

GEOLOGISKT FORUM

Nr 92 ♦ 2016



IGC i Kapstaden

*Vegahallens
bergarter*

Billskatan

**Mystiska
meteoriter**

GEOLOGISKT FORUM

Nr 92 ♦ 2016

ISSN 1104-4721

Ansvarig utgivare: Mark Johnson

Redaktör:

Jeanette Bergman Weihed
tel. 070-3724828
e-post: jeanette@tellurit.se
För text, layout och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

Redaktionens adress:

Geologiska Föreningen
c/o Tellurit AB,
Storgatan 11,
97238 Luleå
e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: Den fossila meteoriten Österplana 035 från Thorsbergsbrottet på Kinnekulle är ca 8x6 cm stor. Meteoriten är nästan helt omvandlad till lermineral, men den ursprungliga kondrulstrukturen är bevarad. Nederst på bilden syns ett skal från en fossil bläckfisk. Läs mer på s. 4.
Foto: Birger Schmitz & Mario Tassinari.

Upplaga: 600 ex.

Tryckeri: Elanders Sverige.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adressändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer: kontakta redaktionen.

En årsprenumeration kostar 250 kr. För dig som är medlem i Geologiska Föreningen ingår tidningen i det ordinarie medlemskapet, vilket kostar från 290 kr per år. Som medlem har du också tillgång till tidningen som pdf samt ett digitalt arkiv. Läs mer på vår webbplats.

Ange namn, adress och e-postadress vid betalning till vårt Plusgiro 2108-9 eller Bankgiro 749-6359. Du kan också betala direkt med kort på vår webbplats www.geologiskaforeningen.se

Tidningen publicerar sedan starten år 1994 populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

Välkommen att kontakta redaktören om du vill medverka i Geologiskt forum. Författarna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum kommer i mars 2017.

Geologiska Föreningen

I DETTA NUMMER

- 4** Asteroidbältets historia – rekonstruerat från jordens sedimentära avlagringar
- 10** Boken om LKAB
- 12** Enslingen på Billskatan
- 17** Föreningens pristagare 2016
- 18** 35:e IGC i Kapstaden – geologernas egen olympiad
- 20** En resa över 320 mil och 2700 miljoner år
- 23** Årets geolog: Christer Åkerman
- 24** Vegahallen – ett monument över svensk stenindustri
- 29** På gång
- 30** Sista ordet: Medlem i Geologiska Föreningen? Resultat av enkäten från våren 2016



Utvecklades människan från berg?

Den senaste tiden har många vetenskapliga rön som berör det tidiga livet på Jorden, utvecklingen av livsformer och massutdöenden fått uppmärksamhet i media. Bland annat hävdar en grupp forskare i Australien något utmanande att utan berg skulle det inte finnas några människor.

I DETTA NUMMER av Geologiskt forum kan du läsa lite om ett par av de forskningsresultat som uppmärksammats.

Det är alltid roligt när geologisk forskning når allmänhetens ögon och öron, och livets utveckling och massutdöenden är tacksamma ämnen som många är intresserade av. Och intresset för dinosaurier verkar aldrig avta.

En utmaning för oss alla som gillar ämnet geologi är att få fler intresserade av ämnet, men också att hjälpa till att höja kunskapsnivån hos allmänheten.

Geologins dag är ett bra initiativ för att åstadkomma detta, och Årets geolog Christer Åkerman, som du kan läsa om på sidan 23, har jobbat mycket just för att sprida kunskap

pen om geologi. Men vad kan du och jag göra?

Varför inte ta med någon av dina vänner som inte kan så mycket om geologi på en utflykt till något bra mål? Det finns mycket att se i Sverige, och man måste inte alltid ut i naturen för att lära sig om geologi. Läs till exempel om Vegahallens stenmaterial på Naturhistoriska riksmuseet.

Jag vill med detta önska alla ett Gott nytt år 2017.

Jeanette Bergman Weiheid,
redaktör



SGU kartlägger gruvavfall

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har fått i uppdrag av regeringen att kartlägga Sveriges möjligheter att utvinna sådana metaller och mineral som behövs för nya miljö- och teknikinnovationer. Både primära och sekundära källor ska kartläggas. Ett fokus är de gamla deponierna av gruvavfall som finns i Bergslagen.

De flesta av de metaller, t.ex. sällsynta jordartsmetaller, som behövs för utvecklingen av alternativa energikällor som vindkraft och solenergi, utvinns idag inte inom EU. Industrin är idag beroende av import från ett fåtal länder – Kina är t.ex. den största producenten av sällsynta jordartsmetaller och står för omkring 95 procent av utvinningen – och en brist på metallerna skulle kunna hindra utvecklingen av ny teknik.

Uppdraget ska slutredovisas till Näringsdepartementet i december 2018. ♦

Invigning av ny gruvutställning på Tekniska museet

Som nämndes i förra numret pågår arbete med en uppdaterad gruvutställning på Tekniska museet. Då planerades invigningen till november, men den blev uppskjuten till sportlovsveckan. Så du som gärna ville gå men inte hann under hösten har nu chansen under vecka 7. Invigningen sker den 17 februari och utställningen öppnar för allmänheten den 18 februari. ♦



FOTO: NORTHLAND.

Kaunisvaaragruvan kan bli forskningsgruva

Nu finns ett förslag om att göra den nedlagda gruvan i Kaunisvaara till en forskningsgruva där man skulle kunna erbjuda en modern forskningsmiljö där man kan testa maskiner, oljor, stål och annat i dagbrottsmiljö.

En fördel med Kaunisvaara är att där redan finns färdig infrastruktur och nödvändiga miljötillstånd. Det lokala klimatet gör också gruvan extra intressant för företag som utvecklar maskiner för arktiska förhållanden.

Pajala kommun driver projektet och man har fått finansiering för en förstudie som bland annat ska undersöka vilket intresse som finns hos svensk och internationell industri. ♦



FOTO: BIRGER SCHMITZ.

Asteroidbältets historia rekonstruerat från jordens sedimentära avlagringar

TEXT: BIRGER SCHMITZ

Det hör till ovanligheterna att en grå och oansenlig liten lerklump från Sverige blir omskriven av den samlade världspresen, men så skedde i juni i år. Under en vecka satt jag i telefon tio timmar om dygnet och svarade på frågor om klumpen från journalister över hela världen. Hundratalet dagstidningar, alltifrån The Hindu i Asien, Le Figaro och La Repubblica i Europa, New York Times och Washington Post i USA till Perth Now i Australien, skrev långa artiklar. Discover Magazine meddelade att de listar klumpen bland de hundra största vetenskapliga upptäckterna under 2016. Under den veckan tror jag det skrevs mer i världen om lerklumpen än om Zlatan.

MEN VAD ÄR DET då som gör den cirka 6 cm stora lerklumpen i en röd kalkstensplatta så speciell? Tillsammans med Mario Tassinari har jag

under mer än tjugo år drivit ett systematiskt sökprojekt efter meteoriter som föll på havsbotten under ordovicium, för 466 miljoner år sedan.

Projektet hade inte varit möjligt utan ett fantastiskt stöd från bröderna Göran, Stig och Sören Thor, ägarna till Thorsbergs stenbrott på Kinnekulle.

Till vänster: Thorsbergs stenbrott med Österplana kyrka i bakgrunden.

Till höger: Från vänster i bild syns Fredrik Terfelt, Allan Larsson (Lunds universitets styrelseordförande), Per Eriksson (rektor) och artikelförfattaren vid invigningen av Astrogeobiologiska laboratoriet år 2013.

Under ordovicium var Baltoscandia täckt av ett vidsträckt innanhav och på de flesta platser var avståndet till kusten stort. Där Kinnekulle ligger idag avsattes sediment mycket långsamt, ett par millimeter sediment per tusen år, på samma sätt som sker i centrala Stilla Havet idag.

Unik samling meteoriter

Det är när bröderna Thor sågar upp de förstenade ordoviciska sedimenten till kalkstensplattor som de fossila meteoriterna dyker upp. Förr brukade man slänga skivorna med de svarta eller grå fläckarna, för vem skulle vilja ha något så fult i sitt röda kalkstensgolvet?

I genomsnitt hittas fem meteoriter per år och fram till idag har drygt hundra hittats. Det är en världsunik samling. Utöver dessa fossila meteoriter är nämligen mindre än en handfull sådana kända för vetenskapen.

Men den lilla klumpen som världspressen uppmärksammade är mer unik än så. Under de senare åren i vårt meteoritprojekt hade vi börjat tappa lite av den ursprungliga entusiasmen eftersom alla meteoriterna från Thorsberg visade sig vara av samma typ.

Den vanligaste typen av meteoriter som faller på jorden idag är stenmeteoriter med det vetenskapliga namnet *ordinära kondrit*. De utgör drygt 80 procent av alla meteoriter och delas in i tre grupper beroende på järnhalten: L-, H- och LL-kondrit. Idag utgör L- och H-meteoriterna ungefär 45 procent vardera bland de ordinära kondriterna och resterande 10 procent är LL-kondrit.

Men bland meteoriterna på den ordoviciska havsbotten hade vi fram till 2011 bara hittat L-kondrit. Vår forskning de senaste tjugo åren har visat att det finns en enkel förklaring till detta.

Kollision i asteroidbältet

Strax innan de ordoviciska sedimenten i Thorsbergsbrottet avsattes inträff-



FOTO: ANNIKA PERSSON

fade den största kända kollisionen mellan två kroppar i solsystemet de senaste tre miljarder åren. Vid kollisionen bröts en 100–200 km stor asteroid i asteroidbältet mellan Mars och Jupiter upp i tiotusentals mindre asteroider.

Enorma mängder stoft, damm och småsten fyllde solsystemets inre delar. En av de största asteroidfamiljerna bildades, sannolikt Gefionfamiljen, som utgörs av omkring tusen asteroider vilka idag färdas likt ett moln av asteroider runt solen.

Redan på 1960-talet förstod forskare att denna kollision ägt rum. De flesta av L-kondriterna som faller på jorden idag har nämligen en kalium-argonisotopålder på ca 470 miljoner år. Nästan alla andra meteorittyper har kalium-argonålder som går tillbaka till solsystemets tidiga historia för mer än 4 miljarder år sedan.

De L-kondriterna som når jorden idag förlorade all sin argongas för 470 miljoner år sedan på grund av höga tryck och temperaturer i samband med kollisionen. Man kan säga att kalium-argonisotopklockan nollställdes. När stenen svalnat började argon från sönderfallande kalium-40 samlas upp på nytt.

Slumpens betydelse

Om man läser litteraturen från 1960- till 1990-talen om L-kondriternas ursprung i den stora kollisionen kan man fascineras av att ingen tänkte på att denna händelse kunde ha gett ett avtryck i jordens sedimentära lager-

METEORITER

Meteoriter definieras som fasta kroppar av utomjordiskt ursprung som förbränns och eventuellt splittas i jordens atmosfär och som har nått jordens yta.

Meteoriter räknas som bergarter och klassificeras efter sammansättningen. De tre huvudtyperna av meteoriter är följande:

Stenmeteoriter är i särklass vanligast och de består till största delen av mineral som pyroxen och olivin samt glas. Ofta finns också små korn av nickel-järnföreningar eller järnsulfid

Järnmeteoriter utgör ungefär sex procent av alla kända meteoriter och de består till största delen av järn.

Järn-stenmeteoriterna motsvarar ungefär två procent av kända meteoriter och de består av en blandning av järn-nickellegeringar och silikatmineral.

Källa: Wikipedia, SGU

följd. Istället växte denna insikt fram genom en serie slumpartade händelser.

Det började med att professorerna Per Thorslund och Frans-Erik Wickman under slutet av 1970-talet identifierade den fossila Brunflömeteoriten i en ordovicisk kalkstensplatta från Jämtland. Professor Maurits Lindström letade under slutet av 1980-talet efter plattor med intressanta sedimentära strukturer på skräphögar i Thorsbergsbrottet, när han fann den andra svenska fossila meteoriten, Österplana 001. Finnet inspirerade

Mario Tassinari att kontakta bröderna Thor och be dem hålla utkik efter nya meteoriter. Detta gav ganska snabbt fyra nya fynd.

Själv hade jag återvänt från min post-docvistelse hos Luis Alvarez i Berkeley, och inspirerats att arbeta i gränslandet mellan astronomi och geologi. När jag i början av 1990-talet hörde talas om de fossila meteoriterna kontaktade jag Mario, och sedan dess har vi haft ett mycket fint samarbete. Mario blev för övrigt 2011 hedersdoktor vid Lunds universitet för sina insatser i projektet.

Ökat antal meteoriter

Efter att vi hittat och analyserat drygt fyrtio meteoriter runt år 2000 stod det klart att samtliga var L-kondriter. Genom att mäta in ytorna på den gamla havsbotten och lagrens tjocklek från vilka meteoriterna härstammade har vi kunnat fastställa att flödet av meteoriter till jorden ökade minst hundra gånger efter den stora kollisionen.

Sannolikt bombarderades också jorden av asteroider som var upp till ett par kilometer stora. Detta stöds av

att det finns oproportionerligt många mellan- och senordoviciska kratrar, bland annat i Sverige. För åtminstone en av dem, Locknekratern, har vi visat att det var en asteroid med L-kondritisk sammansättning som bildade kratern.

När ägde kollisionen rum?

Vi blev intresserade av om vi kunde hitta den exakta nivån i den sedimentära lagerföljden på Kinnekulle då kollisionen i asteroidbältet ägde rum. Vi mätte isotopen neon-21 i relikta mineralaer från de fossila meteoriterna. Neon-21 bildas i meteoriter när de utsätts för kosmisk strålning under sin färd genom rymden. Ju längre tid de har färdats i rymden desto högre halt neon-21.

Resultaten gav en tydlig trend. Meteoriterna från botten av lagerföljden i Thorsbergsbrottet ger neon-21-åldrar på runt ett eller två hundra tusen år. Sedan ökar åldrarna gradvis uppåt till drygt en miljon år överst i den fyra meter tjocka lagerpacken. Detta bekräftar att alla meteoriter härstammar från en händelse i rymden som inträffade någon tid

innan de understa meteoriterna i brottet föll.

Mystiskt objekt

Så tillbaka till den världsberömda lilla lerkulpen. Det var med en lätt känsla av tristess (suck, ännu fler L-kondriter!) som jag 2012 lämnade över material från de tretton senaste Thorsbergsmeteoriterna till min dåvarande post-doc Matthias Meier.

Meteoriterna hade hittats i de översta lagerna i brottet, och tanken var att Matthias skulle mäta neon-21 för att få fram mer precisa värden. Efter någon vecka kom Matthias tillbaka och sade att det var något konstigt med en av meteoriterna.

De ursprungliga mineralen i alla våra fossila meteoriter är omvandlade till lermineral, baryt och kalcit. Endast mineralet kromit, en krom-järnoxid, har överlevt till vår tid. Ungefär en kvarts procent av ordinarie kondriter utgörs av kromit.

Nästan all vår kunskap om de fossila meteoriternas ursprung bygger på analyser av kromitkornen. I kornen kan vi till exempel mäta syre-, neon- och kromisotoper samt elementsam-



FOTO: BIRGER SCHMITZ

mansättning och jämföra med kromit från nutida meteoriter. Matthias visade att elementsammansättningen i kromiten från en av de meteoriter jag gett honom var helt annorlunda än i de hundra L-kondriterna vi hittat. Det var då äventyret började och vår lerklump fick arbetsnamnet *Mysterious Object*.

Meteorit utan motsvarighet

Under minst ett år hade vi ingen aning om vad vi hittat. Var det kanske en terrestrisk vulkanisk bomb? Så småningom började analysresultat från forskarna vi samarbetar med komma in.

Greg Ravizza vid Honolulu universitet kunde visa att iridiumhalterna var lika höga som i de fossila L-kondriterna. Alltså var det en meteorit!

Gary Huss, också i Honolulu, kunde visa att *Mysterious Object* har samma syreisotopsammansättning som en grupp mycket sällsynta meteoriter på jorden idag. Det är winonaiterna, som tillhör den lika- ledes sällsynta gruppen primitiva akondriter. Bland jordens idag kända drygt 50 000 meteoriter finns det bara 29 winonaiter. De är alltså betydligt

mer sällsynta än meteoriter både från Mars (omkring 180 kända) och från Månen (ca 270 kända).

Matthias gjorde analyser vid ETH i Zürich av neon-21 i *Mysterious Object*. Han fann en ålder på cirka en miljon år, dvs. samma ålder som L-kondriterna i lagret högst upp i profilen där vi också hittat *Mysterious Object*.

Detta var ett viktigt resultat. Den kosmiska strålningen tränger nämligen bara ner någon decimeter i meteoriter. Neon-21-resultaten visar således att *Mysterious Object* slogs loss som ett fritt fragment samtidigt som L-kondriterna i samma sedimentlager. Vi tolkade resultaten som att *Mysterious Object* var ett fragment från den mindre asteroiden som kolliderade med den stora L-kondritkroppen.

Men för att fullt ut kunna fastställa vilken typ av meteorit *Mysterious Object* var behövdes även analyser av kromisotoperna. Qing-Zhu Yin vid universitetet i Davis, Kalifornien, är världsledande på dessa mycket sofistikerade analyser. En dag fick jag ett mail från honom med frågan om vi ville ha hjälp med analyser. Ett halvår senare fick vi hans överraskande resultat: *Mysterious Object* är en typ av meteorit som det inte finns någon motsvarighet till bland de meteoriter som fallit på jorden i vår tid. Det var först lite svårt att ta in detta besked, men efter att kritiskt ha granskat alla våra data accepterade vi det överraskande resultatet.

Äldre tiders meteoriter?

Vi vet numera en hel del om hur exempelvis livet, vulkanism, tektonism och klimatet utvecklats på jorden under geologisk tid. Men vi har inga empiriska data överhuvudtaget om meteoritflödet i ett geologiskt perspektiv, annat än efter den speciella händelsen då L-kondriternas

föräldrakropp bröts upp. Vilken typ av meteoriter föll under ordovicium innan L-kondriterna började välla in? *Mysterious Object* är den enda meteoriten som vi hittat på den ordoviciska havsbotten som inte är en L-kondrit.

Om någon av en slump skulle hitta en enda meteorit på jorden idag så är sannolikheten stor att det är en ordinar kondrit. Sannolikheten att det skulle vara till exempel en Marsmeteorit är mycket liten. Fyndet av *Mysterious Object* ger en antydning om att det vanliga, "bakgrundsflödet" av meteoriter till jorden under ordovicium var ganska annorlunda än det vi har idag.

Tänk om meteoriterna som föll under paleozoikum var lika olika nutidens meteoriter, som djurlivet var annorlunda jämfört med idag? Vi vet egentligen ingenting om detta, men vi antar att solsystemet varit mycket stabilt över de senaste 500 miljoner åren. Därför är det rimligt att tro att samma typer av meteoriter var vanliga förr som nu.

Men fyndet av *Mysterious Object* antyder att det finns viktiga pusselbitar som fattas i vår förståelse av solsystemet. Det finns dock andra data som gör fyndet rimligt. Från ljuset som reflekteras av asteroider i asteroidbältet kan forskarna avläsa deras sammansättning. Från dessa studier vet vi att asteroider med ordinar kondritisk sammansättning inte dominerar i de delar av asteroidbältet från vilka meteoriterna som når jorden härstammar. Det är därför ett stort mysterium varför de ordinar kondriterna så fullständigt dominerar flödet till jorden.

Meteoritflödet rekonstrueras med ny metod

En svala gör ingen sommar och en udda meteorit gör ingen ny teori om solsystemet. Vi har därför vid Institutionen för fysik i Lund utvecklat en metod hur man kan rekonstruera flödet av meteoriter från olika geologiska perioder utan att vara beroende av ett aktivt stenbrott.

Samtidigt med att de 1–20 cm stora meteoriterna föll, de som vi hittar med Thorsbrödernas hjälp, föll också tusentals mikrometeoriter på havsbotten. Vi vet från studier av de lite större, 1–4 mm stora mikrometeo-

FOTO: BIRGER SCHMITZ.



FOTO: BIRGER SCHMITZ.



Motstående sida: I Hällekbrottet blottas en imponerande lagerföljd från ordovicium.

Övre bilden: Mario Tassinari, med sin doktorshatt från Lunds universitet, och bröderna (från vänster) Göran, Sören och Stig Thor.

Nedre bilden: Den fossila meteoriten *Österplana 065*, tidigare benämnd *Mysterious Object*.

riterna som fallit på jorden i vår tid att de har samma fördelning mellan olika meteorittyper som de makroskopiska meteoriterna.

För nästan 20 år sedan fick jag en idé som kändes lite tokig, men som ändå var värd ett försök. Min student Niklas Olsson fick i uppdrag att lösa upp fem kilogram kalksten från de meteoritbärande lagrena i Thorsbergsbrottet i saltsyra och söka i residualen efter utomjordiska kromitkorn. Kanske hade sådana frigjorts när mikrometeoriter landat och vitttrat sönder på havsbotten.

Niklas hittade så många som tio kromitkorn, alla med L-kondritisk sammansättning. Detta var ett genombrott! Nu hade vi nämligen en metod för hur vi skulle kunna fastställa exakt vid vilken nivå i lagerföljden på Kinnekulle som L-kondritiska kromitbärande mikrometeoriter började välla in till jorden.

I det övergivna Hällekisbrottet, fyra kilometer från Thorsbergsbrottet, finns stora delar av den mellanordoviciska lagerföljden exponerad. Vi har löst upp i syra ett mycket stort antal 15–30 kg stora prover som täcker in totalt 30 m av denna lagerföljd.

Vi ser att halten utomjordisk kromit ökar hundrafalt ungefär en meter under nivån motsvarande vid vilken de understa fossila meteoriterna i Thorsbergsbrottet påträffats. Detta stämmer väl med neon-21-resultaten.

Helt klart har vi med mycket hög precision daterat en händelse i asteroidbältet genom att "titta ner" i sedimenten istället för att titta upp mot himlen som astronomerna gör. De senare försöker datera uppkomsten av stora asteroidfamiljer genom att utifrån asteroidernas banor rekonstruera när familjefragmenten satt samman. Men beräkningarna har osäkerheter på tiotals eller hundratals miljoner år. Vår datering av uppbyggnaden av L-kondriternas föräldrakropp relativt andra händelser som finns registrerade i lagerföljden har en upplösning på tusentals år.

Tuffa frågor

Skepticism är ett av forskningsprocessens viktigaste element. Kollegor började ställa tuffa frågor. Hur vet ni att det här inte bara är ett regionalt

fenomen? För att besvara frågorna begav sig Mario och jag till Kina och provtog en mellanordovicisk sektion i Hubei-provinsen. Vi skickade hem 800 kg sten från Kina inlindat i toapapper och paketerat i kinesiska postens bräckliga kartonger. Revisorerna vid Lunds universitet undrade varför vi köpt femtusen rullar toapapper...

Men det gick bra. Vi kunde reproducera resultaten från Kinnekulle. I kalken som avsatts före L-kondritkollisionen hittade vi 1–3 kromitkorn per 100 kg sten. I kalken som avsattes efter smällen hittade vi istället 1–3 kromitkorn per kilogram sten. Allt var precis som på Kinnekulle.

Europeiska forskningsrådet finansierar laboratorium

Vi började fundera. Om man hittar 2 kromitkorn per 100 kg sten i lager som bildats under en period när meteoritflödet är normalt, så borde man hitta 100 korn i 5000 kg sten. Med 100 korn skulle man kunna få en statistiskt relevant bild av vilka olika typer av meteoriter som fallit vid en given tidpunkt i jordens historia.

Ibland måste man våga för att vinna. Så jag skrev en ansökan till Europeiska forskningsrådet om 20 miljoner kronor för att lösa upp 50 ton kalksten i syra. Stenen är tänkt att representera tio olika tidsperioder för vilka de första inblickarna i meteoritflödet då skulle kunna nås.

Ansökan beviljades! LU-rektor Per Eriksson och fysik-prefekten Knut Deppert skapade förutsättningarna till ett specialbyggt laboratorium, Astrogeobiologiska laboratoriet i Medicon Village.

I skrivande stund har vi extraerat utomjordiska korn från ungefär 30 ton syraupplöst sten. Det kan låta komplicerat, men laboratoriet konstruerades av forskningsingenjör Fredrik Terfelt så galant att många moment, som att fylla på hundratals liter saltsyra över stenen, kan ske automatiskt.

Samarbete med astronomer

Berättelsen om meteoritflödet under jordens fanerozoiska historia väntar på tolkningen av de tusentals analysresultat vi fått fram. Tolkningarna är svåra eftersom inga geologiska data

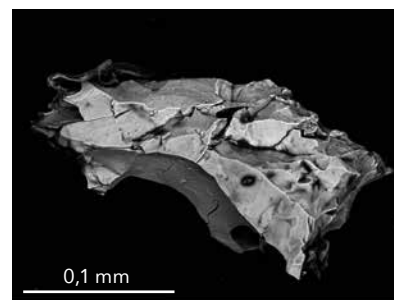


FOTO: BIRGER SCHMITZ



FOTO: BIRGER SCHMITZ

finns att jämföra med, men vi har ett mycket nära samarbete med astronomer. Det är spännande att jämföra våra data med data baserade på deras metoder.

Världens kanske främsta forskare om asteroidbältets utveckling heter Bill Bottke och arbetar vid universitetet i Boulder, Colorado. Bottke publicerade år 2007 en mycket uppmärksamman artikel i Nature där han genom astronomiska beräkningar visar att den stora asteroidfamiljen Baptistina bildades vid en kollision för 160 miljoner år sedan.

Enligt Bottke är detta den senaste riktigt stora kollisionen i asteroidbältet. I ett slags kosmisk biljard sköts asteroidfragment iväg varav ett kolliderade med Yucatanhalvön 95 miljoner år senare och utrotade dinosaurierna. Nya data har dock visat att asteroiderna i Baptistinafamiljen är av en annan typ än den himlakropp som utplånade dinosaurierna.

I ett projekt som vi driver i Apenninerna i Italien med Walter Alvarez har vi nu löst upp 1500 kg sediment som borde registrera denna asteroidkollision. Än så länge har vi inte



hittat några spår. Det viktiga är dock att vi som geologer nu har en metod med vilken vi kan producera säkrare och mer tillförlitliga data om viktiga händelser i asteroidbältet än astronomerna.

Vanliga sällsynta meteoriter

Vi har precis fått en ny artikel antagen i *Nature Astronomy* där vi redovisar resultaten för 43 kromitkorn från 300 kg kalk som avsattes under ordovicium alldeles innan L-kondritkollisionen. Artikelns innehåll sammanfattas av titeln: "Sällsynta meteoriter vanliga under ordovicium".

De 43 kornen representerar lika många mikrometeoriter som föll på havsbotten. Upp till hälften av meteoritkornen i provet är från olika typer av udda och idag sällsynta akondriter liknande *Österplana 065*. Vi ser inte längre en ensam svala utan en hel flock svalor. Men vår forskning är i sin linda och många frågetecken återstår att rätta ut.

Astronomiska störningar påverkar

Kanske kan de data vi producerar på sikt länka jordens och livets historia

till storskaliga astronomiska händelser. Att det skulle finnas sådana samband förefaller mig lika naturligt som att det som händer i Lund också beror på vad som händer i resten av världen.

Störningar av gravitationen mellan kropparna i solsystemet kan inträffa på grund av många olika astronomiska processer. Sådana störningar kan leda till att asteroider kolliderar med varandra. Om jorden samtidigt uppvisar förändringar i exempelvis klimat så kan det vara en indikation på att även vår planet påverkats av astronomiska störningar.

Fysikern Linda Randall föreslog till exempel nyligen att solsystemet i sin 250 miljoner år långa bana kring galaxens centrum regelbundet passerar genom områden med mörk materia som skulle påverka gravitationen i solsystemet. Problemet är att vi behöver empiriska data för att testa sådana hypoteser. Geologerna är de som kan få fram sådana data.

Läst av många

Efter att vi fått Qing-Zhu Yins kromisotopdata så visste vi ju vad

Motstående sida, övre bilden: Utomjordiskt kromitkorn utvunnet ur kalksten från Kinnekulle.

Motstående sida, undre bilden: Forskningsingenjör Fredrik Terfelt i laboratoriet där vi utvinnet utomjordiska kromitkorn.

Till vänster: Den gula linjen i Hälleks-sektionen visar den stratigrafiska nivån när den stora kollisionen i asteroidbältet inträffade. Utomjordiska kromitkorn är vanliga i kalken från den gula linjen och ungefär tio meter upp.

Mysterious Object var. Vi bytte då namn till det av Meteoritical Society godkända namnet: *Österplana 065*. Meteoriter får sina namn efter den närmaste platsen där de hittas och i vårt fall är det Österplana by på Kinnekulle.

Bland journalisterna som intervjuade mig om *Österplana 065* utmärkte sig Nuño Domínguez från Spaniens största dagstidning *El País* genom sin noggrannhet och nyfikenhet. Han ringde flera gånger och ställde nya frågor. Efter att hans artikel om *Österplana 065* publicerats i *El País* fick jag ett fåordigt mail från en mycket stolt Nuño: "It's been the most read story today!"

Jag såg framför mig hundratusentals (minst!) spanjorer som, mitt under fotbolls-EM, valt att läsa om vår lerklump. Hur många människor var det då på hela jorden som hade läst om den fula lilla lerklumpen från ett stenbrott på Kinnekulle? Just den dagen kändes det lite extra kul att gå till jobbet. ♦

Referenser

- Birger Schmitz, Qing-Zhu Yin, Matthew E. Sanborn, Mario Tassinari, Caroline E. Caplan & Gary R. Huss. 2016. A new type of solar-system material recovered from Ordovician marine limestone. *Nature Communications*, DOI:10.1038/ncomms11851.
- Philipp R. Heck, Birger Schmitz, William F. Bottke, Surya S. Rout, Noriko T. Kita, Anders Cronholm, Céline Defouilloy, Andrei Dronov & Fredrik Terfelt. 2017. Rare meteorites common in the Ordovician period. *Nature Astronomy*, i tryck.

Birger Schmitz är professor i geologi vid Institutionen för fysik, Lunds universitet.

Boken om LKAB

TEXT: ANNA KIM-ANDERSSON

Följ med på en resa genom vildmark, från norrländskt inland till kust. Från rendragna slädar med malm som far över snövidderna till stånkande ånglok och lastfartyg över oceanerna. Från dagbrott till mer än tusen meter under jord. Från eld, vatten och handkraft till elektrifiering, fjärrstyrning, automatisering, digitalisering. Det handlar om utmaningar, besvikelser och erövringar. Om framgångar, välstånd och framtiden. Allt detta finns att läsa om i boken om LKAB, den svenska nationalriksedomen, som lanserades förra sommaren.



Alltsedan det första fyndet av järnmalm gjordes i Malmfälten år 1642 har Norrbotten varit som en magnetisk plats för människors hopp och drömmar. Inte bara lokalbefolkningen utan också individer från olika delar av Sverige och Europa ingår i den komplexa väv som de talrika berättelserna från detta område minner om. Gruvarbetare, företagsledare, entreprenörer, forskare och innovatörer, finansärer och politiker. Händelserna som i snart fyra sekler

har utspelat kring Norrbottens järnmalmfyndigheter pågår än idag och de kommer att fortgå flera decennier, kanske rentav sekler, in i vår framtid.

Boken om LKAB, Loussavaara-Kiirunavaara Aktiebolag, handlar om företaget som bildades den 18 december 1890 och som förra året firade 125 år. Jubileumsboken är en rejäl inbunden bok, stor till formatet, tung som svartmalmen själv, och den finns i både svensk och engelsk upplaga.

Som en slags norrländsk encyklopedi med järnmalmsbrytningen i fokus tar det bild- och textrika verket sitt avstamp redan i rikskansler Axel Oxenstiernas Sverige på 1640-talet då de första rapporterna kom om fyndigheter i Norrland. I boken omnämns en handfull pionjärs kamp (som Arendt Grape och Abraham Momma) för att under 1600- och 1700-tal få norrländska gruvor lönsamma.

Det är dock ångtekniken och järnvägen, liksom elektrifieringen, som blir själva nyckeln för Malmfälten. Järnvägsräls läggs äntligen i de norra delarna av Skandinavien, hamnar anläggs och malmen kan börja skeppas ut. Boken landar sedan i samhällsomvälvningarna kring

1900-talets början med Hjalmar Lundbohm som central gestalt och Kirunas framväxt. Den leder sedan vidare genom världskrigen till det för LKAB avgörande beslutet om skifte från brytning i dagbrott till underjordsbrytning på 1950-talet.

Pelletstillverkningen berörs, liksom stålkrisen i slutet av 1970- och början av 1980-talen, och givetvis de möjligheter som öppnas tack vare exempelvis fjärrstyrning, automatisering och digitalisering. Bokens sista delar handlar bland annat om innovationer och forskning, men också om säkerhets-, hållbarhets- och framtidssatsningar.

Bokens redaktionsteam har bestått av externa resurser såväl som personal från LKAB. Redaktör Karin Jansson Myhr och bildredaktör Margarita Feldman kommer från Centrum för näringslivshistoria. Gästförfattare är Roine Viklund, doktor i teknikhistoria, Lasse Brunnström, professor i designhistoria, och Jennie Sjöholm, byggnadsantikvarie och arkitekturdoktorand. För bokens projektledning svarar LKAB via Eva Selin, arkivansvarig, och Anders Lindberg, informationschef. Grafisk

Boken om LKAB – Den svenska nationalriksedomen

Redaktör: Karin Jansson Myhr
Bildredaktör: Margarita Feldman
Gästskribenter: Roine Viklund,
Lasse Brunnström, Jennie Sjöholm
Projektledning LKAB: Eva Selin,
Anders Lindberg
Grafisk form: Johan M Sandell
Utgiven 2015
Inbunden, ca 260 sidor
Finns både i svensk och engelsk
upplaga.
ISBN 978-91-980812-8-2 (sv)

form står Johan M Sandell från Some Guys Digital för.

Tillsammans har dessa personer skapat en intressant jubileumsbok med bredd. Sidorna smakar salt: svett och tårar. Sidorna doftar rök och ugn – det är varmt och kallt ovan och under jord. Det är vildmark, rendragna släddar som glider över snötäckta marker från inlandets gruvor mot kustens masugnar med järnmalm i lasten, det är trånga arbetarbostäder, ångkök och räta linjer i nya samhällen. Det är kungligheter, finansmän, samhällsplanerare och gruvarbetare från första sidan till den sista.

För den som vill försjunka i geologi, gruvbrytning, industrihistoria, Kirunas stads utveckling eller modern gruvdrift finns mycket litteratur och arkivmaterial. Det som gör Boken om LKAB unik är att den visar på företagets hela historia och nutid genom ett sammanhållet urval av berättelser, bilder, fakta och minnen. Boken är lättillgänglig, snyggt gjord och spännande att läsa.

Boken om LKAB skildrar dock en i princip mansdominerad värld och här finner jag som läsare min enda kritik. Boken är i detta perspektiv föga normbrytande i sitt historiska angreppssätt, även om jag som luttrad geovetare inte förväntat mig något annat än just detta. Men



någon gång måste väl tiden komma ikapp? Det som inte finns med i just denna bok, de berättelser som bortses ifrån, berättelserna om gruvfrun, om kvinnorna och barnen som levde med männen, om drottningarna, dottrarna, mödrarna, kokerskorna, städerskorna och sedan den moderna tidens allt fler skickliga yrkeskvinnor

i Malmfältets område – om dem får vi kanske läsa mer i en annan bok, i en mer holistisk tid? Till ett annat jubileum? ♦

Anna Kim-Andersson är verksam som kommunikatör och journalist och har tillika en fil.mag i geovetenskap, hon har tidigare varit redaktör för Geologiskt forum.



Ovan: Trots tuffa förutsättningar grundades LKAB den 18 december 1890. Transportfrågan var fortfarande inte löst och stora investeringar krävdes för att affärerna skulle komma igång. På bilden syns LKAB:s styrelse 1901 tillsammans med personal och Norrbottens landshövding.

Till vänster: På 1960- och 1970-talen började kvinnorna på allvar kliva in på den svenska arbetsmarknaden. 1976 fick LKAB:s personalavdelning en särskild uppgift att se över möjligheterna att anställa fler kvinnor.

Enslingen på Billskaten

Billudden är Uppsalaåsens nordligaste utpost i Uppland och denna isälvsavlagring består huvudsakligen av isälvsmaterial som delvis omlagrats till klappersten. I denna artikel får vi veta mer om ett udda stenblock som hittats där och var blocket kan tänkas komma ifrån.

TEXT: PER-ARNE MELKERUD

MED STOR SANNOLIKHET är Billudden (bild 1) en av de platser i Sverige som har störst antal olika bergartstyper inom ett begränsat område. Mineralrikedomen begränsas dock till de vanligaste bergartsbildande

mineralen. Utöver vanliga magmatiska djupbergarter, gångbergarter och ytbergarter förekommer metamorfa bergarter tillsammans med sedimentära bergarter vilka bildats både före och under kambrosilurtiden.

Den rikliga förekomsten av sedimentära bergarter vid Billudden kan tillskrivas ett sedimentärt berggrundsområde i Gävlebukten med en storlek av uppskattningsvis 100 kvadratmil. Utöver sandstenar och alunsiefer förekommer röda, grå, gröngrå, gråblå och flammiga kalkstenar, såväl som blekrosa östersjökalksten. De ordoviciska kalkstenarna innehåller fossil av trilobiter, brachiopoder (armfotingar) och ortoceratiter.

Uppsalaåsen kan spåras på botten av Gävlebukten upp mot Söderhamn och sedan mot nordväst förbi Bollnäs, längs Ljusnan och upp mot Härjedalen. Jämfört med en vanlig moränavlagring innehåller isälvsavlagringar mer långtransporterat material (bild 2).

Bergartstyper som avvek från omgivningen spårades mycket tidigt av geologer i Danmark och Tyskland. Ursprungsområdet var den skandinaviska berggrunden och då speciellt s.k. ledblock från Oslostraktens rombporfyryr och Dalarnas porfyrområden (Milthers 1899, 1909 & 1934).

Geologisk utveckling

Uppland kan ur naturgeografiskt hänseende betraktas som landets



Bild 1: Flygfoto över Billudden med Billhamn i centrum. Triangeln markerar blockets läge. Vy mot nordost.

Bild 2: Långtransporterad monolit av gråsvart kalksten på Billskaten omgiven av klapperstenar av varierande petrografi. Bild 1 visar blockets läge.

Yngsta landskap. En bidragande orsak till landskapets framväxt och former är det faktum att mäktiga inlandsisar en gång täckte de nordligaste delarna av Europa och tryckte ned den underliggande berggrunden till ett ansevärt djup, kanske 800–1000 meter, beroende på istäckets mäktighet.

I samband med avsmältningen efterlämnades moränavlagringar av varierande sammansättning och mäktighet. Smältvattenälvarna bildade olika former av isälvsavlagringar, t.ex. Uppsalaåsen och Enköpingsåsen, som är exempel på subakvatiskt bildade åsar. Dessa har bildats under högsta kustlinjen (HK).

Men även berggrundens egenskaper har haft betydelse för jordarternas karaktär och detta gäller i allra högsta grad den norra och nordöstra delen av Uppland. Förekomsten av sedimentära bergarter och främst kalk-

stenar på havsbotten i Gävlebukten har bidragit till att jordarterna blivit kalkhaltiga, och förekomsten av skiffer i berggrunden har sannolikt orsakat den förhöjda lerhalten hos moräner inom vissa områden.

Det som slutgiltigt satt sin prägel på Uppland är landhöjningen som resulterar i en strandförskjutning. Efter inlandsisens avsmältning höjde sig den av isen nedtryckta jordskorpan och nya landområden uppkom där vegetationen kunde etablera sig.

Från att ha varit helt täckt av vatten utvecklades ett skärgårdslandskap som kan följas från de äldsta områdena i väster vid länsgränsen mot Västmanland till den allra yngsta skärgården vid Ålands hav.

Idag kan man se hur växterna koloniserar de nyligen uppstigna markerna på Billudden. Pionjärväxten havtorn (*Hippophaë rhamnoides*)

och förekomsten av bl.a. pors (*Myrica gale*) sätter sin prägel på vegetationen.

Upplands äldsta skärgård

Landisens avsmältning ledde till att den nedpressade berggrunden åter höjdes. Samtidigt ledde isavsmältningen också till att havets nivå höjdes. För omkring 11 000 år sedan blev det isfritt i Uppsalatrakten. Berggrunden var då fortfarande så djupt nedtryckt att havet var mer än 150–160 meter djupt och dominerade området – trots att mycket vatten fortfarande var bundet i landisar.

Den sammantagna effekten av havsytehöjningen och variationen i landhöjning mellan Skandinavien olika delar blev att Östersjöbäcken utvecklades i flera steg. Dessa steg eller stadier har karaktäriserats främst av vattnets salinitet. Stadierna har bl.a. namngivits efter karaktäris-

2



FOTO: PER-ARNE MELKERUD.



FOTO: PER-ARNE MELKERUD



FOTO: PER-ARNE MELKERUD



FOTO: PER-ARNE MELKERUD

tiska blötdjur vars skal kunnat återfinnas som fossil i avlagringarna.

Således fylldes Östersjöbäcken under tiden 11 550–10 800 år före nutid av det s.k. Yoldiahavet, som huvudsakligen var ett sötvattenstadium med övergång till brackvatten. Nästa stadium benämns Ancylussjön och varade under tiden 10 800–9 500 år före nutid.

Med reservation för olika uppgifter om landhöjningens hastighet respektive havsytans fluktuationer

som resulterar i strandförskjutningen, kan det anses sannolikt att det var under övergången från det bräckta Yoldiahavet till den söta Ancylussjön som ett par bergsområden nordväst om Järlåsa (Upplandsberget eller Tallmossen 118 m ö.h. och Hjortmossberget 111 m ö.h.) bildade några kobbar i en skärgård som liknade den nutida yttre skärgården. Denna hade en karg och sparsam växtlighet ungefär som uppe på dagens kalfjäll.

Samtidigt nådde också den stora rullstensåsen söder om Tärnsjö (Dal Karlsåsen, en del av Enköpingsåsen) idag nära Dalälven, upp över vattenytan och vågorna bearbetade det lösa gruset så att strandvallar bildades.

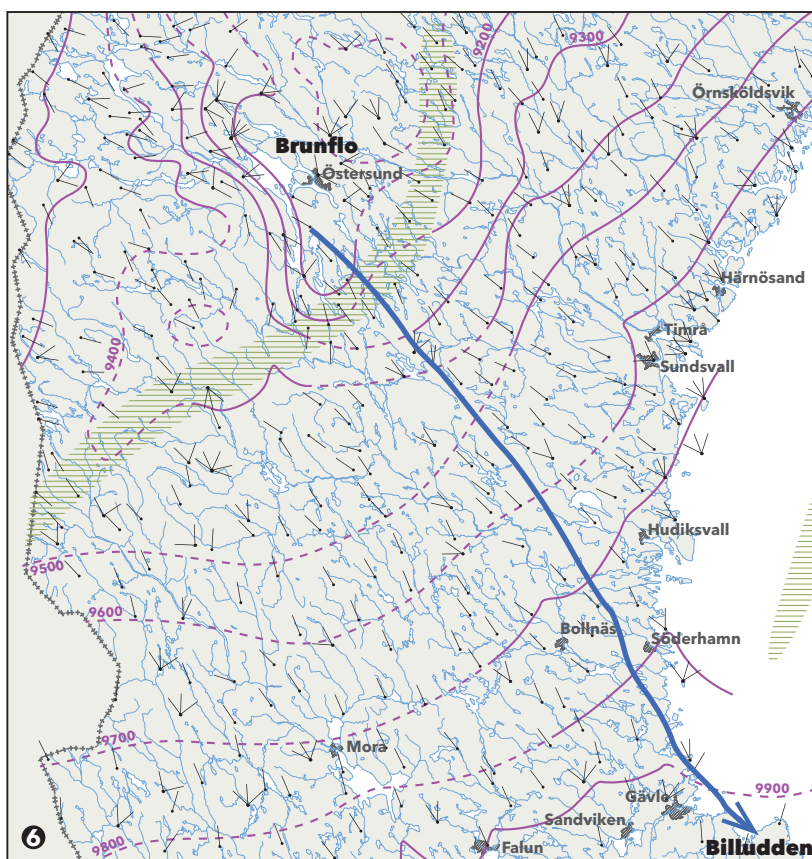
I samband med utgrävningar på åsen inför byggandet av den nya vägen mellan Heby och Tärnsjö har fynd påträffats efter stenåldersbosättningar daterade till tiden 9 000–7 000 år före nutid. Dessa fynd kan ge upplysningar om den dåtida skärgårdsbebyggelsen

Bild 3: Block av gråsvart kalksten (benämnt Svart Jämtland) på Billskatan. Blockets läge visas i bild 1.

Bild 4: Vittrad yta på Svart Jämtland med möjlig början till tafoni (gropvittring).

Bild 5: De vanligast förekommande kalkstenarna på Billudden i jämförelse med Svart Jämtland.

Bild 6: Kartan visar israndens läge under isrecessionen med tidpunkter för israndlägena baserade på lervarvskronologi. En tänkbar transportväg (blå linje) för kalkstensblocket från Brunflo vid Östersund till Billudden är indikerad. De svarta pilarna är isräfflor som visar isrörelseriktningen och transportriktningen för moränmaterial. Isranden beräknas ha legat vid Billudden för 10 750 år sedan. Bilden är modifierad från Sveriges nationalatlas Berg och jord.



och livet i området som idag ligger nära Dalälven. Det dröjde dock närmare tusen år innan Uppsalaåsens högsta krön (Viksta stentorg, idag 75 m ö.h.) visade sig ovanför Littorinahavets yta för omkring 8 200 år sedan. Vid det tillfället var dock åsen betydligt högre.

Littorinahavet varade under tiden 9 500–4 000 år före nutid. Således har Uppland i huvudsak stigit upp ur Littorinahavet som i början höll en maximal salthalt på 1,6 %. Dagens salthalt i skärgården utanför Upplandskusten uppgår till ca 0,5 % och detta stadium av Östersjön kallas även Limnaeahavet.

Eftersom den nuvarande landhöjningen är ca 60 cm per århundrade vid Billudden, är den nuvarande strandens ålder yngre än 1000 år. Åsmaterialet har delvis eroderats, sorterats och omlagrats av Limnaeahavets strandvågor och stränderna täcks nu av klappersten som bildar serier av strandvallar. Det stadium som benämns Limnaeahavet inleddes för 4000 år sedan och pågår in i nutiden.

den. Klappersten är benämningen på ett s.k. svallsediment som uteslutande består av kornstorleken sten (2–20 cm enligt Atterbergs kornstorleksskala).

Enslingen på Billskatan

Bland de oräkneliga klapperstenarna längs Billuddens stränder förekommer kanske tusentals stenblock som genom sin storlek och kantiga utseende kan förmodas ha transporterats på ett annat sätt än med en isälv. Det är bland dessa som intresset väckts för ett isolerat block av avvikande utseende, ett mörkt grått, nästan svart kalkstensblock (bild 3). Det härstammar sannolikt inte från det sedimentära berggrundsområdet på Gävlebuktens botten.

Med tanke på att blocket ligger på en nivå (bild 1) som uppskattas till högst 1,5 m ö.h. så har det exponerats för vittring under mindre än 200 år. Vittringen har resulterat i en smågropig yta, vilket kan vara tecken på en begynnande tafoni (gropvittring).

I jämförelse med röda och grå ordoviciska kalkstenar är gråsvarta

eller svarta kalkstenar relativt ovanliga i Sveriges sedimentära berggrund. Ett undantag är Komstads-kalkstenen som bröts i Gärsnäs på Österlen i Skåne fram till 1860-talet och som använts till gravmonument, bordsskivor och byggnadssten, bl.a. i Lunds domkyrka.

Ett annat undantag är kalkstenen som bryts i Brunflo nära Östersund och som idag går under benämningen Grå Jämtland respektive Svart Jämtland (bild 4 och 5). Denna kalksten kan beskådas i golvet i Sky City på Arlanda flygplats. En ljusare, flammig variant av Svart Jämtland (kallad Grå Jämtland) har använts till beläggning i lunchrummets golv samt i trapphusens trappsteg i Ultuna, Markvatten-Miljöcentrum, SLU (Sveriges lantbruksuniversitet).

Sannolikheten att blocket på Billudden skulle kunna komma från Skåne är minimal. Den största sannolikheten är att blocket transporterats med inlandsisen från Östersundstrakten (bild 6) och att det sedan brutits loss ur isen och

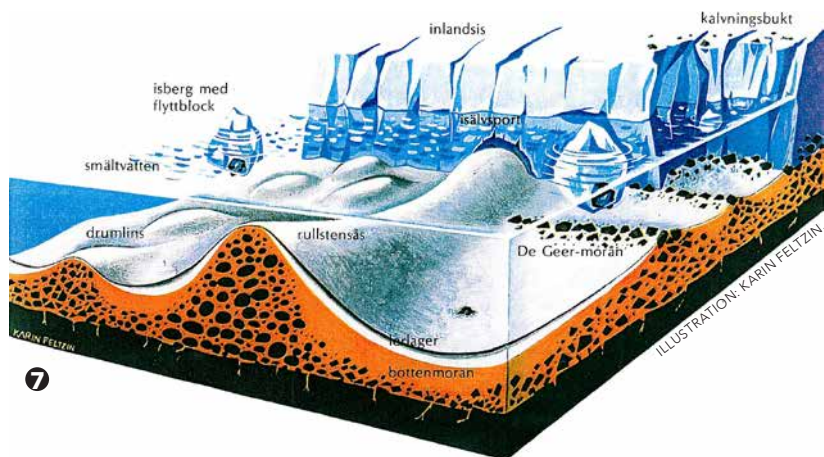


Bild 7: Blockdiagram som visar hur rullstensåsar (isälvsmaterial) och morän bildas, och hur flyttblock transporteras, i samband med inlandisens avsmältning. Källa: Känn Ditt Land, 1979, Åsen Nr 4.

Bild 8: Jämförelse mellan de två kalkstenarna. Till vänster stenprov av Svart Jämtland från Sjöström Stenförädling AB i Borgholm. Till höger stuf från blocket på Billskaten.



Konodont (även eukonodont).

En idag utdöd fisk som tillhörde de kärlösa fiskarna. Konodonterna levde under en tidsperiod från den yngre delen av kambrium till slutet av trias och hittas i sedimentära bergarter som är avsatta i havsmiljö. Då större delen av djuret bestod av mjukvävnad är den vanligaste delen av en konodont som man hittar som fossil deras "tänder". Dessa kallas allmänt för element eftersom de inte är likvärdiga med tänderna hos andra ryggradsdjur även om de är uppbyggda av mineralet apatit, $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{OH})$.

fraktats i ett block med drivas ur vilket kalkstensblocket dumpats på Billudden när isen smält (bild 7).

En sådan sten som släpps från isen kallas droppsten (eng. drop stone). Noteras bör att denna typ av droppstenar, som ligger på eller inuti ett fin-kornigare sediment, inte ska förväxlas med de droppstenar som förekommer i kalkstensgrottor i form av stalaktiter och stalagmiter. Dessa senare består ju av kalciumkarbonat (CaCO_3) som fällts ut ur vattenlösningar.

Förekomsten av droppstenar i sediment av en viss ålder på många platser på Jorden har på senare tid använts som bevis för att Jorden täcktes av is strax innan kambrosilurtidens början. Denna teori brukar benämnas snöbolls-jorden (Snowball Earth, Hoffman & Schrag 2000, Weihed 2007).

Svart Jämtland

De mikrofosil som finns i blocket från Billudden (främst konodonte) tyder på att bergarten har en ålder

som motsvarar mellersta mellanordovicium. Dessutom kan konstateras att blocket omvandlats något av värme, vilket gjort att mikrofosilen mörknat (uppgift från Anita Löfgren, Lunds universitet).

Likheten mellan kalkstensblocket på Billudden och ornamentstenen Svart Jämtland är tydlig i bild 8. Men för att helt säkert kunna säga att blocket på Billudden verkligen kommer från Brunflo i Jämtland krävs en kompletterande analys av mikrofosilen också i den svarta ornamentstenen från Brunflo.

Tack

Ett stort tack riktas till Anders Damberg som godhetsfullt ställt flygbilden (bild 1) över Billudden till mitt förfogande men även bidragit till textens förbättrande. Anita Löfgren (Geologiska institutionen, paleontologi i Lund) tackas för analys av mikrofosilen. Jonas Hagström, NRM, tackas för idén om blockets transportväg. ♦

Litteratur

- Fredén, C. (red.). 2009. *Berg och jord*. Sveriges Nationalatlas. Tredje utgåvan, andra tryckningen. 208 s.
- Hoffman, P.F. & Schrag, D.P. 2000. Snowball Earth. *Scientific American* 282, 68–75.
- Milthers, V. 1899. Norske Blokke paa Sjælland. *Meddelelser fra Dansk geologisk forening* 5, 49–64.
- Milthers, V. 1909. Scandinavian indicator-boulders in the Quaternary deposits. Extension and distribution. *Danmarks geologiske undersøgelse Skrifter II. række* 23.
- Milthers, V. 1934. Die Verteilung skandinavischer Leitgeschiebe im Quartär von Westdeutschland. *Abhandlungen der Preussischen Geologischen Landesanstalt N.F.* 156.
- Weihed, P. 2007. En gång var snöbolls-jorden. *Geologiskt forum* 53, 26–29.

Per-Arne Melkerud är FD i kvartärgeologi från Stockholms universitet, sedermera docent i skoglig marklära vid SLU.

Föreningens pristagare 2016

Den 10 november delades Geologiska Föreningens priser för år 2016 ut. Detta skedde i Uppsala i samband med att Årets geolog utsågs. I ett samarrangemang med Naturvetarna ordnades en halvdag med föredrag på Institutionen för geovetenskaper vid Uppsala universitet.

Risto Kumpulainen får Lindströmpriset

Geologiska Föreningens Lindströmpris inom områdena prekvarterär sedimentologi och sedimentpetrologi tilldelades Risto Kumpulainen. Risto var den första geolog i Sverige som tillämpade ett sedimentologiskt tänkande på prekambriiska bergarter, framför allt i den Bottniska bassängen, och den första som tillämpade sekvensstratigrafi på svensk geologi.

Ristos internationella forskningsengagemang har tagit honom till Nicaragua och Eritrea för att hjälpa till att bygga upp den geologiska utbildningen där. I Sverige har han varit en av de drivande krafterna bakom arbetet med att standardisera geologisk nomenklatur och terminologi som har resulterat i "Guide for Geological Nomenclature in Sweden" som kommer att publiceras i GFF 2017. Allt detta gör honom till en välförtjänt mottagare av Geologiska Föreningens Lindströmpris.



FOTO: PIA HANSSON.



Frances Deegan får Jan Bergström Young Geoscientist Award



FOTO: PIA HANSSON.

Priset Jan Bergström Young Geoscientist Award tilldelades i år Frances Deegan, Uppsala universitet, för hennes framgångsrika forskning kring vulkaniska processer. Frances har använt sofistikerade mättekniker för att kvantifiera interaktionen mellan volatiler (speciellt CO₂) och magma. Hon har jobbat med vulkaner i Italien, Indonesien och Kanarieöarna, och studerar hur magmatism, speciellt i större vulkaniska områden (large igneous provinces), påverkar atmosfärens kemi. Frances är expert på hur karbonaterna i jordskorpan fungerar som en del av kolets kretslopp.



FOTO: PIA HANSSON.



35:e IGC i Kapstaden

Geologernas egen olympiad

TEXT OCH BILD: ÅKE JOHANSSON

Liksom idrottarna har sina olympiska spel har geologerna sina internationella geologkongresser (IGC) vart fjärde år. År 2008 ordnades IGC gemensamt av de nordiska länderna i Oslo, år 2012 var det geologkongress i Brisbane i Australien, och 2016 var det dags igen, denna gång i Kapstaden.

DEN TRETTIOFEMTE världsgeologkongressen ordnades alltså i år i Sydafrika och fler än 4000 delegater från hela världen deltog. Dessa representerade såväl den akademiska världen som gruv- och oljeindustri, olika geologiska undersökningar och andra myndigheter.

Själva kongressen ägde rum veckan 29 augusti till 2 september i Kapstadens moderna internationella kongresscentrum, beläget centralt i staden och inte långt från hamnen. Som brukligt ordnades exkursioner, både i Sydafrika och i andra delar av Afrika, och olika kurser och workshoppar både före och efter kongressen. En av exkursionerna fick sär-

skild uppmärksamhet. Den gick både till Afrikas högsta punkt (vulkanen Kilimanjaro i Kenya) och till den djupaste punkten – en av guldgruvorna i Witvatersrand.

Själv deltog jag endast i själva kongressen. De olika sessionerna var organiserade i tre övergripande teman: *Geoscience for society*, *Geoscience in the economy* och *Fundamental geoscience*.

Under det första temat, *Geoscience for society* (Geovetenskap för samhället), fanns sessioner som berörde olika samhällsproblem där geovetenskapen kan bidra med kunskap: miljöproblem, klimatfrågor, grundvattenfrågor såväl som olika risker

med geologisk anknytning såsom ras, skred, jordbävningar och vulkanutbrott. Föredrag om allt från geovetenskapens historia till frågor om geoturism, bevarande av geologiska arv, etik för geovetare och utbildning och popularisering av geologi rymdes också i detta tema.

I temat *Geoscience in the economy* (Geovetenskap i ekonomin) rymdes olika föredrag om malmgeologi och den för både Sverige och Sydafrika så viktiga gruv- och mineralsektorn. Medan en del av dessa behandlade mer teoretiska och akademiska aspekter av malmbildning, handlade andra om prospektering eller återvinning av metaller för att säkerställa



framtida generationers tillgång till olika råvaror. Här fanns också sessioner om kol och olja liksom nya och mer okonventionella källor till kolväten.

Det tredje temat, *Fundamental geoscience* (Grundläggande geovetenskap), berörde mer akademiskt inriktad forskning inom olika geovetenskapliga discipliner, t.ex. magmatisk och metamorf petrologi, mineralogi, sedimentologiska processer, jordklotets inre, det tidiga jordklotets utveckling, proterozoisk geologi, paleontologi, paleoantropologi och biosfärens utveckling. Det var här jag tillbringade den mesta tiden med att lyssna på föredrag och jag bidrog även med ett eget föredrag om platttektoniska processer.

Utöver detta program hölls varje dag vid lunchtid två halvtimmeslånga plenarföredrag, alltså föredrag som hölls i den stora föreläsningssalen för alla konferensdeltagare, av särskilt inbjudna föredragshållare som presenterade en bredare exposé över sitt specialområde. Bland dessa märktes föredrag om den kontinentala jordskorpan bildande och bevarande (Chris Hawkesworth från Storbritannien), hushållning och återvinning av

metaller (Thomas Graedel från USA), Afrikas geologiska, biologiska och kulturella arv (John Anderson från Sydafrika) och gruvindustrins relation till omgivande samhälle (Michel Jébrak från Kanada).

I anslutning till de vetenskapliga programmen fanns också en stor mässhall där företag, föreningar, förlag, forskningsinstitut och andra organisationer med verksamhet inom det geovetenskapliga området presenterade sin verksamhet.

Kongressen inramades av en omfattande öppningsceremoni och en nästan lika omfattande avslutningsceremoni. Vid den senare lämnades den IGC-pokal som Australien introducerat under förra kongressen vidare till den indiska delegationen som är värd för nästa geologkongress. Denna hålls i Delhi i mars 2020.

Överlämnandet följdes av olika välkomsttal från den indiska ambasadören till Sydafrika och medlemmar av den indiska organisationskommittén, avslutat med indisk dansuppvisning och film.

Lite eget dansande hanns också med under torsdagskvällens kongressmiddag där olika typer av sydafrikansk mat serverades. ♦



Stora bilden: Kapstadens centrala delar, med Taffelbergets karaktäristiska profil i bakgrunden, för dagen dock delvis dold bakom den lika karaktäristiska "bordsduken" av moln. Taffelberget når 1086 meter över havsytans nivå och är i sina övre delar uppbyggt av hård kvartsitisk sandsten av kambro-ordovicisk ålder som underlagras av mjukare skiffer.

Ovan: Deltagarna hälsades välkomna på en rad språk, även svenska, på stora banderoller i kongressfoajén, och även på den bakgrundsbild som visades mellan föredragen i de olika föreläsningssalarna. Kongressen hölls i Kapstadens moderna internationella kongresscenter, beläget mellan stadens centrum och dess hamnområde.



En resa över 320 mil och 2700 miljoner år

Precis innan den internationella geologkongressen, IGC, i Kapstaden i augusti deltog jag i en elva dagar lång geologisk exkursion som startade i Johannesburg och avslutades i Kapstaden. Exkursionen leddes av Herman Van Niekerk och vi var tolv deltagare från sju länder.

TEXT OCH BILD: ULF B. ANDERSSON

RESAN BÖRJADE i mycket gamla (knappt 3 miljarder år) sedimentära bergarter i Kapvaalkratonen och avslutades i bl.a. drygt 200 miljoner år gamla bergarter som tillhör Karoo-supergruppen.

Den första dagen besåg vi bland annat konglomeratlagren i Witwatersrand där guld först upptäcktes 1886. Sedan dess har mer än 150 guldgruvor varit aktiva i området och producerat närmare 40 procent av allt guld i världen!

Därefter gick resan vidare västerut, över de västligaste delarna av kratonen mot Kalaharis busköken och staden Kuruman. I detta område finns ett flertal järngruvor, som bildats genom omlagring av bandade järnformationer och urlakning av silikat-mineral till nästan ren hämatit.

Vi besökte Khumanigruvan där man bryter hämatitmalm i dagbrott för järnvägstransport till kusten norr om Kapstaden. I området finns också Kalaharis manganfält (Kalahari manganese field), som innehåller mer än 80 procent av världens kontinentala reserver av mangan. Mineraliseringarna här har bildats genom urlakning av manganhaltiga dolomitstenar och koncentration i sänkhål i karbonatlagren för drygt 2 miljarder år sedan.

Vi besteg också Kuruman Hill, där man promenerar upp genom avlagringar som har bildats under en tidsrymd av 200 miljoner år, från ungefär 2500 till 2300 miljoner år före nutid. Under vandringen hittar man både stromatolitförande karbonatstenar och bandade järnformationer.

Resan fortsatte vidare västerut via Upington och Pofadder till Springbok i nordvästligaste delen av landet. Samtidigt lämnade vi den stadiga Kapvaalkratonen och kom in i området där ett komplicerat kollage av yngre berggrundsterrängar som har åldrats från ca 2 miljarder år till 0,6 miljarder år.

Huvuddelen av bergarterna har dock bildats för ca 1,9 och 1,1 miljarder år sedan, alltså ungefär samtidigt som våra svekofenniska och svekonorvegiska bergarter, och de har kolliderat med kratonen i en komplicerad serie händelser i tidsspannet för 1,3–1,1 miljarder år sedan.

På så vis byggdes landmassan på i väster med vad som nu kallas Namaquaprovinnsen. Vi besökte här gruvbolaget Vedanta i Aggeneys som

Kraton. Representerar en gammal stabil del av jordskorpan, som överlevt många händelser sedan den bildades.

Supergrupp. En lagerföljd av i huvudsak sedimentära bergarter som täcker många olika enheter och bergartstyper – ofta också stor geologisk tidsrymd.

Stromatoliter. Fossiliserade algformationer – en av de tidigaste livsformer man känner till.

Till vänster: Typisk landsväg i Kalahari, med exkursionsdeltagarna på väg mot en vägsbänning.

Ovan till höger: Dagbrottet 'King' vid Khumanigruvan.

Till höger: Bandad järnformation, Kuru-man Hill.

Nedan till höger: Artikelförfattaren studerar stuffer i en mangangruva.



bryter flera massiva sulfidmalmer på koppar, bly, zink och silver. Dessa malmer har bildats från hydrotermala lösningar som fällt ut metaller i havsvatten (sedimentärt exhalativa) och ligger därför i drygt 1,1 miljarder år gamla sedimentlager.

I området kring Springbok finns också flera nedlagda koppargruvor där malmerna bildats genom avsättning ur hydrotermala lösningar från noritiska magmor. Dessa kopparförekomster var de första malmerna som bröts i Sydafrika. De upptäcktes redan i mitten av 1600-talet, men kunde inte börja brytas förrän 1852. I trakten finns också en förekomst av en vacker, ca 1050 miljoner år gammal klotgranit.

Exkursionens sista dagar ägnades bl.a. åt bergarter bildade vid riftning, följt av kollision, under den pan-afrikanska bergskedjebildningen för omkring 750–500 miljoner år sedan, dvs. i övergången mellan prekambrium och kambrium. Dessa bergarter uppträder i landets nordvästra och sydvästra delar (runt och strax norr om Kapstaden). Det rör sig främst om betydande mängder gräniter, samt sediment avsatta i bassänger, i vilka finns bl.a. fossil (*Cloudina*) som representerar den kambriska explosionen. Detta var den tid då mängder med nya livsformer började uppstå på jorden.

Ovanpå de panafrikanska bergarterna avsattes en ca 6 km tjock packe med dominerande sandiga sedimentära bergarter i vidsträckt bassänger under perioden för 500–330 miljoner år sedan. Vid denna period avsattes bland annat *Table Mountain Group* som det kända Taffelberget i Kapstaden består av. Dessa bergarter täcker en stor del av landets södra delar.

Efter en period om ca 30 miljoner år utan sedimentavsättning, men med trolig glaciation och förändrad plattetektonik, började sedimenten och vulkaniterna i den enorma Karoobassängen avsättas. Den är cirka 700 000 kvadratkilometer till ytan, dvs. nästan dubbelt så stor som Sverige! Dessa bergarter bildades för ca 300 miljoner år sedan och framåt under en period av ungefär 125 miljoner år. Bergarterna ligger alltså ovanpå alla äldre bergarter och täcker en stor del av landet, inklusive Lesotho.

Exkursionen innehöll också ett besök vid De Beers nedlagda diamantgruva vid Atlantkusten norr om Kleinsee. Diamanterna förekommer här i lösa vattenavsatta sandlager

längs kusten dit de har transporterats via flodsystem från och med krita-tiden (för ca 120 miljoner år sen) ända fram till idag.

Långa sträckor av kustremssorna i norra Sydafrika och södra Namibia är avstängda på grund av diamantutvinningen. Denna går till så att man dammsuger stråk av sand som täcker berggrunden sektionsvis från



Nedan till vänster: Massiv sulfidmalm från Gamsbergsgruvan.

Nedan till höger: Kartan visar exkursionsruten från strax utanför Johannesburg och västerut till kusten, sedan ner till Kapstaden.

Längst ned: Exkursionsgruppen vid infarten till gruvstaden Hotazel, som fått namn efter engelskans 'hot as hell' – ett mycket adekvat namn.

stranden och uppåt mot land där man på olika grunder misstänker att det finns ansamlingar av diamanter. Sanden processas sedan för att separera diamanterna från övriga mineral (mest kvarts och fältspat).

Vid vårt besök höll man dock enbart på med storskaliga återställningsarbeten, inklusive återplantering av olika arter buskar vid De Beers gruva. Det finns dock andra

företag som bedriver utvinning i närheten. ♦

Litteratur

Van Niekerk, H.S. 2016. Craton traverse. A transect through 2.7 billion years of South African history. 35th International Geological Congress, Field Trip guide Pre 8, 40 s.

Ulf B. Andersson är docent i geologi och specialist vid LKAB i Kiruna.

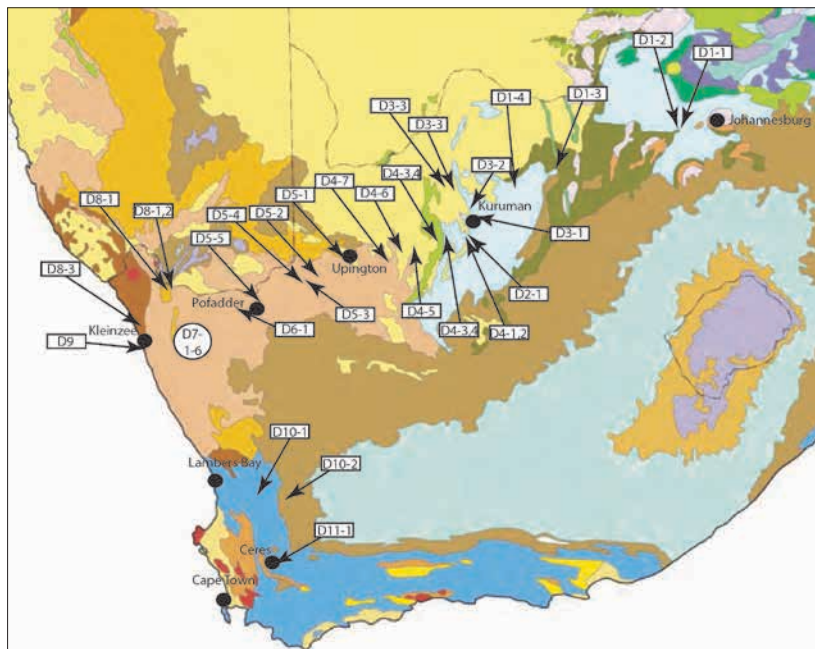




FOTO: MARK JOHNSON.

Till vänster: Föreläsning vid prisutdelningen i Uppsala.
Nedan: Christer vid det första fyndet i den nyupptäckta zonen av nickelmineraliserade ultrabasiter i Västerbotten.



FOTO: GUNNAR NILSSON.

Årets geolog 2016

Christer Åkerman

Det är roligt och välförtjänt att Christer nu blivit Årets geolog. Han har länge jobbat för att höja statusen på ämnet geologi och verkat för att göra det mer populärt, bland annat som president för EFG och som ordförande i Naturvetareförbundets Geologsektion.

Motiveringen till utmärkelsen lyder: "Christer har under hela sitt yrkesverksamma liv arbetat med och för geologin. Han har sammanställt malmförekomster och malmbehovet i Sverige och EU. Han har fört ut svensk prospekteringskompetens till delar av tredje världen. Han har medverkat till instiftandet av Geologins dag och arbetat aktivt med att föra ut geologi till allmänheten och uppväxande generationer. Christer har även varit drivande både i fackklubb och i professionsförening; på arbetsplats, i Geosektionen, och i European Federation of Geologists (EFG) på Europeanivå."

Christer var i tre år president för EFG som sysslar med certifiering av geologer, information och informations-spridning, framför allt till beslutsfattare inom EU och ofta i samverkan med andra internationella organisationer.

Det mesta av Christers yrkesliv har ägnats åt mineraliseringar och prospektering, först på SGU i Kiruna där han anställdes 1966 som extrageolog och därefter vid malmbyrån på SGU i Stockholm. Då SGU delades kom han att tillhöra SGAB och där jobbade han främst med nickel-

mineraliseringar. På 1980-talet jobbade han i flera år med guldprospektering i Nicaragua i ett SIDA-projekt.

1989 blev Christer anställd som chef med stationering på SGU i Uppsala för att upprätta ett nationellt borrhärnarkiv i Malå. Därefter hade han flera olika uppdrag, bl.a. som chef för SGUs samlingar och som biträdande enhetschef på Berggrunds enheten. Christer har också haft uppdrag i Angola och Moçambique. Efter pensioneringen 2009 startade han egen firma, som han drev i fem år.

Christer flyttade 2012 till Nordingrå och där trivs han utmärkt. Eftersom Christer är en mycket socialt begåvad människa har han lärt känna nästan alla i bygden, och bowlingen på måndagar växlas med promenader och engagemang i olika föreningar.

– Studera språk och ta chansen om du erbjuds möjlighet att arbeta utomlands, är Christers främsta råd till yngre geologer och fortsätter: – Det är mycket berikande och ger dig vidgade referensramar, inte bara inom arbetslivet utan också för din personliga utveckling.



Vegahallen

ett monument över svensk stenindustri

TEXT: ÅKE JOHANSSON BILD: JEANETTE BERGMAN WEIHED

Naturhistoriska riksmuseets byggnad i Frescati-området i Stockholm invigdes i november 1916, och har alltså precis fyllt 100 år. I likhet med många andra offentliga byggnader från denna tid är museet ett imponerande byggnadsverk, i synnerhet om man betänker hur pass fattigt vårt land fortfarande var när det byggdes.

Det sparades inte på pengar till olika utsmyckningar, vare sig på utsidan eller på insidan! Till de allra mest imponerande och praktfulla salarna hör Vegahallen, som finns i museets södra flygel, utanför museets mineralutställning *Skatter från jordens inre* (bild 1). Den används ibland för tillfälliga utställningar och någon gång vid speciella högtidligheter, men är annars mest en passage till intilliggande utställningssalar.

Namnet Vegahallen syftar på skeppet Vega, med vilket upptäcktsresanden Adolf Erik Nordenskiöld seglade genom nordostpassagen norr om Sibirien och runt hela Eurasien åren 1878–1880. Nordenskiöld är främst känd som polarfarare och upptäcktsresande, men var professor i mineralogi vid riksmuseet från 1858 fram till sin död 1901. Under denna tid var dock museet beläget på annan plats i staden.



Kalksten och marmor

Det mest iögonenfallande med Vegahallen är väggbeklädnaderna av olika sorter polerad granit. Dessa var en donation till museet från den svenska stenindustrin då museet byggdes.

Vi börjar dock med golvet som består av plattor av grönslirig Kolmårdsmarmor (bild 1 och 2). Marmor är ju metamorft omvandlad kalksten, i detta fall omkring 1900 miljoner år gammal. Ren marmor, nästan enbart bestående av mineralet kalcit (eller dolomit) är vit med ett sockeraktigt utseende, men olika föroreningar i kalkstenen, kanske avsättningar av lera eller vulkanaska, ger upphov till det typiska "marmorerade" utseendet med ofta grönfärgade sliror av serpentin eller andra kalksilikat-mineral.

Marmorn i golvplattorna är ljus grön, medan väggarna i trappan ner mot entrén mot Vegaplatsen (inte öppen för allmänheten, bild 2) är klädda med både ljusgrön och mörkgrön Kolmårdsmarmor, den senare kanske mer typisk. Marmorbrötten i Kolmården ägdes under en lång period av HSB, och liknande marmor återfinns därför i trappor och som fönsterbräden i många HSB-hus som byggdes under 1900-talet.

Trappstegen i Vegahallens trappa består av ca 450 miljoner år gammal, ordovicisk kalksten från Öland. Här och där skymtar enstaka avlånga bläckfiskskal, s.k. ortocerati-

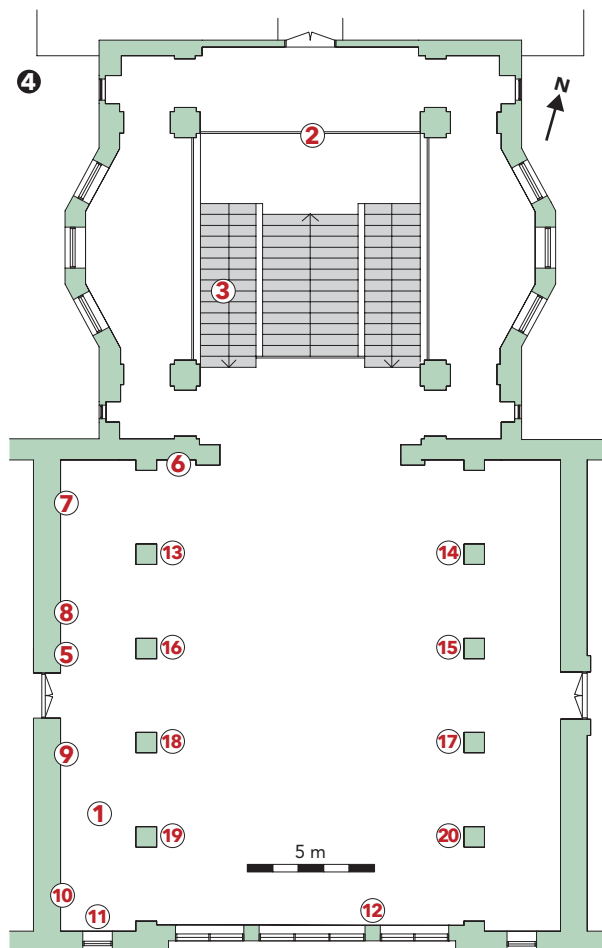


Bild 1: Vegahallen utanför mineralutställningen.

Bild 2: Bysten av Erdmann i trapphuset.

Bild 3: Ortoconerit i ett trappsteg.

Bild 4: Skiss över Vegahallen där bildernas läge markerats.

ter (bild 3). Färgen på kalkstenen är påfallande mörk, närmast mörkbrun, möjligen beroende på ytbehandlingen. Annars är den typiska öländska kalkstenen, vanlig som golvbeklädnad och som trädgårdsplattor, röd i färgen på grund av små mängder järnoxid.

Halvvägs ner i trappan finns en byst (bild 2) i vit marmor av geologen Axel Erdmann (1814–1869) som låg bakom grundandet av Sveriges geologiska undersökning (SGU) år 1858 och blev verkets första chef. Orsaken till att hans byst finns på Naturhistoriska riksmuseet är att SGU:s huvudkontor låg här från 1916 fram till 1979, då SGU utlokalisades till Uppsala.

Väggbeklädnaden av granit

Väggskvivorna av polerad granit i själva Vegahallen är ordnade symmetriskt, så att den halva som vetter mot den utställningshall som tidigare inrymde "Sveriges Geologiska Undersöknings Museum" (vilket fortfarande står inhygget i sten ovanför entrén till denna sal) är en spegelbild av den halva som vetter mot mineralutställningen. De

olika granittyperna har lokala namn, som oftast syftar på den trakt eller det stenbrott varifrån de kommer.

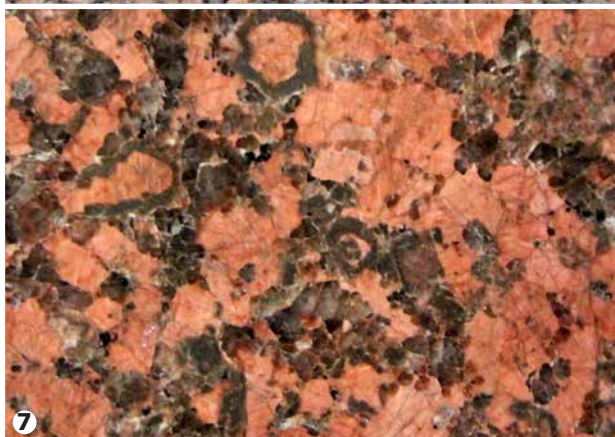
De stora väggtaflorna av rödgrå eller röd granit inramas av den "svarta graniten" *Gylsboda* från nordöstra Skåne (bild 1). Denna är i själva verket en diabas som troligtvis har en ålder omkring 1200 miljoner år. Det finns diabasgångar med åldrar runt såväl 1200 som 950 miljoner år i samma område, vilket gör det svårt att säkert avgöra åldern för just denna diabas.

"Svart granit" är ett oegentligt samlingsnamn inom stenindustrin för diverse mörka intrusivbergarter av icke-granitisk sammansättning, i detta fall diabas, vilket geologiskt sett är nästan raka motsatsen till granit. Diabasen i norra Skåne har varit en populär sten bland skulptörer, och återfinns också i Riksbankshusets fasad vid Brunkebergstorg.

På de västra och östra väggarna åtskiljs de stora granit-tavlor av fyra stycken smala, höga tavlor av den finkorniga, rödgrå Bohusgraniten *Hunnebo* (bild 5), som har en ålder på 920 miljoner år. Samma typ av granit återkommer i opolerat, krysshamrat skick i Vegasalens pelare och i väggpartierna närmast trappan. Norra Bohuslänns granit-område var kanske det viktigaste stenindustriområdet när man från 1800-talets mitt började bryta gatsten och byggnadssten med mer industriella metoder för de växande städernas behov.

Börjar man vid trappan och går längs den norra vägen finns två stora tavlor av granit från Oskarshamnstrakten, ljus respektive mörk *Vånevik* (bild 6). Någon tydlig färgskillnad mellan de två granitfälten är dock svår att se. Båda består av medelgrov granit som domineras av röd kalifältspat och grå kvarts med inslag av mörka mineral (biotit eller hornblände). Denna granit tillhör Smålandsgraniterna, som har en ålder på 1750–1800 miljoner år.

Fortsätter man sedan längs den västra vägen mot mineralutställningen består den första stora tavlan av en grovporfyrisk, högröd granit kallad *Virgo* (bild 7). Den kommer från ön Blå Jungfrun i Kalmarsund, där denna granit bröts fram till 1926 då ön blev nationalpark. Den kraftiga röda färgen beror på de stora rödfärgade kalifältspatkristallerna, eller snarast på mikroskopiska inneslutningar av järnoxidmineralet hematit i kalifältspaten, vilka ger den röda färgen. Jungfrugraniten tillhör en grupp av yngre graniter i sydöstra Sverige vilka har en ålder runt 1450 miljoner år. De är alltså omkring 300 miljoner år yngre än de omgivande Smålandsgraniterna, men fortfarande betydligt äldre än Västkustens Bohusgranit. Ön Blå Jungfrun består, namnet till trots, uteslutande av sådan rödfärgad granit, men ljusets spridning i atmosfären får ön att se blå ut på håll där den sticker upp som en ensam klippa ur havet.



Nästa stora granitparti består också av högröd grov granit, denna gång från *Vånga* i nordöstra Skåne (bild 8). Vångagraniten tillhör samma grupp av 1450 miljoner år gamla graniter som Jungfrugraniten, eller de stora Karls- hamns- och Eringsbodamassiven i Blekinge. Till skillnad från dessa har dock Vångagraniten en diffus, slirig struktur som kan anas i den stora, polerade väggtavlan. Slirigheten kan ha uppkommit genom rörelser i magman när graniten kristalliserade, eller genom senare rörelser i berg- grunden längs den närbelägna Västanaåzonen i öster eller Protoginzonen i väster.

Ingångarna till utställningshallarna (bild 1) på ömse sidor av hallen omges av den ”svarta graniten” *Eketorp* från norra Skåne, vilken egentligen består av den magma- tiska bergarten syenit med en ålder runt 1200 miljoner år. Syeniten är mörk till färgen, men inte lika mörk som den angränsande diabasen, och har en svagt grönaktig färgton.

Efter portalen runt ingången till mineralutställningen följer den grovkristallina och rödfärgade *Uthammars- graniten* från Oskarshamnstrakten (bild 9). Denna granit har också en ålder omkring 1450 miljoner år.

I nästa vägghpanel finns den likaledes rödspräck- liga, men inte fullt så grovkristallina, graniten *Tranås* (bild 10). Denna tillhör de 1750–1800 miljoner år gamla Smålandsgraniterna.

Den stora fönsterpartiet mot Vegaplatsen är normalt täckt av ett fördraget draperi, men på ömse sidor om det stora fönstret finns varsitt mindre fönster. Dessa inramas av en 1750–1800 miljoner år gammal gråröd granit från Oskarshamnstrakten kallad *Flivik* (bild 11). Graniten är ovanligt rik på mörka mineral.

Kikar man in bakom draperiet till det stora fönster- partiet ser man att det består av många mindre fönster- rutor som åtskiljs av små stavar av en skär, relativt grov Smålandsgranit från *Lammhult* (bild 12). Under fönstren finns en mycket grov, högröd granit. Av råmaterialet till denna artikel framgår inte dess ursprung, men utseende- mässigt är den identisk med graniten från Blå Jungfrun, så med största sannolikhet har den samma ursprung.

Granitpelarnas utsmyckning

Lyfter man blicken högre upp ser man att Vegahallens åtta granitpelare kröns av kapitäl med utsmyckningar uthuggna i mörk diabas. Dessa föreställer till stor del olika fossila organismer, vilka ska illustrera Sveriges yngre geo- logiska historia. Går man från trappan mot fönsterväggen går man samtidigt bakåt i denna historia.

Det första pelarparets utsmyckningar ska illustrera kvartärtiden. Överst på den västra pelaren syns ett bergs-

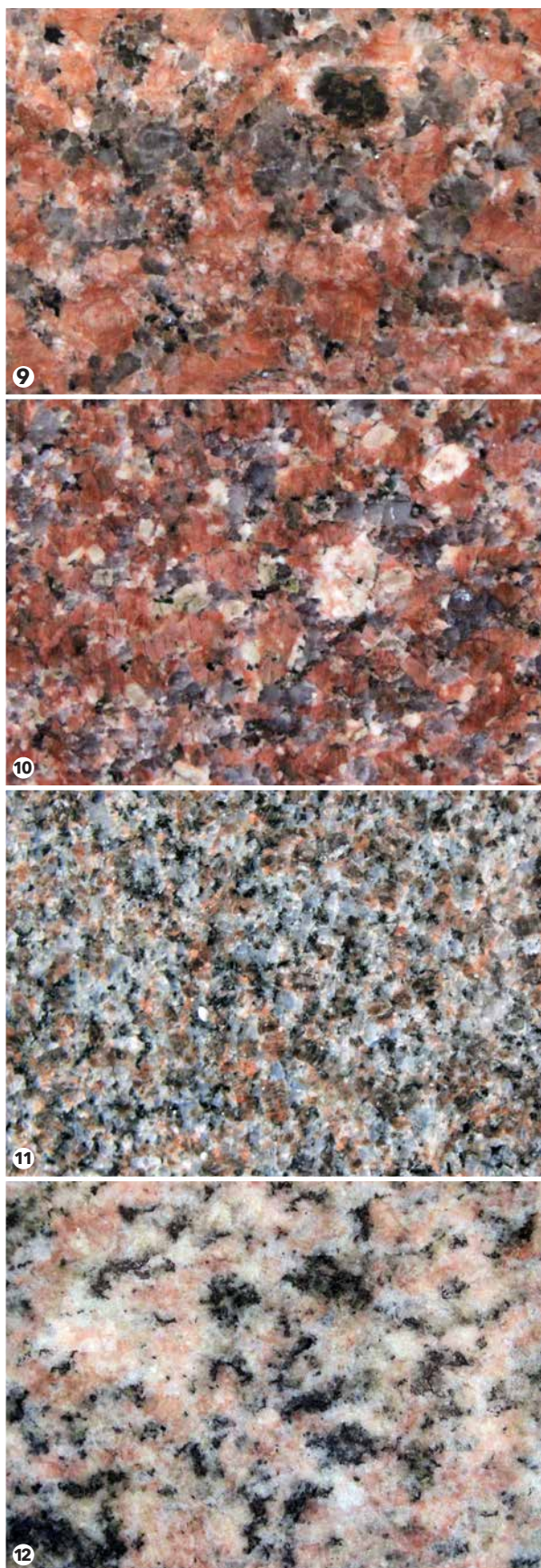


Bild 5: Bohusgraniten Hunnebo, 920 miljoner år.

Bild 6: Våneviksgranit, 1750–1800 miljoner år.

Bild 7: Graniten Virgo från Blå Jungfrun, 1450 miljoner år.

Bild 8: Vångagranit, 1450 miljoner år.

Bild 9: Uthammarsgranit, 1450 miljoner år.

Bild 10: Tranåsgranit, 1750–1800 miljoner år.

Bild 11: Fliviksgranit, 1750–1800 miljoner år.

Bild 12: Smålandsgranit från Lammhult, 1750–1800 miljoner år.



Pelarnas krön av diabas representerar olika geologiska tidsperioder.

Bild 13–14: kvartär.

Bild 15: krita.

Bild 16: trias–jura.

Bild 17: silur.

Bild 18: ordovicium.

Bild 19: kambrium.

Bild 20: prekambrium.

landskap med glaciärer (bild 13), vilket ska föra tankarna till kvartärtidens nedisningar. På den motsatta pelaren i öster (bild 14) finns horn av uroxer och ekblad, vilket ska illustrera djur- och växtlivet under värmeperioderna mellan nedisningarna.

Det andra pelarparet tar oss tillbaka till mesozoikum, dinosauriernas tidsålder. Eftersom det är tunnsått med fossil från dessa skräcködlor i Sverige får krita representeras av en centralt placerad sjöborre, en bläckfisk och en mussla på den östra pelaren (bild 15). I väster avbildas en påfågelsliknande ormbunke och en ginkgoväxt från trias–jura (bild 16). Fossil av dessa har alla påträffats i Skåne.

Det tredje pelarparet visar fossil från silur och ordovicium. Silur, i öster, representeras av en gotländsk sjölilja med starkt grenade armar och en brachiopod (bild 17). På

den västra pelaren finns bläckfiskar och storögda trilobiter från Västergötlands ordovicium (bild 18).

Den västra pelaren närmast fönstren kröns av en kambrisk trilobit med krypspår från Västergötland (bild 19). Den femstråliga tagghudingen i mitten är en avlägsen släkting till sjöstjärnorna. Studerar man det östra, sista kapitlet ser man en seg lavaliknande massa flyta fram (bild 20). Vi har anlänt till prekambrium, den mycket långa tid då Sveriges urberg bildades. Visserligen vimlade det av liv i de prekambrisk haven, men de små organismerna saknade skal och har därför lämnat få spår efter sig. ♦

Artikeln bygger på en sammanställning av Jan Olov Nyström om väggbeklädnaderna, och en beskrivning av Christina Franzén Bengtson av granitpelarnas utsmyckningar.

På gång

6–7 februari 2017. NGU-dagen: Hvor viktig er kunnskap om geolog for å få til et grønt skifte? Läs mer på www.ngu.no/aktiviteter/ngu-dagen-2017

14–17 februari 2017. Oceanology International North America (ONA), The Maritime Alliance and The Society for Underwater Technology. San Diego, California, USA. Läs mer på www.oceanologyinternationalnorthamerica.com/

17 februari 2017. Invigning av ny gruvutställning på Tekniska museet. Läs mer på www.svemin.se eller tekniskamuseet.se

21–23 februari 2017. Gold17@Rotorua, Rotorua, New Zealand. Läs mer på www.sjsresource.com.au/BookingRetrieve.aspx?ID=23688

5–8 mars 2017. PDAC i Toronto, Canada. Läs mer på www.pdac.ca/convention

12–15 mars 2017. Geotechnical Frontiers 2017. Orlando, Florida, USA. Läs mer på geosyntheticsconference.com/

25–28 april 2017. Konferensen From star and planet formation to early Life. Vilnius, Lithuania. Läs mer på www.vilnius2016.eu/

30–31 maj 2017. Miljömålsdagarna arrangeras i Östersund. Läs mer på miljomal.se

Luft i saltkristaller

Gas som fångats i inneslutningar i halitkristaller visar att Jordens atmosfär var rik på syre redan upp till 200 miljoner år tidigare än vad man tidigare har trott och modellerat.

Nigel Blamey och hans kollegor vid Brock University i Canada har studerat 815 miljoner år gamla halitkristaller från sydvästra Australien. Gasen i inneslutningar i kristallerna innehöll nästan 11 procent syre vilket är mer än vad som förväntades för den tidsperioden.

Författarna föreslår att det var den höga syrehalten som drev på utvecklingen av djurlivet snarare än tvärtom.

Resultaten har publicerats i *Geology*: <http://doi.org/bmt3>.



Koldioxid binds i karbonatmineral

Isländska forskare har för första gången lyckats med att på kort tid permanent fixera koldioxid som karbonatmineral i basaltiska bergarter. Forskarnas resultat visar att över 95 procent av den koldioxid som pumpats ner i borrhål vid kraftverket i Hellisheidi (bilden) bands som karbonatmineral redan på mindre än två år. Detta är mycket kortare tid än vad man tidigare trodde var möjligt.

Resultaten visar att forskarnas metod kan bli intressant för att på ett säkert, enkelt och ekonomiskt sätt binda koldioxid i basalter. Resultaten publicerades i juni i tidskriften *Science*. Läs mer om projektet här: www.or.is/english/carbfix-project.

Referens: Juerg M. Matter m.fl. 2016. Rapid carbon mineralization for permanent disposal of anthropogenic carbon dioxide emissions. *Science* 352 (6291), 1312–1314. [doi: 10.1126/science.aad8132].

Har platttektoniken styrt utvecklingen av människan?

En internationell forskargrupp, ledd av professor Ross Large från University of Tasmania, har genom att analysera 5000 pyritkristaller kunnat presentera ny och sensationell information om hur mängden spårelement i havsvatten varierat över tid.

Pyritkristallerna som analyserats bildades på havsbotten under de senaste 3,5 miljarder åren och visar hur kemiska variationer i havsvattnet (särskilt halten av selen) orsakats av platttektoniska rörelser. Dessa variationer i halten av selen och andra spårelement som är kritiska för liv (bl.a. molybden och kadmium) är cykliska och, menar man, har varit pådrivande i evolutionen och utdöenden av liv. Perioder med låga halter av spårelement korrelerar i tid med en långsam utveckling av livsformer eller massutdöenden, medan perioder med höga halter av spårelement sammanfaller med perioder där många livsformer utvecklats. Forskarna formulerar lite utmanade att ”människan utvecklades från bergen” – dvs. att utan platttektonik och bergskedjebildning skulle människan inte existera.

Forskningsgruppen bakom resultaten belönades med utmärkelsen ”Australian Museum Eureka Prize for Excellence in Interdisciplinary Scientific Research” i augusti i år. Ross Large är hedersdoktor vid Luleå tekniska universitet. Läs mer här: www.utas.edu.au/codes/whats-new/news-item/eureka-finalist och här: <http://www.utas.edu.au/news/2015/11/4/22-uncovering-the-missing-link-in-darwins-theory-of-evolution/>.

Medlem i Geologiska Föreningen?

— resultat av enkäten från våren 2016

Våren 2016 skickades en enkät ut via e-post till samtliga medlemmar i föreningen och även tidigare medlemmar vars e-postadress vi hade. Syftet med enkäten var att få en uppfattning om hur man ser på sättet att betala medlemskap och ifall det finns problem med det sätt betalningar och anmälan av medlemskap fungerar.

SISTA ORDET

UNDER MINA ÅR I STYRELSEN och som ordförande i Geologiska Föreningen har frågan om medlemskap och hur man

ska öka antalet medlemmar varit en kontinuerlig punkt på dagordningen. Idag är vi ungefär 350 medlemmar och ytterligare 50 är prenumeranter på Geologiskt forum. Men för några decennier sedan hade föreningen många fler medlemmar: 623 stycken år 2006 och 518 år 2011. Det är till stor del antalet medlemmar som styr vilken verksamhet föreningen kan ha.

Geologiska föreningen har funnits sedan 1871 och hela tiden haft som syfte att främja ämnet geologi i Sverige. Vi behöver dig som medlem!

IBLAND UPPLEVER VI att medlemmar är osäkra över sitt medlemskap, man vet inte riktigt om man betalt sin medlemsavgift eller ej. (Om du som läser detta är osäker, se faktarutan på nästa sida.) Därför bestämde styrelsen att skicka ut en enkät under våren 2016 för att kartlägga medlemmarnas upplevelser av betalningsrutinerna. Vi skickade ut enkäten (endast via e-post) till 534 personer. Inkluderat i denna siffra är också personer som har varit medlemmar tidigare. Det var 249 personer som svarade på enkäten vilket ger en svarsfrekvens på 47 %.

På frågan *Är du medlem idag?* svarade 82 % ja, 11 % nej och 8 % vet ej.

På frågan *Om du inte är medlem idag, men har varit det förut, varför har du slutat?* fick vi bara 44 svar, men av dessa svarade 10 personer (23 %) att de inte ville vara medlemmar längre och 9 personer (21 %) att det hade blivit för dyrt. 25 personer (58 %) trodde att de faktiskt var medlemmar!

Mest oroväckande i enkäten var att 25 % svarade ja på frågan *Har du någon gång varit osäker på om du är medlem?* Trots vad vi hoppades var förbättringar i vår process för betalning och påminnelser så har vi uppenbarligen fortfarande problem med just detta. Där får vi tänka vidare på hur vi ska kunna förbättra och förenkla för medlemmarna. Jag hoppas också att informationen i den här notisen och informationen i faktarutan på nästa sida kan förtydliga lite så att du kan bli säker på statusen på ditt medlemskap.

NÄR MEDLEMSKAPET NÄRMAR SIG sitt slut har vi ett system där information om detta skickas ut automatiskt med

e-post, men bara med e-post. 55 % av respondenterna svarade att ja, de fick dessa påminnelser. Mer överraskande vara att hela 17 % svarade nej och att 30 % svarade vet ej.

Det verkar alltså som att systemet fungerar för majoriteten, men långt ifrån för alla. Vi vet inte än varför medlemmar upplever att de inte fått påminnelser. Alla som svarade på enkäten fick den ju via e-post. Vi har undrat om breven möjligen hamnar i inkorgen för skräppost, eller det är så att man inte upptäcker brevet i ett stort flöde av övrig e-post.

ENKÄTEN LÄMNADE UTRYMME för kommentarer, och jag vill dela med mig av några av dessa här. Du kan läsa mer om hela enkäten och samtliga kommentarer på föreningens webbplats.

- Ganska ny medlem. Jag har länge velat vara med men hade för många föreningsåtagande.
- Det är ingen som bryr sig om mig som medlem. Svårt att få kontakt, ingen tydlig struktur. Jag ville ha Geologiskt Forum, tog även GFF (FK i geologi 1969); den tidsskriften är ju bara till för paleontologer – jag är utbildad berggrundsgeolog.
- JAG VET ATT JAG ÄR MEDLEM!
- Trevlig tidning. Är inte själv geolog men har en dotter som är det. Får information om vad hon sysslar med.
- Medlem sedan 1957 eller 1958.
- Gruppen på FB tillgänglig kul....
- Jag hann inte läsa GFF och tyckte inte det var värt pengarna.
- Jag är ej professionell geolog och medlem i diverse amatörgeologiska föreningar. Över åren har inslagen i GFF av det som intresserar mig mest, mineralogi och malmgeologi, blivit successivt mindre varför det nu känns mindre angeläget att vara medlem. Jag prenumererar dock alljämt på Geologiskt forum som jag tycker mycket om.
- Det har varit problem med att inbetalningskort för förnyat medlemskap inte har kommit.
- Inte fått inbetalningsavi, eller missat att betala...
- Fick påminnelse en gång, när jag hade betalat!
- Ja, jag har fått meddelande om att den betalda medlemsperioden snart är slut och att det är dags att betala ny avgift/förnya medlemskapet.
- Mycket bra service.
- Men jag hoppas att jag betalar när anmodan kommer.



FOTO: PÄR WEIHED.

Jag hoppas att du som läser detta och inte är medlem väljer att bli det. Föreningen behöver dig! Och har du frågor eller synpunkter är du välkommet att kontakta mig (markj@gvc.gu.se). ♦

Mark Johnson, ordförande i Geologiska Föreningen sedan 2013.

Exkursion med Geologiska Föreningen till Rörö i Göteborgs skärgård i juni 2006. Sådana exkursioner är utomordentliga tillfällen att lära mer om Sveriges geologi, och att träffa andra trevliga geologer. Lilla bilden: Mark Johnson.

Varför ska man vara medlem i Geologiska Föreningen?

- För att stödja ämnet geologi i Sverige. Geologiska Föreningen kämpar bland annat för att få geologi som ämne i skolorna. Föreningen har också yttrat sig om geologiska frågor i media.
- För att få vår populärvetenskapliga tidskrift *Geologiskt forum*.
- För att få vår vetenskapliga tidskrift *GFF* on-line eller i pappersformat.
- För att hedra framgångsrika geologer i Sverige med årliga priser.
- För att stödja och representera Sverige vid Nordiska geologiska vintermötet.
- För att sponsra Nordiska geologiska vintermötet vart tionde år.

Vill du bli medlem eller är du osäker på om du redan är medlem?

Gör så här:

Gå in på geologiskaforeningen.se och klicka på *Medlemskap* i menyn till vänster.

Vill du bli medlem?

Följ instruktionerna ungefär mitt på sidan under rubriken *Hur betalar jag medlemsavgift och prenumerationer*.

Är du osäker över ditt medlemskap?

- Klicka på *Mina uppgifter* i menyn till vänster.
- Skriv in din e-postadress. Det är lätt att få ett nytt lösenord om du har glömt det du hade.
- Om det går bra att logga in kan du se hur länge ditt medlemskap gäller eller förlänga det genom att betala för en ny period.
- Om du inte kan logga in betyder det att du inte är medlem. Då måste du registrera dig som ny medlem.

Om du fortfarande är osäker, kontakta Mark Johnson (markj@gvc.gu.se)

Öga för geologi



Metaller och mineral i vår vardag – vad använder vi och till vad? Vad ger berget oss? Var finns fyndigheterna – i Sverige och i världen? Vad kan återanvändas? Det är några av de frågor som en ny vandringsutställning vill lyfta fram på ett intresseväckande och engagerande sätt.

Utställningen om geologi öppnar 16 december på Teknikens Hus i Luleå. Här kan du upptäcka vilka metaller och mineral vanliga vardagsföremål består av. Kika in i underjorden och upptäck stadernas metallförråd. Spela Mineral Mania och kör en gruvskopa jorden runt för att samla in det som behövs för att tillverka en mobiltelefon. Lär dig om hur du själv påverkas av geologi.

Vandringsutställningen är producerad av Teknikens Hus på uppdrag av Sveriges geologiska undersökning SGU, och är en del i SGU:s uppdrag att öka kunskapen om geologins betydelse för samhällsbyggnad och tillväxt.

Utställningen visas till 2 april 2017 i Luleå och är möjlig att boka från mitten av april 2017 och framåt. Utställningen är tvåspråkig (svenska och engelska) och passar på en yta av 40–50 m². Lärarhandledning med pedagogiskt program ingår i hyrpriset. Kontakta Teknikens Hus (info@teknikenshus.se) för mer information.

