

Hvorfor forurener gruvedrift?

Av Rolf Tore Arnesen.

Rolf Tore Arnesen er forsker ved Norsk Institutt for Vannforskning.

*Innlegg på møte i Norsk Vannforening
31. oktober 1989.*

Spørsmålet i overskriften kan enkelt besvares slik:

Våre gruver er etablert i en tid da miljøvern var underordnet en rekke andre hensyn.

De gruver som er satt i drift i løpet av de siste 30 år, skaper tross alt betydelig mindre forurensninger enn våre gamle gruver. Likevel skal vi se nærmere på hvilke forhold som har betydning for forurensning fra slik virksomhet.

Dagens tema er vannforurensning fra kisgruver. Strengt tatt omfatter begrepet kis bare mineralene svovelkis, magnetkis, kopperkis og arsenkis. I forurensningssammenheng må vi imidlertid også se på andre sulfidmineraler med sink, bly, nikkel, molybden og kobolt.

De viktigste sulfidmalmgruvene her i landet driver idag på kopper- og sinkholdig svovelkis. Sammen med sink finnes oftest små mengder kadmium. Bleikvassli gruber produserer dessuten blykonsentrat. I sin tid var Norge også en betydelig nikkelprodusent. De ovennevnte metallene er de vi idag betrakter som de viktigste i forurensningsmessig sammenheng.

Vannforurensning fra sulfidmalmgruver har flere kilder som kan være av vesensforskjellig art. Forurensningene kan deles i to hovedtyper, metallholdig vann fra gruver, velter og gamle avgangsdeponier og prosess-avløp fra oppredningsverket.

I tillegg til disse «regulære» kildene er det også flere mere diffuse kilder, særlig i gamle gruveområder, f.eks. vei- og jernbanefyllinger, lagerplasser og spill fra laste- og losseplasser. Disse kildene er oftest små i forhold til de mer ordnede, og i det følgende blir de ikke nevnt spesielt.

Forurensning fra oppredningsverk

Fordi de verdifulle komponentene i malmen, kopper, sink, bly og eventuelt svovel foreligger i lave konsentrasjoner, er det nødvendig å foreta en oppredning av malmen før det kan utvinnes metaller ved smelting. Slik oppredning foregår idag utelukkende ved selektiv flotasjon.

Oppredningen foregår ved at malmen fra gruva males ned i store roterende møller, som tilsettes vann. Partikkelsuspensjonen fra mølla tilsettes kjemikalier, og ved luftinnblåsning løftes verdifulle mineralkorn til overflaten hvor de skummes av. Restene etter flotasjonen — avgangen — depo-

neres som avfall. Avhengig av hva som tas ut, vil avfallet få varierende sammensetning.

Ved gruver som har marked for svovelkis tas den ut ved flotasjonen. Resultatet er en avgang som er meget fattig på svovel. Der svovelkisen går til deponering kan avgangen få et svovelinnhold

på 30% eller mer og et tilsvarende jerninnhold. Her i landet foregår idag all avgangsdeponering fra sulfidmalmgruver under vann, i innsjøer eller kunstig dam. Tabell 1 viser utslipp av avgang fra sulfidmalmgruvene som er i drift.

Tabell 1. Utslipp av avgang fra norske sulfidmalmgruver.

<i>Bedrift</i>	<i>Resipient-type/navn</i>	<i>Mengde tonn/år</i>
Foldal Verk - Hjerkin	Dam/Folla	300.000
Grong Gruber	Innsjø/Huddingsvatn	480.000
Bleikvassli Gruber	Innsjø/Store Bleikevatn	160.000
Sulitjelma Gruber	Innsjø/Langvatnet	158.000

Det fremgår av tabellen at tonnasjen som slippes ut er betydelig. De primære forurensningsvirkninger av avgangutslipp under vann er partikkelforurensninger med nedslamming og redusert siktedyp. Selv om avgangen inneholder lave konsentrasjoner av kopper og sink — ca. 0,2% blir totalutslippet betydelig. For en enkelt gruve som Grong kan det dreie seg om mer enn 900 tonn pr. år.

I avgangen er imidlertid metallene fast bundet som sulfider og bare brøkdeler av dette blir tilgjengelig i vannmassene. Sink som er det mest mobile av de aktuelle metallene løses i en viss liten grad. I Huddingvassdraget som er resipient for avgangen fra Grong gruber er det derfor registrert en økende sinkkonsentrasjon siden avgangutslippet startet. (Arnesen, Grande and Iversen, 1988).

Tungmetaller

De fleste forbinder, antakelig med rette, først og fremst tungmetallforu-

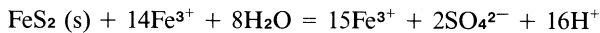
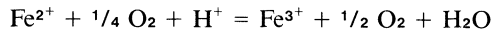
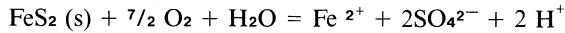
rensninger med avrenning fra gruveområder. Det er disse forurensningene som har størst konsekvens og er mest iøynefallende.

Metallene jern, kopper, sink evt. bly og kadmium er bundet som sulfider i malmen. Så lenge disse mineralene ikke tilføres oksygen og fuktighet er de praktisk talt upåvirkelige. Under de rette betingelser starter imidlertid en oksidasjon, som enkelte ganger gir merkbar varmeutvikling, som vises ved dampskyer fra velter eller snøbare områder.

For å beskrive prosessen som fører til tungmetallutløsning er det nødvendig å gripe til noen kjemiske reaksjonslikninger (Figur 1).

Likningen i figur 1 viser de grunnleggende kjemiske reaksjoner ved gruveforurensning. De er viktige både når vi skal beskrive forurensninger og når vi skal forhindre eller begrense dem.

For det første viser likningene at pyritt sammen med oksygen danner



Figur 1. Kjemiske reaksjonslikninger for oksidasjon av pyritt.

svovelsyre og oppløst jernsulfat. Er det nok oksygen og pH ikke er for lav, vil toverdig jern oksideres til treverdig, som igjen felles ut som gult til rødbrunt okerlag i gruveforurensede vassdrag.

Dernest fremgår det av likningen av treverdig jern i kontakt med pyritt fører til ny oksidasjon, som resulterer i ytterligere utløsning av jernsulfat og svovelsyre. Denne prosessen krever at pH er relativt lav, $- < 3.0$ — fordi treverdig jern ellers bindes som oker.

Et viktig forhold ved disse kjemiske reaksjonene er at reaksjonshastigheten øker betydelig ved mikrobiell aktivitet. Bakteriene er tilpasset et liv ved lav pH (2—3) og høye tungmetallkonsentrasjoner. Tilsynelatende er det bare reduksjon i oksygentilførselen som kan sette dem ut av spill. Tiltak som hindrer oksygentilførselen til kis som er i sterk oksidasjon, synes å være det mest effektive middel for å stoppe prosessen i naturen. Bruk av baktericider er imidlertid også forsøkt med et visst hell både i laboratorieforsøk og i felt.

I de kjemiske reaksjonslikningene brukes pyritt som eksempel. Tilsvarende reaksjoner kan skje med de fleste sulfidmineraler. Prosessen vil i såfall frigjøre andre metaller som f.eks. kopper, sink og kadmium.

Slagg nevnes av og til i tilknytning til gruveforurensninger. Det er imidlertid avfall som kommer fra smelteverk, og

finnes som regel bare i små mengder i gruveområdene. Slagg er dessuten et mer inert materiale enn sulfidmineralene, og forurensningsmengdene blir som regel betydelig mindre.

Syren som dannes ved prosessen fører til at aluminium løses ut fra omkringliggende bergarter. Avløpsvann fra gruveområder har derfor høyt innhold av aluminium. Skadevirkningene av dette metallet er uklar, men ved beregning av alkalibehov for nøytralisering er aluminium viktig.

De kjemiske prinsipper ved vannforurensningen fra sulfidmalmgruvene forklarer prosessene når de er igang. Forhold som fører til at oksydasjonen starter, skapes av gravedriften. Så lenge en malmforekomst ligger urørt og omsluttet av fast fjell skjer det ingenting med sulfidene. Når gruva åpnes og frie flater som inneholder sulfid, blottlegges for vann og luft kan prosessene starte.

Avfallet fra gravedriften, veltene, gir god kontakt mellom luft og vann, de åpne gruverommene der vannet sildrer ned over store kisflater tilsvarende. Gamle avgangsdeponier som ikke er lukket med vann eller tette masser gir enorme kontaktflater mellom sulfid og luft/vann. I tillegg var ofte de gamle oppredningsprosessene mindre effektive enn dagens, og ukontrollerte opp-

lag av slikt materiale kan gi store forurensningsmengder.

Selv om de grunnleggende forhold for forurensningsproduksjon er tilstede, er det ikke alle sulfidmalmgruver som gir surt, metallholdig avløpsvann.

For det første er det antatt at enkelte mineraler og mineralkombinasjoner er spesielt reaktive. Det har f.eks. lenge vært hevdet at innhold av magnetkis i malmen bidrar til å gjøre den særlig mottakelig for oksidasjon. Balansen

mellom sure og basiske mineraler i forekomsten er også viktig. Et overskudd av sulfidmineraler øker faren for at avløpsvannet i fremtiden vil bli surt og metallholdig. Tester som skal fastslå dette er utviklet i USA og Canada (Ferguson, K. D. and Erickson, P. M., 1987). Testene er imidlertid fortsatt upålitelige, dels metodisk og dels fordi det er svært vanskelig å skaffe representative prøver til en slik test.

REFERANSER

Arnesen, R. T. Grande, M. and Iversen, E., 1988: Tailings Disposal from Grong Gruber A/S under Water in Lake Huddingsvatn. International Conference on Control of Environmental Problems from Metal Mines. June 20.—24. 1988 Røros, Norway.

Ferguson, K. D. and Erickson, P. M., 1987: Will it Generate AMD? An Overview of methods to Predict Acid Mine Drainage. Acid Mine Drainage, Seminar/Workshop 23.—26. March, Halifax, Canada.

**Utstyr for:
VANNHASTIGHETSMÅLING
VANNSTANDSMÅLING
LANDMÅLING**

Repr.

A. Ott
Kampen

Sigurd Baalsrud

Jacob Aalls gt. 17, 0364 Oslo 3
Tlf.: (02) 46 46 65

Askania Werke
Berlin W