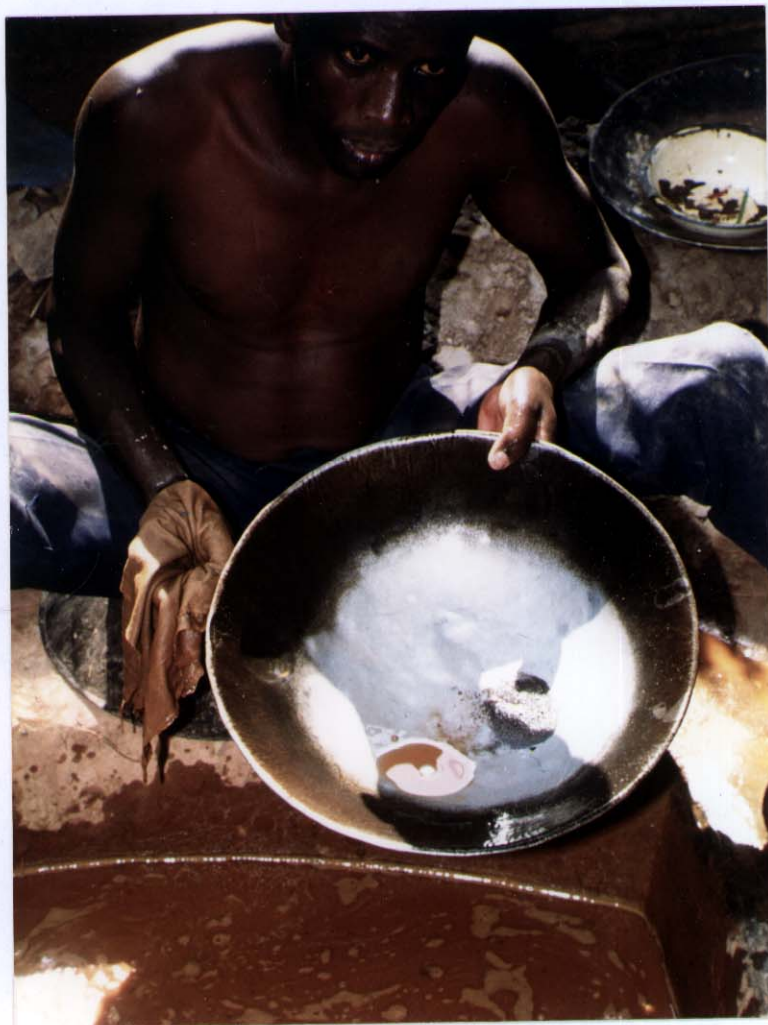


RAPPORT LNR 3530-96

# Oppbygging av bistands- relevant kompetanse

## Vannforurensning - Gruveindustri

Rapport fra en studiereise til  
Tanzania, Zimbabwe og Namibia



# NIVA - RAPPORT

Prosjektnr.: 0-92043

Løpenr.: 3530-96

Norsk institutt for vannforskning NIVA

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel : Oppbygging av bistandsrelevant kompetanse: Vannforurensing - Gruveindustri	Trykket : Mai 1996
Forfatter : Karl Jan Aanes	Faggruppe : Vassdrag
	Geografisk område : Afrika

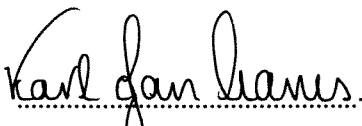
Oppdragsgiver : Det Kongelige Utenriksdepartement Norsk institutt for vannforskning	Oppdragsref :
---	---------------

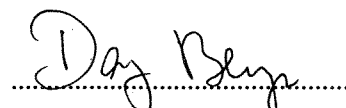
## Ekstrakt:

Under programmet : Oppbygning av bistandsrelevant miljøkompetanse ble det gjennomført en studiereise til landene Tanzania, Zimbabwe og Namibia i det sørlige Afrika. Formålet var å samle kunnskap om gruveindustrien i disse landene og om mulige vannrelaterte miljøpåvirkninger av denne industriaktiviteten. Landene har alle begrensede vannressurser og det er en sterk satsing på fremtidig utnyttelse av egne mineralressurser. De har bak seg en lang tradisjon på området gruver og mineralutvinning. I dag varierer denne aktiviteten en hel del mellom disse landene når det gjelder omfang, organisering mm. Det ble under studieturen forsøkt å få et bilde av den store variasjonen gruveindustrien har i denne delen av Afrika, samt den betydningen den har for disse landenes økonomi, og de forurensingsproblemer som er knyttet til denne aktiviteten. Det ble samlet kunnskap om et bredt spekter av aktiviteter knyttet til mineralutvinning, oppredning og bearbeiding av malmer og mineraler. Dette ble gjort gjennom et stort antall møter og samtaler med en rekke nøkkelpersoner fra myndigheter, undervisnings og forskningsinstitusjoner, bistandsorganisasjoner og gruveselskap. Det ble i tillegg foretatt feltturer til aktuelle gruveområder hvor det var aktivitet eller hvor fremtidig gruve drift var planlagt.

1. Gruveindustri
2. Vannforurensing
3. Tanzania
4. Zimbabwe
5. Namibia

1. Mining industri
2. Water pollution
3. Tanzania
4. Zimbabwe
5. Namibia

  
Karl Jan Aanes

  
Dag Berge

ISBN - 82-577-3076-9

Norsk institutt for vannforskning

**O - 92043**

**Oppbygging av bistandsrelevant  
kompetanse  
Vannforurensing - Gruveindustri**

**Rapport  
fra en studiereise til  
Tanzania, Zimbabwe og Namibia.**

Karl Jan Aanes  
Prosjektleder

## **PREFACE**

*One researcher Mr. Karl Jan Aanes from the Norwegian Institute for Water Research (NIVA) Oslo, visited Tanzania, Zimbabwe and Namibia for four weeks in October/ November 1992.*

*The intention was to undertake a preliminary study to gain further knowledge about the mining industry in this countries, and at the same time focousing on freshwater resources and pollution problems generated by the mining industry in this part of the world.*

*The study was financed by the Norwegian Ministry of Foreign Affairs and the Norwegian Institute for Water Research as a part of a program to improve Norwegian environmental scientist's competence with regard to development aid co-operation.*

*I want to give special thanks to the different authorities and organisations in Tanzania, Zimbabwe and Namibia who kindly supported me during my mission. A list of contact persons is given in the Appendix. I specially appreciated the help and advices I recieved both before and during the stay from Dr. Abdulkarim Mruma. Geology Department, University of Dar es Salaam, Prof. Rei Fernandes, Institute of Mining Research, University of Zimbabwe and Odd Ekeli, NORAD, Windhoech.*

*Norwegian Institute for Water Research  
Oslo, May 1996.*

*Karl Jan Aanes.*

# TABLE OF CONTENTS / INNHOLD

	<b>Preface / Forord</b>	<b>3</b>
	<b>Table of contents / Innhold</b>	<b>4</b>
<b>1.0</b>	<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>2.0</b>	<b>Bakgrunn, mål for prosjektet</b>	<b>8</b>
	<b>2.1 UD's engasjement på gruvesiden i Afrika</b>	<b>10</b>
<b>3.0</b>	<b>Reiserapport</b>	<b>11</b>
	<b>3.1 Forarbeide</b>	<b>11</b>
<b>4.0</b>	<b>Tanzania</b>	<b>12</b>
	<b>4.1 Bakgrunnsinformasjon</b>	<b>12</b>
	<b>4.2 Gruvedrift</b>	<b>12</b>
	<b>4.3 Studiereise Tanzania</b>	<b>16</b>
	<b>4.4 Kiwira Coal mine</b>	<b>19</b>
	<b>4.5 Chunya</b>	<b>23</b>
	<b>4.6 Lupa Gold Field</b>	<b>25</b>
	<b>4.7 Small scale gold mining</b>	<b>27</b>
<b>5.0</b>	<b>Zimbabwe</b>	<b>42</b>
	<b>5.1 Bakgrunnsinformasjon</b>	<b>42</b>
	<b>5.2 Gruvedrift</b>	<b>44</b>
	<b>5.3 Nye gruver</b>	<b>45</b>
	<b>5.4 Harare</b>	<b>46</b>
	<b>5.5 Kwekwe: The Roasting Plant</b>	<b>47</b>
	<b>5.6 Gweru, garverikjemikalier</b>	<b>50</b>
	<b>5.7 The Copper Queen Mine, Sanyati</b>	<b>51</b>
<b>6.0</b>	<b>Namibia</b>	<b>56</b>
	<b>6.1 Bakgrunnsinformasjon</b>	<b>56</b>
	<b>6.2 Gruvedrift</b>	<b>56</b>
	<b>6.3 Uran og andre energimineraler</b>	<b>59</b>
	<b>6.4 Windhock</b>	<b>59</b>
	<b>6.5 Swakopmund - Rössing Uranium Mine</b>	<b>62</b>
	<b>6.6 Tsumeb: Tsumeb Corporation Limited</b>	<b>67</b>
<b>7.0</b>	<b>Litteratur</b>	<b>72</b>
<b>8.0</b>	<b>Vedlegg</b>	<b>78</b>
	<b>Prosjektsøknad</b>	<b>79</b>

# 1 Sammendrag

Programmet: Bistandsrelevant miljøkompetanse ble etablert i 1990. Bakgrunnen for programmet var å følge opp Bruntlandrapportens understrekning av at enhver utvikling må bygge på innsikt og forståelse for de økologiske rammebetingelser som finnes der utvikling ønskes, og baseres på disse for å få til en bærekraftig utvikling. Dette er ikke minst viktig, blir det påpekt, innen det internasjonale bistandsarbeidet. Programmet er finansiert av Utenriksdepartementet og skal bidra til å initiere, støtte og formidle bistandsrelevant forskning og kompetanseoppbygning i overensstemmelse med Stortingsmelding nr. 51 (1991 -1992) om utviklingstrekk og Norges samarbeid med utviklingslandene.

Bakgrunnen for å finansiere en oppbygning av bistandsrelatert miljøkompetanse innen fagfeltet gruveindustri var å bedre bistandsforvaltningens mulighet for tilgang på miljøkunnskap om mulige vannrelaterte virkninger i den 3. verden skapt av denne industriaktiviteten. Dette innbefatter effekter generert fra ulike aktiviteter knyttet til malmbrytning (i åpne og underjordiske gruver), oppredning av metaller og industrimineraler, raffinering, bearbeiding og smelting.

En økt kunnskap på dette området vil gi oss en bedre mulighet til å få frem, vurdere og gi råd i interessekonflikter mellom ulike brukere og brukerinteresser av naturressursene i utviklingsland. Det er viktig i vårt bistandsarbeide at vi selv har god kompetanse om denne voksende industrigrenens mulige uheldige sideeffekter både direkte og indirekte på resultatene av det bistandsarbeide som vi i dag utfører og initierer. Den kompetanseoppbygningen som her finner sted på miljøsidan, er derfor satt i en sammenheng hvor kunnskapstilfanget har eller vil kunne få betydning direkte eller indirekte for de ulike bilaterale og multilaterale bistandsaktivitetene Norge er eller blir engasjert i ( Vannforsyning, Jordbruk, Akvakultur/Fiske, Helse, Miljøvern, Industriutvikling mm.).

NIVA har i dag en betydelig miljøkompetanse om denne industrigrenen samlet inn gjennom nær 30 år. Vi har arbeidet med alle deler av gruveindustriens miljøproblemer (tungmetaller - nedslammingsproblemer - kjemikalieutslipp m.m.), og på tiltakssiden ved å studere og arbeide med tiltak for å redusere uheldige miljøeffekter. Norsk gruveindustri på malmer har de siste årene gått sterkt tilbake og vi står i dag ved et veiskille hvor behovet for den kompetansen vi her sitter på avtar. Spørsmålet er nå om vi skal satse videre på dette fagfeltet og prøve å benytte denne kompetansen vi sitter på ute og kanskje da spesielt i utviklingsland.

Det synes å være et klart voksende behov for denne type kunnskap både i vårt nasjonale bistandsarbeide og generelt i de bistandsland hvor det satses på gruveindustri. Verdens behov for metaller og mineraler er voksende, og mens gruveindustrien avtar i vår industrialiserte del av verden øker den i utviklingsland. Mange land i den 3. verden satser nå deler av sin velstandsutvikling på inntekter fra en økt utnyttelse av egne mineralressurser, hjulpet av internasjonal bistandsstøtte. Parallelt med denne satsingen vet vi at dette er en aktivitet som fort kan gi svært uheldige og langvarige negative virkninger for andre brukere og brukerinteresser av vannressursene dersom ikke nødvendige miljøhensyn blir tatt. Dette kompliseres ofte av at tilgangen på ferskvann i tillegg til faren for kontaminering, allerede ofte er en begrensende ressurs for videre utvikling i denne del av verden.

For å samle informasjon om ulike typer av gruveindustri i utviklingsland ble landene: Tanzania, Zimbabwe og Namibia valgt for en studiereise. Landene mottar alle norsk bistandsstøtte og ligger i det sørlige Afrika hvor denne industrien har lang tradisjon, men hvor omfang, organisering og aktivitet varierer en hel del i dag. Felles for alle disse tre landene er en sterk satsing på fremtidig gruveindustri.

Det ble under studieturen forsøkt å få et bilde av den store variasjonen gruveindustrien har i denne delen av Afrika og denne sektorens betydning for det enkelte lands økonomi. Det ble samlet kunnskap om et bredt spekter av aktiviteter knyttet til mineralutvinning, oppredning og bearbeiding av malmer og mineraler. Dette ble gjort gjennom et stort antall møter og samtaler med rekke en nøkkelpersoner fra myndigheter, undervisnings og forskningsinstitusjoner, bistandsorganisasjoner og gruveselskap. Det ble i tillegg foretatt feltturer til aktuelle gruveområder hvor det var aktivitet eller hvor fremtidig gruvedrift var planlagt.

Gruveindustrien i Tanzania har etter frigjøringen hatt en betydelig tilbakegang. Inntektene fra eksport av mineraler har avtatt fra ca. 10 % til i dag 1.5 % av GDP. Det alt vesentlige av dette kommer fra enkelt personer eller små grupper av gruvearbeidere som driver for seg selv. Dette er en form for gruvedrift som er på rask vekst i mange land i Afrika.

I Tanzania ble Kiriwa Coal Mine, en underjordisk kullgruve med videreforedlingsanlegg og et varmekraftverk besøkt. Gruven er etablert med bistand fra Kina. Gruven ligger like ved et vassdrag som drenerer til Lake Malawi/L. Nyasa. I området nord for denne ligger et av Tanzania's to store gullfelter. Her er det flere nå nedlagte gruver. Lupa Gold Mine ble besøkt, gruve ble bygget med bistand fra Sovjetsamveldet for vasking av gull fra elvegrus.

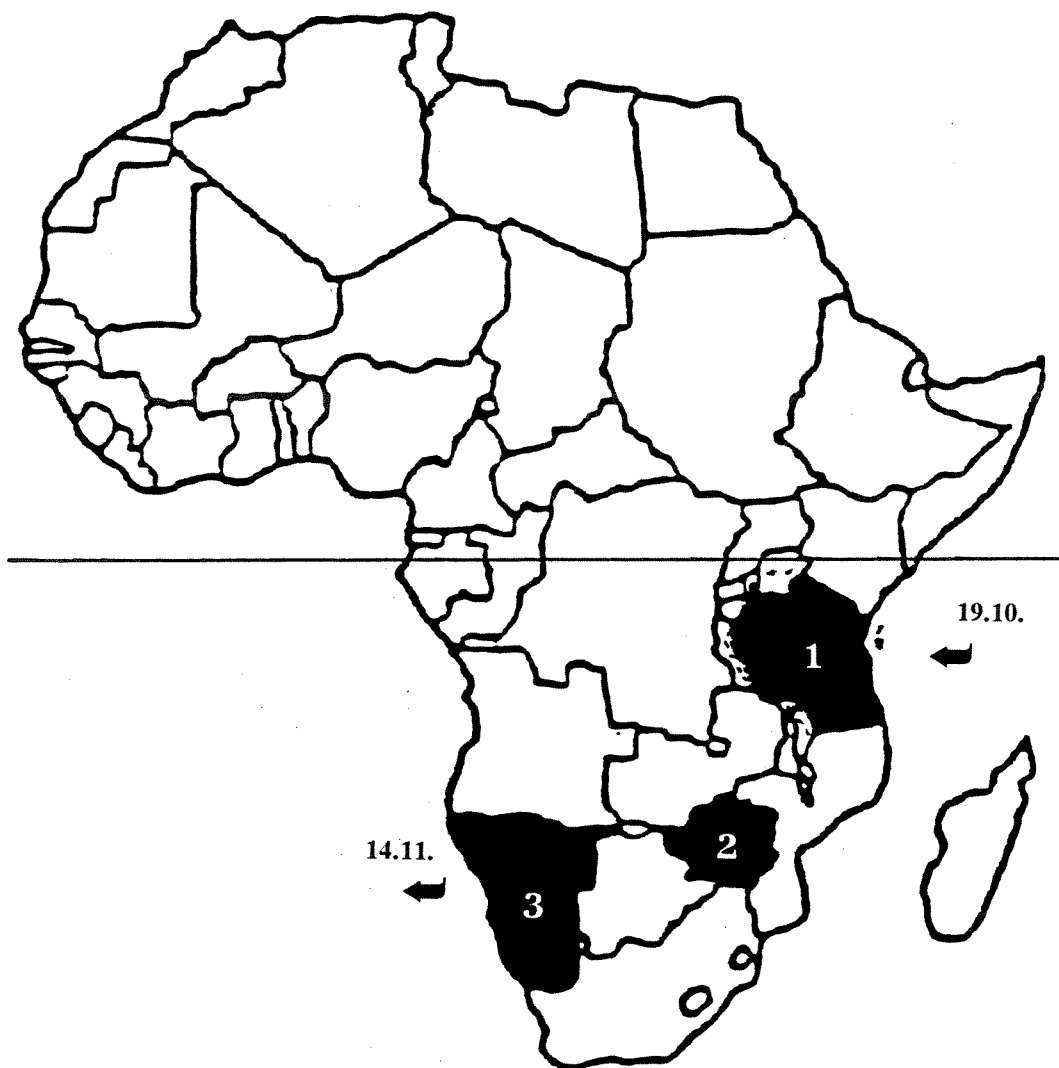
I dette området har det de siste årene vært en meget rask vekst i en småskala form for gullgraving hvor metallisk kvikksølv (amalgamering) benyttes til å frigjøre gullet. Denne form for gullgruvevirksomhet er i rask vekst i det sørlige Afrika, og Tanzania ble valgt nettopp for å få mulighet til å studere denne aktiviteten nærmere. De tanzaniske myndighetene har for å hjelpe frem denne formen for gruvedrift gitt lokalkontorene til den nasjonale banken i oppgave å kjøpe gull fra disse gullgravene, og selge dem kvikksølv. Det er i dag ca 500.000 såkalte small scale gold miners som driver slik småskala gruvevirksomhet etter gull i Tanzania. Dette gir store eksportinntekter til landet der hele 85% av den totale inntekten fra eksport av malmer og mineraler kommer fra gull. I tillegg kommer betydelige mengder gull som omsettes på det illegale markedet. En vesentlig del av alt gullet som årlig nå utvinnes i landet er utvunnet ved denne form for gruveaktivitet. Det antas at ca. 40 % av alt gullet som omsettes i Tanzania er fremkommet ved bruk av kvikksølv. Dette er meget alvorlig da manglende muligheter til å fange opp kvikksølvet fører til at store mengder av denne svært så farlige miljøgiften frigjøres nå i miljøet.

Zimbabwe var det neste landet som ble besøkt på studieturen. Gruveindustrien har her vokst til å bli en svært variert, sterk og dynamisk sektor i nasjonens økonomi. Hele 50 % av Zimbabwe's utenlandshandel og bidrag til handelsbalansen kommer direkte eller indirekte fra gruveindustrien. Landet har flere aktive gruver enn hele resten av Afrika til sammen, og er en av de aller største mineralprodusentene i verden. Studier av gullgruvedrift var også en sentral del av besøket, men da formalisert gruvedrift gjennom mindre gullgruver. Ekstraksjonsmetoden var her cyanid enten i egne oppredningsanlegg eller ved "heap leaching". Ellers ble anlegg for oppredning av vanskelig gullholdig arsen-malm besøkt. Malmen ble her røstet og hvor det også ble brukt cyanid og Hg til ekstraksjonen av gullet, men da i en lukket Hg-krets. Renseanlegget for røkgassene produserte 8 tonn arsenikk-støv pr. måned og skapte et avfallsproblem det ikke var funnet noen løsning på. Studieturer ble også foretatt til et område for bearbeiding av krommalm (for produksjon av garverikjemikalier), samt til et område hvor det var bestemt å åpne en ny stor kobber gruve: Copper Queen Mine. Denne ligger ved elven Sanyati, som drenerer til Lake Kariba. Ellers ble en lokalitet hvor det var etablert en moderne fabrikk for bearbeiding av lær og produksjon av sko besøkt.

Studieturen i Afrika ble avsluttet med et besøk til Namibia. Landet har en betydelig gruveindustri og da i stor grad bygget rundt store enheter på mineraler og malmer som diamanter, uranmalm og metallene bly, kobber, sølv, tinn, gull, samt svovelkis og salt. Store deler av Namibia består av ørkenområder og tilgangen på ferskvann er en svært begrensende faktor for videre utvikling. I 1991 utgjorde inntektene fra eksport av mineraler 60 % av landets totale eksportinntekter, i 1989 var tilsvarende verdi 80 %.

Namibia fikk sin uavhengighet våren 1990 og gruvedrift er et av de store satsings-områdene fremover. Det var i 1991 til sammen 44 gruver i aktiv drift som drev på i alt 32 ulike mineraler. Det er særlig uran og diamanter som har stor økonomisk eksportverdi. Landets urangruve (Rössing Uranium Ltd.), som er en av verdens største, ble besøkt samt en bly - kobber gruve (Tsumeb Cotporation Ltd.). Anlegget i Tsumeb har i tillegg til et integrert oppredningsanlegg også smelte- og rafineringsanlegg, hvor de tar imot konsentrater fra andre gruver i Namibia og fra gruver i andre afrikanske land for videre bearbeiding.

Studieturen til det sørlige Afrika oktober/november 1992 var meget nyttig for å bygge videre på den miljørelaterte kompetanse som i dag finnes på NIVA om denne industrigrenen i den 3. verden. Det er etablert mange kontakter og samlet mye ny kunnskap om gruveindustri og om de ferskvannsrelaterte problemer som denne industrigrenen skaper eller kan skape i denne delen av Afrika. Vi har fått et bilde av den kompetanse som finnes om dette problemet i dag og om den forståelse som finnes om alvoret i de konsekvensene dette får eller kan få for morgendagens bruk av ferskvanns-ressursene - ressurser som i dag allerede her er en betydelig mangelvare for vekst og utvikling.



**Figur 1.** Figuren viser en kartskisse av Afrika hvor landene som ble besøkt under studiereisen er markert. Tanzania (1), Zimbabwe (2) og Namibia (3).



## 2.0 Bakgrunn og mål for prosjektet.

Programmet: Bistandsrelevant miljøkompetanse ble etablert i 1990. Bakgrunnen for programmet var å følge opp Bruntlandrapportens understrekning av at enhver utvikling må bygge på innsikt og forståelse for de økologiske rammebetingelser som finnes der utvikling ønskes, og baseres på disse for å få til en bærekraftig utvikling. Dette er ikke minst viktig, blir det påpekt, innen det internasjonale bistandsarbeidet. Programmet er finansiert av Utenriksdepartementet og skal bidra til å initiere, støtte og formidle bistandsrelevant forskning og kompetanseoppbygning i overensstemmelse med Stortingsmelding nr. 51 (1991 -1992) om utviklingsstrekk og Norges samarbeid med utviklingslandene .

Vi opplever i dag at behovet for gruveindustriens produkter stadig er voksende både i I-land og i utviklingsland, men særlig i den industrialiserte delen av vår verden. Parallelt med dette ser vi at der hvor behovet er størst er kildene mange steder tomme eller vil tømmes i nær fremtid. Samtidig er det her på grunn av de krav som settes fra myndighetene blitt en omstendelig og ressurskrevende prosess å åpne og drive nye gruver. Det er derfor av mange grunner vi nå har sett at det er en økt satsing på gruve-industri i flere av landene i den 3. verden. Dette er tilfelle i Afrika, Asia og Sør Amerika, og for hele spekteret av ulike metaller og mineraler. Gruveindustrien er eksportrettet og gir disse landene hårdt tiltrengte inntekter, utenlandsk valuta og sysselsetting som bidrar til en videre utvikling av landet. Landene får ofte hjelp og støtte til å legge forholdene best mulig til rette for utnyttelse av landets mineralressurser. Denne hjelpen kan komme fra organisasjoner innen FN systemet, og fra andre store organisasjoner og banker som arbeider innen bistands- og utviklingssektoren.

Ofte konkurrerer landene seg imellom om få igang prospektering og etablering av gruveindustri. I iveren etter å få igang slik aktivitet blir ikke alltid prioriteringen av de negative effektene denne industrigrenen kan skape for utnyttelse av andre ressurser eller mulige konflikter med andre brukere i området nå og i fremtiden, tillagt like stor oppmerksomhet. Ofte vil konflikter knyttet til utnyttelse og fremtidig bruk av vannressursene i området være sentrale. Særlig alvorlig kan dette være når disse i utgangspunktet er helt bestemmende for den natur og den aktivitet som er etablert. En mineralforekomst vil når den utnyttes ha en begrenset levetid, men forurensingsproblemene generert av denne aktiviteten kan vare i flere hundrede år etterpå. Helt sentralt står de miljøproblemene som genereres i vannforekomstene (overflatevann og grunnvann). Ved at kvaliteten på vannet ofte endres i negativ retning kan dette gi alvorlige miljømessige konsekvenser både for dagens bruk og brukere, og for fremtidig bruk av vannressursen. I denne sammenheng er det viktig å være klar over at vannet ved sin bevegelse transporterer forurensninger vekk fra gruveområdet. Dette kan skape problemer i vassdraget på steder langt vekk fra selve kilden. I flomperioder kan forurensingskomponenter flyttes opp på elvesletter langs forurensede vassdrag og bli liggende der når vannet trekker seg tilbake. Slik kan viktige beite og jordbruksområder kontamineres og produksjons grunnlaget for dyr og mennesker forringes.

Forurensing av vannressurser som tilskrives utnyttelse og bearbeiding av malmer og mineralforekomster kan gi mange forskjellige effekter. Det kan være at plante- og dyrelivet i og langs vassdraget som mottar avrenning og utslipp fra gruveområdet påvirkes og utarmes. Fiske av viktige matfisker kan avta/forsvinne - eller fisken blir (burde være) uegnet som menneskemat på grunn av for høyt tungmetallinnhold (Hg, Cd, Pb o.l.) - eller den tar smak som gjør at fisken ikke lenger kan/vil spises. Men enda mer alvorlig er det at vannforekomsten kan ødelegges som drikkevannskilde for mennesker og dyr i lang tid fremover, og vannet kan bli uegnet som vanningsvann til jordbruk (bl.a. ga. tungmetallinnhold). Likeledes kan grunnvannet påvirkes og ødelegges. Produksjon av mat fra akvakulturvirksomhet kan påvirkes negativt og kvaliteten på produktene fra oppdrettsnæringen og fra jordbruket reduseres. Ulike sykdommer kan oppstå hos mennesker, dyr og planter som nytter slike vannkilder. Men det skal legges til at vi alt for lett i denne diskusjonen om miljøeffekter glemmer at det er mange andre brukere av vannforekomstene enn oss selv. Ikke sjelden er dette områder med et stort mangfold av arter (stor biodiversitet) og kompliserte økosystemer med meget lang utviklingshistorie hvor vannforekomsten har vært og er helt sentral i det samspillet vi i dag ser mellom naturmiljøet og de ulike organismegruppene. En annen forskjell er at mens

vi i vår del av verden har en rekke vannforekomster å velge blant når vi skal ha vann til å dekke våre ulike behov så er det i mange av disse områdene kun en vannforekomst. Ødelegges denne kan det få alvorlige konsekvenser i generasjoner fremover.

Formålet med å finansiere en oppbygning av bistandsrelatert miljøkompetanse innen fagfeltet gruveindustri var å bedre bistandsforvaltningens mulighet for tilgang på miljøkunnskap om mulige vannrelaterte virkninger i den 3. verden skapt av denne industriaktiviteten. Dette innbefatter effekter generert fra ulike aktiviteter knyttet til malmbrytning (i åpne og underjordiske gruver), oppredning av metaller og industrimineraler, raffinering, bearbeiding og smelting. Oppgaven er stor og mangfoldig, og det ble på denne studieturen fokusert på å samle informasjon om noen typer av gruveaktivitet som var representative i landene Tanzania, Zimbabwe og Namibia. Dette er tre land i det sørlige Afrika hvor gruveindustri har lang tradisjon, men hvor omfang, organisering og aktivitet varierer en hel del i dag. Felles for alle disse tre landene er en sterk satsing på fremtidig gruveindustri. Videre ble det forsøkt å samle informasjon om mulige konsekvenser dette har eller kan få for vannforekomstene i de gruveområdene som ble besøkt, og om den oppmerksomhet gruveaktiviteter bør ha i en fremtidig forvaltningen av vannressursene (watershed management) i disse områdene. En økt kunnskap på dette området vil gi oss en bedre mulighet til både å få frem og vurdere interessekonflikter mellom ulike brukere og brukerinteresser av naturressursene i utviklingsland. Dette vil også gjøre oss i stand til å utnytte den store internasjonale kompetanse som finnes for å redusere forurensnings problemene fra denne type industri. Studieturen i 1992 er det andre besøket som er gjennomført for å samle informasjon om gruveindustri og vannrelaterte miljøproblemer i denne delen av Afrika. Besøkte i 1990 Zimbabwe i forbindelse med et engasjement for UNESCO som foreleser på et kurs om gruvegeologi. Hadde her ansvaret for fagfeltet forurensings-problemer knyttet til denne industrigrenen (Fernandes 1991), og oppholdet ga en rik anledning til å studere dette temaet i Zimbabwe. Besøket i 1990 ble avsluttet med en kort visitt til Zambia, og det ble i Lusaka holdt et møte med SADEC's senter for gruveutvikling hvor ulike spørsmål knyttet til dette temaet ble diskutert.

Den kompetanseoppbygningen som her finner sted på miljøsidene, er satt i en sammenheng hvor kunnskapstilfanget har eller vil kunne få betydning direkte eller indirekte for de ulike bilaterale og multilaterale bistandsaktivitetene Norge er eller blir engasjert i ( Vannforsyning, Jordbruk, Akvakultur/Fiske, Helse, Miljøvern, Industriutvikling mm.).

NIVA har i dag en betydelig miljøkompetanse om denne industrigrenen i Norden, samlet inn gjennom nær 30 år. Vi har arbeidet med alle deler av gruveindustriens miljøproblemer (tungmetaller - nedslammingsproblemer - kjemikalieutslipp m.m.) og på tiltakssiden ved å studere og arbeide med tiltak for å redusere uheldige miljøeffekter. En stor del av vårt arbeide har vært å overvåke, kontrollere og vurdere ulike gruveutslipps miljøkonsekvenser for vannmiljø og overfor andre brukere og brukerinteresser. Parallelt med dette har det vært utført et betydelig forskningsarbeide for å finne sammenhenger mellom biologiske effekter og utslippenes egenart. Instituttet har vært et kompetansesenter for Norsk gruveindustri når det gjelder vannrelaterte miljøproblemer. Likeledes har Forurensingsmyndighetene i sterk grad utnyttet instituttets fagkompetanse og internasjonale kontaktnett på dette feltet. En ikke ubetydelig aktivitet de senere årene har vært å registrere vannrelaterte forurensingsproblemer fra gamle gruver og delta i ulike tiltak for å redusere disse samt delta i prosessen når en gruve legges ned og hva som da må gjøres for å minimalisere fremtidige miljøproblemer. Norsk gruveindustri på malmer her de siste årene gått sterkt tilbake og vi står i dag ved et veiskille hvor behovet for den kompetansen vi her sitter på avtar. Det er samtidig et klart voksende behov for denne type kompetanse både i vårt nasjonale bistandsarbeide og generelt i de bistandsland hvor det satses på gruveindustri. Dette understrekes sterkt av J. O. Nriagu (1990), en av verdens fremste forskere på miljøeffekter av tungmetallforurensning i den 3. verden, og i en nylig utkommet rapport fra Worldwatch Institute (1992) : Paper 109: Mining the Earth.

Men samtidig skal det legges til at denne kunnskapen som vi i dag sitter på i det alt vesentligste er knyttet til våre breddegrader og under våre klimatiske og hydrologiske forhold, og omkring en gruveindustri som også er mindre variert enn den vi finner i den 3. verden. Dette gjør at det er behov for en viss tilpassing og supplering av ny kunnskap, samt et behov for å utvikle den kompetansen vi har videre med praktisk erfaring fra arbeid med gruve- og vannproblemer i denne del av verden. Dersom dette gjennomføres vil en etter en mindre innkjøringsfase kunne ha en ressursgruppe i Norge med nødvendig bistandsrelevant miljøkompetanse på fagområdet: Gruveindustri - vannforurensning m.m. Denne kunne så gi råd og veiledning i bistandsarbeidet fremover der hvor oppgavene er å utvikle en fremtidig bærekraftig utnyttelse og forvaltning av mineral- og malmressurser med tilgrensende vannforekomster.

## **2. 1 UD - engasjement på gruvesiden i Afrika**

Det Kongelige Utenriksdepartement har i løpet av de siste årene gitt midler, henholdsvis i 1980, 1985 og i 1990, for å oppdatere og utvikle kompetansen hos gruvegeologer/ingeniører fra nær alle afrikanske land. UNESCO har stått for organiseringen av disse kursene som fullt ut er betalt av Norge. Hensikten med disse 10-ukers kursene har vært å øke de respektive landenes evne til økt satsing på gruvesektoren. Under forberedelsene til kurset i 1990 ble det fra UD's side sterkt påpekt betydningen av å få med en seksjon som hadde med de ulike miljøeffektene som er knyttet til denne virksomheten. Norge var her tidlig ute og miljøproblemer ved gruveaktivitet ble derfor for første gang en del av dette 3. kurset som en følge av påtrykk fra norsk side. Kurset: "Third UNESCO Regional Training Course in Mining Geology", ble gjennomført i Zimbabwe i perioden 16.7. til 21.9.1990. Ansvaret for miljødelen i kurset ble gitt til NIVA og ble utført av K. J. Aanes.

Inntrykket fra undervisningen i Zimbabwe var at deltagerne viste stor interesse for denne delen av kurset. Det ble fra flere studenter og lærere understreket at dette fagområdet hadde vært et savn i deres tidligere utdanning. Miljødelen ble av mange påpekt som et av de viktigste temaene som ble tatt opp på dette omfattende kurset.

På kurset fikk de et overblikk over gruveindustriens miljøproblemer - årsakene til disse, mulige tiltak og miljøets store sårbarhet for denne type forurensning. Videre ble det påpekt betydningen av å vurdere mulige konflikter mellom gruveindustrien og ulike brukerinteresser i dag og i fremtiden (Aanes 1990).

Det er viktig i vårt bistandsarbeide at vi selv har god kompetanse om denne voksende industrigrenens mulige uheldige sideeffekter både direkte og indirekte på resultatene av det bistandsarbeide som vi i dag utfører og initierer.

Våre erfaringer samlet opp over lang tid med vannrelaterte problemstillinger har gitt oss kunnskap om mulige uheldige konsekvenser fra denne industrigrenen og de muligheter vi har til å redusere/fjerne disse. Vi vet at dette er en aktivitet som fort om ikke nødvendige miljøhensyn blir tatt kan gi svært uheldige og langvarige negative virkninger for andre brukere og viktige brukerinteresser av vannressursene. Dette er enda mer aktuelt i de områdene av verden hvor vannressursene allerede er en mangelvare og en begrensende faktor for videre utvikling. Forurenses vannforekomstene her med miljøgifter som metaller kan dette gi alvorlige effekter for dagens brukere, og for fremtidig utnyttelse av vannressursene.

## 3. 0 Reiserapport

### 3. 1 Forarbeide - planlegging

Bakgrunnen for å gjennomføre studieturen var å samle informasjon om ulike typer av gruveindustri i landene syd for ekvator. Det var ønskelig å få samlet kunnskap om et bredt spekter av aktiviteter knyttet til mineralutvinning, oppredning og bearbeiding av malmer og mineraler. Under studieturen ønsket en å få et bilde av den store variasjonen gruveindustrien har i denne delen av Afrika. Det ble derfor lagt en reiserute som skulle gi mulighet til å dekke variasjonen i størrelse, mineral/metall, driftsformer, og variasjon i betydning for landets økonomi. Landene Tanzania, Zimbabwe og Namibia ble valgt som aktuelle reisemål (fig. 1).

Tanzania fordi gruveindustrien her hadde avtatt sterkt etter frigjøringen, men hvor det nå satses sterkt på å få igang ny gruveindustri. I Tanzania har også småskala gruvedrift etter gull og bruken av kvikksølv i utvinningsprosessen økt dramatisk de siste årene. Dette er en gammel form for gullutvinning som i nyere tid først fikk stort omfang i Sør Amerika (Amazonas), men som nå har spredd seg til en rekke utviklingsland. I Afrika synes dette å ha fått særlig stort omfang i Tanzania, men denne formen for gruvedrift har et økende omfang også i mange andre land i denne delen av Afrika. Dette var en form for gruveaktivitet som det var sentralt å få bedre kunnskap om under studieturen. Dette på grunn av den store kvikksølvforurensingen dette fører med seg. I Tanzania ville en også få mulighet til å besøke en underjordisk kullgruve med oppredningsverk. I tilknytning til denne graven var det et varmekraftverk for produksjon av elektrisitet basert på kull fra graven.

Zimbabwe har en betydelig gruveindustri på et meget stort antall malmer og mineraler Landet har også utviklet en variert industri for bearbeiding og videreutvikling av produktene fra gruveindustrien. Det var derfor naturlig å besøke Zimbabwe i denne sammenheng, samt at det var etablert flere kontakter innen miljøet fra UNESCO kurset som ville være til hjelp under oppholdet i landet.

Namibia var det tredje landet som ble plukket ut. Landet hadde ganske nylig fått sin frigjøring, Gruveindustrien er i dag en betydelig faktor i landets økonomi og vil være en viktig nøkkelfaktor i landets videre utvikling. Utvinning og bearbeiding av malmer og mineraler var før frigjøringen styrt fra Sør Afrika. Det ble derfor antatt at ved å besøke Namibia fikk en på mange måter et speilbilde av driftsformer, organisering mm innen gruveindustrien slik den er i Sør Afrika. Dette landet står i en særstilling blant landene i Afrika ved å ha den største og mest varierte og utviklede gruveindustrien. En industrigren som her også i en internasjonal sammenheng på flere områder ligger langt fremme. Men gruveindustrien i Namibia skiller seg ut fra de fleste andre land's gruveindustri ved at den her domineres av store enheter som driver gruvedrift på diamanter og uran. Det siste som brensel til verdens kjernekraftindustri hvor landet er en betydelig leverandør.

Før avreise var det nødvendig gjennom litteratur studier å samle kunnskap om alle sider ved disse landenes gruveindustri. Dette for å kunne velge ut interessante lokaliteter for feltarbeid og legge opp reiseruter innen det enkelte land. Det var også viktig i de mange møtene med representanter for myndigheter, gruveindustri mm, som skulle gjennomføres, å ha gjort hjemmeleksen. Dette for at en gjennom samtalene skulle lykkes i å få ut den informasjon en søkte.

I planleggingsarbeidet for studieturen var det nyttig å bruke det kontaktnettet som var bygget opp etter UNESCO kurset i Zimbabwe i 1990. Problemet var bare at de fleste var gruvegeologer med stort arbeidspress og mye reiseaktivitet/feltarbeid. Det tok lang tid å få svar på brev, noen hadde byttet arbeidssted i mellomtiden og det tok tid før ny kontakt var etablert.. Det viste seg også å være vanskelig å fastlegge tidspunktet for selve studieturen hvis jeg samtidig skulle ha mulighet til å få lokal

assistanse med på turer ut til aktuelle gruveområder. Hele opplegget var basert på at jeg reiste alene. Det var forventet vanskelige arbeidsforhold hvor det var nødvendig å ta hensyn til egen sikkerhet, ikke minst på feltturene ut til gruveområdene. Programmet under studieturen måtte også ha et opplegg som ga en realistisk mulighet til å lykkes i å gjennomføre en så omfattende studiereise. Det var derfor absolutt nødvendig å knytte til seg kjentfolk for å komme ut og få adgang til mange av gruveområdene som skulle besøkes.

Etterhvert kom tidspunkt for studiereisen (19. oktober - 14 november) og reiseplanen var i grove trekk på plass, men det viste seg vanskelig å få fastlagt mye av opplegget lokalt før avreise. Det videre programmet måtte baseres på at dette skulle ordnes når en kom frem. En oppgave som skulle vise seg å være både vanskelig og til tider meget arbeidskrevende.

## **4.0 Tanzania**

### **4.1 Bakgrunnsinformasjon**

En kartskisse av Tanzania (United Republic of Tanzania) er vist i figur 2. Landet ligger like syd for ekvator med grense i øst til det Indiske hav. Tanzania har et flateinnhold på 883 749 km<sup>2</sup> og hadde i 1993 en befolkning på 26,5 mill. innb. Hovedstaden er Dodoma, mens Dar-es-Salaam er regjeringssete. Tanzania regnes i dag som et av verdens fattigste land med et BNP pr. innb. på bare 120 US \$. (Cappelen 1994). Landet består av en smal kystlette og et vidstrakt, savannedekt platå i 200 - 1000 meters høyde, omgitt av fjellområder med blant annet Afrikas høyeste fjell i nord, Kilimanjaro (5895 m, o. h.). Klimaet er tropisk med lite nedbør i det sentrale høylandet og større nedbørmengder ved kysten. Jordbruket dominerer økonomien. Til eget behov dyrkes det mais, maniok og bananer. De viktigste salgsproduktene, mest for eksport, er kaffe, bomull, akajounøtter, te og sisal. Industrien er svakt utviklet. Noe turisme finnes, og da først og fremst knyttet til dyreparkene i landet.

Historie. Kystområdene var dominert av araberne fra 700-tallet til 1800-tallet. Landet ble tyskt protektorat i 1885, og ble underlagt tyskt kolonistyre fra rundt århundreskiftet. Etter 1. verdenskrig ble Tanzania britisk mandatområde, mens øyen Zanzibar var blitt britisk protektorat i 1890. I 1961 ble fastlandsdelen av Tanzania selvstendig stat og fikk navnet Tanganyika. Zanzibar sluttet seg til i 1964, og unionen fikk da navnet Tanzania. Indre forhold på Zanzibar avgjøres av Zanzibar's revolusjonsråd. Under president Nyerere (1961-85) førte landet en selvstendig utenrikspolitikk som gav store bistandsmidler. Innenriks forsøkte han å utvikle en afrikansk sosialisme med opprettelse av jordbrukskollektiver og statseid industri. Resultatet svarte ikke alltid til forventningene. Invasjonen av Uganda i 1979 var en alvorlig økonomisk belastning for landet. Konstitusjonen av 1965 gjorde Tanzania til en ettpartistat, men i 1992 ble det igjen tillatt å danne opposisjonspartier.

### **4.2 Gruvedrift**

Under kolonitiden etter 1. verdenskrig og frem til at Tanzania ble en selvstendig stat i 1961 drev engelskmennene en betydelig gruveaktivitet i landet. I årene etter at Tanzania ble fritt var den nye regjeringen meget forsiktige med å åpne opp landets mineralressurser for utenlandske private investorer som ønsket og utforske og utvikle gruveindustrien videre. Denne industrien som tidligere var en betydelig inntektskilde for Tanzania fikk under det sosialistiske regime lov til å falle ned til et nivå hvor eksportinntektene fra mineralsektoren bare var 1.5 % av GDP (fig. 3). Tilsvarende utgjorde inntektene fra denne sektoren like etter frigjøringen ca 10 %. Årsaken var vanskeligheter med å holde aktiviteten oppe i denne sektoren, og de fleste gruvene ble etterhvert lagt ned, samtidig som det var få nye gruver som ble startet opp. Det ble åpnet en gullgruve (Lupa Gold Mine) med hjelp fra Sovjetsamveldet. Denne

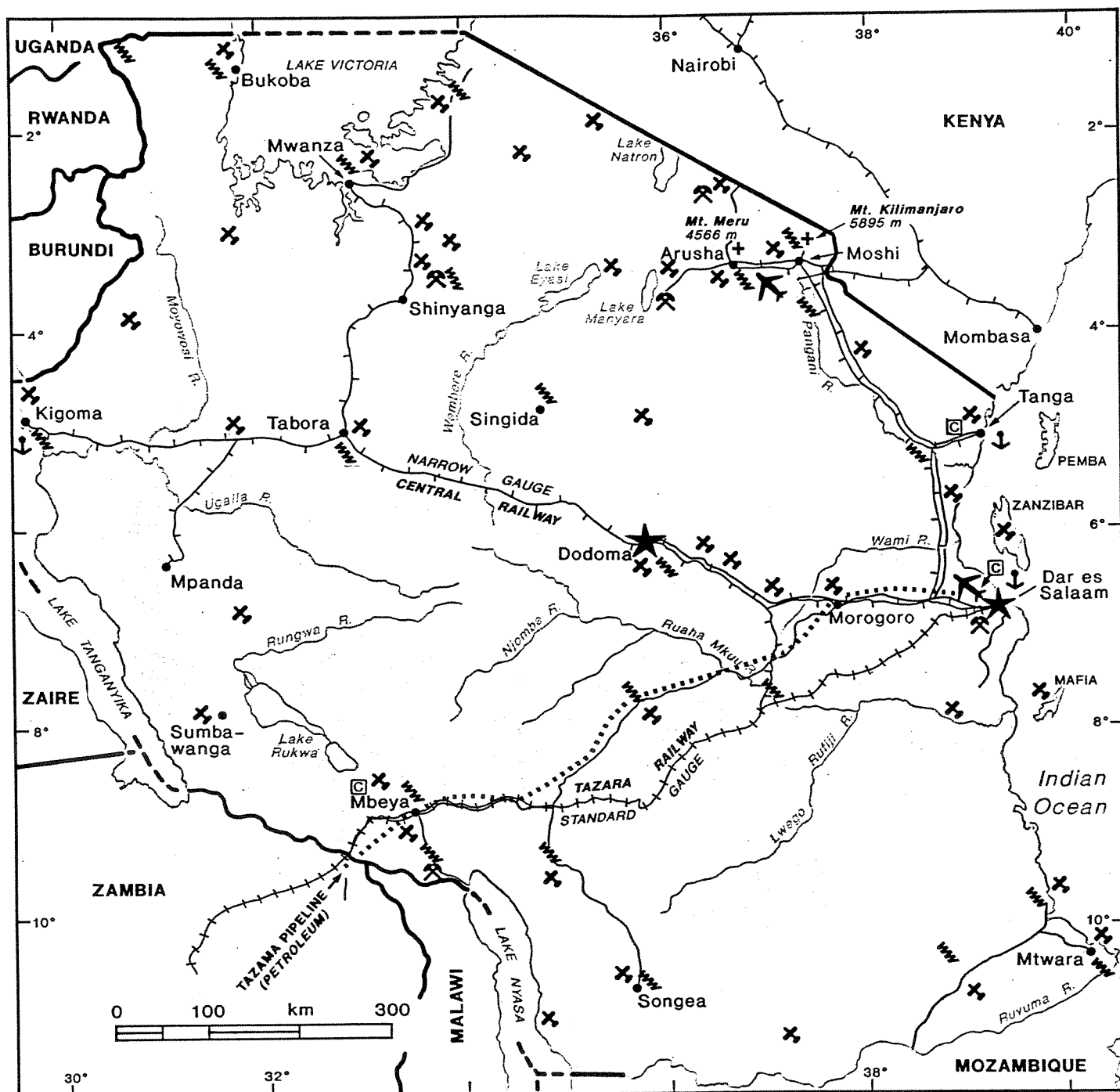
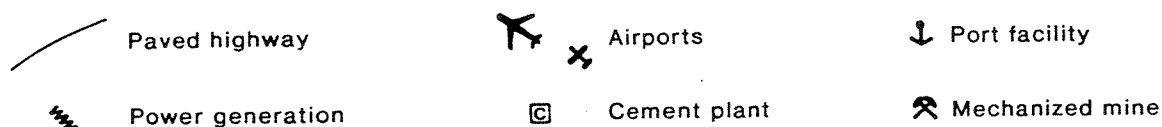


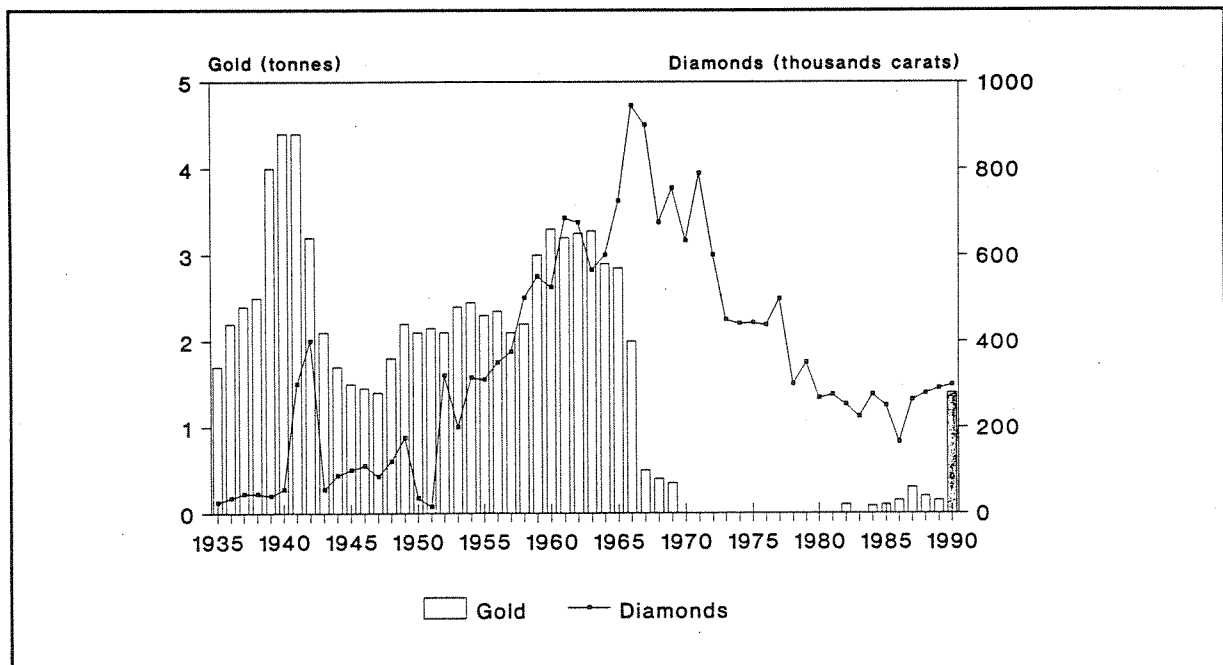
Figure 1: INFRASTRUCTURE MAP OF TANZANIA



Figur 2. Tanzania. Kartskisse av Tanzania med inntegnet vei- og jernbanenett samt lokalisering av flyplasser. Større havner, industribedrifter og kraftverk er avmerket. Kilde: Hester et al. 1991.

hadde kort levetid. Med hjelp fra Kina ble det åpnet en kullgruve (Kiriwa Coal Mine) og et varmekraftverk. Disse er fremdeles i aktiv drift.

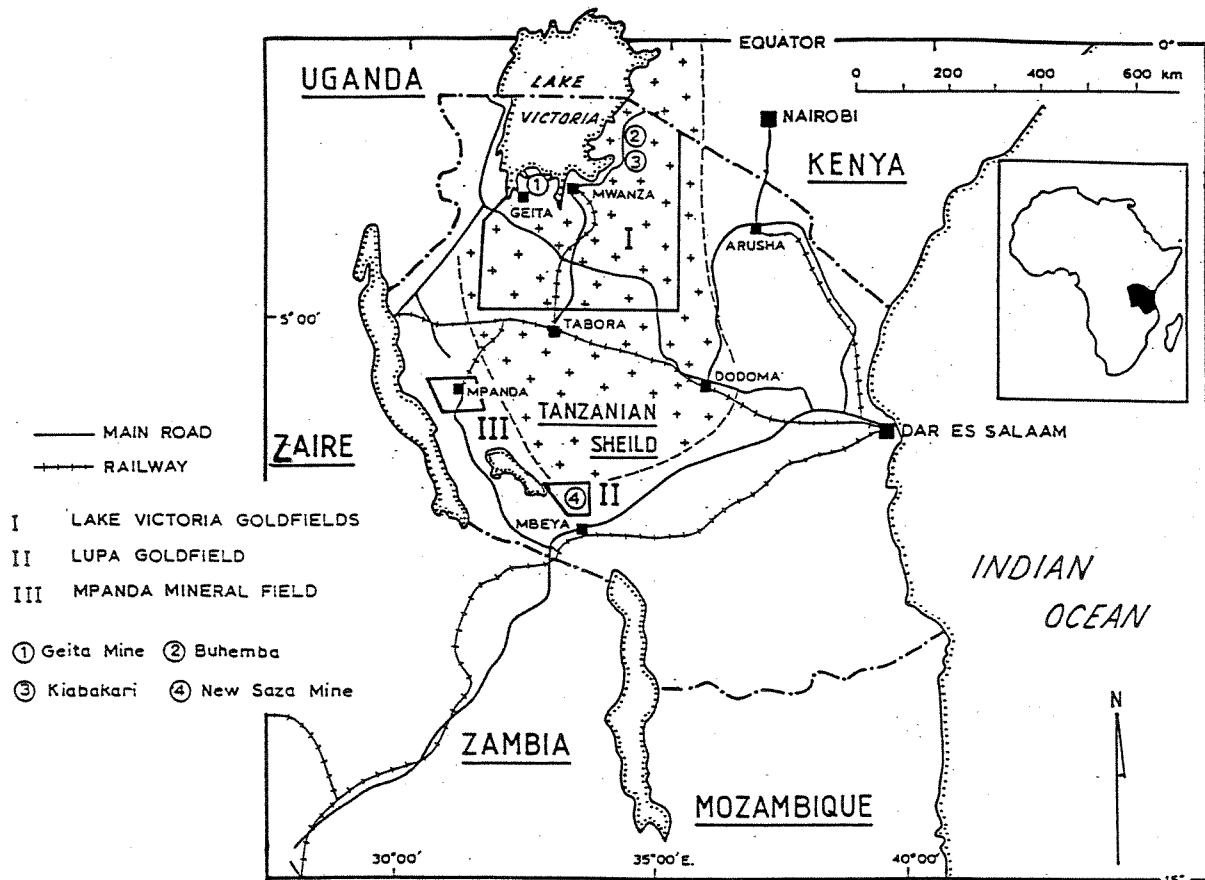
Regjeringen har de siste årene prøvd å revitalisere denne industrigrenen igjen. Nye lover og regler er utarbeidet for denne sektoren av Tanzanias økonomi. Dette gjør at det i dag er langt mer attraktivt for utenlandske gruveselskaper å lete etter, og å utvikle drivbare mineralressurser, enn det var bare for noen få år siden. Utenlandske hjelpeorganisasjoner har gitt studenter fra landet mulighet til å reise ut og videreutvikle seg innen gruvegeologi og prospektering mm. Samtidig har de store hjelpeorganisasjonene gitt hjelp i form av økonomisk støtte og skoling til å bygge opp nasjonale institusjoner for å ta hånd om og hjelpe frem denne sektoren. Det er blant annet bygget opp en database over alle arbeider som er gjennomført i Tanzania om landets mineralressurser. Databasen dekker tidsperioden fra midt på 1930 tallet og frem til i dag. Parallelt med databasen er det utarbeidet et variert kartgrunnlag som dekker hele landet. I tillegg finnes det laboratoriefasiliteter for å dekke opp denne sektoren ved Tanzanian Geological Survey i Dodoma, og ved Eastern and Southern African Mineral Resources Centre i Dar es Salaam. Resultatene fra denne satsingen begynner nå å vise seg i en økt interesse for prospektering og flere nye gruveprosjekter er nær ved å realiseres. Bare de siste årene er det utstedt 260 lisenser for prospektering.



**Figur 3. Offisiell statistikk over produksjonen av gull og diamanter i Tanzania for perioden 1935 - 1990. Kilde: Hester et al. 1991.**

På en internasjonal konferanse i London nylig for potensielle investorer innen mineral sektoren over nye og kommende markeder, sammenfattet Tanzania's minister for vann, energi og mineraler Lt. Col Jakaya Kikwete landets potensiale på denne sektoren slik: Tanzania har nær 900.000 km<sup>2</sup> med områder hvor den geologiske oppbygningen gir et stort potensiale for økonomisk utnyttelse av mange ulike mineralressurser. Det er snakk om betydelige områder med potensiale for gull utvinning (fig. 4) rundt Lake Victoria og i de sydvestre og vestre deler av landet. I nord i det såkalte Karagwe-Ankolean systemet finnes mineraliseringer av metallene nikkell, kobolt, kopper, tinn og tungsten. Det er i sydvest påvist betydelige jernmalm forekomster. I de nordlige sentrale- og sydlige områdene av Archean Craton er det identifisert mer enn 300 kimberlite-ganger bl. a. den diamanthørende verdenskjente Mwadui forekomsten. I tillegg kommer 600 forekomster som i dag er påvist, men som vil kreve videre

undersøkelser før eventuell drift kan være aktuell. Potensialet når det gjelder diamanter er derfor stort i Tanzania. Av andre edelsteiner er det i Proterozoiske formasjoner i østre, sydlige og vestre deler av landet funnet en rekke forskjellige mineraler for smykkestein produksjon bl. a. tanzanite, rubiner, safirer, smaragder m. fl. Når det gjelder energimineraler så er det kartlagt meget store forekomster av svovelfattig steinkull, som i dag bare i beskjeden grad er utnyttet. Kullforekomstene finnes i det såkalte Karoo systemet syd i landet. Videre er det påvist moderate mengder av uran og naturgass som det gjenstår og utvikle videre. I tillegg kommer en rekke industrimineraler som salt og grafitt (hvor Merelani forekomsten nord i Tanzania nå er under utvikling). Men selv om Tanzania har en både rik og variert forekomst av mineralforekomster er det for øyeblikket ikke noen storskala gruveaktivitet i landet. De eneste gruvene som har overlevd fra perioden med engang en så livskraftige mineralindustri er Williamsomson Diamond Mine ved Mwadui og salt graven Nyanza Mine ved Uvinza i Kigoma.



**Figur 4. Figuren viser områder i Tanzania med et stort potensiale for gullgruvedrift. Felt II: Lupa Goldfield ble besøkt under studieturen. Kilde: Van Straaten 1984.**

I en anstrengelse for å støtte Tanzania's politikk i å utvikle videre den private gruvesektoren og legge forholdene til rette for en utvidet privat investering for i større grad å utnytte landets mineralressurser har IDA (International Development Association), en avdeling ved Verdens Banken, gitt Tanzania en kreditt på \$US 12.5 mill for å hjelpe frem landets satsing på gruvesektoren. I tillegg har prosjektet som mål å styrke kapasiteten til de nasjonale institusjonene som bygges opp for å få til en effektiv administrasjon og regulering av gruvesektoren. Noe av midlene skal også gå til å forbedre produktiviteten og til å hjelpe frem en mere miljømessig form for gruve drift blant de som driver innen sektoren: Small scale mining operations. Denne småskala formen for gruve drift har stor utbredelse i Tanzania og er i dag ansvarlig for en årsproduksjon på i alt 8 tonn gull og edelsteiner. I tillegg kommer verdien av det som selges uoffisielt og smugles ut av landet.



Lt. Col Kikwete avsluttet foredraget sitt med å understreke at med de forandringene som nå er gjort i landets økonomiske politikk for å møte utfordringene og forandringene i et internasjonalt marked, samtidig med de store mulighetene som ligger i landets varierte og rike mineralressurser skulle dette forsterke interessen for Tanzania som et av de nye store satsingsområdene på dette markedet.

Etter at VerdensBankens rapport kom i 1990, som vurderte landets politiske reformer innen gruvesektoren, startet regjeringen i 1993 med å formulere en omfattende rammeverk for gruvepolitikken i landet (MSPF - programmet). Tanzania innledet også forhandlinger med VerdensBanken om økonomisk hjelp til å finansiere satsingen fremover for å utvikle landets gruvesektor. Dette fikk som nevnt et positivt utfall og banken har vært villig til å gi et lån på US\$ 12.5 mill for å hjelpe frem satsingen innen den private sektor for å utnytte landets mineralressurser. I en verdensomspennende rangering når det gjelder mulighetene på fremtidig satsing innen gruvesektoren ble Tanzania plassert på en 16 plass i 1994 av tidsskriftet Mining Journal (M. J. 1994).

Tanzania opplevde en betydelig tilbakegang i inntektene fra eksporten av gruveprodukter i 1993 sammenlignet med året før. I 1992 ble det eksportert mineraler for US\$ 53.2 mill, mens denne var i 1993 falt til US\$ 41.5 mill. Viktig i denne sammenhengen var tilbakegangen i eksporten av gull og at produksjonen av diamanter falt fra 67.303 karat i 1992 til 40.847 ct. i 1993. Dette ga en inntekt de respektive årene på henholdsvis US\$ 8.3 i 1992 og US\$ 5.3 i 1993. Reduksjonen tilskrives forfallet ved Williamson Mines i Mwadui. Selv om det var stor aktivitet på feltet small scale gold mining ble det handlet betydelig mindre gull gjennom den nasjonale bankens distriktskontorer i 1993 enn året før. Nedgangen var fra 4.5 til 3.4 tonn. Eksporten av mineraler for produksjon av smykkesteiner gikk også tilbake ( fra 48.938 kg til 32.979 kg ), mens inntektene steg noe fra US\$ 3.24 mill i 1992 til US\$ 3.91 mill i 1993. Fosfat produksjonen ved Minjingu var bare 2.219 tonn i 1993 mens den var mer enn det dobbelte (4.948 tonn) året før. Produksjonen av kull var ved landets to kullgruver (Kiriwa og Ilima) samlet 40.248 tonn i 1993. Dette ble brukt lokalt (M. J. 1994).

I tillegg til den offisielle eksporten er det også en betydelig smugling av gull og edelstener ut av Tanzania. Dette skjer på tross av at myndighetene de siste årene har prøvd å legge forholdene til rette for innkjøp av gull fra de mindre gruveselskapene og fra selvstendige gruvearbeidere. Det blir hevdet at størsteparten forsvinner illegalt over landets grenser (M. J. 1994). Verdien av dette tapet ble anslått å ha en verdi på mer enn \$US 120 mill pr. år. Dette ble hevdet av Pyara Bingh Sokhi, som er formannen for Tanzaniana Goldminers Association. Smuglingen av gull ut av landet antas å ha vært opp mot 10 tonn, de to siste årene mens det i samme periode gjennom offisielle kanaler (gullmarkedet i London) ble solgt 11 tonn gull (M. J. 1994).

### **4.3 Studiereise Tanzania.**

Studiereisen startet med avreise fra Oslo kl 1500 mandag den 19. oktober. Turen gikk via Zürich med ankomst Dar es Salaam neste morgen kl 0800.

Tirsdag 20 okt.

Starter med å besøke NORAD's kontor og Den Norske Ambassade som begge har felles lokalisering i Dar es Salaam. Kontoret var orientert om mitt besøk på forhånd. Har en lengre samtale med NORAD's representant Oswald Haugbotn for gjensidig orientering. Han er ansvarlig for miljøsidene ved norske bistandsaktiviteter i Tanzania. Norge brukte totalt i bistandsarbeidet 645 mill Nkr i 1990, i 1991 var beløpet redusert til ca 600 mill kroner. Tanzania har helt siden frigjøringen mottatt bistand fra Norge og var frem til 1994 et av våre hovedsamarbeidsland. Landet har nå status som programland og

overføringene til bistandsarbeide reduseres med 10% hvert år. I 1994 ble det til bistandsarbeide i Tanzania gitt Nkr 340 mill. Hovedretningslinjene for bistanden er delt inn i 3 områder:

- 1) Støtte til økonomisk gjenreising
- 2) Sikre basisnivået av sosiale tjenester og i denne sammenheng er uthevet støtte til
- 3) Prosjekter som bidrar til en : **Forsvarlig forvaltning av naturressursene.**

I den sydvestre delen av Tanzania, som ved dette besøket var valgt som studieområde, er NORAD's hovedaktiviteter knyttet til støtte av prosjekter som bygging og vedlikehold av bygdeveier i regionene Tanga og Mbeya, til utbygging av vanntilførsel i landsbyer og til distriktsutbygging i regionene Rukwa og Kigoma. Det er ellers gitt midler til et fiskeriprojekt i Mbegani ved Bagamoyo og til sagbruket ved Sao Hill i Iringa. NORAD gir også støtte til utdanning og forskning ved universitetet og ved høyskoler i Dar es Salaam og Morogora. Prosjekter knyttet til forurensingsproblemer har det ikke vært noe ønske om å ta opp nasjonalt, men Oswald Haugbotn understreker at i de bistandsaktivitetene hvor norske midler er inne i Tanzania er hensynet til miljøet og en bærekraftig utvikling overordnet. NORAD er kjent med at "small scale gold mining" de siste årene har hatt en betydelig vekst i Tanzania og at spesielt bruken av kvikksølv i forbindelse med denne formen for gullutvinning er problematisk. Kontoret hadde nylig fått en søknad fra den tekniske høyskolen i Dar es Salaam om å støtte et forskningsarbeide for å redusere miljøproblemene knyttet til denne bruken av kvikksølv. Jeg fikk kopi av søknaden og ble bedt om å være behjelpelig med å foreta en evaluering av dette prosjektet når jeg var tilbake i Norge (Aanes 1992). Haugbotn introduserer meg for en del medarbeidere ved kontoret som gir informasjon om det området som skal besøkes og ellers nyttig informasjon om forholdene i Tanzania. Vi avtaler å møtes før jeg forlater Tanzania og reiser videre til Zimbabwe.

Etter møtene med NORAD besøker jeg University of Dar es Salaam og har møte med Dean, Faculty of Science Prof. A. Mshimba og videre lederen for Department of Geology, Dr. S. Kapilima og Dr. Abdulkarim Mruma. Sistnevnte hadde vært elev på UNESCO kurset i Zimbabwe i 1990 og hadde vært en nøkkelperson for meg under planleggingen av oppholdet i Tanzania. Under møtet ble jeg orientert om ulike aktiviteter relatert til utnyttelse og kartlegging av fremtidige mineralressurser. Aktiviteten ved instituttet var nå gått noe ned bl. annet på grunn av at FINIDA som tidligere var tungt inne med økonomisk støtte og utstyr til geologisk institutt, nå hadde trappet ned sin aktivitet betydelig. Flere av instituttets medarbeidere hadde fått sin videreutdanning og Dr. grad i Finland.

Mens den offisielle gruveindustrien har gått tilbake de siste årene i Tanzania (se avsnitt 3.1) har aktiviteter som small scale mining hatt en meget stor fremvekst. Den viktigste i denne sammenheng er den aktivitet som er knyttet til gullutvinning og bruk av metallisk kvikksølv som ekstraksjonsmiddel. Dette er en aktivitet som er sterkt økende i denne delen av Afrika. En av hensiktene med å besøke Tanzania på denne studieturen var nettopp å studere denne aktiviteten nærmere. Det var gjort avtale med Dr. Mruma om at han ville være ledsager på en slik tur. Det viste seg at også instituttsjefen skulle være med. Det praktiske ved turen ble diskutert på møtet, samt reiserute og mulige gruveområder som kunne besøkes. Transporten ble ordnet ved at jeg leide en av instituttets biler.

Besøker så Department of Biologi ved University of Dar es Salaam og har samtale med instituttlederen Dr. Urassa. I samtalene med x er jeg spesielt interessert i å samle informasjon om hva som gjøres på feltet ferskvannsekologi. Det viste seg at det her blant studenter og ansatte var liten aktivitet på høyere nivå, men fagområdet inngår i undervisningen på lavere nivå. På feltet forurensings-overvåkning/kontroll av biologiske effekter i ferskvann var det ingen aktivitet ved instituttet. Men det ble fremhevet at det var et stort ønske ved instituttet å få til et samarbeide på feltet forurensingsbiologi bl.a ved å knytte noen studenter på høyere nivå til et prosjekt på dette fagområdet. Det ble konkret diskutert lokale mulige problemer knyttet til kvikksølv-forurensing, som et tema det kunne arbeides videre med.

Blir på kvelden kontaktet av Dr. G. J. Njau som ønsker å diskutere problemer knyttet til small-scale gold mining og mulige negative miljøeffekter på grunn av bruken av kvikksølv. Njau er ansatt ved

Tanzania Industrial Research and Development Organization (TIRDO). Han er siv. ing. og utdannet ved NTH i Trondheim. I sitt arbeide holder han på med å lage en informasjonsfolder om helsefarene ved bruk av kvikksølv for gruve-arbeiderne. Det var også på trappene å starte et forskningsprosjekt ved TIRDO for å finne frem til mulige enkle måter å samle opp kvikksølvet på, når amalgamen ble varmet opp for å frigjøre gullet. Utstyret de arbeidet med å utvikle skulle være effektivt og lett å bruke ute i felten for gruvearbeiderne. Det måtte heller ikke koste for mye dersom det skulle få stor anvendelse ute blant gruvearbeiderne. Njau var en av søkerne bak søknaden til NORAD, som jeg ble orientert om i møtet med Haugbotn.

Onsdag 21 okt.

Besøker Ministry of Environment i Dar es Salaam. Har samtaler først med Director of National Environmental Management Council General G. L. Kamukala som påpeker at forurensing er en av deres største problemer, og som de nå arbeider med. Det er så langt gjort noen innledende studier med hensyn til Au/Hg problemet, men manglende ressurser begrenser muligheten på forurensnings sektoren. Fortsetter samtalen med lederen for ministeriet's arbeide med miljøvernovervåking Mr F. Mpendawe ved National Environmental Management Council. Han forteller at de nå har begynt et arbeide for å få frem en status i miljøvernarbeidet ved å ta for seg region etter region i landet. Dette vil når arbeidet er ferdig gi en landsoversikt når det gjelder miljø- og forurensingstilstanden i Tanzania. Inntrykket av standarden på det arbeidet som så langt var utført og opplegget videre var positivt. Det virket som om det både var grundig og hadde høy kvalitet. Samtidig var det tydelig at begrensede ressurser ville føre til at dersom dette arbeidet skulle videreføres slik det var tenkt måtte det til en streng prioritering på alle plan. Intensjonen var at denne nasjonale tilstands-beskrivelsen skulle gi et bilde av dagens forurensingsproblemer og brukerkonflikter, og samtidig et nyttig redskap når man skulle prioritere det videre arbeide fremover med landets forurensings-problemer. På vannsiden skulle mulighetene her ligge tilrette for et samarbeide med NIVA dersom vi kunne få dette finansiert over vårt bistandsbudsjett.

Ved National Environmental Management Council arbeidet også Principal Advisor Anders Højlund (M.Sc) fra Sverige. Han hadde nok hatt en sentral rolle i utformingen av dette opplegget for den nasjonale overvåkingen av forurensnings situasjonen i Tanzania. Højlund hadde vært der i vel ett år og skulle være der i ett år til. Hans deltagelse var finansiert av svenske bistandsmidler via Sida/Sarec.

I forbindelse med diskusjonen om forurensingsproblemene relatert til bl. a. mineralutvinning ble det påpekt at lovverket påla både gruveindustrien og myndighetene å ta nødvendig hensyn til miljøet. Dette er konkretisert i lovgivningen som regulerer utnyttelsen av malm og mineralforekomstene i Tanzania. I grueloven : "The mining act" fra 1979 kreves det, " according to this act, no mining licence shall be granted to an applicant unless the programme of proposed mining operations, takes proper account of environmental and safety factors ". I hvilken grad dette lovverket i dag brukes og etterleves i praksis ville en senere få anledning til se nærmere på i de gruveområdene som skulle besøkes.

Nå er det vel også her riktig å legge til at synet på hva som ligger i *å ta tilstrekkelig hensyn til miljøet*, varierer en hel del mellom den oppfatningen vi har i Norge og den vi ser i utviklingsland som Tanzania. Ofte kan de miljøproblemene vi til daglig arbeider med her hjemme fortone seg som kosmetikk når en sammenligner med de miljøproblemene en mange steder sliter med i den 3. verden.

Avreise mot Lupa Gold Field via Morogoro- Iringa - Mbeya og Chuyna.

Torsdag 22. oktober : På reise mot Mbeya.

Fredag 23. oktober.

Besøker Kiwira Coal Mine (fig. 5) og har samtaler med ledelsen, befarer gruveområdet og får omvisning i gruen og i vaskeriet. Besøket ble gjort for å samle informasjon om kullgruvedrift. Dette

var den eneste kullgruven som ble besøkt på denne studieturen. Tanzania har en betydelig ressurs knyttet til bituminøst kull med lavt innhold av svovel. Dette utnyttes i dag bare i liten skala, og produksjonen går til å dekke forbruket innlands. Potensialet for økt nasjonal utnyttelse samt eksport skulle være tilstede, men har vært hemmet noe på grunn av et noe høyt askeinnhold (Hester et al. 1991). De kullfeltene som har størst potensiale finnes i Songwe-Kiriwa og Ruhuhu området sydvest i Tanzania.

#### 4.4 Kiriwa Coal Mine

Kiwira er en relativt liten gruve (under ground), men samtidig den eneste kullgruven i landet som har produsert noe kull av betydning. Gruven ble etablert i 1988 av STAMICO (State Mining Corporation) som Kiriwa Coal Corp., og erstattet en mindre privat gruve. Etableringen ble gjort med støtte fra Kina, og kineserne har vært sentrale i planleggingsprosessen og i oppbygningen av gruva, vaskerianlegg og det tilhørende varmekraftverket (fig. 5). De hadde også hatt ansvaret for skoleringen av arbeidene. Råvareproduksjonen er ca. 150.000 tonn pr. år, og dette gir vel 90.000 tonn vasket bituminøst kull av god kvalitet. Gruva går godt og selger en stor del av produksjonen til en sementfabrikk og en treforedlingsbedrift i nærheten. Arbeidsstokken teller totalt 1600 personer og det arbeides i tre skift. Det er etterhvert bygget seg opp en hel liten by rundt gruva. I de to forekomstene som er kartlagt mener man å ha grunnlag for videre drift i opp mot 100 år fremover med dagens uttak.

Kiwira Coal Mine ligger like ved en elv og denne renner ut i Lake Nyasa (L. Malawi). Det ble derfor fokusert på eventuelle effekter på denne vannforekomsten som kunne tilbakeføres til gruva. Mulige kilder for forurensingsproblemer kunne være nedslamming av vassdraget nedstrøms gruva og kjemiske utslipp som førte til endringer av vannkvaliteten. Fra vaskeriet hvor en ved hjelp av kulletts egenvekt sorterer fra det dårlige kullet (fig. 6A og B) blir det mye finstoff som felles ut i sedimenteringsbasseng og lagres på gruveområdet. Under regntiden er det fare for at erosjon i disse deponiene av finstoff og i askedeponiene kan påvirke vassdraget like ved bedriften. Det er i perioder hvor elven flommer opp registrert episoder hvor vannstanden er så høy at vannet begynner å grave i disse tippene. Dette farger elvevannet sort.



**Figur 5. Kiwira Coal Mine. Foto av varmekraftanlegg og vaskerianlegg (til høyre). Kraftverket var ute av drift ved besøket.**



A



C



B

Figur 6. Kiwira Coal Mine. A. Avfall fra vaskerianlegg. B. Sedimentasjonsbasseng for vaskerivann. C. Okeravsetninger inne i gruen.

Gruvevannet fra eldre deler av gruve er jernrikt med et høyt innhold av tungmetaller og en lav pH. Dette er en følge av den oksydasjon som foregår av den svovelkisen som finnes i det kullet, og som står igjen i gruvegangene etter tidligere drift. Innsig av basisk grunnvann nøytraliserer det sure gruvevannet og vi får felling av jernhydroksyd (fig. 6C). Resultatene fra vannprøver som ble tatt inne i gruve, fra området utenfor og i resipienten er sammenstillt i tabell 1. Vannmengdene var små under besøket. Under befaringen inne i gruve var den vannprøven (St. 2) som ble tatt i eldre deler av gruve dominert av basisk infiltrasjonsvann. Den var derfor i liten grad representativ for det sure gruvevannet (AMD), som en hadde håpet å få prøvetatt. Prøven som ble tatt ved utløpet av gruve (st. 1) viser et relativt høyt innhold av tungmetaller samt sulfat og indikerer indirekte produksjonen av AMD inne i gruve. Vannet fra sedimentasjonsbassenget nedstrøms vaskeriet (st.3) har et lavere innhold av tungmetaller enn gruvevannet, men er samtidig noe surere og har et høyere sulfatinnhold. Prøvene som ble tatt i resipienten viser ikke at vannforekomsten ved prøvetakingstidspunktet i noen større utstrekning var påvirket. Prøvetakingstidspunktet nedstrøms bedriften ble på grunn av vanskelig tilgjengelighet til vassdraget lagt på motsatt side av eventuelle utslipp og kanskje noe nær disse.

Det kullbaserte kraftverket som er tilknyttet gruve har nok en del atmosfæriske utslipp. Om disse har noen effekter på miljøet i nærområdet ble ikke studert nærmere. Kraftverket var ikke i drift under besøket. Asken fra forbrenningen deponeres på området.



**Figur 7. Passive fiskeredskaper satt ut i elven ved Kiwira Coal Mine**

**Tabell 1. Analyseresultater fra vannprøver hentet under befaring til Kiwira Coal Mine 23 oktober.**

Benevning : Stasjon :	pH	Cond µS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	SO4-S mg/l	Cl mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l
Kiwira No 1	7.13	425.3	42.0	10.0	51.6	0.78	0.30	0.33	16.54	187.2	2.78	54.65	7.72	11918.0	418.0
Kiwira No 2	7.44	192.9	22.0	3.2	1.26	0.79	0.02	0.01	0.10	1.04	4.02	2.15	0.28	1193.7	135.3
Kiwira No 3	6.99	943.3	89.0	8.9	93.36	29.37	0.61	0.05	0.81	2.47	4.18	3.17	0.46	1353.6	18.0
Kiwira No 4	7.09	337.7	5.5	3.7	1.97	39.03	0.48	0.02	1.21	1.78	4.86	0.5	0.10	83.6	14.3
Kiwira No 5	7.15	341.4	4.8	4.3	2.13	35.35	0.41	0.04	2.90	5.49	3.70	0.78	0.21	82.5	32.6

- Stasjonsbeskrivelse : St. 1 Drenasjevann fra Kiwira Coal Mine tatt ved inngangen til gruen.  
 St. 2. Lekasjevann fra tak og vegg inne i den gamle delen av gruen (fig. 6C ).  
 St. 3. Nedstrøms sedimentasjonsbasseng.  
 St. 4. I resipienten oppstrøms gruveområdet.  
 St. 5. I resipienten like nedstrøms gruveområdet.

Fra Kiwira dro vi videre til byen Mbeya hvor vi overnattet. Jeg fikk her kontakt med en engelsk ingeniør som i lang tid hadde arbeidet på hospitalet i Mbeya. Under samtalen kom vi inn på gullutvinning og bruk av Hg. På spørsmål om de hadde registrert skader på pasienter som kunne tilskrives eksponering av kvikksølv kunne han ikke bekrefte dette. Men han lovt å sjekke dette videre med legene ved hospitalet, og gi meg beskjed om så var tilfelle. Har ikke hørt noe siden. Men dette behøver ikke å bety at det ikke er skader på dem som bruker amalgameringsprosessen i utvinningen av gull. Det kan snarere være at disse overskygges av andre skader/sykdommer og kanskje er man usikker på hva som er symptomene på denne type påvirkning. Det ble ellers påpekt under samtalen at når det gjelder å beregne hvor mye Hg som frigjøres i miljøet fra denne aktiviteten i Tanzania i dag er det viktig å ta hensyn til den store mengden gull som omsettes på svartebørsen og derved ikke inngår i den offisielle statistikken. Det ble fra vedkommende anslått at det handles like mye gull på svartebørsen i dette området som gjennom den offisielle banken. Disse uttalelsene bekreftes senere i en artikkel i tidsskriftet Mining Journal (M. J. 1994).

#### 4.5 Chunya

Lørdag 24 oktober.

Reiser videre til Chunya. Etter en del diskusjon får vi her mulighet til å besøke avdelingskontoret til den nasjonale banken i Tanzania (National Bank of Commerce). Bakgrunnen for besøket er at den nasjonale banken gjennom sine mange distriktskontor etterhvert har lagt forholdene tilrette for omsetting av Au og Hg. Lørdagen er også den ukedagen hvor the small scale miners kommer inn til byen for å omsette gullet og kanskje kjøpe kvikksølv i banken. Ved besøket satt det en lang rekke med gruvearbeidere utenfor banken og ventet å få omsatt sitt gull. Det hele ble overvåket av bevæpnet politi som passet på at alt gikk greit for seg. Den nasjonale banken driver denne aktiviteten fordi regjeringen i 1990 bestemte at nasjonalbanken aktivt skulle gå inn og hjelpe frem småskala gruvedrift på gull ved å tilrettelegge omsetting av gull lokalt samt salg av metallisk kvikksølv til gruvearbeiderne.

Eksporten av gull er en betydelig inntektskilde for landet (tabell 2), samtidig som det her hentes inn store beløp i utenlandsk valuta. Av landets totale eksportinntekter fra mineraler og malmer er det så mye som 85% som kommer fra gulleksporten. En vesentlig del av dette gullet kommer nettopp fra aktiviteter knyttet til small scale mining (fig. 8). Man antar at ca 500.000 personer er engasjert i denne formen for gruvevirksomhet i Tanzania og tallet er voksende. Denne aktiviteten og da særlig den delen av den hvor en benytter kvikksølv til ekstraksjonen av gull er i sterk vekst ikke bare i Tanzania, men også i mange andre land i Afrika.

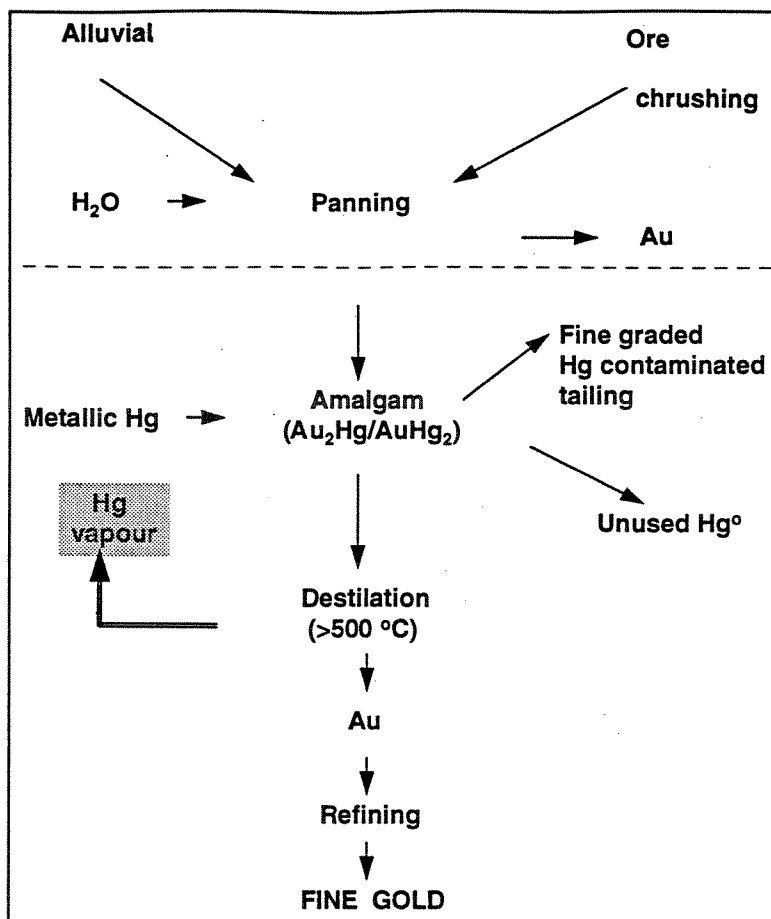
**Tabell 2. Gold production, official figures, Tanzania. Source Ministry of Water, Energy and Mineral Resources; Annual budget 1994/1995. (Aanes 1995).**

Year	Amount in kgs.	Value in US \$
1990	1.643,230	13.635.100
1991	3.779,048	29.099.700
1992	4.524,966	40.380.000
1993	3.363,000	31.450.800
<b>Total</b>	<b>13.311,140</b>	<b>114.565.600</b>

Det blir antatt at ca 40 % av det gullet som nå omsettes i Tanzania (tabell 2) er fremkommet ved bruk av Hg. I denne prosessen trengs det ca 2 deler Hg for å fremskaffe en del gull. Riktigheten av dette forhåndstallet støttes av en kjemiske beregning av massebalansen for de reaksjonene som skjer under amalgameringsprosessen. Dette indikerer også forholdet mellom den mengde gull som ble kjøpt og den



mengde Hg som ble solgt i den nasjonale banken i Chunya. Tallene var her for perioden 1990 til 1992 : Kjøp av gull = 326 kg og salg av kvikksølv = 683 kg. Det er tre banker i Chunya området som driver med denne virksomheten. Det kjøpes i banken begge typer gull både alluvial gold dvs. gull som er vunnet ut ved tradisjonell vasketeknikk og amalgamated gold. Gullet som er ekstrahert ved hjelp av Hg dominerer. Dette gjennomgår i banken en renseprosess før vekten bestemmes og beløpet utbetales. I banken er det innrettet en egen avdeling hvor denne prosessen foregår. Først blir det amalgamerte gullet mortet og tilsatt konc. salpetersyre pluss noe salt (NaCl) før det varmes opp til det koker over en propanbrenner. De siste restene av Hg samt syren damper av og gullet har nå en renhet på minst 85%. Dette ble her gjort i et enkelt skap og det var montert en pipe for å lede avgassene ut av rommet, men vind ga ofte tilbakeslag. Personen som utførte denne operasjonen i banken hadde hatt denne jobben nå i vel ett år, og mente selv at han ikke hadde blitt påvirket. Betalingen som gullgraverne fikk da vi besøkte banken var 3500 Tanzaniske shilling pr. gram gull. Dette tilsvarer ca 70 Nkr pr. gram og var på det tidspunktet nær den internasjonale kursen for gull som var 10 US\$. Prisen var samtidig i den nasjonale banken i Chunya 15.000 Tan. shilling for en kilo kvikksølv.

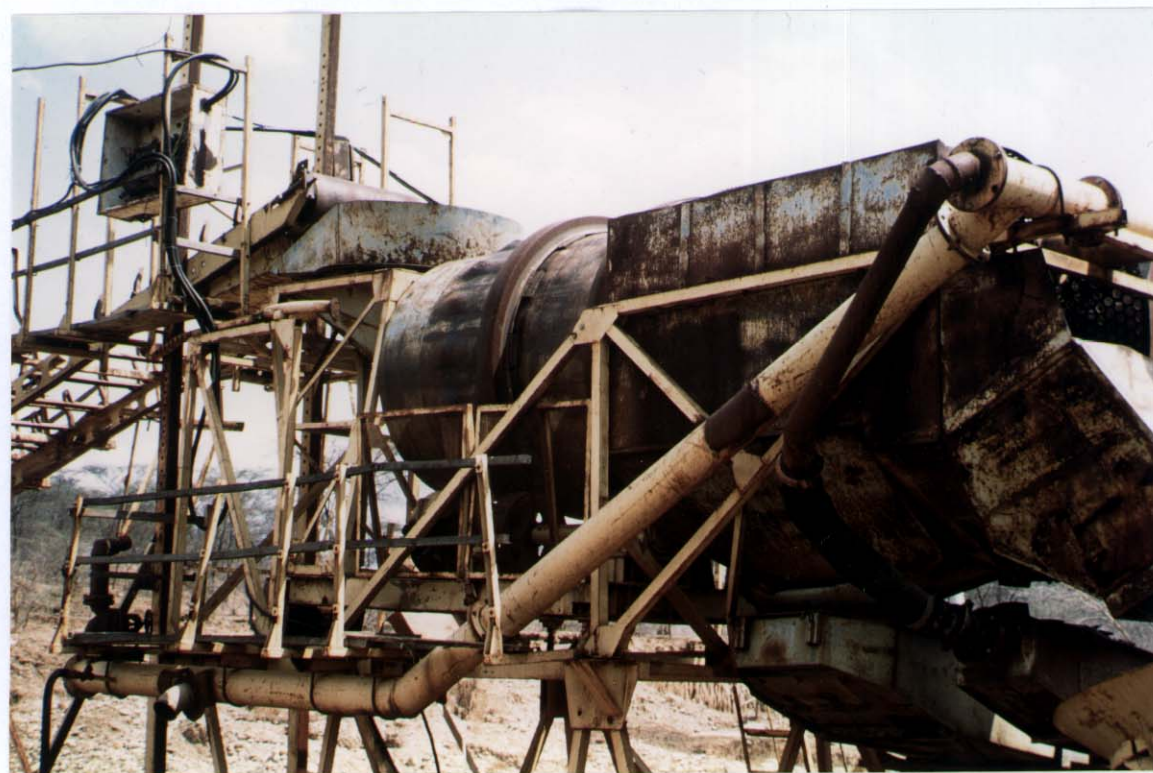


Figur 8. Skisse av prosessen ved " Small scale gold mining ".

Vanlig vasketeknikk (panning) brukes både for å oppkonsentrere gull fra gamle/nye elvesedimenter (alluvial gold) og gull bundet til kvarts (rift gold). Ved den siste metoden knuses kvartsen ned til et fint pulver og det benyttes metallisk kvikksølv for å få ut det fine gullstøvet. Det er særlig den siste formen for gullutvinning som har fått en økende utbredelse. Dette skyldes innføringen av amalgameringssteknikken. For å frigjøre Hg fra amalgamen dampes denne av ved oppvarming. Før gullet kjøpes i banken gjennomgår det der en enkel rafinering. (Aanes 1995).

## 4.6 Lupa Gold Mine

Etter besøket i banken i Chunya drar vi videre til Lupa Gold Mine Ltd. (fig. 9), og har samtaler med Project Manager A. J. Mwakalinga. Forekomsten det drives på er alluvial gold (0.8 - 1.2 g Au/m<sup>3</sup>) i gamle elvededimenter like ved dagens elveleie. Gruven ble drevet som et dagbrudd (open cast) og store mengder elvegrus måtte fjernes før en var nede i sedimentene som inneholdt gull. Gruven ble startet i 1974, men det er i dag ingen egentlig gruvedrift i dette området. Noen små grupper av small scale miners arbeider på egen hånd i gruveområdet i et joint ventures opplegg med gruveselskapet (fig. 10). Kartleggingen av dette området ble foretatt i perioden 1970 til 1974 med innsats fra russiske gruvegeologer. De var også sentrale i etableringen av gruve med utstyr og opplæring. Gruven ble etablert i samarbeid med STAMICO (State Mining Corporation). Prosessen som ble benyttet var en mekanisert vaske/separasjonsteknikk, effektiviteten var anslått til ca 50 %. Produksjonen startet i 1977 og fra beregninger russerne hadde gjort på bakgrunnen av den gehalt som var funnet under prospekteringen og det utstyret som ble installert skulle gruve gi omkring 120 kg gull pr år. Lupa Gold Mine nådde aldri denne produksjonen og i det beste året hadde man en produksjon på 15 kg gull (1979/1980), break even lå på ca 20 kg. Fra starten var det ca 120 personer som arbeidet ved Lupa Gold Mine Ltd. I 1979 drar russerne og i 1982 kom nedskjæringer og store problemer med produksjonsutstyret. I 1990 tar man i bruk kvikksølv for å få tak i de fineste gull partiklene. Det ble dette året produsert 1.5 kg gull og ca 25% var fint gull hvor det trengtes Hg. Forbruket av Hg var 0.75 kg i 1990. Under besøket i 1992 var det ca 30 personer i arbeid, men da som selvstendige gruvearbeidere. Disse betalte så en avgift til gruve for å benytte gruves boliger og for å lete etter gull på gruves område. Det har vært vanskelig å få tak i ny kapital innenlands så fremtidsutsiktene er enten å legge helt ned eller å få til et samarbeid med et utenlandsk gruveselskap. Det ble opplyst at det lengre oppe i vassdraget ble drevet på rift gold og at både vasking og selve amalgameringsprosessen (bruk av Hg) ble foretatt langs elven. Resultater fra vannprøver som ble tatt nedstrøms dette området (Itumbi Mine) og nedstrøms Lupa Gold Mine er vist i tabell 3.



**Figur 9. Lupa Gold Mine. Produksjonsutstyr for utvinning av gull fra elvesedimenter ved hjelp av en mekanisert vaske- og separasjonsteknikk.**



**Figur 10. Small scale gold mining. Grupper av gruvearbeidere i arbeid med utvinning av gull fra gamle elvesedimenter ved Lupa Gold Mine.**

**Tabell 3. Analyseresultater fra vannprøver hentet under befaring til Lupa Gold Mine 24 oktober, Itumbi mine 25 oktober.**

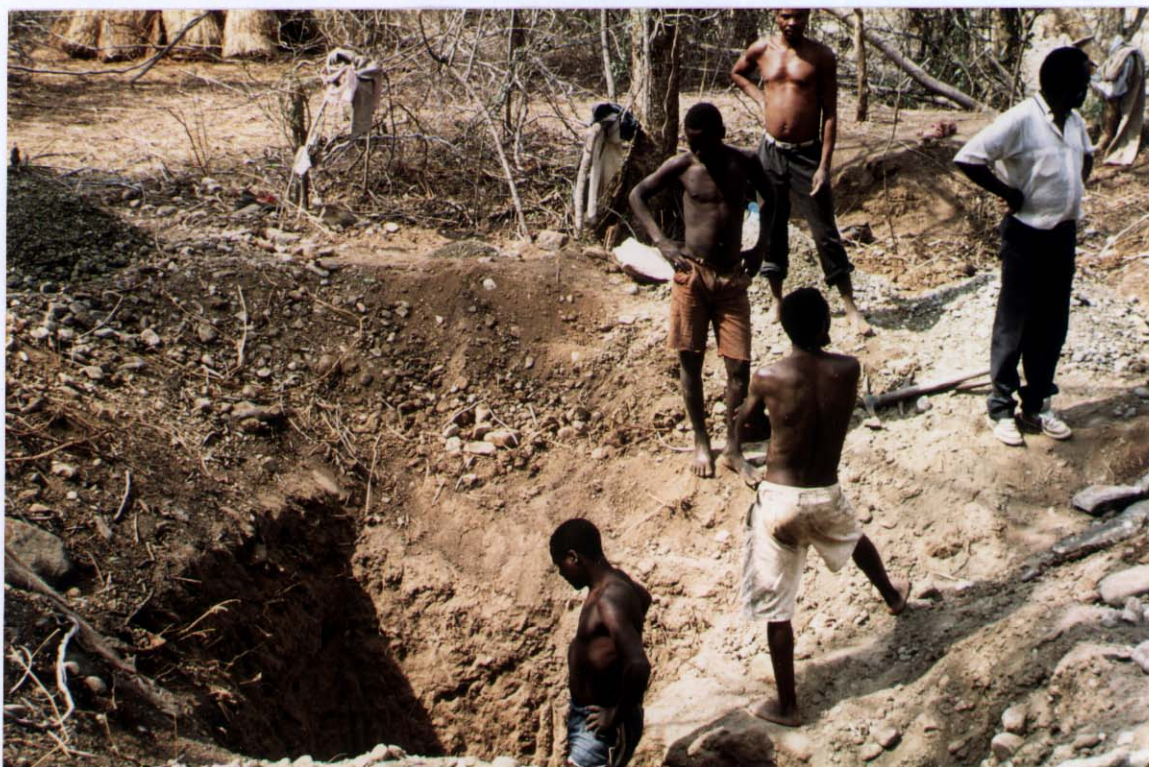
Stasjon :	Benevning :	pH	Cond µS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	SO4-S mg/l	Cl mg/l	Pb µg/l	Cd µg/l	Hg µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	Co µg/l	Fe µg/l	Mn µg/l	As µg/l	Sb µg/l
St. 1. Lupa River Downstream Lupa Gold Mine 24. okt.		7.35	266.7	19.0	11.5	0.68	3.29	0.41	0.01	< 1	1.72	0.50	4.41	0.89	0.18	444.8	37.1	1.32	0.06
St. 2. Lupa River Upstream St 1. At Itumbi Mine		6.72	178.0	10.0	6.1	0.51	5.69	0.72	0.01	< 1	4.39	0.76	3.91	0.94	0.48	532.9	257.7	1.59	0.50



**Figur 11.** Lupa Gold Field. Spor i landskapet etter gruvearbeidere på leting etter rift gold. Et vanlig syn i dette området. I regntiden gir dette økt erosjon og vannhull for utvikling av malariemygg.

Søndag 25. oktober.

Sammen med en kjentmann fra det lokale gruvekontoret i Chunya drar vi ut i felten for å besøke områder hvor det drives etter rift gold (fig. 11). Dette er gull som finnes i kvarts og langs kvartsårer ofte i overgangen mot grønnsteiner. Forekomstene kan ligge i dagen, men ofte følges disse ned under bakken ved hjelp av primitive gruvesjakter (Fig. 12 A og B).



**Figur 12 A. Lupa Gold Field. Small scale gold mining. Enkle gruvesjakter benyttet for å komme ned til gullbærende kvartsårer.**

Området er her delt inn i claims og innehaveren "the claim holder" betaler en avgift til staten for rettigheten til å drive gullgravingen gjennom det lokale gruvekontoret. Det er særlig i utvinningen av rift gold at bruk av kvikksølv har fått sin store utbredelse. Etter å ha sett flere gruveområder i felten hadde vi fått avtale med en claimholder om å komme inn i landsbyen hvor han bodde for å få en mulighet til å studere selve bearbeidelsen av kvartsmalmen og amalgameringsprosessen nærmere. I landsbyen foregår denne aktiviteten stort sett en bestemt ukedag, mens de andre dagene benyttes ute i felten til utvinning av gull.



**Figur 12 B. Tekst som 12 A.**

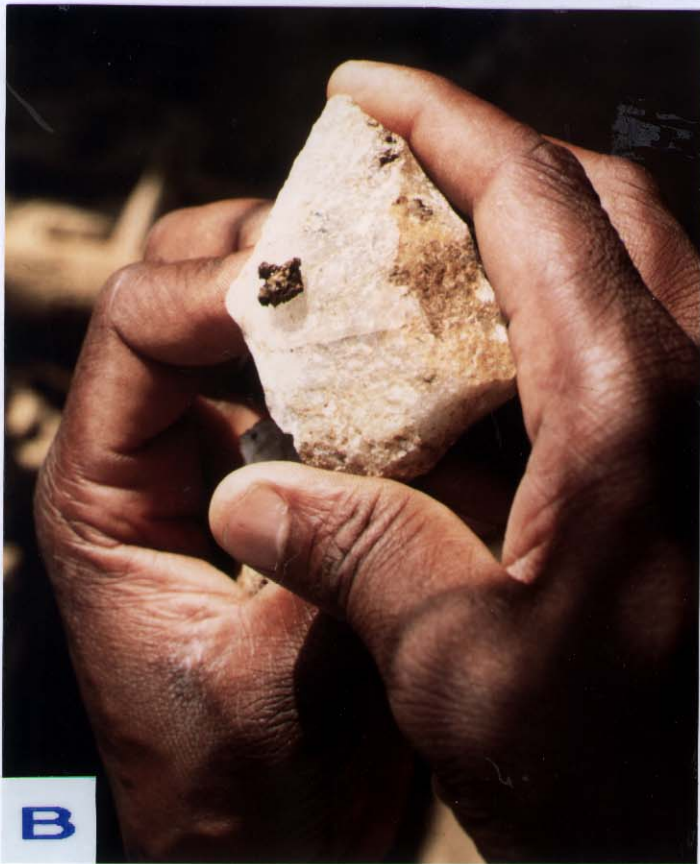




Landsbyen som ble besøkt hadde ca 1000 innbyggere. Det var totalt 8 enheter hvor det ble drevet med videre bearbeiding og ekstrahering av gull (amalgamering), og dette skjer inne i selve byen. Bak hver slik enhet (fig. 13) står det ca 50 gruvearbeidere, og aktiviteten ledes av en claim holder. Lederen for den ene enheten som ble besøkt kunne fortelle at i året før hadde de solgt gull for 9 mill Tan. shilling, og fikk i øyeblikket 3770 Tan. shilling pr. gram gull. Prosessen som er vist i fig. 15 til 17, går ut på i flere trinn å knuse ned den gullholdige kvartsen. Større gullbiter, som man ser visuelt vaskes frem, og ved hjelp av siler og ny knusing ender man opp med et gullholdig kvartsmel. En slik vaskepanne med steinmel ga vanligvis 2 gram rent gull. Ved hjelp av vann og en vanlig vasketeknikk oppkonsentreres gullet, hvorpå det tilsettes en liten mengde metallisk kvikksølv. Kvikksølvmengden som tilsettes er noe mer enn det som forventes vil reagere med gullet og danne legeringen Au/Hg - amalgam. Kvikksølvet bearbeides rundt i den massen som ligger i vaskefatet, og ofte ved hjelp av hendene. Det mister etterhvert sin sølvglinsende farge og blir matt på farge og det er dannet Au/Hg - amalgam. Operatøren tar så en tøyfille som han legger amalgam klumpen i, vrir dette sammen og presser ut overflødig kvikksølv. Dette er en viktig del av prosessen dels for gruvearbeideren for å spare mest mulig av kvikksølv som han må betale dyrt for, men ikke minst for å redusere Hg tilførselen til miljøet. For å få frigjort gullet fra amalgamen legges denne på en blikktalerken og ved hjelp av glødende kullbiter fra gruen dampes kvikksølv av. Ofte foregår dette ved at to gruvearbeidere står og blåser ( mot hverandre i dette tilfelle) på amalgamet (fig. 17B) for å øke temperaturen. Kvikksølv damp er meget giftig og svært reaktivt. Dampen er betydelig tyngre enn luft og "sedimenterer" i nærområdet. Ved at dette foregår inne i landsbyen eksponeres beboerne direkte og indirekte via føden fra grønnsaker som dyrkes i og rundt landsbyen og fra husdyr/høner som vandrer rundt mellom hyttene. Alt steinmelet som har vært igjennom denne prosessen samles opp og bringes ned til nærmeste elv/bekk. Her blir det bearbeidet en gang til ved hjelp av vann og en innretning som ligner et vaskebrett, en såkalt "sluic box" (fig. 18). Ved hjelp av denne innretningen blir de fine gullpartiklene oppkonsentrert og amalgameringsprosessen gjentas. Denne foregår nå ved og delvis i selve vassdraget (fig. 19). Steinmelet som nå trolig inneholder rester av kvikksølv blir så liggende i og ved vassdraget.



**Figur 13. Lupa Gold Field. Inne i en liten landsby og foran en av enhetene hvor bearbeiding og ekstraksjon av kvartsgull finner sted.**



**Figur 14. Lupa Gold Field. A. Sortering av kvarts brakt opp fra gruve. B. Større gull biter frigjøres. C. Gullholdig kvarts bæres til landsbyen for videre bearbeiding.**



Figur 15. Lupa Gold Field. A. Den mekaniske prosessen tar til med grovknusing og sortering. B. Større biter (C.) frigjøres/vaskes fra vha. vanlig vasketeknikk.

**D****E****F**

**Figur 15. Fortsettelse. Resten (D.) knuses (E.), siktes (F.) og knuses igjen ned til et fint støv av gullholdig kvarts, og amalgameringsprosessen kan begynne.**

**A****B****C**

**Figur 16.** Lupa Gold Field. A. og B. Ved hjelp av vann vaskes lettere mineralpartikler vekk. C. Metallisk kvikksølv settes til. Noe av dette reagerer med gullstøvet og danner amalgam. E. Amalgam og kvikksølv samles i et klede. F, Overflødig kvikksølv presses ut.



D



E



F

Figur 16. Fortsettelse.



Figur 17. A. AuHg-amalgam presses sammen til en klump. B. Frigjøring av kvikksølv ved oppvarming. C. Amalgamert gull.



Figur 18. Sluic box, en inretning ("vaskebrett") for å vaske gull ut av større mengder gullholdig finmateriale.





**Figur 19. Aktiviteter knyttet til small scale mining langs og i vassdraget gir ofte økt partikkeltransport (turbiditet) i vassdraget, og under flom økt erosjon i strandsonen.**

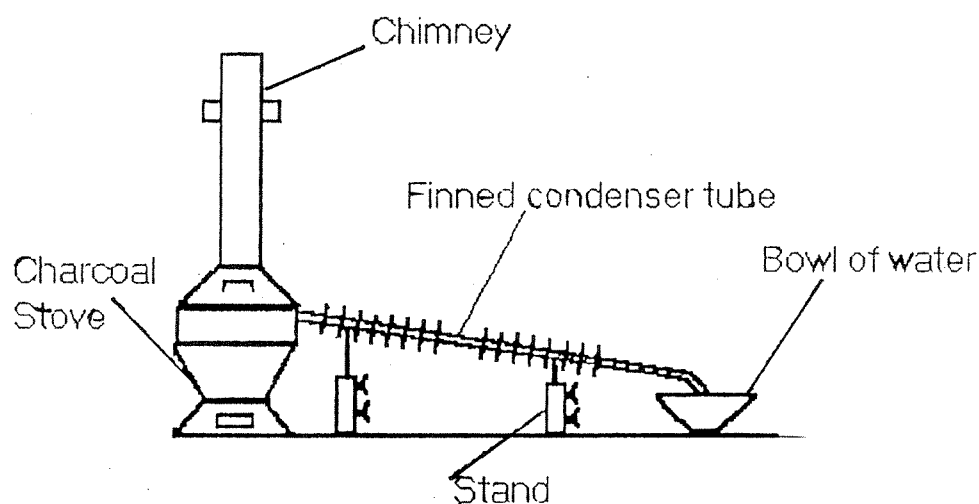
Overlagsberegninger fra denne landsbyen når det gjelder frigivelse av kvikksølv til miljøet omkring gir for året 1991 et tap på 38 kg. Anslaget er kommet frem ved å anta lik aktivitet i de 8 enhetene som bearbeider kvartsgull, og at forholdet mellom Hg/Au under amalgameringen er 2/1. Det ble i den enheten vi besøkte for bearbeidelse av gullmalm solgt gull det siste året for 9 mill Tan shilling. Med en antatt pris på 3770 Tan Shilling pr. gram gir dette for hele landsbyen en årsproduksjon på 19 kg gull. Det årlige kvikksølv tapet fra denne aktiviteten blir da samlet fra hele landsbyen 38 kg metallisk kvikksølv for året 1991. Fordelt på antall bosatte i landsbyen blir dette et utslipp på ca 38g Hg pr innbygger. Dette må karakteriseres som en meget betydelig forurensing, men ikke enestående i Tanzania i dag. Det antas at vel en halv million gruvearbeidere nå driver med small scale gold mining. I tillegg til det tapet av kvikksølv som finner sted under siste ledd i prosessen når gullet frigjøringen fra amalgamen, kommer tapet av metallisk kvikksølv under tidligere trinn i prosessen. Dette bidraget er ikke ubetydelig.

Reiser videre og besøker et gammelt gruveområde utbygget av engelskmennene under kolonitiden, Ntumbi Gold Mine. Det var nå ingen egentlig gruve drift her lenger, men en utstrakt aktivitet knyttet til small scale gold mining.

Avreise Lupa gold field og er fremme i Dar es Salaam tirsdag 27 oktober etter å ha tilbakelagt en strekning på vel 2600 km.

Tirsdag 27. oktober. Dar es Salaam.

Møte med Oswald Haugbotn, NORAD for å informere tilbake om inntrykk fra feltturen. Diskuterer mulige måter å følge opp problematikken: Vannressurser - Kvikksølvforurensing, i Tanzania generelt og i Lupa området spesielt. Lupa Gold field drenerer til innsjøen Lake Rukwa. Innsjøen (middel dybde 4 m) har ikke noe avløp, og deler av innsjøen er vernet som naturvernområde bl.a. for å bevare bestanden av krokodiller. Kvikksølv som via vassdraget transporteres til innsjøen vil stoppe opp her og akkumuleres i næringskjedene i innsjøen. Kontamineringsgraden i innsjøen i dag er ikke kjent og man vet ikke i hvilken grad plante- og dyrelivet i og ved innsjøen er påvirket. Heller ikke i hvilken grad matressursene i innsjøen for beboerne rundt er kontaminert med kvikksølv. Dette er en type forurensing som ikke brytes ned i naturen, men vil vandrer rundt i næringskjedene i lang tid fremover, også etter at tilførselene opphører.



**Figur 20. Retort. Testoppsett av utstyr for oppsamling og kondensering av Hg- damp. Utprøvet ved den tekniske skolen i Dar es Salaam. Njau et al. 1994.**

Møte med Director of Mines, Dr. J. R. Ikingura ved Ministry of Water, Energy and Minerals. I samtalen kommer vi inn på bruken av kvikksølv og den betydelige tilførsel som miljøet nå mottar. Han forteller at de er klar over de uheldige sidene ved aktivitetene knyttet til small scale gold mining. Men samtidig har dette fått en dimensjon som gjør at inntektene de nå har av denne aktiviteten, er av stor viktighet for landets økonomi og for alle de familiene som henter sin inntekt fra denne virksomheten. Han er interessert i og vil støtte prosjekter som kan gi oversikt over problemets omfang og hvor alvorlig dette er for fremtidig bruk av de vassdragene hvor dette nå skjer i nedbørfeltene. Slik informasjon kan danne grunnlag for senere lovgivning, men han er usikker på hvordan de vil gå frem for å få bukt med dette problemet. Gullgraverne som driver med small scale mining må gis alternative metoder også i forbindelse med amalgamering. Egnede utstyr for oppsamling av Hg dampen ute i felten, f. eks. bruk av en retort ( fig. 20) er noe som virker nærliggende. En annen viktig sak som han var opptatt av var hvordan de skulle få ut informasjon om kvikksølvets skadelige virkninger til de gruvearbeiderne som benytter amalgameringsteknikken både for å opplyse om den eksponering/fare de selv utsetter seg for og den forurensing miljøet omkring utsettes for.

Ellers fokuserte han i samtalen på det arbeidet kontoret aktivt gjør for å legge forholdene til rette for utenlandsk etablering for en fremtidig utnyttelse av landets ressurser av mineraler og malmer. I øyeblikket er det særlig gull, diamanter og andre edelstener (Tanzanite), samt grafitt hvor en ser store fremtidsmuligheter i de nærmeste årene. Han henviser ellers til publikasjonen som nettopp var trykket: TANZANIA. Opportunities for mineral Resource Development (Hester et al. 1991). Prosjektet som lå bak utgivelsen av denne omfattende rapporten var et samarbeidsprosjekt mellom United Nations Development Programme og Ministry of Water, Energy and Minerals, United Republic of Tanzania. Publikasjonen gir en meget god oversikt over mineralressursene og tidligere gruvedrift i Tanzania.

Avreise Dar es Salaam tirsdag 27. november. Ankomst Harare, Zimbabwe samme kveld.

## **5.0 ZIMBABWE**

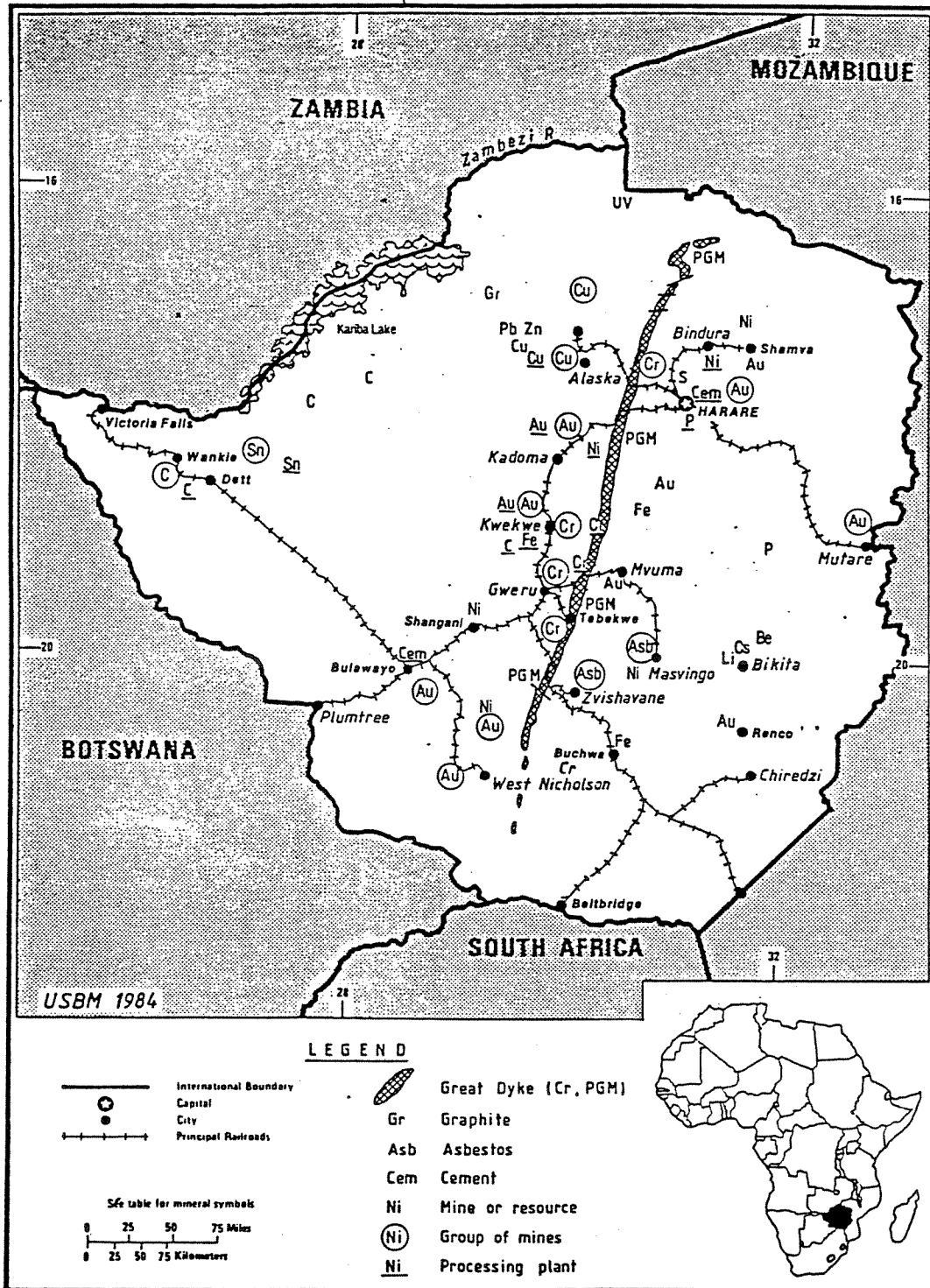
### **5.1 Bakgrunnsinformasjon**

En kartskisse av Zimbabwe, tidligere Sør-Rhodesia er vist i fig. 21. Landet grenser i nord til Zambia, i vest til Botswana, i syd til Sør Afrika og i øst til Mosambik. Zimbabwe er på størrelse med Norge og har et flateinnholdet på 390 759 km<sup>2</sup>. Befolkningen var i 1993 på 10,69 mill. innbyggere, og tilveksten de siste 10 årene har vært på omtrent 3,5 % pr år. Dette er en befolkningstilvekst som er blant de største i verden. Landets største byer er hovedstaden Harare med 650.000 innbyggere og Bulawayo med ca 415.000 innbyggere.

Landet omfatter flere platåområder mellom 800 og 1600 m o.h. Savannevegetasjon dominerer landskapet. De meteorologiske forholdene i Zimbabwe betegnes ved et tropeklima, men med et noe mere temperert klima i høyden. Det er gjennom året markerte perioder med regntid og tørketid.

Zimbabwe ble britisk innflytelsesfare i 1880 og den britiske innvandringen begynte, blant annet på oppfordring av Cecil Rhodes, som hadde sikret seg betydelige bergverkskonsesjoner i landet. I 1890-årene gjorde de innfødte opprør, men ble slått ned med hård hånd. Sør-Rhodesia ble selvstyrende koloni i 1923, og var i perioden 1953 til 1963 medlem av Rhodesia-Nyasaland føderasjonen som også bestod av protektoratene Nyasaland og Nord-Rhodesia. Disse ble selvstendige i 1964 under navnene Malawi og Zambia, men britene nektet å gi Sør-Rhodesia full frihet så lenge afrikanernes politiske rettigheter ikke var sikret. Under statsminister Ian Smith erklærte landet seg uavhengig i 1965 under navnet Rhodesia. Både Storbritannia og FN nektet å godta uavhengighetserklæringen og det ble innført strenge handels sanksjoner mot landet. I 1970 utnevnte det hvite mindretallsstyret landet til republikk. De svarte opposisjonspartiene ledet av Joshua Nkomo og Robert Mugabe dannet organisasjonen Patriotisk Front

og etter mange år med geriljakrig ble det våpenhvile i desember 1979. Ved valgene i februar 1980 fikk Mugabe og hans parti ZANU (Zimbabwe African National Union) stort flertall. Mugabe ble statsminister og landet ble uavhengig medlem av Samveldet under navnet Zimbabwe. Ved en grunnlovsendring i 1987 ble funksjonen som statsminister avskaffet og Robert Mugabe ble president med utstrakte fullmakter, en posisjon han fremdeles innehar.



Figur 21. Kartskisse av Zimbabwe med grenseområder og større mineralforekomster samt større byer og landets jernbanenett. Kilde : Omoda 1989.

Zimbabwes økonomi har tradisjonelle vært delt i to sektorer: Den hvite delen hvor afrikanerne deltok som arbeidskraft i de hvites handelsjordbruk og industri, og den svarte delen hvor de innfødte drev et selvbergingsjordbruk. Hovedtrekkene i dette systemet er i behold også etter frigjøringen. Jordbruket har stor produksjon av mais, tobakk, bomull, te og sukkerrør. Det er et betydelig kveghold, og industrien er etter afrikansk målestokk meget velutviklet. Landet har rike mineralforekomster og en variert gruve- og bergverksindustri med mer enn 100 års tradisjon. Landet er blant annet en av verdens største produsenter av asbest, og har også store kobber-, krom- og gullgruver. Eksportvarer er særlig tobakk, gull, ferrolegeringer, asbest og kobber. Zimbabwe er et av Afrikas mest industrialiserte land, men står i dag overfor store økonomiske vanskeligheter.

Brutto nasjonal produktet var i 1993 når det ble fordelt pr. innbygger på \$US 640 (Cappelen 1994). Inntektene fra gruveindustrien var samme år \$US 450 mill. Dette var en bedring fra året før, men fremdeles betydelig lavere (vel \$US 100 mill) enn årene før kriseåret 1992. Tørken skapte da meget store problemer, på grunn av vannmangel og rasjonering av elektrisk kraft. Dette rammet gruveindustrien og smelteverkene samt den omfattende industri og servicenæring som er tilknyttet denne sektoren. Hele 50% av Zimbabwes utenlandshandel og bidrag til handelsbalansen kommer direkte eller indirekte fra gruveindustrien, som har vokst til å bli en svært variert, sterk og dynamisk sektor i landets økonomi. Zimbabwe er en av de aller største mineralprodusentene i verden. Faktum er at det her er flere aktive gruver enn i hele resten av Afrika til sammen (Omoda, 1989).

#### *Norsk bistand*

Zimbabwe har mottatt norsk bistand siden 1980/81, og er nå ett av Norges *programland* for utviklingssamarbeid. De viktigste sektorene i bistanden er støtte til vannutvikling, og til produktive tiltak. Varebistand og importstøtte er en annen viktig sektor. Norsk bistand til Zimbabwe var i 1991 på 140,7 millioner kroner (NORAD 1992). Denne økte i 1992 til 171,4 mill. kr blant annet på grunn av tørken dette året. Midlene (tall i mill. kr) ble dette året gitt som prosjektbistand (46,8), programbistand (57,8), varebistand (37,8), faglig bistand (20,4) og som blandete kreditter (9,3). En nærmere beskrivelse av hva de enkelte postene inneholder finnes i NORAD's årsberetning for Zimbabwe. Den totale bilaterale bistanden for årene 1993 og 1994 var på henholdsvis 107,1 og 122,3 mill. kr.

NORAD understreker i sin orientering om Zimbabwe at landet har en mer allsidig og utviklet økonomi enn de fleste andre land i Afrika bl.a. med en bred industribase basert på et moderne jordbruk og gruvesektoren. Det er også herfra de viktigste eksportvarene tobakk og gull kommer fra. Å opprettholde produksjonen i den moderne sektor er en av de store utfordringene zimbawisk økonomi står ovenfor, samtidig som det er en av landets muligheter for videre utvikling (NORAD 1992).

## **5.2 Gruvedrift**

Gruvedriften har vært meget sentral i utviklingen av Zimbabwe i nyere tid. Landet har rike forekomster av en rekke mineraler og videre prospektering venter å avdekke nye økonomiske drivbare forekomster. Landet er i dag en viktig produsent i verdenssammenheng av: Gull, krom, litium, asbest og cesium og smykkesten (smaragder). Men landet var kjent for sine metallforekomster og gruve drift langt tidligere. Allerede på 1100 tallet var det en utstrakt gruve og smeltevirksomhet av gull, kobber, jern og tinn. Særlig produksjonen av gull var stor og via arabiske handelsruter ble betydelige kvanta gull brakt til markedene i Asia. Det er registrert hele 4000 slike mindre gullgruver og ca 500 kobbergruver som var eller hadde vært i virksomhet frem til da innvandrere fra Europa begynte gruve drift her i det 16. århundrede. Den moderne gruve driften startet sent på 1800 tallet på gullforekomstene i Masvingo området og utviklet seg etterhvert til at det i dag drives gruve drift på mer enn 40 ulike mineraler. Det har etterhvert også utviklet seg virksomheter for smelting, raffinering og videre bearbeiding av produktene fra gruveindustrien. Noe går til eget bruk, men det aller meste blir eksportert.

Den store aktiviteten knyttet til landets mineralforekomster har som nevnt spillt en hovedrolle i landets vekst, og da ikke bare i form av eksportinntekter. En stor del av den industrielle utvikling og oppbygning av landets vel utviklede infrastruktur samt urbane utvikling, har hatt sin opprinnelse i landets suksessrike gruveutvikling. Dette har vært en stor og verdifull utvikling for landets befolkning (Chamber of Mines, 1989). Gruvedriften har ført med seg etableringen av mange byer og tettsteder som eksempler kan nevnes Bindura, Shamva, Hwange, Zvishavane, Redcliffe, Kwekwe, Mvuma og Mhangura. Dette var nødvendig for å kunne ta seg av behovene for arbeidere og deres familier. Ved etablering av aktivitet i nye gruveområder hadde gruveselskapene behov for i tillegg til å planlegge og etablere selve gruveanlegget også å fungere som byplanleggere og etablere boligområder for ansatte og deres familier, bygge skoler og helseinstitusjoner og tilrettelegge alle de andre behovene som er nødvendig for å få et samfunn til å fungere. Dette innebar etablering av vannforsyning, produksjon av elektrisitet og utbygging av distribusjonsnett for elektrisitet, bygging av veier og jernbanelinjer for å få til et nettverk for transport og kommunikasjon og hjelpe igang ulike servicenæringer nødvendig i en slik sammenheng. Denne utviklingen av landets infrastruktur økte så aktiviteten i andre deler av landets næringsliv. Det utviklet seg etterhvert en betydelig industriproduksjon til å begynne med for å tilfredsstille gruveindustriens behov, men industrien har etterhvert vokst videre og blant annet utnyttet landets store jordbrukspotensiale. Resultatet er i dag en betydelig industri og servicenæring med en svært stor og variert vareproduksjon som er unik for landene i Afrika.

Behovet for effektivisering i gruveindustrien har redusert antallet ansatte i denne næringen fra 68.200 i 1981 til 53.000 i 1993. Dette er den offisielle statistikken, men de senere årene har et økende antall "gruvearbeidere" startet en mere uoffisiell gruvevirksomhet, og da ofte alene eller i små grupper på små malmforekomster. Denne aktiviteten er særlig knyttet til småskala gullutvinning. Det er her mange paralleller til tilsvarende aktivitet i Tanzania. En slik små skala gruve drift er en virksomhet som går langt tilbake i disse landenes historie. Ofte var dette knyttet til bestemte befolkningsgrupper som gjennom generasjoner hadde lært seg teknikken å finne gull. Det nye i denne sammenheng er bruken av kvikksølv og amalgameringssteknikken som nå gir disse gruvearbeiderne en effektiv ekstraksjonsteknikk. For Zimbabwes vedkommende har den mengden av "uoffisielt" gull som nå blir solgt gjennom det offisielle legale markedet vokst som en flom de siste årene. Samlet for hele landet var denne gullmengden for 1993 kommet opp i 1000 kg rent gull. Dette er en parallell som man finner mange andre steder i Afrika. For Zimbabwe resulterte dette i at året 1993 ga den høyeste offisielle eksport av gull siden 1940. Dette bidraget fra "the small scale gold miners" kompenserte i stor grad for fallet i gull utvinning fra den offisielle gruveindustrien dette året.

Fremtiden for gruveindustrien i Zimbabwe er i stor grad avhengig av kompetansen på alle ledd innen de ulike sektorene i denne virksomheten. Gruveselskapene driver selv i stor utstrekning opplæringsaktiviteter for sine ansatte på alle nivåer. Landet har også mange nasjonale institusjoner, skoler, universitet og høyskoler som er etablert for skolering på dette fagområdet (gruvegeologer, geofysikere, gruveingeniører, prosess- og oppredningsingeniører, metallurger mm.), og ved universitetet finnes det et eget forskningsinstitutt for å støtte opp om gruveindustrien i landet. Undervisningsinstitusjonene i Zimbabwe brukes også av studenter fra andre afrikanske land for skolering innen dette fagområdet. Blant landene i Afrika er det bare Sør Afrika som her har et bedre undervisningsopplegg enn Zimbabwe. En viktig årsak til at Universitetet i Harare ble valgt som vert for UNESCO's gruvekurs i 1990 var dels den store variasjonen som finnes innen landets gruveindustri sammen med det vel utviklet undervisningsopplegget som her er bygget opp for denne sektoren.

Zimbabwe blir i dag spådd på bakgrunn av det store tilbudet av naturressurser og mineralreserver, en godt utbygd infrastruktur, høy kompetanse og et vel utviklet servicetilbud en rik fremtid innen gruvesektoren. The Chamber of Mines (1989) uttrykker det slik : "Zimbabwes gruvepotensiale venter på å bli realisert".

Men store økonomiske satsinger må til innen prospektering og når nye gruver/oppredningsanlegg skal etableres. Det må samtidig føres en aktiv politikk fra myndighetenes side for å legge forholdene best

mulig til rette dersom landet skal lykkes i å tiltrekke seg internasjonale selskaper og utenlandsk kapital som er villig til å satse på landets mineralrikdommer. Mulighetene for at dette kan bli en viktig vekstsektor fremover er tilstede. Dette er også viktig å få realisert blant annet for å avhjelpe den store arbeidsledigheten som i dag finnes i Zimbabwe, og kanskje skape jobbmuligheter for de ca 200.000 nye som på grunn av den store befolkningstilveksten hvert år vil komme på arbeidsmarkedet i årene fremover. At gruvevirksomheten, som er så viktig for landets videre utvikling, nå er inne i en positiv trend viser bl.a. interessen for prospektering. Det investeres på dette området nå mer enn noen gang tidligere i landets historie (Chadwick, 1991). Det ble i 1993 gitt 131 nye lisenser for prospektering og 104 nye ligger klar for behandling (M. J. 1994).

### 5.3 Nye gruver

Av nye gruver ventes Cu og Zn gruve i Sanyati snart å komme i produksjon. Gruven er etablert som et samarbeidsprosjekt mellom det internasjonale gruveselskapet Reunion Mining og det statlige selskapet: Zimbabwe Mining Development Corporation (ZMDC). Spådommene om at platinaminerale etterhvert vil spille en vital rolle i landets økonomi ser ut til å ha slått til. Et eksempel på dette er BHP Minerals og Delta Gold som nå investerer \$US 206 mill. i å etablere en gruve og et oppredningsanlegg for en årsproduksjon på 150.000 oz platina. (En unse er en vektenhet for veiing av edle metaller og smykkesteiner der: 1oz (troy) = 31,1 gram). Samtidig er det stor interesse for diamantleting (60 % av søknadene om prospekteringsløyve som ble innvilget i 1993 var for leting etter diamanter), og en ny diamantgruve (River Ranch) er nå like ved å komme i full produksjon (500.000 tonn/år). Boreaktiviteten i landets kullfelter etter metan gass har gitt positive resultater. I tre forskjellige områder er det påvist økonomisk drivbare forekomster. Det arbeides videre med å utnytte denne ressursen til produksjon av ammoniakk, og som grunnlag for elektrisitetens produksjon (M. J. 1994).

### 5.4 Harare

Onsdag 28 november.

Starter dagen med å besøke Institute for Mining Research (IMR) ved University of Zimbabwe og har møte med Dr Tony Roberts (chairman) og Senior Mineralogist Dr Rei Fernandes for gjensidig utveksling av informasjon. Instituttet var ansvarlig for UNESCO kurset i 1990 og miljøbiten ble tatt hånd om av NIVA (Fernandes 1991, Aanes 1991). Instituttet har en meget sentral plass i dagens gruveindustri i Zimbabwe og innehar stor kompetanse innen fagområdene: Prospektering, gruveutvikling, opprednings- og prosessteknikk mm. IMR har også et stort forsknings og analyse-laboratorium hvor de analyserer prøver av vann, sediment, mineraler og malmer for gruveindustrien i Zimbabwe. Et annet viktig arbeidsfelt er optimalisering av ulike oppredningsteknikker. Miljøeffekter av gruveindustri er et nytt felt som det er ønskelig å bygge opp innen instituttets virkeområde. Dette har man tenkt å få til ved å knytte til seg studenter på høyere grad som så får tildelt ulike forskningsoppgaver innen dette temaet. Men for å få dette til er det behov for økonomisk støtte som kan dekke opp studentenes utgifter. Det arbeides med et forslag til underlag for en søknad om midler fra noen aktuelle bistanndsland, deriblant Norge. Det kan være aktuelt med kompetanseoverføring fra norske fagmiljøer i denne sammenheng.

Et annet tema som vi diskuterer, og har samarbeidet en del om siden 1990, er i fellesskap å gå inn og være med i planfasen og senere under etableringen når et av de nye gruveprosjektene blir realisert. Planen vår er å gjennomføre en konsekvensutredning av alle de ulike miljøsidene ved en slik etablering, samt å delta i planfasen når de ulike miljøtiltakene vurderes. Det er også i opplegget at vi senere skal kunne gjennomføre en overvåkning for å følge utviklingen av eventuelle miljøeffekter, og da særlig på vannsiden, etter at virksomheten er kommet i drift. Copper Queen (Reunion Mining) er en slik lokalitet. Denne skulle egne seg meget bra til et slikt samarbeidsprosjekt hvor hensikten er å bygge opp kompetanse på fagområdet miljøeffekter av gruveindustri ved IMR. Dette er en gammel Cu forekomst hvor det nå er ny interesse for å sette igang gruvevirksomhet. Forekomsten ligger nær elven Sanyati som

drenerer til Lake Kariba. Undersøkelsene som så langt var gjennomført med hensyn på økonomien i dette gruveprosjektet var alle positive og prosjektet var kommet så langt at det nå var utarbeidet konkrete planer for hvordan gruva skulle åpnes og drives. Fra gruveselskapet var det interesse for at vi besøker området og gjør oss kjent med forholdene på stedet. Vi bestemmer oss derfor til å ta en tur for å se nærmere på lokaliteten blant annet med tanke på mulige fremtidige vannforurensingsproblemer. Under befaringen blir vi enige om å gjennomføre et enkelt prøvetakingsprogram for å sikre oss et referansemateriale før gruva bygges ut. Et planlagt møte med den ansvarlige for utviklingen av The Copper Queen Mine, Mr. N. Graham (Reunion Mining) måtte avlyses på grunn av at han fikk en uventet utenlands reise, mens jeg var i Harare. I samtaler med IMR hadde han gitt dem det inntrykket at det var gode muligheter for at de i samarbeide med NIVA og andre aktuelle institutteter ved universitetet i Harare skulle få oppgaven med å utføre en "Environmental Impact Assessment Study" for gruveselskapet.

Besøker biblioteket ved IMR for å samle informasjon om gruveindustriens omfang og utvikling i perioden fra det tidligere Sør - Rhodesia og frem til dagens Zimbabwe. Får hjelp til kopiering av interessante artikler.

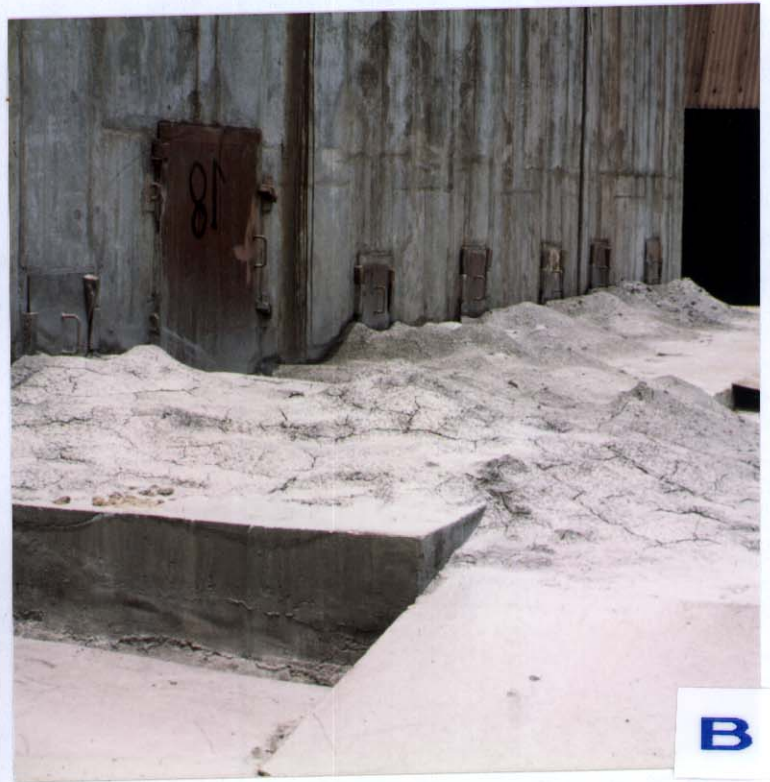
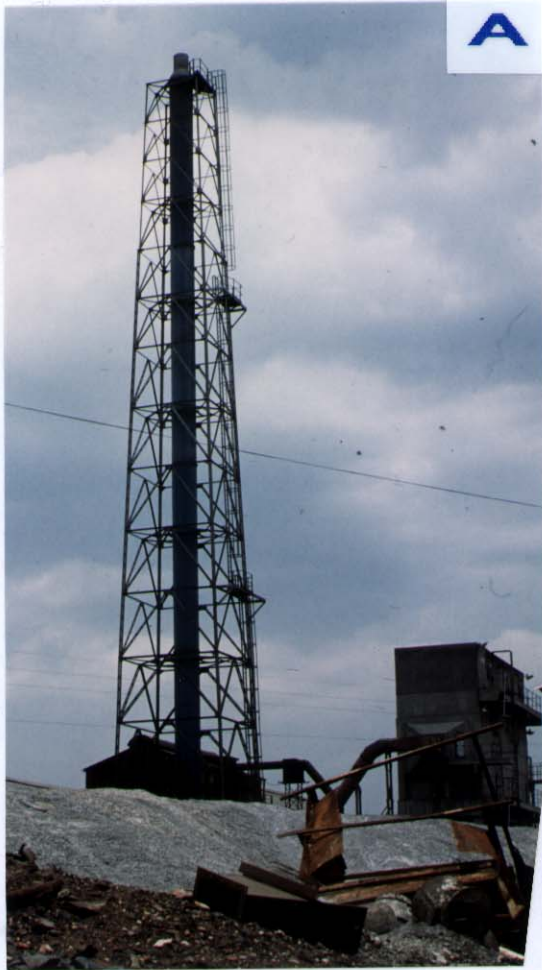
Besøker Zimbabwe Mining Development Corporation (ZMDC), og har møte med General Manager and Chief Executive S. T. Matema. Han orienterer om ZMDC aktiviteter og nasjonale oppgaver. Institusjonen eies av staten, ble opprettet i 1982 og var operasjonell fra 1984. Selskapet eier og driver i dag to kobbergruver, en tinngruve og tre gullgruver. Totalt er det ansatt 6000 personer i ZMDC og av dem arbeider 60 ved hovedkvarteret i Harare.

Besøker Department of Metallurgy, University of Zimbabwe, og har møte med Dr. Oswald Chinyamakobvu. I samtalene som handler om vannrelaterte miljøproblemer knyttet til gruedrift finner jeg stor kompetanse og en moderne holdning til disse problemene. Han er spesielt opptatt av problemene som forårsakes av small scale gold mining. I Zimbabwe er ikke omfanget av amalgamering så stort ennå, men antas å øke i årene fremover. Han har for tiden en student som tar en M. Sc. oppgave hvor alle sider ved small scale gold mining vurderes. Ellers har O. Chinyamakobvu et bestemt inntrykk av at det er en voksende interesse og oppmerksomhet rundt landets miljøproblemer. Dagens lovverk som regulerer gruedriften i Zimbabwe mener han fokuserer bare i liten grad på naturmiljøet. Miljøbestemmelsene er i dag spredd rundt i lovverket. Disse skulle ha vært samlet i en separat del og burde omhandle alle mulige effekter som kan forårsakes av gruedrift. En invitasjon til å bli med ut i et forskningsfelt for å se nærmere på tradisjonell gull vasking (panning), og miljøproblemer knyttet til denne aktiviteten, måtte jeg takke nei til på grunn av kollisjon med andre avtaler.

Besøker Department of Mining Engineering, University of Zimbabwe, og har møte med Prof J.G. Voss. Han orienterer om aktivitetene ved instituttet og om utdannelsen av gruveingeniører ved universitetet. Med det betydelige omfanget gruveindustrien har i Zimbabwe i dag er det et stort behov for kompetanse på dette fagfeltet. Miljøspørsmål inngår bare i liten del i undervisningen. Voss mener at miljøspørsmål egentlig ikke blir tatt på alvor i Zimbabwe. Han trekker frem de store problemene knyttet til nikkell- og kromsmelteverkene, hvor det ikke bare er betydelige SO<sub>2</sub> utslipp, men også store mengder nikkell og kromholdige partikler som følger med røkgassene og forurenses nærrområdene. Teknikken som her er brukt er gammel og ineffektiv både med hensyn på energibruken og fordi den gir et relativt stort tap av verdifulle metaller. Dette er så igjen årsak til miljøproblemer. Voss mener videre at det legges for lite vekt på å beskrive geologien rundt malmkroppen. Dette er viktig for planmessig å kunne utnytte eventuelle basiske bergarter til bl. a. å buffre oksydasjon av sulfider i gråbergstipper mm. og derved redusere problemene med acid rock drainage (ARD).

Torsdag 29. oktober. Avreise til Kwekwe.





**Figur. 22. The Roasting Plant, Kwekwe. A. Skorstein med renseanlegg for røkgasser, i forkant et tilfeldig lager av As- støv (ca. 80% ( $\text{AsO}_3$ )). B. As-støv foran renseanlegg. C. Deponi for As-støv, bebyggelsen ses i bakgrunnen.**

## 5.5 Kwekwe

Blir i Kwekwe møtt av Albert Bachs, Research officer ved Department of Natural Resources. Bachs arbeidet tidligere som forsker ved Miljøforsker-gruppen i Sverige. Han var nå på et to års engasjement som fredkorpsarbeider ved Ministry of Environment and Tourism i Zimbabwe, med arbeidssted ved lokalkontoret i Gweru. Sammen drar vi til The Roasting Plant like utenfor Kwekwe. Vi blir vist rundt av Chief Assayer Pemberayi S. Kuture som svarer på spørsmål og orienterer om aktivitetene. Bedriften er statseid og ble etablert i 1937 for å ta hånd om "vanskelig" gull malm. Arbeidsstokken teller i dag 110 personer. Malmen som behandles her kommer fra hele landet. Det er en arsen/gull malm med innslag av mange andre tungmetaller bl. a. antimon, kopper og nikkel. Produksjonen av gull var omkring 30 kg pr. måned. Det er en omstendelig prosess å frigjøre gullet og flere oppredningsteknikker benyttes. Dominerende er bruken av cyanid, men det er også en lukket Hg-krets som tar ut ca 10 % av gullet. For å frigjøre arsenet fra gullet røstes malmen. Store mengder arsen 3 oksyd og SO<sub>2</sub> følger med røkgassene. Det er på skorsteinen nå installert en rense-enhet for å redusere utslippene til atmosfæren som samler opp ca 10 tonn støv pr. måned. Innholdet av arsenikk (AsO<sub>3</sub>) er hele 80 %. Store mengder slikt støv ligger nå flere steder lagret helt ubeskyttet rundt bedriften og utsettes for vær og vind (fig. 22). Tidligere fikk man solgt noe av dette arsenikk-støvet, men dette har ikke vært mulig de siste årene. Avgangen kontrolleres ved kjemiske analyser (AAS) for å sjekke bl. a. hvor stort gull tapet er før den pumpes til avgangstippen like ved bedriften (fig. 23). Fersk avgang inneholder også en del andre tungmetaller og rester av cyanid. Cyaniden prøver de å "drepe" ved hjelp av å tilsette en jernsulfatløsning. Analyser av gammel avgang viser at den etter en viss tid mister tungmetallene. Disse har lekket ut til miljøet rundt deponiet og grunnvannet rundt bedriften skal nå ha blitt kontaminert av arsenikk og tungmetaller. I regntiden antas det å være en stor transport av forurensninger fra fabrikkområdet. Folk bodde like inn til fabrikk (fig. 22 C.) og hadde sine grønnsakhager i nærområdet.

Fra Kwekwe drar vi for å besøke noen mindre gullgruver hvor oppredningen skjer ved hjelp av cyanid. Noen av dem var nedlagt eller sto stille på grunn av den eksepsjonelle tørken de hadde. Dette hadde gitt store problemer med hensyn på tilførselen av vann og elektrisitet. Turen til disse gruvene ga en interessant påbygging av den kunnskap om gullutvinning som var samlet inn under oppholdet i Tanzania. Ved en av gruvene som ble besøkt ekstraheres gullet ved hjelp av "heap leaching". Malmen taes da opp i dagen, knuses noe ned og legges opp på en tett membran med et opplegg for drenering. For å få ut gullet overrisles malmen med en cyanidløsning. Denne samles opp og filtreres gjennom en serie beholdere med aktivt kull, som holder gullet tilbake før løsningen pumpes tilbake og over malmen igjen.

**Figur. 23. The Roasting Plant, Kwekwe. Avgangsdeponi.**



I en annen gullgruve som ble besøkt drev de gruvedrift på en arsenkis og hadde her en flotasjonsprosess for først å fjerne arsen, pyrite og andre tungmetaller, før videre oppredning med cyanid. Konsentratet fra flotasjonen går til Kwekwe for røsting. Felles for disse mindre gruvene var en noe tilfeldig håndtering av cyanid med tanke på faren for uheldige effekter på miljøet omkring. Her lå sekker med cyanid som var gått i stykker og cyaniden spredd utover bakken. Det var lekkasje fra tanker med cyanidløsning og deponier av cyanidholdig avgang hvor cyanidløsning fikk forurense jordsmonnet og vannkildene rundt bedriften. Det mest alvorlige i denne sammenheng er kanskje faren for å forurense grunnvannet. I tørketiden med stor fordampning og stort sett en oppadgående vannstrøm i jordsmonnet er faren for grunnvannsforurensning mindre enn i regntiden hvor cyanider og tungmetaller vaskes ut av disse massene og transporteres videre ut av gruveområdet. På grunn av bruken av cyanid og åpne bassenger med cyanidløsninger er områdene gjerdet inn slik at dyr ikke skal komme inn på området og få i seg dette. Dette var særlig påkrevd under tørken. I tillegg til at større dyr bryter seg inn på området av og til har man i perioder problemer med å holde gjerdene tette på grunn av at small scale gold miners trenger seg inn på området.

## 5.6 Gweru

Fredag 30. oktober.

Besøker avdelingskontoret til Department of Natural resources i Gweru. Har først samtaler med Albert Bachs om hans arbeide og de prosjektene som han nå leder. Hensikten med hans engasjement er å bygge opp kompetanse ved kontoret til å foreta egne miljøstudier, overvåkning og kontroll av gruveindustrien i området. Jeg introduseres så for hans medarbeider Research Officer Johny Maviya. Det er han som skal videreføre de aktivitetene A. Bachs har satt igang, når han reiser tilbake til Sverige i slutten av 1992. Disse prosjektene er finansiert dels av svenske og dels av canadiske bistandsmyndigheter.

Besøker så Inspector of Mines and Explosives i Gweru, Mr Phillip Mandombo. Han forteller at de så langt i det alt vesentligste har arbeidet med det indre miljøet i gruvene, og fokusert på gruvearbeidernes helse. Dette gjelder studier knyttet til fordelingsanlegg av friskluft nede i gruvene, målinger for å kartlegge innhold av ulike gasser (CO, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> m.fl.) og partikkelinnhold (støv, silica, asbest) i luften nede i gruvegangene. Men Mandombo forteller samtidig at han ser et sterkt behov for å følge opp det ytre miljøet rundt gruvene. Ansvar for å gjøre dette ligger under hans kontor, men han mangler folk, nødvendig kompetanse og utstyr/analysemuligheter. På studier av mulige problemer knyttet til det indre miljøet i gruvene har de etter hvert fått bra kompetanse og utstyr. Det siste som gave fra Tyskland og Japan.

Besøker så Joshua E. Nkhoma som er Regional Mining Engineer i området. I samtalen følger han opp det inntrykket som ble gitt i møtet med Mandomba om aktiviteter knyttet til det indre og ytre miljø i og rundt de ulike gruvene i området. Men han mener at lovverket er for svakt. Det er ventet en ny lov på dette området som bedre skal ta hånd om det ytre miljøet. Begge henviser under samtalen til Dr. P. Munezvenyu i Harare, som er ansvarlig for vanddelen i det arbeidsområdet de dekker. Dr. Munezvenyu er: The chief Government Mining Engineer og arbeider ved ZIMRE Center i Harare. Jeg fikk ikke anledning til å følge opp dette videre med ham.

### Garverikjemikalier - garving av lær - skoproduksjon.

Sammen med Bachs og Maviya og noen representanter fra det Canadiske bistandskontoret i Harare drar vi på en tur i utkanten av Gweru til en mindre fabrikk (Tanning factory) hvor de produserer kromsalter av cromite som så selges og brukes til garving av lær. Avfallsstoffene fra prosessen tippes like ved bedriften i nærheten av en liten bekk. Men det viser seg at reaksjonene ikke er avsluttet når restene av cromite kjøres ut på avfallstippen. Som følge at dette fortsetter produksjonen (fig. 24) av

blant annet 6 verdig krom. I regnværsperioder vaskes dette så ut og renner til vassdraget. Lengre nede benyttes vassdraget blant annet til å vanne mindre jordbruksområder.

Ikke så langt fra denne fabrikk har det internasjonale sko-konsernet Bata en fabrikk for viderebearbeiding av huder og skoproduksjon. Avløpsvannet fra prosessen gikk tidligere ut i noen laguner ved fabrikk som i dag er mer eller mindre fylt igjen med tungmetallholdig slam. I regntiden oversvømmes disse med vann. Det ble for ikke så lenge siden installert et ganske avansert renseanlegg for å fjerne de giftige metallene i avløpet fra fabrikk. Problemet er bare at de som driver anlegget ikke har midler til å kjøpe fellingskjemikalier til renseprosessen. Der ble fortalt at avløpsvannet stort sett har den samme kvaliteten ut av anlegget som når det kom inn.



**Figur 24. Gweru. Avfallstipp fra produksjon av kromholdige garverikjemikalier. På tippa fortsetter reaksjonen i rester av cromite og det dannes salter av 6 verdig krom (gule områder på bildet).**

Lørdag 31 oktober.

Retur til Harare og arbeider med å forberede feltturen til Copper Queen.

Søndag 1. november

### **The Copper Queen Mine - Sanyati.**

Felttur til det fremtidige gruveområdet hvor gruva Copper Queen Mine skal etableres. Avreise fra Harare allerede kl 5 søndag morgen på grunn av den høye temperaturen som er ventet senere på dagen. Med på turen er Rei Fernandes og Tony Roberts fra Instituttet for Gruveforskning (IMR) ved universitetet i Harare. Vi har gjort avtale med gruvens geolog, Dr Andrew DuToit fra Reunion Mining, som ønsket å være med på turen, om å plukke ham opp underveis. Han skulle lede oss inn og rundt i

området og redegjøre nærmere for utbygningsplanene for gruen. Blant annet var det av interesse å få diskutere nærmere spørsmål knyttet til vannforsyning - vannforurensing, og etableringen av et vannreservoar til bruk i tørketiden samt ulike alternativer for avgangsdeponering. Malmkroppen kommer ut i dagen som en Cu-oksyd forekomst (fig. 25), og har vært utnyttet som en lokal kobber- kilde langt tilbake i historien (fig. 26). Under forekomsten av Cu -oksyd ligger det en betydelig forekomst av metallsulfider hvor gehalten av Cu og Zn er så høy at ut fra de beregninger som er gjort nå skulle være drivverdig. Planene slik de ble presentert gikk ut på å ta ut Cu-oksyd malmen i et dagbrudd og ekstrahere Cu ved å bruke et opplegg for heap leaching. Sulfid- forekomsten har man tenkt å utnytte ved hjelp av gruvedrift under bakken og oppredningen vil skje ved vanlig flotasjonsteknikk. Ved siden av utbygging av gruen med vannreservoar og avgangsdeponi må alle andre fasiliteter etableres på stedet, likeledes må det bygges veier og eventuelt en toglinje inn til området. Det må også legges opp linjer for overføring av elektrisitet mm. Opplysninger hentet inn i 1994 (Mining J. 1994) viser at det nå er etablert et fond på \$US 7 mill for utbygning av gruen i Sanyati og da i samarbeid med det statlige selskapet ZMDC. Utnyttelsen av Cu-oksyd forekomsten er i starten planlagt å gi 2000 tonn kobber pr. år.

Under feltturen tas det en del vannprøver fra potensielle resipienter i nærområdet for å fastslå bakgrunnsverdier for den generelle vannkvaliteten og konsentrasjonsnivået for tungmetaller (fig. 26 C.). På grunn av den ekstreme tørken dette året er det lite vann i vassdragene. Sidevassdraget som renner forbi det fremtidige gruveområdet er tørt. For å beskrive før situasjonen ble det her tatt ut et sett med prøver av bekkesedimenter og flomsedimenter (flood plain sediments), både oppstrøms og nedstrøms det fremtidige gruveområdet. Disse vil bli analysert av IMR ved universitetet i Harare. Vannprøvene tar jeg med til NIVA for analyse, og resultatene av disse er sammenstillt i tabell 4.



**Figur 25. Sanyati, Cooper Queen. Kobberoksyd. Rester av små dagbrudd/gruver brukt for å utnytte denne forekomsten som en kobberkilde langt tilbake i tiden.**



**Figur 26. Copper Queen, Sanyati.**  
**A. Grøfter gravd under prospekteringsarbeide for å bestemme malms kroppens utbredelse og Cu-innhold.**  
**B. Detaljbilde, fra venstre: T. Roberts, A. duToit og R. Fernandes.**

**Tabell 4. Analyseresultater fra vannprøver hentet under befaring til Copper Queen Mine - Sanyati, Zimbabwe den 1. og 2. november.**

Benevning : Stasjon :	pH	Cond μS/cm	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	As μg/l
Sanyati River St. No 1	7.41	216.3	19.39	13.00	5.54	5.56	4.04	1.37
Sanyati River St. No 2	7.47	222.8	18.68	14.96	5.04	5.73	3.39	1.19
Sanyati River St. No 3	7.36	288.1	25.90	16.23	14.16	5.94	12.6 3	1.58

Benevning : Stasjon :	Pb μg/l	Cd μg/l	Cu μg/l	Zn μg/l	Cr μg/l	Ni μg/l	Co μg/l	Fe μg/l	Mn μg/l
Sanyati River St. No 1	0.16	0.01	1.47	0.5	5.12	0.91	0.17	226.98	34.92
Sanyati River St. No 2	0.10	0.01	0.97	0.05	6.51	0.76	0.11	180.28	28.31
Sanyati River St. No 3	0.62	0.01	2.08	0.50	6.63	1.17	0.24	297.83	42.61

Stasjonsbeskrivelse : St. 1 Sanyati River ved fremtidig gruveområde for Copper Queen Mine.  
 St. 2 Sanyati R. nedstrøms fremtidig gruveområde ved pumpestasjon.  
 St. 3 Sanyati R. nedstrøms fremtidig gruveområde ved veibro.



**Figur 26. Fortsettelse.**

**C. Sanyati River.  
 Vasking etter  
 gull ved st. 2**

Mandag 2. november returnerer tilbake til Harare.

Tirsdag 3. november

Besøker Universitetet og har avsluttende samtaler med ansatte ved Institute for Mining Research (IMR). Dette er min siste dag i Zimbabwe denne gang og det blir diskutert ulike mulighetene for et videre samarbeide. Både interessen og mulighetene synes å være tilstede. Områder hvor det synes naturlig med et samarbeid i tiden fremover er:

1. Oppgaver knyttet til "Environmental Impact Assessment Studies" ved etablering av ny gruveindustri.
2. I arbeide med å utvikle et nasjonalt overvåkingsprogram for å kartlegge vannkvaliteten i landets ferskvannsressurser - og effektene knyttet til påvirkning fra gammel og ny gruveindustri.
3. I oppbyggingen av et undervisnings/kompetansesenter for gruveforurensing ved IMR.
4. I forbindelse med veiledning av studenter, som ønsker å ta en oppgave innen dette feltet.
5. I et forarbeide for å få til et nasjonalt seminar/workshop om miljøeffekter knyttet til gruvedrift og oppredning av mineraler og malmer. Dette for å samle og gjøre kjent den etterhvert betydelige kompetanse som nå finnes i landet på dette fagområdet.

Besøker Department of Soil Science ved universitetet. Har her møte med Dr. Melvyn Piha for å få informasjon om den forskning som pågår når det gjelder revegetering av gruveområder, tipper og avgangsdeponier. Oksydasjon av kisholdige masser er her et problem, og dette gir i jordsmonnets toppsjikt lave pH verdier (pH 2.8). Ved å kalke har man prøvd å løse dette problemet. Forsøkene så langt har ikke vært så vellykket i de feltene hvor de har prøvd seg på masser fra gull- og kullgruver. Resultatet har vært betydelig bedre der hvor det er forsøkt med tilsvarende masser fra tinn- og asbestgruver. Innholdet av kismineraler og den kapasitet som ellers finnes i bergarten til å nøytralisere de sure produktene som dannes når svovelkisen oksyderer, er her avgjørende. I tillegg til den forurensing som finner sted vil det samtidig ofte være en mobilisering av giftige metaller som avhengig av deres biotilgjengelighet vil være bestemmende for om revegeteringen lykkes. Det forskes på betydningen av ulike tilsetningsstoffer for å bedre vekstvilkårene, som f. eks ulike kalktyper og næringssalter. Samtidig arbeides det i felt hvor det letes etter plantearter som over tid naturlig har selektert frem egenskaper til bedre å tåle slike kontaminerte jordsmonn.

Besøker NORAD og har samtaler med Ann Beathe Jensen og Ben Henson for gjensidig orientering. Fra NORAD's side ønsker jeg å få informasjon om aktiviteter eller prosjekter med norsk bistand som er koblet opp mot forurensingsproblemer og da spesielt relatert til gruveveindustri og vannressursene i landet. NORAD kontoret har ikke, direkte med sin bistandsaktivitet, vært inne på dette fagområdet. I min orientering tilbake om inntrykkene fra studieturen så langt påpeker jeg betydningen av å ta opp dette problemet både i vannprogrammet og i miljøbevilgningen. Vannressursene i denne del av verden er meget begrenset, noe som tydelig ble eksemplifisert under tørken dette året. Forurensingsproblemer generert av gruveindustrien er en type problemer som kan begrense utnyttelsen av vannressursene lokalt i lang tid fremover. Dersom det blir nødvendig i fremtiden å redusere denne type forurensingsproblemer i et vassdragsavsnitt vil kostnadene ofte bli meget store. Zimbabwe er langt fremme når det gjelder gruveindustri og det drives utvinning på et stort antall metaller og mineraler, og for flere av produktene er det utviklet en industri for videre bearbeiding. Det synes også å være en voksende oppmerksomhet om forurensningsproblemene i landet og det finnes en del kompetanse på enkeltfelter, blant annet på universitetet. Nærliggende og viktig vil det være å hjelpe frem en avdeling/studieretning ved universitetet hvor man fikk arbeide med disse problemene og da med fokusering på landets vannressurser. Dette vil gi studenter fra Zimbabwe og landene rundt spesialundervisning på området. Samtidig vil den økte oppmerksomheten om disse problemene etterhvert tvinge frem nye løsninger og krav om blant annet utslippskontroll og overvåking av vannkvaliteten i resipienten. Et nasjonalt overvåkingsprogram for å beskrive forurensingstilstanden i landets vannforekomster synes å være noe som snart bør gis prioritet.



## **Den Norske Ambassade, Harare.**

Kontakter ambassaden som avtalt. Har samtale med Christine Hoem Langsholdt og orienterer om studieturen og den informasjon som er samlet om gruveindustrien og vannressursene i Zimbabwe.

Avreise fra Harare med fly tirsdag kveld og reiser via Malawi til Namibia. Ankommer Windhoek sent den 3. november.

## **6.0 Namibia**

### **6.1 Bakgrunnsinformasjon**

En kartskisse av Namibia er vist i fig. 27. Landet har et flateinnhold på 823 144 km<sup>2</sup> som tilsvarer arealet av Norge og Sverige til sammen. Namibia ligger i det sørvestlige Afrika mellom Oranje-elven og Sør Afrika i syd og Kunene-elven i nord mot Angola. I vest grenser landet til Atlanterhavet og i øst til Botswana. Store deler av landet består av ørken og stepper; Namib- og Kalahari-ørkenen, som ligger som et belte (bredde 80 -120 km) langs hele den 1300 km lange kyststripen. På sentralplatået innenfor kommer fjellene opp i en høyde på over 2400 m. Landet er tynt befolket og Namibia hadde i 1993 en befolkning på bare 1,54 mill. innb. (1993). Innbyggerne livnærer seg i stor grad ved jordbruksaktivitet. Flertallet av befolkningen er bantufolk, som er oppdelt i en rekke stammer. Andre etniske grupper er damaraer, san- og khoikhoi-folk, foruten hvite (ca. 6,4%). Den siste gruppen er dominert av tyskere og sørafrikanere. Under det sørafrikanske styret fastsatte apartheidlovene spesielle reservater eller "homelands" for alle de afrikanske folkegruppene i landet.

Brutto nasjonalproduktet (BNP) pr. innb. var i 1993 US\$ 1190 (Cappelen 1994). Jordbruk og da kvegdriфт samt gruvedriфт og fiske har tradisjonelt vært de tre viktigste områdene i landets økonomi. Tørke og overfiske de siste årene har gjort gruvedriфт enda viktigere. I dag er den viktigste næringsveien i Namibia gruvedriфт (diamantutvinning ved Oranjemund, kobber-, sink- og blyforekomster ved Tsumeb og uranforekomsten ved Rössing). Landet har en ubetydelig industri. Hovedstad er Windhoek og eneste større havn er Walvis Bay. Denne ble frem til 1994, da den ble overtatt av Namibia, administrert som en del av Kapp-provinsen i Sør-Afrika.

Norsk bilateral bistand til Namibia, gjennom NORAD, var i perioden 1991 til 1994 på henholdsvis 84.9, 76.8, 78.1 og 80.5 mill Nkr (NORAD 1994). Hovedmålet for norsk bistand til landet er foruten å støtte opp under det unge demokratiet, å bidra til økonomisk vekst og en bærekraftig utnyttelse av naturressursene. Dette ønsker man å få til gjennom et samarbeide innen fiskeri og energisektoren.

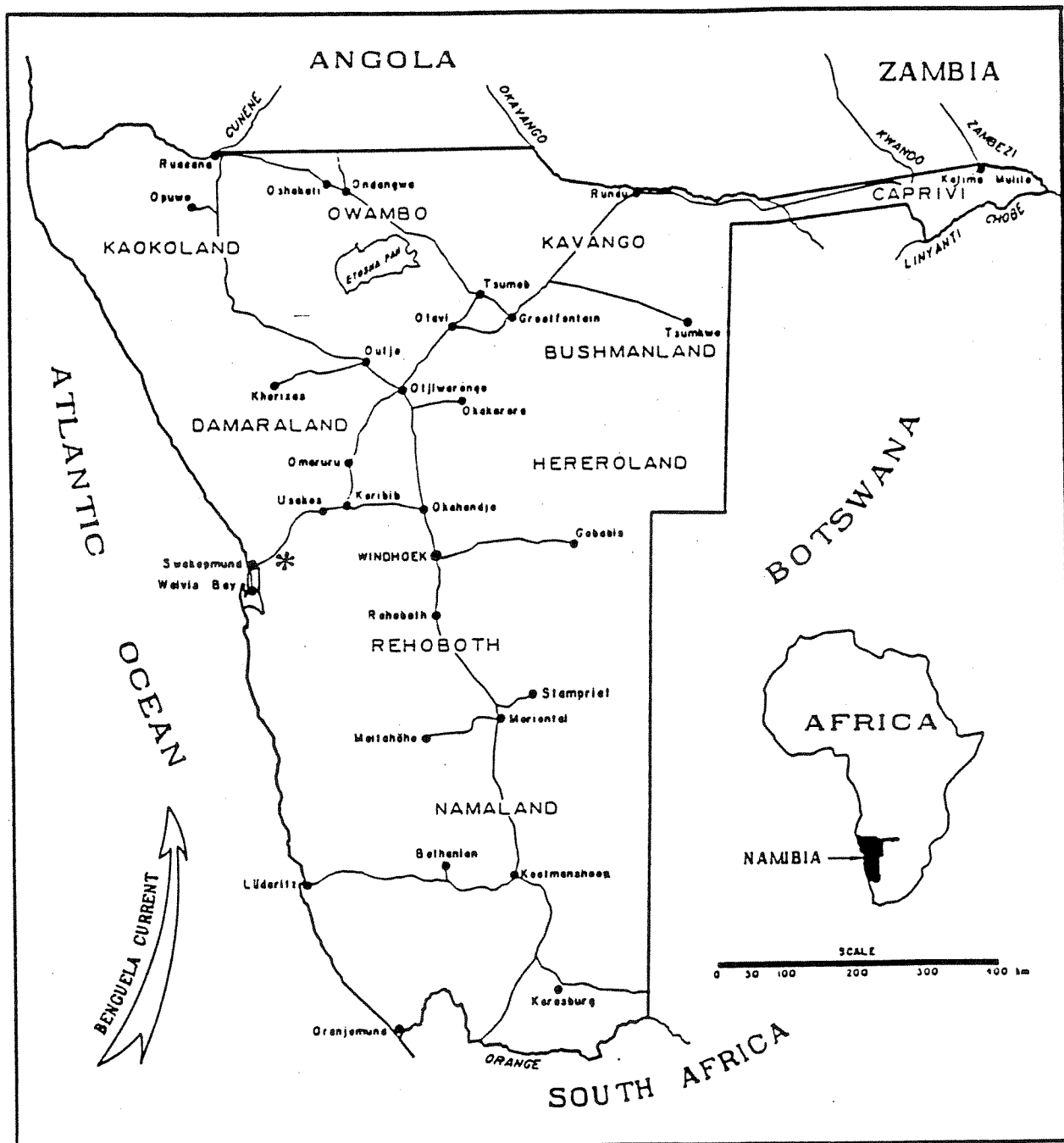
#### *Historie.*

Namibia ble tysk koloni 1885, og all motstand ble brutalt slått ned. Under Første verdenskrig ble landet okkupert av sørafrikanske tropper og senere tildelt Sør-Afrika som mandatområde under Folkeforbundet. Landet fikk delvis selvstyre fra 1925 og fra 1949 ble dette erstattet med en ordning hvor landet fikk direkte representasjon i den sørafrikanske nasjonalforsamling. Det var i mange år konflikt mellom Sør-Afrika og FN om administrasjonen av Namibia. Frigjøringsbevegelsen SWAPO ble i 1978 anerkjent av FN som representant for det namibiske folk. Først i 1989 ble det undertegnet en avtale om reell selvstendighet og sørafrikansk tilbaketrekning. Etter valget som ble avholdt samme år og overvåket av FN dannet SWAPO regjering. Namibia fikk full uavhengighet 21. mars 1990 (Cappelen 1994).

### **6.2 Gruvedriфт.**

Gruvedriften utgjør i dag den viktigste enkeltsektor i Namibias økonomi og bidro med 29,1 % til landets GDP i 1991. Så selv om det var vekst i den øvrige produksjonen og i jordbruk og fiskeriene dette året utgjorde verdien av mineraleksporten i 1991 fremdeles vel 60 % av landets totale eksportinntekter. Det

skal her legges til at 1991 var et relativt dårlig år for gruveindustrien med fallende priser for samtlige metaller. Tilsvarende var andelen av den totale eksportverdien i 1989 hele 80 %. Denne tilbakegangen kom som en følge av flere forhold. Viktig i denne sammenheng var nedgangstider og stagnasjon i den internasjonale handel, ettervirkninger fra Golf-krigen, samt at det med åpningen av landene i den tidligere Østblokken, kom store mengder metaller på markedet, som presset prisene nedover. Verdien av mineraleksporten plasserer Namibia blant de seks største gruve nasjonene i Afrika.



\* Rössing Uranium Mine

Figur 27. Kartskisse av Namibia. Kilde: Water Affairs 1991.

Samtidig som gruveindustrien er meget viktig for Namibias økonomi er det også den sektor som gir størst antall sysselsatte. Men produktene fra gruveindustrien skal selges på et åpent internasjonalt marked og med den økte priskonkurransen på verdensmarkedet har det etterhvert blitt behov for en økt effektivisering innen gruveindustrien i Namibia. Det er bare hvis gruvene kan selge sine produkter at de kan tjene inn utenlandsk valuta til landet, gjøre profitt og betale skatter. Da antallet nye gruver som åpner er begrenset har behovet for gruvearbeidere i de virksomhetene som er igjen avtatt. Fra 1980 og frem til 1991 har antall sysselsatt i gruveindustrien i Namibia sunket fra 20.000 til 12.000. Dette har vært nødvendig for å få overskudd og inntekter til videre prospektering, til modernisering av gruvevirksomheten, og til å betale skatt for videre utvikling av Namibia. Det ble for eksempel i årene 1990 og 1991 brukt til sammen R107 mill (1 Rand = 2,3 Nkr) av de gruvene som er tilsluttet: The Chamber of Mines, til videre prospektering etter drivverdige mineralforekomster. Viktig er det ellers å påpeke at om antallet sysselsatte i gruveindustrien har gått ned har den gjennomsnittlige kompetansen, parallelt med moderniseringen blant gruvearbeiderne økt betraktelig. Det har samtidig vært en utvikling hvor arbeidsforholdene for gruvearbeiderne er blitt bedre og bedre. En moderne gruveindustri som i Namibia må derfor betraktes som en meget viktig kanal for overføring av teknologi og kunnskap til land som er under utvikling. Samtidig vil en livskraftig gruveindustri gi inntekter og muligheter for en videre utvikling av nasjonen. At dette er viktig ble understreket av landets handels og industriminister : Ben Amathila ved åpningen av den internasjonale konferansen : "The Private Sector Investment Conference " i 1991. Han understreket der at gruveindustrien i stor grad har bidratt til utviklingen av Namibia, og mer enn noen annen sektor i utviklingen av landets økonomi. Landets gruveindustri har virket som et lokomotiv i nasjonal utvikling og vekst (Amathila 1991).

Namibia har et gunstig geologisk potensiale for gruve drift, en lang gruve tradisjon, og fremtidsutsiktene innen denne sektoren er meget lovende (Kinver 1991). Den moderne gruvehistorien går tilbake til siste halvdel av 1700 tallet da europeere begynner å lete etter mineraler. Det blir da først funnet gull og kobber syd for Windhoec. Europeerne oppdager også tidlig at de innfødte lenge ved hjelp av primitive smelteovner hadde produsert kobber som de brukte til våpen og utsmykning. I 1855 kommer den første gruve (Matchless mine) i produksjon. Gruven lå vest for Windhoec og ble drevet av The Walwich Bay Mining Company. Kobbermalmen ble eksportert til Europa og transporten fra gruve til Walvis Bay gikk den første tiden ved hjelp av oksekjerrer. Den store malmforekomsten ved Tsumeb (Pb, Cu og Zn) ble funnet i 1892 og gruve driften startet i 1901. Dette førte til at det senere ble bygget en smalsporet jernbane fra Tsumeb til Swakopmund. (Schneider 1990).

Gruvedrift på diamanter er i dag den største enkeltsektor og økonomisk viktigste innen landets gruveindustri. Den første diamanter ble funnet i Namib ørkenen nær byen Lüderitz i 1908 (fig. 27). Funnet ledet til et diamanter rush som førte til at de tyske kolonimaktene deklarerer hele kyststripa nord og syd for byen som "restricted" område. I 1926 blir verdens største diamanter felt (alluvial) funnet like nord for Oranjemund. Etterhvert som det kommer i bruk mer moderne prospekteringsteknikker fører dette til at stadig flere malmforekomster avdekkes, og flere gruver kommer i produksjon, på et stort spekter av metaller og mineraler. Av de mer enn 100 gruvene som ble startet opp er lokaliseringen av de 70 viktigste vist i figur 31 og nærmere omtalt i tabell 9 i rapportens vedlegg. Det var i alt 44 gruver i aktiv drift i 1991, og det ble drevet på 32 ulike mineraler, hvorav de mest verdifulle var diamanter og uran. Disse til sammen utgjør 75 % av verdien av den samlede mineraleksporten fra Namibia, mens resten av eksporten består av Cu, Ag, Pb, Sn, Au, pyrite og salt, samt noe byggningsstein (marmor og granitt).

### 6.3 Uran og andre energimineraler.

Prospektering etter uran kulminerte på slutten av 1970 tallet med utviklingen av Rössing forekomsten, lokalisert 65 km nordøst for Swakopmund (fig. 27). Forekomsten hadde vært kjent fra sist i 1920 årene. Gruve og oppredningsanlegget som var bygget for en produksjon på 5000 short tonn uranum oksyd pr år kom i drift i 1976. Gruve var frem til 1984 verdens største uran gruve drevet som et

dagbrudd. Av andre energimineraler kan det nevnes at det er påvist til dels store kullforekomster flere steder i landet. Utenfor kysten av Namibia er det på bakgrunn av seismiske undersøkelser gitt grunnlag for å anta at mulighetene for at videre leting trolig vil avdekke til dels betydelige olje- og gassfelt. Oppdagelsen av det store Kudu gassfeltet 120 km utenfor munningen av Orange elven som nylig er gjort styrker dette.

## 6.4 Windhoec

Onsdag 4. november

Starter oppholdet i Namibia med å besøke Den Norske Ambassade og NORAD's kontor, som opererer sammen i et kontorfellesskap. Har her samtaler med Ambassadør Bernt H. Lund og NORAD's representant Odd Ekeli. Hovedmålet men norsk bistand i Namibia er foruten å støtte opp under det unge demokratiet, å bidra til økonomisk vekst og en bærekraftig utnyttelse av naturressursene. NORAD har prioritert bistandsarbeide innen sektorene energi (vannkraft, olje og gass) og innen fiskerisektoren (marine fiskeressurser). Miljøhensyn skal, blir det understreket av Ekeli, gjennomsyre hele den norske bistandsvirksomheten. Han har plukket frem en del informasjon om Namibia og om gruveindustrien. Vi diskuterer aktuelle institusjoner og personer som det kan være nyttige å besøke i Windhoeh, samt mulige alternative reisemåter som er tilgjengelige for å komme ut til aktuelle gruveområder. Jeg får låne et kontor av NORAD de første dagene under oppholdet i Windhoec. Dette sammen med muligheten til å benytte telefon forenkler arbeidet med å samle informasjon, finne frem til nøkkelpersoner og aktuelle studieområder, samt avtale møter og organisere det praktiske ved oppholdet i Namibia.

Kontakter hovedkvarteret for Rössing Uranium Limited i Windhoec. Før avreise fra Norge var dette en av de gruvene jeg hadde hatt kontakt med bl. a. for å samle informasjon om gruve drift og oppredning av uranmalm, samt om gruve drift i store dagbrudd. I min forespørsel hadde jeg bedt om å få en mulighet til å befare gruen og ha samtaler med de miljøansvarlige ved bedriften. En av gruvegeologene ved gruen kjente jeg godt fra UNESCO - kurset i Zimbabwe i 1990, og benytter ham som referanse. I samtalen med Liaison officer Mrs Lester henviser jeg til brevet mitt og ønsker en bekreftelse på at alt er ok. Men hun må undersøke nærmere og vil sende meg svar via NORAD/Ambassaden. I svaret fra General Manager S. James blir jeg bedt om å dokumentere faglig bakgrunn og hensikten med besøket. Når dette var sendt gruen ville jeg få svar om de ønsket besøk. Dette virket noe omstendelig så jeg ringer S. James og i samtalen blir vi enige om at jeg skal besøke dem den 6. nov. Denne skepsisen til å ta imot fremmede møtte jeg også ved flere av de andre gruvene jeg hadde på arbeidsplanen for Namibia.

Kontakter Department of Water Affairs som ligger under, ministeriet for Agriculture, Water And Rural Development (MAWARD), og avtaler besøk med Piet Heyns. Han er direktør for denne seksjonen som er ansvarlig for Investigations and Research i departementet for vannsaker. Heyns orienterer om kontorets arbeidsfelt og virkeområde. De har bl.a. i oppgave å håndheve vannloven, "The Water Act" fra 1956. Dette innebærer ansvar for å kontrollere og bevare nasjonens vannressurser, samt å kontrollere drikkevannskvaliteten og vurdere, utstede og foreta kontroll av utslippstillatelser. Department of Water Affairs har også ansvar for å lokalisere og utbygge nye vannkilder, vurdere behovet for vannforsyning og gi råd i vannpolitiske spørsmål. Water Affairs ble etablert i 1904, og innehar mye kunnskap ferskvannressursene fra denne perioden og frem til i dag.

Namibia har svært begrensede vannressurser. På grunn av lite nedbør (gjennomsnittlig 250 mm pr år) med store variasjoner mellom enkelte år og en høy fordampning av nedbøren er det estimert at landet totalt har til disposisjon bare 500 mill m<sup>3</sup>/år, når en holder grenseelvene utenom. Av nedbøren fordampes 83 % med en gang det når bakken, 17 % er tilgjengelig som overflateavrenning og bare 1 % når ned til grunnvannsmagasinet. Resten er evapotranspirasjon. Av landets vannpotensiale er i dag 38 %

utnyttet av mennesker og husdyr, og i virksomheter som jordbruk og gruveaktivitet (Water Affairs 1991). Det er samtidig en sterk vekst i vannforbruket (ca 4,3 % pr. år) som følge av økt levestandard, sosioøkonomiske forhold (befolkningstilveksten nå er minst 3 % pr. år), og som følge av veksten i gruveindustrien. Av det totale vannforbruket i 1990 ble vel 68 % brukt innen jordbrukssektoren. I tabell 5 er det gitt en oversikt over landets vannforbruk i 1990, tabellen gir også opplysninger om fordelingen mellom de store forbrukerne av vann i Namibia dette året.

**Tabell 5. Namibia. Det totale forbruk av vann i 1990. Kilde: Water Affairs 1991.**

CONSUMER		CONSUMPTION ( mill m <sup>3</sup> )
Domestic:		
Urban	42,13	
Rural	28,44	
	70,57	70,57
Stock		63,23
Mining		7,7
Tourism		0,8
Irrigation		106,60
<b>TOTAL</b>		<b>248,90</b>



**Figur 28.**

**Tørke. Elvebunnen i et vassdrag øst for Swakopmund. Det kan gå flere år mellom hver gang vassdraget er vannførende.**

Beregninger ut fra tilgjengelige prognoser anslår en vekst i det totale vannforbruk i Namibia fra 250 mill m<sup>3</sup> i 1990 til 400 mill m<sup>3</sup> i år 2005. Det blir etterhvert vanskelig og kostbart å skaffe frem vann for å dekke behovet. Vann er en absolutt nøkkelfaktor i den fremtidige utviklingen av Namibia. Det er nedsatt en "Irrigation Board" som vurderer vannressursens kapasitet slik at disse ikke forringes og at området tåler det beitetrykket som en økning i buskningen vil gi når vannbehovet dekkes. Det er flere eksempler på at når vannet ikke lenger var den begrensende faktoren ble resultatet overbeiting, ødelagt vegetasjon og økt jorderosjon p.g.a det økte beitetrykket en da fikk. Meget viktig blir det derfor å hindre at vannressursene overbelastes (som resulterer i at gamle grunnvannsmagsiner tappes ut) eller forurenses, og derved ødelegges for fremtidig bruk. Med de knappe vannressursene og den utstrakte gruvevirksomheten det er og legges opp til i Namibia ligger det her et potensiale for konflikter både på brukersiden mellom forskjellige brukere og på miljø/forurensingssiden.

I samtalen med P. Heyns gis det også en interessant historisk oversikt over hvordan vannkontoret har utviklet seg fra århundreskiftet og nå i den senere tid etter frigjøringen. Han orienterer om dagens arbeidsoppgaver, bemanning, behov for kompetanse og behovet for konsulentbistand. Denne blir i dag ofte kjøpt fra Sør Afrika. Og videre var det slik at deler av kostnadene for dette arbeidet dekkes med bistandshjelp fra EU og landene Tyskland, Nederland og Frankrike. Noe bistand har de også her fått fra Japan. I rapporten "Perspectives on Water Affairs" utarbeidet av Department of Water Affairs i 1991, finnes det mye informasjon om ferskvannressursene i Namibia. I forbindelse med det arbeidet kontoret gjør innen feltet vann-kvalitetsklassifisering og forurensingskontroll ber han meg ta kontakt med lederen for gruppen som arbeider med dette, Dr Dieter Lucks.

Torsdag 5, november.

Kontakter The Chamber of Mines of Namibia, men på grunn av reiseaktivitet blir det ikke mulig å få til noe møte med Reiner Gevers, General Manager. Han vil i stedet plukke frem en del relevant litteratur som jeg kunne hente senere på dagen. I årsrapporten fra 1991 var det mye nyttig informasjon og nøkkeltall om de forskjellige gruvene i landet (Kinver, 1991).

Kontakter Faculty of Sciences ved Dr. Heinz, Dean. Namibia har i dag ikke noe universitet, men The Faculty of Sciences er forløperen for et senere Universitet. Dr. Heins forteller at de ikke arbeider med problemstillinger knyttet til gruveaktivitet eller til relaterte miljøproblemer. Ved fakultetet er det en avdeling for zoologi og botanikk som senere vil bli Departement of Biologi. Lederen Prof. Mc. Clain, var på reise mens jeg besøkte Namibia. Det ble under samtalen med Dr. Heins referert til Namibian Scientific Foundation som bl.a. gir bidrag til forskningsprosjekter som på en eller annen måte har tilknytning til gruve- industrien og til gruverelaterte miljøproblemer. Fikk ikke kontakt med noen som kunne dokumentere dette nærmere.

Besøker Ministry of Mines and Energy og har samtaler med Dr. Lionei Howes, Principal Geologist. Han innleder med å gi en orientering om den betydelige posisjon gruveindustrien har i Namibia, og det arbeid som gjøres for å tiltrekke seg utenlandsk kapital for prospektering og for å få åpnet nye forekomster. Av den totale eksporten fra Namibia utgjør produkter fra gruveindustrien hele 76 %, noe som gjør landets inntekter meget følsomme for svingninger i produksjonen og for prisene på den internasjonale metallbørsen. Gjennom en detaljert orientering om de forskjellige gruveområdene, hvilke mineraler og malmer det drives på i dag, og hvor de nye gruveområdene sannsynlig vil komme i fremtiden, ble det gitt mye interessant informasjon om landets gruveindustri. Det er i dag drift på 42 forekomster, og i tillegg er det 26 forekomster som nå er hvilende, men hvor det tidligere har vært drift. To gruver er i øyeblikket i en oppbygningsfase og vil bli åpnet i nær fremtid. Det er i tabell 9 i rapportens vedlegg gitt en sammenstilling av gruveindustrien i Namibia.

De tre største gruvene i Namibia er Rössing (uranium), Consolidated Diamon Mines (CDM - diamanter) og Tsumeb Coporation (base and precious metals). Blant disse var det første og det siste gruveselskapet allerede plukket ut som aktuelle studie objekter og ville bli besøkt under studieturen. På grunn av den korte tiden som var til rådighet lot det seg ikke gjøre å få arrangert et besøk til en av landets diamantergruver. Dette hadde flere årsaker bl. a. lange avstander, dårlige kommunikasjoner og vanskeligheter med å komme frem til og få adgang til et av de store diamantergruveområdene. Det hadde vært nyttig å få økt kompetanse på dette feltet, spesielt når nå deler av denne gruvevirksomheten drives i strandsonen mot marine miljøer. Fremtidige planer går ut på utvide denne virksomheten og drive gruvedrift på diamanter også lengre ute fra land.

Fredag 6. november.

Besøker hovedkontoret til Rössing Uranium Ltd i Windhoek. Etter en kort introduksjon for S. James fortsetter samtalen med Clive Algar, Manager Corporate Affairs. Samtalene starter med at jeg må beskrive ganske detaljert faglig bakgrunn, utdanning, arbeidsoppgaver på NIVA, internasjonal erfaring mm. Samtalen går så på å få belyst hvorfor jeg ønsker å besøke gruen og oppredningsanlegget og hva jeg venter å få ut av oppholdet. Samtalen blir etterhvert åpnere det viser seg at vi hadde en del felles bekjente, Dr Schommarc (elev på UNESCO kurset i 1990) hadde gitt dem en del opplysninger om meg på forhånd og videre viste det seg at de konsulentene som Rössing brukte på vann/miljø siden hadde vi tidligere hatt diskusjoner med i forbindelse med et samarbeide om nye prosjekter bl.a. i Norge og Canada. C. Algar forteller så at den undersøkelsen/utspørringen jeg nå har vært igjennom er en rutine de har av forskjellige grunner for å sikre seg at uønskete personer ikke får tilgang til området. Som leverandør av råstoff til atomkraftverk har dette vist seg å være nødvendig. Jeg får svar på en del tekniske spørsmål om malmforekomsten, gruvedriften og produksjonen, før vi diskuterer selve opplegget ved besøket. Han beklager at de ikke har plass i gruvens fly mandag morgen p.g.a et møte, men vi avtaler at jeg reiser på egen hånd til Swakopmund blir hentet der mandag morgen.

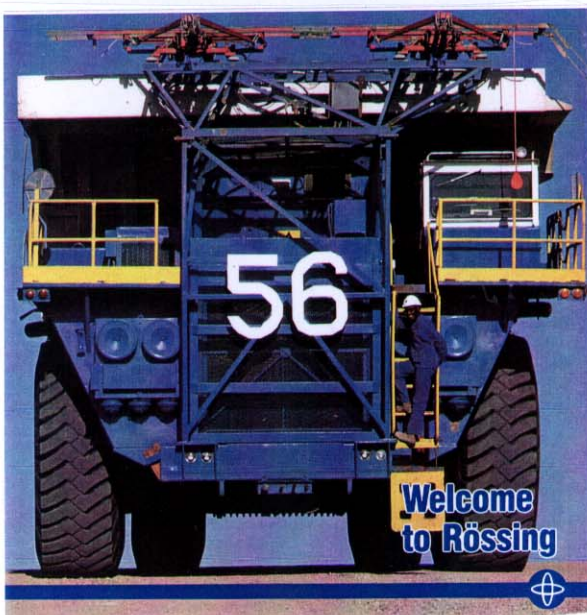
Kontakter Tsumeb Corporation Ltd. i Windhoek og har samtaler med Martin Churchhouse om mulighetene for å få besøke gruveområdet med oppredningsanlegg og smelteverk, etter litt diskusjon frem og tilbake, blir jeg bedt om å ta spørsmålet opp direkte med ledelsen for anlegget i Tsumeb. I samtalen med Tony Debaer, Tsumeb, aksepteres det at jeg kommer på besøk. Jeg beskriver for dem hva jeg er interessert i å se, og hvilke personer jeg ville være glad for å møte. Turen finner sted 11. november.

Lørdag 7. november. Avreise fra Windhoek med tog til Swakopmund..

## **6.5 Swakopmund - Rössing Uranium Mine**

Mandag 9. november.

Mandag morgen blir jeg hentet av Mrs. Lester (Liaison officer) fra Rössing Uranium Limited, som avtalt. Vi kjører ut til gruveområdet som ligger i Namib ørkenen 65 km nordøst for kystbyen Swakopmund. Etter en del nødvendige rutiner/kontroller hvor jeg bl.a. undertegner et dokument hvor man fraskriver seg all rett til erstatning dersom en skulle bli skadet inne på gruvens område, slipper vi inn. Vi stopper ved en bygning hvor det er innredet et spesialrom for besøkende hvor tekniske forhold ved gruen, og oppredningsprosessen beskrives. Dette er en av verdens største urangruver. Malmforekomsten som består av en granittisk bergart med uranmineraler, ble oppdaget i 1921. I 1966 starter selskapet Rio Tinto et pilot anlegg. Forundersøkelsene er positive og selve gruveutbyggingen starter i 1974, gruen blir operativ i 1976. Så kommer noen vanskelige år med mange problemer. Det er behov for flere endringer, et stort opplegg må til for opplæring av de mange namibiene som skal arbeide i gruen og nødvendig infrastruktur må etableres. Byen Arandis etableres ute i ørkenen 12 km



Figur 29.

Rössing Uranium Mine.  
A. Oversiktsbilde dagbrudd.  
Mål: Lengde 3 km,  
bredde 1 km og dybde  
250m. Bilen til venstre:  
150 tonns truck for  
transport i gruen.





**Figur 29. Fortsettelse  
Rössing Uranium Mine.  
B. Ulike aktiviteter: Boring  
og opplasting. Bilen nede  
på bildet er inne til  
kontroll for måling av  
urangehalt. Sjøføren får  
beskjed om lasten skal til  
prosessanlegg eller til  
gråbergstipp.**



**Figur 29. Fortsettelse  
Rössing Uranium Mine.  
C. Vannansamling på grunn  
av intrenging av grunnvann  
Vannet nyttes til å dempe  
støvplagen ved lastning og  
ved spregning samt på  
kjøreveier.**

fra gruen for å skaffe boliger mm. til de mange arbeiderne ved gruen og deres familier. I 1979 har man full produksjon ved gruen og produksjonsanlegget. Dette er dimensjonert for en maksimal produksjon på 5000 tonn uranoksyd pr år, ved kontinuerlig drift basert på en 3 skift ordning. Uranoksydet pakkes i metallfat og eksporteres til den industrialiserte verden for oppgradering til brensel som så brukes for produksjon av elektrisitet i kjernekraftverk.

Gruen var på denne tiden verdens største uranmalmgruve. Gruen drives som et dagbrudd (fig. 29) og har en lengde og bredde på henholdsvis 3 km x 1 km. Dybden er nå 250m, og høydeforskjellen mellom terrassene ettersom man arbeider seg nedover er 15 meter. Malmkroppen går ned til 500 m, og forekomsten slik den er kartlagt i dag har en størrelse som med dagens uttak vil gi drift i 25 - 35 år fremover, dersom kapasiteten ved anlegget utnyttes fullt ut. Det brytes ukentlig ca 1 mill tonn malm, og daglig transport fra prosessanlegget til avgangsdeponiet er på 1800 tonn avgang. Vann er en viktig og nødvendig ressurs ved gruveaktivitet og oppredning av malmer og mineraler. Det har siden gruen ble etablert vært arbeidet mye med å få ned forbruket av vann. Dette er en nødvendighet når man driver gruve og opprednings aktivitet langt ute i et ørkenområde, både på grunn av manglende tilgjengelighet, de økonomiske kostnadene som er forbundet med å skaffe vann og miljøljømessige forhold. Men vannbehovet er fremdeles stort og blant annet går det mye vann til å redusere at støv virvles opp i for stor grad (fare for spredning av radioaktive partikler) fra transportveiene og nede i gruen (Smit og Brent, 1991). I dag resirkuleres 45 % av vannet som er i avgangen og totalt er det 25 % resirkulering av vannet som brukes ved anlegget.

På grunn av de lave prisene i øyeblikket går gruen med redusert drift. Her kan nevnes at prisene på uran oksyd fra 1980 og frem til 1992 har falt nokså jevnt gjennom hele denne perioden fra US\$. 65 til US\$ 8 pr. pund  $U_3O_8$ . Den lave etterspørselen førte til at produksjonen ble redusert to ganger i 1991. Dette skjedde første gang i april fra en forventet årsproduksjon på 4100 og ned til 3250 tonn. I september var det behov for ytterligere nedskjæringer og da ned til 2500 tonn uran oksyd. Ved den siste nedskjæringen ble antallet arbeidere redusert med 750 og ned til 1500 ved gruveanlegget. I 1992 var bare noe under halvparten av produksjonskapasiteten utnyttet. Rössing har de siste årene brukt mer enn 400 mill. Rand/ år i forbindelse med kjøp av varer og tjenester i landet, til lønninger og til å betale skatter og avgifter. Dette er betydelige beløp som gir positive ringvirkninger innen mange sektorer og har stor betydning for landets videre utvikling. I tillegg til dette kommer den virksomhet som selskapet selv driver i form av en utstrakt undervisningsaktivitet for sine ansatte. Rössing gir også ellers store tilskudd til skoler og undervisning for barn og voksne i Namibia.

Etter den generelle orienteringen om anlegget fortsetter samtalen med en nokså detaljert gjennomgang av avgangsdeponeringen. Det blir pekt på de ulike tiltak som er gjennomført de siste årene, og de problemer som har oppstått underveis. Oppbygningen av dagens kontroll og overvåkingsprogram for å sikre at radioaktivt grunnvann ikke kontaminerer området rundt blir gjennomgått. Ulike forhold vedrørende gruvens miljøstrategi diskuteres, og det kommer klart frem at gruen besitter stor kompetanse om problemene og er kjent med den forskning som foregår internasjonalt. Dette er en diskusjon som åpenbart gir begge parter gjensidig utbytte.

Etter lunch blir jeg tatt med rundt på gruveområdet, og vi fortsetter med en befaring til nærområdet rundt gruen (fig. 30). Der besøker vi flere av målestasjonene for rutinemessig fysisk-kjemisk overvåking av grunnvannet. Gruveselskapet har bygget sperrer som hindrer grunnvannet fra gruveområdet i å spre seg videre. Det er etablert et opplegg for pumping av grunnvannet tilbake til gruveanlegget. Vi returnerer tilbake til gruen og etter en kort oppsummering/diskusjon fra et interessant og lærerikt besøk er dagen gått, og jeg blir transport tilbake til Swakopmund. Tar samme kveld nattoget til Windhoek, og er fremme neste dag.



**Figur 30. A. Landskapet rundt gruen med avgangstipper i bakgrunnen.  
B. En av kontrollstasjonene for grunnvannsovervåkning med tilbakepumping  
av grunnvann til prosessanlegget.**

## Windhoec

Tirsdag 10. november.

Ankommer Windhoec kl 0630 og har fått hjelp fra NORAD med transport til flyplassen. Gruveanlegget i Tsumeb er målet og uten NORAD's støtte ville jeg ikke nådd flyet som går kl 0730.

### 6.6 Tsumeb - Tsumeb Corporation Limited

Tsumeb er en liten småby bygget opp rundt gruve- og prosessanlegget :Tschudi Mine and Smelters, eiet og drevet av Tsumeb Corporation Limited, Gold Fields Namibia. Byen har ca 18.000 innbyggere, og tar en med nærområdene rundt er innbyggertallet ca 21.000. Det arbeider nå vel 2.300 (nov. 1992) i gruveselskapet her i Tsumeb. Arbeidsstokken var større tidligere (aug. 1991: 3568), men gruen er nå nær ved å være tømt. Selskapet arbeider med å styrke råvaresiden ved å åpne en ny gruve ikke så langt fra Tsumeb.

I tillegg til anlegget i Tsumeb driver Tsumeb Corporation Limited også gruvene Kombat Mine og Otjihase Mine. Den første ligger 64 km syd for Tsumeb ved tettstedet Kombat (ca. 11.000 innbyggere). Fra oppredningsanlegget ved gruen i Kombat leveres det Pb og Cu konsentrater for viderebearbeiding ved anlegget i Tsumeb. Otjihase Mine ligger 32 km nord øst for Windhoec og leverer et Cu konsentrat til prosessanlegget i Tsumeb og et konsentrat av svovelkis (pyrite) til svovelsyre produksjonen ved Rössing. I tabell 7 er det gitt en del opplysninger om gruvene Tsumeb, Kombat og Tjihase Mine.

**Tabell 7. Antall ansatte, produksjon og malmgehalt ved gruvene Tsumeb-, Kombat- og Otjihase Mine, Namibia 1991.**

		Tsumeb Mine	Kombat Mine	Otjihase Mine
<b>Antall ansatte pr. 31 des 1991</b>		1545	637	642
<b>Produksjon 1991 i 1000 tonn</b>		600	400	833,5
<b>Malm reserve år : i mill tonn</b>		1986 4,5	1988 3,3	1986 6,3
<b>Malm gehalt:</b>	% Cu	3,12	2,86	2,51
	% Pb	3,17	1,64	
	% S			22,41
	g Ag / tonn	93	25	9,31
<b>Produksjon i 1991.</b>				
<b>Cu konsentrat i 1000 tonn.</b>	44,2 (30 % Cu + 8 % Pb)	38,0	34,5	
<b>Pb konsentrat i 1000 tonn.</b>	26,8 (30 % Pb + 8 % Cu)	2,2		
<b>Pyrite konsentrat i 1000 tonn.</b>			127,1	

Hovedanlegget til Tsumeb Coporation ligger her i Tsumeb. Produktene fra dette anlegget er samlet den tredje største bidragsyter til landets eksport inntekter. Ca 70 % av Namibias produksjon av uedle metaller (base metals minus Fe) produseres ved anlegget i Tsumeb (tabell 8). Gruveindustrien i Tsumeb kan se tilbake på en aktivitet gjennom hele 90 år. Fra en kobber-oksydalm som kom opp i dagen og som i lang tid hadde vært vokter og utnyttet av de innfødte, til i dag store undergrunns gruveanlegg med 37 nivåer og hvor de dypeste delene av gruen går ned til 1572 m under overflaten. Ved gruen er det bygget opp oppredningsanlegg og integrerte anlegg for smelting og raffinering av metaller. Det siste ble bygget i 1961. Samlet har anlegget i Tsumeb et stort produksjonsspekter bestående av: Bly (raffinert til en renhet på 99.99% Pb), kobber (i form av blister Cu med rester av Zn og Ag, som sendes til Europa for raffinering), kadmium (Cd-bolts med 99.98% Cd), Arsen oksyd og svovelkis (pyrite) for produksjon av svovelsyre. Pyrite selges bl. a. til Rössing og brukes i deres svovelsyreproduksjon. Anlegget tar også imot konsentrater fra andre gruver i Namibia og landene rundt for smelting og raffinering. For å lette transporten til og fra gruen ble det tidlig laget en jernbanelinje til havnebyen Walvis Bay hvor selskapet eier og driver et omlastningsanlegg for malmer og ferdige produkter.

**Tabell 8. Produksjonen ved Tsumeb Smelter året 1991.**

<b>Blister kopper</b>	29.365 tonn Cu
<b>Raffinert bly</b>	7.979 tonn Pb
<b>Sølv</b>	66 tonn Ag
<b>Raffinert kadmium</b>	67 tonn Cd
<b>Raffinert arsenikk trioxide</b>	1804 tonn As <sub>2</sub> O <sub>3</sub> .
<b>Gull</b>	148 kg Au
<b>Sodium antimonate</b>	21 tonn

På flyplassen i Tsumeb blir jeg hentet av en person fra gruveselskapet som biler meg rundt på anlegget. Turen blir ganske annerledes enn det jeg hadde forventet. Det blir ikke gitt mulighet til å stoppe og ta anlegget og nærområdet nærmere i øyesyn. Det blir heller ikke gitt mulighet for fotografering. Personen som gruen hadde plukket ut for å ta meg rundt hadde lite kunnskap om gruen og gruedrift. Han var ganske nylig kommet til Tsumeb og arbeidet i firmaet med å lage en intern avis. Det er liten aktivitet på smelteanlegget besøksdagen. Kobberlinjen for produksjon av blister kobber står stille, likeså svovelsyrefabrikken. Den siste har vært ute av drift en stund.

Det blir gjort et stopp på omvisningen for å besøke den som har ansvaret for det indre og det ytre miljøet på anlegget. Han forteller at avdelingen for forskning og utvikling her i Tsumeb fire ganger i året utarbeider en miljørapport for anlegget. Denne baserer seg på et program drevet av bedriften for overvåkning av miljøet i og rundt bedriften. Det er et kontrollprogram for å overvåke luftforurensing (SO<sub>2</sub>), samt et program for overvåkning av nedfall av arsen, Pb og Cd på 45 steder inne på bedriftsområdet og på 6 st. i nærområdet utenfor (dvs. boligområdene rundt) smelte-anlegget. Det har vært en stor bedring de siste årene med hensyn på deposisjonen av As, Pb og Cd. Verdiene som er målt i nedfallet fra stasjonene utenfor bedriften er langt under det amerikanske helsemyndigheter setter for denne type eksponering.

Ved smelte- og raffineringsanlegget i Tsumeb er det etablert et opplegg med renseanlegg hvor røkgassene fra de forskjellige produksjonslinjene ved anlegget renses. Disse slippes så ut gjennom en 137 m lang skorstein for å gi god fortykning/spredning av røkgassene. Det blir under samtalen også nevnt at de har en del vanskelig arsenmalm som må røstes før den kan bearbeides videre. Røkgassene fra denne prosessen går gjennom et renseanlegg som er bygget for å samle opp arsenstøvet. Opplegget

har mange fellestrekk med anlegget i Kwekwe, men her bearbeides og renses As-støvet. Dette greier de så å få avsatt som  $As_2O_3$ .

På vannsiden blir det regelmessig tatt prøver av gruvevannet. Resultatene viser at dette stort sett er basisk på grunn av et stort innslag av basalter i berggrunnen. Rundt Tsumeb ligger det flere store underjordiske innsjøer. Om disse er påvirket av gruveaktiviteten er ikke kjent. Men de hadde en alvorlig ulykke for noen år siden da bunnen i en slik innsjø raste ut og oversvømmet deler av gruven i Tsumeb. Når det gjelder det indre miljø nevner han at arbeiderne på smelteanlegget blir gitt en regelmessig helsesjekk. Tiltak gjøres for å redusere og overvåke den eksponeringen den enkelte arbeider er utsatt for. Viser blodprøvene som blir tatt for høye verdier av f. eks. Pb løses problemet med omplassering av den enkelte til mindre eksponeringsfarlige steder i bedriften. Det nevnes ellers under samtalen at de har problemer med vinderosjon fra gamle avgangsdeponier. Dette forsøker de nå å løse ved revegitering uten at resultatene så langt har vært positive.

Besøket ved gruveanlegget i Tsumeb tar slutt lenge før antatt og det blir en del timer å vente før kveldsflyet tar meg tilbake til Windhoec.

## **Windhoec**

Onsdag 11. november.

Besøker Geological Survey ved Ministry of Mines and Energy, og har samtaler med Chief Geologist Dr. Gabriele I.C. Schneider. Hun gir en orientering om Namibias Geologiske Undersøkelser om landets geologi og fordelingen av ulike mineraler. Det blir i samtalen fokusert på hvor det har vært og/eller er gruvedrift og på hvilke malmer og mineraler. Videre blir det gitt en del opplysninger om produksjonstall for de enkelte gruveenhetene i landet. For nærmere informasjon om produksjonstall, eierforhold mm. se tabell i vedlegget. Dr. Schneider er ellers noe bekymret for utsiktene fremover for en del av gruvene i Namibia. Undersøkelser som er gjort viser at innen en 5 års tid vil de malmforekomstene de i dag driver på være tømt. Det arbeides aktivt med å prøve å trekke til seg utenlandske gruveselskaper for å starte ny gruvedrift i landet. Det er en utstrakt prospekterings aktivitet både fra lokale og internasjonale gruveselskaper og en venter at det kan etableres ny gruvedrift på grafitt, flourspat og flere uedle metaller i nordområdene mot Angola og på diamanter i vest mot Botswana.

Avdelingen for geologiske undersøkelser i Namibia ved Ministry of Mines and Energy sitter på en stor database om landets geologi og mineralforekomster. De prøver gjennom denne å gi en fullstendig oversikt og presentasjon med detaljerte kart og resultater fra alle tidligere geologiske undersøkelser i landet. Dette er tilgjengelig for interesserte. Det er laget en oversiktsrapport, og fra denne kan en mot en mindre avgift få tilsendt kopier av enkeltundersøkelser og nødvendig kartmateriell.

Torsdag 12 november.

Besøker hovedkontoret til Dept. of Water Affairs og avdelingen for: Investigation and research, og har samtaler med Dieter Lucks, leder for vannkvalitetsavdelingen. Han understreker at den alt dominerende vannkilden i Namibia er grunnvann. Det er derfor etterhvert bygget opp et omfattende nettverk for å overvåke grunnvannstanden og borehullenes produksjon/vanngiverevne. Dataene blir lagret i et sentralisert datasystem hvor det inngår en integrert grunnvannsdatabase. Denne er tilgjengelig for forskning og brukes til evaluering av områdets vannstatus, til utarbeidelse av prognoser og i driftsammenheng av vannkilder.

På spørsmål om i hvilken grad landets ferskvannsfisk blir utnyttet og videre om det er noen større aktivitet på oppdrett av ferskvannsfisk meddeler han at dette fagområdet nå ligger under Ministry of Fisheries and Marine Resources. Det finnes i Namibia et Freshwater Fish Institute hvor det er ansatt to

biologer for å ta hånd om landets ferskvannsfisk ressurser. Forskningsstasjonen er lokalisert ved Hardap Dam i Fish River, like nord for Mariental. Han nevner at det med norsk bistand nylig er gjennomført et forstudie med tittel: "Namibian Freshwater Fish Management". Rapporten er forfattet av forskerne Odd Terje Sandlund fra NINA, Trondheim og Inge Tvedten CMI, Bregen.

For å få mere informasjon om fagområder som for oss på NIVA er sentrale, så som arbeide med overvåking av vannkvaliteten i en vannforekomst og forurensningskontroll/resipientvurderinger blir jeg presentert for Senior hydrolog Raoul Matlopoulos og S. ing. Alaksandra Puz. Gruppen de arbeider i har ansvaret for å overvåke alle etablerte vannkilder i Namibia. Dette gjøres minst en gang hver 3. måned, i hovedstedene oftere. Vannkvaliteten deles inn i 4 kvalitetsklasser. Dersom analyseresultatene gir klasse 3 eller dårligere undersøkes vannkilden nærmere for å finne årsaken og en løsning på problemet. Vurderingssystemet som benyttes er i stor grad basert på et tilsvarende vannkvalitets system utarbeidet av og for Sør Afrika. Dette har igjen mange fellestrekk med systemet utarbeidet av EPA for USA. Vannloven hvor dette er hjemlet i Namibia er nå under revisjon og det vises stor interesse for vårt vurderingssystem som nylig er utarbeidet av NIVA/SFT for norske forhold. Det ble derfor gitt en orientering om prosessen, og det opplegget vi fulgte frem til vi hadde vårt nasjonale system for vurdering/klassifisering av miljøkvaliteten i våre ferskvannressurser. I denne orienteringen blir det videre fortalt hvordan systemet er bygget opp for klassifisering av tilstand, egnethet og forurensingsgrad og hvordan det anvendes her hjemme. Materiell og mere informasjon om vårt system er senere sendt denne gruppen ved Dept. of Water Affairs.

For alt vannforbruk/uttak i Namibia må det på forhånd utstedes en tillatelse fra Dept. of Water Affairs. Før denne gis vil de gjennomføre geohydrologiske undersøkelser og hvor de beregner vanngiverevne og ser på vannkvaliteten. Det er også et system for behandling av utslipps søknader., og et system for vurdering av industriutslipp. Disse gis for 5 år av gangen og det må da søkes på nytt om fornyet utslippstillatelse. Det må sammen med søknaden leveres en teknisk rapport som beskriver utslippets karakter og resipienten. Systemene som brukes er i stor grad en kopi (arv) av det som brukes i Sør Afrika. Det påpekes under samtalen at filosofien bak kravene til utslipp i en vannforekomst er at dette ikke skal ha dårligere kvalitet enn den en finner i resipienten. I de tilfellene hvor resipienten er en drikkevannskilde finnes det en spesial standard til bruk i slike tilfelle.

Erfaringene viser at det er mange vanskeligheter i den praktiske håndhevingen og i implanteringen av dette regelverket. Kontrollen som utøves for å sikre seg at systemet fungerer gjøres ved at ansatte ved Water Affairs reiser for å kontrollere alle som har fått en tillatelse. Dette gjøres en gang hvert år, men det er flere vanskeligheter manglende ressurser på kompetanse og på utstyrssiden. Det fantes for eksempel (i 1992) ikke en gasskromatograf i Namibia. For å hjelpe på dette blir noen prøver sendt til Pretoria (Sør Afrika) for analyse. Det var et ønske fra dem som deltok i samtalen om et nærmere samarbeide fremover på flere av de feltene vi hadde vært innom under samtalen som for eksempel videre oppbygning av et verktøy for vannkvalitetsklassifisering og evaluering av vannrelaterte miljøkonsekvenser knyttet til gruvedrift og oppredning av malmer og mineraler.

Besøker Ministry of Wildlife, Conservation and Tourism og har samtaler med Peter Tarr (Planning Officer Environmental Affairs) ved Directorate of Wildlife, Conservation and Research. Han innleder samtalen med å påpeke at en av de store oppgavene for Namibia, som nå nylig har fått sin selvstendighet, er å øke levestandarden til innbyggerne i landet. Dette må enn få til samtidig som landets økosystemer, essensielle økologiske prosesser og den biologisk diversiteten i landet blir opprettholdt. Dette kan en bare få til dersom landets levende resurser utvikles på en bærekraftig måte til det beste for dagens innbyggere og for fremtidige Namibiere. For gruvesektoren, som vil være sentral i landets videre utvikling, nevner han at de i 1986 som et ledd i dette arbeidet med å få til en bærekraftig utvikling etablerte en " Standig Comitee for Prospecting and Mining". Denne komiteen har senere skiftet navn til " The Prospecting, Mining and Minerals Rights Comitee", og fungerer som en nasjonal "kontrollkomite" for å styre og veilede den videre utviklingen innen denne næringen. Den skal blant annet sikre at nasjonale hensyn til en bærekraftig utvikling av Namibia blir ivaretatt. Komiteen ledes av

Dr. Leake Hangala (Permanant Secretary for Ministry of Mines and Energy) med deltagere fra The Mining Commisionar, Namibia's Geol. Undersøkelser, Ministry for Agriculture, Water and Rural Development, (Dept. of Water Affairs), Ministry for Wildlife . Conservation and Tourism (Environmental Affairs, representert ved Peter Tarr) og Director of mining. Komiteen har nå møte en gang hver måned, tidligere var det noe sjeldnere. Her blir alle søknader om prospektering og oppstart av ny gruvedrift samt endringer av pågående aktivitet behandlet. Komiteen har myndighet til å nekte at tilsagn blir gitt til prospektering eller gruvedrift, stoppe pågående aktivitet og/eller be om endringer før videre arbeid kan fortsette. Tarr nevner at det er eksempler på at de har stoppet aktivitet. Slik han ser det kan gruveindustrien i Namibia deles inn i 4 områder. Det er den uoffisielle prospekterings- og gruveaktiviteten som pågår, såkalt small scale mining hvor enkeltpersoner eller små grupper av gruvearbeidere driver for seg selv. Dernest kommer den formelle prospekterings-virksomheten, som tidligere ikke var underlagt noe lovverk, og til sist den formelle lovregulerte gruvevirksomheten. Det er særlig de to siste aktivitetene komiteen arbeider med. Han nevner videre at de kan gi tillatelse til prospektering i vernede områder, men først etter at det er utarbeidet en kontrakt som definerer hva som skal gjøres, og etter at det er gjennomført en miljøkonsekvensanalyse. Slik Tarr ser det er kanskje gruvedriften en av de mindre miljøfarene for landet fremover, og nevner at han istedenfor å bruke begrepet: Environmental Impact Assessment Studies (EIAS), kunne tenke seg å bruke omskrivningen Environmental *Benefit* Assessment Studies. For det er miljøet som tjener på at slike studier blir gjennomført.

Directorate of Wildlife, Conservation and Research hadde nettopp gjennomført en workshop (21-23 september 1992) hvor temaet var å utarbeide et utkast til Namibias fremtidige politikk på EA området. Miljømyndighetene ønsket å få belyst nærmere hvordan slike utredninger skal utnyttes for å få dem til å bli et tjenlig redskap til å sikre at de riktige valgene blir tatt fremover i nasjonens videre utvikling, og at dette skjer på en bærekraftig måte. Det var en bredt sammensatt Workshop med deltagere fra alle departementer og større institusjoner i Namibia. Foredragsholdere var hentet fra egne rekker supplert med utlandske ressurspersoner på området. Dette arrangementet ble gjennomført med økonomisk støtte fra NORAD og Tor Larsen holdt innledningsforedraget. Tarr ønsker å få opplysninger om hvilken rolle NIVA spiller i slike undersøkelser i Norge og vi diskuterer dette. Det var utarbeidet et dokument: A Workshop Feedback (tarr 1992) fra arrangementet som var sendt ut på høring. Han ga meg et kopi og ønsket kommentarer tilbake, og særlig da på feltet gruvedrift - vannrelaterte miljøeffekter.

Fredag 13. november.

Dette er siste dagen i Namibia og før avreise besøker jeg ambassaden og NORAD for en generell orientering om inntrykk og erfaringer fra oppholdet i Namibia. Har samtaler med Odd Ekeli og Arild R. Øyen.

Avreise Windhock via Frankfurt og ankommer Oslo lørdag kl. 11.00.



## 7.0 Referanseliste, supplert med aktuell litteratur.

- Aanes, K. J. 1990. Third UNESCO Regional Training Programme in Mining Geology, Zimbabwe. 16th July - 21st September 1990. Environmental Geology. Summary of lectures given under the course unit: Environmental Geology: Water related problems. 8 p.
- Aanes, K, J. 1992. Evaluering av prosjektsøknad: Improvement of Gold Processing Techniques to Minimize Mercury Pollution in Gold Mines Kommentarer gitt i brev til NORAD Dar es Salaam. 4 p.
- Aanes, K. J. 1995. Small-scale Gold Mining, The Amalgamation process. Examples from Lupea area, Tanzania. Paper given at the: Geo-Environmental Conference (Miljøgeologisk konferanse, MGK-95) in Norway, Bergen 7 - 9 juni 1995.
- African Development Bank. African development fund. 1990. Environmental Policy Paper. iii + 56 p.
- Bachs, A., S.J.Makuku and J. Maviya. 1992. Industry and Environment in Zimbabwe. Results from a study assessing industrial pollution from manufacturing industry in the Midlands province. Report from: Department of Natural Resources, Gweru. 31p.
- Bachs, A., J. Maviya and M. Shoko. 1993. Mines and Environment in Zimbabwe. Results from a study assessing mines in the Midlands province. Report from: Department of Natural Resources, Gweru. 24p.
- Bergström, J. J. Hollaway and E. Zulu 1992. Environmental effects of mining in the SADC Region. Southern African Development Community, Mining Sector Coordinating Unit, Environment Sub - sector, Lusaka. 55 p.
- Blatt, C. 1991. Namibia Brief. Prospects for mining after one year of independence. No 13: 1 - 49.
- Bootsma, H. A. and R. E. Hecky. 1993. Conservation of the African great lakes. *Conserv. Biol.* 7 : 645-656.
- Bowell, R. J. , A. Warren, H. A. Minjera and K. Kimaro. 1995. Environmental impact of former gold mining on the Orangi river, Serengeti N. P. Tanzania. *Biogeochemistry* 28: 131-160.
- Bowell, R. J. and R. K. Ansah. 1993. Trace element budget in an African savannah ecosystem. *Biogeochem.* 20: 103-126.
- Bowell, R. J. , V. K. Din and N. H. Morley. 1994. Arsenic speciatipn in porewaters, Ashanti mine, Ghana. *App. Geochem.* 9 : 15 - 23.
- Breward, N. and M. Williams. 1994. Arsenic and mercury pollution in gold mining. *Mining Environmental management. Des.* 1994: 25 - 27.
- Cappelen, J. W. 1995. Cappelens fakta : CAPLEX. Multimedia CD - rom.
- Chadwick, J. 1987. Zimbabwe - precious metals boom. *Mining International.* Desember pp 14 - 17.
- Chadwick, J. 1991. Zimbabwean Mining. *Mining Magazine.* June pp 370 - 377.
- Chamber of Mines of Namibia. 1991. Mining in Namibia. 23 p.

Chamber of Mines Zimbabwe. 1989. A review of Zimbabwe's mining industry in the chamber's 50th year. 1939 - 1989. 26 p.

Chiwawa, H. 1993. The environmental impact of co-operative mining in Zimbabwe. Paper presented at the 4th Congress on : The global nature of the environmental crisis and its interrelationship with development: Africa's Plight. August 9-12, 1993. Debre Zeith, Ethiopia.

Dons C. and P. Å. Beck. 1993. Priority hazardous substances in Norway. (In Norwegian). SFT. TA : 985/1993. 115 p.

Down, C. G. and J. Stocks. 1978. Environmental Impact of Mining. Applied Science Publishers. 371 p.

Fernandes, T. R. C. 1991. Report of the Third UNESCO Regional Training Programme in Mining Geology, Zimbabwe 1990. Inst. of Mining Research, University of Zimbabwe, Harare. 80 p.

EIU. 1992. Mining. Tanzania - Mineral earnings double. The Economist Intelligence Unit (EIU) Country Report No 3 : 16 - 17.

Fjelstad, Ø. and D. Leraand. 1992. Brasil' 92. Magasinet om Fns toppmøte for miljø og utvikling. Miljøtema, Miljøverndepartementet. 66 p.

Fuge R., F. M. Pearce, N. G. Pearce and W. T. Perkins. 1993. Geochemistry of Cd in the secondary environment near abandoned metalliferous mines, Wales. App. Gechem. Suppl. 2 : 24 - 35.

Förstner, U. and G. T. W. Wittmann. 1983. Metal pollution in the aquatic environment. Springer Verlag. 486 p.

Geological Survey, Namibia. 1992. Geological Survey, Ministry of Mines and Energy, Namibia. Price List: Publications and Open File. 34 p.

Geosurvey. 1979. Mineral resource potential of Tanzania, London. 1 -32.

Gulbrandsen R. and J. Sørensen. 1991. Oppbygging av bistandsrelevant kompetanse innen vannressursforvaltning. Reiserapport fra Zambia 13.4 til 27.4. 1991. NIVA Rapport 64 p.

Hadley, R. F. and D. T. Snow. 1974. Water resources problems related to mining. American Water Resources Association. 236 p.

Henley, D. C. 1990. A review of Zimbabwe's natural resource and land use legislation and some options for implementing an integrated management approach to natural resources to achieve environmentally sound sustainable development. A report to the Canadian International Development Agency and the Ministry of Environment and Tourism. Harare, Zimbabwe.

Hester, B., F. Bernard and A. Johnson. 1991. Opportunities for Mineral Resource Development : Tanzania. Report prepared for the Government of the United Republic of Tanzania by the United Nations Department of Technical Cooperation for Development acting as executing agency for the United Nations Development Programme. 109 pp. Visionprint, Denver, Colorado.

Hester, B. W. 1990. Gold opportunities in Tanzania. 91 p. DMBW, Inc. Denver.

Heynes, P. 1991. Perspective on water affairs. Ministry of Agriculture, Water and Rural Development, Department of Water Affairs, Republic of Namibia. 63 p.

- Hutchinson, T. C. and K. M. Meema. 1987. Lead, Mercury, Cadmium and Arsenic in the Environment Scientific Committee on Problems of the Environment. (SCOPE). Wiley & Sons. 360 p.
- Ikingura, J. R. 1990. Mining operations environmental survey Mwanza zone. Report submitted to the National Environment Management Council (NEMC). 19 p.
- Ingram, D. F. B. 1989. Commemorating the Chamber of Mines of Zimbabwe fiftieth anniversary. Years of turmoil - years of triumph.
- Itika, A. J. M., C. L. C. Migiyo, G. J. Njau and L. M. P. Rweyemamu. 1994. Development of an Air-cooled Retort for Mercury Pollution Abatement in Small Scale Gold Mining. Paper presented at the: Symposium on Science and Technology - Zimbabwe 1994. 11 p.
- Jourdan, P. 1990. The minerals industry of Zimbabwe. Report no. 107. Inst. of Mining Research, University of Zimbabwe. 27 p.
- Jourdan, P. 1991. Minerals Industries of the SADCC. The region's mineral potential warrants much greater investment in exploration and mine development. Mining Magazine. June pp. 360 - 366.
- Kinver, P. J. V. 1992. 13th Annual Report, 1991. The Chamber of Mines of Namibia.. 26 p.
- Krenkel, P. A. 1975. Heavy Metals in the Aquatic Environment. Pergamon Press. 352 p.
- Leraand, D. 1988. Zimbabwe. Frihetens forpost. Informasjonsenheden NORAD. 18 p.
- Livingston, M. E. 1987. Preliminary Studies on the Effects of Past Mining on the Aquatic Environment, Coromandal Peninsula. National Water and Soil Conservation Authority, New Zealand. 140 p.
- Lunden, P. E. 1990. Tanzania ut av krisen. Informasjons- og dokumentasjonssenteret. NORAD 18 p.
- Mahlangu, T. T. 1992. Gold Panning in Zimbabwe. Bsc Honours Degree. Dept of Metallurgy, University of Zimbabwe. 60 p.
- MAJI 1988. Report on water chemistry in northern Tanzania. Department of Water, Dodoma. 46 p.
- Mance, G. Pollution threat of heavy metals in aquatic environments. Elsevier Applied Series. 372 p.
- McKinlay, A.C.M., 1965. The coalfields and coal resources of Tanzania. Tanz. Geol. Surv. Bull.: 38. 82 p.
- MEND 1995. Annual Report. Mine Environment Neutral Drainage, Canada. 207 p.
- Meybeck, M., D. Chapman and R. Helmer. Global freshwater quality. A first assessment. Global environment monitoring system (GEMS). World Health Organization - United Nations Environment Programme. Blackwell. 306 p.
- Miljønytt. 1993. Kvikksølvtermometre, snart en saga blott. Miljønytt nr. 9 , 1993
- Ministry of Environment and Tourism, Zimbabwe. 1993. Prospectus for Environmental Assessment Policy in Zimbabwe. Public background and discussion paper. 21 p.
- M. J. 1990. Zimbabwe Mining : Ten years of struggle. Vol 314. No 8066. 3 p.

- M. J. 1992. Namibia. Advertisement Supplement to Mining Journal, London, Vol 319 no 8196 16 p.
- M. J. 1994. Zimbabwe recovers. Advertisement Supplement to Mining Journal, London, Sept. 30. p: 85.
- Moore, J. W. and S. Ramamoorthy. 1984. Heavy Metals in Natural Waters. Springer Verlag. 269 p.
- Morrison, S. J. and R. R. Spangler. 1992. Extraction of uranium and molybdenum from aqueous solutions: A survey of industrial materials for use in chemical barriers for uranium mill tailings remediation. Environ. Sci. Technol. 26: 1922 - 1931.
- Ndonde, P. B. et al 1986. Report on gold exploration in Lupea goldfield between 1981 and 1985. Tanz. Geol. Surv. unpubl. report. 35 p.
- Nielsen, O. 1980. A bibliography of the mineral resources of Tanzania. Scandinavian Institute of Africa Studies. Uppsala. 92 p
- Njau, G. J. and A. J. M. Itika. 1994. Mercury pollution controls in small scale gold mining activities. Paper presented at the Institution of Engineers Tanzania, Annual Seminar October 1994. 9 p.
- NORAD 1990. Water and Sanitation. Towards better health and improved quality of life. 16 p.
- NORAD 1992. Environmental impact assessment (EIA) of development aid projects. Initial environmental assessment. No 11. Waste management. 31 p.
- NORAD 1993. Årsrapport 1992. Direktoratet for Utviklingshjelp. pp: 40-43
- NORAD 1994. Årsrapport 1993. Zimbabwe Direktoratet for Utviklingshjelp pp: 40-43
- NORAD 1995. Årsrapport 1994. Direktoratet for Utviklingshjelp Ed. B. Johannesen. 88 p.
- Notter, M. 1993. Metallerna och miljön. Naturvårdsverket. Rapport 4135. 202 p.
- NRB. 1963. Minerals of Southern Rhodesia. Natural Resources Board of Southern Rhodesia. 39 pp.
- Nriagu, J. O. 1990. Global Metal Pollution - Poisoning the Biosphere ? Environment. 32 (7) : 7 - 33.
- Nriagu, J. O. 1992. Toxic metal pollution in Africa. A review. In : The Science of the Total Environment. 121: 1 - 37.
- Ottesen, R. T., J. Bogen, B. Bølviken and T. Volden 1989. Overbank sediment: A representative sample medium for regional geochemical mapping. J. of Geochemical Exploration, 32: 257 - 277.
- Porcella, D., J. Huckabee and B. Wheatley. 1995. Third International Conferance on Mercury as a Global Pollutant.
- Rasmussen, A. S. T. 1988 Tanzania - En økonomisk og politisk oversigt. Danida 54 p.
- Reuther, R. 1994. Mercury accumulation in sediment and fish from rivers affected by alluvial gold mining in the Brazilian Madeira river basin, Amazon. Environm. Monitoring and Assessm. 32:239-258.
- Ridgeway J. and P. N. Dunkley. 1988. Temporal variations in the trace element content of streams sediments: examples from Zimbabwe. App. Geochem. 3 : 609 - 621.

- Ritcey, G. M. 1989. Tailings Management. Problems and solutions in the mining industry. Elsevier.
- Rössing Uranium Limited. 1989. The Rössing Fact Book. 32 p.
- Rössing Uranium Limited. 1992. Rössing Social and Economic Report 1999. 28 p.
- Salomons, W. and U. Förstner. 1988. Chemistry and Biology of Solid Wastes. Dredged Material and Mine Tailings. Springer Verlag. 305 p.
- Salomons, W. and U. Förstner. 1988. Environmental Management of Solid Waste. Dredged Material and Mine Tailings. Springer Verlag. 396 p.
- Sanyo, P. M. 1988. Structural and lithological controls of gold mineralization in the Lupa goldfield, Tanzania. Univ. of Western Australia, Geol. Dept. Publ. No 12. pp 99-109.
- Schneider, G. I. C. 1990. Minerals and Mining . Namibia 12. 132 - 143.
- Scott, J. S. 1989. An overview of gold mill effluent treatment. Proceedings from: Gold Mining Effluent Treatment Seminar Vancouver, pp: 2-22. Environment Canada. (February 15-16 and Mississauga, March 22-23 1989).
- Smith, M. T. R. and C. P. Brent 1991. Water management at Rössing uranium mine, Namibia. Anonymous publication pp. 191 - 201.
- State Pollution Control Authority, Norway. 1988. Proceedings: International Conference on Control of Environmental Problems from Metal Mines. Røros June 20. - 24.
- Starnes, L. B. and Don c. Gasper 1995. Effects of Surface Mining on Aquatic Resources in North America. AFS Draft position statement - Surface Mining. Fisheries 20 (5): 20 - 23.
- Stortingsmelding 51. 1991-1992. Utviklingstrekk i Nord - Sør forholdet og Norges samarbeid med utviklingslandene. Utenriksdepartementet. 279 p.
- Sørensen J. and H.O. Ibrek. 1992. Water Resources management in Zambia and Zimbabwe. Report from a study trip 1992. NIVA Report No. 2749. 62p.
- EIU 1992. Tanzania. Mining- Mineral earnings. The Economist Intelligence Unit (EIU). Country Report No 3, pp 16 - 17.
- The Chamber of Mines of Namibia. 1991 Mining in Namibia 23p.
- Tsumeb Corporation Limited. 1991. Mine and Metallurgical Plants at Tsumeb, Namibia. Technical Data Sheets. 17 p.
- UNESCO 1983. Report of the first UNESCO regional training programme in mining geology, Kenya, 16 September to 14 November 1981. Unesco regional office for science and Technology for Africa. Nairobi. 39 p.
- UNESCO 1986. Report of the second UNESCO regional training programme in mining geology Zimbabwe, 24 June to 30 August 1985. Unesco regional office for science and Technology for Africa. Nairobi. 83 p.

UNESCO 1991. Report of the third UNESCO regional training programme in mining geology Zimbabwe, 16th July - 21st September 1990. Ed. T. R. C. Fernandes. Unesco regional office for science and Technology for Africa. Nairobi. 80 p.

Van Straaten, V. P. 1984. Gold mineralization in Tanzania - a review . In: Gold '82: The geology, geochemistry and genesis of gold deposits. Ed. Foster, R. P. pp673 - 685. A. Balkema, Rotterdam.

Waldron, H. A. 1980. Metals in the Environment. Academic Press. 333 p.

Whitlow, R. 1988. Land degradation in Zimbabwe. A geographical study. Department of Natural Resources. 62 p.

Young, J. E. Gruvedrift og utvinning. 1992. In: State of the world. Ed. L. R. Brown. Norsk utgave 7: 119-137

Young, J. E. 1982. Mining the Earth. Worldwatch Paper No 109 53 p.

## 8.0 VEDLEGG

## **8.1 Prosjektsøknad**

### **1. Prosjekttittel:**

Oppbygning av bistandsrelevant miljøkompetanse - Innen fagfeltet Gruveindustri.

### **2. Institusjonens navn og adresse:**

Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Postboks 173 Kjelsås, 0808 Oslo

### **3. Prosjektleder:**

Karl Jan Aanes

### **4. Samarbeidspartnere**

NORAD, UD, Universitetene i Dar es Salaam og Harare ved institutt for Geologi, Biologi, Kjemi og Gruvedrift (Harare), Inst. for Gruveforskning (IMR - Harare), Bransjeorganisasjoner innen Gruvedrift og Gruveselskaper i Tanzania, Zimbabwe og Namibia. Nasjonale myndigheter innen industri, helse og miljøvern i de samme tre land.

### **5. Formål:**

Utvide NIVAs og norsk bistandsrelevant miljøkompetanse til også å dekke ulike miljøkonsekvenser av gruveindustri (malmbrytning i åpne og underjordiske gruver, oppredning av metaller og industrimineraler, raffinering og smelting) i den 3. verden.

Bedre bistandsforvaltningens mulighet for tilgang på miljøkunnskap om ulike aktiviteter knyttet til denne industrigrenen og de konsekvenser dette har eller kan få for vannforekomstene i nærområdet. Samle informasjon om den betydning gruveaktiviteter har for en riktig forvaltningen av vannressursene (watershed management). En økt kunnskap på dette området vil gi oss en bedre mulighet til å få frem og vurdere interesse-konflikter mellom ulike brukere og brukerinteresser av naturressursene i utviklingsland.

Den kompetanseoppbygningen som her finner sted på miljøsidan, er satt i en sammenheng hvor kunnskapstilfanget har eller vil kunne få betydning direkte eller indirekte for de ulike bilaterale og multilaterale bistandsaktivitetene Norge er eller blir engasjert i ( Vannforsyning, Jordbruk, Akvakultur/Fiske, Helse, Miljøvern, Industriutvikling mm.)

### **6. Bakgrunn:**

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har i dag en betydelig miljøkompetanse om denne industrigren i Norden, samlet inn gjennom nær 30 år. Vi har arbeidet med alle deler av gruveindustriens miljøproblemer (tungmetaller - nedslammingsproblemer - kjemikalieutslipp m.m.) og på tiltakssiden ved å studere og arbeide med tiltak for å redusere uheldige miljøeffekter. En stor del av vårt arbeide har vært å overvåke, kontrollere og vurdere ulike gruveutslipps miljøkonsekvenser for vannmiljø og overfor andre brukere og brukerinteresser. Parallelt med dette har det vært utført et betydelig forskningsarbeide for å finne



sammenhenger mellom effekter og utslippenes egenart og for å kunne gi råd og veiledning i forbindelse med avløpsdisponering. I tillegg kommer vårt arbeide med gamle nedlagte gruvers forurensingsproblemer.

Men denne kunnskapen er i det alt vesentligste knyttet til våre breddegrader og under våre klimatiske og hydrologiske forhold og omkring en gruveindustri som også er mindre variert enn den vi finner i den 3. verden.

Noe kompetanse ble i 1990 hentet inn fra Afrika og da særlig fra Zimbabwe (Aanes, 1990). Men det var behov for å supplere nåværende kunnskap dersom vi skulle bli/være et nasjonalt kompetansesenter når det gjelder bistandsrelevant miljøkompetanse på dette fagområdet (gruveindustri - tungmetall-forurensning m.m.) i arbeidet med en bærekraftig forvaltning av slike naturressurser og vannforekomster i den 3. verden.

## **7. Problem dokumentasjon:**

Det er et voksende behov for denne type kompetanse både i vårt nasjonale bistandsarbeide og generelt i de bistandsland hvor det satses på gruveindustri. Noe som sterkt understrekes av Nriagu (1990), en av verdens fremste forskere på miljøeffekter av tungmetallforurensning, og fra Worldwatch (Paper 109: Mining the Earth).

I vår industrialiserte verden er behovet for gruveindustriens produkter voksende - flere viktige kilder i "vår" del av verden er ved å tømmes og vi ser en økt satsing på gruveindustri i flere av landene i den 3. verden. Og dette gjelder hele spekteret av ulike metaller og mineraler. Gruveindustrien er eksportrettet og gir disse landene hårdt tiltrengt utenlandsk valuta og sysselsetting, men samtidig vet vi at dette er en aktivitet som fort kan gi svært uheldige og langvarige virkninger for andre brukere og viktige brukerinteresser av vannressursene som i tillegg ofte er en mangelvare i disse landene.

Slike effekter kan være at plante- og dyrelivet i og langs resipientene påvirkes og utarmes, fiske av viktige matfisker kan avta/forsvinne - eller fisken blir (burde være) uegnet som menneskemat p.g.a. tungmetallinnhold (Hg, Cd, Pb o.l.) eller tar smak som gjør at den ikke lenger kan/vil spises. Men enda mer alvorlig er det at vannforekomstene kan ødelegges som drikkevannskilde for mennesker og dyr i lang tid - og vannet kan bli uegnet som vanningsvann til jordbruk (bl.a. p.g.a. tungmetallinnhold). Likeledes kan grunnvannet påvirkes og ødelegges for lang tid. Mulighetene for å drive akvakulturvirksomhet kan påvirkes negativt og videre kan kvaliteten på produktene fra oppdrettsnæringen og fra jordbruket reduseres - ulike sykdommer kan oppstå hos mennesker og dyr som bruker slike vannkilder.

## **8. UD - engasjement på gruvesiden i Afrika**

Det Kongelige Utenriksdepartement har i løpet av de siste 10 årene gitt midler, henholdsvis i 1980, 1985 og i 1990, for å oppdatere og utvikle kompetansen hos gruvegeologer/ingeniører fra nær alle afrikanske land. UNESCO har stått for organiseringen av disse kursene som fullt ut er betalt av Norge. Hensikten med disse 10-ukers kursene har vært å øke de respektive landenes evne til økt satsing på gruvesektoren.

Under forberedelsene til kurset i 1990 ble det fra UD's side påpekt betydningen av å få med en seksjon som hadde med ulike miljøeffekter av gruveindustri.

Miljøproblemer ved gruveaktivitet ble derfor for første gang en del av dette 3. kurset ("Third UNESCO Regional Training Course in Mining Geology, Zimbabwe: 16.7. til 21.9.1990) etter påtrykk fra norsk side. Ansvar for denne delen av kurset ble gitt til NIVA og ble ledet og utført av K. J. Aanes.

Inntrykket fra tiden i Zimbabwe var at deltagerne viste stor interesse for denne delen av kurset. Det ble fra flere studenter og lærere understreket at dette hadde vært et savn i deres tidligere utdanning. Miljødelen ble av mange påpekt som et av de viktigste temaene som ble tatt opp på dette omfattende kurset.

På kurset fikk de et overblikk over gruveindustriens miljøproblemer - årsakene til disse, mulige tiltak og miljøets store sårbarhet for denne type forurensning. Videre ble det påpekt betydningen av å vurdere mulige konflikter mellom gruveindustrien og ulike brukerinteresser i dag og i fremtiden (Aanes 1990).

Det er viktig i vårt bistandsarbeide at vi selv har god kompetanse om denne voksende industrigrenens mulige uheldige sideeffekter både direkte og indirekte på resultatene av det bistandsarbeide som vi i dag utfører og initierer.

## **9. Studiereise : Kort orientering**

Med bakgrunn i den kompetanse som ble hentet inn i 1990 fra Zimbabwe og Zambia ble det gjennomført en studiereise i 1992 til Tanzania, Zimbabwe og Namibia. Gjennom en rekke møter med ressurs og nøkkelpersoner ved Universitet og forsknings institutter, myndigheter og gruveselskaper kombinert med turer ut i felten for å befare ulike gruver og kommende gruveprosjekter ble det samlet inn ny kompetanse omkring gruveindustrien i disse tre landene, og de miljøkonflikter (særlig med hensyn på ferskvannsressursene) som denne industrigrenen fører med seg på kort og lang sikt.

Feltturer ble gjennomført i :

Tanzania : Studietur til en mindre underjordisk kullgruve og for å få innsikt i småskala gruvedrift etter gull hvor kvikksølv brukes for utvinning av gullet.

Zimbabwe : Besøkte noen potensielle nye gruveprosjekter - gamle gruver - diskuterte egnede miljøtiltak - samarbeidsprosjekter. Befarte industriområder for produksjon av råstoffer og industrikjemikalier fra landets gruveindustri og så på miljøforhold (indre og ytre miljø).

Namibia : Gruvedrift på uranmalm. Gammel gruveindustri. Videreforedling av konsentrater/malmer.

## **10. Sammendrag og resultater :**

Studieturen var meget nyttig for å bygge videre på den miljørelaterte kompetanse som i dag finnes på NIVA om denne industrigrenen i den 3. verden. Det er samlet mye ny kunnskap om gruveindustri og om de ferskvannsrelaterte problemer som denne industrigrenen skaper eller kan skape i denne delen av Afrika. Vi har fått et bilde av den kompetanse som finnes om dette problemet i dag og om den forståelse som finnes om alvoret i de konsekvensene dette får eller kan få for morgendagens bruk av ferskvannsressursene - ressurser som i dag allerede her er en betydelig mangelvare for vekst og utvikling.

## **Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3530-96.

ISBN 82-577-3076-9