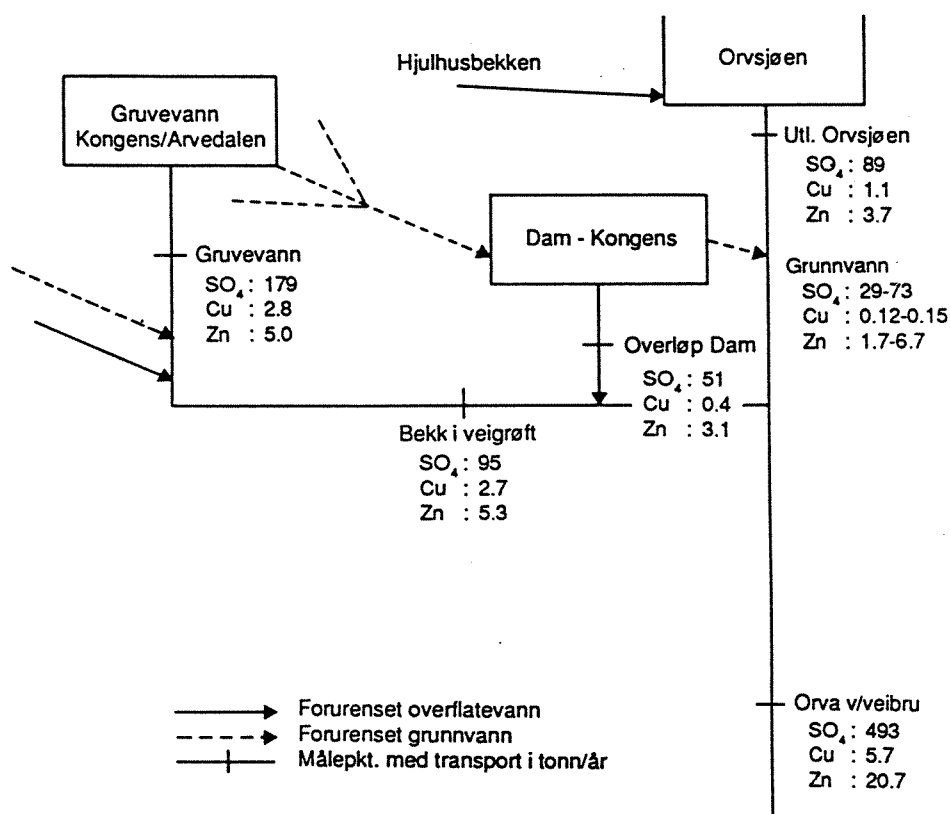
I praksis kan det ventes at utfellingen av jern har en effektivitet på ca. 80 % for jern og maksimalt 10 % for kopper ved overføring av gruvevannet fra Kongens gruve til Orvsjøen.

1. Bakgrunn

Vannforurensning fra Nordgruvefeltet ved Røros er beskrevet i en rekke rapporter fra NIVA tidligere. (Arnesen 1989, 1990, 1991). 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 nedenforliggende 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. I en stor del av sin lengde er den rast inn, og dette sammen med beliggenheten i forhold til terrenget gjør det umulig å holde gruva vannfylt for å redusere utvaskingen av tungmetaller.

Andre mulige tiltak er å behandle gruvevannet på ulike måter. Denne behandlingen går vanligvis ut på å felle ut tungmetallene ved tilsetning av kjemikalier. Vanligst er å heve pH i vannet slik at tungmetallene faller ut som hydroksider. Som regel brukes brent kalk (CaO) eller hydratkalk (Ca(OH)_2) til dette formål.



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

En ulempe med behandling med kjemikalier er at det må bygges et renseanlegg for dosering av kjemikalier og fjerning av det slam som dannes. Renseanlegget må drives på ubestemt tid, (antakelig minst 100 år) dersom ikke andre løsninger etter hvert kan avløse dette tiltaket.

En enkel måte å heve pH i gruvevannet på er å fortynne det med mindre forurenset vann. Effekten av en slik innblanding av vann er avhengig av de to vanntypenes bufferkapasitet, og innholdet av stoffer som enten kan bidra til å holde metaller oppløst eller bevirke en mer effektiv utfelling.

En praktisk mulighet for å redusere virkningen av gruvevannet fra Kongens/Arvedalens gruve er å føre det til Orvsjøen som vanligvis har en pH over 6 og en betydelig bufferkapasitet. Det kan ikke ventes en maksimal renseseffekt av avløpsvannet på denne måten og det utfelte tungmetallslammet vil bli liggende på bunnen av Orvsjøen. Dersom en forbedring og stabilisering av forholdene i Glomma er det primære mål, kan likevel et slikt tiltak gi forbedringer.

En teoretisk beregning av resultatet som kan oppnås ved en slik overføring av gruvevannet til Orvsjøen er vanskelig, fordi mangel på detaljert informasjon om de to vanntypene gjør det umulig å beregne blandingenes pH-verdier. Den praktiske løseligheten er dessuten ikke lik den som kan beregnes på grunnlag av tilgjengelige data.

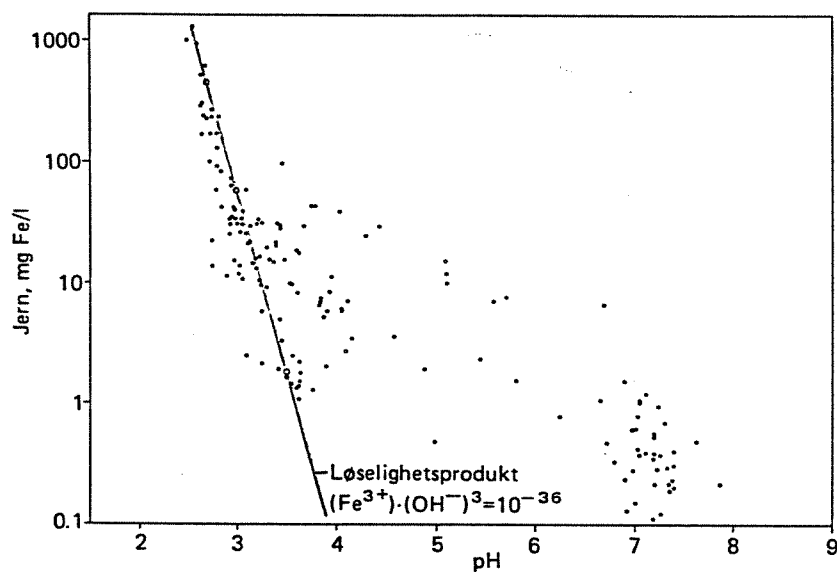
Figurene 2 og 3 viser løselighet av jern(III)hydroksid og malakitt ($\text{Cu}_2(\text{OH})_2\text{CO}_3$) som antakelig er de minst løselige forbindelser av henholdsvis jern og kopper i vanlig overflatevann (Arnesen 1981). I de samme figurene er det avsatt analyseresultater fra norsk overflatevann som er påvirket av gruveforurensning. Diagrammet for jern viser at et stort antall resultater er høyere enn det teoretiske. Det tyder på innhold av partikulært bundet jern. For kopper er målte konsentrasjoner stort sett lavere enn de teoretiske. Det indikerer at kopper i stor grad felles ut sammen med jern under de forhold avløpsvann fra gruver møter i norske vassdrag.

For sink er det ingen tungtløselige forbindelser i de pH-områder som er vanlige i norsk overflatevann. Vanligvis tyder de målte verdier av sink i gruvepåvirkede vassdrag på at utfelling foregår i mindre grad enn tilfellet er for kopper når pH heves.

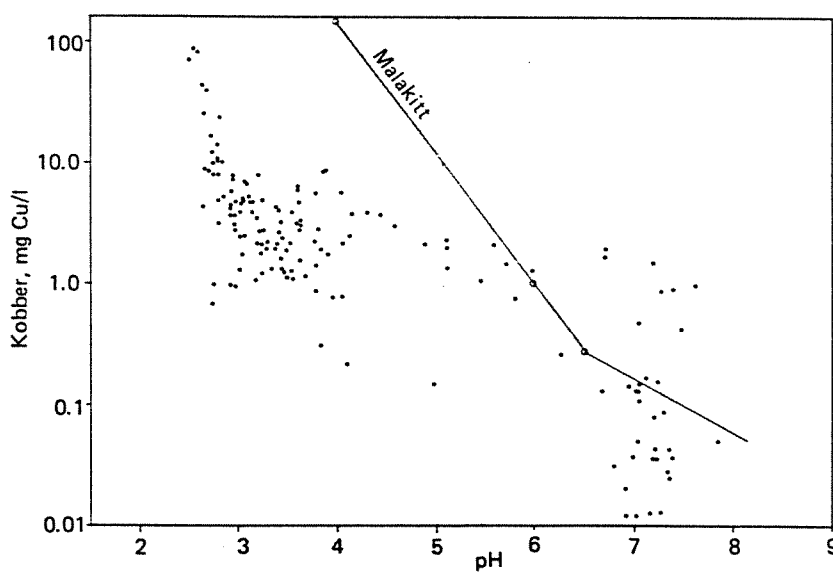
Vanskeligheten med å beregne sluttresultatet for en innblanding av gruvevannet i Orvsjøen, gjorde at NIVA i brev av 6. august 1991 fikk i oppdrag fra Bergvesenet å foreta laboratorieforsøk med innblanding av gruvevann i vann fra Orvsjøen for om mulig å beregne effekten av et slikt tiltak.

2. Hydrologi

For å vurdere effekten av å føre gruvevannet fra Kongens gruve til Orvsjøen, er det nødvendig å ha et visst kjennskap til forholdet mellom vannføringen i gruvevannet og gjennom Orvsjøen. En detaljert vurdering krever betydelig mere observasjoner av vannføringen enn de som foreligger. Det er særlig variasjonen av vannføringen i Orva som er lite undersøkt. I tabell 1 er de viktigste forhold som bestemmer vannføringen i de to systemene samlet.



Figur 2. Konsentrasjon av jern som funksjon av pH i norske vassdrag påvirket av gruveforurensning. Den rette linje markerer teoretisk løselighet. Etter: (Arnesen 1981)



Figur 3. Kopperkonsentrasjon som funksjon av pH i norske vassdrag påvirket av gruveforurensning. Linjene markerer teoretisk løselighet. Etter: (Arnesen 1981)

Tabell 1. Hydrologiske forhold

Variabel	Enhet	Orvsjøen/Orva	Gruvevann
Areal nedbørfelt	km ²	16,7	0,32
Avrenningskoeffisient	l/(s·km ²)	15,0	15,0
Midlere vannføring	l/s	250	4,8
Teoretisk oppholdstid	døgn	> 7	ca. 365

Til sammenlikning er vannføringsmålinger fra 1989/90 i gruvevann og i Orva samlet i tabell 2.

Av tabellen fremgår det at middelverdien av de utførte vannføringsmålingene er hele 12 l/s. Et stort antall målinger ligger imidlertid i området 1,6 - 4 l/s. Den meget høye verdien 2. mai 1990 skyldes åpenbart vårflo, og så høye vannføringer kan bare ventes en eller noen få dager i året. Slike dager vil selvfølgelig vannføringen i Orva også være høy, men den utjevne effekten i Orvsjøen vil resultere i at forholdet mellom de to vannføringene under slike forhold vil avvike betydelig fra normalsituasjonen som i følge tabell 1 vil være ca. 1:50. Til gjengjeld vil utjevningen i Orvsjøen medføre at gruvevannet likevel får en viss oppholdstid og derved en større fortynning enn denne mest ugunstige situasjonen antyder.

I det følgende er det derfor tatt utgangspunkt i at det mest vanlige forholdet mellom mengde gruvevann og vannføring i Orva er 1:50, og at avvik fra dette stort sett vil begrense seg til kortere perioder som i en viss grad utjevnes i Orvsjøen.

Tabell 2. Vannføringsmålinger i gruvevann og i Orva 1989/90

Dato	Gruvevann l/s	Orva l/s
06.09.89	3,4	340
10.10.89	4,3	215
25.04.90	8,5	-
02.05.90	104	-
09.05.90	13,0	-
16.05.90	10,0	-
23.05.90	4,0	-
30.05.90	13,0	-
31.08.90	3,5	-
19.09.90	11,1	-
26.09.90	3,9	-
03.10.90	2,9	-
10.10.90	2,4	-
17.10.90	3,5	-
24.10.90	2,2	-
31.10.90	1,6	-

Middel gruvevann: 12,0 l/s.

3. Laborieforsøksforsøk - Resultater

Laborieforsøkene ble gjennomført 4. oktober 1991 med gruvevann fra Kongens gruve og vann som var hentet fra Orva ved utløp av Orvsjøen 2. oktober. Blandingene ble gjort ved værelses-temperatur i 1 liters begerglass. Volumene ble tatt ut med målesylinder, og blandingen foregikk ved rask omrøring med et røreverk. Etter sammenblanding av de to vanntypene ble røreastigheten redusert til ca 15 omdr./min i 15 minutter. Det var tydelig utfelling av brunt bunnfall i alle prøvene. Etter at røringen var stoppet ble prøvene stående ved værelses-temperatur til 7. oktober da de ble filtrert og sendt til analyse på pH, konduktivitet, kopper, sink og jern.

Analyseresultatene er angitt i tabell 3, der også de teoretiske resultatene ut fra konsentrasjonene i gruvevann og Orva-vann er angitt.

Konsentrasjonene er beregnet ut fra følgende formel:

$$C = (c_{gr} \cdot A_{gr} + c_{or} \cdot A_{or}) / (A_{gr} + A_{or})$$

der

C = beregnet konsentrasjon

c_{gr} = målt kons. i gruvevann

c_{or} = målt kons. i Orva

A_{gr} = andel gruvevann

A_{or} = andel vann fra Orva

Fordi pH ble så lav i enkelte blandinger var det nødvendig å korrigere konduktiviteten med hensyn på hydrogen-ionekonsentrasjonen. Denne korreksjonen foregikk etter følgende formel:

$$\text{Kond}_{H^+} = C_{H^+} \cdot 34,9 \cdot 10^3$$

der

$$C_{H^+} = 10^{-pH}$$

Tabell 3. Laborieforsøk med blanding av gruvevann fra Kongens gruve og vann fra Orva. Forsøkene er beskrevet i teksten

Prøvenr	Bl.forh.	pH	Kond mS/m	Kopper mg/l	Sink mg/l	Jern µg/l	Teor.verd			
							Kond	Kopper	Sink	Jern
1	1:200	6,05	4,3	0,10	0,5	37	4,2	0,188	0,526	623
2	1:142	5,76	4,4	0,16	0,57	38	4,5	0,219	0,588	846
3	1:100	5,09	5,0	0,24	0,67	70	5,2	0,266	0,681	1179
4	1:50	4,31	8,2	0,42	1,00	37	8,1	0,421	0,988	2282
5	1:24	3,74	15,3	0,73	1,62	131	15,7	0,736	1,615	4531
6	1:16	3,59	21,8	1,03	2,24	250	21,3	1,051	2,244	6781
7	1:12	3,37	28,5	1,33	2,86	470	30,1	1,365	2,868	9020
8	1:9	3,30	34,9	1,66	3,50	820	35,7	1,679	3,493	11259
Orva v utl.		6,88	3,45	0,11	0,37	65				
Gruvevann		2,79	152	15,8	31,6	112000				

For jern gir forsøkene klare resultater. Ca. 90 % eller mer fjernes som utfelt hydroksid i alle blandinger. For kopper og sink gjør den usikkerheten som alltid er tilstede ved kjemiske analyser det vanskelig å fastslå en eventuell reduksjon like sikkert.

For sink er det vanskelig å se noen forskjell mellom målt og teoretisk i det hele tatt, men i fortynningene over 1:10 synes det som det er en viss reduksjon i forhold til teoretisk verdi.

For kopper er alle de teoretiske konsentrasjonene høyere enn de målte. Forskjellen i % av målt verdi er avtakende fra ca 80 % i fortynningen 1:100 til ca 1 % i fortynning 1:9. Figur 3 viser dette grafisk. Kurven har en del avvik fra et ideelt forløp, men det fremgår klart at ved et blandingsforhold mindre enn 1:100 er reduksjonen av kopper mindre enn 10 % i alle prøver.

Figur 4. Prosentvis reduksjon av kopperinnhold i gruvevann.

4. Konklusjoner

De utførte laboratorieforsøkene viser at det blir en utfelling av jern og til dels kopper når gruvevann fra Kongens gruve blandes med vann fra Orva.

For jern er utfellingen meget effektiv og det kan ventes en reduksjon på 80 % eller mer ved å lede gruvevannet til Orvsjøen

For kopper har en slik blanding av gruvevann og vann fra Orva mindre virkning. I de blandingsforhold som vil være aktuelle tyder forsøkene på at reduksjonen i koppertransport vil være mindre enn 10 %. Under de betingelser som utfellingen skjer i Orvsjøen, vil kontakttiden mellom utfelt jernhydroksid og oppløst kopper antakelig bli lengre og det kan ventes en mer effektiv adsorpsjon av kopper på partikler. Det er umulig å kvantifisere denne effekten, men erfaringer fra naturlig vann som er forurensset med gruvevann (Figur 3) gir ikke grunn til å regne med en reduksjon ut over 10 %.

Den utjevneende effekt Orvsjøen har på vannføringen i Orva vil redusere faren for kortvarige episoder med høye tungmetallkonsentrasjoner i Glomma.

Referanser

Arnesen, R.T. 1981. Vand i Norge, Vand av renhet-. Festskrift til Kjell Baalsruds 60-årsdag. NIVA, Oslo 1981

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

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

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

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2073-9