

Geologiskt forum

Kartan som förändrade världen 3

Dinosauriers ålder med nya metoder 8

Geologins dag 12

Vintermöte i Reykjavik 15

Explosioner i forskningens tjänst 16

Svenska mineral (7) - Koboltglans 22

Utmärkelser och pris till geologer 29



Geologiskt forum 33, mars 2002

Välkomna alla geointresserade

Geologiskt forum går in på sitt nionde år, och det med vissheten att den ska fortsätta att komma ut under överskådlig tid. 2001 var ett omvälvande år för Geologiska Föreningen som publicerar *Geologiskt forum* och den vetenskapliga tidskriften *GFF*. En lång rad av år med allt rödare ekonomiska resultatsiffror ledde till slut till att drastiska åtgärder måste till. Konsekvensen blev att Geologiska Föreningen ledsamt nog blev av med sin mångåriga redaktör, Björn Sundquist, grundaren av *Geologiskt forum* (mer om detta på sidan 29). Förändringarna i föreningens redaktionella bas tillsammans med ett generöst stöd från Sveriges geologiska undersökning gör att vi definitivt kan fortsätta ge ut *Geologiskt forum* under 2002 och 2003, och sannolikt även efter detta.

Geologiskt forum startades med ambitionen att vara en samlingsplats (forum) för forskare, studenter och en intresserad allmänhet inom geovetenskap. Samtidigt skulle tidningen vara ett informationsorgan för Geologiska Föreningens medlemmar. Samtliga dessa ambitioner finns kvar, men samtidigt måste man kanske inse att det helt enkelt inte går att tillgodose *alla* smakriktningar i *alla* publicerade bidrag. Jag har personligen alltid haft stor tilltro till *Geologiskt forum*, ända från starten som intresserad medlem i Geologiska Föreningen, och nu som den som försöker säkra dess fortlevnad. Den geologiska intressesfären och bakgrundsnyvån hos läsarna varierar väldigt mycket, och av den anledningen kan man aldrig förvänta sig att *alla* bidrag är njutbara för *alla* läsare, skulle vi försöka detta skulle slutresultatet antagligen bli en halvljummen soppa som ingen skulle få någon glädje av. *Geologiskt forum* är en nödvändig och bra tidskrift, och ju fler som upptäcker detta desto bättre kan vi göra den.

Jag har, som nämnts tidigare, en stor tilltro till tidningen. Jag vet att det finns ett stort och otillfredställt intresse hos många utanför vår lilla bransch, samtidigt som jag vet att det finns ett genuin önskan hos många geovetare att förmedla sin forskning till en bredare krets. Ekvationen kan bara resultera i att det finns många potentiella intressenter runt om i Sverige. Läger man dessutom till att det finns många riktigt intressanta forskningsprojekt och bra skribenter inom svensk geovetenskap, kan slutsatsen egentligen bara bli fler läsare. Jag tror på er läsare och skribenter, och jag tror på en ljus framtid för *Geologiskt forum*.



Joakim Mansfeld

Omslagsbilden

Våris. Is är ett av de vanligaste mineralen på jordytan. Precis som många andra mineral kan det ibland bli bergartsbildande. Dessa bergarter kallar vi glaciärer. Vid temperaturer nära smältpunkten genomgår is en omvandling som är analog med vad som sker med mineral och bergarter vid höga temperaturer, metamorfos. Isen blir grovkornig då de stora kristallerna växer till på bekostnad av de små. Foto Joakim Mansfeld

Geologiskt forum publicerar populärvetenskapliga artiklar inom geologins alla områden. Den informerar om litteratur, händelser och personer med geologisk anknytning, och är ett forum för åsikter och debatt.

Geologiskt forum utges sedan 1994 av Geologiska Föreningen (GF; Sveriges riksförening för geologi), fr.o.m. 2001 i samarbete med följande föreningar:

Bergslagens Geologiska Sällskap (BGS)
Göteborgs Geologiska Förening (GGF)
Hallands Geologiklubb (HGK)
Tunabygdens Geologiska Förening (TGF)
Upplands Geologiska Sällskap (UGS)
Västerbottens Amatörgeologer (VAG)

Tidskriften ingår i det ordinarie medlemskapet i Geologiska Föreningen (ang. medlemskap se sista sidan). Lösnummerpris är 40 kr.

Redaktionsråd:

Jan Bergström (GF), Holger Buentke (GF), Christer Carlberg (HGK), Ingemar Cato (GF), Rolf Frankenberg (UGS), Emil Gregori (TGF), Dan Holtstam (GF), Antti Hultström (VAG), Mikael Jansson (BGS), Erik Mofjell (GGF).

Redaktör och ansvarig utgivare:

Joakim Mansfeld

Redigering och layout:

Joakim Mansfeld

Redaktionen adress:

GF:s redaktion, institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, tel 08/674 7727, fax 08/164424, e-post gff@sgu.se

Gf på Internet <http://www.sgu.se/gf/geoff.htm>

För prenumerationsärenden, köp av tidigare nummer och adressändring, kontakta: Swedish Science Press, Box 118, 751 04 Uppsala tel 018/365566, fax 018/365277, e-post info@ssp.nu

postgiro 489 78 50-6, bankgiro 914-4601
Prenumerationspriset för år 2002 (4 nr) är 140 kr.

Gf sammanställs på en Macintoshdator med hjälp av bl.a. Microsoft Word®, Adobe PageMaker®, Adobe Photoshop® och Adobe Acrobat®. Den överförs på film och trycks av Centraltryckeriet AB i Borås i ca 1200 ex. och distribueras av Swedish Science Press.

Annonser mottages gärna. Kontakta redaktören för uppgifter om digitala format, storlekar och priser.

ISSN 1104-4721

Kartan som förändrade världen

Axplock ur en fascinerande biografi över den brittiska geologins fader

AV ERIK NORLING

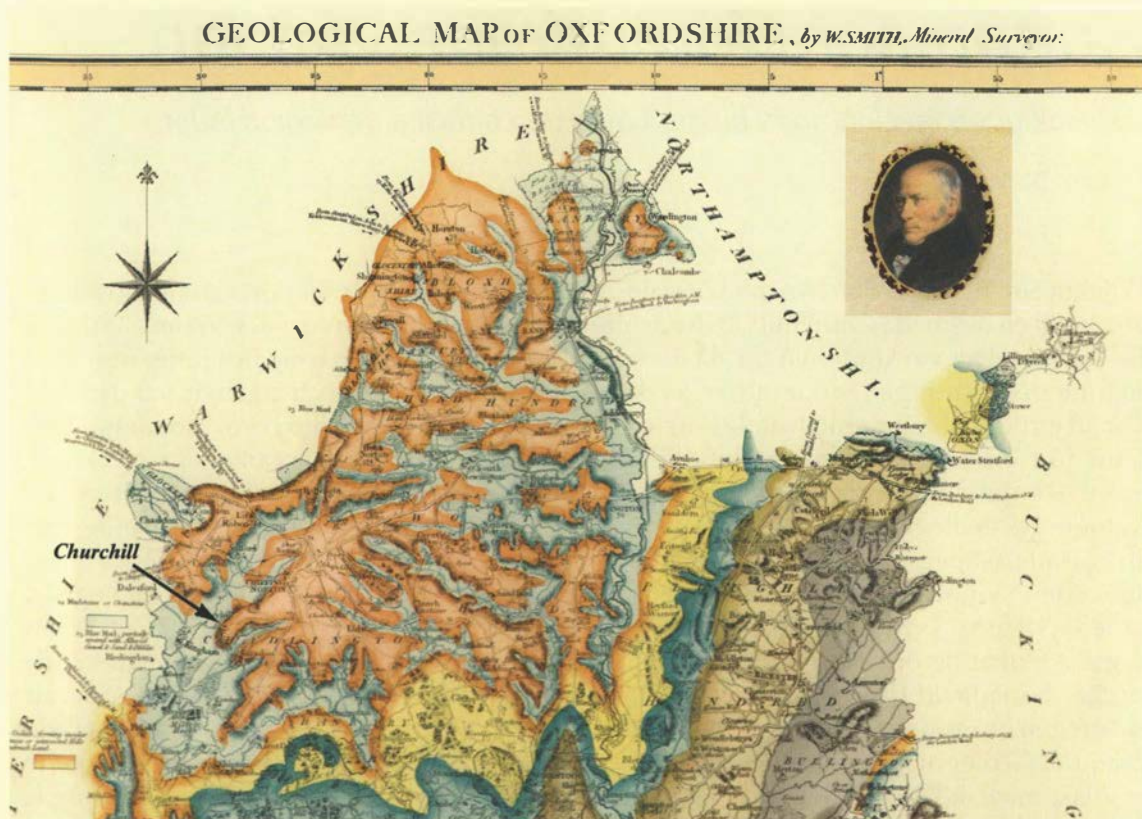
William Smith föddes den 23 mars 1769, äldste sonen till en bysmed i Churchill i Oxfordshire (se kartan). Det var under en tid då den allmänna uppfattningen, dikterad av kyrkan, var att jorden och människan hade skapats av Gud vid ett fixerat datum*. Vid William Smith's födelse fanns det en liten grupp som kallade sig geologer, men ytterst få av dem ifrågasatte skapelseberättelsen. Det var dock inom den nymornade geologin som det började dyka upp kritiska forskare som med logiskt tänkande och noggranna undersökningar började att ifrågasätta den allmänna meningen om jordens, livets och människans historia. Geologin kom att utvecklas från en mytisk, magisk "vetenskap" till något mera trovärdig kunskap, baserad på fältstudier och analyser. William Smith's livsgärning för mer än 200 år sedan utgör ett av de första främsta bidragen till att geovetenskapen kom att utvecklas alltmer från tro till vetande.

William Smith levde under en tid då industrialismen började utvecklas. James Watt uppfann ångmaskinen 1769, kolbrytning, järnproduktion, skeppsbyggnad, textilindustrin t.ex. kom att utvecklas oerhört snabbt. Under Smith's levnad dubblerades järnproduktionen i Storbritannien vart 20:e år. Omkring år 1800 producerade Storbritannien ca 1 miljon ton kol per år och gruvorna hade nått ned till nivåer runt 300 m under markytan. 1794 bestämde sig det brittiska parlamentet

för att bygga transportkanaler från de viktigaste kolgruvorna i Wales. William Smith, redan då en känd och flitigt utnyttjad landskapsarkitekt och ingenjör, var den som utsågs till "Official Surveyor" för detta stora projekt. Engagerad i flera stora projekt kopplade till koltransporter, kom han att utvecklas till en skicklig kartograf, ett kunnande som kom att bli av central betydelse för hans kompilering av de första riktiga geologiska kartorna (1794). Veterligen var William Smith den förste att introducera orden strata och stratigrafi i geologin och han kom också att utnyttja fossilen. Den första kombinerade lito- och biostratigrafiska indelningen gjorde han i Somersets kolförande avlag-ringar (karbon). I Somerset fick han en regional kunskap om geologiska stratas förekomst och utbredning i landskapet. Bl.a. så noterade han det varierande läget för ett lätt identifierbart avsnitt av lias (undre jura) - på ett ställe fann han det 300 fot över en fixpunkt vid avvägningen, på ett annat 30 fot under.

Han började tänka regionalgeologiskt och fick idén att rita en geologisk karta över hela England på basis av sitt material och kompletterande fältstudier. Genom sin tredimensionella syn på landskapets geologi och geomorfologiskt tänkande, lärde han sig också vad olika karakteristiska klinter och andra landformer representerade - kritkalksten i den ena och juraavlagringar i andra.

* På 1600-talet hade den irländske biskopen James Ussher, efter ingående studier av bibeln, fastställt att skapelsen skedde kl 9 på morgonen den 23 oktober 4004 f.Kr.



Detalj av berggrundsgeologisk karta över Oxfordshire, publicerad av William Smith 1820 med inlagt litet porträtt av honom. Pilen till vänster på kartan markerar hans födelseort, Churchill. Från faksimilkarta i Erik Norlings ägo.

Under arbetet med planering och anläggning av kolkkanaler fick William Smith alltså en ingående kunskap inte bara om den lokala ytgeologin utan också i det regionala perspektivet och om *subsurface*-geologin. Han kom att rita geologiska kartor över kolkkanalområden i flera grevskap. En del av de icke-publicerade kartorna som återupptäcktes 1973, visade upp en rent fantastisk exakthet i stora kanalområden. 1794 publicerade han, tillsammans med sin kollega och bäste vän John Cary, en geologisk karta över England och Wales. På den introducerades namn på litostratigrafiska enheter, t.ex. *the Lias*, *Cornbrash*, *Forest Marble*, namnsom står sig än idag. 1801 utgavs en korrigerad och starkt förbättrad karta, betitlad *General Map of Strata in England and Wales*.

Smith kom också att arbeta med planering av kanalbyggen i Bath, dit han flyttade 1798. I samband med detta arbete fick han en ökad kunskap om jurasystemets geologi. Två år tidigare hade han blivit adlad och i samband med det invald i *The Royal Bath and West England Society*. Hans karriär berodde inte bara på hans skickliga arbete med kolkkanaler, utan också på hans framgångsrika engagemang i dränering av stora åkermarks-arealer. Han utförde även andra agrara projekt och han arbetade också som landskaps-arkitekt. Vilken karriär för sonen till en bysmed!

1799 publicerade William Smith, originellt nog, en cirkulär karta över staden Bath med omgivning. På den införde han olika färger för olika stratigrafiska avsnitt, t.ex. tegelrött för *Red Marls* (keuper, trias), mörkblått för *Lias*

(undre jura) och gult för *The Oolite Series* (del av mellersta jura). Tillsammans med två medarbetare, Richardson och Townsend, samman-ställde Smith 1799 ett kompendium med titeln *Order of Strata and their embedded Organic Remains, in the vicinity of Bath*. Detta kom att kopieras i en mångfald och utnyttjades i geovetenskaplig undervisning inte bara i Storbritannien.

William Smith hade ett passionerat intresse för kartor, vilket blev en ekonomisk börda för honom. När han var ute i fält kunde han ha med sig ett 40-tal kartor i olika skalor som underlag för sitt arbete. Kartor var på den tiden exceptionellt dyra, eftersom processen att framställa dem genom etsning var tidsödande. Smith's motiv för att göra geologiska kartor över England var nog mera komplex än det verkar vara. Han var driven av en intellektuell passion. Under arbetet i Somersets upptäckte han att bergavlagringarna förekom i en "historisk-geologisk ordning" och att deras fossil tillät en relativ tidsmässig stratifiering. Han kom att samla en enorm kollektion av fossil. I sitt hem *Tuckingham Mill House* i Bath arrangerade han, i samarbete med kollegan Jeremiah Cruse, fossilen i stratigrafisk ordning. Detta skedde 1802 och deras utställningsverksamhet drog till sig många åskådare, men lär inte ha blivit någon ekonomisk succé. Därför upphörde den efter ett par-tre år.

William Smith skaffade sig även ett hem i London. Här hade han under en period vardagliga öppettider 11-17 för att visa och förklara sina geologiska kartor och fossil-samling för dem som ville beställa kartor av honom. Först 1815 började en av hans kartor - *Mineralogical Map of England* - att säljas hos bokhandlare över hela landet. Detta var en stor och viktig händelse för honom, både för hans ekonomi och renommé. Den främsta anledningen till att publicering av hans kartor kom att dröja, var troligen att han motarbetades av avundsjuka geovetare. När William Smith, mannen av enkel härkomst, invaldes i Geological Society of London, några år före

1815, fanns där snobbar och aristokrater som kom till Geological Society främst för att äta middag och dricka gott i glada vänners lag. I detta herrklubbsklientel fanns naturligtvis duktiga vetenskapsmän, men även herrar utan djupare geologisk kunskap, och bland dem William Smith's främsta kritiker.

William Smith publicerade en geologisk karta över Yorkshire 1821. Av både eget intresse och av ekonomiska skäl gav han också undervisning i geologi och geologisk kartering.

Efter en lång tid med knaper ekonomi och utan större hedersbetygelser kom William Smith till slut att hedras med *the Wollaston Medal* 1831, vid en ceremoni då han även utnämndes till *Father of British Geology*. Med stöd och rekommendationer från en vetenskaplig panel kom dåvarande kungen, William IV, att tilldela William Smith en god pension. Till slut kunde han under sina sista levnadsår leva som en hedrad man med god ekonomi. Den sista tiden levde han på sin lilla gård i Scarborough i Yorkshire, sysselsatt med trädgårdsodling och en liten gåsfarm. Han avled år 1839.

Denna lilla notis är bara axplock ur Winchesters omfattande, fascinerande och mycket lärorika biografi. Den ger en fin skildring, inte bara av William Smith och hans enastående karriär inom den geologiska kartografin, utan även av industrialismens genombrott och gruvnäringens uppsving i Storbritannien. Det är verkligen underhållande läsning som jag varmt vill rekommendera, även om boken har en del långtråkiga avsnitt som inte har så mycket med William Smith, hans gärning och samtid att göra. Jag vill också nämna att flera av William Smith's geologiska kartor finns att köpa i faksimilupplagor.

Erik Norling är docent och pensionerad SGU-geolog. Numera verksam vid Naturhistoriska Riksmuseet, Stockholm;
e-mail: erik.norling@nrm.se

GFF

volume 124, part 1, Årgång 130 (2002), häfte nr 669 från starten

Palaeohydrography and marine conditions in the southwestern part of the Vänern basin during the Younger Dryas and Early Preboreal (s. 1–10)

AV K. SCHÖNING

En studie av kol- och syreisotoper i leror från mellersta Yngre dryas till tidig preboreal från Götesjön väster om Vänern. Sedimentationen påbörjades under arktiska förhållanden. Vid övergången till preboreal förbättras de marina förhållanden och $\delta^{18}\text{O}$ minskar på grund av ökad tillströmning av smältvatten, medan $\delta^{13}\text{C}$ ökar då avsmältningen leder till en ökad vattenomsättning. ^{14}C i de undersökta materialet indikerar en marin reservoarålder på 800–900 år under Yngre dryas. Tappningen av Baltiska issjön påverkar förhållanden endast marginellt i den undersökta delen av Vänernbassängen.

Palaeomagnetism of Mesoproterozoic dykes from the Protogine Zone, southern Sweden and the enigmatic Sveconorwegian Loop (s. 11–18)

AV G. BYLUND & S. A. PISAREVSKY

Undersökta gångbergarter i Protoginzonen uppvisar två karaktäristiska magnetiska komponenter. Dessa jämfördes med tidigare data och den fennoskandiska synbara (apparent) polvandningskurvan, vilket möjliggjorde en åldersbestämning av de paleomagnetiska polerna. Proven faller nära den "svekonorvegiska loopen" vilket antyder åldrar mellan 1100 och 850 Ma. Loopen som endast baseras på tre grupper av paleopoler diskuteras även.

Faunal changes in Cenozoic deep-sea ostracod assemblages from the South Atlantic and the Southern Ocean and their palaeoceanographical implications (s. 19–26)

AV S. MAJORAN & R. V. DINGLE

Ostrakoder användes för att studera den kenozoiska utvecklingen i södra Atlanten. Inga klara bevis på en snabb global nedkyllning under sen eocen som föreslagits kunde ses. I mittmiocen sker en förändring som kan härröra från initieringen av NADW (North Atlantic Deep Water) och/eller utökad glaciation på Antarktis. Den messinska salinitetskrisen och utökad glaciation på Antarktis vid 6,3–4,9 Ma gav inga märkbara spår, medan vid 3,5 Ma sker en stor omvälvning av ostrakodfaunan. Den senare kan troligen knytas till stängningen av Panamasundet, ökad produktion av t.ex. NADW, och/eller deglaciation på Antarktis.

Silurian bryozoans from Gotland fossilized in galena and sphalerite (s. 27–33)

AV N. SPIELDNAES

Bryozoa från undre Visbymärgeln som blivit fossiliserade av zinkblände eller blyglans studerades. Processen verkar ske i flera steg, och troligen p.g.a. mikrobiell aktivitet. Sedimenten i sig verkar också ha extremt höga blykoncentrationer. Den ovanliga fossiliseringsprocessen ger upphov till frågeställningar rörande källan till blyet, orsaken till den höga metallkoncentrationen, fossiliseringsmekanismen och varför processen endast påverkar två (eller tre) av tjugo olika bryozoarter.

^{187}Re – ^{187}Os evidence for crustal lenses of Svecofennian age within the Mylonite Zone, SW Sweden (s. 35–39)

AV A. SCHERSTÉN

Re–Os datering av mafiska bergarter i Mylonitzonen vid Kedum gav en isokronålder på 1887 ± 36 Ma. Denna ålder anses representera bildningsåldern, vilket indikerar att svekofennisk berggrund har haft en utbredning fram till läget för Mylonitzonen. Det innebär också upptäckten av den hittills äldsta berggrunden i sydvästra Skandinavien. Detta stöder tidigare hypoteser om närvaron av en gammal jordskorpa i sydvästra Sverige och södra Norge.

Hurlbutite, the first Be mineral from Västana iron mine, Skåne, Sweden (s. 41–43)

AV D. SVENSSON, S. HANSEN & J.-O. BOVIN

Det sällsynta berylliummineralet Hurlbutit ($\text{Ca,SrBe}_2(\text{PO}_4)_2$) har hittats i den gamla järngruvan vid Västana i Blekinge. Jämförande spektroskopiska studier med material från Viitaniemipegmatiten i Finland tyder på att Hurlbutiten från Västana även innehåller små mängder bor. Hurlbutit, som är ett utpräglad pegmatitmineral, är det första berylliummineralet från Västana, och det kan antyda att en granitmagma varit delaktig i bildningsprocessen i Västana.

Geochemistry and age of two orthogneisses in the Proterozoic Mjøsa-Vänern ore district, southwestern Scandinavia (s. 45–61)

AV E. ALM, K. SUNDBLAD & H. SCHÖBERG

De äldsta ortognejserna vid de två guldfyndigheterna Hamnäs i Värmland och Brustad nordost om Oslo daterades till 1595 ± 7 Ma och 1674 ± 10 Ma. Åldersskillnaden mellan dem stöder uppfattningen att det är Mylonitzonen som är den stora terränggränsen i sydvästsverige. Baserat på detta föreslås en ny indelning av berggrunden, där området väster om Mylonitzonen betraktas som en egen domän med namnet gotiska domänen. Studier av blyisotoper i de båda gnejserna visar att dessa omställts i samband med plastisk deformation under den Svekonorvegiska orogensen.

Då

GEOLOGISKA FÖRENINGENS

I STOCKHOLM

FÖRHANDLINGAR.

BAND 24, Häfte 1 & 2, Årgång 30 (1902), häfte nr 211 & 212 från starten

Mötet den 10 Januari 1902.

HÖGBOM höll föredrag *Om några grofkristalliniska stelningsstrukturer*. Stelningsstrukturer i magmatiska bergarter innefattar en rad varianter, porfyryr, skriftgraniter, grovkorniga pegmatiter etc. Högbom förklarade att många av dessa strukturer var ett resultat av "flytande kristaller" som orienterat sig i magman före dess stelnings. I den efterföljande diskussionen yttrade sig BÄCKSTRÖM, HAMBERG, HOLMQUIST, TÖRNEBOHM och LÖFSTRAND.

Civilingenjören A. WESTRÖM och bergsingenjören K. F. JOHANSSON invaldes som ledamöter (medlemmar) i Föreningen

Om de prekambrika formationerna och bergveckningarna i den sydöstra delen af Fennoskandia

AV W. RAMSAY

Ett arbete baserat på studier i Karelén och jämförande observationer med SÖDERHOLMS indelning av Finlands berggrund. En sekvens avdelningar skilda åt av olika deformationer ställs upp, från äldst till yngst: Katarkäisk, Arkäisk, Kalevisk (ny term), Jatulisk, Onegisk och Jotnisk avdelning.

Bidrag till kännedom om kärnkryptogamernas forna utbredning i Sverige och Finland

AV G. LAGERHEIM

En presentation av fem fossila ormbunksarter från kvartära avlagringar vilket därmed ökat antalet funna fossila arter från 12 till 17.

Didymograptusskiffer

AV J. C. MOBERG

Ett förslag till nytt namn på den undersiluriska graptolitskiffern som tidigare kallats undre graptolitskiffern.

Om nya däggdjursfynd i Sveriges kvartär

AV H. MUNTHE

Fynd av kvartära däggdjur som inkommit till Sveriges geologiska undersöknings museum; storsäl från Yoldialera, Naums socken, Västergötland och uroxer från Öland.

Mötet den 6 Februari 1902.

SVEDMARK redogjorde för jordskalvet i Värmland 9-10 november 1901 (se nedan). I den efterföljande diskussionen yttrade sig HAMBERG, HOLMQUIST, BÄCKSTRÖM, DE GEER och HOLM

Studeranden L. VON POST blev invald som ledamot i föreningen.

Några geologiska observationer i Klarelfens förmodade forna dalgång

AV CARL G. DAHL

Ett arbete i Rådasjöns dalgång och de kvartära avlagringarna mellan Edebäck och Geijersdal. Denna dalgång, vilken innehåller mäktiga kvartära avlagringar, förmodades vara Klarälvens pre- interglaciala flodfåra. Studien syftade till att finna orsaken till Klarälvens avlänkande från den gamla flodfåran, och DAHL föreslår att den troligaste förklaringen är att älven dämmts upp i söder av de mäktiga avlagringarna.

Konstgjord Kuprit och Dolerofanit från Åtvidaberg

AV J.E. STRANDMARK

Stuffer med kristaller som bildats vid hyttprocessen i en flamugn för kopparsmältning undersöktes. En stuff hade en krusta av kuprit med delvis vackert utbildade kristaller. På ett par andra fanns även ett betydligt sällsyntare kopparsulfatmineral med formeln $2\text{Cu} \cdot \text{SO}_3$, tidigare endast känt från Vesuvius under namnet Dolerofanit. Genom att studera ugnens funktion antog STRANDMARK att dolerofaniten bildats där temperaturen inte har varit särskilt hög eller i närheten av teglet.

Meddelanden om jordstötter i Sverige

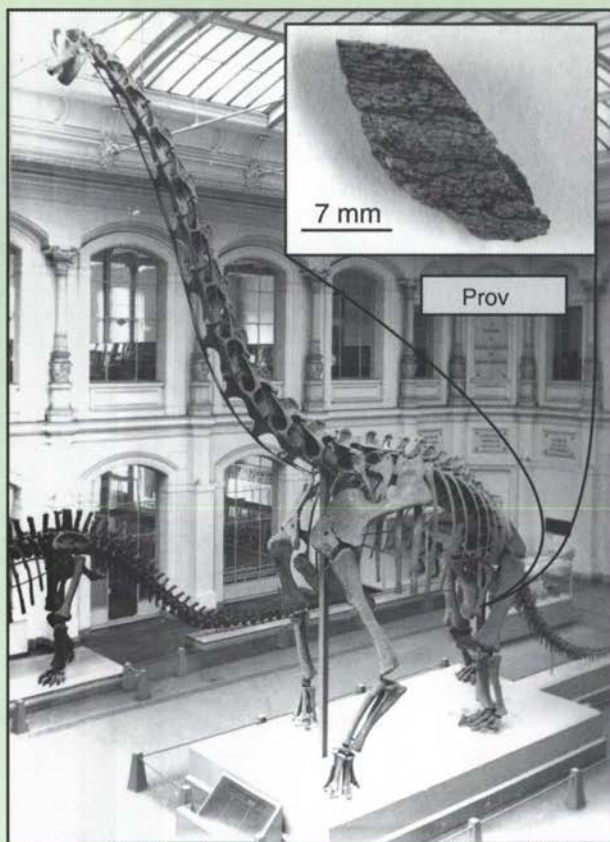
AV E. SVEDMARK

En redogörelse för rapporter som inkommit rörande jordskalvet i Värmland den 9-10 november 1901. En sammanställning av rapporter från 54 olika orter, från Uppsala och Södertälje i östertill Kristiania (Oslo) i väster tydde på flera stötter. Svedmark kopplade jordskalvet till tektoniska rörelser längs med förkastningar i Värmlands dalgångar.

Datering av sauriebern med uran–bly-metoden

AV ROLF L. ROMER

Ända sedan den vetenskapliga geologins barndom på 1700-talet har fossil varit den absolut viktigaste källan till att fastställa en bergarts relativa ålder. Under 1900-talet utvecklades absoluta dateringsmetoder baserade på sönderfall av långlivade radioaktiva isotoper. Dessa är dock nästan uteslutande ämnade för fossilfria magmatiska bergarter. Absoluta åldersbestämningar av fossil har hittills varit en omöjlighet.

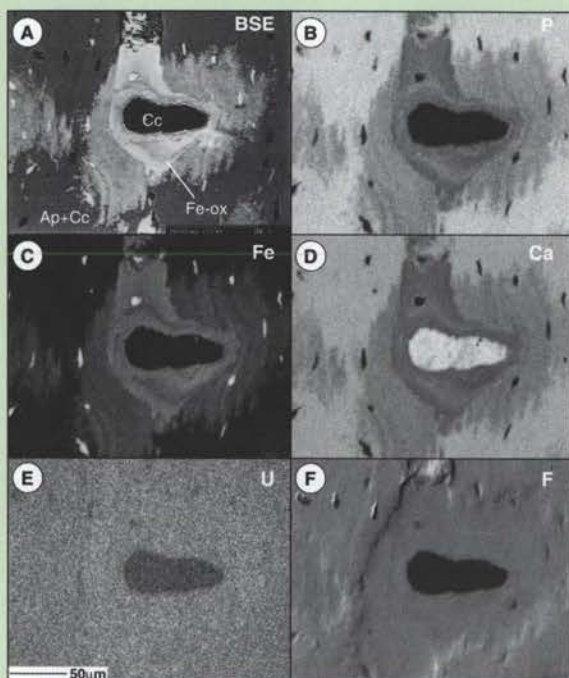


Figur 1. *Brachiosaurus brancai* utställd i museet för naturhistoria, Humboldtuniversitetet i Berlin, Tyskland (avbildad med museets tillstånd).

Fossil och fossilgrupper är viktiga verktyg för att bestämma den relativa geologiska åldern i sedimentära lagerföljder och för att korrelera dessa över hela världen. Åldern av ledfossil begränsas ofta genom datering av t.ex. vulkaniska tufflager under och över det fossilförande skiktet. I vissa fall är denna dateringsmetod inte användbar och därför blir nödvändigt att finna alternativa vägar att direkt datera fossil.

En möjlighet till datering av äldre fossil erbjuder urans sönderfall till bly när följande viktiga förutsättningar för direktdatering är uppfyllda: (1) Provet uppvisar höga *diagenetiskt* uppkomna U/Pb förhållanden i skelett eller skalrester vilket måste ha skett snart efter oranismens död och (2) U–Pb systemet måste ha förblivit stängd efter tidspunkten av *diagenesen*.

I flera nyare arbeten har en s.k. jonsond använts för att pröva möjligheten att datera fossil med uran–bly metoden. Det konstaterades att metoden fungerar väl, även vissa av de erhållna åldrarna stämde dåligt med vad man redan visste från världsomfattande korrelationer och tidigare dateringar i andra områden. Därför undersöktes i en pilotstudie om förutsättningarna för att tillämpa uran–bly metoden på dateringar av fossil är uppfyllda. För studien valdes ett bäckenben från *Brachiosaurus brancai* ut; en saurie från övre krita. Den härstammar från Tendagurufyndigheten (Tanzania) och finns utställd i Naturhistoriska Museet vid Humboldt-universitetet i Berlin (figur 1). Baserat på lokala geologiska förhållanden förväntas åldern ligga mellan 135 och 146 miljoner år.



Figur 2. Fördelning av reflekterade sekundära elektroner (Back-scatterelectrons) samt elementen fosfor, kalcium, järn, uran och fluor hos ett fossilt saurieben.

Processer vid fossilisering

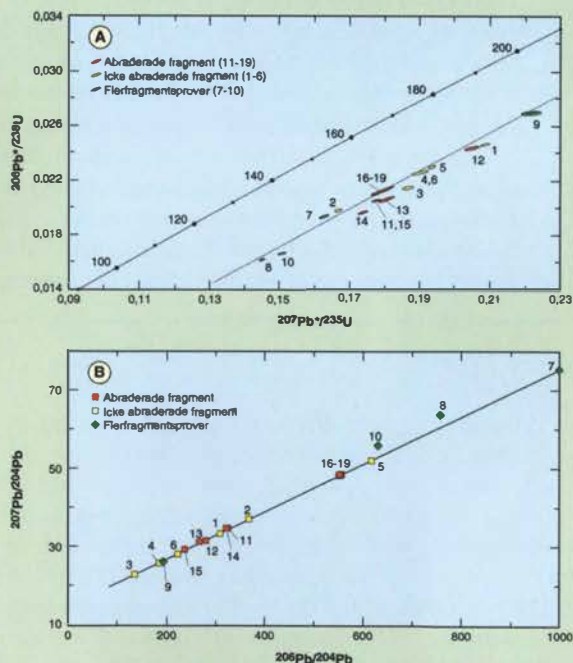
Diagenetiska processer har genomgripande överpräglat det undersökta benet, men den ursprungliga biologiska strukturen har ändå bevarats mycket tydligt (figur 2). Under *diagenesen* omvandlades krypto- till mikrokristallin hydroxylapatit till fluorapatit. Därvid tillfördes det utifrån, vid sidan om fluor, även svavel och uran (upp till 1800 ppm), samt sällsynta jordartsmetaller. Vissa celler i benstommen blev ersatta med Fe-hydroxider (figur 2C), medan porer och kanaler blev fyllda med kalcit. Omkring porer och kanaler utvecklades i allmänhet en zon med Fe-hydroxider. Järnhalten korrelerar oftast med magnesiumhalten, samt med kisel och aluminium som förekommer i lägre halter. Korrelationen mellan uran och fluor i apatiterna visar att även uranet tillfördes under *diagenesen*, samt att den radiometrisk klockan, dvs. uran-bly systemet, startades vid *diagenesen*.

Tolkning av uran-blysystemet

Det finns tre tänkbara källor för blyet i det undersökta fossila benfragmentet. (1) Bly som upptogs

redan under organismens levnad genom föda. (2) Bly som tillsammans med uran upptogs under *diagenesen* från omkringliggande sediment. (3) Bly som efter *diagenesen* bildades genom radioaktivt sönderfall av uran och som ackumulerades i fossilen. Denna tredje typ av bly innehåller åldersinformationen, medan man måste korrigera mätningarna för de två förstnämnda blytyperna.

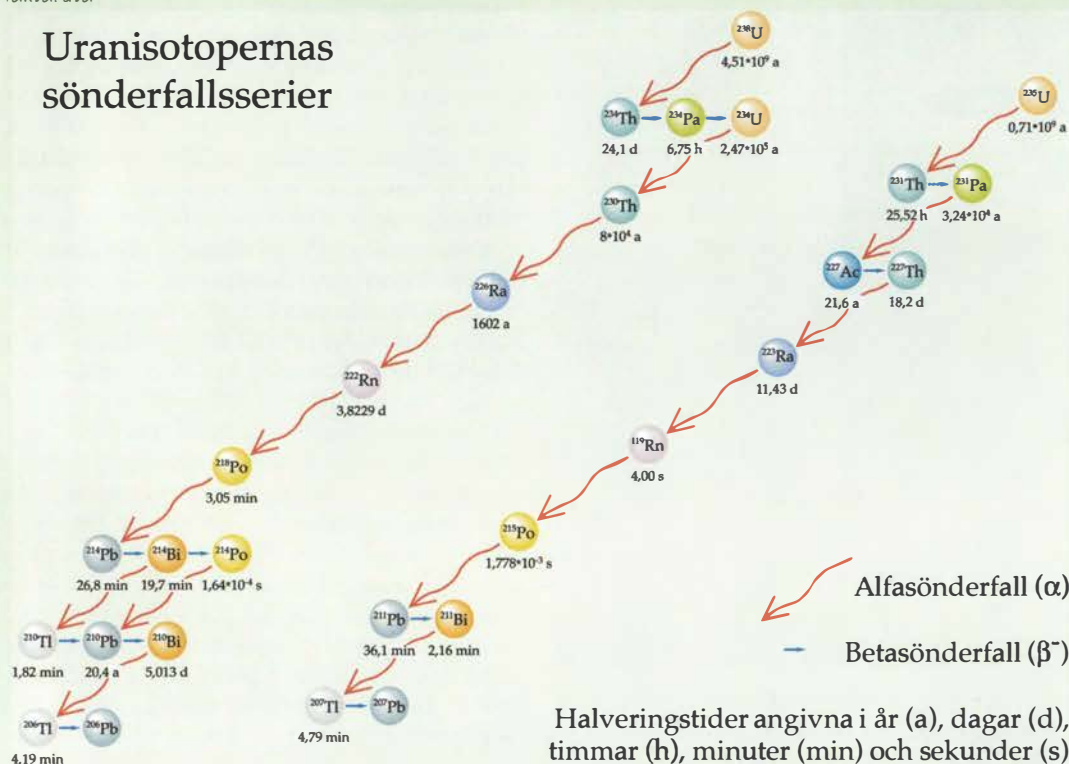
Data från U-Pb systemet i *Brachiosaurus brancai* ligger efter korrektion för metabolisk upptaget bly inte på konkordiakurvan (figur 3A), utan tydligt under denna. En referenslinje genom datapunkterna skär konkordidan vid en geologiskt ej meningsfull ålder. I $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ - $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ -diagrammet (figur 3B) visar blydata en bra anpassning till en rak linje vars lutning för ett ostört system skulle motsvara åldern av provet. Denna linje ger dock en skenbar för gammal ålder på 625 miljoner år. Plottas datapunkterna i isokron-diagram (figurerna 4A och 4B), så ligger de spridda kring regressionslinjerna. För systemet ^{207}Pb - ^{235}U definierar flertalet mätvärden en linje som motsvarar en skenbar ålder på 149 miljoner år medan, för ^{206}Pb - ^{238}U systemet fås en skenbar ålder på 109 miljoner år.



Figur 3. (A) Uran-bly konkordiadiagram och (B) bly-bly isotopdiagram för samtliga 19 analyserade fragment ur det fossila sauriebenet.

faktaruta

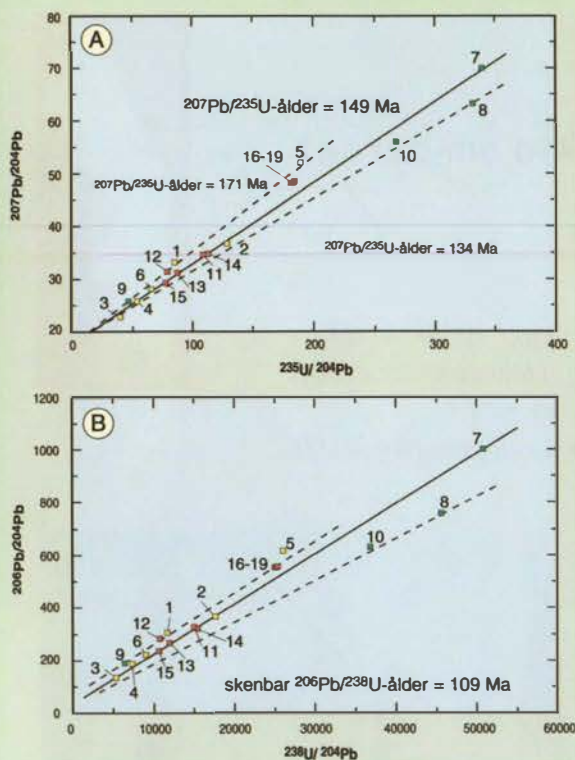
Uranisotopernas sönderfallsserier



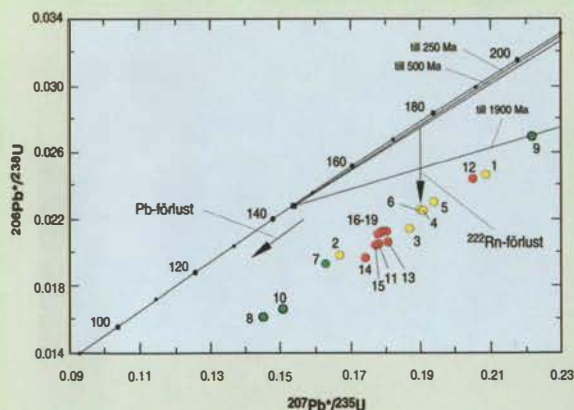
Uran-bly systemet består av två sönderfallskedjor som utgår från de långlivade isotoperna ^{235}U och ^{238}U och som via skilda, mer eller mindre kortlivade dotterisotoper, till sist bildar de stabila blyisotoperna ^{207}Pb respektive ^{206}Pb . Styrkan hos U-Pb systemet ligger däri att det omfattar två olika sönderfallssystem med skilda sönderfallskonstanter, samt att moder- respektive dotterisotoperna i de två kedjorna tillhör samma kemiska element. Därigenom är en kemisk fraktionering av de två moder- respektive dotterisotoperna utesluten. Traditionellt sammanfattas de två sönderfallssystemen i ett konkordiadiagram (figur 3A), i vilket vardera axeln visar en radiogent bildad blyisotop normaliserad med sin moderisotop. Konkordiakurvan representerar de isotopkvoter där båda sönderfallskedjorna ger samma ålder. Om de två sönderfallskedjorna ger skilda skenbara åldrar, dvs data ej faller på konkordian, så visar detta att provet har genomgått en utveckling i flera steg och att det geokronologiska systemet är stort.

Störningen av U-Pb systemet hos den undersökta *Brachiosaurus brancai* kan förklaras på följande sätt (för en detaljerad förklaring se Romer (2001): (1) Proven 8 och 10 visar tydliga tecken på blyförlust. (2) Proven med $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ åldrar som är äldre än den biostratigrafiskt avgränsade åldern 135 till 146 miljoner år, har en ärvd blykomponent som motsvarar det under diagenesen tillförda blyet. Variationen i $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ åldern hos de skilda proven tyder på att andelen diagenetiskt bly var olika i samtliga prov samt att isotopsammansättningen hos detta bly var heterogent. Detta exempel visar att

upptagandet av exotiskt bly kan ge det felaktiga intrycket av närvaron av ärvt material. (3) Sönderfallskedjorna $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ och $^{207}\text{Pb}/^{235}\text{U}$ är avkopplade från varandra. Det saknas mellan 5 och 20% ^{206}Pb hos varje prov (figur 5), vilket tyder på att en mellanprodukt i sönderfallskedjan har förlorats. Av dessa är ^{222}Rn och ^{226}Ra idealiska kandidater (kommer från ^{238}U) eftersom de har avsevärt längre halveringstid än ^{219}Rn och ^{223}Ra (se faktaruta sidan 10) vilka tillhör sönderfallskedjan från ^{235}U . Ädelgas- eller alkali-elementjoner förloras dessutom mycket lättare från de krypto- till mikrokristallina apatit-



Figur 4. Uran-bly isokronogram för (A) ^{207}Pb - ^{235}U systemet och (B) ^{206}Pb - ^{238}U systemet.



Figur 5. Effekten av ^{222}Rn förlust på U-Pb systematiken. Data tagen ur figur 3A.

kristallerna än andra dotterisotoper ur samma sönderfallskedja. Selektiv förlust av ^{222}Rn eller ^{226}Ra som verkar vara kontrollerad av kristallstorleken är också känd från mikrokristallin uraninit. För att ett ^{206}Pb underskott i procentstorlek ska uppstå måste

förlusten av ^{222}Rn eller ^{226}Ra vara kontinuerlig. Det betyder att sådant material även idag ger ifrån sig ^{222}Rn vars mängd kan beräknas ur uranmängden i provet samt andelen av ^{206}Pb som saknas under antagandet av sekundär aktivitetsjämvikt mellan skilda moder- och dotterisotoper inom ^{238}U sönderfallskedja. Från en sådan uppskattning framgår att ett dåligt vädrat lagerrum för en mineral-samling med talrika stuffer av mikrokristallin uraninit eller en fossilsamling med många uranrika prover kan uppnå ^{222}Rn -värden i luften lika höga som i radonhus. Däremot utgör fossil lagrade i bra vädrade rum ingen fara även om de ger ifrån sig radon.

Slutsats

Datering av fossil medels U-Pb metoden visar sig vara problematisk, eftersom vid sidan om den ursprungliga heterogeniteten hos blysammanställningen och osäkerheten i tidsskillnad mellan organismens död och *diagenesen*, även en selektiv störning av ^{206}Pb - ^{238}U systemet kan uppträda genom förlust av ^{222}Rn eller ^{226}Ra . Kontinuerlig ^{222}Rn -förlust är ett av huvudskälen för en del anomala U-Pb åldrar som beräknats från jonsondsdata. Däremot tycks ^{207}Pb - ^{235}U systemet okänsligt mot sådana störningar och kan ge tillförlitliga åldrar om den initiala heterogeniteten hos det diagenetiskt tillförda blyet är ringa. När lämpliga indirekta dateringsmöjligheter saknas representerar den direkta dateringen med U-Pb systemet ett alternativ, som dock bör användas med mycket stor försiktighet.

Tackord

Jag tackar Ulf Bertil Andersson (Potsdam) för hjälp med språket.

Ordförklaring

Diagenes: Den process vid vilken lösa avlagringar (sediment) omvandlas till en sedimentär bergart

Litteratur

Romer, R.L., 2001: Isotopically heterogeneous initial Pb and continuous ^{222}Rn loss in fossils: the U-Pb systematics of *Brachiosaurus brancai*. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 65, 4201-4213.

Rolf L. Romer är verksam som forskare vid GeoForschungsZentrum Potsdam i Tyskland; romer@gfz-potsdam.de

Geologins dag

- en stenkul dag med hårda fakta om berget

AV EMMA HÄRDMARK

Geologins dag gjorde succé förra året med sina drygt 10 000 besökare vid de 150 olika arrangemangen runt om i landet. Hela geovetarsverige gick man ur huse för att visa upp vad man sysslar med.

Den 28 september är det dags igen, då inträffar Geologins dag 2002!



Geologisk exkursion i centrala Uppsala. Foto Karl-Erik Alnavik, SGU

Vad hände på Geologins dag 2001?

Från Lund i söder till Abisko i norr kunde besökare uppleva och lära sig mer om vad geovetenskap kan vara. Barnen fick till exempel prova på att vaska guld, upptäcka dinosaurier och lägga pussel med jordens kontinenter. Lite äldre barn och ungdomar

fick knacka fossil, krypa i grottor och göra experiment på Universeum i Göteborg. För de vuxna fanns aktiviteter som föredrag om geologin på Antarktis, öppet hus i bergtäkter och flera olika geologiska exkursioner. Till det kommer många uppskattade utställningar om exempelvis mineral och gruvdrift



Guldvaskning på Umeå Universitet. Foto Anders Carlsson

på bibliotek och museer på flera håll i landet. För att inte tala om hur välbesökta stendoktorerna var under dagen. Köerna ringlade långa med barn som ville veta mer om sina semesterstenar.

Hur det började

Initiativtagare till Geologins dag är Svenska Nationalkommittén för Geologi vid Kungliga Vetenskapsakademien. Målet var att väcka intresse för de olika grenarna inom geologi och i förlängningen upprätthålla kompetensen inom ämnesområdet. En koordinator anställdes för att samordna projektet och ett kansli förlades till Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm. En strategisk och värdefull placering med tanke på museets långa erfarenhet av publik verksamhet och marknadsföring. Projektet Geologins dag handlar i praktiken mycket om marknadsföring. Både av geovetenskap som sådan och av själva temadagen.

Hur gjorde man?

Under den förberedande tiden kontaktades mängder av geologiintresserade studenter och forskare vid universitet och högskolor, företagsledare och branschorganisationer, myndigheter, lärare, museer och amatörgeologer. Detta dels för hitta arrangörer och dels för att intressera finansiärer till projektet. Projektets budget hamnade på drygt 500 000 kr, en liten budget med tanke på hur många besökare det kom. De oavlönade insatserna före och under Geologins dag var naturligtvis oerhört värdefulla för att få till en så lyckad temadag. Eftersom projektet finansieras enbart med sponsormedel är det av stor vikt att intäkterna i framtiden ökar för att vi ska kunna anordna bättre arrangemang och även locka och nå ut till fler besökare. Vi hoppas också i framtiden kunna bistå de olika arrangörerna med material och handledningar. I slutet av januari i år bildades Föreningen för Geologins dag, ett sätt att etablera organisationen kring temadagen och i förlängningen kunna bli mer ekonomiskt självständiga.



Utställning om geofysiska flygmätningar på F16 utanför Uppsala. Foto Sören Byström, SGU

Nu blir vi ännu bättre!

Självklart har ett projekt av den här dimensionen en del barnsjukdomar men vi gör vårt bästa för att hitta ännu bättre sätt att lösa vissa praktiska spörsmål. Datumet för Geologins dag är ett sådant. Fördelen med att låta temadagen inträffa tidigt på hösten, som förra året, är naturligtvis att vädret oftare är bättre då och det underlättar för exkursioner och andra utomhusaktiviteter. Vi lever i ett långsmalt land där den första snön faktiskt kan falla i slutet av september. Men fördelen med att lägga Geologins dag lite senare, vilket vi valt att göra i år, är att grundskolorna och universitetens terminer har hunnit komma igång och att höstens valrörelser då är över. Efter årets Geologins dag, som alltså är den 28 september, kommer styrelsen noggrant utvärdera erfarenheterna från arrangemangen och hitta den bästa lösningen inför kommande år.

Årligt återkommande

Det finns många sätt att utveckla Geologins dag i framtiden. Vi skulle kunna anordna temadagar i skolorna, samla och förmedla värdefulla kontakter inom branschen eller kanske sammanlänka Geologins dag med en populärvetenskaplig tidskrift. Syftet med själva temadagen är, något visionärt uttryckt, att *stärka geologins ställning i samhället*. Alla vi som arbetar eller har arbetat med geovetenskap i någon form vet hur väl vårt ämnesområde behöver all uppmärksamhet den kan få. Geologins dag är ett utmärkt tillfälle att lyfta fram geovetenskap i ljuset och vi kan tillsammans se till att Geologins dag blir ett årligt återkommande inslag i höstens kalendarium. Håll utkik på hemsidan för mer information!

Emma Härdmark är projektledare för Geologins dag 2002. www.geologinsdag.nu
emma.hardmark@nrm.se

25:e Nordiska geologiska vintermötet i Reykjavik

I snart 50 år har nordiska geologer samlats, en gång vart annat år, för att redovisa forskningsresultat, utbyta ideer och umgås socialt. I år skedde detta i Reykjavik och nästa gång är det Sveriges tur.

Nordiska geologiska vintermötet är en företeelse som inleddes 1954, och redan den gången kom 108 delegater. Första mötet anordnades på Chalmers i Göteborg och sedan dess har Sverige varit värdnation fem gånger (Uppsala, Lund, Göteborg, Stockholm, Luleå). Norge har varit värd sex gånger, Finland fem gånger, Danmark fem gånger och Island har tidigare varit värd två gånger. Mötena, som normalt brukar arrangeras i januari, har blivit populära mötesplatser för nordiska geovetare, både forskare, doktorander och även yngre studenter. Många av dagens verksamma forskare tog sina första stapplande steg i forskarvärlden just på ett vintermöte. Mötena bli alltmer populära, några av de senare har lyckats samla upp till 400 delegater. Sammankomsterna brukar även vara populära hos den arrangerande staden. Otaliga borgmästare eller motsvarande har önskat deltagarna välkomna, och stadens restaurangidkare har ofta upplevt några arbetsamma men inkomstbringande dagar. De nordiska vintermötena fyller en viktig funktion. De geologiska forskarmiljöerna är ofta små i de nordiska länderna, undantagen är Norge med sin

oljeindustri och Island med sin i högsta grad aktiva geologi. De nordiska länderna har det relativt förspänt med analysutrustning och laboratorier, men betydligt snålare med personal som kan använda utrustningen. Här fyller internationella vetenskapliga symposier, och speciellt vintermöten, en viktig roll som förmedlare av analysmöjligheter och forskare över nationsgränserna. Det gynnar speciellt doktorander och yngre forskare, eftersom den ofta informella karaktären och de stora möjligheterna till socialisering på mötena gör det lättare att ta kontakt med forskare och forskningsgrupper utanför det egna universitetet.

Det senaste mötet i Reykjavik attraherade 300 delegater, vilket antagligen är det största geologiska symposiet någonsin på Island. Mötet var välorganiserat, men med den avspändhet och lätthet som kännetecknar landet.

Nästa möte, som innebär 50-års jubileet för de Nordiska geologiska vintermötena, kommer att gå av stapeln i Uppsala i januari 2004. Geologiska Föreningen som är den officiella värdens önskar alla geovetare välkomna dit, vi ses i Uppsala 2004!

Joakim Mansfeld

Det 25:e Nordiska Geologiska Vintermötets bankett avnjöts på restaurang Perlan i Reykjavik. Där önskade Geologiska Föreningens sekreterare Dan Holtstam delegaterna välkomna till Uppsala år 2004 för det 26:e Nordiska Geologiska Vintermötet. Foto Björn Ensterö



Reflexionsseismik – exempel från mätningar i Jämtland

AV NIKLAS JUHOJUNTTI

Reflexionsseismik är en av de få metoder vi har för att kunna undersöka de djupare delarna av jordskorpan. Från de översta kilometerna, som kan nås med andra undersökningsmetoder, ned till jordens mantel. Här förklaras principen för tekniken och resultaten från Sveriges längsta seismiska profil på land beskrivs.

Reflexionsseismik är en teknik som använder seismiska vågors reflexion vid exempelvis bergartskontakter. Denna teknik används i hög utsträckning av olje- och gasindustrin, både för att lokalisera fyndigheter och som hjälp vid utvinningen. De första praktiska försöken gjordes under början av 1920-talet och den första upptäckten av hydrokarboner med hjälp av denna metod skedde 1928. Sedan dess har metoden utvecklats i första hand av olje- och gasindustrin. För ungefär 25 år sedan började USA även att använda den för systematisk undersökning av strukturer i den djupare delen av den kontinentala jordskorpan. Ett antal nationella program för djup reflexionsseismik har sedan dess upprättats.

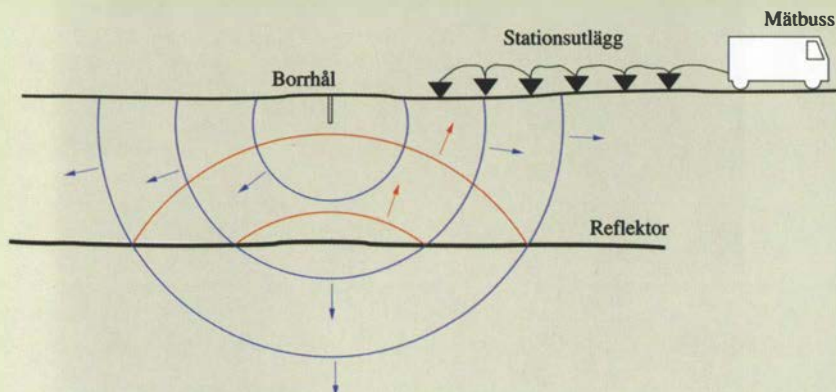
I Sverige har metoden använts bland annat vid grundvattenundersökningar samt vid undersökningar av sprickzoner i samband med planering för kärnbränsleförvaring. Ett antal forskningsinriktade mätningar för undersökning av djupare strukturer har också utförts, både på land och till sjöss. Nedan ges en kortfattad beskrivning av principen bakom

metoden samt av mätutförandet. Därefter beskrivs resultat från den hittills mest omfattande reflexionsseismiska landmätningen i Sverige, en ca 160 km lång profil insamlad i Jämtland under åren 1987–1992. Projektet finansierades av Naturvetenskapliga forskningsrådet med Dan Dyrelus vid Uppsala universitet som projektledare.

Principen bakom reflexionsseismik

Ekolodning, en metod som bland annat används av fartyg för att bestämma vattendjup, är i vissa avseenden likt reflexionsseismik. Vid ekolodning alstras en akustisk våg av en sändare. Vågen reflekteras, exempelvis mot gränssytan mellan vattnet och havsbotten, och registreras av en mottagare. Tiden som förflyter mellan vågens utsändning och mottagning är i detta fall proportionell mot vattendjupet, med hänsyn tagen till salthaltens och vattentemperaturens inverkan på vågens utbredningshastighet.

Reflexionsseismik används oftast för att studera



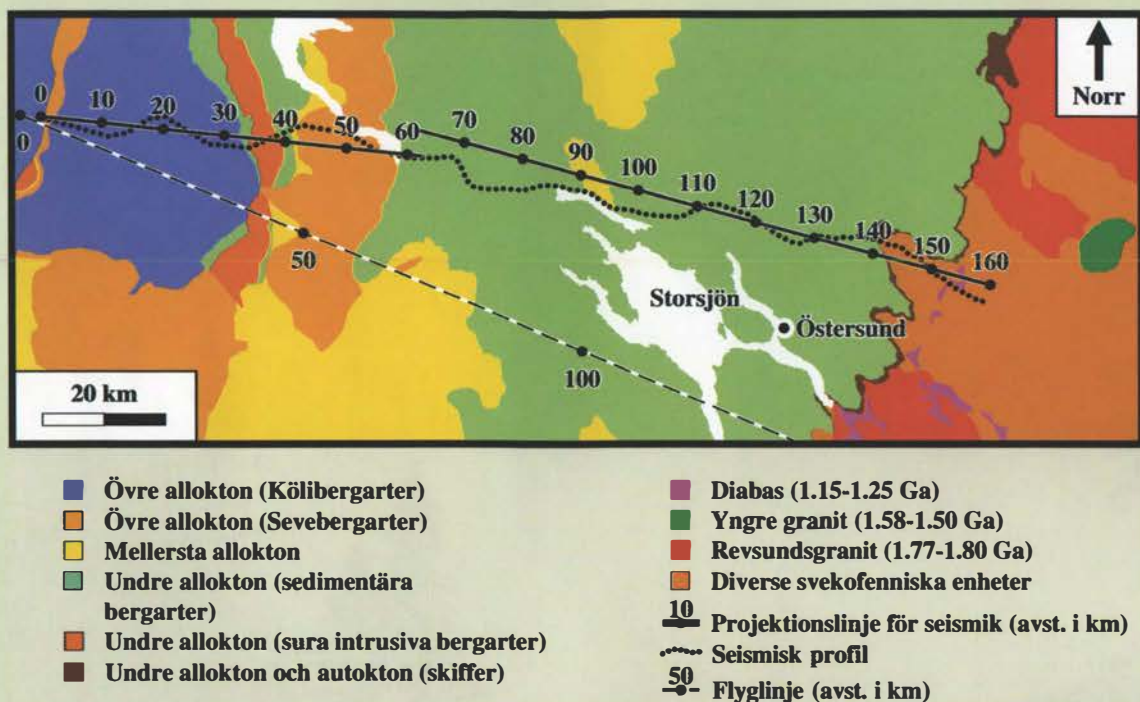
Figur 1. Principskiss som visar reflexion av seismisk våg mot en tunn horisont. Cirklarna visar vågens läge vid olika tidpunkter. Blå färg = nedåtgående våg, röd färg = uppåtgående, reflekterad våg. De inverterade trianglarna visar läget av stationer som används för att registrera markrörelsen.



Figur 2. Sprängning av dynamitladdning för en djup seismisk undersökning i Norrbotten. I idealfallet sett bör ingen energi förloras genom att material transporteras upp ur borrhålet.

strukturer i berg. En elastisk våg alstras av exempelvis en dynamitladdning i ett borrhål. När vågen träffar gränsytan mellan två material kan en viss del av vågenergin reflekteras. Detta förutsätter, något förenklat, att den akustiska impedansen, d.v.s. produkten av densitet och våghastighet, inte är densamma för båda materialen. Sensorer vid markytan registrerar markrörelsen orsakad av den

reflekterade vågen (figur 1). Enligt samma princip som vid ekolodning kan djupet till gränsytan bestämmas genom att tidsskillnaden mellan vågens utsändning och mottagning uppmäts. Bestämningen av djupet kompliceras dock av att våghastigheten varierar beroende på bergartstyp, spricktäthet och andra faktorer. Vid reflexionsseismik används vanligen betydligt lägre frekven-



Figur 3. Geologisk karta över mätområdet i Jämtland (baserad på Lundegårdh 1984), inklusive linjesträckning för den reflexionsseismiska mätningen samt linjesträckning för en höghöjdsflygmätning av magnetfältet.

ser än inom ekolodning, exempelvis 10–50 Hz för djup seismik i jämförelse med 20000–30000 Hz för ekolodning.

Läsare som är intresserade av att veta mera om teorin hänvisas exempelvis till Sheriff & Geldart (1995).

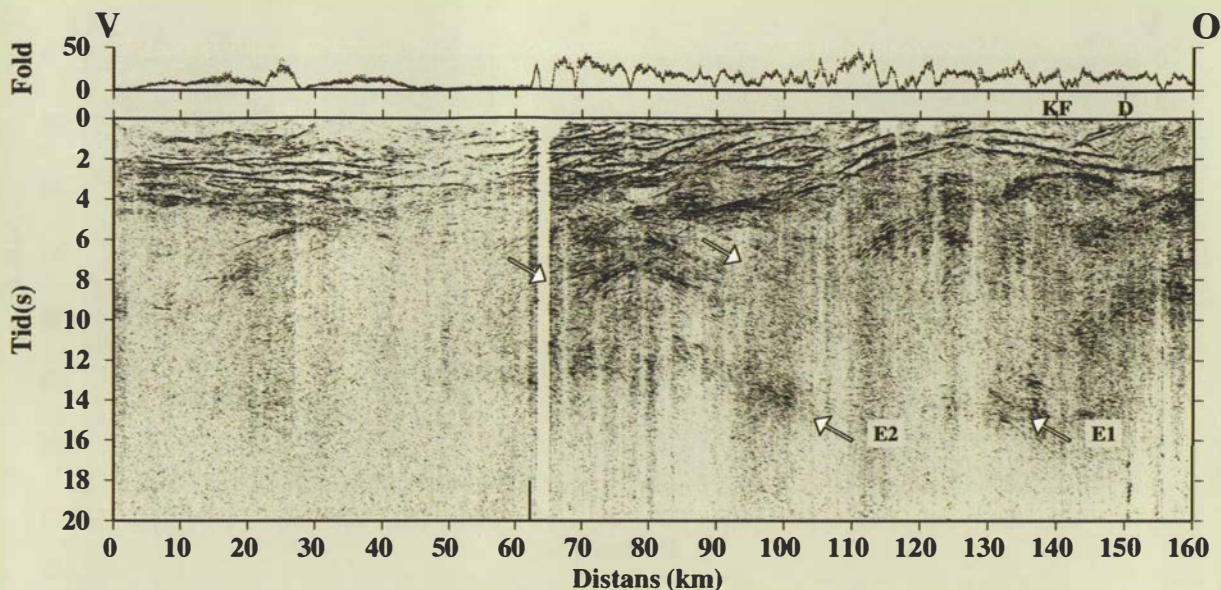
Något om reflexionsseismiska landmätningar

I det följande beskrivs den reflexionsseismiska mätmetod som använts under senare år av geofysiker vid Uppsala universitet, för att undersöka djupa strukturer på land.

Det instrument som använts kan hantera uppemot 200 datainsamlade stationer. Vid varje station avläses markrörelsen av en eller flera sammankopplade sensorer. Stationerna läggs vanligen ut med så liten avvikelse från en linje som möjligt, dock av praktiska skäl oftast längs en väg. Avståndet mellan stationerna anpassas till djupet av de strukturer som skall undersökas. För undersökning av strukturer på stort djup i jordskorpan används numera vanligen ett avstånd av ca 35 m,

vilket ger en total längd av ca 7 km för hela stationsutlägget. Data överförs via kablar mellan stationerna till en central datainsamlingsenhet, vilken är monterad i en mätbuss (figur 1).

Efter att en sprängladdning avfyrats (figur 2) registreras markrörelsen under en viss tid, vanligen 20 sekunder eller längre vid djupa undersökningar. När registreringen avslutats flyttas ett antal stationer från den ena till den andra änden av stationsutlägget. En sprängladdning avfyras i ett nytt borrhål, varefter följer registrering av markrörelsen och flyttning av nya stationer. För insamlingen av en reflexionsseismisk profil med en längd av några tiotals kilometer kan det vara nödvändigt att utföra hundratals sprängningar. Genom att använda ett litet avstånd mellan spränghålen överlappar mätningarna varandra, vilket gör det möjligt att reducera störningar från exempelvis vind. Datainsamlingsmetoden är kostsam på grund av att den kräver en relativt stor personalstyrka och dyrbara borrhål för sprängladdningarna. Det finns alternativ till sprängladdningar, exempelvis tunga fordon som använder vibrerande plattor för att skapa den seismiska signalen.



Figur 4. Automatisk linjeritning baserad på reflexionsseismiskt data från Jämtland (se figur 3 för lokalisering av profil). Linjerna markerar reflexionernas läge som funktion av gångtid. KF anger läget av kaledoniska fronten och D anger läget av diabaser vid ytan. Den maximala tiden, 20 s, motsvarar ungefärligen ett djup av 67 km. Fold är en engelsk term som, förenklat sett, anger antalet mätningar för de olika profilavsnitten. Ett stort antal mätningar innebär oftast goda möjligheter till brusreducering.

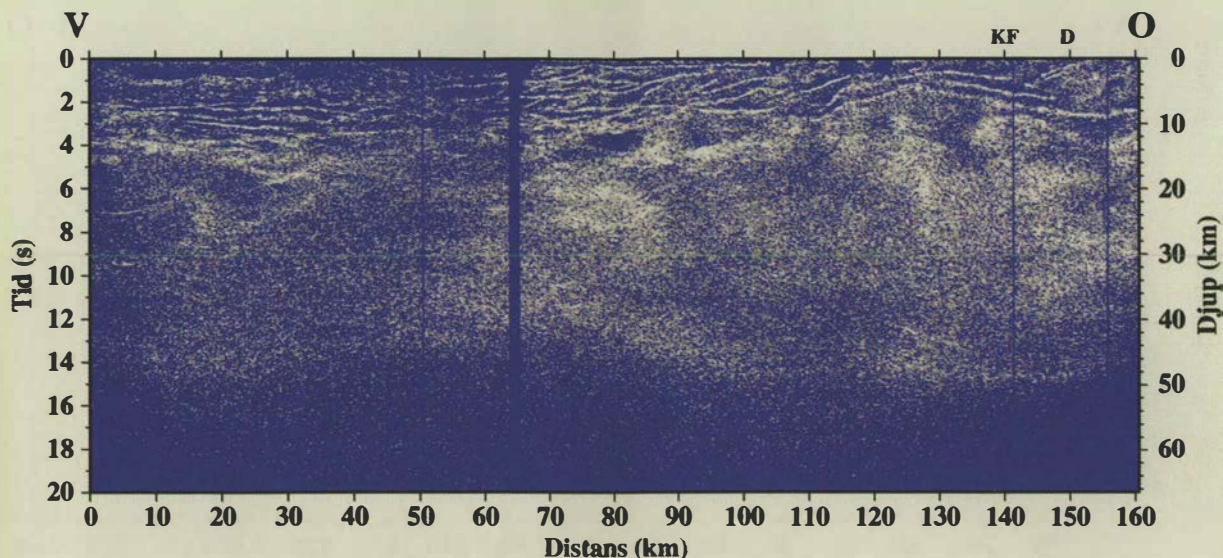
Reflexionsseismiska mätningar i Jämtland

Under åren 1987–1992 insamlade Dan Dyreljus och Hans Palm med flera, vid Uppsala universitet, reflexionsseismiska data längs en ca 160 km lång profil i Jämtland. Profilen startar vid den norska gränsen och slutar ca 30 km öster om Östersund (figur 3). Vid ytan består berggrunden inom undersökningsområdet i huvudsak av fjällbergarter, med undantag av berggrunden inom den östligaste delen av området.

Mätningarna visar reflekterade vågor från hela skorpan, dock är reflexionerna mest markanta från den övre delen av skorpan, ned till ett djup av ca 15 km (figurerna 4 och 5). Fjällbergarterna utgör ett relativt tunt skikt, ca 1 km tjockt strax norr om Östersund (Palm 1984) och i storleksordningen 5 km tjockt vid profilens västra ände (Palm m.fl. 1991). Detta skikt täcker den äldre berggrunden, i vilken de flesta reflekterande strukturerna är lokaliserade. Troligtvis orsakas reflexionerna från den övre skorpan, åtminstone delvis, av diabaser (Palm m.fl. 1991; Juhojuntti m.fl. 2001). Undersökningar i Siljansringen och Bottenhavet, de förra inkluderande borrhålsmätningar, har visat att diabaser kan or-

saka reflexioner (Juhlin 1990; BABEL Working Group 1993). De diabaser som troligen orsakar de framträdande reflexionerna i detta område är lokaliserade i den äldre berggrunden, vilken täcks av fjällbergarter under större delen av profilen. I området öster om den kaledoniska fronten finns dock diabaser vid ytan (figur 3), vilka ungefärligen kan korreleras med vissa av reflexionerna (markerade med D i figurerna 4 och 5). Dessa diabaser tillhör en något äldre generation än de diabaser som orsakade reflexionerna i Siljansringen. Eventuellt finns diabaser tillhörande den yngre generationen, observerade bland annat i Siljansringen, även under fjällbergarterna i Jämtland. Flygmätning av magnetfältet tyder på att diabaserna är lokaliserade i en regionalt utbredd kropp med hög magnetisering, mest troligt bestående av Rätangranit (Dyreljus 1980).

Reflexionerna från den lägre delen av skorpan är mindre tydliga än reflexionerna från ytligare strukturer. Detta behöver inte nödvändigtvis betyda att variationen i materialegenskaper, vilken orsakar reflexionerna, är större i den övre skorpan. Orsaken till de otydliga reflexionerna från den



Figur 5. Tvådimensionell profil över reflekterande strukturer i Jämtland. Vit färg indikerar hög reflexionsstyrka, blå färg indikerar låg reflexionsstyrka. Denna profil är baserad på samma data som figur 4. I detta fall har reflexionernas läge räknats om från gångtid till djup (den engelska termen för detta är "migration"). KF anger läget av kaledoniska fronten och D anger läget av diabaser vid ytan.

lägre delen av skorpan kan också vara att signalen färdats längre väg och därför försvagats. Mest tydligt observeras djupa reflexioner under den östra delen av profilen. Reflexionerna vid en gångtid av 13–15 s kommer sannolikt från den djupa delen av jordskorpan samt, till viss del, från gränsskiktet mellan skorpan och manteln (figur 4). Vid en gångtid av ca 15 s, motsvarande ett djup av ca 50 km (figur 5), avtar reflexionerna i styrka. Detta markerar troligen en övergång till manteln, vilken anses innehålla färre reflekterande strukturer. Liknande observationer har gjorts i många andra områden i världen.

Under den centrala delen av profilen avtar reflexionerna vid ett djup av ca 45 km, vilket pekar på att skorpan är något tunnare inom detta område än inom området längre österut. Längre mot väster verkar djupet av jordskorpan återigen öka, men de djupa reflexionerna inom detta område är diffusa och det är svårt att ange vid vilket djup skorpan övergår i manteln. Den troliga minskningen av skorpan tjocklek under den centrala delen av profilen kan ha samband med observerade svaga öststupande reflexioner (markerade med pilar i figur 4). Om skorpan har tänjts ut kan förtunning av densamma ha skett delvis genom rörelse längs stupande svaghetszoner. I samband

med att skorpan tänjdes ut fanns möjligheten att diabaser kunde tränga upp i den övre skorpan.

Litteratur

- BABEL Working Group, 1993: Integrated seismic studies of the Baltic shield using data in the Gulf of Bothnia region. *Geophysical Journal International* 112, 325–343.
- Dyrelius, D., 1980: Aeromagnetic interpretation in a geotraverse area across the central Scandinavian Caledonides. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 102, 421–438.
- Juhlin, C., 1990: Interpretation of the reflections in the Siljan Ring area based on results from the Gravberg-1 borehole. *Tectonophysics* 173, 345–360.
- Juhojuntti, N., Juhlin, C. och Dyrelius, D., 2001: Crustal reflectivity underneath the central Scandinavian Caledonides. *Tectonophysics* 334, 191–210.
- Lundegårdh, P.H., Gorbatshev, R. och Kornfält, K.A., 1984: Karta över berggrunden i Jämtlands län. *Sveriges Geologiska Undersökning* Ca 53.
- Palm, H., 1984: Time-delay interpretation of seismic refraction data in the Caledonian front, Jämtland, central Scandinavian Caledonides. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* 106, 1–14.
- Palm, H., Gee, D.G., Dyrelius, D. och Björklund, H., 1991: A reflection seismic image of Caledonian Structure in Central Sweden. *Sveriges Geologiska Undersökning* Ca 75.
- Sheriff, R.E. & Geldart, L.P., 1995 *Exploration Seismology* (Second edition). Cambridge University Press, Cambridge.

Niklas Juhojuntti är verksam som geofysiker vid Sveriges geologiska undersökning; niklas.juhojuntti@sgu.se

SGU

Sveriges Geologiska Undersökning



Rapporter och meddelanden nr 107
Pris: 113:–

Dannemora järnmalmers geologi

Järnmalmen i Dannemora, belägen 45 km nordost om Uppsala, är en av Sveriges mest välkända fyndigheter och var av största betydelse för Sveriges utveckling under stormaktstiden. Malm har brutits där i över femhundra år, fram till att produktionen upphörde år 1992.

Författare är Ingemar Lager, som mer än någon annan ägnat sitt liv åt järnmalmerna i Dannemora. Han har sammanställt ett omfattande material av geologiska observationer han gjort under sina många år i Dannemora gruvor vilket resulterat i denna beskrivning. Rapporten är skriven på engelska men en kort sammanfattning på svenska finns.

Trots en bildningsålder på ca 1,9 miljarder år och en händelserik utveckling har ursprungliga bergartsstrukturer och texturer bevarats väl och ger goda möjligheter till tolkningar av de ursprungliga sedimentära miljöerna. Allt åskådliggörs med hjälp av ett 60-tal illustrationer.

Rapporten utgör ett viktigt bidrag till förståelsen av geologin i Dannemoratrakten, särskilt vad gäller de ytbergarter som är relaterade till malm bildningen eller fungerar som värdbergarter till malmerna i Dannemora.

Malmgeologisk forskning vid SGU

Denna skrift är den första i en serie skrifter som är tänkta att utges med ett eller två års mellanrum. Artiklarna är skrivna på engelska och riktar sig till fackpersoner som är involverade i prospektering efter malmer och mineral eller till andra som är intresserade av hur malm och mineral uppträder i det svenska urberget.

Författarna är alla SGU-experten inom malmgeologi. Denna första upplaga innehåller sex artiklar, varav en berör järn- och guldmalmer i Bergslagen (Ripa), en berör förekomster av platinagruppens metaller i Sverige (Filén), och en berör intrusionsrelaterade koppar-guldmineraliseringar i norra Sverige. Tre artiklar beskriver deformation (Bergman Weiheid), regional petrokemi (Bergström) och omvandlingsgeokemi i anslutning till Bolidenmalmen (Hallberg) i Skelleftefältet.

Vi tar gärna emot kommentarer och förslag till innehåll i framtida artiklar.



Serie C 833
Pris: 130:–

Skrifterna kan beställas från: Sveriges Geologiska Undersökning, Kundtjänst,
Box 670, 751 28 Uppsala, Tel: 018-17 90 00, Fax: 018-17 92 10, e-post: kundservice@sgu.se

Svenska mineral (8)

Koboltglans – den onde bergvättens silvervita skatt

AV PER NYSTEN

Sverige har stolta traditioner som malmproducerande land och ett av många svenska malmmineral som är speciellt vackert utbildat är just koboltglans. Bland utländska konessörer av rara och välkristalliserade mineral kopplas namnet koboltglans (eng. cobaltite) direkt till Sverige och framförallt gruvorterna Tunaberg i Södermanland och Håkansboda i Västmanland. Jag vill i denna artikel berätta något om mineralet från dessa berömda lokaler samt ytterligare några mer eller mindre välkända fyndorter för koboltglans.

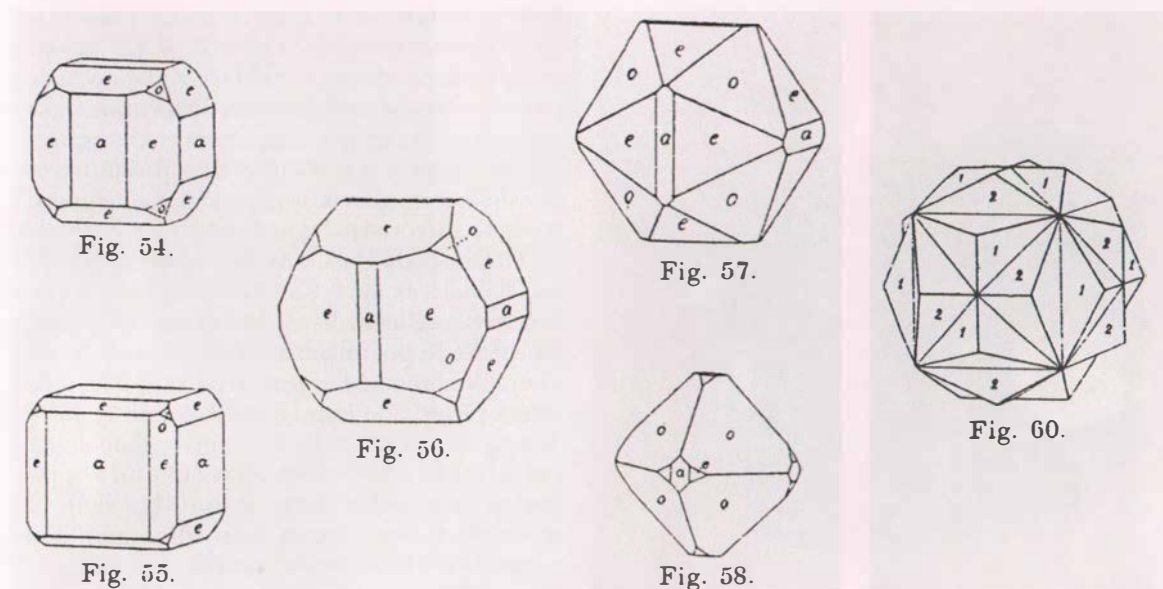
Historik

Metallen kobolt upptäcktes av Brandt redan år 1735 då han undersökte koboltmineralen linneit-carrolit från Riddarhyttan; dock fanns kunskap om att koboltmineral kunde användas för blåfärgning av glas alltsedan antiken. Namnet kobolt härstammar från tyska bergsmän i Sachsen och Böhmen och en s.k. kobold var en illasinnad varelse i gruvan som ställde till allsköns förtret för gruvarbetarna. Koboltmineralen innehöll ofta giftig arsenik som avgavs under metallframställningen och skadade dem.

Gustav Flink nämner i sin utmärkta beskrivning om svenska koboltglanser 1908 att det var Cronstedt (1758) som först skilde mellan kobolt med arsenik och järn från Los och Schneeberg, och kobolt med svavel arsenik och järn (glantz kobolt) från Tunaberg. Kristalliserad koboltglans från Sverige uppmärksammades även av de världsberömda mineralogerna Rome de L'isle, Haüy och Hausmann. Rinman nämner bland annat i sitt *bergwerkslexicon* från 1788 att koboltglans även hittats i Ätvidaberg och han skriver: "finnes i synnerhet vid Ätvidaberg uti Östergötland, körtelvis uti kopparmalmen, men gifver svag couleur". Om han menar Bersbo eller Mormorsgruvan är för mig okänt.

Upptäcktshistoriken om Loosfyndigheten börjar år 1699 då finntorparen Anders Person från Tenn visade borgaren och factorn Magnus Blix från

Söderhamn en liten kopparåder. Han bearbetade denna till ett djup av ca 3m men på grund av dåligt utbyte gav han snart upp. År 1722 inmutade kapten Carl Gustav Rosenmüller ånyo samma åder och han observerade något som liknade silvermalm i östra väggen av skärpningen. Två år senare fann och bearbetade soldaten Loosberg en skärpning i närheten som visade sig innehålla vismut. Bergskollegium underrättades och sände år 1726 konstmästaren i Falun, Olof Trygg att kartera och beskriva fyndigheten. Assessorn i Bergskollegium Henrik Kahlmeter fick senare kännedom om vismutgruvan och köpte 1733 upptäckt-rättigheten av Loosberg. Tre år därefter lät Kahlmeter rensa skärpningen varvid malmstrecket åter kom i dagen och koboltmineraliseringen visade sig. 1738 sattes gruvdriften igång och 1740 besökte sedermera bergsvetenskapsmannen och Bergsrådet Daniel Tilas första gången Loos, varvid han gav en preliminär beskrivning av fyndigheten. Slutligen kan nämnas att soldaten Loosberg belönades av Bergskollegium den 15:e november 1739 för sin upptäckt då han erhöll en silverbägare om 19 3/4 lods vikt samt 10 gram silver i mynt. Bägaren hade följande inskription: "Kongl. BergsCollegii föräring til Soldaten Michel Loosberg, för et af honom 1725 angifvigt Coboldstreck uti Färila Sockn och Helsingeland." "Loos Coboldverck" beskrevs mer



Figur 1. Kristallteckning av koboltglans från Tunaberg med olika former (N:o 54–58 + 60). Från Flink 1908.

utförligt 1752 av Daniel Tilas som bland annat anger följande: "en coboldgång finns blottad i en hällebergsart som består av en något grovskifrande hornbergart, eller blandning af hornblände, skimmer och skinflag(?), insprängd med fine små quartz och stundom kalkgryn, såsom och öfver alt blandad til mer och mindre myckenhet af quartzsputor eller fleckar ifrån ärters til små nötters storlek, samt såsom något besynnerligt med inbrytande kiörtlar och fleckar af kies, leverslag och grön kopparmalm". "Gången syns 1/4 mil N. om Loosgård, strykande i NNW, donlägig mot Ö., ca 2–3 grader från lodlinjen. Gångsten är en smågnistrig, spatartig vit och rödacktig kalcx, vilken är en säker vägledare för malmen. Denna består av ren och stältät, ljusgrå och ibland litet på rött stödiande Cobolt. Halten är ett starkt arsenicum, den sämre malmen til 40–60 % och den bättre til 20 %. Malmen ger en ganska skön och förtrefelig blå färg, som vida överträffar den sachsiske." Vidare nämner Tilas förekomst av turmalin, vismut och erytrin (Coboldblüthe). Av stort intresse är även att Tilas nämner mineralet "coboltgröna" ur vilket Axel Fredrich Cronstedt år 1751 upptäckte grundämnet nickel (coboltgröna = nickelblomma eller annabergit). Nickelmetallen

gömde sig i mineralet gersdorffit vilken omger sig av vittringsprodukten annabergit

Vad visste man då om koboltmalmer?

I en engelsk översättning av Cronstedts Mineralogi (1772) kan man läsa följande om då kända koboltmineral:

A: in form of a calx, *Cobaltum calciforme*: (med eller utan arsenik, koboltochra koboltblomma)

B: mineralized, *Cobaltum mineralisatum*.

1) med arsenik och järn i metallisk form (löllingit-safflorit), hittas som:

a) "steel-grained, from Loos in the parish of Farila, in the province of Helsingeland, and at Schneeberg in Saxony.

b) fine-grained, from Loos,

c) coarse-grained d) cristallized

2) med svavel:

"coarse-grained is found in Bastnas grufva at Riddarhyttan in Westmanland, and discovers not the least mark of arsenic" (Troligen linneit från Nya Bastnäs, förf.komm.)

3) med svavel, arsenik och järn "*Cobaltum cum ferro sulphurato et arsenicato mineralisatum*" (koboltglans)

a) coarse-grained



Figur 2. Kristall från Tunaberg som visar dominerande tärning samt striering på tärningsytor. Storlek ca 3 cm. Uppsala Universitets samling. Foto K. E. Alnavik.

- b) cristallized: in a polygonal figure, with shining surfaces (*Glantz kobolt*), it occurs at Tunaberg in the province of Södermanland, partly of a white or light colour, and partly of a somewhat reddish yellow."

Av ovanstående kan man sluta sig till att intresset för koboltmalmer i Sverige blommade upp under mitten av 1700-talet och de tre platser man kände till var Loos, Riddarhyttan och Tunaberg. Den sistnämnda lokalen beskrevs ingående av Axel Erdmann (1848). Tuna bergslags privilegier stadfästes redan av Erik av Pommern i början på 1400-talet och Storgruvan (De Beschiska gr) bröts under denna tid på koppar. Pga tekniska problem lades brytningen ned under lång tid; något litet malm bröts under Johan III tid, och först år 1760 intresserade sig vallonättlingen Gerhard de Besche, ägare till Näfveqvarns bruk, för gruvan. Vid denna tid uppmärksammades även att malmen var tämligen rik på kobolt. Man bröt framför allt Adolfsbergsgruvan, Sjöbergsgruvan, Kabbelgruvan, Österbergsgruvan samt Ladgruvan förutom den tidigare nämnda Storgruvan.

Koboltproduktionen uppgick under vissa år till mellan 4000 och 5000 skålpund (0,425 kg) och utvinnandet av denna metall blev viktigare än den då magra kopparproduktionen. Som kuriositet kan nämnas att då Lars Johan Igelström besökte gruvan på 1850-talet var gruvarbetarna förbjudna att försälja kobolt-glanskristaller som souvenirer till honom. Gruvorna lades ned i början av 1900-talet.

Håkansboda Cu-Co malm bearbetades redan på 1400-talet av kung Karl Knutsson samt hundra år senare av Gustav Vasa, dock enbart för kopparinnehållet. Kopparmalm innehållande kobolthaltig arsenikkis bröts i Märrgruvan på 1830-talet vilket starkt påverkade kopparsmältningen negativt. Tegengren nämner att rik koboltmalm (koboltglans i magnetkis) erhöles som biprodukt till kopparbrytningen under åren 1836–1841; detta är troligtvis första gången man tillvaratar detta mineral vid Håkansboda gruvfält.

Kristallstruktur

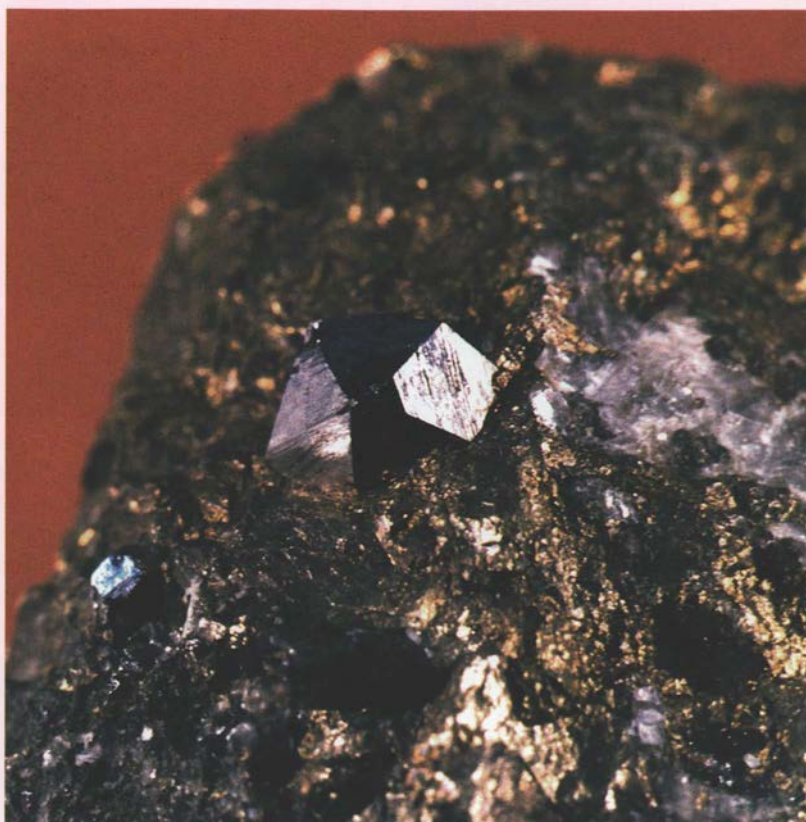
Mineralets form (morfologi) antyder att symmetrin är kubisk men det visar sig vid närmare undersökning vara ortorombiskt samt optiskt anisotropt (dvs ljusbrytningen avviker från kubisk symmetri). Koboltglans med kubisk symmetri kan bara existera vid hög temperatur (800 grader). Den ortorombiska strukturen kan härledas från det kubiska mineralet halit, (stensalt), med kobolt på natriums plats och svavel + arsenik i stället för klor. Koboltglans (CoAsS) liknar även pyrit (FeS₂) strukturellt. Det hela kompliceras av att svavel och arsenik delvis ersätter varandra på en bestämd position (eng. disorder) i strukturen och detta varierar från prov till prov. Variationen antas bero på mängden järn och nickel som ersätter kobolt. Koboltglans uppvisar dessutom intrikat tvillingbildning.

Klassiska lokaler

Riddarhyttan

Mineralet i vilket Brandt fann kobolt härstammar från St Göransgruvan i Bastnäs. Det var dock inte koboltglans utan mineralet carrolit i linneitgruppen. Enligt Flink (1908) nämner Brandt att "färgkobolt", dvs koboltglans, finns i en gruva inom Urbanssonsfältet, nära huvudgården. Vad jag förstår motsvarar detta *Pellegruvan* som ligger nära den numera rivna Riddarhytte herrgård. I gruvan finner man beteckningen Ohlsons rum samt den till

Figur 3. Kristall från Tunaberg som visar oktaeder och pentagon-dodekaeder. Kristallen är ca 1 cm stor och inväxt i kopparkis. Uppsala Universitets samling. Foto K. E. Alnavik.



detta rum anslutande Kanntalsgruvan. Flink skriver: "mineralet fanns där dels derbt och insprängt i kopparkis, dels kristalliserat. Kristallerne är vanligtvis en till två cm stora"; dock finns en stuf i Uppsala Universitets samling med en ca 5 cm stor kristall i matrix. Kristallformen är dominerande pentagondodekaedrisk, samt underordnat oktaedrisk. Ytorna är matta pga små buktiga ojämnheter och kanterna är ofta tillrundade; de ser nästan något upplösta ut. Kristallerna som mestadels förekommer mycket rikligt tillsammans, är inväxta i en blandning av kopparkis, magnetkis och magnetit i en kvartsitisk matrix.

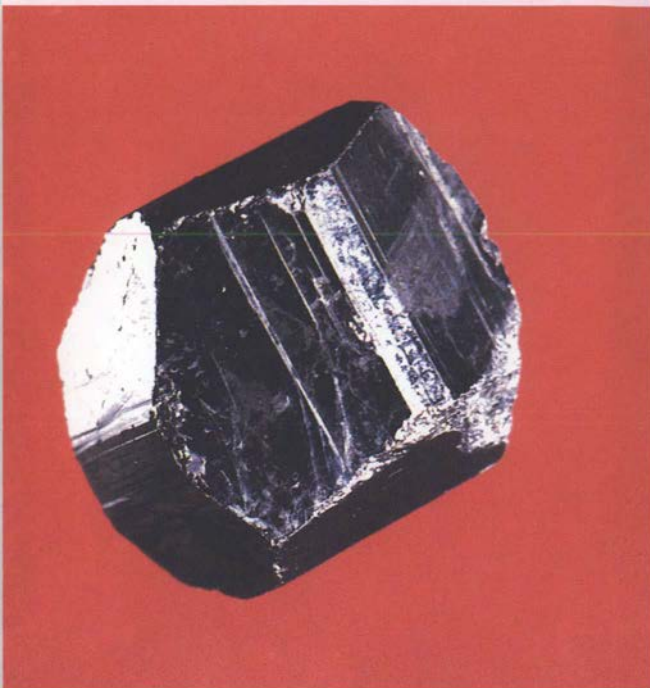
Under 1980-talet framkom en koboltglansrik del av varpen vid en dikesgrävning vilket ledde till att rikligt med material då kunde insamlas av amatörmineraloger. Idag är området avspärrat pga ett stort underjordiskt ras i ett närbeläget gruvrum.

Inom det Gamla Bastnäs-fältet finns en liten vattenfylld gruvskärpning benämnd "n:o 186: kalkgruva förande koboltblomma" av bruksförvaltare Tideström. Där finner man rikligt med

erytrin på sprickytor i ett amfibolskarn. Små korn av koboltglans finns spritt i detta skarn. Vidare nämner Tideström koboltglans från Licht-loch (Sörgruvestollen), Stora Jakobsgruvan samt Smältargruvan i Myrbacksfältet. Vid den sistnämnda gruvan kallades dock mineralet speisskobolt! Tideströms anteckningar är sammanställda av Bengt Högrelius, Fagersta.

Loos

Som ovan angetts är koboltglansen intimt sammanbunden med en finkornigt grynig calcit i form av en gångfylld i metamorft omvandlade basiska vulkaniter s.k. amfiboliter. Minalet är oansenligt och ej utbildat som tydliga kristaller. Den rikaste malmen har förekommit i Lovisagravan med ca 0.3 m bredd ner till 13 m djup. Även Adolfsgruvan var ställvis rik på koboltmalm. Enligt Hans Christofferssons arbete från 1970 består den kompakta malmen av koboltglans intimt sammanvuxen med skutterudit (CoAs_3). Han rapporterar även att blandkristaller mellan koboltglans och motsvarande nickelmineral,



Figur 4. Kristall från Håkansboda som visar dominerande pentadondodekaeder. Storlek ca 3 cm. Uppsala Universitets samling. Foto K. E. Alnavik.

gersdorffit, finns bl. a. i Kvarnsjögruvan. Finkorniga stålgrå partier hittas med svårighet i de gamla varphögarna idag. Gruvan är urpumpad och restaurerad och malmgången kan beskådas på plats (*in situ*).

Tunaberg

Det malmförande lagret består av kristallin kalksten som för en rik flora av skarnmineral (grafit, vismut, blyglans, zinkblände, magnetkis, pyrit, kvarts, ortoklas, anortit, diopsid, spinell, skapolit, kondroit, muskovit, klorit, serpentin och titanit). Holländaren Rene Dobbe har i ett gediget arbete från 1994 redogjort för Tunabergs komplexa mineralogi som utöver ovanstående mineral även visar att sulfosalter, tellurider och selenider finns i malmerna. Förutom koboltglans hittas flera snarlika Co-Ni-As-Sb-S mineral i mikroskala.

Enligt Flink är det i De Beshegruvan lejonparten av koboltglansen förekommit. Han skriver vidare: "mineralet är nästan alltid kristalliseradt och vanligen ärt- till körsbärsstort. För öfrigt finns individer af alla storlekar från mikroskopisk

litenhet till storleken af ett dufägg eller mer. Den största af alla kända kristaller från denna lokal har dimensionerna $34 \times 25 \times 20$ mm och finnes i stuff i Riksmuseets samling". Enligt Flinks uppfattning är kristallerna från Tunaberg alltid mindre än de från Håkansboda. I Uppsala universitets samling finns dock en lös "bautakristall" från Tunaberg om uttrycket tillåts. Den är formmässigt en något utdragen kub som mäter 55×75 mm (diagonalt 80 mm) och väger 560 g. Kristallen är långtifrån idealt utbildad. Detta är storleksmässigt världens största koboltglans även om provet från Håkansboda (se nedan) är tyngre!

Åter till Flink: "vid omsorgsfullt genomsökande af flera tusen lösa kristaller har det icke varit möjligt att finna en enda form utom de tre vanliga, nämligen a, e, och o (se förklaring nedan). Alla tre förekommer tillsammans i all möjlig omväxling dock med tärning och pentagondodekaeder i jämvikt jämte små oktaedriskastympringar på de trigonala hörnen" (# 54 i figur 1). Flink beskriver vidare ytterligare former vilka kan illustreras av (# 55-58 i figur 1) Dessa former har även beskrivits av Häuy och Hausmann under tidigt 1800-tal. En intressant genomkorsningstvilling lik pyritens "järnkors" har observerats av Flink i Axel Hambergs samling (# 60 i figur 1). Minalets höga metallglans illustreras tydligt i figurerna 2 och 3. De större kristallerna är heterogena i och med att de ofta innesluter kopparkis och safflorit (CoAs_2).

Håkansboda

Flink skriver att mineralet är funnet huvudsakligen i Sörgruvan samt Smeds- eller Oskarsgruvan i form av derba massor samt kristaller. Från Sörgruvan känner man den förmodligen tyngsta (752 g) 6.5 cm stora pentagondodekaedern som idag finns bevarad på Naturhistoriska Riksmuseet i Stockholm. Denna kristall har tillhört apotekaren, mineralsamlaren och mineralhandlaren Carl Wilhelm Anderberg (1827–1871). Tre gipsavgjutningar existerar av kristallen varav två finns på NRM och en på Natural History Museum i London.

Kristallerna från Håkansboda visar kombinationer av formerna $e\{210\}$ = pentagondodekaeder, $a\{100\}$ = kub samt $o\{111\}$ = oktaeder. Formen "e" dominerar och är ofta den enda förekommande. Ytorna med denna form är något ojämna. Då kubytor syns är dessa smala med en fin

streckning samt mer glänsande liksom de mer sällsynta oktaederytorna. Kristallerna är inväxta i kopparkis eller magnetkis, eller i en kornig blandning av dessa mineral och kalcit. De femkantiga kristallerna illustreras av figur 4.

Kristallerna från Smedsgruvan är alltid i form av maximalt 1 cm stora kuber med underordnad pentagonavstympning. Kubyrtorna visar samma typ av streckning som man finner på pyrit.

Under 1980-talet drevs en undersökningsort från den sedan tidigare existerande sammanbindningsorten mellan Stråssa och Blanka in till Håkansboda på 255 m avvägning för att undersöka och ev. exploatera den Cu-Co-As mineralisering som fanns där. Material från denna malmkropp visade sig innehålla kopparkis, arsenikkis och tennantit. I kopparkisen hittades högglänsande pentagondodekaedrar av koboltglans upp till ca 10 mm storlek.

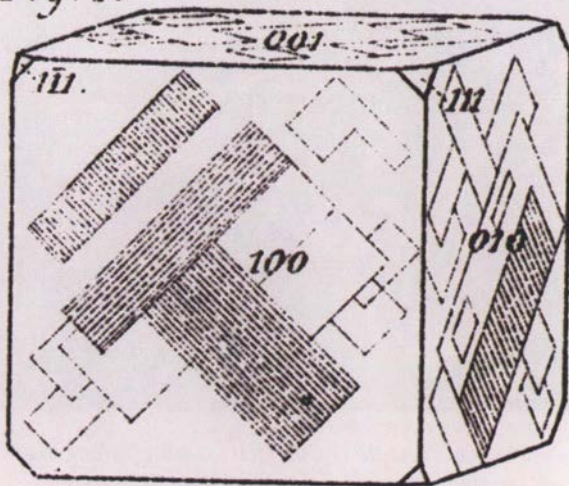
Veena

Gruvstråket omfattar bl a Klämmarmo-, Bock-, Kil-, samt Galtgruvorna i Hammars socken nära sjön Åmmelången i Närke. Den största bevarade kristallen når 3 cm och uppvisar enbart de tre vanliga formerna dock med pentagondodekaedern som dominerande. Koboltglansen åtföljdes ofta av kopparkis. Noterbart från Galtgruvan är även de rara sulfosalterna izoklakeit och jaskolskiit. I en hög med anrikat gods nära rester av ett anrikningsverk (?) i anslutning till sjön har jag funnit block av en mycket rostig malmförande ådergnejsig bergart som innehåller följande: koboltglans, skutterudit, arsenikkis, kopparkis, pyrit, markasit, magnetkis och zinkblände. För att säkert identifiera de silvervita mineralen har jag använt mikroskopi i kombination med röntgenundersökning.

Nordmark

Från Kogruvan eller Bielkesgruvan inom Odalfältet är kuber av koboltglans beskrivna 1886 av bergmästaren Anton Sjögren samt av Gustaf Flink som skriver: "kristaller når max 1 cm i tvärmått och begränsas av formerna a, e, och o med än den ena, än den andra övervägande. Utbildningen är anmärkningsvärt oregelmässig; de är tavelformiga genom tillplattning eller stavformigt förlängda efter en kristallkant". Man kan även se två diagonalt orienterade strieringsriktningar på kubyrtorna vilket resulterar i små trappsteg. Dessa strieringar

Fig. 1.



Figur 5. Kristallteckning av koboltglans från Nordmark. Tärning med små oktaederavstympningar samt striering i 2 riktningar på tärningsytorna. Från Flink 1886.

syns bra om man tittar längs kubens rymsdiagonal (det tretaliga axeln) (figur 5). Koboltglansen förekommer på sprickor i ett finkornigt mörkt grönt pyroxenskarn av den vanliga typen från denna lokal. Då kalcit delvis fyller sprickorna är mineralet särdeles vackert utbildat som ett par mm stora spegelblanka kuber. I ett prov erhållet av Kjell Gatedal har jag även observerat ca 15 mm långa "bjelkit-nålar" associerade med kalcit och koboltglans.

Några km söder om Odalfältet finner vi Finnshyttebergsfältet som en stor metavulkanit-inneslutning omgiven av graniter. Från Nordgruvan (Hålbäcksgruvan) beskriver Flink ett fynd som gjordes 1885 av rik koboltmalm bestående av grovkornig koboltglans i form av tillrundade korn inväxta i pyroxen och kloritskarn. Tillsammans med koboltglansen förekommer vismut i bladiga massor och vid kontakten mellan malmmineralen är koboltglansen kristalliserad som högst 2 mm stora välutbildade tärningar med oktaederavstympningar i storleksmässig jämvikt. Striering liknande den från Odalfältet har observerats enligt Flink.



Figur 6. Uppsala Universitets samling: stor kristall 8 cm, vikt 560 gram. Tunaberg. Foto Per Nysten.

På 1980-talet fann man genom mineraljakten gediget guld vid denna lokal vilket skapade en viss guldfeber i området. LKAB samt SGAB bedrev prospektering i vilken jag deltog. I material från Nordgruvan har jag som sällsynthet observerat det rara mineralet klinosafflorit som en kärna i koboltglans. Associerade malmfaser är bl a molybdenglans och vismut samt Co-haltig rosa tremolit och antofyllit. I kloritrikaslriror syns även välutvecklade små koboltglanskristaller.

Övriga lokaler

Falun: Finkornig koboltglans hittades i hårdmalmsområdet under 1980-talet som sliror och impregnationer i kvartsrik metavulkanit.

Boliden: Rikligt med 3–4 mm stora kuber hittades invuxna i magnetkis från 130-metersnivån. Kubyrtorna är tydligt strierade.

Zinkgruvan: Under 1990-talet undersöktes en malmkropp på 650-meters nivå benämnd Burklandmalmen. I denna hittades höggångsande oktaedrar av koboltglans upp till 5 mm inväxta i kopparkis associerade med cubanit och breithauptit. Malmmineralen sitter i en kristallin karbonatsten som för rikligt med bladpackar av klorit.

Gladhammar: Koboltmineral finns här i form av linneit; om även koboltglans är närvarande är för mig okänt. En liknande association finns vid Solstadström.

Långban: Enbart mikroskopiskt associerat med tetrahedrit och bornit.

Fyndmöjligheter i dag

Fina kristaller har hittats av amatörmineraloger under de senaste 25 åren. Dock har fyndmöjligheterna tyvärr kraftigt minskat de senaste ca 5–10 åren av olika skäl. Vid Håkansboda finns gott om varp att undersöka och man kan finna upp till en cm stora kuber i magnetkis om man gräver på rätt ställe. Det är dock långt mellan malmbitarna. Vid Tunaberg har restriktioner införts under föregående år och det är inte tillåtet att leta vid Storgruvan men det finns möjligheter i andra gruvor inom området. I Veena finns fortfarande rikligt med varp och Galtgruvan är rikast på koboltmineral, dock är de ej ymnigt förekommande. Varpen vid Pellegruvan är avstängd pga rasrisk och därmed ej åtkomlig.

Litteratur

- Bayliss, P., 1982: A further crystal structure refinement of cobaltite. *American Mineralogist* 67, 1048–1057.
- Brandt, G., 1747: Rön och anmärkningar angående en synnerlig Färg-Cobolt. *Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar*, Bd 7, 119–130.
- Christoffersson, H., 1970: *Kobolt och nickel-mineral från Los Koboltgruvor*. Fil lic. arbete, Geologiska Institutionen, Stockholms Universitet.
- Cronstedt, A.F., 1772: *An Essay towards a system of Mineralogy*.
- Flink, G., 1886: Mineralogiska Notiser I, Koboltglans från Nordmarken. *Bihang till Kongl. Vetenskaps Akademiens Handlingar*, 12 Afd. II, 5–6.
- Flink, G., 1908: Bidrag till Sveriges mineralogi, 14. Koboltglans. *Arkiv för Kemi Mineralogi och Geologi* 3, 55–62.
- Hausmann, 1814: *Reise in Skandinavien* Bd 3, s. 314.
- Häuy, R.J., 1822: *Traite de Mineralogie* 2nd ed. Bd 4, 226–227.
- Rinman, S., 1788: *Bergwerkslexicon* Bd 1 del G–K, 996–1003.
- Tilas, D., 1752: *Loos Coboldverck i Ferila Sockn och Helsingeland*.

Per Nysten är universitetslektor vid Institutionen för geovetenskaper samt intendent vid Evolutionsmuseet vid Uppsala universitet; per.nysten@geo.uu.se

Geologiska Föreningens Förtjänstplakett

Björn Sundquist har av Geologiska Föreningens styrelse förärats föreningens förtjänstplakett för sitt engagerade och långvariga redaktörsskap för föreningens båda tidskrifter GFF och Geologiskt forum.

Björn Sundquist tillhör en av de verkligt långvariga förtroendevalda i Geologiska Föreningens historia. Han tillträdde som redaktör sommaren 1985 och var verksam fram till och med år 2001. Det blir mer än 16 år i föreningens tjänst. Under hans ledning har GFF, vars namn är akronymen för dess tidigare namn *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* genomgått en nödvändig ansiktslyftning kopplat med en markant kvalitetshöjning. GFF ingår numera i de flesta vanliga vetenskapliga referensdatabaserna. Björn lyfte in GFF in i dataåldern, och sänkte därmed tryckkostnaderna med hälften. När han tog över gjordes den gamla *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar* enligt gamla beprövade metoder med sättning från pappersutskrift, tryckning av spaltkorrektur och spaltbrytning, innan det slutgiltiga korrekturet kunde tryckas. Nu görs GFF helt och hållet på redaktörens dator. Manuskripten kommer från författarna på diskett eller CD, figurer kommer även de från diskett eller CD eller skannas på redaktionen. Korrektoren skrivs ut på redaktionen och sänds till författarna. Slutligen sänds hela den färdiga tidningen iväg som en PDF-fil till tryckeriet. Det behöver nog inte påpekas vilka enorma fördelar den nya tekniken innebär. Nu har redaktören fullständig kontroll över slutproduktet (förutsatt

att datorerna sköter sitt), och författarna har en möjlighet att komma in med ändringar i sista minuten utan att hela artikeln måste brytas om.

Den nya tekniken innebär både en tidsvinst och en ekonomisk lättnad, vilket tillät Björn att förverkliga sin ide om en populärvetenskaplig geologisk tidskrift på svenska. Det blev *Geologiskt forum* som kom ut med sitt första nummer i mars 1994. *Geologiskt forum* har varit och är fortfarande en experimentverkstad vad gäller utseende och innehåll. Tidningen har förändrats markant till det bättre från starten. Prenumerantskaran har också mer än sexdubblats under samma tid.

Björn var också den som skapade föreningens hemsida (www.sgu.se/gf). En bra upplagd och välskött sida som tyvärr besöks av alldeles för få.

I kraft av sin långa erfarenhet inom Geologiska Föreningen bidrog Björn med ovärderliga insatser i mycket av styrelsens övriga arbete. Han skrev utskick, han tillverkade röstsedlar och han författade många av föreningens officiella utlåtande. Han var också en av arkitekterna bakom de nationella geologiska prisen som Geologiska Föreningen numera delar ut (se sidan 31).

Björns kreativitet och initierande av nya projekt var tyvärr också en av orsakerna, dock inte den främsta, till föreningens dåliga ekonomi. Av den anledningen valde Björn ledsamt nog att lämna sin plats som redaktör till förfogande. Detta, tillsammans med andra åtgärder, hjälpte föreningens ekonomi, och våra tidskrifter ser nu ut att kunna komma ut under flera år framöver.

Till slut, tack Björn för allt du gjort för föreningen och tidskrifterna. Genom ditt smärtsamma beslut ser det ändå ut som att du räddat *Geologiskt forum*, och jag hoppas att jag kan förvalta din skapelse väl.

Joakim Mansfeld



Det första och senaste numret av *Geologiskt forum*

Mer om Björn Sundquists gärning för Geologiska Föreningen

Sundquist, B., 2001: Six thousand days of service to geology. GFF 123, 251–255.

Årets Crafoordpristagare

Dan P. McKenzie, Cambridge University, Storbritannien, har tilldelats 2002 års Crafoordpris inom geovetenskap "för hans grundläggande bidrag till förståelsen av litosfärens dynamik, särskilt platttektoniken, bildandet av sedimentationsbassänger och jordmantelns smältning"

Crafoord-priset utdelas från Crafoord-fonden, som bildades 1980 då Anna-Greta och Holger Crafoord i Lund donerade medel för forskning till Kungl. Vetenskapsakademien. Fonden skall främja grundforskning inom följande områden:

- matematik och astronomi
- geovetenskaper
- biovetenskaper, med särskild tyngpunkt på ekologi

Utdelning sker till ovanstående områden enligt ett rullande schema. Dessutom kan forskning inom området polyartrit (ledgångsreumatism) belönas med pris. Förutom priset går pengar varje år till svensk forskning inom det område som under året belönas med pris. Priset, som ekonomiskt motsvarar ungefär ett halvt Nobelpris, har tidigare gått till geovetenskap sex gånger:

- 1983: Edward N. Lorenz och Henry Stommel från USA för att de på ett unikt sätt bidragit till en djupare förståelse av atmosfärens respektive havens storskaliga rörelser.
- 1986: Claude J. Allègre, Frankrike, och Gerald J. Wasserburg, USA, för banbrytande insatser vid studiet av isotopkemiska förhållanden och de geologiska tolkningsmöjligheter som dessa erbjuder.
- 1989: James Van Allen, USA, för hans pionjärinsatser i rymdforskning, särskilt upptäckten av de energirika partiklar som fångats in av det geomagnetiska fält som bildar strålningsbältena – Van Allen-bältena – runt planeten Jorden.
- 1992: Adolf Seilacher, Tyskland, för hans innovativa forskning i fossila lagerföljder kring utvecklingen av livet i växelverkan med miljön.
- 1995: Willi Dansgaard, Danmark, och Nicholas Shackleton, England, för deras grundläggande arbeten vid utvecklingen och utnyttjandet av isotopanalytiska metoder för studiet av klimatvariationer under kvartärtiden.
- 1998: Don L. Anderson, USA och Adam M. Dziwonski, USA, för deras grundläggande bidrag till vår förståelse av strukturer och processer i Jordens inre.

Årets Crafoordpris belönar ett område som handlar om att förstå rörelserna i de övre delarna av vår jord, t.ex. varför bergskedjor bildas och varför vulkaner och jordbävningar är vanliga i vissa regioner och sällsynta i andra. Området kallas platttektonik och beskriver hur kontinenterna och haven vi-

lar på stora plattor som likt pusselbitar passar i varandra. I gränsområdena mellan plattorna blir naturens krafter påtagliga (bergveckning, vulkaner och jordbävningar), på plattornas mitt är det betydligt lugnare.

Ända sedan Wegener lade fram sin hypotes 1912 om kontinenternas förflyttningar arbetade forskarna med att ta fram nya ideer och bevis för dessa kontinentrörelser. Dan McKenzie skrev i slutet på 1960-talet banbrytande artiklar om plattornas form och de krafter som verkar på dem. Snart

hade han och andra tagit fram en fungerande modell för planeten jorden, en modell som blev den sista pusselbiten och som kunde förklara dittills oförklarade fenomen. Framför allt utgjorde McKenzies tidiga geometriska beräkningar en stabil grund för fortsatt forskning inom området.

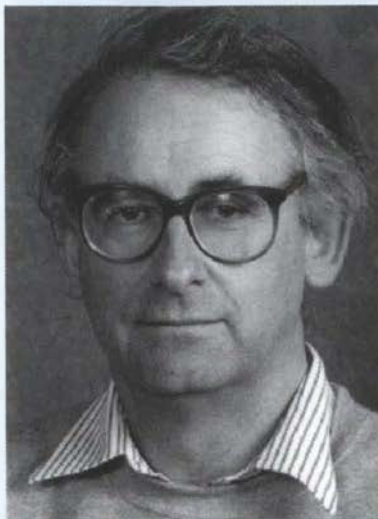
Under 1970-talet fokuserade han sitt arbete på den deformation som sker i gränzonerna mellan plattorna, speciellt bergveckningen som uppträder då två plattor kolliderar och fortsätter att pressas mot varandra. McKenzie intresserade sig också för mekanismen bakom jordbävningar. Tack vare hans forskning har man kunnat göra riskanalyser i tätbefolkade områden med hög risk för jordbävningar, t.ex. östra medelhavsområdet.

Under 1980-talet skiftade McKenzie intresseriktning ännu en gång. Med fysiken och geologin i bagaget ville han nu se på jorden med kemistens ögon. Han insåg att den kemi som han använde för att förklara sammansättningen av vulkaniska bergarter från Jordens inre också var användbar för att ge information om rörelserna i de inre delarna av Jorden.

På senare år har McKenzie även intresserat sig för andra planeter. Han har samarbetat med NASA och samlat in data från Venus, som han kunnat använda för att jämföra planeter med varandra och testa sina teorier på andra system än jorden.

Dan McKenzies karriär karaktäriseras av tvärvetenskapliga genombrott. Det är svårt att sätta etikett på honom (matematiker, geofysiker, geolog, geokemist...) och det är just detta som är och har varit hans styrka. Genom att överbygga mellan de olika disciplinerna har han i allra högsta grad bidragit till en ökad förståelse för det komplicerade och dynamiska system som jorden är.

David G. Gee & Jan Bergström



Geologiska Föreningens Torellpris

Christian Hjort har av Geologiska Föreningens styrelse tilldelats 2002 års Torellpris

Det finns i Sverige en mycket stolt tradition av geologisk forskning i polarområdena. Traditionen har sitt ursprung i Otto Torells forskning på Svalbard på 1860-talet och fortsätter med Adolf Nordenskiölds upptäckar- och forskningsresor i Arktis, samt Otto Nordenskiölds Antarktis-expedition. Christian Hjort – årets Torellpristagare – har sedan slutet av 1970-talet varit en ledande gestalt inom den moderna svenska geologiska polarforskningen. Hans undersökningar på Östgrönland på 1970-talet, utförda delvis i samarbete med danska forskare, var pionjärarbeten som belyste såväl potentialen för kvartärgeologisk forskning på dessa höga breddgrader som den komplexa glaciations- och klimat-

handledare åt flera isländska forskarstuderande som disputerat från Lunds universitets kvartärgeologiska avdelning. Han har också varit mycket engagerat i paleoklimatologiska undersökningar på Antarktiska halvön, med deltagande i fyra expeditioner dit sedan 1987. Christian Hjorts resultat från Antarktis har fått stor uppmärksamhet och haft stort inflytande på den moderna synen på Antarktiska halvöns glaciationshistoria under senkvartär tid.

Christian Hjort, som sedan 1980-talet varit docent i kvartärgeologi vid Lunds universitets kvartärgeologiska avdelning, har haft många förtroendeuppdrag åt det geologiska kollektivet under de två gångna årtiondena. Han har bl.a.



2002 års Torellpristagare, Christian Hjort, skådar ut över den sibiriska tundran från en lateral morän vid Barometrisk sjön, Tajmyrhalvön, sommaren 1998. På moränryggen, belägen intill ett iskontaktdelta, finns flyttblock som indikerar en isrörelse från Karahavet. Deltat är bildat i en isdänd sjö söder om inlandsisen, troligen under tidig-Weichsel (ca 80000 år före nutid). Figurtext och foto Helena Alexanderson.

utveckling som varit under senkvartär tid. Hans undersökningar på Östgrönland resulterade så småningom i en doktorsavhandling i kvartärgeologi, framlagd vid Lunds universitet hösten 1981.

Christian Hjorts resultat från Östgrönland var en viktig inspirationskälla för det s.k. PONAM-programmet, ett stort och tvärvetenskapligt europeiskt forskningsprogram, som på 1990-talet arbetade mot målet att klarlägga händelseförloppet och dynamiken i storskaliga klimat- och glaciationsförändringar utmed en transekt mellan Östgrönland och Svalbard. Det pågående s.k. QUEEN-programmet kan beskrivas som en fortsättning på PONAM. Det är också ett europeiskt forskningsprogram, inom vilket man försöker klarlägga glaciationshistorien i ryska Arktis. Där har Christian främst arbetat på Tajmyrhalvön, men han har även representerat Sverige i programmets styrelse.

Även om Arktis har varit Christian Hjorts främsta arena, har han sedan sent 1970-tal även bedrivit forskning rörande Islands glaciationshistoria. Där har han utmärkt sig som

varit ordförande i Geologiska Föreningen, suttit i Kungliga Vetenskapsakademiens Polarforskningskommitté, varit redaktör för den nordiska/internationella tidsskriften BOREAS, samt suttit i Naturvetenskapliga Forskningsrådets geoutskott.

Christian Hjort är mycket uppskattad bland sina geologiska kolleger för sin stora fälterfarenhet och kunskap, akademiska bredd, kunskap om fåglar och växter och, sist men inte minst, sin förmåga att underhålla med rövarhistorier från alla jordens hörn. I en tid då fälтарbetande geologer – som ju trots allt utför det geologiska fotarbetet och hämtar hem grundläggande ny data om jordens historia – har allt svårare att hävda sig mot teoretiker och modellerare som tror sig vet allt om förflutna och framtida förhållanden, är årets Torellpristagare, Christian Hjort, en ovanligt bra representant för den typ av fälтарbetande forskare som utgör grunden för det goda rykte som svensk polarforskning har i världen i dag.

Ólafur Ingólfsson

Ólafur Ingólfsson är professor i kvartärgeologi vid Göteborgs universitet och UNIS, Longyearbyen, Svalbard. Helena Alexanderson är fil. mag. och doktorand i kvartärgeologi vid Lunds universitet.

GEONYTT

Geologins dag

Geologins dag grundade i januari i år en ideell förening under namnet Föreningen för Geologins dag. I styrelsen ingår representanter från näringslivet, forskningsinstitutioner, amatörgeologer och även från Geologiska Föreningen. Geologins dag kommer att äga rum den 28 september 2002. Vill du också vara med? Kontakta Geologins dags projektledare, Emma Härdmark, 08-519 540 37, geologinsdag@nrm.se, www.geologinsdag.nu.

Ny redaktör för Geologiska Föreningen

Dr. Joakim Mansfeld är sedan årsskiftet Geologiska Föreningens redaktör. Han kommer närmast från Norges geologiske undersökelse där han var verksam som forskare i geokemi. Innan dess har han huvudsakligen sysslat med berggrundsgeologi och isotopgeologi, framförallt med studier av de äldsta bergarterna i södra Skandinavien (särskilt Småland) och Baltikum. Han disputerade på Stockholms universitet 1995 på en avhandling med titeln "Crustal evolution in the southeastern part of the Fennoscandian Shield".

En prenumeration

på *Geologiskt forum* 2002 (nr 33–36) kostar 140 kr. **Gör så här:** betala 140 kr till **Swedish Science Press** på postgiro 489 78 50-6 eller bankgiro 914-4601. Märk inbetalningskortet Geologiskt forum 2002.

Medlemskap i Geologiska Föreningen

kostar 400 kr/år. Studerande betalar dock endast 200 kr/år (under max. 4 år). Medlem erhåller årligen fyra nummer av *Geologiskt forum* och fyra häften av föreningens engelskspråkiga vetenskapliga tidskrift *GFF*. **Gör så här:** betala medlemsavgiften till **Geologiska Föreningen** på postgiro 2108-9. Märk inbetalningskortet Ny medlem i Geologiska Föreningen, avgift för 2002 alt. Ny studerandemedlem i Geologiska Föreningen, avgift för 2002.

Skriv tydligt namn och adress på inbetalningskortet, tack!

Geologiska Föreningens redaktionsadress

GFF:s redaktion, Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm. Tel. 08-674 7727, Fax. 08-164424; e-post. gff@geo.su.se.

GEOLOPPIS

Under rubriken "Geoloppis" intas gratis annonser från privatpersoner. Det kan gälla böcker, utrustning, samlingar, etc. Beskriv objektet, ange pris, avsluta med telefon-, faxnummer eller e-postadress. Sänd Din annons till tidningen senast 1/5 (adress, fax och e-post, se sid. 2). Nästa nummer kommer i juni.

KÖPES: *Sveriges ädlare malmer och bergverk* av F.R. Tegengren 1924. SGU Ca 17. Tel. 08-634 09 46 (kväll), 0703-386063.

SÄLJES: *Långbans malmtrakt*. Av N.H. Magnusson. SGU Ca 23. Pris efter överenskommelse. Tel. 046-184403, 070-5352651.

SÄLJES: *Sveriges ädlare malmer och bergverk*. Av F. Tegengren. SGU Ca 17. Pris efter överenskommelse. Tel. 046-184403, 070-5352651.

SÄLJES: *De mellansvenska järnmalmernas geologi*. Av Geijer & Magnusson. SGU Ca 35. Pris efter överenskommelse. Tel. 046-184403, 070-5352651.

SÄLJES: *Persbergs malmtrakt*. Kungl. Kommerskoll. nr 2. Pris efter överenskommelse. Tel. 046-184403, 070-5352651.

SÄLJES: *Malmfyndigheter*. Av B. Tiberg. Pris efter överenskommelse. Tel. 046-184403, 070-5352651.

SÄLJES: *GFF (div äldre häften 1877–1906)*. Pris efter överenskommelse. Tel. 046-184403, 070-5352651.

SÄLJES: Systemkamera Olympus OM40 med Zuiko 35–70 mm och Zuiko 75–150 mm. Mellanringar 12, 20, 36 mm. Blixt, Olympus T32. 2000 kr. Tel. 0510-546094.

SÄLJES: Kamerahus Olympus OM10. 600 kr. Tel. 0510-546094.

SÄLJES: Stereomikroskop Leitz Dialux med belysning och fas-kontrast. Objektiv: 2,5/0,07, 10x/0,25, 40x/0,65 Phaco, 100x/1,3 Phaco. Okulär 12,5 periplan med mätskala. Mikrotomsnitt. 3500 kr. Tel. 0510-546094.

GEOLOGISKA FÖRENINGENS STYRELSE 2002 (<http://www.sgu.se/gf/gfstyr.htm>)

Birger Schmitz, ordf., Inst. för geovetenskap, Göteborgs universitet, Box 460, 405 30 Göteborg, tel. 031-7734902, epost birger@gvc.gu.se

Dan Holtstam, sekr., Sekt. för mineralogi, Naturhistoriska riksmuseet, Box 50007, 104 05 Stockholm, tel. 08-51954076, epost dan.holtstam@nrm.se

Kajsa Hult, skattm., Sveriges geologiska undersökning, Box 670, 751 28 Uppsala, tel. 018-179358, epost kajsa.hult@sgu.se

Joakim Mansfeld, red., GFF:s redaktion, Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, Stockholm, tel. 08-6747727, epost gff@geo.su.se

Lars Holmer, ledam., Inst. för geovetenskaper, Uppsala universitet, Norbyvägen 22, 752 36 Uppsala, tel. 018-4712761, epost lars.holmer@pal.uu.se

Mats Rundgren, ledam., Kvartärgeologiska avd., Lunds universitet, Tornavägen 13, 223 63 Lund, tel. 046-2227856, epost mats.rundgren@geol.lu.se

Claes Mellqvist, ledam., Tideliugatan 50, 118 69 Stockholm, tel. 0736185768



"den svenska föreningen för vetenskaplig, tillämpad och populär geologi"

<http://www.sgu.se/gf>