

NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKNING  
Blindern

0-67081

REFERAT FRA EN BEFARING TIL SVENSKE OG NORSKE GRUVER

22-26 september 1980

ved

Rolf Tore Arnesen

Deltagere:

Hans Roland Lindgren : (Bare i Norge og ved avslutning i Stockholm)  
Statens naturvårdsverk, Sverige  
Bjørn Södermark : Statens naturvårdsverk, Sverige  
Per Gullbring : " " "  
Runar Berg : Industridepartementet, Norge  
Per Åge Beck : Statens forurensningstilsyn, Norge  
Rolf Tore Arnesen : Norsk institutt for vannforskning

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Norges Teknisk-Naturvitenskapelige Forskningsråd

Postadresse: Brekke 23 52 80  
Postboks 333, Blindern Gaustadalleen 46 69 60  
Oslo 3 Kjeller 71 47 59

Rapportnummer: O-67081
Undernummer: V
Løpenummer: 1257
Begrenset distribusjon:

Rapportens tittel:  REFERAT FRA EN BEFARING TIL SVENSKER OG NORSKE GRUVER	Dato: 20. desember 1980
	Prosjektnummer: O-67081
Forfatter(e):  Rolf Tore Arnesen	Faggruppe:
	Geografisk område:
	Antall sider (inkl. bilag): 12

Oppdragsgiver: Bergforskningen	Oppdragsg. ref. (evt. NTNf-nr.):
-----------------------------------	----------------------------------

Ekstrakt:

Rapporten beskriver meget kortfattet en reise til 10-12 gruver i Norge og Sverige. Hensikten med reisen var å gjøre deltakerne kjent med forurensningsproblemer i svensk og norsk gruveindustri. Både igangværende og nedlagte gruver ble besøkt. I tillegg ble muligheter for videre samarbeid på dette felt mellom svenske og norske miljøvernmyndigheter diskutert.

4 emneord, norske:
1. Kisgruver
2. Norge
3. Sverige
4. Surt gruvevann
5. Avgangsdeponering

4 emneord, engelske:
1. Pyrite mining
2. Norway
3. Sweden
4. Acid mine drainage
5. Tailings disposal

  
Prosjektleders sign.:

—  
Seksjonsleders sign.:

  
Instituttssjefs sign.:

ISBN 82-577-0344-3

## 1. INNLEDNING

Hensikten med befaringen var å orientere deltakerne om forurensnings-situasjonen ved norske og svenske gruver. I og med at besøkene til forskjellige gruver i de to land falt innenfor et kort tidsrom, var det lett å sammenlikne forholdene. Ved siden av den orienterende del av befaringen ble det også gjennomført en diskusjon ved Statens naturvårdsverk i Stockholm om muligheter for samarbeid.

Bare et lite utvalg av gruver i de to land ble besøkt under reisen, og noen endelig konklusjon kan ikke trekkes på dette grunnlaget. De besøkte områdene var imidlertid utvalgt av personer med erfaring innen dette fagfeltet og det kan antas at erfaringene som ble gjort er representative for et større antall svenske og norske gruver.

Reisen ble gjennomført etter følgende program:

Søndag 21. september : Samling på Røros om kvelden.

Mandag 22. september : Besøk ved de nedlagte gruver Storwartz, Olavsgruva, Christianus Sextus og Kongens gruve nær Røros samt Røstvangen ved Tynset.

Tirsdag 23. september: Avreise fra Tynset til Alvdal. Flere stopp i Follidalen og besøk ved Follidal Verk A/S på Hjerkin. Reise til Fornebu flyplass ved Oslo og fly til Stockholm.

Onsdag 24. september : Avreise fra Stockholm til Bersbo nedlagte gruver i nærheten av Åtvidaberg. Videre til Vieille Montagnes Svenska Egendomars anlegg i Åmmeberg ved Vätterens nordende.

Torsdag 25. september: Avreise fra Ørebro til Boliden Mineral AB's gruve i Saxberget 15 km fra Ludvika. Videre til Stora Kopparbergs anlegg i Falun. Under reisen tilbake til Stockholm ble Bolidens gruve i Garpenberg samt den nedlagte graven ved Kalvsbäcken besøkt.

Fredag 26. september : Møte i Statens naturvårdsverks lokaler i Stockholm.

Befaringen omfatter besøk ved 10-12 forskjellige gruvefelter på kort tid, og det ble ikke anledning til detaljerte studier noe sted. Gruppen konsentrerte seg imidlertid hele tiden om avfallsproblemer og avrenningsforhold ved anleggene, og det stramme programmet kunne derfor gjennomføres med godt utbytte.

Bare ved Follidal verk A/S på Hjerkinns og ved Vieille Montagnes anlegg ved Ammeberg ble det tatt kontakt med bedriftene.

## 2. DE ENKELTE GRUVENE

### 2.1 Storwartz gruve og Olavsgruva

For nærmere detaljer henvises til NIVAs rapport 0-78050: Røros Kobberverk, Vannforurensning fra gruver, datert 6. juni 1980, sidene 27-35 og 37-41.

I dette området er det drevet gruvedrift i mer enn 300 år, og den siste virksomheten ble nedlagt omkring 1970. Den mest iøynefallende forurensningskilden er avgangsdeponiet som ligger uten overdekking, utsatt for oksydasjon og erosjon. Transport av kobber, sink og kadmium fra området er anslått til henholdsvis 1600, 7200 og 12,7 kg/år. Konsentrasjonen av de samme metallene i bekken ut av området er anslått til 2,1, 8,0 og 0,013 mg/l.

Det er antatt at forholdene kan forbedres noe ved å heve vannstanden slik at avgangen i størst mulig utstrekning er permanent dekket av vann. For å se på de praktiske problemer ved et slikt tiltak deltok avd.ing. D. Bachke, Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen, i befaringen ved Røros.

Ved siden av avgangsdeponiet så man også på gruvevannet fra Storwartz, Olavsgruva og Solskinnsgruva. Ingen av disse kildene betraktes som betydelige i denne sammenheng.

## 2.2 Christianus Sextus og Kongens gruve

Disse områdene, som ligger rundt Orvsjøen på vestsiden av Glomma, er omtalt i den tidligere nevnte NIVA-rapporten på sidene 14-27 og 37-41.

Orvsjøen, som mottar alt drensvannet fra Sextus-området samt vann fra en liten del av feltet rundt Kongens gruve, er i dag fisketomt på grunn av høye konsentrasjoner av kobber og sink. Tilførslene er anslått til 1,5 tonn kobber, 4 tonn sink og 9 kg kadmium pr. år. I tillegg er det deponert ca. 150 000 tonn avgang på bunnen av sjøen. Tilførslene herfra må antas å avta noe med tiden, men ble i 1979 anslått til ca. 4 tonn sink. Tungmetalltransporten er grovt sett like stor fra bergveltene som fra gruva i dette området.

Fra Kongens gruve drenerer det meste av vannet gjennom noen delvis fylte dammer, som også inneholder avgang, til Orva et par kilometer nedenfor Orvsjøen.

En del vann drenerer også ned i gruva som til dels er åpen i en lengde på ca. 1 km.

Transport av tungmetaller ut av feltet ved Kongens gruve kan anslås til totalt 3 tonn kobber, 20 tonn sink og 30 kg kadmium pr. år.

Drensvannet fra de to gruveområdene ved Orvsjøen er karakterisert ved at det er sterkt surt (pH: 2,5-3,5) og inneholder høye konsentrasjoner av jern og sink, henholdsvis  $> 100$  mg Fe/l og  $> 50$  mg Zn/l. Enkelte steder er det også målt kobberkonsentrasjoner av samme størrelsesorden. Kadmiumkonsentrasjonene varierer sterkt. Det samme gjelder forholdet mellom kadmium og sink, men det er av størrelsesorden  $5 \cdot 10^{-3}$ .

## 2.3 Røstvangen

Røstvangen gruve var i kontinuerlig drift fra 1906-1920. Etter denne tid har den ikke vært drevet. Selve gruva ligger ca. 950 m o.h. og 200-300 m lavere nede er det bygget et vaskeri som sto ferdig omtrent da driften ble nedlagt. Her ligger også betydelige mengder malm lagret.

Forurensningssituasjonen er nærmere beskrevet i NIVAs rapport: 0-7761 Røstvangen og Kjøli, Vannforurensning fra gruver, datert 25. april 1979, side 7-14.

Tilførslene fra gruvene oppe i fjellet er ca. 400 kg kobber og 300 kg sink pr. år, mens veltene ved vaskeriet bidrar med omtrent det dobbelte. Tidligere har gruvevannet gått til Tunna ovenfor Stubbsjøen. Det ble påvist relativt høye tungmetallkonsentrasjoner her og det er påstått at fisket har vært skadet.

Området omkring vaskeriet drenerer til noen dødisgroper som bare har avløp gjennom grunnen. Ved forholdsvis enkle tiltak ble vannet fra gruveområdet i en periode ledet til disse dødisgropene. Forholdene i Stubbsjøen syntes da å forbedre seg. I vårflommen antakelig i 1979 eller 1980 fant gruvevannet tilbake til sitt gamle løp. Ved besøket så vi på de arbeider som i Industridepartementets regi er satt i gang for å lede gruvevannet permanent ned til vaskeriområdet.

Riktigheten av å bruke grunnen som resipient for det tungmetallholdige vannet ble diskutert, og noen av de svenske deltakerne var skeptiske til dette. Det foreligger ikke data for grunnvannet i området, men foreløpig er det ikke påvist negative effekter av denne måten å avlede vannet på.

De totale tilførslene fra hele området er anslått til 1200 kg kobber og 800 kg sink pr. år. Vannet er stort sett meget surt,  $\text{pH} < 3,0$  og kobber- og sinkkonsentrasjonene av størrelsesorden 10 mg/l.

#### 2.4 Folldal Verk

I Folldalen er det drevet gruvedrift i mer enn 200 år. Omkring Folldal sentrum ligger en rekke gruver som har vært drevet i forskjellig omfang gjennom tidene. For ca. 50 år siden ble det satt i drift et flotasjonsverk som var i bruk inntil virksomheten flyttet til Hjerkin i 1968. Avgangen fra det gamle flotasjonsverket i Folldal ble stort sett sluppet ut i elven Folla. Visse deler av året skapte dette problemer i elven, og det fantes derfor en liten dam som kunne holde avgangen til-

bake i kortere perioder. Tilførselen av tungmetaller til Folla foregår i første rekke gjennom dreinsvann fra hovedgruven og veltene i dette området. Dessuten er det en viss transport fra den gamle avgangsdammen som har ligget stort sett utildekket siden 1968. Det er tydelig å se at det her har foregått en oksydasjon av kismineralene.

Det foreligger ingen samlet beskrivelse av tilførslene til Folla fra de gamle gruvene i Follidal. En fullstendig kartlegging er dessuten meget vanskelig. Grunnvannet i enkelte områder er sterkt forurensset, men transporten denne veien kan vanskelig beregnes fordi grunnvannets bevegelser er lite kjent.

En nærmere beskrivelse av resipientforholdet og tungmetallpåvirkning finnes i NIVAs rapport: 0-64120 UNDERSØKELSE AV FOLLA, observasjoner 1978-1979, datert 25. august 1980.

Som nevnt ble all virksomhet flyttet til Tverrfjellet gruve på Hjerkin i 1968. Her ble det tatt hensyn til forurensningsmessige spørsmål fra starten, og avgangen deponeres i en dam med et areal på ca. 900 dekar spesielt konstruert for formålet. Avstanden fra oppredningsverket til dammen er ca. 3 km. Anlegget har fungert bra, og ved besøket var det lite å utsette på forholdene. For øvrig er det tatt betydelig hensyn til det følsomme fjellmiljøet rundt verket, dels ved utforming av overjordsanleggene, dels ved at en rekke aktiviteter er plassert under jord. Ved besøket viste fjellet seg fra sin beste side med klart høstvær og strålende farger.

Ved Tverrfjellet tas årlig ut ca. 650 000 tonn råmalm, og avgangsmengden er 290 000 tonn. Produktene er henholdsvis svovelkis, kobberkonsentrat, sinkkonsentrat og noe magnetitt. Avgangen inneholder forholdsvis lite sulfidmineraler.

Gruvevannet er ført sammen med avgangen til avgangsdammen.

## 2.5 Bersbo

Gruven har vært drevet i varierende omfang i flere hundre år fram til siste århundreskifte. Til tider på 1800-tallet var den Sveriges ledende kobberprodusent.

Det ligger betydelige avfallsmengder i området - flere hundre tusen tonn - som i første rekke inneholder svovelkis, magnetkis og sinkblende.

Beregninger antyder at det laker ut 2-6 tonn kobber, 15-50 tonn sink, 40-70 kg bly og 30-50 kg kadmium pr. år. Fordi en del av transporten foregår i grunnvannet blir beregningene usikre.

Forurensningssituasjonen og resipientforhold er bl.a. beskrevet i: Sveriges Geologiska Undersökning. Rapporter og meddelanden nr. 18: Karlqvist, Lennart, Qvarfort, Ulf: Gruvhanteringens inverkan på Bersboområdet, Åtvidabergs Kommun. Uppsala 1980.

Det er særlig den lokale hovedresipient Gruvsjöen som er sterkt forurenset, (pH: ~ 4,2, kobber: ~ 5 mg/l, sink: 15-20 mg/l, kadmium: 5-20 µg/l), men selv langt nedover i vassdraget er det påvist meget høye konsentrasjoner av tungmetaller. Området brukes i en viss grad som forsøksfelt når det gjelder forurensninger fra gruver. (Revegetering, kisoksydasjon, hydrologi etc.)

## 2.6 Ämmeberg

Gruvevirksomheten i området omkring Ämmeberg-Zinkgruvan har foregått helt siden 1200-tallet. På midten av 1800-tallet ble det funnet en sinkblende-forekomst hvor dens tids analyser viser ~ 32 % metallisk sink. Dette førte til en intensiv gruvedrift i området.

I tiden fram til 1930 ble det deponert avgang med ca. 9,4 % sink og 1,3 % bly i en vik av Vätteren. I 1930 ble et flotasjonsanlegg satt i drift. I en periode fra 1937-1965 er denne gamle avgangen flottert om, samtidig som den ordinære produksjonen har gitt betydelige avgangsmengder.

Det gamle avgangsdeponiet ligger som nevnt ved en vik i Vätteren (Kärnafjärden), og store arealer er fylt opp slik at det er blitt tørt land. Det er imidlertid påvist høye sinkkonsentrasjoner i innsjøen utenfor deponiet. Det antas at dette dels skyldes erosjon i strandsonen, dels at vann siger gjennom deponiet og laker ut tungmetaller.



For å redusere miljøpåvirkningen fra deponiet vil man søke å begrense erosjonen og få i stand vegetasjon. Det er gjort en del forsøk med re-vegetering. Dette syntes å gå relativt lett, selv uten særlig overdekking. Det virket ikke som avgangen ga forsureningsproblemer i særlig grad.

I samme området så vi også på et avgangsdeponi i drift. Her ble avgangen pumpet i metallrør flere kilometer til en innsjø som var demmet opp. Vann fra deponiet ble ledet til en nærliggende innsjø. I en viss utstrekning skulle vannet herfra gjenanvendes som prosessvann. Overskuddsvann fra innsjøen ble i rørledning ledet ut av nedbørfeltet for bl.a. å beskytte et nærliggende tjern.

## 2.7 Saxberget

Tidligere er avgang sluppet ut i innsjøen Saxen, som i dag har sinkkonsentrasjoner omkring 1,2 mg/l, kadmium ca. 2 µg/l, bly 10 µg/l og kobber ca. 50 µg/l. En del av det gamle området ved Saxen er sanert. Bergvelter er fjernet og en del gammelt avfall flotteres på nytt. Det er håp om at dette skal bedre forholdene i Saxen.

I dag deponeres avgangen i en avdemt dal med avrenning i begge ender. Det er ikke vannspeil eller annen overdekking over sanden. I en eldre del av deponiet har det vært dambrudd, med store utrasinger som resultat. I dag kunne det konstateres stor erosjon, og selv om det meste av materialet fanges opp i den nedenforliggende dammen, gir dette mulighet for øket oksydasjon og raskere utløsning av metaller. Bekken fra det nåværende deponiet hadde en pH på 4,1, 87 mg sink/l, 200 µg bly/l og 230 µg kobber/l.

Fra hele området er transporten av tungmetaller anslått til: 14 tonn sink, 594 kg kobber, 119 kg bly og 24 kg kadmium pr. år.

## 2.8 Falu gruve

I Falun er det tegn på at det kan ha vært drift siden år 700, men fra år 1000 har det sikkert vært brytning av kobbermalm. Fra ca. 1570 har det vært hva man kan kalle stordrift.

Det føres betydelige mengder forurensninger til Faluåen fra gruvevirksomheten i området, dels gjennom gruvevannet og dels fra velter og avgangsdeponier (70 tonn kobber og 760 tonn sink pr. år). For å bedre denne situasjonen har Statens naturvårdsverk foreslått at gruvevannet skal renses ved sulfidfelling. Saken er ennå ikke avgjort i Koncessionsnämnden, men nämnden har pålagt gruveselskapet Stora Kopparberg å utrede forurensningstilførselene til vassdraget. Resultatene av denne undersøkelsen har Stora Kopparberg utgitt i form av en trykksak av Lennart Herminge: Falu Gruva - Ett Miljøhot?

Det er helt klart at en eventuell sanering av forurensningstilførselene fra de diffuse kilder i Falun vil kreve stor innsats, og kan likevel ikke ventes å bli 100 % effektiv. Byen er praktisk talt bygget på rester av den gamle gruedriften og flere steder kunne det sees avrenning som var tydelig forurenset.

Det finnes flere avgangsdeponier som er og har vært i drift. Avgangen deponeres her stort sett tørt. På to mindre magasiner som ikke lenger var i bruk ble det, mens vi så på, tilført masser som skulle brukes for tildekking.

## 2.9 Boliden Mineral A.B., Garpenberg

Også i Garpenberg er det drevet gruver i flere hundre år. Fra 1600-tallet frem til 1905 er det produsert ca. 7000 tonn kobber som tilsvarer ca. 3,5 millioner tonn malm. Malmen inneholder først og fremst sinkblende, blyglans og kobberkis. Det finnes en rekke avgangsdeponier rundt gruveområdet. En innsjø er fylt helt opp med avgang (Bredsjöen). Her foregår i dag forsøk med overdekking med slam fra kommunale renseanlegg. Overdekkingen var ikke udelt vellykket, bl.a. på grunn av høyt vanninnhold i overflatelaget.

Det kunne sees et tydelig vannsig under en av demningene som var brukt for å øke innsjøens volum som deponeringsplass.

Noen gamle deponier var uten overdekking og drenerte til en annen og noe større innsjø, Gruvsjön. Av hensyn til forholdene i gruen var en del av denne innsjøen tørrlagt og vannet ble pumpet fra disse områdene tilbake i Gruvsjön.

Det nåværende deponiet var i to innsjøer, Stora og Lilla Ryllshyttensjön. Avløpet herfra ble kontinuerlig overvåket, et arbeid som ble utført av Statens naturvårdsverk.

Avløpsvannet fra samtlige deponier samles i Gruvsjön. Utløpet herfra kan derfor være en illustrasjon på forurensningssituasjonen i området. Følgende konsentrasjoner er målt i en vannprøve herfra: Kobber 3 µg/l, sink: 2,4 mg/l, bly: 10 µg/l. Dette svarer til en transport på: ~ 26 tonn sink og 0,4 tonn kobber pr. år.

## 2.10 Kalvsbäcken

Det har vært virksomhet her siden 1500-tallet, men det var først på 1900-tallet at det kom i gang noen større brytning. I 1922 ble det oppført et oppredningsverk for våtanrikning.

Det var store hauger med avgang i området, og det var tydelig foregått en betydelig oksydasjon. En del av feltet var forsøkt tildekket og restaurert ved hjelp av bark. Dette syntes å være delvis vellykket, men vannet som rant ut av området var fortsatt sterkt surt og tungmetallholdig. Det påvirkede arealet var imidlertid ikke stort, og vannmengdene var derfor små. I tillegg var grunnen forholdsvis permeabel, slik at en liten bekk med forurenset vann forsvant like nedenfor området.

I en bekk som drenerer området er det registrert følgende konsentrasjoner: Kobber: 1,1 mg/l, sink: 138 mg/l, kadmium: 550 µg/l. Transporten er beregnet til: 23 kg kobber, 2860 kg sink og 11 kg kadmium pr. år.

### 3. OPPSUMMERING

Vi besøkte en rekke steder i Sverige og Norge og kunne konstatere at begge land har problemer som fortjener betydelig oppmerksomhet. Forholdene i de to land er imidlertid svært forskjellige både når det gjelder malmenes sammensetning, driftsmåter og hydrologi. Dessuten er situasjonen juridisk og administrativt så forskjellig at arbeidet med å redusere forurensningene fra gruver må foregå på forskjellige måter i de to land.

Noen punkter kan illustrere noe av denne forskjellen:

- En betydelig del av avrenningen mange steder i Sverige foregår som grunnvann.
- Gruvene driver i stor grad tilbakefyllingsdrift, dvs. en del av avgangen fylles tilbake i forlatte gruverom. Dette reduserer avfallsmengdene i stor grad. I Norge brukes dette lite.
- Malmene i Sverige inneholder lite svovelkis. Derfor er avløpsvannet sjelden så surt som i Norge. Til gjengjeld er malmene rikere f.eks. på sink, og høye sink- og kadmiumkonsentrasjoner var fremtredende trekk i forurensningssituasjonen. Avløpsvannet med de høyeste tungmetallkonsentrasjonene finner vi i Norge på grunn av det store syreinnholdet.
- Kadmium forekom enkelte steder i Sverige i meget høye konsentrasjoner, slik at det kunne medføre hygieniske problemer. Selv om kadmium forekommer i avløpet fra en del gruver også her i landet, er problemene betydelig mindre.
- I Sverige er man i ferd med å stille strengere miljøkrav til gruvevirksomhet. Naturvårdsverket har foreslått at en del gruver pålegges å felle ut tungmetaller fra avløpsvann med sulfid. Dessuten er man innstilt på tørrdeponering av avgang. Forutsetningen for dette siste er at deponiet får kontrollert avrenning, og at det til enhver tid har en betryggende overdekking med tette masser.

- I Norge har tørrdeponering vært lite aktuelt. Dels fordi deponering i vannfylte dammer har gitt gode resultater og dels fordi tilgangen på egnede overdekkingsmasser har vært dårlig i de aktuelle områdene.

Til tross for disse forskjellene var det nyttig å møtes over praktiske problemer og utveksle erfaringer. Man ble enige om at dette også måtte fortsette i fremtiden. Som en konkret oppfølging av befaringen ble man enige om følgende:

1. Statens naturvårdsverk arbeider med retningslinjer for restaurering i gruveområder. Disse kan oversendes SFT - NIVA for eventuelle kommentarer.
2. Oversikt over rapporter og publikasjoner på dette felt settes opp i de to land og utveksles.
3. En beskrivelse av pågående forskningsprosjekter settes opp og utveksles.
4. Det lages forslag til forskningsprosjekter som kan være gjenstand for samarbeid.

Befaringen var i alle deler vellykket. Det er å håpe at den kan være opptakten til et utvidet samarbeid som fører til praktiske resultater i form av reduserte utslipp fra våre gruver.