Sala silvergruva under gångna sekler

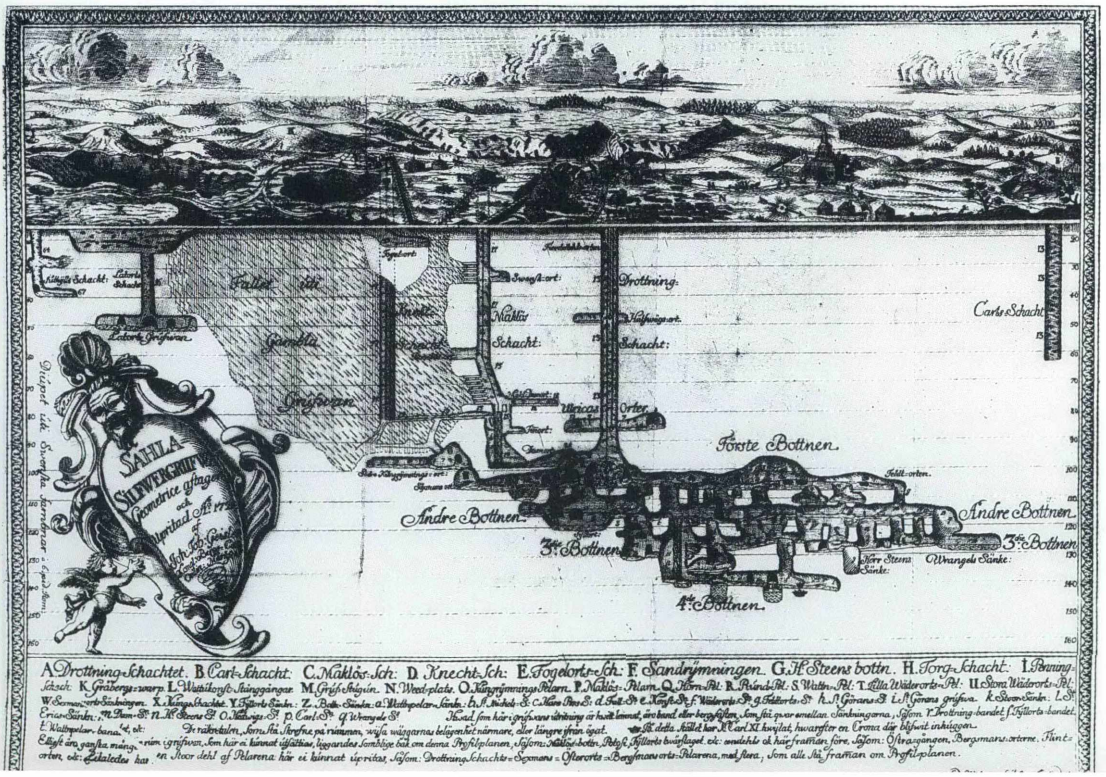
Av Bob Engelbertsson

Sala silvergruva är ett intressant kapitel i Sveriges industriella historia på flera sätt. Genom mer än 400 år kan man följa hur gammal och ny teknik möttes, både vid malmbrytningen och vid silverframställningen. Silvermalmen, bestående av framför allt silverhaltig blyglans, låg som oregelbundna malmkroppar, vilket gjorde sökandet stundtals komplicerat och riskfyllt.[1] Vägen från malm till silvertacka var omständlig och föranledde en rad tekniska problem. I denna uppsats ges först en översikt av gruvans historia och betydelse i olika avseenden. Därefter följer ett antal exempel på hur gammal och ny teknik möttes.

Några drag ur gruvans historia

Silverfyndigheterna i Sala upptäcktes troligen någon gång i slutet av 1400-talet. Gruvan finns omnämnd i ett biskopsbrev från 1511. År 1512 utfärdades det första privilegiebrevet. Gruvdriften bör då ha pågått under några decennier.[2] På 1500-talet exploaterades de södra delarna av det drygt 700 meter långa och 200 meter breda gruvområdet.

1. Sala silvergruva 1724. Kopparstick av Johan Tobias Geisler. Gruvans norra delar är vid denna tidpunkt ännu inte exploaterade. Foto Tekniska Museets arkiv.

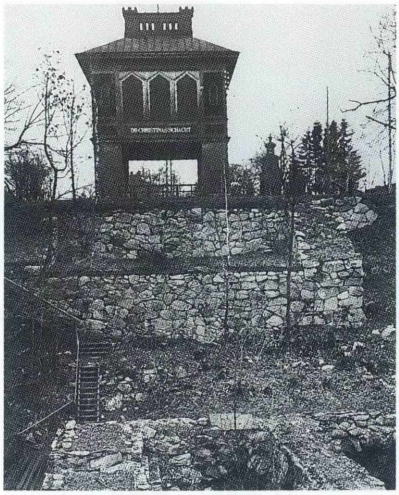




2. Malmtransport i Herr Stens Botten 1899. Foto Tekniska Museets arkiv.

Denna brytning i framför allt Herr Stens Botten, utgjorde basen för gruvans egentliga glanstid på 1520- och 1530-talen. Gustav Vasa var personligen engagerad i gruvan på flera sätt, bland annat genom att han periodvis vistades där. Silverproduktionen uppgick vid denna tid till omkring 4000 kg per år. Under långa perioder har årsproduktionen av silver stannat runt 1000 kg eller ännu mindre. I slutet av seklet inträffade flera ras och gruvdriften stagnerade. Rasen var delvis förorsakade av oplanerad och vårdslös brytning. De igenrasade bergtaken gör att Herr Stens Botten i dag ser ut som ett stort gapande hål.

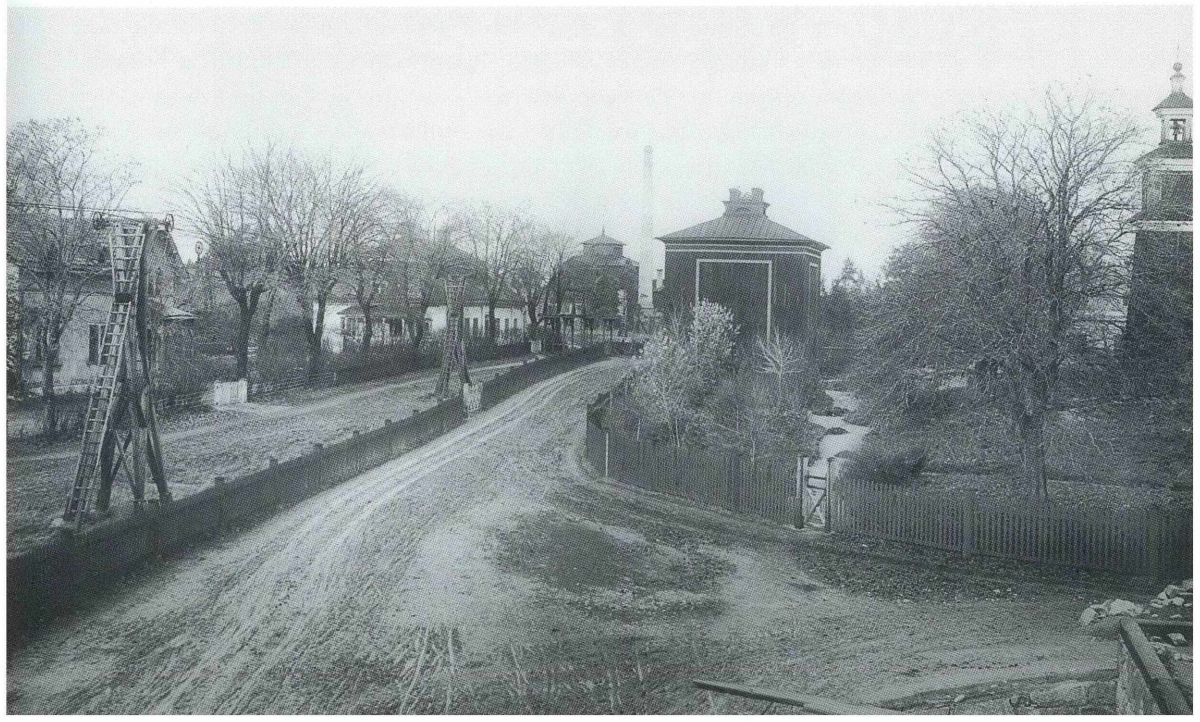
Malmstrecket drog norrut och gick allt djupare. I början av 1600-



3. Lavebyggnaden över drottning Christinas schakt. I förgrunden spelhussänkningen. Foto R Johansson, Tekniska Museets arkiv.

talet infördes mera rationella metoder som möjliggjorde djupbrytning. Upptagandet av Makalösschaktet på 1620-talet, med ett centralschakt och därifrån utgående ortsystem, innebar att den tyska brytningstekniken introducerades i Sala. Det kom snart flera exempel. Drottning Christinas schakt (257 meter djupt) avsänktes på 1650-talet under ledning av bergmästare Georg Grissbach. I samband med avsänkningen av Drottningschaktet påträffades rika fyndigheter och gruvan gick en ny – om än kortvarig – glansperiod till mötes. Efter drygt tio års

4. Miljön på gruvområdet vid sekelskiftet 1900. Byggnaderna fr v: Verkmästarbostad (gamla gruvmuseet), Gruvstugan, laven över Karl XI:s schakt. T h om vägen: Laven över Gustaf III:s schakt (pumpschaktet), klockstapeln. I mitten: Linbanorna för malmtransporter. Foto Tekniska Museets arkiv.





5. Laven över Karl XI:s schakt omkr 1850. Kopia av daguerotyp, Tekniska Museets arkiv.

brytning nådde man de stora malmfallen som började på 190 meters nivå. När dessa sinade återvände man under 1700-talet till fyndigheter som tidigare generationer ratat. I början av 1700-talet påbörjades utbrytningen av de s k halvvägsmalmerna som låg mellan 90 och 120 meters nivå. Huvudansvarig för projektet var bergmästare Daniel Bergenstierna.[3]

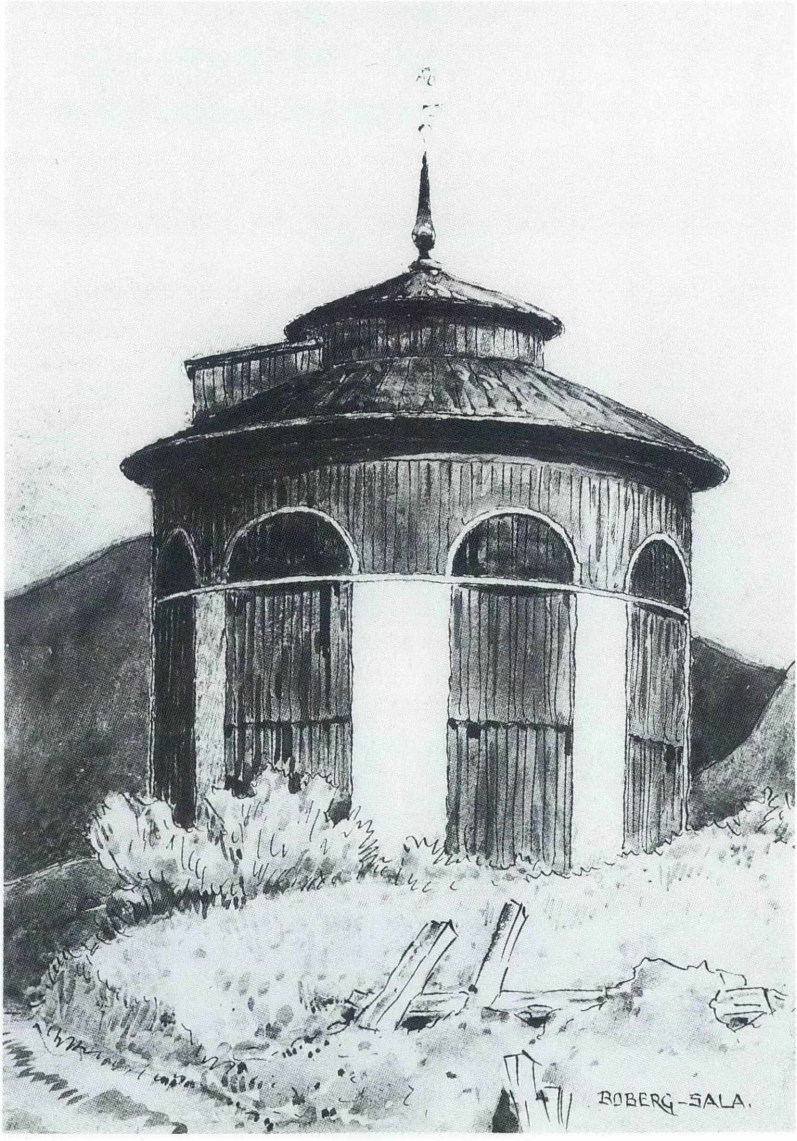
Hoppet att hitta ännu mera silver övergav man heller aldrig. Man arbetade utifrån antagandet att stora fyndigheter borde finnas längst i norr på ännu större djup. Med nya malmfält och förbättrade framställningsmetoder ville bergshauptman Jacob Henrik af Forselles göra gruvan mera lönsam. På 1810-talet gjorde han tillsammans med geschwornern Andreas Polheimer omfattande utredningar om gruvdriften.[4] Under 1800-talets förra hälft avsänktes Karl XI:s schakt till 318 meter och är sedan dess gruvans djupaste. I och med att man då även sammanlänkade de norra delarna av gruvan med de centrala partierna, fick gruvan i stort sett den omfattning den har i dag.

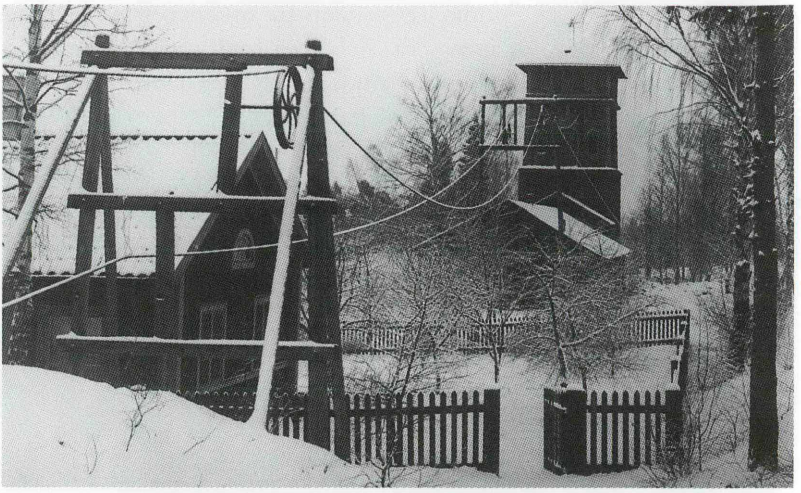
I slutet av 1800-talet förstorades bergrummen avsevärt genom att man tillvaratog fyndigheter i pelare, bergfästen och skiljeväggar. Skalen mellan håligheterna där malmkörtlarna legat, blev allt tunnare. På vissa ställen är taken bara en till två meter tjocka. Gruvan består i dag av cirka 20 km orter och ett stort antal bergrum av olika storlek. Den är vattenfylld från 155 meters nivå. Att ha gruvan till hälften vattenfylld är en viktig säkerhetsåtgärd. Vattnet ger stadga åt de kraftigt exploaterade djupare delarna.[5]

Under 1800-talets tre sista decennier genomgick gruvan en kraftig omdaning. Ett helt nytt hyttområde anlades i gruvans närhet. Olika blyprodukter (rör och tråd) fick allt större betydelse. Gruvan sysselsatte vid denna tid mellan 200 och 300 personer, med stora årliga variationer. Vid hyttan arbetade 100 till 150 personer. Vid såväl gruvan som hyttan fanns en rad yrken med skiftande status.

Flera av tidens mest framstående metallurger var i slutet av 1800-

6. Laven över Karl XI:s schakt 1920. Akvarell av Ferdinand Boberg. Foto Tekniska Museets arkiv.





7. Linbanan vid Knektschaktet. Foto R Johansson, Tekniska Museets arkiv.

talet engagerade i att föra gruvan mot ytterligare en glanstid – nu med industriella förtecken. De tyska ingenjörsbröderna August och Wilhelm Heberle utarbetade på 1880-talet metoder för att på kemisk väg urlaka det silverhaltiga avfallet vid hyttan. Vissa år på 1890-talet utvann man hela 4000 kg silver från avfallet. Vid sekelskiftet 1900 var den mångsidige industrimannen Gustaf Abraham Granström tongivande vid gruvan. Han bedrev omfattande – och kapitalkrävande – försök att utnyttja zinkförekomsterna i salamalmen.[6]

År 1908 lades gruvbrytningen ned efter ett långvarigt prisfall på silver och flera mindre lyckade försök med alternativ produktion. Viss produktion av blyprodukter fortsatte, men nu med inköpta malmer. Experimentverksamheten i de gamla industribyggnaderna fortsatte också. På 1920- och 1930-talen fördes denna tradition vidare under ledning av platschefen Pontus Liljefors, bror till konstnären Bruno Liljefors.

I modern tid har brytning förekommit i Bronäsgruvan (1945-1962), belägen utanför Storgruveområdet. Med en arbetsstyrka om ett 15-tal man utvann man vissa år på 1950-talet lika mycket silver som under glanstiden i början av 1500-talet, då troligen med en arbetsstyrka upp emot 1000 personer. Brytningen i Bronäsgruvan upphörde bland annat därför att man kom in på privat mark. Prospekteringar har gjorts under 1980-talet.[7]

I nutid pågår två typer av industriell verksamhet vid gruvan. Den ena är det från gruvan fristående företaget Sala Bly AB som bedriver blymanufaktur. Tråd, rör och sänken av bly finns i sortimentet. Den andra industriella verksamheten i anslutning till gruvområdet är dolomit-

brytningen som sker i regi av Stråbruken AB. Dolomit används dels till trädgårdsgödsel, dels till vägbeläggning.

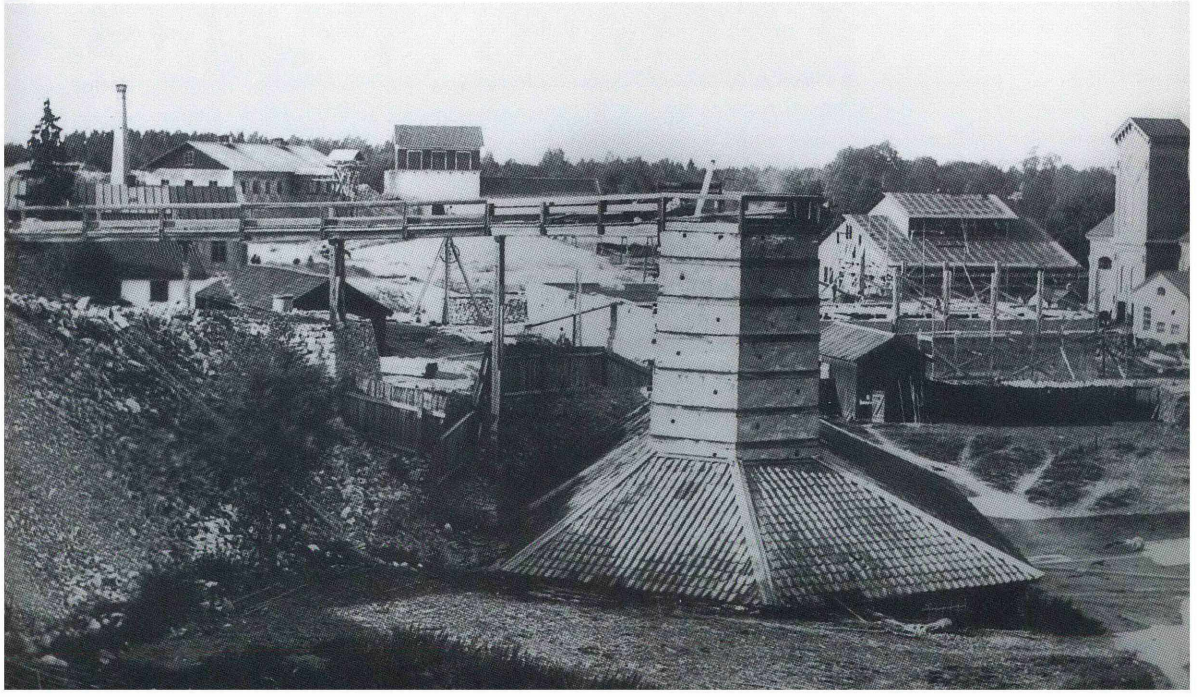
Gruvans betydelse

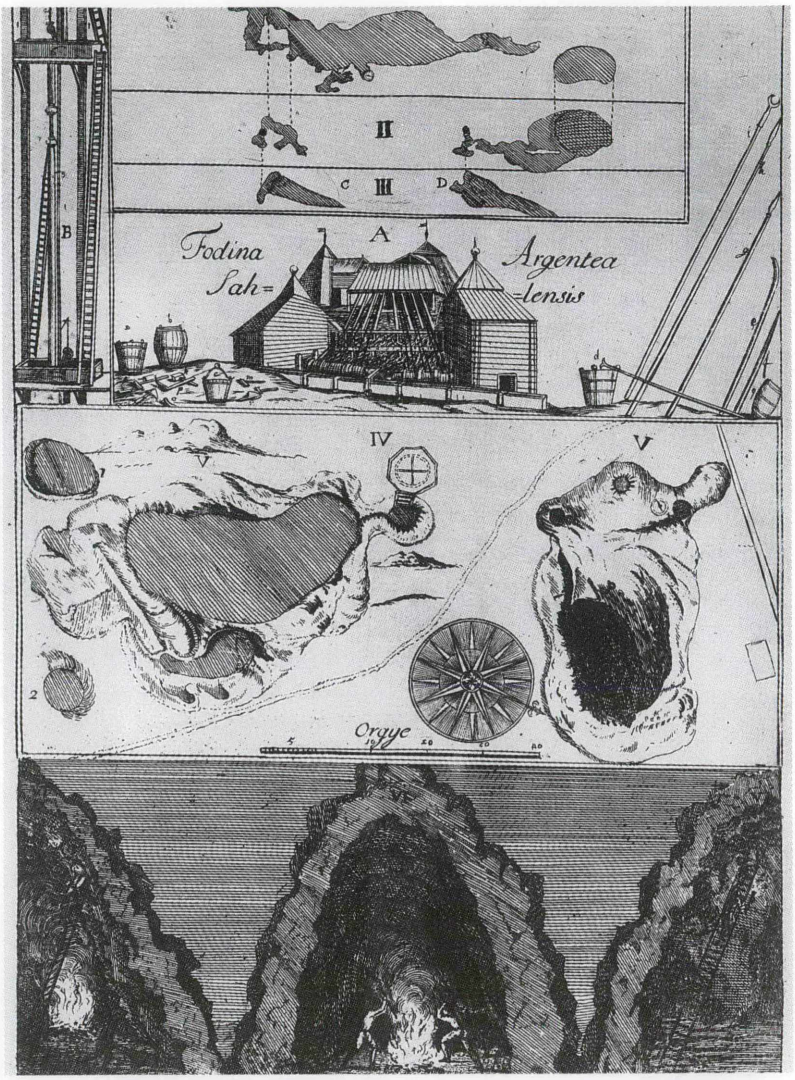
Gruvans betydelse kan bedömas utifrån åtminstone fyra aspekter, den internationella, den statsfinansiella, den regionala och den lokala. Produktionen under glanstiden i början av 1500-talet var betydande även internationellt sett, därför att silvergruvorna i Mellaneuropa hade börjat bli svårtillgängliga på grund av djupbrytning och silverfyndigheterna i Latinamerika upptäcktes först i inemot mitten av 1500-talet. Gruvan i Sala blomstrade i denna internationella "mellanperiod". Under 1500-talets första hälft importerades 264 ton silver från Latinamerika till Spanien, vilket kan jämföras med produktionen i Sala som under motsvarande tid var cirka 70 ton.[8]

Gruvan återtog aldrig sin internationella ställning mätt i kvantiteten producerat silver. Däremot uppmärksammades den i helt andra internationella sammanhang. För många resenärer har gruvan varit ett självskrivet mål. Särskilt talrika är reseberättelserna under 1700- och 1800-talen. Signeur Aubry de la Motraye och Jaques-Louis la Tochnaye är bara ett par exempel på internationellt kända personer som varit i Sala silvergruva. I ord och bild förmedlar resenärerna häpnadsväckande detaljrikedom och inlevelse – om än till viss del tillrättalagd information.

Gruvans statsfinansiella betydelse kan belysas på flera sätt. Under glanstiden på 1530- och 1540-talen utvanns 3000-4000 kg silver

8. Parti av hyttområdet vid Sala gruva omkr sekelskiftet 1900. I förgrunden en kalkugn. Foto Wilhelm Heberle, Tekniska Museets arkiv.

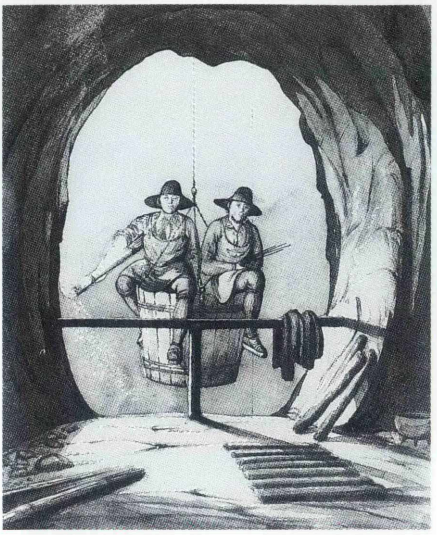




9. Illustration från Aubry de La Motrayes reseberättelser 1711-1725. Han besökte Sala silvergruva i februari 1716. Foto Tekniska Museets arkiv.

årligen. Gustav Vasas konfiskation av kyrksilver inbringade som jämförelse sammanlagt 6 500 kg silver.[9] Det var också under denna tid gruvan hade sin största statsfinansiella betydelse. Ungefär en tredjedel av Kronans silver kom från Sala.[10] Även efter glanstiden var gruvan betydelsefull. Under långa tider har Sala gruva varit landets största silverproducent.

Silvret försåldes till Kronan som hade köpmonopol. Den beväpnade silverposten – en syssla som var ett hedersuppdrag – åkte till Kungliga Myntet flera gånger om året med den kistan innehållande salasilver. Under aktiebolagstiden (från 1888) såldes silvret till bland annat



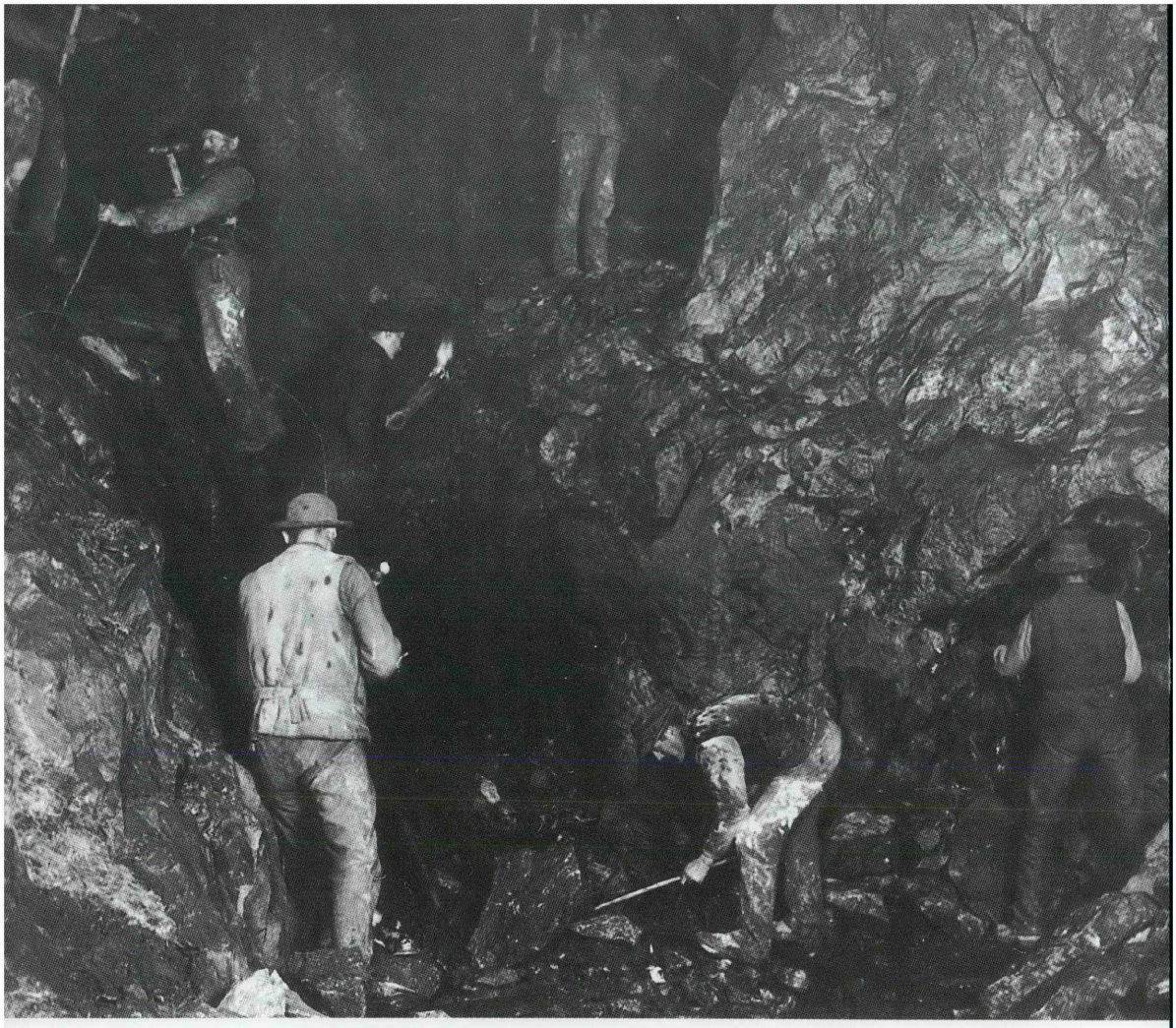
10. Nedfärd i malmtunna vid Sala gruva. Akvarell av C F A Cantzeles, 1851. Tekniska Museets arkiv.

guldsmedsfirmor i Stockholm. En del av salasilvret myntades. En del användes för silversmide, silverstop och andra föremål. En del hamnade också i kassafack som silvertackor.

Silvergruvan var sällan någon lysande affär för ägaren. Under långa tider kostade den staten mera än den gav. Auran kring metallen silver torde vara en bidragande orsak till att gruvan fick en osedvanligt lång nådatid. Men det finns också andra skäl. Så länge Sverige hade silvermyntfot var detta i sig ett motiv att driva gruvan vidare, även om metallen ju också importerades. När man införde kopparmyntfot – i praktiken dubbel myntfot, silver och koppar – på 1620-talet var detta ett tecken på falukopparens ökade betydelse för riket. Indirekt påverkade detta även salasilvrets roll på längre sikt. I jämförelse med de otympliga plåtmynten av koppar framstod silvermynt som ett smidigt betalningsmedel.[11] Under kopparens storhetstid på 1600-talet var dock silverproduktionen i Sala liten i förhållande till den internationella marknaden.

Gruvans betydelse regionalt bestod däri att ett tiotal socknar omkring hade sina kronoutskylder förvandlade till skyldigheter gentemot gruvan, så som leveranser av kol, ved och dagsverken, ända till sent 1800-tal. Gruvan påverkade den ekonomiska utvecklingen inom en radie av 5-6 mil från orten.[12]

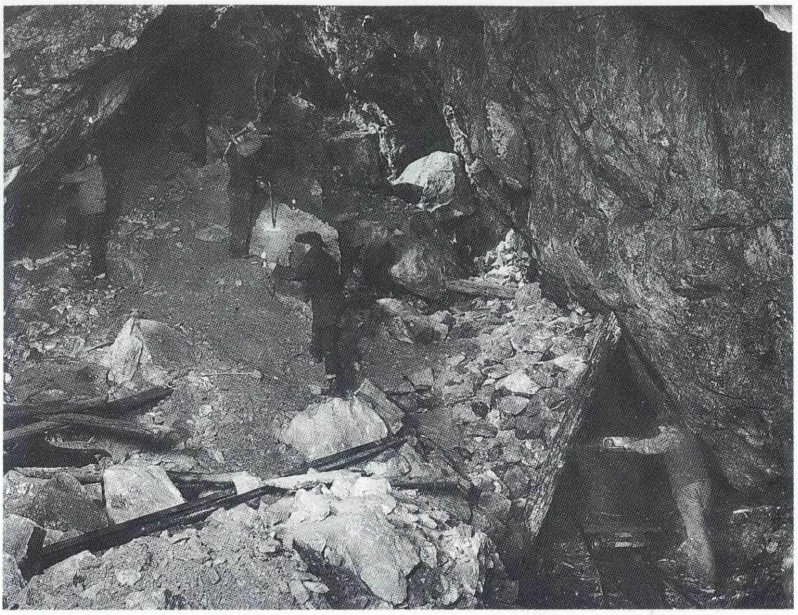
I till exempel Möklinta socken, belägen 20 km nordost om Sala, påmindes man dagligdags om gruvans existens. När nyttans vattensystem, som omfattade ett 35-tal sjöar, anlades under 1500- och 1600-talen, fick bönderna avstå stora arealer produktiv åkermark. Markerna kring kyrkbyn i Möklinta var bokstavligen dränkta av vatten. Sjöarna var givetvis viktiga transportleder, inte minst vintertid. Träkolen från Möklinta måste fram till silverhyttan.[13]



11. Brytning i Sala gruva 1899. Foto Tekniska Museets arkiv.

Stora delar av hyttans vattensystem torrlades vid sekelskiftet 1900. Sjösänkningsföretaget aktualiserades först när ett nytt hyttområde uppförts och vattnet inte längre behövdes vid den gamla hyttan. Vissa historiker har till och med hävdat att anläggandet av gruvans och hyttans vattensystem – som innefattade sammantaget ett 70-tal i huvudsak konstgjorda sjöar – var en ingenjörskonst märkligare än själva gruvan.[14]

Gruvans betydelse lokalt består dels i det faktum att den var förutsättning för utfärdandet av stadsprivilegierna 1624, dels i att den var ortens största arbetsplats ända till slutet av 1800-talet. Sala Bergslag hade mellan 300-400 personer inmönstrade i sina rullor och Sala hade i förindustriell tid 2000-3000 innevånare. Som jämförelse kan nämnas att ortens största företag i dag Denver Sala, som bland annat tillverkar

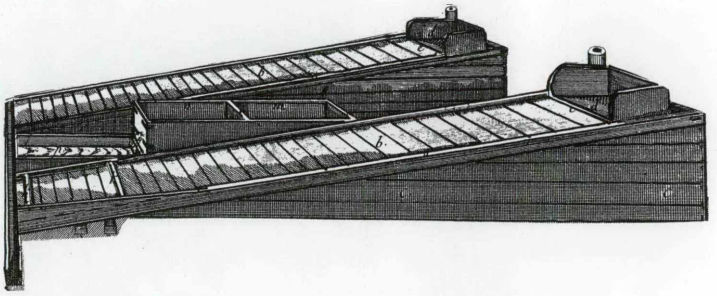


12. Brytning och utfrakt i Sala gruva. Gruvarbetet innefattade ett flertal yrken, så som gruvdrängar, ortdrivare, betingsarbetare, eldvaktare, skiljare, bottenkarlar och spelstyrare. Foto Tekniska Museets arkiv.

gruvutrustningar, sysselsätter omkring 250 personer medan tätorten Sala har 12 000 innevånare.

Bergsmännen, alltså andelsägarna i gruvan bodde i staden på halvt feodala villkor. Till varje gruvdel hörde en tomt i staden och en jordlott utanför stadsgränsen. De tre andelarna fick inte åtskiljas. I bergsmännens åligganden ingick att föra malmen från gruvan till hyttan. Dessa förhållanden gällde till mitten av 1800-talet, då det blev möjligt att skilja de tre enheterna. Ungefär samtidigt överfördes gruvans domsrätt till allmän domstol.[15]

Gruvans nutida betydelse som besöksgruva torde vara välkänd. Inte minst har många skolklasser under årens lopp gjort nedstigning i gruvan för att få konkretion till historieböckerna. Den reguljära visningsverksamheten, som vänder sig till en bredare allmänhet, började med Sala Guideklubb i mitten av 1950-talet. Visningarna omfattade då enbart Gruvbyn och andra sevärdheter ovan jord. Vissa specialvisningar under jord förekom dock i gruvbolagets regi. Sedan Sala Turisttrafikförening övertog visningsverksamheten i mitten av 1960-talet kom underjordsvisningar att bli huvudattraktionen. År 1988 förvärvade Sala kommun gruvan från Avesta Jernverks AB. Efter en tid bildades Sala Gruv och Turism AB, det företag som bedriver dagens visningsverksamhet. Flera nya visningsleder på 60-metersnivån har tillkommit



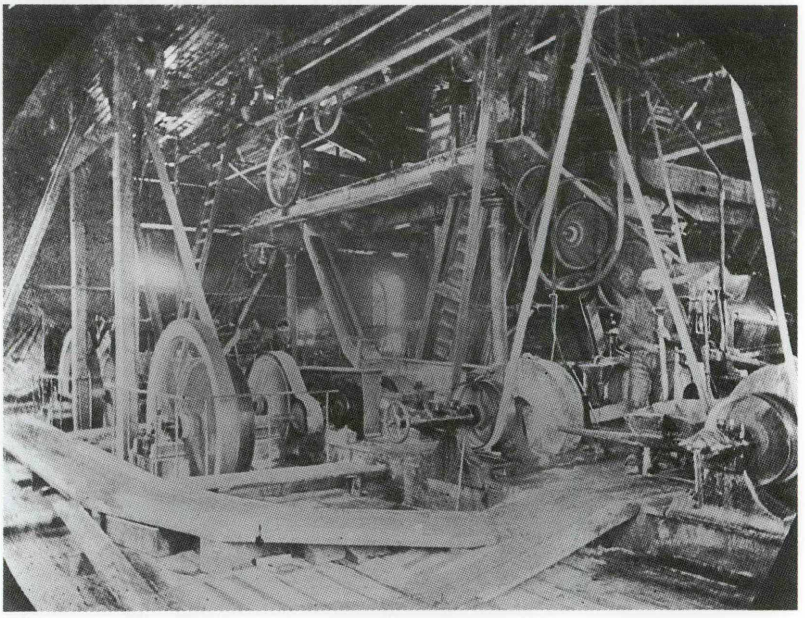
13. Den krossade malmen vaskades på planhärdar. Ur Sven Rinmans Bergwerks lexicon 1788-89.

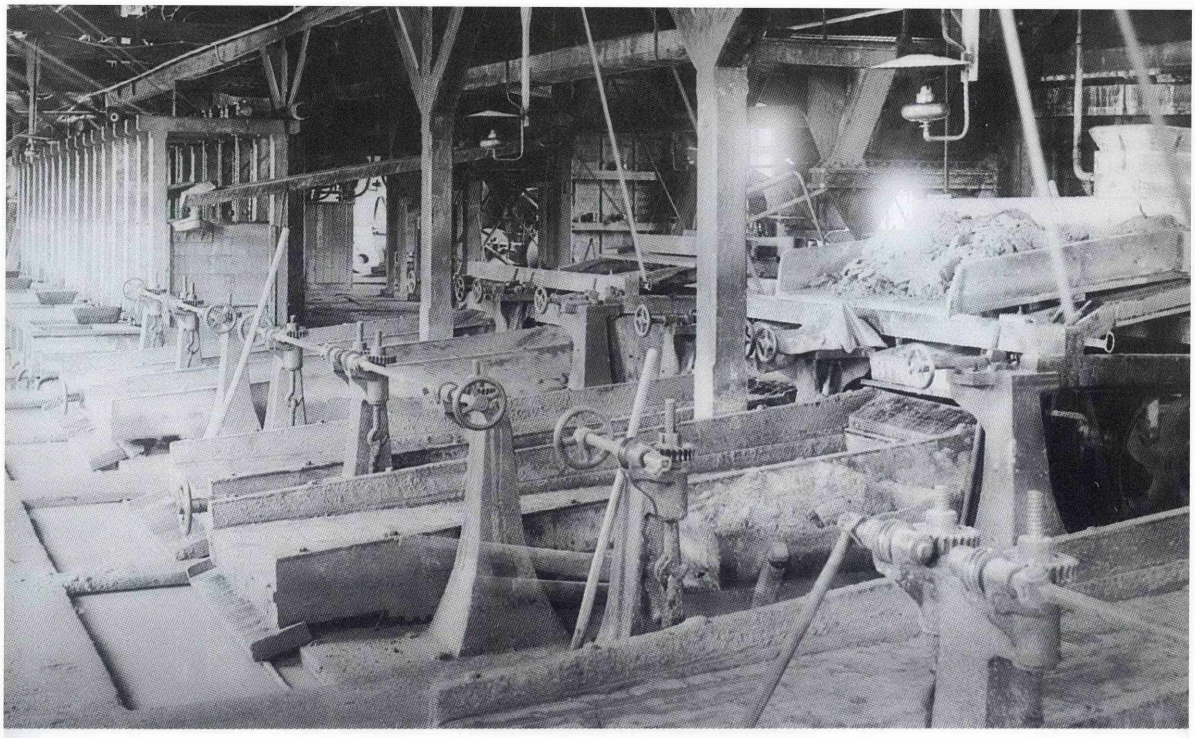
de senaste åren. Byggnaderna på gruvområdet genomgår för närvarande en omfattande renovering.[16]

Gammal och ny teknik

Merparten av gruvan är bruten med den s k tillmakningsmetoden. Berget upphettades med hjälp av vedbrasor tills det sprack – oftast utan vattenbegjutning. Tillmakningsmetoden gav de typiska höga spets-

14. Parti av anrikningsverket 1899, med tidstypiska transmissionsanordningar. Foto Tekniska Museets arkiv.





15. Del av anrikningsverket vid Sala gruva 1899. Foto Tekniska Museets arkiv.

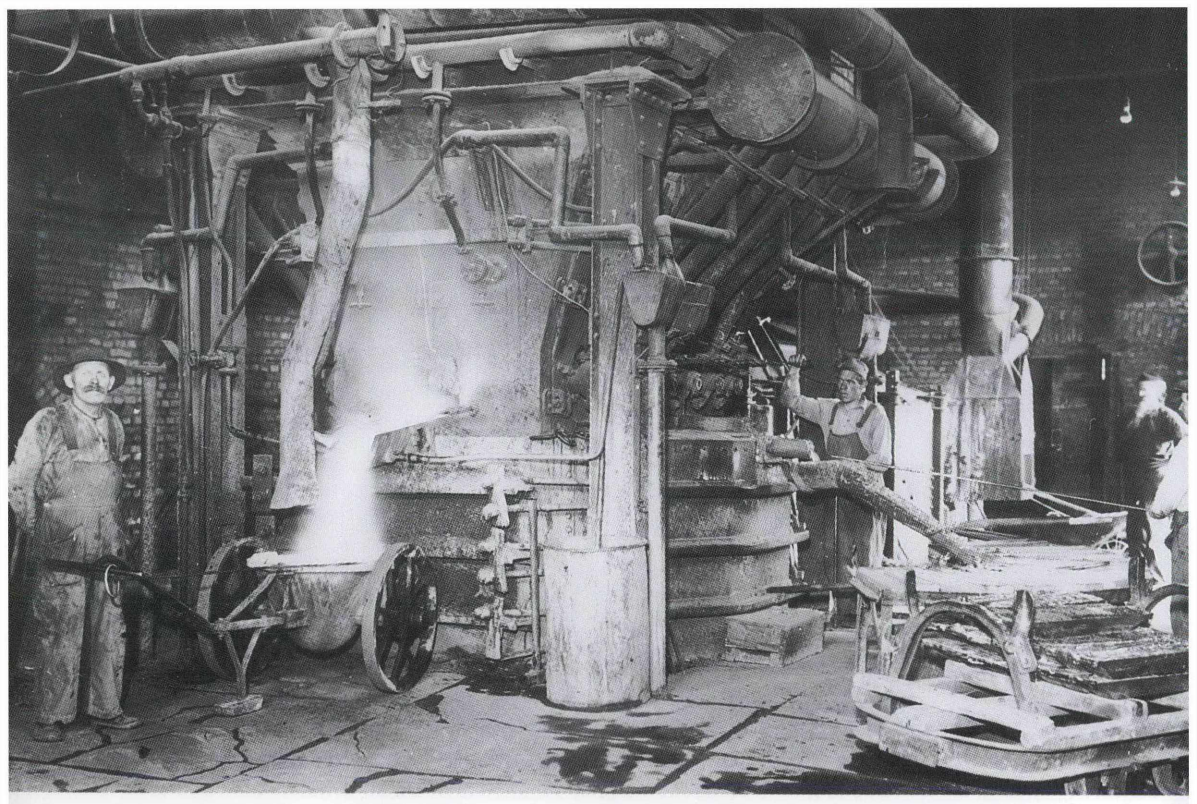
bågsformade orterna med svarta och släta bergväggar. Sala gruva var sist i landet (1877) med att överge denna urgamla brytningsmetod.

Tillmakningsmetoden

I Sala utvecklades flera sätt att använda tillmakningsmetoden, vilka finns beskrivna i metallurgen Sven Rinmans bergverkslexikon från 1788. Vid ortdrivning staplades veden till en s k drivlave, som kan liknas vid att stapla ved i en öppen spis, fast i större skala. Elden värmer in emot och upp på bergväggen. Reslave gillrades vid strossning, dvs brytning på flera bergytor samtidigt. Veden staplades då mot bergväggen i flera etager. En reslave kunde bli upp emot tre meter hög. Vid schaktavskänkning staplades veden till en sänkningslave. Veden lades korsvis i form av en cirka en meter hög pyramid. Genom att lägga stenar på veden kunde värmen pressas nedåt mot bergets sula.[17] Sänkningsarbeten tog ofta tre gånger så lång tid som brytning i andra riktningar.

Tillmakningsmetoden kännetecknades av hög vedförbrukning och därtill periodvis kalhuggna områden i trakten. Nutida rekonstruktioner har visat att en brasa om en kubikmeter ved ger under gynnsamma förhållanden knappt en halv kubikmeter lösbrutet berg.

Arbetsrutinerna och miljön i underjorden formades i mångt och mycket av tillmakningsmetoden. Arbetspassen delades in i förberedelse – eldning – vädring – brytning – utfrakt och uppfordring. Förberedelse och eldsättning gjordes oftast på kvällspasset. Under vädringspasset



16. Stora smältugnen vid nya hyttan 1892. Foto Tekniska Museets arkiv.

nattetid var enbart eldvaktarna kvar i gruvan. Brytning, utfrakt och uppfordring gjordes på förmiddagspasset.[18]

Röken från eldarna var ett av de största problemen i underjorden. För att få nödvändig luftväxling gjordes separata luftschakt och ventilationsportar i orterna. Genom att flera av schakten är 10-15 meter i diameter och att ortsystemen är sammanlänkade kan man anta att ventilationen fungerade åtminstone i gruvans övre delar. Ned mot 300 metersnivån var problemen med luftväxling så stora att ytterligare brytning omöjliggjordes.

Krutsprängning ett komplement

Krutsprängningen i Sala har gamla anor.[19] Redan på 1630-talet började krut användas i gruvbrytningen. Krutets främsta förtjänst bestod i effektiviteten, men där fanns också flera nackdelar. Det var dyrt och fuktkänsligt och därmed svårt att hantera i underjordsmiljön. Sprängningen blev mera svårkontrollerad än vid den beprövade tillmakningsmetoden. Krutsprängning förbjöds på 1690-talet, men påbudet torde ha haft föga verkan. Krutet hade kommit för att stanna. Krut användes framför allt vid sprängning på begränsade partier, till exempel när man skulle göra ett genomslag mellan två bergrum samt vid schaktavsänkning. Torgschaktet i gruvans södra del upptogs med

krutsprängning i början av 1700-talet. Vid strossning i större arbetsrum var tillmakningsmetoden alltjämt överlägsen.

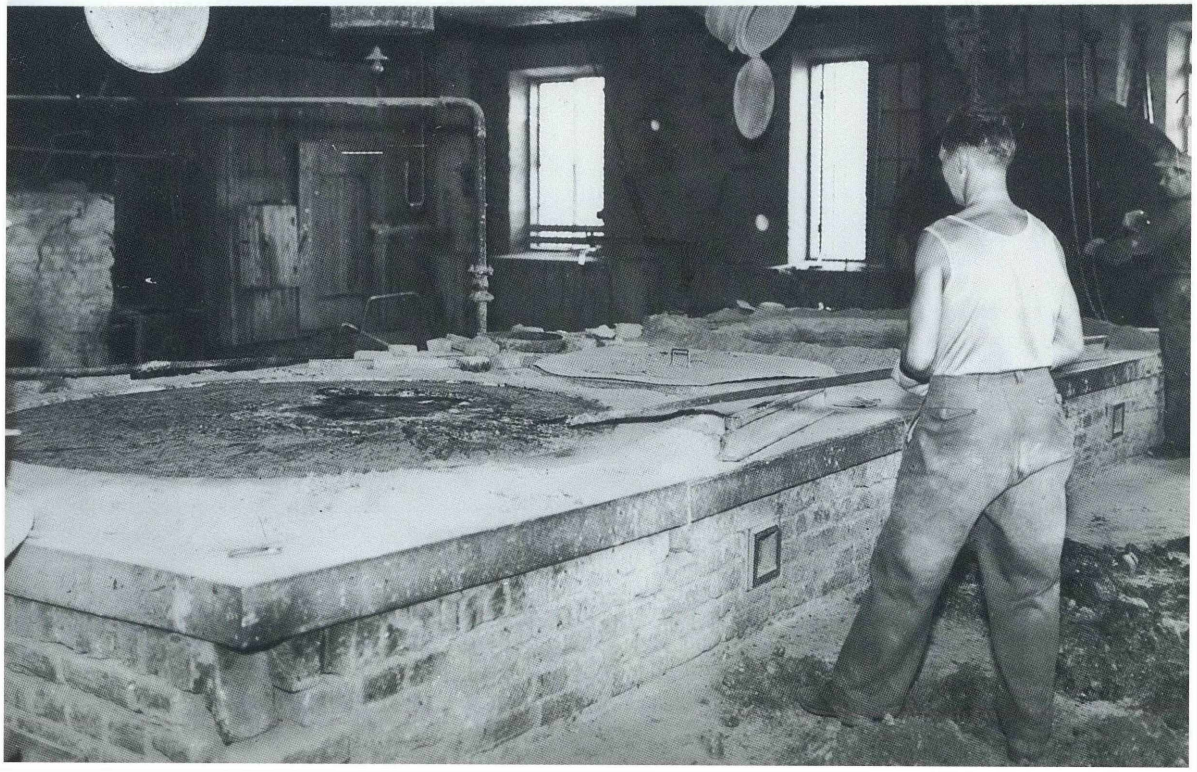
Krutsprängningen stod i nära samband med utvecklingen av borrningstekniken. Rapporter till Bergskollegium visar att tvåmansborrning, alltså en som håller i borren och en annan i släggan, var det vanligaste arbetssättet. Den stålhuvade mejselborren, modifierad i skäret och till längden, för att passa de hårda bergarterna i Sala, visade att man redan på 1600-talet anammat tidens senaste teknik. Högt utvecklad borrningsteknik, medelmåttigt utvecklad teknik vid skjutningen, fanns sida vid sida med tillmakningsmetoden, ända till 1870-talet.

Dynamiten - revolution i gruvbrytningen

År 1877 brann den sista tillmakningselden i Sala gruva. Under en kort period användes petraliskt krut (ammoniakkrut) på försök. År 1879 introducerades dynamiten. Den blev inte bara århundradets revolution, utan den största förändringen överhuvudtaget i underjordsarbetet. Inom loppet av några år reducerades arbetsstyrkan från omkring 200 till ett 60-tal man, med bibehållen årsproduktion lösbrutet berg. Gruvan var inte längre ortens största arbetsplats.

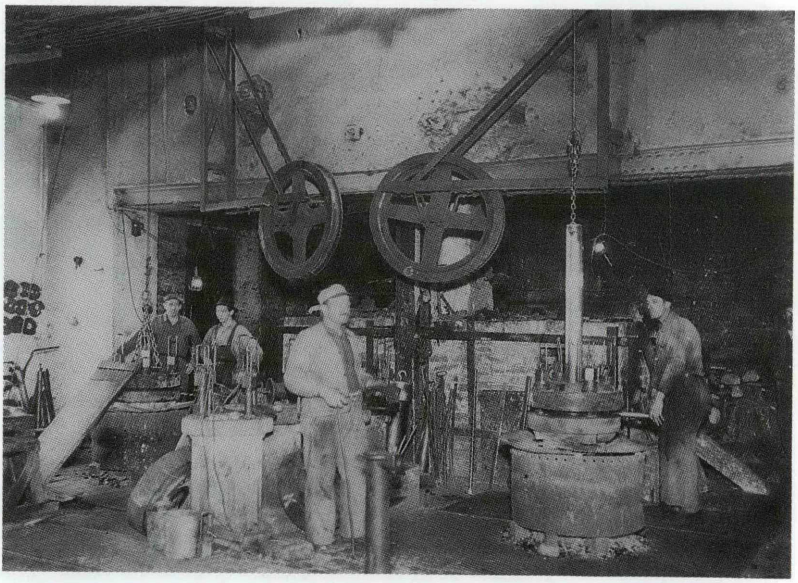
Hanteringen av dynamiten var i början förenat med problem. Flera olyckor med svåra personskador finns rapporterade de första åren. I rättvisans namn skall också påpekas att varken krutsprängning eller tillmakning var säkra metoder. Olyckor intill laddade hål, ras vid

17. Parkesseringsgrytorna där silvret tas fram ur smältan av silverbly, 1892. Foto Tekniska Museets arkiv.



18. Silverdrivning 1892. Foto Tekniska Museets arkiv.

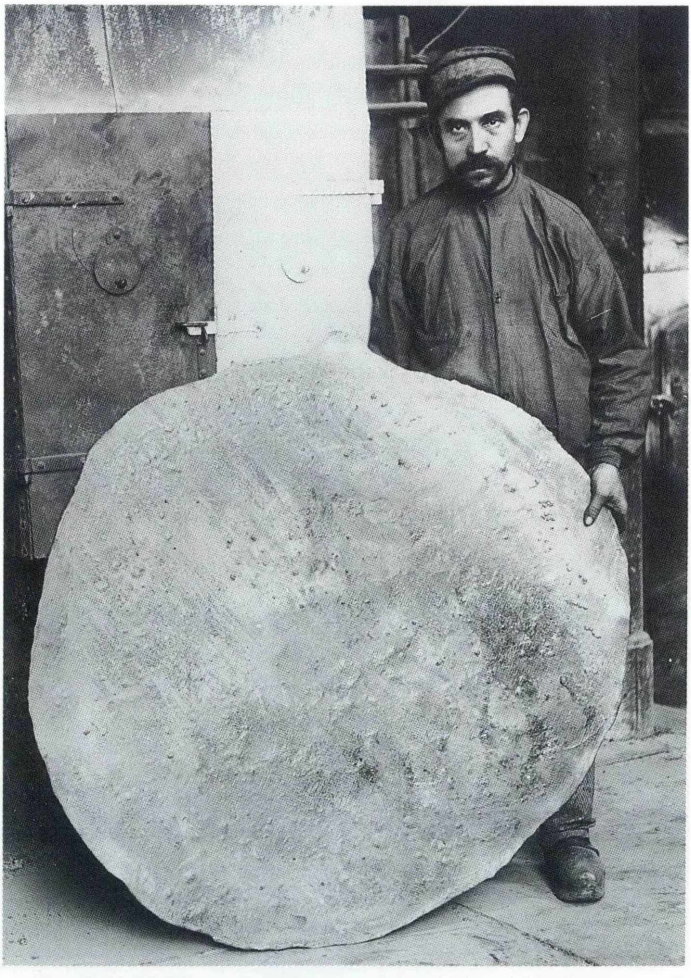
19. Blypressverket 1892. Foto Tekniska Museets arkiv.



klippväggar och kvävning vid tillmakning förekom tidigare. Under senare delen av 1800-talet blev det också allt vanligare att man rapporterade om olyckor.[20]

Malmuppfordring och länspumpning

Malmuppfordringen gjordes från början med primitiva vinschar och linspel. Under 1600-talet började vatten att användas som drivkraft vid malmuppfordringen, parallellt med s k hästvandringar. Ett liknande mönster kan man se vad beträffar vattenpumpningen. I början av 1500-talet skedde det med enkla vindor och hasplar. När man kom ned på djupare nivåer på 1600-talet, krävdes vattendrivna pumpar i rörledningar av trä. Man pumpade 7-8 meter åt gången, samlade i ett kärl, pumpade ytterligare en etapp osv. Vattnet leddes till gruvan via kanaler ovan och under jord, och kraften förmedlades med vattenhjul och



20. Den största "silverblick" som någonsin ur en smälta erhållits vid Sala silververk var denna år 1901. Den var över en meter i genomskärning och innehöll 323 kg i det närmaste rent silver. Foto C A Grellstrand. Tekniska Museets arkiv.

stånggångar. Vattnet var gruvans viktigaste kraftkälla ända till sent 1800-tal då ångkraften fick stor, om än relativt kortvarig betydelse.[21]

Från malm till silvertacka

När malmen uppfordrats vidtog skrädningen, en första manuell sortering, på gruvområdet.[22] Därefter transporterades malmen på pråm och lastades om till hästfora sista sträckan till hyttan, som låg 4,5 km öst om gruvan vid nuvarande Sala sockenkyrka. På hyttområdet, uppfört på 1540-talet, vidtog en rad tids- och arbetskrävande processer. Bokningen innebar att malmen krossades i vattendrivna bokningsmaskiner. Därefter vaskades (anrikades) malmen i flera omgångar, rostades (upphettades) för att sedan smältas flera gånger så att silvret kunde skiljas från blyet. I samband med fineringen ökades silvrets finhet. Silverframställningen avslutades med probering.

Principiellt intressant är den enkla men samtidigt omständliga bokningen och vaskningen. Den sistnämnda var något av ett särdrag för silverframställningen i Sala. Den krossade malmen sköljdes upprepade gånger på s k planhärdar med en väv av grovt tyg. Malmpartiklarna stannade på tyget medan det ofyndiga berget följde med sköljvattnet ut på slamhavet. En hel del silver följde dock med och bildade s k afterhögar. Det kvarvarande silvret togs fram på kemisk väg i slutet av 1800-talet – en verksamhet som var mera givande än att bryta i gruvan.

När mera moderna anrikningsmetoder utvecklades vid den nya smälthyttan kunde arbetet rationaliseras. En rad anrikningsanordningar, som i grunden byggde på flotationsmetoden prövades. I svårigheterna med anrikningen låg också ett frö till en framtida industri. När Sala Maskinfabrik (nuvarande Denver Sala) grundades i slutet av 1870-talet kunde anrikningstekniken mångfaldigas för en bredare marknad. Det fanns också personanknytningar mellan gruvan och den nystartade fabriken. Transportabla anrikningsverk är än idag en av företagets mest kända produkter.

Rostningen gjordes från början i öppna bås på rostgården. En rostning kunde ta en vecka. I mitten av 1700-talet introducerades särskilda s k calcinerugnar efter tyska förebilder. När smältningsprocesserna senare förfinades minskade behovet av att rosta malmen.

Smältningen syftade till att samla upp silverkornen i blyet för att sedan kunna separera silvret. Under 1500-talet var låga s k bröstugnar vanliga. Åtskilligt av blyet förgasades och man var ibland tvungen att tillsätta bly i smältan. När s k högugnar introducerades på 1780-talet förändrades villkoren påtagligt. Det blev nu möjligt att tillvarata blyet, och man kunde börja sälja olika blyprodukter.

Smältningsprocesserna ägnades stor uppmärksamhet vid sekelskiftet 1800. Man ökade ugnshöjden, förändrade avtappningsanordningarna samt företog ändringar i ugnarnas nedre del. Trots ambitionerna att öka silverutvinningen och minska blyförlusterna, innebar de nya

konstruktionerna knappast något principiellt nytänkande.

I driv- och finerhuset gjordes den slutliga separeringen mellan silver och bly. Silverblyet upphettades i grytor till dess att silvret flöt upp och "blickade". Processen var småskalig jämfört med smältningen. Vid fineringen ökades silvrets finhet från 15-lödigt till 16-lödigt. Finerugnen var mindre och grundare än drivugnen. Här gjordes ytterligare en smältning i syfte att driva bort det resterade blyet. Provtagning och vägning av silvertackorna gjordes i samband med proberingen som utfördes i den s k proberkammaren.

Silvret är förvisso det som förknippas med Sala gruva, men bly blev med tiden en allt viktigare biprodukt. Under större delen av 1800-talet förekom viss blymanufaktur, framför allt hageltillverkning. Haglet gjöts i formar och släpptes ned i det 90 meter djupa Torgschaktet. Genom det fria fallet fick haglen rund form. Principen används än i dag på många håll i världen, fastän det fria fallet sker från s k hageltorn. Uppsvinget för hageltillverkningen kan sättas i samband med framväxten av skarpskytterörelsen i slutet av 1800-talet.

Processerna från malm till silvertacka förfinades under årens lopp, men grundprincipen var ungefär densamma. Annorlunda förhöll det sig med extraktionsmetoderna som utarbetades i slutet av 1800-talet. Silvret fälldes ut på kemisk väg i stora extraktionskar. Ett av de mera spektakulära projekten som visade på nytänkande var G A Granströms cyklonverk vid sekelskiftet 1900. Metoden gick i korthet ut på att blåsa in en roterande varm luftström i en cylinder för att separera zinkpartiklarna och samla upp olika komponenter i ett system av säckar. Det var egentligen en fransk uppfinning som gruvbolaget köpte patenträttigheterna till. Cyklonverket var ett tekniskt vidunder som tjöt så det hördes flera kilometer. Zinkvittfärgen som skulle föra gruvan mot en ny glanstid höll inte måttet. Den gulnade och flagnade av. Försöket med cyklonverket undergrävde också bolagets ekonomi. Sett i ett något vidare perspektiv kan cyklonverket betraktas som ett tidstypiskt exempel på den nästan obegränsade uppfinningsrikedom som präglade den tidiga industrialismen.

Noter

1. Gruvans geologi finns behandlad i både äldre och moderna framställningar. Se t ex Tegengren, F R, *Sveriges ädlare malmer och bergverk* (1924), samt Kieft, C, Holmgren, J, Eriksson, G, *The silver mercury antimon minerals of Sala, Sweden.* (Canadian Mineralogist vol 25 1987, pp 647-658).

2. Ang diskussioner om gruvans ålder se Holmqvist, E, *Sala Silvergruvas begynnelse* (HT 1954:3) samt Granström G A, *Ur Sala Gruvas historia* (1941) s 71-81.

3. Norberg, P, *Sala gruvas historia under 1500- och 1600-talen* (Sala 1978) s 318-396.

4. Polheimer, A, – af Forselles, J H, *Relation om Vetenskapliga Försöken att förbättra Processen vid Sala Silververk* (1818). Riksarkivet.

5. Engelbertsson, B, *Industriarbete i förindustriell arbetsmiljö. Sala gruva och silververk under 1800-talet* (Uppsala 1987) kap IV.

6. Ang aktiebolagstiden vid Sala gruva, se Engelbertsson, B, *Industriarbete...* s 46 ff.

7. Ang Bronäsgruvan, se Meurman, R, *Hyttområdet vid Sala bly* (Sala Hembygds- och Fornminnesförening årsbok Årg 43. 1992).

8. Jörberg, L Bunte, R, *Historia i siffror* s 41. Uppgifterna om silverproduktionen i Sala grundar sig på Tegengren, F R, *Sveriges ädlare malmer och bergverk* (1924) tabellbilagor.

9. Häger, O – Norman, H – Villius, H, *1000 år. En svensk historia...* (1980) s 55.

10. Hammarström, I, *Finansförvaltning och varuhandel i Sverige 1504-1540*, (1956) s 309 ff.

11. Ang kopparmyntfoten vs silver se Tingström, B, *Sveriges Plåtmynt 1644-1770. En undersökning av plåtmyntens roll som betalningsmedel.* (1984) passim.

12. Norberg, P, a a resp avsnitt om transporterna (arrendevillkoren).

13. Engelbertsson, B, *Längs Salas vattenvägar* (bergslagsarkiv 1991) och där anförd litteratur.

14. Hembygdsforskaren Assar Jansson (1900-1972) hävdade ofta att vattensystemen var salabygdens främsta särdrag.

15. Ang bergsmännens villkor se Lindberg, E F, *Bergsmanstomter och nybyggartomter* (Rig 1963).

16. Engelbertsson, B, *Visningsverksamheten vid Sala silvergruva.* (Sala Hembygd- och Fornminnesförening årsbok årg 43 1992).

17. Rinman, S, *Bergwerks-lexion* (1788) s 1003.

18. En ingående ögonvittnesskildring av tillmakningsmetoden ger Hausmann, J F L, *Reise durch Skandinavien in den Jahren 1806 und 1807.* (1816) s 292 ff.

19. Avsnittet om krutsprängning utgör en sammanfattning av Engelbertsson, B, *Industriarbete...* s 94 ff och där anförda källor.

20. Ibid resp avsnitt om dynamit samt kapital VI om arbetsmiljöer, dödsorsaker och sjukdomar.

21. Ang äldre tiders malmuppfordring och länspumpning se Norberg, P, a a s 357-377.

22. Avsnittet "Från malm till silvertacka" är en sammanfattning av Engelbertsson, B, *Industriarbete...* kap V Arbete och arbetsmiljöer vid malmförädlingen, och där anförda källor och litteratur.

Sala Silver Mine in centuries past

Summary The silver deposits at Sala were probably discovered towards the end of the 15th century. The mine is explicitly mentioned in a pastoral letter of 1511 and in the following year, the first charter was issued. The mine must then have been in operation for several decades. In the 16th century, work was concentrated on the southern parts of the mine which were more than 700 metres long and 200 metres wide. These mining operations, in particular those in Herr Stens Botten were the foundation of the mine's prosperity in the 1520s and 1530s. Gustav Vasa was personally involved in the mine in various ways and even stayed there periodically. At that time, the annual production of silver was around 4 000 kilograms. For long periods, the annual silver production remained around 1 000 kilograms or less. At the end of the century, there were several subsidences which lead to work in the mine stagnating. The subsidences were due in part to unplanned and careless mining operations. As a result of the collapse of the rock roof, Herr Stens Botten is today no more than a large gaping hole.

The ore glands ran northwards at an ever increasing depth. At the beginning of the 17th century, the adoption of rational mining operations allowed mining to be undertaken at depth. The opening of the Makalös shaft in 1620 with a central shaft and a system of galleries radiating out from it, marked the introduction of German mining technology at Sala. Soon there were several other examples. The shaft of Queen Christina (257 metres deep) was sunk in the 1650s under the direction of the mining superintendent, George Grissbach. In the process rich deposits were uncovered and this led to a new, if shortlived, period of prosperity for the mine. After more than ten years of mining, the large ore drop which began at 190 metres was reached. These deposits began to decline in the 18th century with the result that the mine district organization turned instead to those deposits which had been rejected by previous generations. At the beginning of the 18th century, the so-called half-way ores which were to be found between 90 and 120 metres were worked under the direction of the mining

superintendent, Daniel Bergenstierna.

Hopes of finding still more silver remained undiminished. It was assumed that large deposits ought to exist at the northernmost extremity at an ever greater depth. The mining superintendent Jacob Henrik af Forselles aimed at making the mine more profitable with the help of new orefields and improved production methods. In 1810s, together with the deputy superintendent, Andreas Polheimer, he carried out an extensive study of mining operations. During the first half of the 19th century, the Karl XI shaft was sunk to a depth of 318 metres. It remains the deepest shaft. By linking the northern parts of the mine with the central area, the mine largely attained the proportions it has today.

By the end of the 19th century, the underground rock cavities had been appreciably enlarged as the deposits were used for piers, abutments and dividing walls. The intervening shell between the excavacated spaces where the ore glands had been, became ever thinner. In certain places, the roof is at most two meters thick. Today the mine consists of 20 km of galleries and a large number of rock cavities of varying size. From a depth of 155 metres, it is filled with water. Having the mine half flooded is an important safety measure. The water gives stability to the heavily exploited deeper parts of the mine.

During the last three decades of the 19th century, the mine underwent a significant transformation. A whole new area adjacent to the mine was set aside for a smelting works. Various lead products (pipes and wire) became increasingly important. Around this time, the mine employed between 200 and 300 people, subject to large seasonal variations. Between 100 to 150 people were employed at the smelting works. The mine and smelting works covered a whole range of trades of varying status.

At the close of the 19th century, several of the most prominent metallurgists of the age were involved in trying to usher in a new period of prosperity for the mine as an industrial enterprise. In the 1880s, two German engineering brothers, August and Wilhelm Heberle, devised methods for chemically obtaining silver from the waste material at the smelting works. In certain years in the 1890s, no less than 4 000 kilograms of silver were obtained from the waste material. At the turn of the century, the versatile industrialist Gustaf Abraham Granström was the major influence at the mine. He carried out extensive – and expensive – attempts to exploit the zinc found in Sala ore.

In 1908, mining ceased after a prolonged slump in the price of silver and after several less successful attempts at alternative production. A certain amount of production of lead goods continued but on the basis of purchased ores. The experimental work in the old industrial buildings also continued. This tradition was maintained in 1920s and 1930s under the direction of Pontus Liljefors, the brother of the artist Bruno

Liljefors.

In modern times, mining has taken place at Bronäs Mine (1945-1962) situated outside the main mine area. With the help of a workforce of fifteen, it was possible in various years during the 1950s to produce as much silver as in the glory years of the 16th century when a workforce of around 1 000 was probably employed. Bronäs Mine ceased to be worked partly because it encroached on private land. There has been some prospecting during the 1980s.

Today two types of industrial activity are to be found at the mine. One is carried out by the company Sala Bly AB, which is quite independent of the mine and is engaged in lead manufacture with an output which includes wire, pipes and sinkers. The other activity is dolomite mining which is carried out by Stråbruken AB. Dolomite is used partly for garden fertiliser and partly for road surfacing.