

Malmö Högskola
Teknik och samhälle
Examensarbete C- uppsats, 10 poäng

2002-05-25

Författare: Maria Dellgren
Handledare: Lars Berggren



Falu koppargruva

Miljöförbättrande projekt



Sammandrag

I Falu koppargruva har man brutit bl a koppar i ca 1000 år. Hur mycket av olika ämnen har släppts ut till vattnet och hur mår de intilliggande sjöarna Tisken och Runn idag? Projekt "Falu Gruva" är ett av de projekt som finns för att åtgärda skadorna som metallhaltigt gruvvatten har orsakat. Till största del är det kommunala rapporter som sammanfattar projektens syften och resultat. Resultaten påvisar stora utsläpp av järn, zink, koppar och bly till de lokala vattendragen. Detta har resulterat i en påtaglig miljoförsämring av främst Tisken som idag har en total avsaknad av fisk. En del projekt är fortfarande aktiva för att än en gång skapa liv i Tisken.

Falu coppermine- projects for environmental improvement

Abstract

In Falu copper mine copper has been mined for about a 1000 years. How much of different substances has been emissioned to the water and how are the nearby lakes Tisken and Runn doing today? Project "Falu Gruva" is one of the existing projects to remedy the damage caused by metal contaminated water. Mostly it is municipal reports that summarice the projects objects and results. The results show large emissions of iron, zinc, copper and lead to the local watercourses. This has resulted in a distinct environmental deterioration of foremost Tisken which of today totaly lacks fish. Some projects are still active to once again bring back life to Tisken.

Innehållsförteckning	s
Förord	5
Inledning	5
- Syfte	6
- Frågeställning	6
- Material	7
- Avgränsning	7
Disposition	7
Teori	7-9
- Vad är vetenskap	9-10
- Objektiv vetenskap	10-11
- Moraliska aspekter	11-12
Metod	12
- Empiri	12-14
- Undersökning metoder	14-15
Historik	15-16
- Äldre kopparbrytning	16-17
- Metoder för kopparframställning	17
- Tidiga observationer	17-18
- Organisation	18
- Produktion	19-21
- Gruvnäringens försörjning	21-22
- Historiens spår	22-23
- Avfall	23-25
Svaveldioxid, SO₂	25-26
Sediment som miljöarkiv	26-27
Sammanfattning av tidigare utförda undersökningar av sjöarna Tisken och	
Runn	27
- 1937-åldersbestämning av Tiskens bottensediment	27
- Metallhalterna i Tiskens Och Runns bottensediment	27-28
- Tidigare utfyllnader och muddringar- bl a	28-29

Tiskenparkeringen 1971	
- Fina Fisken	29
- Projekt Falu Gruva	29-31
- Dalälvsdelegationen	31-32
- Slussens båthamn-metallundersökningar 1992	32
- Dalälvens vattenvårdsförenings recipientundersökningar	32-33
- Kompletterande undersökning av Tiskens botten m m 1992	33-35
- Scandiaconsults utredning 1994 angående deponiplats	35-36
- Lägesrapport 1996	36-37
- Förslag till utformning av Tiskenområdet 1997	37
- Faluån-Tisken MH 1997: 3	37-38
Nutid och Framtid	38-40
Sammanfattning	41-42
Diskussion	43-45
Referenser	46-47
Bilaga	48

Förord

Min vän Julia kontaktade mig i början av januari angående en undersökning som hon hade läst i Falukuriren. Hon gav mig idén att skriva om Falu koppargruva.

Denna undersökning har gjorts av Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå Universitet, Uppsala Universitet och Kungliga Tekniska Högskolan, och handlar om svaveldioxidutsläpp under en längre tidsperiod. Genom att kopparhanteringen kom under statlig kontroll från och med 1200-talet finns det väl bevarade dokument som har gjort det möjligt för forskare att räkna ut hur mycket svaveldioxid som släppts ut under denna process från 1200-talet och framåt (Ambio 2001)

Ovannämnd orsak gjorde mig intresserad av att se närmre på vad för slags undersökningar man har gjort för att bestämma eventuell skada naturen i Falun har tagit genom åren av gruvverksamheten. Ytterligare orsak till att jag valde att skriva om Falu koppargruva är mitt intresse för historia. Jag känner att det är viktigt att bevara och forska kring händelser så man skapar kunskap inför framtiden. Man kan också skapa kunskap i syftet att lära sig för att förhindra att misstag görs i framtiden. Exempelvis kan studier av svaveldioxidutsläppen från Falu koppargruva visa oss hur mark och miljö hanterar utsläpp som skett under lång tid då man inte var så medveten om svavlets negativa effekter på miljön. Sveriges Lantbruksuniversitet, Umeå Universitet, Uppsala Universitet och Kungliga Tekniska Högskolans undersökningar visar att koppargruvan under ett år på 1600-talet släppte ut lika mycket svavel som hela Sverige gör idag på ett år (Falukuriren 2001).

Jag har dessutom vid olika tillfällen varit i Falun och då har jag fått ta del av stadens historia. Det har skapat ett personligt intresse hos mig för staden i sig.

Jag vill främst tacka min vän Julia Ljungberg, min handledare Lars Berggren, Kristina Harsbo på Falu kommun och Johan Hjerpe på Falu Länsstyrelse men även Ingrid Niehl, Lisskulla Werkmäster och Elisabeth Hemström för deras ovärderliga hjälp i mitt arbete.

Inledning

Gruvverksamheten i Falun är en av Sveriges äldsta gruvor. Här bröt man främst koppar men även järn, silver och vitriol (se avsnittet produktion). Som ett resultat av en tusenårig verksamhet har miljön blivit påverkad. Avfallshögar finner man lite varstans i Falun, vissa även i centrala stan. Effekter som inte alltid är synliga som exempelvis metallurlakning i vattendragen undersöks av Faluns miljökontor och Länsstyrelse men även av olika inhyrda

konsultföretag. Det finns många rapporter och undersökningar som har producerats av dessa och jag har i min diskussion försökt sammanfatta dem och titta närmare på brister och områden man kan förbättra.

Syfte

Syftet med uppsatsen är att undersöka vilka projekt som har gjorts av Kommunen och vilka projekt som är aktiva idag för att kontrollera och begränsa skador som har uppkommit av gruvverksamheten vid Falu koppargruva sedan den startade. Jag kommer att titta närmare på två sjöar, Tisken och Runn varav den förstnämnda sjön ligger i anslutning till gruvområdet och Tisken är också den sjö som har blivit mest påverkad.

Frågeställning

Min frågeställning är att se närmare på hur mycket av olika ämnen som släppts ut, främst i vattnet t ex läns-pumpningsvattnet (gruvvatten) samt att se närmare på om, och i så fall hur dessa utsläpp har påverkat de lokala sjöarna i Falun. Har det skett någon nämnvärd försämring? Kan man i så fall härleda detta till gruvverksamheten? Var man medveten om t ex kopparresternas negativa effekter på miljön förr, finns det några tidiga miljöobservationer? Vad görs idag, vilka projekt finns idag och hur ser framtiden ut?

Material

I uppsatsen har jag använt mig av litteratur och Internet. Rapporterna är till störst del Falu kommuns rapporter. För övrigt har jag använt mig av rapporter från Naturvårdsverket och Statens Geotekniska Institut.

Redan när man bestämmer sig för att använda sig av ett visst material har man gjort ett urval. När man använder sig av befintligt material, s k sekundärdata, uppstår problemet med att någon redan har gjort ett urval. Den personen har bestämt sig för att forska i en viss fråga och denne har valt ett visst tillvägagångssätt och litteratur. När jag sen återger dessa resultat, återger jag resultat som redan har varit genom en urvalsprocess och kan därigenom inte vara helt objektiv. Man kan i mitt fall även fråga sig vad som gett upphov till rapporterna överhuvudtaget. Man kan kanske finna en orsak i, som jag kommer att behandla i teoriavsnittet, att om ett problem blir uppmärksammat av sin omgivning uppstår ett intresse att undanröja detta.

Jag är medveten om att rapporterna har blivit beställda av någon d v s att någon har uttryckt en önskan att man ska titta närmre på ett problem som orsakar uppmärksamheten, och att det finns en värdering i dem. Rapporterna tar upp något som uppdragsgivaren, Faluns Kommun anser är viktigt, och problemen som inte uppmärksammas försvinner inte eller upphör att existera. De anses bara inte vara viktiga nog.

Hade inte någon ansett att problemen med efterdyningarna av gruvbrytningen var viktigt, hade detta inte heller ansetts vara ett problem.

Jag väljer att återge Falu Kommun värderingar som säger att gruvbrytningen har orsakat problem och vad man gör idag för att undanröja det.

Avgränsning

Jag har valt att koncentrera mig på miljöeffekterna på två lokala vattendrag, Tisken och Runn. Jag har således valt bort alla eventuella effekter som gruvbrytningen kan ha haft på människorna i sin omgivning. Inte heller har jag sett till miljön som helhet utan jag har till störst del tagit upp problemen med de två ovannämnda sjöarna. Jag nämnder dock att problem finns i jorden såväl som luften, men dessa behandlas inte lika utförligt. Ett av mina tidigare mål med uppsatsen var att hitta dokumenterade bevis från förr hur miljön såg ut, om den redan var påverkad då. Men detta visade sig vara svårare än jag först trott, så förutom vissa gamla välkända observationer om miljön, har detta området inte fått så stort utrymme. Jag har fått korta ner avsnittet om själva brytningen, hur den gick till, för att kunna lägga tyngdpunkten på dagens projekt.

Disposition

Uppsatsen är indelad i fyra större avsnitt. I första delen ingår förord och inledning. I andra delen diskuterar jag teori och metod. Vidare har jag skrivit ett historikavsnitt som är långt och uttömmande och sen har jag tagit upp de olika projekt som finns. Jag avslutar med ett framtidsavsnitt och diskussionsavsnitt.

Teori

Koncessionsnämnden påbörjade behandling av utsläppen från Falu gruva på 1970-talet. Miljömedvetandet i samhället hade då varit på frammarsch sen 1960-talet. Vilka orsaker finns

att förklara det snabba genombrottet av miljömedvetenheten på 60-talet? Varför "vaknade" man på 60-talet?

Miljöproblem var ingen ny företeelse då miljömedvetenheten på 1960-talet höjdes. Företeelsen hade funnits länge men medvetenheten om att här fanns sammanhängande problem som inte utgjorde öar utan en helt ny kontinent var något som fick sitt genombrott vid den här tiden. Själva genombrottet har ofta satts i samband med boken "Tyst vår", skriven av Rachel Carson. Det stora gensvaret på boken tyder också på att marknaden var beredd. Det omedelbara gensvaret på hennes bok kan inte bara förstås som en reaktion av rädsla för vad som höll på att hända. "Tyst vår" gjorde att underströmmen i den västerländska uppfattningen om förhållandet mellan samhälle och natur blev synlig. (Carson, 1970)

Tidigare hade nyckelbegreppen varit framsteg och utvecklingstro. Målsättningen kan sammanfattas i det effektiva samhället, det tekniskt och administrativt välorganiserade. För västerlandets industriella utveckling har det synsättet varit gällande. Det har ofta legitimerat en ofta hänsynslös exploatering av naturen. De flesta politiker har tenderat att se miljöfrågorna som ett hot mot den ekonomiska utvecklingen och välfärdspolitiken. De tidiga naturvårdarna, ofta konservativa borgare, betraktades som en samling idealister. De ville bevara och skydda vissa områden mot näringen. De hade dock inga synpunkter på *hur* industrin drevs utan *var*. (Thelander, Lundgren 1989: 31-37)

Under 60-talet bröts den trend som hade varit härskande under hela industrisamhällets uppbyggnad som bestått i den konsekventa undervärderingen av miljöproblemens betydelse. Thelander och Lundgren (1989) för, i boken "Nedräkning pågår", argumenten att miljöproblemen tidigare inte var tillräckligt viktiga för att de skulle förtjäna någon uppmärksamhet. De ställer sig frågan om det kan bero på att samhällets kapacitet är begränsad. Att man helt enkelt inte hinner med att ta hänsyn till vissa problem. Man kan också se kapacitet i ekonomiska resurser. Samhället hade kanske inte råd. Maktförhållanden kan också spela in. Vem bestämmer? Under seklets tidiga decennier gällde det för befolkningen i Sverige att i första hand förbättra sin ekonomiska och politiska ställning. De flesta såg inget egenvärde i naturen, så länge de inte hade fått sina "deltagande-och fördelningsproblem" lösta. De ekonomiska förhållandena motverkade en bred folklig uppslutning bakom en miljöskydds rörelse. Eftersom detta var vad man prioriterade, en snabb industriell expansion var man tämligen obenägen att upptäcka, d v s erkänna miljöproblemen och vidta åtgärder mot dem. (Thelander, Lundgren 1989: 31-37)

Det satsades mycket i Sverige på miljövard efter 1965 för att miljöproblemen ansågs viktiga att bearbeta. Men man satsade pengar för att man hade råd att göra det. Nationalekonomerna anser ofta att en god miljö är en lyxvara, vilket innebär att efterfrågan på den stiger proportionerligt med inkomsten. Ju högre materiell standard i ett samhälle, desto högre kan man förvänta sig att invånarna värderar miljö kvalitet jämfört med materiella nyttigheter. Då skapas paradoxen att samma välstånd som ger upphov till problemen också är en förutsättning för att lösa dem. Begränsade resurser i samhället tycks hänga ihop med en låg förväntan på att göra något åt problemen. Ökade resurser i samhället medför emellertid inte automatiskt att förväntningarna på miljöområdet stiger. Värderingar och preferenser är inte något givet, de lärs in. Det snabba opinionsgenombrottet på 60-talet kan förklaras med att samhället hade en överkapacitet på miljöområdet medan förväntningarna var begränsade. I det gapet skedde genombrottet. Sedan rusade förväntningarna i höjden. Tidigare fanns det inget speciellt opinionstryck som kunde förmå politikerna att ta upp miljöfrågor. Det fanns inte heller ett samlande begrepp för företeelsen. När väl politikerna väl tog upp miljöfrågor gjorde alla politiker och partier det eftersom det fanns fördelar att skaffa för dem som följde opinionen (Thelander, Lundgren 1989: 31-37).

Man kan fråga sig om det var så att miljösituationen verkligen hade försämrats eller var det kunskaperna om densamma som hade förbättrats? Kanske hade miljöproblemen fått ett så hotfullt utseende att man inte längre kunde negligera dem? Min hypotes är att ekonomin har haft stor betydelse i händelseförloppet. Till att börja med hade nog inte så mycket gjorts på miljöområdet utan att det fanns en folklig medvetenhet. Man hade börjat uppmärksamma att sjöarna var igenväxta och att det inte fanns så mycket fisk i sjöarna. Detta påverkade människornas vardagliga liv och de estetiska värdena blev mindre tilltalande. Detta tillsammans med att de ekonomiska medlen fanns startade undersökningar som syftade till att se närmare hur miljön egentligen såg ut och vad man kunde göra.

Vad är vetenskap?

Jag gör anspråk på att kalla min uppsats för vetenskaplig. Mitt synsätt, perspektiv och min attityd till uppsatsen ligger till grunden för detta påstående. Jag för en saklig argumentation som är lätt för läsaren att följa och det är även lätt för läsaren att följa mina källhänvisningar. Jag har gjort en avgränsning i uppsatsen och har systematiskt sökt efter bakgrundsmaterial. Då jag förhåller mig vetenskapligt till materialet nyttjar jag också ett kritiskt tänkande.

För att veta vad som är vetenskap måste man fastställa vad som inte är vetenskap. Allt som har med att tycka, uppleva och känna är ovetenskap och sakfrågor, objektiv verklighet och åsikter är vetenskap (Molander 1992: 23). Sen kan jag personligen tycka att det kan vara svårt att finna en objektiv verklighet eftersom verkligheten är en subjektiv upplevelse. Ovetenskapens främsta kännetecken är att slutsatserna är givna på förhand, att metoderna inte tillåter en oberoende kontroll och att kritiken till teserna grundar sig på ideologi. Inom ovetenskapen styr personrelationer (Agrell 1996:19).

”Vetenskapen är offentlig, den beskriver, konstaterar och förklarar. Utanför det vetenskapliga hamnar nog också sunt förnuft, allmänmänniska insikter och traditionella trosföreställningar; och i direkt motsats hamnar allt ”ovetenskapligt” som vanliga fördomar och mystiska och religiösa insikter allt det som stödjer sig på det ”övernaturliga”, det rent personliga upplevandet eller ideologier av ett eller annat slag” (Agrell 1996: 24). ”Vetenskap kan definieras som en social aktivitet, varigenom ständigt nya fakta tas fram” (Agrell 1996:34).

Wilhelm Agrell anser att det finns mycket kunskap, men eftersom man inte har ett system, syfte eller frågor är det inte heller vetenskap. Vetenskap handlar alltså om systematiskt kunskapssökande. Man måste använda sig av genomtänkta och prövningsbara metoder i syftet att analysera ett objekt. Man ska lära känna det, förstå det och kunna sätta det i ett sammanhang. Den är en kombination av systematik, metod och syfte som utgör ett vetenskapligt förhållningssätt. Man måste också kunna dra verifierbara och generella slutsatser genom att använda sig av källkritik (Agrell 1996: 14-15). En aspekt av vetenskaplighet kan sägas vara en viss attityd till eller ett visst förhållningssätt till verkligheten (Molander 1992: 26). Orden vetenskapligt och ovetenskapligt är värdeladdade och väcker många känslor. Att kalla något för ovetenskapligt, när syftet är att det ämnar vara vetenskapligt, är att nervärdera det (Molander 1992: 24-25).

Vetenskapens grundidé handlar om fritt och kritiskt tänkande. Man ifrågasätter åsikter och teorier som tidigare forskare och vetenskapsmän kommit fram till (Agrell 1996: 30). Vetenskapen knyts allt som oftast samman med naturvetenskap då naturvetenskapen använder sig av beprövade metoder vars resultat är kontrollerbara (Agrell 1996: 15).

Objektiv vetenskap

I detta avsnitt skriver jag lite kring av vad objektiv vetenskap är. Det är viktigt att eftersträva objektivitet, men ibland kan det vara svårt att uppnå även om man försöker. Varje

vetenskapsman eller kvinna har olika förutsättningar och ibland kan man gå in i ett forskningsprojekt som man redan har stora kunskaper om. En sådan sak kan t ex färga urvalet du gör och slutsatserna du sen drar. Det finns dessutom inga självklara regler hur man ska göra för att vara objektiv, jag anser inte att man någonsin kan vara objektiv fullt ut. Vi är människor med subjektiva uppfattningar som påverkar oss och vårt handlande. Därför anser jag att det är viktigt att skilja på begreppen vetenskap och objektiv vetenskap, den distinktion är dock inte självklar för alla. Om sen objektiv vetenskap är den absoluta sanningen känner jag inte att jag kan svara på, mer jag anser det är så nära sanningen som man kan komma. Som en avslutande kommentar kan jag säga att, vad som är sanning och objektivitet, kan ingen avgöra.

Vetenskapliga undersökningar bör dock vara objektiva. Molander skriver att vetenskapligt och objektivt är i vissa sammanhang ungefär samma sak. Förhållandet mellan forskare och studieobjekt kan vara problematiskt då studieobjektet inte uppför sig "normalt" när detta observeras. Att vara objektiv innebär att vara sakligt korrekt, opartisk och inte missvisande. Man ska inte heller ha blivit påverkad av ovetenskapliga åsikter och värderingar.

För att kunna uppfylla kravet på objektivitet ska alla kunna bedöma en hypotes riktighet.

Molander hävdar att det är svårt att vara objektiv då ovannämnda krav redan stupar i teoriavsnittet. Molander menar då att man egentligen endast kan ställa krav på att vetenskapliga resultat framförs med stöd och argumentation på ett begripligt sätt. Man kan kanske även vara objektiv i sättet man framställer och producerar fakta. Man får inte hänvisa till privata insikter. Utomvetenskapliga förutsättningar är omöjligt att avgränsa generellt. Molander menar att om man strävar efter att göra vetenskapliga resultat objektiva i förhållande till subjektet, kan det endast hävdas när man behandlar de delar av verkligheten som inte har någon innebörd för oss eftersom annars är det svårt att förhålla sig objektivt (Molander 1992: 249-251).

Moraliska aspekter

"Som allmänna principer för forskningen inom högskolan ska gälla att forskningsproblem får fritt väljas och formuleras, att forskningsmetoder får fritt utvecklas samt att forskningsresultat får fritt publiceras" (Molander 1992: 264-267)

Det betyder att andra inte får diktera forskningen. Det finns dock människor som är inblandade i verksamheten, bland andra forskningsanslagsnämnder. Förutom ovan nämnda krav på en forskare, har han även etiska ansvar. Om en verksamhet till exempel innebär risk för miljön och levande varelser har forskaren ett moralsikt ansvar. Även om inga direkta skador sker på miljön så sker ändå ett ingrepp, d v s då forskaren använder sig av naturtillgångar. Dessa ”kostnader” finns inte alltid i någon ekonomisk kalkyl. Hur jämför man fördelarna med nackdelarna? Andra exempel på verksamheter med moraliska svårigheter kan vara militär forskning (Molander 1992: 264-267).

I min undersökning har jag inte lyckas hitta sätt som jag kan agera omoraliskt i min undersökning. Jag menar, för att undgå att agera omoraliskt anser jag att man bör tänka igenom olika tänkbara händelser och leta efter situationer som kan inneha ett visst moraliskt ansvar, och sen göra vad man kan för att undvika dem. Men diskussionen anser jag är viktig att föra, även om man inte ser några uppenbara situationer som jag själv kan ha praktisk nytta av den. Jag har förhållit mig professionellt till mitt material och jag har återgett resultaten, enligt mig på ett korrekt sätt utan att på något sätt ha försökt förvränga resultaten i syftet att passa någon eventuell intressent.

Metod

I ett första steg i min vandring mot en färdig uppsats tog jag kontakt med Stefan Lövgren vid Uppsala Universitet som har varit delaktig i skapandet av tidigare nämnda undersökning om svavelutsläppen genom tiderna i Falu Kommun. Han hänvisade mig sedan vidare till Länsstyrelsen, Kommunen, Stadsbiblioteket, Museet i Falun och till Stora Ensos centralarkiv strax utanför Falun. Vidare tog jag kontakt med de miljöansvariga på både Falu Kommunen och Falu Länsstyrelsen (Kristina Harsbo och Johan Hjerpe) och andra personer på de övriga ställena. De hjälpte mig med material och jag har haft mest hjälp av Kommunen och Länsstyrelsen.

”Metod är den hantverksmässiga sidan av den vetenskapliga verksamheten” det vill säga metod är de instrument som man använder för att samla in information. Den typen av information man samlar in kallas data; ”det som är givet”. Och de data vi samlat in kallas för empiri. Metod är dock mer än bara undersökningstekniker. Det är läran om hur man samlar in, bearbetar, analyserar och tolkar på ett systematiskt sätt. Metod är ett hjälpmedel, inget mål i sig (Halvorsen 2000: 13).

Empiri

En forskningsskiss ger riktlinjer om hur man ska gå från teori till praktik i sitt forskningsarbete. Till sin hjälp kan man då utarbeta en forskningsdesign. Man går igenom vilken typ av information man ska samla in data om och även vilken datainsamlingsmetod man ska använda (Kane 1985). Forskningsdesignen omfattar inte bara de tekniska tillvägagångssätten som man använder för att samla in data, exempelvis att man använder frågeformulär som datainsamlingsmetod. Forskningsdesignen innefattar även andra val som är viktiga för forskningsarbetets fortsatta förlopp. Man måste göra en avvägning mellan vad som är önskvärt och vad som är praktiskt genomförbart. Här är några av de viktigaste elementen i en forskningsuppläggning som jag kommer att använda mig av:

- Tidsfaktorn; Man kan göra en statistisk studie där data täcker en tidpunkt eller dynamiska studier där man har data från många olika tidpunkter så man kan få underlag till en förståelse av förändring och av processer. Här kommer jag till stor del att använda mig av dynamiska studier.
- Datakälla; Det finns två typer av data; primärdata och sekundärdata. Primärdata är nya data som forskaren själv samlar in genom att använda sig av en eller flera datainsamlingsmetoder. Sekundärdata är informationer som redan föreligger i en eller annan form och som är mer eller mindre tillgängliga (Halvorsen 2000: 72). Jag ämnar basera min studie på sekundärdata då mitt syfte med uppsatsen är att referera till de olika projekt som finns och återge forskningsresultat. Jag ska inte gå genom någon slags tolkningsprocess av materialet och då är sekundärdata fullt tillräckligt. Det finns olika typer av sekundärdata:
 - Processdata; uppstår i samband med löpande aktiviteter i samhället som till exempel tidningsartiklar.
 - Bokföringsdata; exempelvis offentliga register som straffregister.
 - Forskningsdata; data insamlade av andra forskare.. (Høivik 1974).

Jag kommer att använda mig av alla tre typerna av data då jag dels kommer att luta mig mot tidigare data och tidigare forskning men även mot nyttillkommen forskning. Man kan använda sig av forskningsdata insamlad av andra forskare på två sätt;

- Man kan överta en annan forskares material som exempelvis datamatriser för att göra bearbetningar och analyser.
- Man använder sig av befintliga forskningsrapporter i syfte att sammanfatta rådande forskning och/eller att integrera den utifrån ett eget

perspektiv/angreppssätt. Man ska då värdera relevans, pålitlighet och representativitet (Cooper 1984).

Jag kommer till stor del att använda mig av den första metoden. Jag kommer att värdera pålitlighet som ingår i andra metoden, då jag kommer att använda mig av rapporter till stor del. Jag gör dock inga direkta analyser av en tidigare forskares material, men jag gör en viss bearbetning. Men främst kommer jag att sammanfatta rådande forskning och återge slutsatserna

- Datainsamlingsmetod; observationer, intervju, källgranskning eller en kombination av dessa.
- Typ av forskningsintresse; Man kan ha ett rent teoretiskt intresse men ofta har de flesta undersökningarna en kombination av teoretiskt och empiriskt intresse. Annars kan man ha ett aktionsinriktat projekt där man vill förändra empirin.

Jag kommer att använda mig av tidsföljdsstudier. Det är undersökningar som vanligtvis använder data som insamlats av andra. En sådan undersökning förutsätter att man har data om samma fenomen vid olika tidpunkter (Halvorsen 2000: 62-64). Här ska jag också använda mig av offentlig statistik. Det finns dock alltid problem när man använder material som man själv inte anskaffat. Exempelvis kan offentlig statistik som gjorts i andra syften kanske inte passa sina egna forskningsmässiga problemställningar. Det innebär att relevansen kan vara låg. Syftet med insamlingen och bearbetningen av bokföringsdata är oftast av administrativ eller förvaltningsmässig art. Ytterligare svårigheter är att forskaren inte känner till hur datainsamlingen har skett, vilket gör att man inte kan säga något om hur representativa dessa data är. Den forskare som står för materialansamlingen har gjort ett urval av material som grundar sig på dennes intressen, så en värdering i materialet har redan gjorts. Problem kan också uppstå då offentlig statistik ofta befinner sig på annan nivå än vad som är relevant utifrån forskarens problemställning. Fördelen med att använda offentlig statistik är att den redan finns, att man kan få data från perioder långt tillbaka i tiden något som gör det möjligt att studera ett fenomen över en längre tidsperiod (Halvorsen 2000: 76-77).

Man skulle kunna säga att jag kommer att använda mig av framtidsstudier. Genom att titta på det som görs idag kan man dra slutsatsen, vad resultatet blir i framtiden. Genom att åtgärda Tiskens igenväxtning med en viss metod kan man använda den kunskapen i framtiden. Man kan dra lärdom om hur marken i Falun har hanterat utsläppen och använda den vid andra liknande situationer.

Undersökningsmetoder

Frågan om man ska använda sig av en kvantitativ undersökningsmetod eller en kvalitativ undersökningsmetod avgörs av följande förhållanden;

- Problemställningen; principiellt ska man inte välja datainsamlingsmetoder förrän problemställningen utformats som en forskningsskiss.
- Undersökningens syfte; En enhetlig förståelse kräver en intensiv strategi med få undersökningenheter och många variabler medan ett generaliserande syfte kräver en extensiv strategi med många undersökningenheter och få variabler (Halvorsen 2000: 79-81).
- Egna förutsättningar och resurser; förutom tillvägagångssätt, problemställning och syfte är det också viktigt att se till att forskaren behärskar metoden. Att den inte är för tidskrävande eller resurskrävande (personligt eller ekonomiskt) (Halvorsen 2000: 79-81).
- Forskarens förhållande till de källorna; När det gäller primärdata kan källan vara respondenter (människor som ger information) eller (Halvorsen 2000, Holme & Solvang 1991) dokument, men det kan också vara föremål eller andra spår av mänskligt beteende.
- Tillvägagångssättet; skiljelinjen går mellan ett induktivt och ett hypotetiskt- deduktivt tillvägagångssätt (eller logiskt-deduktivt tillvägagångssätt).

Det induktiva sättet att man närmar sig en verklighet, som man inte har några större kunskaper om, utan klara hypoteser, någorlunda förutsättningslöst och med en vag och ganska oprecis problemställning. Man utvecklar begrepp om ett fenomen och skapar sig en helhetsförståelse av alla aspekter hos fenomenet. Man låser sig inte på förhand till en bestämd datainsamlingsmetod. Det hypotetiskt-deduktiva tillvägagångssättet syftar till att bedöma hållbarheten i vissa teorier genom hypotesprövning. Man har en precis problemformulering. Ett induktivt tillvägagångssätt förknippas vanligen med kvalitativa metoder, medan det hypotetiskt- deduktiva oftast associeras med kvantitativa metoder. (Eneroth 1984) Jag anser att jag till största del har en induktiv utgångspunkt då jag sedan tidigare inte har stora kunskaper och klara hypoteser. Denna metod kommer jag dock att kombinera med en kvantitativ metod. En metod är kvantitativ om datan är mätbar, det vill säga om den kan uttryckas i siffror och tal eller andra mängdtermer så kallade hårddata (Halvorsen 2000: 78).

Historik

Det berättas från forna tider om en finne, som bodde vid sjön Tisken. Han ägde en bock vid namn Kåre. En dag kom bocken hem från betet i skogen med hornen rödfärgade. Vallhjonet förklarade att Kåre hade skrubbat sig mot marken på ett ställe, där jorden var röd. Finnen gick ut i skogen för att undersöka saken och finn stället. När han sen grävde där träffade han på kopparhaltig malm.

Så berättar en av de många sägnerna om upptäckten av det stora kopparberget eller Falu gruva som man också kallar det. Hur fyndet gjordes i verkligheten är det ingen som vet, inte heller när det gjordes. Mycket tyder på att det var för ungefär 800 år sen (Falu kopparverk 1954: 3). Men flera analyser tyder på att verksamheten började mycket tidigare (Falu kommun b 1998: 5). 1288 nämndes Falu koppargruva för första gången i en skriftlig källa. På den tiden var trakten en ödemark som troligen användes som allmänning av bönderna på slätten vid våra dagars Stora Tuna. Man tror alltså att det var folk därifrån som fann malmen och började bryta den (Falu kopparverk 1954: 3).

Genom så kallade hyttebruk (se avsnittet metoder kopparframställningen) utvanns framförallt råkoppar. Bergsbruket är också det enda i landet, där man har skriftliga belägg på en organiserad gruvbrytning under 1200-talet. Enligt skrivna källor kommer dämäst i tid gruvdriften i Garpenbergs Odalfält samt malmfyndigheterna inom Bersbo-området. De senare antas ha varit bearbetade före digerdöden (mitten av 1300- talet) (Quarfort 1980: 2-3).

Äldre kopparbrytning

Uppgifter säger inget om när vi i Sverige började utnyttja de inhemska kopparfyndigheterna. Framställningen av koppar ur malm är belagd under fjärde årtusendet f.kr, i främre Orienten. I Bulgarien finns gjutformar för framställning av kopparredskap, vilka daterats till 3000 f. Kr. I Italien pågick kopparhanteringen under 3000-2500 talet f. Kr. Till ungefär samma tid dateras också hanteringen i Spanien. Spridningen över Europa gick sedan snabbt vilket fynd från Holland år 2000 f. Kr vittnar om. Till Skandinavien tycks emellertid kopparmetallurgin kommit relativt sent. Någon mer omfattande metallproduktion tycks inte ha förekommit före 1400 f. Kr. Quarfort skriver att trots kännedom om kopparhanteringen i Europa före Kristi födelse, har man i Sverige inte hittat säkra belägg för att kopparbrytning och hantering skedde före 1000-talet i Sverige. Kopparhanteringen representerar i Sverige en relativt omfattande brytnings- och förädlingskoncentration. Detta beror på att kopparfyndigheterna i motsats till järnet är koncentrerade till ett fåtal områden. Resultatet av den långvariga bergshanteringen

inom ett begränsat område har orsakat förekomsten av stora mängder gruv- och slaggrub (se avsnittet avfall). Dessa upplag överlagrar troligtvis resterna av den tidiga brytnings- och förädlingsverksamheten. Dessutom har stora varporna (se avsnittet avfall) använts som täkter för fyllnadsmaterial. Detta medför stora svårigheter att genomföra utgrävningar inom dessa områden. För att fastställa tiden för kopparhanterings början i Sverige måste man därför använda någon indirekt metod. Två exempel på indirekta metoder är att göra spektralanalytiska undersökningar (sammanfattande benämning på användningen av kvalitativ och kvantitativ kemisk analys) (Nationalencyklopedin 2002) av föremål härstammande från Falu gruva. Den andra metoden går ut på att göra sedimentkemiska analyser (se avsnittet sediment) av sjöars sediment (Quarfort 1980: 2-3).

Metoder för kopparframställning

Fram till i slutet av 1800- talet utvanns koppar ur malm genom en process i fyra steg med omväxlande rostning (oxidation) och smältning (reduktion). Den första rostningen då malmens innehåll av svavel ”gick upp i rök” skedde i anslutning till gruvan. Kopparframställningens andra steg var smältning i hyttor. Smältningen krävde en hög temperatur, vilket uppnåddes med hjälp av 2 blåsbälgar som växelvis blåste in luft i den koleldade härden. Vid smältningen spreds också metaller till omgivningen med röken, men inte alls i samma omfattning som vid den första rostningen (Falukommunen 1999: 4). Att stora mängder metaller avgick vid den äldre kopparhanteringen stöds av forskarna. De har studerat föroreningen av koppar i en borrad iskärna från Grönland, och en tydlig påverkan av kopparproduktionen främst under Romarriket på 900-talet syns. Även påverkan från tysk och svensk produktion under medeltiden är märkbar. Så mycket som 15 % av kopparn kunde avgå på ineffektiva smältningsprocesser. Från och med den industriella revolutionen effektiviserades kopparframställningen och i början av 1900-talet släpptes bara 1 % av kopparn ut (Falukommunen 1998: 8).

Hyttorna, som mest uppemot 150 st, låg koncentrerade till strömpartierna inom ett par mil från Falu koppargruva (Falukommunen 1999: 4).

Tidiga observationer

Roströken, vilken tidvis kunde kännas på flera mils avstånd, förmörkade staden och dödade all vegetationen. Det finns inget område i Sverige som under så lång tid påverkats av så stora

mängder försurande svavelnedfall som Falun. Roströken innehöll även "lättflyktiga" metaller såsom arsenik.

"Den resande, som är på väg till Falun, gripes redan på långt afstånd af förskräckelse då han ser den mörka och tjocka rök, som staden oupphörligt utsänder i sådan mängd, att den med förhållandena obekante tror sig komma till Cyelopernas håla än till en stad... när vestligt vind blåser, förmörkar denna rök staden till den grad, att skymningen råder midt på dagen och invånarna måste tända bloss för att kunna fullfölja sina sysslor" (Herminge 1980: 13).

Detta är en reseskildring år 1708 av J. F. Leopold. Linné skrev år 1734 att roströken medförde att marken var helt bar ¼ mil från Falun och ofta vitnade säden om vårtiden av roströken (Herminge 1980: 13). Redan på 1600-talet infördes förbud mot rostning av malmen utanför gruvområdet under sommarhalvåret för att skydda grödorna. Författaren, Herminge, frågar sig som detta inte hade kunnat vara Sveriges första miljölagstiftning. Men roströken ansågs även ge positiva effekter såsom att skydda Faluns invånare mot smittsamma sjukdomar som lungdot. En ledamot av den franska vetenskapsakademien som besökte Falun 1737 noterade också en annan effekt

Men ehuru roströken är obehaglig för invånarne, förskaffar den dem dock den fördelen, att de aldrig plågas av myggorna, som annars är odrägliga i övriga delarne av landet (Falu kommun c 1999: 3-4).

Från Lönnemössa i vika socken finns också en historisk tvist vid tinget om fiskeskador i en bäck skador som ansågs orsakade av slagg vid en av trakterna hyttor (Falu kommun c 1999: 3-4).

Organisation

I bergslagets arkiv i Falun finns bevarat ett privilegiebrev från 1347, utfärdat av kung Magnus Eriksson. Det innehåller detaljerade bestämmelser avsedda att reglera verksamheten vid kopparberget så att kronans intressen blev tillgodosedda.

Driften var uppdelad på ett flertal kopparhyttor, som hade sin andel i gruvan. Varje sådan enhet leddes av en mästerman eller bergsman, som kunde vara egenföretagare eller företrädare för någon utomstående intressent t ex kyrkan. Bergsmännen bildade tillsammans en organisation, ett bergsslag. Detta leddes av ett råd bestående av 14 bland bergsmännens valda rådmän. Två av dessa turades om att såsom bergsmästare vaka över driftens fortgång

och ordningens upprätthållande. Varje mästerman hade i sin tur sina anställda; bergshuggare i gruvan och smältare i hyttan. Dessutom fanns en tredje personalkategori; kolarna, men dessa var anställda av bergsslaget direkt eftersom bränsleförbrukningen var kollektivt ordnad (Falu kopparverk 1954: 5).

Produktion

Under 1300-talet var kopparproduktionen inte så stor, den beräknas ha uppgått till ca 70 ton om året. Vid slutet av 1400-talet hade emellertid brytningen ökat så avsevärt att produktionen av råkoppar kunde femdubblas. Under dessa goda år hade kopparberget blivit en av de viktigaste tillgångarna i landets ekonomiska liv. Kopparbergsmännen hade därigenom fått ett mycket stort inflytande, såväl i Dalarna som i den nationella politiken. Folket vid kopparberget kom också att spela en viktig roll i befrielsekampen mot det främmande inflytande som vid denna tid hotade att ödelägga Sverige som självständigt rike. De gav värdefullt stöd åt Engelbrekt och Sturarna. Perioden präglas dock av stora ras i gruvan som inträffade på 1400-talet och den intensiva brytningen. Det största raset i gruvans historia kallas "Stora Stöten" och inträffade 1687. Produktionen sjönk kraftigt och samtidigt började man utvinna andra produkter än koppar som silver, svavel, vitriol, guld men framförallt järn.

Mot slutet av 1500-talet fann man rika nya malmer vid kopparberget och lade grunden för gruvans storhetsperiod. Produktionen steg och 1650 nådde den sin toppunkt på 3067 ton råkoppar. Kopparberget var nu världens viktigaste kopparfyndighet och Sverige dominerade kopparhandeln. Kopparen exporterades mest till Amsterdam och därifrån vidare ut i Europa. Den användes till mynt, kanoner, skeppsplåt till krigsfartyg, brännsvinspannor och andra hushållskärl och till tak till slott och kyrkor. En betydande del av inkomsterna från kopparhandeln gick till den svenska kronan.

I mitten av 1600-talet var Falun en av landets största städer och var också Sveriges största, egentliga industristad. En omfattande järnhandel växte senare fram när kopparhanteringen gick tillbaka efter att den Stora stöten inträffade (Falu kopparverk 1954: 3- 26).

Totalt har i Falun brutits 30 000 000 ton malm som gett ca 350-400 000 ton koppar (Falu kommun d 1998: 3).

Falukoppargruvan utökade med tiden verksamhetsområden till att röra mer än bara malmbrytning. På 50-talet hade Verket åtta olika avdelningar, som alla innefattades av gruvan och dess verksamhet.

Kopparverket 1950- talet	
avdelningar	produkter
1 Falu Gruva	malm
2 Kross- och anrikningsverk	svavelkiss <i>lig</i>
	zink <i>slig</i>
	bly <i>slig</i>
	koppar <i>slig</i>
3 Rödfärgsverk	rödfärg
4 Svavelsyrefabrik	svavelsyra
	ackumulatorsyra
	oleum
5 Vitriolverk	kopparvitriol
	järn <i>vitriol</i>
6 Vanadinsyrefabrik	vanadinsyra
7 Ättikfabrik	ättiksyra
	acetaldehyd
	etylacetat
8 Hjälpavdelningar	
Byggnadsavdelning	
Körcentral	
Mekanisk verkstad	
Elektrisk verkstad	
Laboratorium	
Ritkontor	

(-*slig*: koncentrerad malmmineral) (källa: Falu kopparverk 1954: 15)

Kross- och anrikningsverket

Anrikning innebär att dels man avlägsnar gråbergsmaterial från malmen, vilken på så sätt blir ”rikare” d v s koncentrerad, dels att man skiljer olika malmmineral från varandra.

Rödfärgsverket

Slamjorden hämtas ur varpen (se avsnitt avfall). Slamjordens färgbärande del utgörs av guldbrun ockra som bildats genom långvarig inverkan av vatten och luft.

Svavelsyrefabriken

Svavelsyra har tillverkats i Falun sedan 1850-talet. Råvaran för svavelsyretillverkningen är anrikad svavelkis från Falu gruva. Kisen förbränns och rostar i stora ugnar och man får en gas

som innehåller svaveldioxid samt kisaska med hög järnhalt. Gasen omvandlas till svaveltrioxid och denna produkt blir genom en process svavelsyra.

Vitriolverket

Kopparvitriol framställs ur inköpt kopparaska, som är en biprodukt vid framställning av koppartråd, och svavelsyra. Kopparvitriol används bl a för framställning av träinpregneringsmedel och vid anrikning av malm.

Vanadinsyrefabriken

Man använder vanadinhaltig slagg från Domnarvets järnverk och det används främst vid tillverkning av specialiststål.

Ättikfabrik

Vid ättikfabriken tillverkas ättiksyra, acetaldehyd och etylacetat ur råvaran sprit från bergslagens cellulosafabriker. Etylacetat är ett lösningsmedel, ur acetaldehyden bildas ättiksyra som i sin tur kan användas till matättika (Falun kopparverk 1954: 3-26).

Gruvnärings försörjning

Gruvbrytningen, malmens rostning och smältning i hyttorna förbrukade enorma mängder ved och kol som transporterades till Faluområdet på ett vittförgrenat nät av sommar- och vintervägar. Redan på 1600-talet började timmer flottas från Västerdalsälven till Torsång för vidare bogsering över Runn till vedupplaget på Daglöstakten vid Tiskens västra strand. Uttaget av ved och kol ur skogarna kring Falun var mycket större än tillväxten varför skogen redan på 1600-talet var hårt skövad. Timret var slut och förbud mot kolning infördes inom en mil runt Falun, för att 1752 utökas till en och en halv mil. Storskaligt skogsjordbruk har knappast bedrivits i mer än en trädgeneration i Sverige, men runt Falun har minst fyra, fem trädgenerationer avverkats. Nedfallet av svavelsyra och metaller har i kombination med omfattande skogsavverkning påverkat både markens kemiska sammansättning och den biologiska mångfalden inom flera mil från Falun.

Falun var under en lång tidsperiod en av Sveriges största städer. Behovet av kött och spannmål var större än vad bergsmännen själva kunde producera på de oftast magra och steniga jordarna. Spannmål från Hälsingland och Mälardalen, fisk från Östersjökusten och oxkött från Syd- och Mellansverige– Faluns livsmedelsförsörjning krävde ett stort omland.

Men det var inte enbart mat till befolkningen som efterfrågades, det behövdes stora mängder hö till alla de hästar som fraktade ved och kol till Faluområdet. Hö är dessutom en produkt som inte kan transporteras längre sträckor. Jordbruket inriktades mot höproduktion varför växtodlingsföljder med växelvis odling av spannmål och hö på åkrarna infördes, det så kallade "kopparbergssättet". Avkastningen var mångdubbelt större än på de mest bördiga jordarna i Syd- och Mellansverige, där man höll fast vid ensidig spannmålsodling.

Jordbruket var en förutsättning för hela gruvnäringen och en integrerad del i bergsmännens verksamhet som beroende på årstidens förutsättningar omfattade kolning, malmtransport, hyttearbete, jordbruk, vedtransporter m m (Falun kommun e 1996: 6).

Historiens spår

Falun stad har sina rötter i den medeltida bebyggelse som växte upp vid ett vadställe över Faluån. Här ligger flera stora hyttor. Allt eftersom våtmarkerna kring Faluån utfylldes med slagg från Gruvbäckens och Faluåns hyttor, kröp Faluns bebyggelse allt närmare ån. Med tiden etablerades en handelsplats och en ny stadskärna vid Faluåns utflöde i Tisken i anslutning till kopparvägen där råkopparen från 1600-talets början lastades direkt på skutor för färden över Runn. Frånsett den slagg som finns i anslutning till de gamla hytteplatserna utanför Falun ligger allt avfall från gruvnäringen i anslutning till Falu stadskärna. Faluns topografiska läge i botten av en dalgång, har medfört att en stor del av gruvindustrins luftföroreningar fallit ner i själva stadskärnan. Falun har alltså i dubbel mening grundlagts på metaller. Regnvattnet i Falun passerar på sin väg ner till Faluån och Tisken genom det avfall som en tusenårig verksamhet efterlämnat. I markytan finns det mer diffusa nedfallet av luftföroreningar, olika typer av avfallshögar vittnar om det senaste århundradets olika gruvindustrier och på de tidigare sankområdena utefter Falun ligger ett flera meter tjockt lager med slagg. När regn- och grundvattnet rinner ut i Faluån är det både surt och metallrikt.

Tisken har alltsedan gruvbrytningens början fungerat som en sedimenteringsbassäng (se avsnitt sediment) där både slam och lösta metaller fällt ut och sjunkit till botten. Metallhalten i Tiskens övre skikt är nästan lika hög som i den malm, som bröts under 1800-talet i gruvan. Så sent som på 1940-talet hämtades rödfärgsråvaran från Tiskens botten. Men även i norra Runn och då i synnerhet i viken in mot Tisken har botten täckts av metallutfällningar. Tisken har sannolikt haft så surt och metallrikt vatten, att det inte funnits fisk eller strandväxter på flera århundraden. När gruvans läns-pumpningsvatten 1987 leddes till Främby reningsverk minskade metalltillförseln till Faluån med hälften och pH-värdet steg. Samtidigt renades

vissa utsläpp från svavelsyrafabriken. Nu invaderades Tisken av vattenväxter som på ett par år täckte hela sjövolymen. Samtidigt som pH- värdet steg, blev vattnet grumligt, eftersom det järn, som tidigare varit löst i vattnet nu fälldes ut (Falukommunen 1996: 7).

Flera studier har visat hur gruvdriften orsakat höga metallhalter i sjöarna Tisken och Runn. De sjöarna har påverkats direkt av gruvvattnet och lakvattnet (extraktion av beståndsdelar ur fast material genom kemisk reaktion) (Nationalencyklopedin 2002) (Falukommunen 1998: 8).

Avfall

Gruvbrytning med efterföljande hantering i anrikningsverket ger upphov till olika typer av avfall. Avfallet från nuvarande verksamhet kan delas in i gråbergsavfall, avfallssand och avfall från vattenrening. Äldre tiders gruvavfall benämns också som gruvvarp och slaggvarp. Det finns även andra avfallskällor som t ex kisbränder och sandmagasin.

Gråbergsavfall

Malm förekommer ofta som stråk inneslutna i berggrunden. För att komma åt malmen måste man bryta stora mängder berg. Det brutna berget omkring malmkroppen (malmfyndigheten) det så kallade gråberget kan ha en varierande halt av både metaller och andra ämnen, såsom svavel. Halterna är oftast högre ju närmare malmkroppen det legat. Gråbergsavfallet finns i upplag i anslutning till gruvorna. En mindre del används som vägfyllnadsmaterial (Naturvårdsverket b).

Anrikningssand (Avfallssand)

Samtidigt som behovet av metaller har ökat och malmer med allt lägre halter har brutits, har anrikningstekniken blivit mer effektiv. För att utvinna de olika metallerna mals malmen ner till en fin sand och blandas med vatten. De mineral- och metallhaltiga partiklarna avskiljs därefter och resterna kallas anrikningssand. Vid guldmalmsbrytning blir 99,5 % av den brutna malmen anrikningssand, och för järnmalm är det 5 %. Vid brytning under jord kan upp till hälften av sanden användas för återfyllning i gruvan. Resten deponeras ovan mark i så kallade sandmagasin (Naturvårdsverket b).

Avfall från vattenrening

Vid gruvdrift måste grundvattnet pumpas bort ur gruvorna. I vissa fall har detta vatten en sådan kvalitet att det kan släppas ut direkt eller användas som processvatten, medan det ibland

måste renas från slam och metaller. Slammet deponeras tillsammans med avfallssanden på sandmagasinen, eller i vissa fall under grundvattenytan i utbrutna gruvschakt (Naturvårdsverket b).

Gruvvarp

Gruvvarp är egentligen det samma som gråbergsavfall, men termen används om äldre tiders gruvavfall. Fram till 1800-talet bedrevs gruvdriften med enkla metoder där berget sprängdes, krossades, forslades upp till ytan och grovsorterades för hand. Den fyndiga delen, d v s den delen med tillräckligt högt metallinnehåll, gick vidare till bearbetning, resten ca 70-95 % blev gruvvarp. Trots att exempelvis halten koppar kunde vara så hög som 1- 3 %, var den inte intressant för utvinning (Naturvårdsverket b).

Gruvvarp innehåller metallerna zink, koppar, bly och metallhalterna varierar mycket. Vittring och urlakningsförloppet är komplicerat och beroende av andelen finmaterial i materialet. Responsen på olika regntillfällen i form av vattenflöde och metallhalter indikerar att vattnet kan magasineras under längre perioder i materialet och lakar då ur stora mängder vittringsmaterial som skiljs ur vid nästa kraftiga regn. Urlakningen är alltså beroende av vädret (Statens Geotekniska Institut, rapport 39: 4.2.4.). Gammal gruvvarp med relativt stort metallinnehåll har tagits om hand och omanrikats i stor utsträckning. Det är möjligt med modernare metoder (Naturvårdsverket b).

Slaggvarp

Vid de gamla kopparhyttorna fick man en förglasad restprodukt, så kallad slaggvarp (Naturvårdsverket b). Slaggen innehåller en stor andel järn, vanligen 20-40 %. Svavelhalten är hög, oftast 1-3 %. Slaggen vittrar lätt, men hastigheten på vittringen är dock lägre hos slagg än hos varp. Som ett resultat av vittringen frigörs svavlet successivt. Även innehållet av övriga metaller varierar mindre i slagg än hos varp (Statens Geotekniska Institut, rapport 39: 4.2.5). Trots sitt stora metallinnehåll innebär förglasning att materialet har liten negativ påverkan på miljön. Slaggvarp har i stor utsträckning använts som utfyllnadsmaterial vid husbyggen och väg- och järnvägsbanker. Stora mängder finns i och runt Falun (Naturvårdsverket b).

Kisbränder

Kisbränder kallas resterna från tillverkningen av svavelsyra vilka har en kornstorlek som finkornig sand. Huvuddelen av råvaran utgörs av järn, svavel och mindre mängder zink,

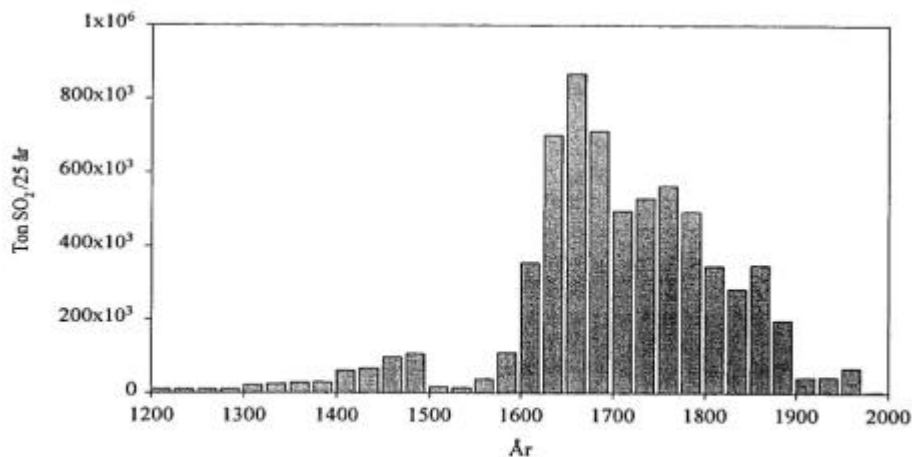
koppar, bly och kadmium. Vid rostning (upphetning till 900 grader) förångas zink och kadmium tillsammans med svavlet. Kisbränderna har en järnhalt på 40–55 %. Svavelhalten varierar normalt kring 1 %, men kan gå upp till 5 %. Kisbränderna har alltså fortfarande kvar en viss potential att vittra och bilda surt vatten. Enligt en undersökning av vattensystemen som gjorts påvisas att kisbränderna utgör en betydande källa för läckage av metaller, främst zink som transporteras från området till främst Faluån (Sveriges Geologiska Institut: 4.2.2).

Nya sandmagasinet

Nya sandmagasinet innehåller avfallssand. Sanden är svavelhaltig och kan vittra och bilda surt metallhaltigt lakvatten, men den har hittills varit dränkt i vatten och har därför inte vittrat (Sveriges Geologiska Institut: 4.2.3).

Svaveldioxid, SO₂

Malmfyndigheten i Falun bestod av kopparkis. Mängden koppar i malmen som bröts varierade mellan 1,5 % och 7 % sedan 1500-talet. Medelsvavelhalten i Falumalmen låg på 28–30 %, vilket är högst av Sveriges sulfidmalmsgruvor. Som jag tidigare nämnt är gruvverksamheten ovanligt väl dokumenterad långt tillbaka i tiden, detta till stor del på grund av brytningen av malm var väl dokumenterad. Utifrån dessa siffror på mängden bruten malm och producerad råkopparhalt har Quarfort beräknat utsläppen av SO₂ mellan åren 1200 och 1993 inom Faluområdet. Han utgår från att det avgångna svavlet vid kopparframställningen är genomsnittshalten av svavel i malmen minus resthalterna av svavel i slaggen. Hans resultat visar att 25 % av malmens vikt har avgått till luften som SO₂. Utsläppen av SO₂, berodde utöver rostningen på gruvbrytningen, smältningen och vidareförädling av kopparen samt sedan slutet av 1800-talet från verksamheter som svavelsyratillverkning och kulsinterframställning. Men det var främst vid kallrostning som den största mängden SO₂ spreds.



Figur 2. Antal ton utsläppt SO₂ per 25 år från gruverksamheten vid Falu gruva (värden från Qvarfort 1994).

1600-talet innebar en topp i produktionen för koppar och därför även för utsläppen av SO₂. Även under 1700-talet var utsläppen av SO₂ stora. Som mest bildades i mitten av 1600-talet närmare 40 000 ton SO₂/år. Quarfort beräknade att de totala utsläppen mellan 1200-talet och 1993 uppgår till 6,2 miljoner ton SO₂. Detta kan jämföras med totala utsläppen av SO₂ i Sverige 1980: 503 000 ton SO₂/år och 1991 107 000 ton SO₂/år. Det ska dock påpekas att dagens utsläpp sker från höga skorstenar medan dåtidens utsläpp skedde i marknivå med större lokal påverkan som följd (Falukommun b 98: 6).

Sediment som miljöarkiv

För att studera hur sjöarna påverkats av gruvverksamheten kan sjösediment användas. Varje år lagras nytt sediment på en sjös botten. Sedimentet består av rester av växter och djur som levt i vattnet, och också av material från sjöns omgivning som till exempel jord och växtdelar. Föroreningar som når sjön via luften eller via tillrinnande vatten lagras också i sedimentet. Nytt sediment deponeras ovanpå det äldre sedimentet och bygger på så sätt upp ett miljöarkiv över sjöars och dess omgivnings historia. I en svensk sjö som är ca 10 000 år gammal finns normalt ca 2- 4 meter sediment. Varje år tillkommer alltså knappt en halv millimeter nytt sediment. Vid sedimentytan har inte sedimentet komprimerats, och där motsvarar ett års avlagringar någon enstaka millimeter. Genom att analysera de biologiska och kemiska lämningarna i sedimentet kan man belysa frågor om förorening, vegetationsutveckling, föroreningsbelastning m m. Få miljöarkiv innehåller så mycket information som just sjösediment. De kan ge kunskap om naturliga bakgrundsförhållanden och om miljöns

utveckling under hundratals och tusentals år. Försurning kan studeras genom de bevarade skalerna av kiselalger i sedimentet. Dessa mycket små encelliga alger växer i stora mängder i sjöarna, och finns därför också i stora mängder i sedimentet. På grund av att de har skal av kisel bryts de ner långsamt och arterna kan lätt identifieras trots att de legat tusentals år i sedimentet. Det som gör kiselalger lämpliga för försurningsstudier är att de är känsliga för surhetsgraden i vattnet. Detta innebär att en del arter bara förekommer vid lågt pH-värde, andra bara vid högt. Kiselalger kan därför användas som en biologisk pH-meter för att bedöma vilket pH en sjö har haft förr i tiden och hur försurningssituationen utvecklats (Falukommun b 98: 5).

Sammanfattning av tidigare utförda undersökningar av sjöarna Runn och Tisken (för bild över området se bilaga 1)

1937- åldersbestämning av Tiskens bottensediment.

När brytningen vid koppargruvan började är en fråga som givit upphov till många spekulationer och har sysselsatt många forskare. Under 30-talet arbetade en viss Lundqvist med pollenundersökningar och lagerföljder för att fastställa gruvans ålder. Mossar och sjösediment bildar liksom träden årsringar och blir därmed historiens arkiv. Nedanför de bergshällar där gruvbrytningen började fanns en stor myr eller mosse som allt eftersom brytningen fortskred successivt övertäcktes med gruvavfall. Med hjälp av pollenundersökningar kan man fastställa när olika delar av mossen övertäcktes och därmed få en uppfattning om gruvbrytningens omfattning vid olika tidsperioder. För att tidsbestämma pollenkurverna insamlades jämförelseprover från andra mossar och sjöar, bl a Tisken.

Med hjälp av dessa undersökningar kunde Lundqvist fastställa att gruvbrytningen pågick på 1000-talet. På 1950-talet kunde dateringarna verifieras med C14 metoden (kol 14 metoden) av ett urval prover från gruvområdet. Någon ny datering har dock inte utförts (Falukommun e 1996 8-13).

Metallhalterna i Tiskens och Runns bottensediment

I slutet av 70-talet utförde Quarfort metallanalyser på 1937-års sedimentprofil från Tisken. De metaller som förväntas komma från gruvverksamheten ökar plötsligt på 2 meters djup i bottensedimentet (ca år 700), för att därefter ligga på en ganska konstant nivå upp till 0,5 meters djup (mitten av 1700-talet) då metallhalterna ökar mycket kraftigt. Gempert genomförde 1980 metallanalyser på en sedimentprofil från djuphålan i norra Runn och

Quarfort tog under tidsperioden 1975-1981 ytterligare 7 sedimentprofiler på olika platser i Runn, vilka analyserades på metaller. Proverna från norra Runn uppvisar motsvarande bild som Tisken d v s en plötslig ökning av metallhalterna ganska djupt ner i sedimentet följt av en betydligt större ökning på några decimeters djup. Även i södra Runn finns en påtaglig ökning av metallhalterna i sedimentets övre del. I Tisken och nordvästra Runn består sedimentets översta centimetrar av järnockra. Enligt Lundqvist bildas ockralagret från mitten av 1700-talet, d v s ungefär vid samma tidpunkt som metallhalterna ökar kraftigt, för att övergå i ett mer näringsrikt lager runt sekelskiftet 1900. Under ockralagret finns också sedimenttyper som visar att Tisken även tidigare tillförts näringsrika organiska ämnen med syrebrist i botten som följd.

Den plötsliga ökningen av metallhalterna på drygt två meters djup i Tiskens sediment är kopplat till att gruvbrytningen börjar men därefter finns inget direkt samband mellan gruvbrytningens omfattning och sedimentets metallinnehåll. De mycket höga metallhalterna i Tiskens övre sedimentlager kan bero på att metalltillförseln till Faluån och Tisken ökat kraftigt till följd av bildandet av Stora Stöten, mer läns-pumpningsvatten, nya våta metoder (vatten/syrabaserade) för framställning av bland annat koppar samt finkorniga avfallsupplag såsom kisbränder och sandmagasin. Ännu återstår många frågor om gruvnäringens miljöeffekter att besvara (Falu kommun e 1996: 8-13).

Tidigare utfyllnader och muddringar- bl a Tiskenparkeringen 1971

Som jag tidigare nämnt har Tisken sen medeltiden varit Faluns hamninlopp för kopparexporten och gruvans vedbehov. I slutet av 1600-talet diskuterades uppgrundningen vid Kvamberget, d v s Tiskens utlopp i Runn och behovet av upprensning eller byggandet av en sluss. Man kunde dock inte enas om vem som skulle stå för kostnaden- Bergslaget eller staden. Först 1806 byggdes en sluss vid Tiskens utlopp.

Sannolikt har vissa lokala rensningar genomförts i Tisken under årens lopp för att motverka uppgrundning och möjliggöra sjöfart. Men även igenfyllning av grunda strandområden har utförts vid flera tillfällen. I den nordvästra viken "Lortvika" (nu landområde) tippades byggnadsavfall m m i början av 1900-talet. Falu stad fick 1950 tillstånd att göra mer omfattande utfyllnader vid kopparvallen i sydvästra Tisken.

Men den största utfyllnaden genomfördes 1971 då Falu stad fick vattendom på att anlägga Tiskenparkeringen. En ny strömfåra muddrades utefter Strandvägen med slängskopa och 20 000 m³ sediment deponerades innanför sprängstensvallen samt kalkades för att fastlägga

metallerna. För att minimera grumlingen genomfördes muddringen under senvintern med lågt vattenstånd. Men naturvårdsverkets kontrollprogram visade att det ändå blev mycket stark grumling i norra Runn med förhöjda metallhalter (framförallt järn och kvicksilver). Undersökningen av hur mycket metaller som fisk tog upp i samband med muddringen fick avbrytas, den fisk som sattes ut dog redan före muddringen i det både sura och metallrika vattnet. Före muddringen togs ett tiotal sedimentprofiler inom det område som skulle muddras. Om man jämför med 1937-års sedimentprover ser man samma djupmässiga variation i metallhalterna. Metallhalterna i ytskiktet är dock ännu högre än 1937-års prov. Det indikerar att tillförseln och/eller sedimentationen av metaller ökat de senaste åren.

1971-års provserie omfattade även två sedimentprover i Faluån, upp- respektive nedströms Gruvbäckens utlopp vid Folkets hus. Metallerna nedströms Gruvbäcken var påtagligt högre än uppströms. Kvicksilverhalten var dock lägre nedströms Gruvbäcken och i Faluåns mynning i Tisken jämfört med övriga prover som har relativt höga kvicksilverhalter i sedimentytan (Falu kommun e 1996: 8-13).

Fina Fisken

K-konsult presenterade 1984 idéprojektet "Fina fisken" som omfattade muddringar och utfyllnader i Tisken. Projektet skisserades omkring idén att fylla igen en stor del av Tisken för att få mark för grönområden, badplats, folkpark, kontor, restauranger m m Faluån skulle förlängas genom en fördjupad kanal. Det planerades för en ny och mindre Tiskensjö. Projektet kostnadsuppskattades till ca 50 miljoner kronor. I samband med fina Fisken projektet genomförde K-konsult en geoteknisk utredning av Tisken. I en rapport från 1986 konstaterades att de mycket lösa sedimenten medför stora svårigheter vid grundläggning av såväl invallningar som byggnader. "Fina fisken"-projektet avstannade och inga ytterligare undersökningar genomfördes (Falu kommun e 1996: 8-13).

Projekt Falu Gruva

Rening av Falu gruvas läns-pumpningsvatten, det så kallade gruvvattnet, har diskuterats sedan 1970-talet. Vid koncessionsnämndens förhandlingar 1979 framförde Stora Kopparbergs att den diffusa metalltillförseln från omgivande slagg och varp kunde vara väl så stor som från gruvvattnet. För att klarlägga dessa förhållanden och ta fram underlag för eventuella åtgärder genomförde Stora kopparbergs, länsstyrelsen och Naturvårdsverket ett gemensamt projekt benämnt "Falu Gruva" vilket redovisades i mitten av 1980-talet.

Projektet koncentrerades kring metallbalanser för att påvisa olika källors betydelse för metalltillförelsen och miljöeffekterna i Runn. En inventering utfördes av ytsedimentens metallinnehåll i sjösystemet Rogsjön- Varpan- Tisken- Runn (inklusive vikar). Tiskens ytsediment (0- 1 cm) uppvisade extremt höga metallhalter- avsevärt högre än tidigare prover från 1937 och 1971. En översiktlig inventering av bottendjur genomfördes också (se vidare under rubriken Dalälvsdelegationen) (Falukommunen 1996: 8-13).

Genom ett omfattande vattenanalysprogram 1982-83 kunde metalltransporten i Faluån beräknas till följande mängd av respektive metall

	zink	koppar	bly	kadmium	järn
	ton/år	ton/år	ton/år	ton/år	ton/år
slussen	700	29	5,2	0,88	1100
...varav gruvvatten	300	6,7	0,51	0,28	640

Metalltransporten i Faluån 1982-1983 enligt projekt "Falugruva" (Falukommunen 1999: 2-7).

Metallinnehållet i gruvans länshållningsvatten (gruvvattnet) har analyserats kontinuerligt från 1988 då det började renas vid Främby reningsverk. I nedanstående tabell redovisas mängden järn och zink i det utpumpade länshållningsvattnet- före respektive efter rening. Att mängden metaller minskade 1992-1993 berodde på att pumpningen, när gruvbrytningen upphörde, kunde minskas till att förse Främbyverket med den mängd järn som behövdes för fosforfällningen och som kunde tas om hand i reningsverket. Vattennivån i gruvan har sedan dess stigit fortlöpande för att under 1998/1999 ha nått upp till den nivå som ska bibehållas i framtiden för att hålla besöksgruvan och andra kulturhistoriska värden torra.

Länshållningsvattnet innehöll drygt 800 ton järn och 300 ton zink per år fram till början av 1990-talet. Hur mycket metaller länshållningsvattnet innehåller i framtiden är osäkert.

År	järn ton/ år		zink ton/ år		kvoten
	från gruvan	utsläpp till Runn	från gruvan	utsläpp till Runn	
1988	850	51	337	25	2,5
1989	860	77	348	33	2,5
1990	865	176	389	80	2,2
1991	529	14	206	14	2,6
1992	404	8,2	167	8,5	2,4
1993	148	8,7	63	5,9	2,3
1994	200	4,1	55	5,2	3,6
1995	303	5,9	66	7	4,6
1996	324	2,2	131	2,4	2,5
1997	405	3,5	150	3,5	2,7
1998	440	3,1	150	2,8	2,9

Gruvvattnets innehåll av järn och zink

(Falu kommun f 1999: 2-7).

Dalälvsdelegationen

Målsättningen för Dalälvsdelegationens arbete var bland annat att undanröja orsakerna till de höga metallhalterna i Dalälven och att minska metalltillförslen till Östersjön. Undersökningar av lokala miljöproblem ingick således inte i delegationens uppgifter. Målsättning för de reningsåtgärder som delegationen initierat är att reducera metalltillförslen till Faluån/Tisken med 80 %. Flera av delegationens underlagsrapporter innehåller dock inventeringar som belyser de lokala miljöproblemen. Lindeström har t ex redovisat både de nuvarande metallutsläppens påverkan på växter och djur i närområdet (Tisken och Runn) och Dalälven-Östersjön samt de förväntade effekterna vid olika åtgärdsalternativ.

Bägge bottendjursundersökningarna, 1983 (projekt Falu Gruva) och 1993, uppvisar få arter och individer i Tisken. Artsammansättningen tyder enligt Lindeström på att vattnet är både surt och giftigt. Vegetationen i Tisken domineras enligt Lindeströms inventering av löktåg, vilket är en art som tål höga metallhalter och kan växa på mycket lösa bottenar. Lindeström har beräknat vilken metallhalt Tiskens ytsediment skulle ha idag om inte malmen i Falu gruva hade brutits, vilket för de flesta metaller motsvarar den mängd metaller som finns under 2-3 meters sedimentdjup. Kviksilverhalten skulle dock ha ökat i Tiskens ytsediment liksom det gjort i de flesta sjöar i Sverige p g a 1900-talets luftutsläpp från pappersmassaindustrier.

Under 1900-talet har Tiskens vatten tidvis varit mycket grumligare än tidigare år vilket enligt Lindeström beror på att utfällningen av järn ökat när pH-värdet i Faluån ökat. Huvuddelen av grumlingen uppkommer också där gruvbäckens järnrika vatten rinner ut i Faluån (Falu kommun e 1996: 8-13).

Slussens båthamn- metallundersökningar 1992

Tisken är sedan något årtionde fylld med slam och vattengenomströmningen är koncentrerad till en uppmuddrad fåra. De metaller och andra föroreningar som tillförs Faluån förs vidare till Runn där en betydande andel sedimenterar i viken vid Slussens båthamn. I slutet av 1980-talet noterades motsvarande ökning av mängden vattenväxter i slussens båthamn som i Tisken. VIAK tog sommaren 1990 sedimentprover i slussens båthamn och som jämförelse även sedimentprover i Faluån. Det är ingen generell skillnad på metallhalterna i proven från Faluån jämfört med båthamnen. Metallhalterna i slussens båthamn är nästan lika höga som i Tisken med undantag av kadmiumhalten som var mycket låg (Falu kommun e 1996: 8-13).

Dalälvens vattenvårdsförenings recipientundersökningar

Inom ramen för recipientkontrollprogrammen har vattenprover tagits från bl a Faluån och Tiskens utlopp (slussen) sedan mitten av 1970- talet. Verksamheten samordnades 1990 för hela Dalälven varvid kontrollprogrammet omarbetades samt kompletterades med bl a biologiska och sedimentkemiska undersökningar i flera sjöar, bl a Runn.

Transportsberäkningar utförs årligen på näringsämnen och metaller. Enligt dessa beräkningar tillförs Faluån/ Tisken årligen följande metallmängder från gruvavfallet i anslutning till Falu tätort.

	koppar	bly	zink	kadmium	järn
ton per år	12	0,56	320	0,4	950

Metalltillförseln till Faluån/ Tisken från gruvavfall i enheten ton per år (medelvärde för 1990- 1994) (Falu kommun e 1996: 8-13).

För slussen var pH-värdet för tidsperioden 1990-1994 i medeltal 5,1 (baserat på ett stickprov per månad) pH-värdet varierar dock påtagligt under året, inom intervallet 3-7, beroende på aktuella flödet av surt vatten från tätortens gruvavfall. För tidsperioden 1975-1986 var pH-värdet i slussen i medeltal 4,5 (3 stickprov per år). Skillnaden kan till viss del förklaras av gruvavfallet, med ett pH-värde på drygt 3, sedan 1987 inte längre släpps ut i Faluån.

Mellanårsvariationer i bl a grundvattenstånd kan också medverka till skillnaderna i pH-värde mellan olika år (Falukommunen 1996: 8-13).

Kompletterande undersökning av Tiskens botten m m 1992

Förundersökning av Scandiaconsult.

Scandiaconsult utförde 1992 på uppdrag av Falukommunen en förundersökning inför en eventuell muddring av Tisken. Förundersökningen omfattade bl a en kompletterande undersökning av Tiskens bottensediment, orienterande fällningsförsök, principbeskrivning av lämplig muddringsmetod och en förstudie av miljökonsekvenser (Tisken 96: 8-13).

Sedimentets metallinnehåll: äldre sedimentundersökningar indikerade att det kunde finnas varierande mängder metaller i olika delar av Tisken vilket i så fall skulle kunna medge att vissa delar av sedimentet "togs bort" med en enklare och därmed billigare metod. Den täta provtagningen som Scandiaconsult utförde visade dock att sedimentet i stort sett innehöll lika höga metallhalter i hela Tisken (ner till 1,5 meters djup).

- Sedimentets egenskaper: Det ytliga metallhaltiga sedimentet är mycket löst varför uppgrumlat sediment behöver lång tid på sig att sjunka till botten. K-consults geotekniska utredning från "fina fisken" 1985 visar att det under det metallhaltiga sedimentet finns ett flera meter tjockt lager av lera med dålig bärighet.
- Vall genom Tisken: På grund av den lösa leran måste en eventuell invallning av Tiskens sydvästra del grundläggas på fast botten (ner till 7-9 meters djup) vilket bedömdes kosta minsta 10-15 miljoner kronor. Uppläggningsen av sedimentet bakom en invallning ger betydande stabilitetsproblem och Scandiaconsult avrådde från byggnationen av en vall genom Tisken.

Restaureringsmetod: Scandiaconsult bedömde att den lämpligaste restaureringsmetoden är sugmuddring och uppskattade att ca 0,25 miljoner m³ sediment måste muddras bort för att få ett vattendjup av 2 meter i hela Tisken. Baserat på samma kostnader som för restaureringen av Järnsjön 1992 (demonstrationsprojekt i södra Sverige) bedömdes kostnaden för sugmuddring och avvattning bli ca 30 miljoner kr.

- Kalkningsförsök: ett laborieförsök (simulerad muddring) visade att det sediment som virvlades upp vid muddring behöver lång tid på sig att sjunka till botten och att grumlingen innehåller mycket metaller. Om kalk tillsätts muddringsvattnet som fällningskemikalie kommer dock slammet att sjunka snabbare till botten och det rena vattnet innehåller inte högre metallhalter än Faluån. Mot den bakgrunden

bedömdes det vara miljömässigt möjligt att muddra Tisken (Falun kommun f 1999: 2-7).

Sedimentproverna omfattade 11 djupprofiler i Tisken, två i slussens båthamn samt en referens i Östansforsån (uppströms Falun). Proverna analyserades på metaller och näringsämnen. Metallhalterna ligger på samma nivå som vid tidigare undersökningar. Det finns ingen tydlig skillnad i metallhalt mellan olika delar av Tisken.

Enligt Scandiaconsults beräkningar finns ungefär följande mängd metaller och fosfor i den översta metern av Tiskens bottensediment d v s i ca 250 000 m³ sediment.

järn	koppar	zink	bly	arsenik	fosfor
ton	ton	ton	ton	ton	ton
16 000	400	1 000	300	6	100

Total mängd metaller och fosfor i den översta metern bottensediment från Tisken (Falun kommun e 1996: 8-13).

Näringsämnesanalyserna visar att både fosfor- och kvävehalterna i Tisken är högre än i de jämförande proverna från Östansforsån. Det är framförallt fosforhalten som är högre ända ner till 1,5 meters djup. Enligt Lundqvists datering skulle det innebära att sedimentationen av fosfor var förhöjd redan på 1600- talet, vilket överrensstämmer med lagerföljderna i 1937 års profil. I 1937 års profil finns t o m ytterligare en näringsrik nivå djupare ner i sedimentet vilken bildats ungefär mellan år 1000-1200.

Gödsel är en bristvara för jordbruket långt in på 1900-talet varför näringsämnena från både djur och människor samlades upp med stor noggrannhet. Men i ett gruvsamhälle av Faluns karaktär med mycket hästar för transporter måste en hel del urin och gödsel ha sköljts ut i Faluån. De stora utsläppen av järn gjorde att fosfor fälldes ut effektivt och sjönk till botten i Tisken.

Det finns nu dubbelt så mycket fosfor som kväve i Tiskens botten (ca 1 g fosfor och 0,5 g kväve per kilo torrt bottensediment). Som jämförelse kan nämnas att i vattenvårdsförbundets undersökning av sedimentprover 1991 från 23 sjöar i Dalälvens vattensystem var fosforhalten i genomsnitt 1,5 och kvävehalten 6,4 g/kg d v s högre än i Tisken. Kvävehalten är dessutom 4 gånger högre än fosforhalten (tvärt emot i Tisken).

I 1992 års sedimentprover från Tisken finns ingen tydlig ökning av kväve- och fosforhalten i sedimentets övre skikt trots att en förhållandevis stor mängd näringsämnen tillförts vattendraget årtiondena före utbyggnaden av Främby reningsverk på 1960-talet. Men Tisken

var grund redan då, med en snabb vattenomsättning (vattnet byts ut minst en gång per dag), varför huvuddelen av föroreningarna fördes vidare ut i Runn.

Tisken hade inte varit så grund som idag och haft en så näringsrik botten utan gruvnäringens stora metallutsläpp. Samtidigt har utsläppen, som orsakat både surt och metallhaltigt vatten samt lösa och metallhaltiga bottnar, tagit död på alla växter och därmed effektivt förhindrat igenväxningen (Falukommunen 1996: 8-3).

Scandiaconsults utredning 1994 angående deponiplats

I den kompletterande undersökningen av Scandiaconsult 1994 behandlas val av deponiplats för muddringsmassorna. Efter en mer noggrann beräkning av sedimentvolymen framkom det att 0,35 miljoner m³ måste muddras bort i Tisken för att få ett vattendjup av 2 m. Om man dessutom inkluderar muddringsbehovet i Faluåns nedre del och djuprännan i Runn (in till slussen) blir den totala sedimentvolymen 0,385 miljoner m³. Om vattennivån i Tisken ska sänkas till samma nivå som Runn (för att möjliggöra båttrafik utan sluss) måste ytterligare 0,15 miljoner m³ sediment muddras bort för att få ett vattendjup av 2 m. (Falukommunen 1999: 2-7).

Jämförelsen mellan olika deponiplatser baserades bl.a. på följande förutsättningar:

- Minst 0,385 miljoner m³ ska muddras och deponeras på samma plats.
- TS-halten (d v s vattenhalten) direkt efter kalkfällning blir 8-10 % av slamvolymen endast 10 % större jämfört med den volym sedimentet nu upptar i Tisken. Det innebär att TS-halten åter måste bli över 15 %.
- För att metaller ska frigöras och på sikt urlakas till yt- och grundvatten ska deponin utformas så att syre och regnvatten förhindras att komma i kontakt med sedimentet.

Falu gruva var ett alternativ till deponeringsplats som avfärdades på ett tidigt stadium i denna utredning eftersom den inte har tillräcklig volym. Likaså utgick alternativet med en deponi i en del av Tisken på grund av tidigare refererade stabilitetsproblem och höga kostnader för att bygga en invallning. En "generell plats på land" avfärdades också tidigt eftersom det bedömdes bli tekniskt svårt med upp till 4 meter hög invallning på mark med dålig bärlighet vilket enligt utredarna skulle medföra "svårigheter med tätskiktet genom ojämna sättningar i både lös undergrund och upplag". (Falukommunen 1999: 2-7).

En översiktlig kostnadsjämförelse utfördes för de återstående 5 alternativen d v s tre platser under vatten i Runn (Främbyviken, Roxnäs och Främby udde), Nya sandmagasinet och Falu avfallsanläggning. Främby var dyrare och även i vissa övriga avseenden sämre än

Främbyviken varför den sorterades bort liksom Falu avfallsanläggning vilken visade sig vara ett mycket kostsamt alternativ. Vid efterföljande kommunala beredning av dessa 3 förslag avfärdades Roxnäs från den fortsatta utredningen eftersom det bedömdes vara ett sämre alternativ än Främbyviken både ur ekonomisk synpunkt och ur övriga förutsättningar. Nya sandmagasinet hade redan börjat återställas enligt det avtal som tecknats mellan staten och STORA varför även denna plats föll bort. Därmed var Främbyviken det enda återstående alternativet för deponering av Tiskens sediment. (Falu kommun f 1999: 2-7).

Scandiaconsults bägge utredningar har fokuserats på hur sedimentet ska tas upp ur Tisken och på val av deponiplats. I princip har det förutsatts att den uppmuddrade sediment/vattenblandningen kan avvattnas med förhållandevis enkla och billiga metoder samt att sedimentet då återfår nära nog samma TS- halt och volym som i Tisken. Scandiaconsult underströk i sina utredningar att denna fråga måste utredas vidare. Vid kontakt med ett flertal konsulter/entreprenörer har det framförts att den svåraste frågan är vem som ska sköta behandling och avvattning av det upptagna sedimentet. I Falu kommun har en ansökan om medel för kompletterande utredningar kring bl a dessa frågor blivit liggande hos Naturvårdsverket sedan hösten 1996, men bidrag har hittills inte beviljats. (Falu kommun f 1999: 2-7).

Sannolikt kommer inte sedimentet få samma TS- halt och därmed volym som i Tisken efter kalkfällning och deponering under vattnet. Om TS- halten blir högst 5-8 %, vilket vissa beräkningar indikerar, så ökar sedimentvolymen med mer än det dubbla. Därmed får Tiskens sediment inte plats i Främbyviken- åtminstone inte under vattenytan, vilket varit en av de förutsättningar för en förhållandevis enkel och billig deponi. (Falu kommun f 1999: 2-7).

Det har tidigare angivits att sedimentet kan komprimeras genom att övertäckningen med moränmaterial blir så tung att det pressar ur vatten ur deponin- varvid volymen skulle minska. Men att lägga ett ”lock” över ett sediment som ligger under vattenytan och endast har en TS- halt av 4-8 % d v s innehåller endast 95 % vatten synes vara tekniskt svårt och kostsamt. Sannolikt behöver man först fylla upp sedimentet 1- 2 m över Runns vattenyta så att det får torka upp på ytan, men detta förutsätter invallning kring Främbyviken (Falu kommun f 1999: 2-7).

Lägesrapport 1996

I rapporten ges en gruvhistorisk tillbakablick för att visa hur problemen i Tisken har uppkommit. Äldre undersökningar från Tisken redovisas liksom de beslut om inriktning av

det fortsatta arbetet med Tiskens restaurering som fattats av dels kommunfullmäktige 1995 och dels ledningsgruppen 1996 (Falukommun f 1999: 2-7).

Förslag till utformning av Tiskenområdet 1997

Rapporten redovisar det arbete och de förslag till utformning som arbetsgruppen för "Tiskenområdets utformning och framtida nyttjande" har tagit fram. Arbetsgruppen förordar att båttrafik mellan Runn och Tisken/Faluån möjliggörs genom att slussanläggningen återställs. Arbetsgruppen har vidare bedömt att

"en deponi som ianspråkar hela Främbyviken kommer att bli mycket kostsamt att övertäcka och utforma samt minskar områdets attraktionsvärde varför i första hand andra alternativ än att muddra hela Tisken bör prövas" (Falukommun f 1999: 2-7).

Arbetsgruppen bedömer att det inte är nödvändigt att muddra hela Tisken i ett inledande skede. I första hand prioriteras ett stråk utefter Strandvägen som utvidgas till ett lite större område vid Tiskenparkeringen och Faluåns inlopp i Tisken (Falukommun f 1999: 2-7).

Arbetsgruppen redovisar en etappindelning av hela projektet enligt följande:

- Området kring Falu båtklubb muddras och iordningställs.
- Slussanläggningen återställs
- Delar av Tisken muddras samt åmynningen och strandområdena iordningställs.
- Åtgärder i resterande delar av Tisken.

Ledningsgruppen för Tiskens restaurering har beslutat att det fortsatta arbetet ska bedrivas i enighet med de riktlinjer som arbetsgruppen redovisat. Diskussioner pågår således med Falu båtklubb angående genomförandet av etapp 1 (Falukommun f 1999: 2-7).

Faluån- Tisken MH 1997: 3

I denna rapport redovisas underlagsmaterial och bedömningar omkring vattenflödena och översvämningsrisker, nuvarande och framtida vattenkvalité samt orsaker till Tiskens igenväxtning. Rapporten kan sammanfattas enligt följande:

Tiskens vattenyta ligger större delen av året 107,4 m över havet medan Runn ligger 0,5 m lägre. Vid högvatten, då Runn stiger över 107,4 m kommer vattenytan i Tisken och Faluån upp till magasinbron att följa Runns nivå. Ungefär en gång per århundrade kommer nivån att stiga upp till ca 110 möh (meter över havet) d v s 2,5 meter över Tiskens och nedre delen av Faluåns normalvattenstånd. Högvattennivåerna är viktiga att beakta vid planering av

Tiskenområdets utformning och framtida nyttjande men har mindre betydelse vid val av restaureringsmetod eller utformning av slussanläggning. Faluåns vattenkvalité förändras påtagligt från Varpan ner till Tiskens utlopp i slussen. Metallhalterna ökar, pH-värdet sjunker och vattnet blir grumligare när löst järn faller ut. Men även halten av näringsämnen fosfor och kväve ökar på grund av utsläpp från bland annat bräddning (tillfälliga avloppsutsläpp) och dagvatten (gator och torg). En utvärdering av DVVF:s (Dalälvsdelegationen) recipientkontroll visade att det dessutom fanns ett okänt punktsläpp av kväve på ca 10 ton per år. (Det senare utsläppet har nu lokaliserats och åtgärdats) (Falukommun 1999: 2-7).

Nutid och Framtid

Vi har nu fått bevisat att gruvverksamheten i Falun har haft stor påverkan på närmiljön. Svaveldioxidstoff har dessutom till viss del transporterats längre ifrån utsläppsplatsen och orsakat skador längre bort från området. Avfallshögarna av bl.a. slagg och varp är bevisen som finns kvar av denna verksamhet. Dessa högar har omdiskuterats mycket, vad man ska göra med dem och hur det ska gå till.

Dalälvsdelegationens arbete för att få fram ett åtgärdsprogram för gruvavfall bedrevs inledningsvis i 3 delprogram:

1. Utprovning och utvärdering av alternativa metoder och tekniska lösningar för åtgärder inklusive inventeringar av lämpliga platser respektive täckningsmaterial.
2. Prioritering av objekt i Falu tätort.
3. Kartläggning och utvärdering av objektet i Garpenberg.

De tre delprogrammen resulterade i ett 20-tal underlagsrapporter från Statens geotekniska institut (SGI)

SGI lämnade följande åtgärdsförslag till att minska metallurlakningen med ca 80 % varefter ett läckage av ca 60 ton zink, 0,06 ton kadmium och 3,5 ton koppar kvarstår. (För bild se bilaga)

- Kisbränderna- avledning av grundvatten och täckning.
- Nya sandmagasinet- täckning.
- Gruvvarp- omanrikning, flyttning och täckning.
- Rödfärgsråvaran- lakvattenrening.
- Främbyverket- ombyggnad för att åtgärda slamflykt.
- Slaggområdena- åtgärdas.

- Gamla sandmagasinen- färdigtäcks.

STORA har i stort sett färdigställt täckningen av gamla sandmagasinet och Främbyverket förbättrades i en första etapp 1990 medan en större ombyggnad skedde 1998/1999. För övriga objekt i SGI:s åtgärdsförslag tecknades hösten 1992 ett avtal om åtgärder mellan STORA och staten, det så kallade FALU projektet. 1999 skedde täckning av nya sandmagasinet och rening/täckning av kisbränderna (Falu kommun c 1999: 11-12)

I det avtal om åtgärder som tecknats mellan tillsynsmyndigheterna och Stora Kopparbergs Bergsslag AB specificeras inget direkt mätbart mål för den framtida urlakningen, avtalet fokuseras istället på åtgärder för ett antal specificerade objekt. Ambitionsnivån ska preciseras av styrgruppen med utgångspunkt från ett antal angivna underlagsrapporter (bl a SGI No 39) och under beaktande att finna ”optimala lösningar”. (Falu kommun f 1999: 16, 18).

Av avtalet, vilket totalt omfattar åtta objekt, framgår att kisbränderna och Nya sandmagasinet är de högst prioriterade objekten, åtgärder för dessa bägge objekt pågår sedan ett par år tillbaka.

Kisbränderna är det objekt som idag svarar för den största andelen av zink- och kadmium urlakningen (närmare 50 %). Kisbränderna tvättas nu ur på lösliga metaller varefter de fälls ut med hjälp av kalk. De kalkfällda metallerna och de reade kisbränderna kommer att täckas med morän. Åtgärderna, vilka bedöms vara klara 2006, beräknas reducera zinkurlakningen från 145 ton per år till ca 15 ton per år. Medlen som har enligt avtal reserverats av Stora Kopparbergs AB och staten kommer inte att räcka för att fullfölja dessa åtgärder fullt ut.

Nya sandmagasinet läcker idag va 46 ton järn och 38 ton zink per år (medelvärde för tidsperioden 1994-1997). Dessa beräkningar inkluderar även en viss urlakning från omgivningen vilken bedöms uppgå till 0,5-1 ton zink per år och kanske lika mycket järn. Enligt SGI:s beräkningar var zinkurlakningen i början av 1990-talet när magasinet var i drift ca 90 ton. Om nya sandmagasinet inte täcks kommer avfallet på sikt att vittra varvid urlakningen av metaller skulle öka påtagligt och för zink uppgå till 78-100 ton per år. Genom den pågående täckningen, vilken bedöms vara färdig 2004, beräknas zinkurlakningen minska till i storleksordningen 26 ton per år, d v s med en tredjedel. Sannolikt kommer därmed urlakningen av övriga metaller (bl a järn, kadmium och koppar) att reduceras i motsvarande grad. Urlakningen av järn minskar således med i storleksordningen 15 ton per år i förhållande med nuvarande nivå. (Falu kommun f 1999: 16, 18).

Falu projektet har även initierat/utfört vissa åtgärder vad gäller prioriteringsgrupp två. Rödfärgsråvaran flyttas fortlöpande varefter den bearbetas för utvinning av rödfärgspigment så att den på lång sikt kommer att ligga inom avsänkningstratten till Stora Stöten. Urlakade metaller kommer då att tas om hand vid reningen av gruvvattnet. Effekterna på metallurlakningen till Faluån av de hittills utförda omflyttningarna torde vara liten.

Den nuvarande totala urlakningen från området med rödfärgsråvara har beräknats till ca 60 ton järn och 15 ton zink per år. Övrig urlakning från området med rödfärgsråvara torde ske direkt till Faluån via ledningssystem, dräneringar och grundvattnet.

Under 1999 hade man planerat vidare undersökningar för eventuella ytterligare åtgärder i prioriteringsgrupp två och tre.

De olika metoderna som har använts för att belysa hur mycket metallurlakningen till Faluån har minskat ger skilda resultat. Dessa skillnader påvisar nödvändigheten av att uppföljning och utvärdering av efterbehandlingsåtgärder förbättras så att det går att göra en hållbar undersökning av dess miljöeffekter (Falu kommun f 1999: 16, 18).

Det finns problem med Tisken som också är i behov av åtgärder. Allt slam som tillförts Faluån har under århundraden sjunkit till botten i Tisken. Men nu är Tisken nästan full och slammet förs vidare ner i Runn där det bildas ett stort deltaområde. När Tisken restaureras/fördjupas kommer Tisken återigen att fungera som en sedimentationsbassäng varvid den successivt uppgrundas. För att få en acceptabel varaktighet i muddringen behövs ytterligare åtgärder för att förbättra Faluåns vattenkvalité. Faluåns "giftiga" vatten har fram till slutet av 1980- talet tagit död på både djur och växter i Tisken. Men det senaste årtiondet har vattenkvalitén successivt förbättrats både som ett resultat av aktiva miljöåtgärder och att gruvan med följdindustrier har lagt ner. Vattnet är inte längre surt och metallhalten har reducerats. Men nu har Tisken växt igen med löktåg, en normalt oansenlig växt som uppenbarligen funnit sig tillrätta på de lösa bottnarna (Falu kommun f 1999: 2-7). Om Tisken muddras till 2- 3 m djup och tillförseln av metaller och övriga föroreningar bibehålls på dagens nivå kommer sannolikt sedimentationen att vara betydande d v s ca 1 m på 100 år. När Dalälvsdelegationens åtgärdsprogram genomförts och även övriga utsläpp till Faluån åtgärdats kan uppgrundningen begränsas till högst några dm på 100 år. Uppströmsåtgärder är en förutsättning för att få tillräckligt lång effekt av Tiskens restaurering (Falu Kommun g: 1997: 31).

Sammanfattning

I början ställde jag mig olika frågor och dessa var att se närmare på hur mycket av olika ämnen som släppts ut i Faluån, samt att se närmare på om, och i så fall hur dessa utsläpp har påverkat sjöarna i Falun.

Mängden som släppts ut är betydande. Det mesta utsläppen kommer från järn (950 ton/år) och zink (320 ton/år). Mindre utsläpp kommer också från koppar 12 ton/år, bly (0,56 ton/år) och kadmium (0,4 ton/år). Jag har också hittat belägg för att påverkan på Faluån är stor. Som exempel innehåller Tisken stora mängder metaller, som har resulterat i att ingen fisk lever i sjön idag. En försämring har alltså skett och man har också lyckats härleda skadorna till gruvverksamheten.

Både Linné och J. F Leopold har under sina levnadsår gjort miljöobservationer. Enligt dessa var landskapet kargt och det fanns ingen nämnvärd växtlighet. De har också bevarat kunskapen åt eftervärlden att även grödorna har tagit skada på grund av rökutvecklingen.

Här följer en kort sammanfattning av de olika projekten:

- Det första projektet 1937, kom till för att fastställa gruvans ålder med hjälp av sediment från Tisken.
- På 70-talet gjordes metallanalyser på 1937-års sedimentprofil. Denna undersökning bekräftar när brytningen började.
- 1971 försökte man utfylla delar av Tisken för att anlägga en parkering. Man muddrade en standfåra och det visade sig nu att stark grumlighet uppstod med förhöjda metallhalter som resultat. Man misslyckades med att utplantera fisk som var ett led i att fastställa hur mycket metaller fisken tog upp när man muddrar men den dog på grund av de höga metallhalterna redan innan muddringen startade. Man fastställer nu också att metalltillförslen är högre än vad den var 1937.
- Med Fina fisken projektet hade man tänkt muddra och utfylla delar av Tisken för att skapa mark för att skapa bl a nya grönområden. Men på grund av det lösa bottensedimentet gick projektet inte att genomföra.
- Projekt Falu gruva gick ut på att reda läns-pumpningsvattnet och tankar om ett sådant projekt hade funnits redan på 70-talet. Nu upptäcker man att metalltillförslen från slagg och varp kunde vara lika stora som från gruvvattnet. Man presenterar i detta projekt de olika källorna till utsläpp i sjön Runn och man undersöker också hur

mycket metaller ytsedimentet innehåller. Man kom fram till att det innehöll ännu mer metaller än vad det gjorde 1937 och 1971. Man gör också en inventering över bottendjur. Projektet presenterade på 80-talet. Man vet inte hur mycket metaller länshållningsvattnet kommer att innehålla i framtiden.

- Dalälvsdelegationens arbete gick ut på att reducera metalltillförseln till Faluån/Tisken med 80 %. Man har också tittat närmare på de lokala miljöproblemen som exempelvis hur metallutsläppen har påverkat växterna och djuren i området och man har kartlagt vilka effekter man kan vänta få av olika åtgärdsförslag. Dalälvsdelegationen diskuterar hur sjön hade mått idag om gruvbrytning inte hade ägt rum.
- 1992 gör man ytterligare metallundersökningar i slussen. Man fastställer att slussens båthamn har samma problem med metaller i sedimentet.
- Sedan mitten på 70-talet har man tagit vattenprover från Faluån och Tisken och på 90-talet samordnades och utökades kontrollprogrammet. I detta projekt görs transportberäkningar på näringsämnen och metaller mellan gruvavfallet och Faluån.
- 1992 gjorde Scandiaconsult en förundersökning av Tiskens botten inför en eventuell muddring. Man beräknar hur mycket metaller sedimentet innehåller och vilka egenskaper sedimentet har. Det visar sig att under sediment finns lera med mycket dålig bärighet. Sugmuddring rekommenderas som den bästa metoden.
- Med detta som bakgrund försöker Scandiaconsult 1994 att hitta en lämplig deponiplats. Man kom fram till att Främbyviken var det bästa alternativet.
- 1996 gjordes en lägesrapport och 1997 utformar man ett förslag till utformningen av Tiskenområdet. Man tycker inte att det är nödvändigt att muddra hela Tisken. Man vill återställa slussanläggningen och att man ska restaurera åmynningen och strandområdena. Slutligen vill man också att man genomför åtgärder i övriga Tisken.
- I en rapport från 1997 diskuterar man vattenkvalité, översvämningsrisker och varför Tisken har vuxit igen.

Jag har också svarat på frågan vad som eventuellt kommer att hända i framtiden. Bl a att ska avleda grundvattnet kring kisbränderna och att man ska täcka dessa och det nya sandmagasinet. Man planerar att omanrika, flytta och täcka gruvvarpen, åtgärda slaggområdena och man ska lakvattenrena rödfärgsråvaran. Slutligen ska man färdigtäcka det gamla sandmagasinet.

Diskussion

Resultaten visar att mycket idag görs åt problemen som gruvverksamheten har skapat (se avsnittet framtid). Men jag kan tänka mig lite olika orsaker till att det har tagit så lång tid att komma till insikten att behovet är stort.

1. Ett problem som jag tror ligger till grunden för ”oviljan” att åtgärda miljöeffekterna är att äldre gruvområden utgör värdefulla kulturmiljöobjekt som visar vår industrihistoriska utveckling. Genom att flytta runt varp och slagghögar blir dessa minnesmärken negativt påverkade. Det finns dessutom gruvområden som dessutom blivit en allmän deponeringsplats för allehanda fyllningsmassor som sten, tegel och betongrester, vilket förstör områdenas värde ur kulturmiljösynpunkt. De gruvavfallsområdena som har nedskräpning med avfall av typen metallskrot, bilvrak, plast hushållsavfall mm ska åtgärdas. Detta är planerat att göras av miljökontoret som nedskräpningsärende. Deponering av massor är på de flesta gruvavfallsområdena dessutom ett brott mot fornlämningslagen. Det är viktigt att sådana lagar beivras men viktigast och det bästa sättet att komma åt sådana brott hade nog varit att höja områdenas status hos befolkningen och markägare. De borde informeras så att en känsla och förståelse, för de värden som ligger i att områdena bevaras för kommande generationer, kan utvecklas. Det är viktigt att anpassa markanvändning så att man både bibehåller och underlättar förståelsen av en helhetsmiljö bestående av vattenanläggningar, gruvor, varphögar och körvägar. Man måste alltså ta hänsyn till ett större område än just den markerade fornlämningen.
2. En annan orsak som kanske ligger till grund för oviljan att genomföra åtgärder är ekonomiska, som jag skriver om i teoriavsnittet. Det är nog inte främmande för någon att ekonomiska intressen ofta har förtur framför andra. Som i detta fall kan jag tänka mig att de miljömässiga intressena och behoven till viss del måste stå tillbaka för de ekonomiska. I vissa fall kan man ha en viss förståelse för det resonemanget då det kanske finns andra ”bättre” saker att lägga de pengarna på som miljöåtgärder hade kostat att genomföra. Om man läser avsnittet om kisbränderna i avsnittet framtid framgår att det inte finns tillräckligt med medel avsatta för att fullfölja dessa åtgärder fullt ut. Tillräckligt med medel finns inte heller avsatta för att ta hand om det sediment som man planerar att muddra upp ur Tisken. Det finns ett behov av kompletterande undersökningar innan det kan arbetas vidare med sugmuddring som restaureringsmetod samt innan deponins placering och utformning kan bestämmas

måste de tekniska förutsättningarna för muddervattnets behandling och avvattning klarläggas vilket kräver ytterligare undersökningar. OM TS-halten blir högre än 5-8 % får man problem med att få muddringsmassorna att rymma i Främbyviken. Om detta händer blir åtgärderna dyrare eftersom Främbyviken var en billig och enkelt lösning. Kanske fanns det för få alternativa deponiplatser att välja mellan från början? Detta avsnitt stödjer Thelander och Lundgren som jag har använt mig av i mitt teoriavsnitt.

3. Andra orsaker till att man inte gör något kan vara att kunskap saknas. Man kanske anser att det är bättre att vänta tills man har ett bättre tekniskt utgångsläge. Man kan också tänka, att naturen är förmögen att göra de nödvändiga anpassningarna själv för att kunna så småningom genomföra åtgärder själv. Det är ju fortfarande ett mysterium hur naturen har lyckats klara av de stora mängder svavel som den faktiskt har gjort.
4. Tidsfaktorn kan också vara orsak. Det tar kanske lång tid för att få saker gjorda. Besluten ska säkert gå genom olika instanser innan man kan få ett godkännande och det underlättar säkerligen om forskare har olika åsikter om vad som är bäst att göra, avvakta eller åtgärda så snabbt som möjligt.

En viktig uppgift för eventuella framtida forskningsprojekt är att försöka ta reda på hur markerna och vegetationen i Falu Gruvas närhet lyckats motstå en sådan mängd svaveldeposition utan att ha tagit allt för stor skada. Det är också angeläget att förbättra underlaget vad avser de historiska utsläppen av basiska ämnen (som jag tidigare har skrivit om) och vegetationens utbredning. Detta för att ge en bild om basiska ämnen har haft någon del i att naturen trots allt har klarat sig "bra".

Egna funderingar

Först vill jag göra ett försök till att svara på frågan som jag ställde mig i teoriavsnittet, om det var det så att miljösituationen verkligen hade försämrats eller var det kunskaperna om densamma som hade förbättrats? Kanske hade miljöproblemen fått ett så hotfullt utseende att man inte längre kunde negligera dem. Jag har berört detta i teoriavsnittet genom att skriva att man "inte såg" problemen som kom den industriella revolutions ekonomiska betydelse för människorna. Man prioriterade ekonomin. Men när det målet var uppnått fanns både lusten och ekonomin för att kunna åtgärda skadan man skapat. Man tillät sig att "se" problemen. Miljösituationen hade försämrats för Tisken mellan 30-talet och 70-talet, det är sant. Men jag tror ändå inte att det var det som avgjorde att man började inse problemen. Det var en annan

samhällssyn som hade vuxit fram, man hade funnit ny kunskap med andra ord. Ännu mer kunskapsgeneration skedde från den stunden man bestämde sig för att börja bry sig om miljön.

Min slutsats stämmer överens med mitt teoriavsnitt till viss del att ekonomin sätter ramarna för vad man gör för miljön, vad man anser måste göras d v s vad man har råd att göra. Samtidigt inser jag att det kan finnas andra orsaker.

En annan diskussion som också kan vara värd att ta upp är om fortsatta åtgärder är aktuellt även om människors intresse sjunker? Eftersom det, enligt min teori var människors intresse som väckte debatten från början, så borde det vara fullt möjligt att bristen på uppmärksamhet och intresse kan göra att det inte upplevs som viktigt längre.

Slutligen vill jag förmedla en känsla som jag har. Mitt påstående har jag inte några fakta att stödja mitt påstående på. Jag har under arbetets gång funderat på att det inte känns som om det finns någon som är övergripande ansvarig för hur arbetet med restaureringen går. Det finns många som gör och har gjort undersökningar och många konsulter har varit involverade. Det bör, om det inte redan finns, finnas en ansvarig som svarar inför allmänheten och styrande. Någon som kan se till att agera för områdets bästa och som kan föra kraven, på att få pengar, vidare till de rätta instanserna så att åtgärderna kan genomföras.

Referenser

Rapporter:

- Naturvårdsverket a broschyr 2001 *Faluprojektet*
- Naturvårdsverket b: rapport 4948 bilaga 1: *Gruvavfall -miljöeffekter och behov av åtgärder.*
- Statens Geotekniska Institut (SGI) rapport 39: *Gruvavfall i Dalälvens avrinningsområde - metallutsläpp och åtgärdsalternativ*
- Falu kommun miljö och hälsoskydd b: *Faluns sjöar under 1000 år - försurning och metallutsläpp från kopparframställningen* 1998: 9
- Falu kommun miljökontoret c: *Gruvavfall i Falu kommun – Inventering, undersökning och översiktlig miljö- och hälsoriskbedömning* 1999:1
- Falu kommun miljö och hälsoskydd d: *Faluns historiska svavelbelastning – Tre rapporter om svavel och pH värden i Faluområdet* 1998: 5
- Falu kommun e: *Tisken - lägesrapport* 1996
- Falu kommun f: *Tisken – lägesrapport* 1999
- Falu Kommun Miljökontoret g: *Faluån- Tisken vattenflödena- översvämningensrisker, vattenkvalité- metaller o näringsämnen, Tiskens igenväxtning.* MH 1997: 3

Litteratur:

- Agrell, Wilhelm: *Konsten att gissa rätt- underrättelsevetenskapens grunder* Studentlitteratur Lund 1996
- Carson, Rachel: *Tyst vår* Stockholm 1970
- Eneroth, Bo: *Hur mäter man "vackert" grundbok i kvalitativ metod.* Akademilitteratur, Stockholm 1984
- Falukuriren 2001
- Falu kopparverk: *upplysningar för de anställda.* Stora kopparbergs bergslags aktiebolag 1954
- Halvorsen, Knut: *Samhällsvetenskaplig metod.* Studentlitteratur Lund 2000
- Cooper, Harris M: *The Interactive Research Review.* Sage Publications, London 1984
- Hellevik, Ottar: *Forskningsmetoder i sociologi och statsvetenskap.* Natur och kultur, Stockholm 1984
- Herminge, Lennart: *Falu gruva ett miljöhot?* Stora kopparberg 1980
- Holme, Idar Magne & Solvang, Bernt Krohn: *Forskningsmetod.* Studentlitteratur, Lund 1991
- Høivik, Tord: *Mål og metode.* Universitetsforlaget, Oslo 1974

·Kane, Eileen: *Doing your own research* kap 2. Marion Boyards, London 1985

·Molander, Bengt: *Vetenskapsfilosofi, en bok om vetenskapen och den vetenskapande människan*. Bokförlaget Thales. Stockholm 1992.

·Thelander, Jan & Lundgren, Lars: *Nedräkning pågår- hur upptäcks miljöproblem? Vad händer sedan* Naturvårdsverket förlag 1989.

·Quarfort, Ulf: *Sedimenten i sjön Tisken och Falu gruvas ålder, Förhistorisk järnhantering vid Kolsjön, Kopparberg, Örebro län*. Jernkontorets Bergshistoriska utskott 1980.

Internet

Nationalencyklopedin 2002: www.ne.se (hämtad 2002-05-19)

Tidsskrift

Ambio volym 30 nummer 2, mars 2001

