

Markscheideri – gruvmätning i äldre tider

av Ulla Ehrensverd

GRUV- OCH LANTMÄTARE HADE sedan urminnes tider använt sig av samma hjälpmedel: mätsnöre, lod, käppar och vattenpass. Under sekulens lopp fick de bättre instrument, exempelvis kompass och teodolit. När läroböcker för dem började ges ut på 1500-talet, hörde lantmäteri och gruvmätning fortfarande ihop. Men de vida dagbrotten i Sverige och magnetismen i malmen, som hindrade användningen av kompass, gjorde att en speciell svensk metod för gruvmätning introducerades.

Föreställningen att kronan hade äganderätt till alla malmstreck i det svenska riket framträdde under 1300-talet. I bergsordningen av år 1347 kallas den avgift som bergsmännen årligen skulle avlägga till kronan för *avrad*, ett ord som kom att användas i betydelsen av avgift (ränta, skatt) till jordägaren. Denna regalrättighet fastställdes av kung Gustav I år 1552 med orden ”all malmberg i Sverige lyder till Sveriges krona”. Men han meddelade samtidigt att bergsmännen vid rikets koppar- och järngruvor kunde fortsätta att bedriva sin rörelse mot att de betalade tillbörlig skatt.

Förhållandena i svenska riket liknade dem i Europa. Tidigt hade skogar, vattendrag och malmberg betraktats som allmänningar, men vid slutet av 1100-talet hade regenterna börjat tillägna sig malmberg för statens räkning eller egen del. Från 1200-talet finns norditalienska och tyska beskrivningar hur man mätte ut i marken ca 14 m kvadratiska eller runda hål och sedan grävde sig ned ett tjugotal meter.¹ I 1359 års bergs rätt för Rammelsberg vid Goslar anges en speciell yrkesman för dessa uppmätningar (”die Fronbote”), som sedan kom att kallas både i Tyskland och Sverige för *markscheider*, efter tyskans *Mark* = gräns, *rågång*, *scheiden* = skilja och *Markscheide* = gruvfältsgräns.

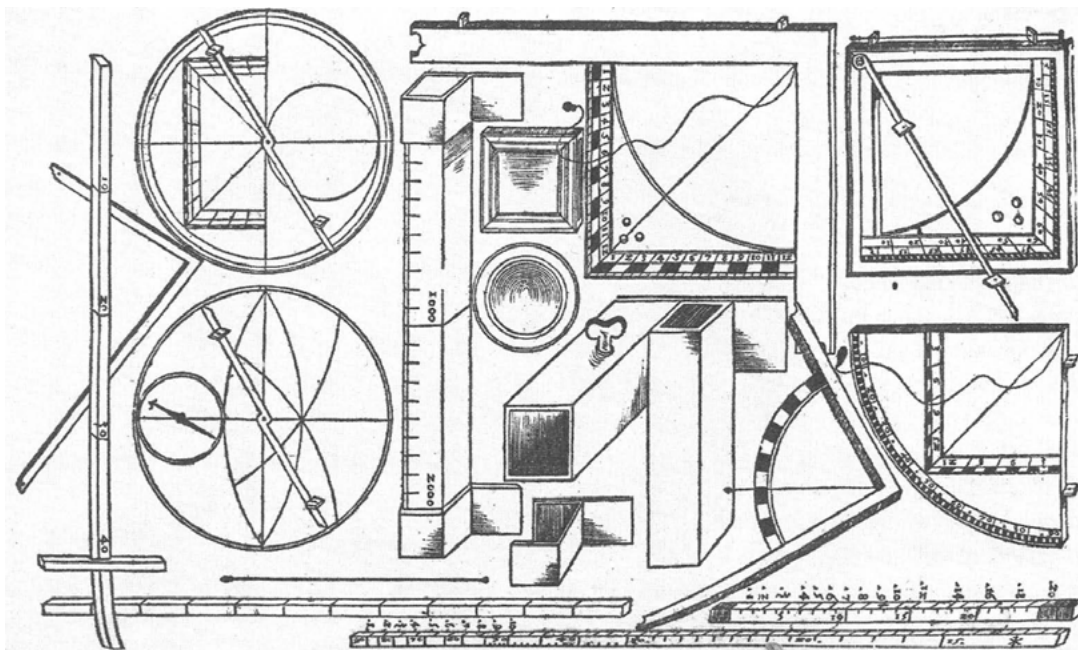
En markscheider hade den juridiskt ansvarsfulla uppgiften att staka ut ett gruvfält och att

kunna märka ut en gränslinje med en stav, stämpel eller dylikt, då två intressenter inmutat var sin gruva på samma malmgång. Under 1400-talet var han huvudsakligen juridiskt ansvarig, men efter hand fick han mer vidsträckta uppgifter som att mäta vid den dagliga brytningen i orter, rum och schakt. Han utstakade malmgångar och angav riktning och avstånd som en ort kunde drivas för att träffa en annan ortgavel. Han ritade kanske en plan för hand men först mot århundradets slut började man åstadkomma det vi uppfattar som kartor.

Matematik, teknik och nya instrument

Under 1500-talets första hälft ritades mest småskaliga kartor över hela världen eller stora landområden. Boktryckarkonsten hade då gjort det möjligt att sprida kunskap om nya världar till allmänheten. Med tryckta informativa illustrationer kunde matematiker, astronomer och tekniker presentera sina nya instrument och uppfinningar. Läroböcker i teoretisk fältmätning kom så småningom att publiceras, medan man ritade för hand det som rörde lokala förhållanden. Gränsdragningar beskrevs oftast i ord. Över skogs-, jakt- och fiskerättigheter gjordes tidigt storskaliga kartor. Troligen ritades liknande planer över gruvor. Det är med utgångspunkt från deras räkenskapsböcker och dess tabeller som man har tyckt sig förstå, hur man mätte i bergens inre.

Genom illustrerade tyska handskrifter som *Wolfegger Hausbuch* (ca 1475–1485), *Schwazer Bergbuch* (1556) och framför allt *Kuttenberger Kanzionale* (1490-tal)² får man en livlig uppfattning av verksamheten kring och i gruvorna, men inga planer. År 1518 trycktes anonymt i Worms



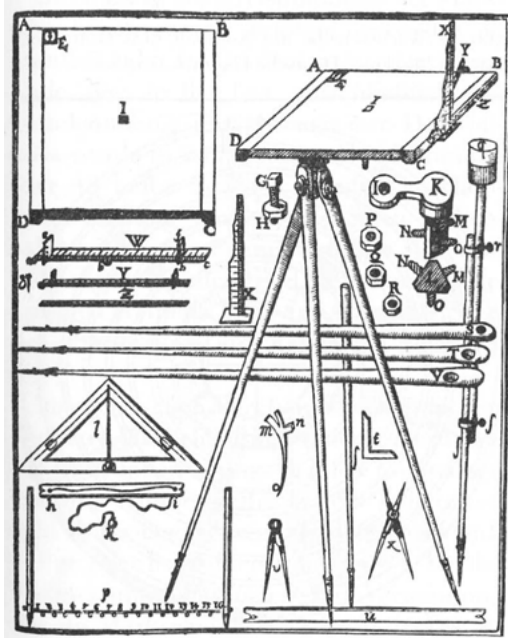
FIGUR 1. Fältmättningsinstrument från 1500-talet: jakobsstav jämte visir, längd- och tvärstavar, vinkelbake, astrolabium, bussol (= kompass), blylod, två speglar för höjdmätning, mätkvadrat med förlängda sidor och kvadrant. Ur: Walter Rivius (Ryff), *Bericht der mathematischen und mechanischen Kunst der Architektur. Das drit. Buch Der geometrischen Messung*. Nürnberg 1547.

Eyn wolgeordnet und nützlich Büchlein, wie man Bergwerck suchen un finden sol, skriven av bergmästaren i Freiberg Ulrich Ruelein von Calbe (Calw).³ Bland dess 13 träsnitt finns den första avbildningen av en gruvkompass, ett ficksolur med magnetnål indelad i 2 x 12 timmar. År 1546 gav läkaren Georg Agricola ut sin första bok med illustrationer från livet i en gruva. Tio år senare kom *De re metallica libri XII* ut i Basel med 273 träsnitt, som blev ivrigt studerade och kopierade. Bilderna gav ändå inte någon detaljerad information om hur man skulle rita en karta över en gruva. Det fick man först genom den lärde matematikern i Wittenberg Erasmus Reinholds *Bericht vom Feldmessen und Markscheiden*, Erfurt 1574.

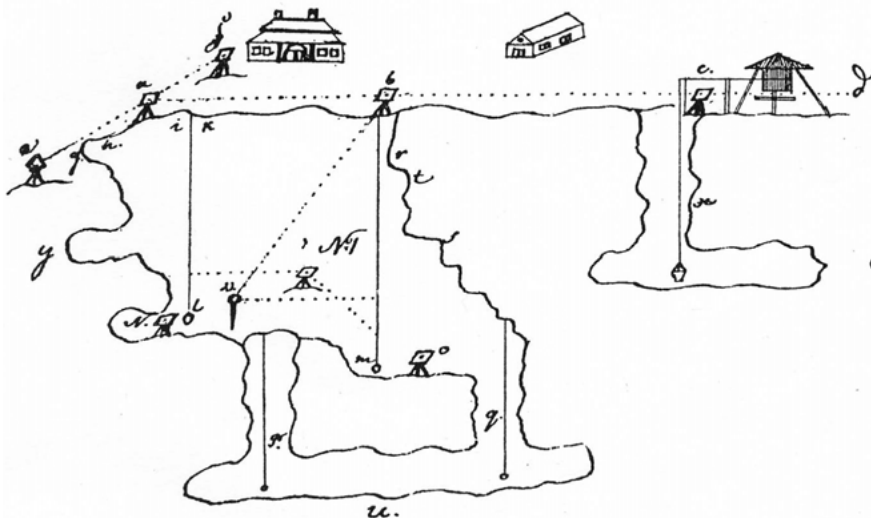
De äldsta bilderna över gruvområden liknar mest tidens landskapskonst, beroende på att tecknaren (konstnären) har sökt upp en höjd för att därifrån kunna återge sitt motiv som ett panorama. Denna perspektiviska blickpunkt bibehölls, när



FIGUR 2. Uppmätning av ett schakts djup genom triangulering med ett rep. Ur: Georg Agricola, *Vom Bergwerck XII Bücher*. Basel 1557.



FIGUR 3. Mätbord, stavar och passare. Ur: Daniel Schwenter, *Geometriae Practicae Novae. Tractatus II. Ohne einig Künstlich Geometrisch Instrument, allein mit der Meßruthe und etlichen Stäben*. Nürnberg 1617.



FIGUR 4. Schematisk framställning av en gruvans upp-mätning i början av 1700-talet. Vid denna tid användes bara ett mätbord, som flyttades från station till station, först uppe i dagen, sedan nere i gruvan. Enligt Johan Tobias Geisler, *De förnemsta styckena af Markschejderiet* 1725. Manuskript i Kungl. biblioteket, Stockholm, X 280.

man under 1500-talets första hälft koncentrerade sig mer på gruvornas utbredning än på verksamheten kring dem. Från denna tid finns bevarade gruvkartor och -planer, t.ex. en gränskarta över Fichtelberg bei Oberwiesentahl från 1529, en plan över saltgruvan Hall i Tyrolen från år 1531 och en från 1535 över gruvan i Dürrenberg i Alperna. Snart ritade man flera kartor över bergverken i Norditalien, i trakterna väster om Dresden (Freiberg och Annaberg), i Harz (Rammelsberg) och västerut i Lothringen, Dauphiné, Normandie och "Forest of the Dean" (Gloucester) i England.⁴ Från år 1534 har bevarats den kanske äldsta planen som bara återger en dagorts riktning, nämligen Zikmund Práseks ritning över stollen Politschan vid Kutná Hora (Kuttenberg).⁵ Till dessa områden i mellersta Europa for många svenskar för att studera och år 1530 skickade Gustav I en man till Tyskland speciellt för att få hjälp med vattenproblemen i Stora Kopparbergsgruvan.

Under decennierna kring 1550 kom många manuskript av antikens matematiker att spridas i tryck både på latin, grekiska och översatta till moderna språk. En bildad man skulle ha tillgodogjort sig Euklides' *Elementa* och Vitruvius' *De architectura*. Det var viktigt att ha både teoretiska och praktiska kunskaper. Det blev allt viktigare att lära sig geometri. Kung Gustav I präntade i sina söner vikten av matematiska färdigheter. Av sönerna kom i synnerhet den yngste, hertig Karl (IX) att inse detta. Inom hans hertigdöme låg också Sveriges viktigaste gruvor: Sala silvergruva och Stora Kopparberget.

Peder Månsson och Olaus Magnus

I Sverige var inte bara statsmakten utan även kyrkans män och bildat folk medvetet om gruvhanteringens vikt för landets ekonomi. Vadstenamunken Peder Månsson kom att teckna ned sina tankar i detta ämne och kallade det *Bergsmanskonst*. Under sin tid som föreståndare för Heliga Birgittas hus i Rom fick han år 1524 besök av Olaus Magnus. Denne hade då börjat planera att åstadkomma en karta över det Norden, som han anade skulle gå förlorat för katolicismen genom reformationen som spred sig upp mot Skandinavien. Han var lika intresserad av bergverk som Peder Månsson och hade studerat gruvor under sina resor i Norrland.

År 1526 gick Olaus Magnus tillsammans med sin bror Johannes, Sveriges siste katolske ärkebiskop, i exil till Danzig (Gdańsk). Olaus började nu studera gruvor även i Polen. År 1528 utarbetade han ett förslag till en bättre vattenledning i blygruvan i Olkusz, nordväst om Kraków.⁶ Efter drygt elva års arbete blev hans *Carta Gothica (Marina)* färdig och kom att tryckas som träsnitt i Venedig 1539. På denna finns inget gruvmotiv. Däremot blev han den förste som på en karta angav platsen för gruvorna med symboler: guld med en stjärna, silver med en rektangel och koppar med en ruter. Han markerade en guldgruva i Lule älvdal i Norrland, en uppgift som han skulle ha hämtat från Gustav I. Georg Agricola omnämnde detta 1546 och där efter spreds uppgiften vidare i litteraturen.⁷ Tyska kartografer utmärkte gruvorna med en hammare och kil, tills Paul Aretin von Ehrenfeld, inspirerad av alkemi, lanserade planetsymboler på sin karta över Böhmen 1619.

Olaus Magnus gav år 1555 ut sin historik över folken i Norden (*Historia de gentibus septentrionalibus*) och ägnade ett avsnitt åt gruvor och bergverk (bok 6). Bland illustrationerna visade han mot bakgrunden av ett stort trumphjul, hur gruvdrängar klamrade sig fast vid ett rep som virades ned i ett schakt medan en tunna kom upp ur djupet. Med en annan bild ville han återge, hur malmgångar och orter fördelades inne i berget i likhet med "organen i en människokropp", med ådror som grenade ut sig i olika riktningar. Han nämnde också *hängande* och *liggande* malmådror. "De liggande gå vågrätt och hämta sin näring och godhet från själva öppningen." På bilden, som kan uppfattas som en högst primitiv gruvkarta, dominerar två horisontella malmgångar.

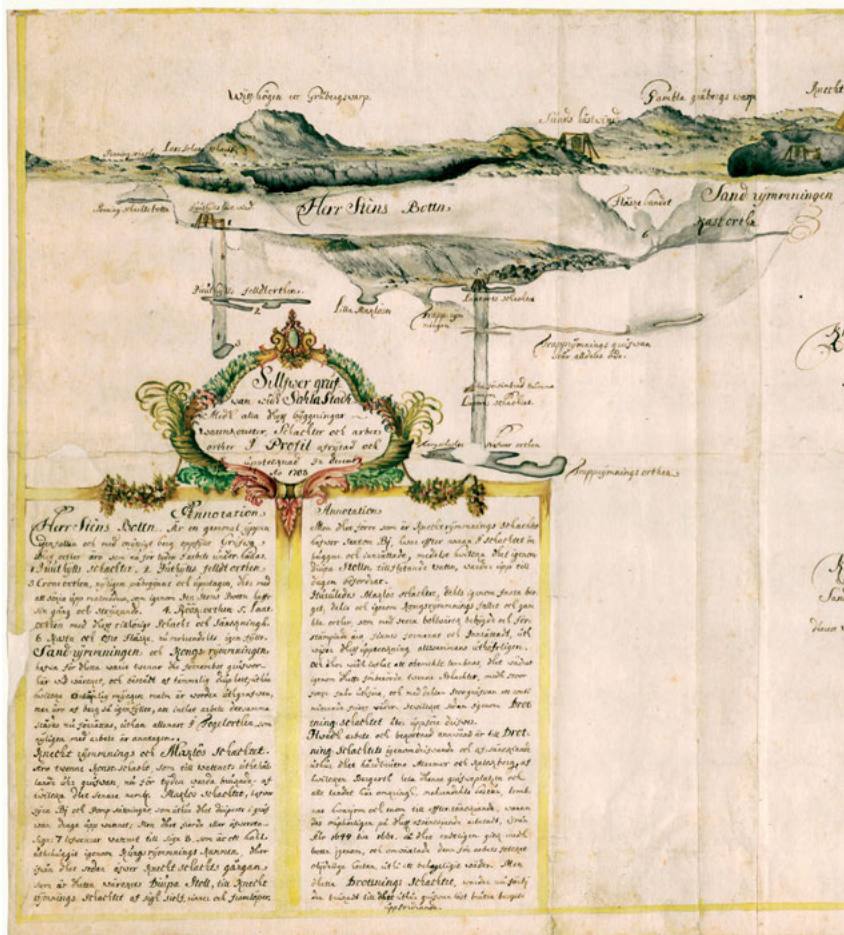
FIGUR 5. Hans Ranie: *Sillfver grufwan widh Sahla Stadh Medh alla dhess byggningar & wattkonster, Schachter och arbets orther I Profil afrijadt och upp-tecknad In decemb. Ao 1708.* Krigsarkivet, Stockholm: SFP. Sala I. FOTO: Bertil Olofsson, Krigsarkivet.

Profilen är tagen genom Makalös- och Drottningsschakten, medan området från Herr Stens Bottn ("igenfallen och med nytigt berg") till "Knechtrymmings Schaktet" befinner sig framför och Carl (XI:s) schakt bakom dessa. Vatten pumpades upp från "Diupa Stolln" genom Knechtrymmings- och Makalösschakten. Drottningsschaktet sänktes åren 1649–61 för luftintag.

Gruvmätning enligt tysk metod

Ursprungligen skulle markscheidern mäta upp gruvfälten i dagen, på marknivå. Det var då naturligt, att han använde fältmätarens instrument. Övervägande mängden av 1500-talets gruvkartor kom därför att inskränka sig till längd och riktning av stollar och gångar samt schaktens djup. Noggrannare uppgifter gav man i bifogade anmärkningar. Men ju mer man trängde fram under jord, desto större betydelse fick markscheiderväsendet och det blev snart en oskiljaktig del av själva gruvverksamheten.

I Sverige spreds tidig kunskap i fältmätning bl.a. genom skrifter av Jacob Köbel och Sebastian Münster, vilka efter en första publicering 1522–1531 gavs ut i flera upplagor. Särskilt viktig för en markscheider blev senare Daniel Schwenters *Geometriae practicae novae* (Nürnberg 1617). Schwenter hade varit elev till Johannes Prætorius, som på



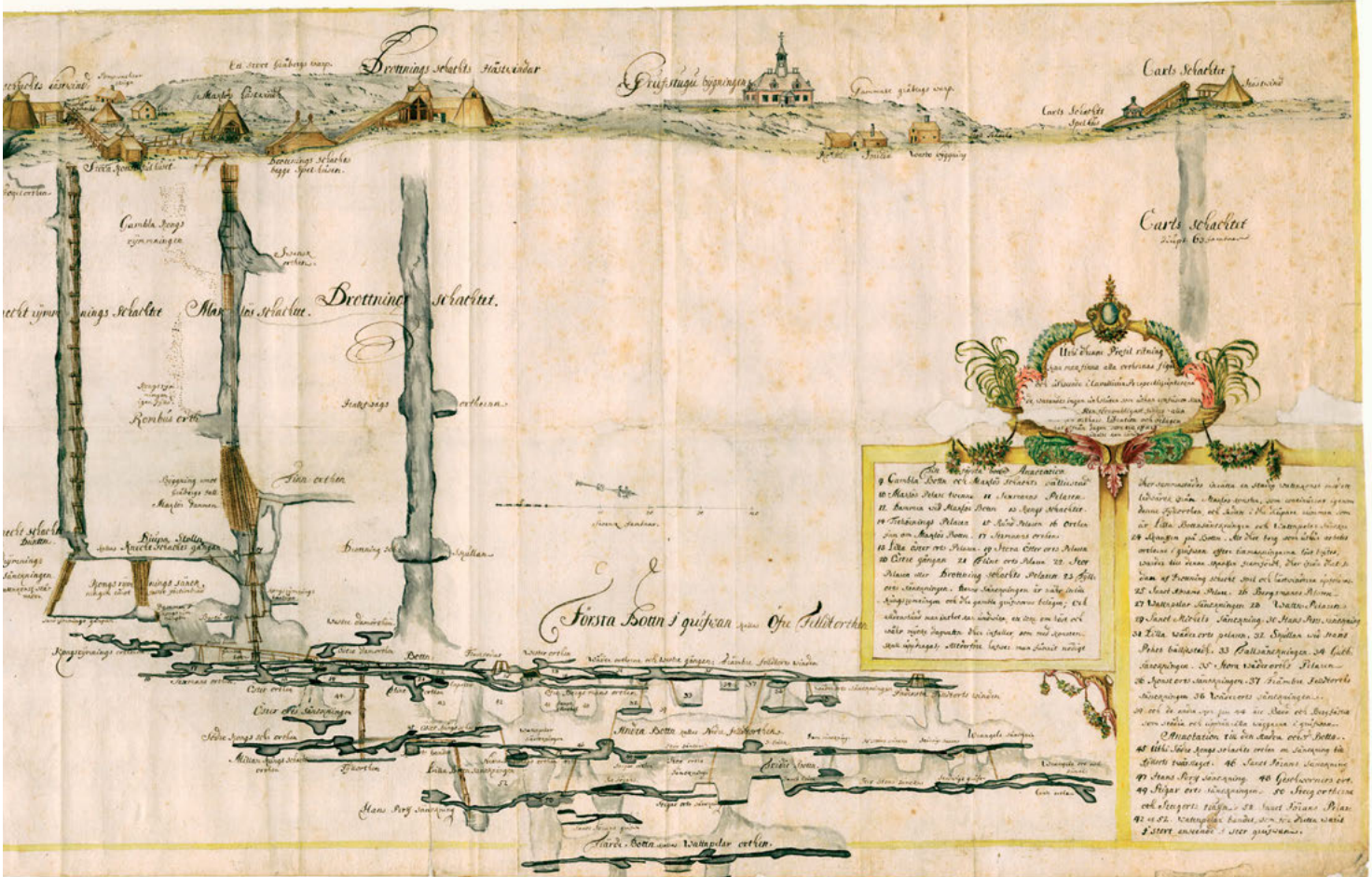
1590-talet introducerat kartritning med hjälp av ett kvadratisk mätbord. I sin bok beskrev han detta samt förklarade hur man kunde mäta i sluttningar och under jord. Ett exemplar av denna fanns i Vingsborg, kanske inköpt av Abraham Brahe.

År 1594 anlände "Margsheider Hans Rigner" till Sala och därmed fick landet sin förste utlärde gruvmätare. Av en sådan fordrade man då mycket god kunskap i matematik och geometri, kunskaper i mekanik, astronomi, naturlära och matematisk geografi samt att han kunde rita. År 1604 fick Rigner sällskap av bergsmannen Jacob van Haijde (Heide). Kung Karl IX hade 1594 också kallat in till Stora Kopparberg Christoffer Klem som konstmästare, dvs. en tekniskt kunnig person som förstod sig på vattenledningar och även var byggmästare. Dessa specialister kom att arbeta växelvis i båda gruvområdena.

För att mäta i en gruva fordrades lod, mätlinor,

gradskiva, kompass och vinkelinstrument. Ett sådant var runda vaxskivor, som endera kunde ha en infälld kompass i skivan eller vara en enkel träskiva försedd med koncentriska skåror fyllda med olikfärgat vax. Mätlinorna skulle vara av tvinnad lindbast för att inte töja sig; mässingskedjor infördes inte förrän omkring 1750. Som måttenhet användes för det mesta famnar (1 famn = 1,78 m) och vid direkt mätning av schaktdjupet en mätstång. Avvägningen av orter och kanaler skedde med en gradskiva som ställdes i 90° mot lodlinjen. Orterna drevs med en svag stigning från schakten, så att det vatten som kom rinnande skulle hamna i schaktet, där det kunde pumpas upp och inte samla sig vid ortgaveln.⁸

Vid mätningen utgick man från två fixpunkter (t.ex. spikar som slagits in i sprickor eller virke) och fäste en mätlina i den punkt som var närmast det område som skulle mätas in. Linan drogs där-



Gruvkartering enligt svensk metod

efter så långt det var fri sikt, varefter man slog in en ny punkt. Linor drogs sedan vidare och nya punkter slogs in, tills man nått slutet på orten. En vaxskiva på ett stativ hade placerats i spetsen av den vinkel som skulle mätas. De uppsatta linorna ristade vartefter in skårer och vinklar i vaxet.

När mätningen var klar, samlade markscheiden ihop sina linor och vaxskivor, klättrade upp ur gruvan och begav sig till en speciellt röjd plan mark, där han kunde med stolpar och linor återge resultatet av arbetet nere i gruvan. Han fick en ”karta” i skala 1:1, som omfattade bara de inmätta fixpunkterna men ändå gav en uppfattning om riktning och avstånd mellan de olika punkterna.

För att verkligen få en karta ritad på papper måste markscheiden teckna ned fixpunkterna från vaxskivorna och jämföra med gradtalen som annoterats i en ”vinkelbok”. Dessa ”mätlappar” samlades till ett ”hopläggingsblad” efter vilket ett koncept framställdes. Efter detta kunde slutligen kartan ritas, i allmänhet i skala 1:500.

Enligt denna tyska metod ritades på ett och samma blad gruvans samtliga orter och arbeten, oberoende av nivå. Ritningen återgav således på ett realistiskt sätt i ett plan alla nivåer från dagen till nedersta fältort. Ett lodrätt, vertikalt snitt ned genom gruvan visade gruvområdets, utmålets gränser. Med text eller ritning skulle man också få besked om arbetenas avvägning och donläge, dvs. malmåderns lutning. På ”dagbladet” som återgav gruvområdet horisontellt, sett rakt uppifrån, såg man i terrängen att nedgångarna till schakten inte låg i rak linje. På markscheiderns profilkarta återgavs dessa olika lägen med olika färger eller schatteringar, mörkare om schakt och orter befann sig framför skärningsytan, ljusare om de låg bakom denna. (Detta åskådliggörs tydligt genom det hologram över Sala silvergruva som kan ses på www.sala.se/riksens_clenodium.)

För att göra kartbilden så upplysande som möjligt tecknade markscheiden själva markytan realistiskt i något snett perspektiv med landskap, bebyggelse och folk i arbete. Husens väggar var ibland genombrutna, så att man kunde se tekniska detaljer i husens inre. Nere i gruvan var gruvrum – ortgimor – öppna för att visa t.ex. tillmakning eller anordningar för länspumpning. Det gällde för markscheiden att göra skildringen av arbetet i gruvan livfull och intresseväckande.

Karl IX hade år 1603 gett sekreteraren vid kungliga kansliet Andreas Bureus i uppdrag att sammanställa en karta över Norden. Denne hade lärts upp i kartering av sin kusin Johannes Bureus. Det är möjligt, att Karl IX särskilt uppskattade att Johannes hade studerat matematik och astronomi vid universitetet i Heidelberg i svärfaderns furstendöme Pfalz och i närheten av gruvorna i Harzgebirge. Sverige föredrog att hämta sina upplysningar från reformationens Tyskland.

Till kungliga kansliet kom år 1624 som elev Olof Hansson Swart (adlad 1635 Örnehufvud). Han hade studerat i Rostock och fick nu kunglig befallning att ”öva sig i ritare- och ingenjörskonsten” hos Andreas Bureus. Det var tydligen tänkt att han skulle bli bergsämhetens ingenjör vid Kopparberget, men under åren 1625–28 vistades han långa tider vid svenska armén i Livland och Preussen. Som militär kartograf utövade han då småskalig topografisk kartläggning även om han använde en lantmätarens instrument. Däremot ägnade han sig inte åt lantmätarens storskaliga mätningar.⁹

I februari 1629 presenterade han en karta över Stora Kopparbergs gruva (Bergslagens arkiv), som skulle bli mönsterbildande. Den består av fem blad, handritade med penna på pergament över Bondestöten och två över Blankstöten. Det översta dagbladet visar gruvan vid markytan. Skalan är ca 1:500 och man ser gruvan snett uppifrån, i ca 80° vinkel, så att den omgivande terrängen framträder som i relief. Genom ”nivåblad” kan man sedan bläddra sig ned i gruvan och få en illusion av det krympande djupet, ned till 63 famnar. Varje nivå eller botten återges nämligen på ett eget blad och genomslagen mellan bottnarna (stötarna eller sänkningar) är utmärkt med utklippta hål i pergamentet. Inga avvägningssiffror anges, men det framgår av den inledande texten på första Bondestötsbladet, att en av hästvindarna utgjort en fast punkt uppe vid marken. Detta horisontella karteringssätt var något helt nytt inom gruvkarteringen och kom att bli utmärkande för den svenska metoden.

Efter 23 års arbete kunde Andreas Bureus år 1626 visa upp sin stora väggkarta över Norden. Han fick då i kungligt uppdrag att lägga grunden till det svenska lantmäteriet. I instruktionen för

detta av den 4 april 1628 ingår en paragraf om gruvor och bergsbruk. Enligt denna skulle kartografen "låta göra säkra avritningar både på bredd, längd och djup och därvid uppteckna deras lägenheter, icke allenast var de belägna äro, hurudan malm däruti finnes och vad slags malm innehåller, om vilket proberaren skall honom besked giva". Men denna vidlyftiga uppgift hade redan i Tyskland visat sig för stor för en lantmätare, så att gruvmätning hade börjat bli en egen gren helt vid sidan av "vanlig" kartografi. I Sverige blev gruvkarteringen snart en så viktig del av uppdraget, att den år 1634 fick sin egen styrelse (bergsamtet) inom Bergskollegium, inrättat i februari 1630. I styrelsen skulle ingå en "visitator", som 1637 fick titeln markscheider, en titel som än idag har sina innehavare. År 1649 blev han fast förordnad och i en instruktion 1671 stipulerades, att varje år skulle markscheidern kartlägga alla förändringar i gru-



van och rita en helt ny karta vart tredje-fjärde år.

Man kan fråga sig, hur Swart kom på idén med sin horisontella metod. Om den var okänd bland kartografer så var den inte alls ovanlig hos samtidens arkitekter. De hade länge brukat klistra till blad på sina ritningar, när de ville ange variationsförslag men också riktningen i en trapphall, en mezzaninvåning, en rökgång eller dylikt. I dessa fall skar man ut öppningar i ritningen för att ge full åskådlighet. Även samtidens fästningsbyggare kunde klippa ut förbindelseleder på detta sätt. Swart hade nog sett liknande ritningar under sin studietid eller hos de tyska och italienska arkitekter och ingenjörer som arbetade vid denna tid i Kalmar och Jönköping. En sentida gruvkartograf, Hans Ranie (d. 1719) kom i alla fall att använda denna metod med hål, då han ritade planer över Tynnelsö slott.

Den svenska metoden var betingad av att magnetismen i de flesta malmerna i Sverige inte tillät användandet av kompass med magnetnål. Dessutom gjorde det flitiga bruket av tillmakning – upphettning av bergväggen med timmerstockar – de svenska gruvrummen vida. De svenska markscheidar som besökte utlandet under 1600- och 1700-talen påpekade ofta, hur trångt det var där i schakten. Den tyska metoden passade bättre de strykande malmgångar och smala orter som var vanliga där. Hans Ranie avbildade i sin reseberättelse från 1691 en arbetare iklädd endast huvudbonad och benkläder ålande fram i orten med en liten uppfodringsvagn (som på tyska kallas hund), fastsurrad vid ena foten.

Medan Swart år 1628 höll på med sin kartering av Kopperberget, diskuterades en schaktsänkning. Elva år senare satte man igång. Syftet var att nå en mera direkt uppföring av malmen upp i dagen. Tidigare hade man vindat upp den från nivå till nivå. Efter 1617 hade en viss underlättning för kartografen skett, då mätbord hade införts vid

FIGUR 6. Kopperberget Grufwa Uthi Bondestöten i Formario Åhr 1629. Stelt och förferdigadt aff Oluff Hansson Swart. Bergslagens arkiv, Falun. Swart (senare adlad Örnebufvud) har här återgett dagbladet till Bondestöten i Stora Kopparbergs gruva. Vid A öppning till Pumpegropen, stora hålet visar den vidlyftiga Bondestöten öppen ner till 46 famnars djup; t.h. Bondestötskonsten. Längst upp t.v. plats för gruvans första schakt.

kartering. Mätningarna började då också i större utsträckning ske nere i schakten.

Mätbordet bestod av ett trebent stativ till en kvadratisk träskiva, som kunde justeras så att det stod horisontellt med hjälp av ett vattenpass. På skivan spändes fast ett papper. Sedan ställdes bordet upp så att man såg minst två inmätta fixpunkter. Markscheidern stack ned en nål mitt i bordet, riktade med en diopterlinjal från nålen mot en fixpunkt och mätte därefter med måttband avståndet mellan nål och fixpunkt. Ville han mäta in rummet han stod i, riktade han in linjalen mot en punkt på väggen, spände måttbandet som en medhjälpare höll mot väggen och läste av. Ovanpå riktlinjalen var inristad en nonieskala – en graddelningsskala uppkallad efter matematikern Pedro Núñez. Med hjälp av denna skala och passare kunde markscheidern ta ut mått i kartans skala och sticka ner avståndet i papperet. Tillsammans med assistenten kunde proceduren upprepas varvet runt. Med blyerts drogs sedan streck mellan

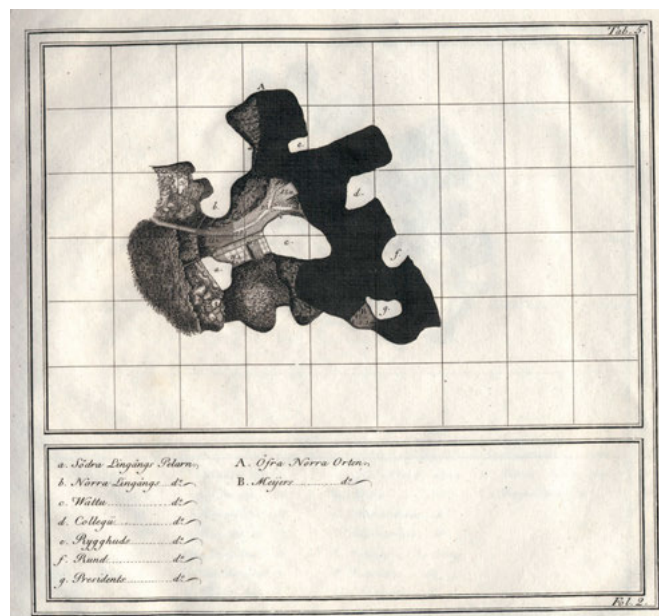
hålén och en kartbild av rummet i önskad skala var så färdig.

Det blev ibland besvärligt att arbeta med trebenta, fyrkantiga mätbord nere i gruvan. Vid 1600-talets slut införde Samuel Buschenfelt i stället runda bord på ett kraftigt ben som stativ. Under följande sekel förordades omväxlande kvadratiska och runda mätbord. Lantmätare använde alltid bara de fyrkantiga, medan gruvmätare kunde föredra de runda.

Buschenfelt var ursprungligen elev till den mångsidige professorn Olof Rudbeck d.ä. Han kom att få inte bara titeln undermarkscheider utan också bli konduktör vid fortifikationen och teknisk medhjälpare till Christopher Polhem. Han kom inom militären att utnyttjas som minör, dvs. en som grävde skansar och kunde handskas med krut. Ett problem vid gruvhanteringen var att skaffa fram nog med timmer. Detta hade tidigt blivit akut vid Nasafjäll, där samer tvangs att släpa virke långa vägar nerifrån trädgränsen. Därför provade man där redan år 1635 med krut vid tillmakningen. Men krut kom aldrig att konkurrera ut virket.

Under åren 1645–54 kom markscheidern Thomas Christierson Hedræus att införa ny mäteteknik i Stora Kopparbergs gruva. Hans bror Benedictus, som var en betydande konstruktör av astronomiska och geodetiska instrument, spelade en viktig roll i detta sammanhang. Thomas arbetade

FIGUR 7. Lerbergs gruva uppmätt av markscheidern Gustaf Bergström. Kopparstick av J. Grandel i L. Horneman, *Försök til handledning uti svenska markscheideriet*. Stockholm 1802. Dagblad jämte två nivåblad mätta enligt den svenska metoden samt profilritning enligt tysk metod. På dagbladet anger linjen A-B gruvans skärningsyta så som den återges på profilritningen. Markscheidern har haft oo på kullen i bildens mitt som avvägningspunkt till sina mätningar.



i gruvan med broderns astrolabium (en graderad cirkelbåge med vridbar diopterlinjal) redan år 1646. Denna metod blev vanlig först på 1700-talet.

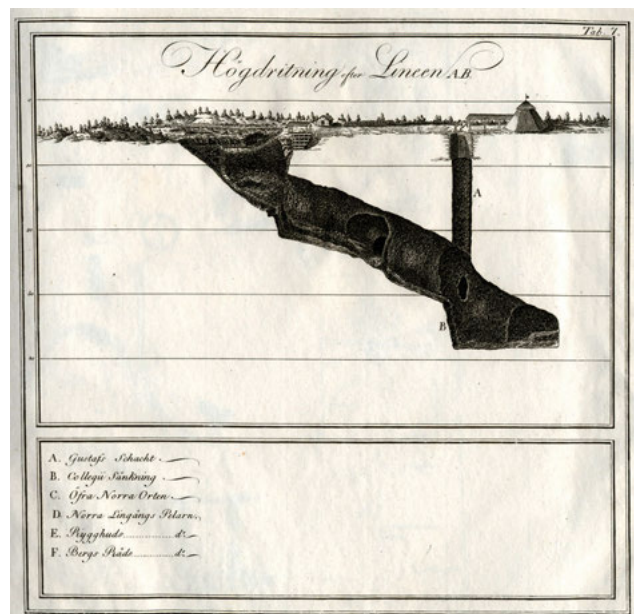
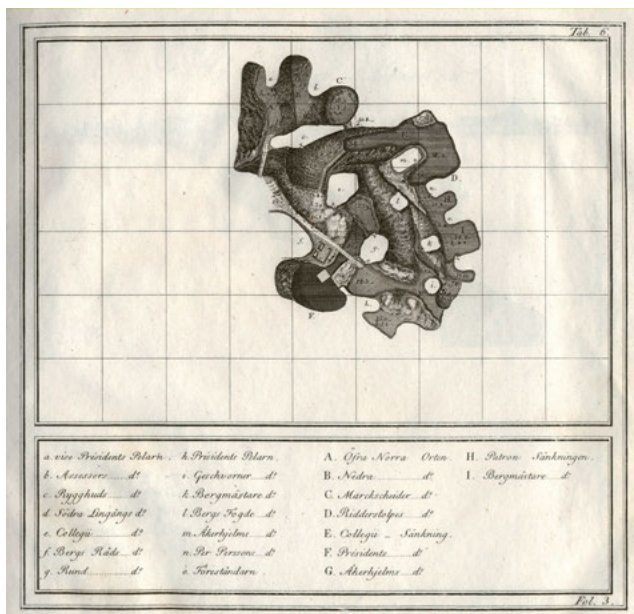
Den konstnärligt mest framstående markscheidern var Johan Tobias Geisler som verkade i Falun under 15 år. Han författade den äldsta svenska läroboken i markscheideri 1725, men den blev aldrig tryckt. När Leonhard Horneman år 1802 tryckte en sådan handbok, refererade han flera gånger till Geisler även om han erkände att dennes metoder var föråldrade. Under 1700-talet hade då flera tekniska förbättringar skett inom gruvhanteringen, i synnerhet genom Christopher Polhem.

Markscheidern Göran Wallerius gjorde omkring 1710 en jämförelse mellan de tyska och svenska metoderna att mäta i gruvorna. Han fann stora fördelar i det tyska sättet att förrätta alla mätningar med gradbåge och hängkompass och sedan göra färdigt ritningarna ovan jord. Men det var olämpligt i vida orter eller rum liksom i järngruvor, där kompassen på grund av missvisning inte kunde användas. Wallerius menade, att den svenska metoden – med mätbord, diopterlinjal samt vinklars och linjers utstakande med käppar, snören och stänger – var mera universellt lämpad vid flera tillfällen. Det var också en fördel att man genast på plats i gruvan fick upplysning genom ritningen på brädet. Men han medgav att det var

svårt att hantera instrument och använda mätkäppar i trånga, vindlande trummor och brunnar.

När J.T. Geisler år 1718 ritade den vackraste gruvkartan över Stora Kopparberg som gåva till den blivande kungen Fredrik I (i Astronomisches-physikalisches Kabinett, Kassel), kombinerade han i akvarell på nivåblad de tyska och svenska karteringsmetoderna. Dagbladet visar här i snedperspektiv hela gruvområdet. Det är mer en reminiscens av äldre tiders landskapskonst än vad vi i allmänhet kallar för karta. Under 1700-talet blev särskilt gruvkartorna föremål för konstnärlig behandling. Hans Ranie hade redan under slutet av 1600-talet med sina kartuscher illustrerat dramatiska händelser i gruvarbetarnas liv. Just dramaten och spelet mellan ljus och mörker nere i gruvorna kom att inspirera konstnärer som Elias och Johan Fredrik Martin samt Pehr Hilleström. Deras målningar och gravyrer kan nästan uppfattas som reklam för besök av allmänheten i åtminstone de större gruvorna. Berättelser och bilder av gruvras bidrog till spänningen.

Under första hälften av 1700-talet hade man i stället för noggrann mätteknik inriktat sig för mycket på kartans dekoration. Men under seklets senare hälft började den forskning som skett inom Bergskollegium att göra sig gällande. Markscheiderns yrke blev alltmer präglad av tidens tekniska och vetenskapliga framsteg. Fordringarna





FIGUR 8. Fortifikationsofficer vid ett runt mätbord av den typ som användes i gruvor. Detalj ur Samuel Buschenfelts karta över Nylands infanteriregemente 1696. Krigsarkivet, Stockholm: Finska handritade kartor. Nylands län I. FOTO: Bertil Olofsson, Krigsarkivet.

på hans mineralogiska, geologiska och trigonometriska kunskaper ökades. Nykter, korrekt saklighet och säkerhet blev det viktigaste för markscheidern. Många gruvarbetares liv berodde på hans rätta mätningar.

Inom Bergskollegium hade man tyckt att markscheidern skulle ange mer än bara "skapnaden av själva gruvan till dess byggnad och brytning". Daniel Tilas, som på 1730-talet planerade att ge ut en "Mineralhistoria" över Sverige-Finland, önskade få geologiska kartor men saknade först lämpliga underlag. Men år 1735 fick lantmätariinspektoren Jacob Faggot tillstånd att ge ut graverade topografiska kartor över Sverige. Den första kartan över Mälaren trycktes 1739 och tre år senare kom kartor över Uppland och Västmanland, år 1745 en över Närke och 1747 en över hela riket. Att en del av dessa visade en föråldrad kartbild störde inte Tilas. I protokollet till en Bergskollegii Kommissionsförrättning år 1746 framlade han ett förslag att markscheidrarna "hädanefter vid alla mätningar på alla kartor, ej allenast vid Stora Kopparberget, utan ock vid alla andra gruvor i riket utmärka skölarna [sprickfyllnader mellan malmådrorna]

och gångarna till deras fält och mäktighet /.../ och dem med sina särskilda färger beteckna. /.../ Färgernas lämpande härtill höll /.../ Tilas således vara bäst, att med karmosin tecknas guld, med himmelsblått silver och bly, med spansk grönt kopparmalm, med mörkblått järn /.../"

I huvudsak accepterades Tilas' förslag och de officiella gruvkartorna började så småningom visa geologiska detaljer.¹⁰ Färgläggningen på de koppargraverade kartorna skedde för hand men efter 1836 kunde de publiceras som färglitografier. Grunden var lagd för den institution som 1858 fick namnet Sveriges Geologiska Undersökning.

ulla.ehrensvar@comhem.se

Noter

1. Bartels 1996, s. 235–248.
2. *Europäische Technik ...* 1996, s. 166, 238, 241 och 349.
3. *Kursächsische Kartographie ...* 1990, s. 29 och 254.
4. *Ibid.*, s. 13–19, 29–36, 135–145, 250–254 och 271–273.
5. Urban 1970, s. 4. Reprod. Lindgren 2007, vol. 1, s. 487.
6. Szacherska 1972, s. 21.
7. Oldeberg 1966, s. 37.
8. Enligt Thomas Falk, Sala.
9. Lindroth 1955, del 1, s. 663f har – enligt min åsikt – i alltför hög grad poängterat, att gruvkarteringen växte fram som en gren av lantmäteriet och blundat för inflytandet på kartläggningen från militärt håll.
10. Petersson 1912, s. III3. Zenzén 1925, s. 317 och 332.

Käll- och litteraturförteckning

Otryckta källor

Riksarkivet

Bergskollegium. Huvudarkivet. E 3:3: Johan Ranies Grufwe Ritningar wid Sachsiska, Harziske och Ungerske Bergwerck. 1691.

Kungl. Biblioteket

M 71: Johan Ranies ritningar till Tynnelsö.

X 280: Johan Tobias Geisler, De förnemsta styckena av Markschejderiet 1725.

Uppsala universitetsbibliotek

D 1527: Göran Wallerius, Relation om de utländska bergvärken. 1708–10.

Upplysningar om Sala silvergruva delgivna av markscheider Thomas Falk, konstnär Bo Svärd och fil.dr Bob Engbertsson.

Tryckta källor och litteratur

Bartels, Christoph, 1996, *Der Bergbau – im Zentrum das Silber. Europäische Technik im Mittelalter*, Gebr. Mann Verlag.

Dahl, Per, 1995, *Svensk ingenjörskonst under stormaktstiden, Olof Rudbecks tekniska undervisning och praktiska verksamhet*, Institutionen för idé- och lärdomshistoria, Uppsala universitet, Skrifter 14.

Ehrensverd, Ulla, 1977, "Gruvor på kartor", *Vilja och kunnande, Teknikhistoriska uppsatser tillägnade Torsten Althin ...* 1977 (s. 171–188).

Ericsson, Ernst, 1935, *Olof Hansson Örnehufvud och svenska fortifikationsväsendet*.

Europäische Technik im Mittelalter, 1996, Tradition und Innovation, Ein Handbuch hrsg. Von Uta Lindgren, Gebr. Mann Verlag.

Horneman, L., 1802, *Försök til handledning uti svenska markscheideriet*. [Text & planscher.] Stockholm.

Hultin, Tekla, 1896, *Historiska upplysningar om bergshandringen i Finland under svenska tiden: Jernbruken*, Akad. avh., Helsingfors universitet.

Husa, Václav, Petrání, Josef & Šubrtová, Alena, 1967, *Homo faber*, Praha: Artia, (s. 16–25).

Kursächsische Kartographie bis zum Dreißigjährigen Krieg, 1, Die Anfänge des Kartenwesens, 1990, [Von] Fritz Bönnisch, Hans Brichzin, Klaus Schillinger und Werner Stams, Deutscher Verlag der Wissenschaften, (Veröffentlichungen des Staatlichen Mathematisch-Physikalischen Salons – Forschungsstelle – Dresden – Zwinger, Bd 8).

Lindgren, Uta, 2007, "Mine Surveying Methods", *The History of Cartography*. Vol. 3: part 1, (s. 487–488) Chicago Univ. Press.

Lindroth, Sten, 1955, *Gruvbrytning och kopparhantering vid Stora Kopparberget intill 1800-talets början*, 1–2, [Speciellt kapitlet "Markscheideriet" i del 1, s. 659–699].

Mass, *Zahl und Gewicht*, 1989, 2. Aufl. 2001, *Mathematik als Schlüssel zu Weltverständnis und Weltbeherrschung*, Harrassowitz Verlag, Ausstellungskataloge der Herzog August Bibliothek Nr 60.

Oldeberg, Andreas, 1966, *Metalltechnik under vikingatid och medeltid*.

Petersson, W., 1912, "Some notes regarding Swedish mining maps and mine surveying", *Compte rendu de la XI:e session du Congrès géologique international* (Stockholm) 1910, Fasc. 2, s. III3–III6.

Sjögreen, C.E., 1825, "Om markscheideriets närvarande tillstånd", *Jern-Kontorets annaler* 1825: h. 2.

Stenklo, Aina, 1965, "En 1700-talsbild av Sala silvergruva", *Med hammare och fackla*. XXIV, s. 71–94.

Swederus, M.B., 1903–04, "Bidrag till kännedomen om Sveriges bergshandtering under Karl IX:s tid", *Jern-Kontorets annaler*. N.S., 1903, s. 1–81; 1904, s. 470–565.

Szacherska, Stella Maria, 1972, "Uczeni szwedzcy na emigracji w Polsce", *Odrodzenie i reformacja w Polsce*. T. XVII, s. 5–26.

Urban, Jan, 1970, "Alte böhmische Bergbaukarten", *Der Anschnitt. Zeitschrift für Kunst und Kultur im Bergbau*. Jahrg. 22 (1970): 4, s. 3–8.

Zenzén, Nils, 1925, "Geologiska kartor och geologisk kartläggning i Sverige före upprättandet av Sveriges Geologiska Undersökning", *Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar*, Bd 47, 1925, s. 311–343.

Markscheideri – mine surveying in earlier times

By Ulla Ehrensvärd

Summary

The importance of mining for the nation's economy was appreciated in Sweden not only by government but also by churchmen and educated people. As an exile in Poland, the Catholic Bishop Olaus Magnus had occasion, in 1528, to design a water conduit for the Olkusz lead mine, and his wall map of the Nordic countries, *Carta Marina*, printed in 1539, was the first map to indicate the locations of mines by means of symbols in small roundels: a star for gold, a rectangle for silver and diamonds for copper. During the 1520s Bishop Peder Månsson of Västerås wrote down his experiences of mines and minerals in a work entitled *Bergsmanskonst*.

Mine surveyors originally surveyed minefields at ground level, naturally using the same instruments as field surveyors. Printed literature on field surveying became current in Sweden at an early stage, but in 1530 King Gustaf I saw fit to dispatch a man to Protestant Germany to obtain practical assistance in dealing with water problems besetting the mine at Stora Kopparberg. With the arrival of "Markscheider Hans Rigner" at the Sala silver mine in 1594, Sweden acquired its first qualified mine surveyor. The German title of *Markscheider* thus entered the Swedish language and has remained in use to this day.

At this time the same method had been employed as was applied above all in German mines, in the Erzgebirge and Harz. It suited the shallow veins and narrow mine galleries which were common there, but most Swedish ores were unamenable to the use of compasses with a magnetic needle. Assiduous fire-setting (splitting the rock by lighting wood fires against it) had also given the Swedish mines wide galleries.

Andreas Bureus, Secretary to the Royal Chancery, had been commissioned in 1603 to compile a map of the Nordic countries (*Norden*). He had been trained in cartography by his cousin, Johannes Bureus, who had studied at the University of Heidelberg. In 1624 Andreas took on a pupil

called Olof Hansson Swart (ennobled in 1635 under the name of Örnehufvud) who between 1625 and 1628 served as military cartographer in Livonia and Prussia. The great *Norden* map had been completed in 1626, and two years later Andreas Bureus was tasked with laying the foundations of surveying activity in Sweden, the standing instructions for which included a section on mines and mining.

Olof Hansson Swart was dispatched to Falun to map the Stora Kopparberg mine, and in 1629 he presented a map which was to set the pattern of Swedish mining cartography. He had been confronted by a large open pit and, deeper down in the mine, by wide galleries. This enabled him to work down in the mine using a surveyor table, i.e. a wooden board on a tripod, kept horizontal with the aid of a spirit level. He was familiar with this method from his work on fortifications. When in 1635 gunpowder was tried as a substitute for fire-setting with timber, his military experience of sapping and mining came in useful.

By the German method, the *markscheider* took plumb lines down the shaft, together with square or round discs which had concentric grooves filled with differently coloured wax. Measurement started from two fixed points and the waxed disc placed on a stand at the apex of the angle to be measured. As the lines were pulled from the fixed points, grooves and angles were scribed into the wax. When the measuring was finished, the *markscheider* collected the lines and discs, climbed up out of the mine and then presented his findings in a cleared area on the surface, using posts as fixed points lines. This life-size "map" was drawn on paper and compared with the degrees noted down in an "angle book". The measurement chits were then gathered into an "amalgamation sheet" (*hopläggningssblad*) from which a draft version was produced. The map was then drawn from this, generally on a scale of 1:500.

Swart surveyed the Stora Kopparberg mine in

basically the same way, but at suitable levels or bottoms down in the mine he aggregated his readings to form separate “level sheets”. The shafts connecting the bottoms were marked by holes cut into the paper. In this way, starting with the ground-level sheet, one could leaf one’s way downwards to gain an illusion of the shrinking depth. This horizontal mode of cartography became a distinctive feature of the Swedish method.

With the German method, all the galleries and workings in the mine were plotted on one and the same sheet, regardless of their levels. These profile maps showed the boundaries of the mining area through a vertical section, but – unlike the horizontally drawn maps – they did not show that the descents to the shafts were not positioned in a straight line. The different positions were represented by different colours and shadings – darker if shaft and galleries were in front of the section, paler if they were behind it. (This is illustrated by a hologram of the Sala silver mine, www.sala.se/riksens_clenodium.)

The ground surface, however, was realistically depicted in an oblique perspective, with landscape, buildings and people working. Down the mine, galleries were shown open, so that fire-setting or devices for raising ore to the surface and for removing water, for example, were visible. These points on the map were often taken by artistic cartographers as a cue for decoration. But mining cartography had soon become such an important part of Swedish surveying activities and in 1634 was allotted a governing body of its own within the College of Mines.

During the 1730s the members of this College took the view that, in addition to surveying the mine and its veins or ore, the *markscheider* should also indicate minerals by means of colouring. The German and Swedish surveying methods were now used concurrently, and eventually colouring of geological details was also introduced. The foundations had now been laid of the institution which in 1858 was named the Geological Survey of Sweden.