

# GEOLOGISKT FORUM

The background of the cover is a photograph of a vast, golden-brown sand dune. The dune's surface is marked by deep, diagonal ridges and shadows, suggesting wind patterns. The top of the dune is silhouetted against a bright blue sky filled with scattered white clouds. The overall composition is dramatic and emphasizes geological features.

NR 49 MARS 2006  
ÅRGÅNG 13

**Med andra  
ögon**

**Paradiset som  
försvann**

**17 000 borrhål**



Sid 4-5

### Med andra ögon

Det kunde varit bilder från täkter med hjullastare, transportband och siktar. Men fotograf Sture Sternegård ser miljöerna med helt andra ögon.

17 000

Sid 16-17

### ...borrhål

I Malå finns det Nationella borrhärnearkivet med data från 17 000 borrhål. Arkivet utgör en guldgruva för alla de som vill studera Sveriges berggrund på djupet. Leif Bildström och Jerry Hedström ger en historik och överblick.



Sid 18-21

### Paradiset som försvann

Karibiska ön Montserrat förvandlades från en idyll till ett spöklikt landskap. Den vulkaniska aktiviteten som påbörjades på 1990-talet pågår fortfarande och för öborna har konsekvenserna blivit stora. Erik Sturkell och Heidi Soosalu berättar.



Sid 22-25

### I jakt på sällsynta mineral

Hitta din egen smaragd eller akvamarin. Per Nysten och Lars Gustavsson beskriver berylliummineral i Norden i allmänhet - och svenska förekomster i synnerhet.



Sid 26-28

### Jorden är ett klot

Om naturvetenskapen som metod att utforska världen. Bengt Loberg ger ett idéhistoriskt perspektiv.

Ansvarig utgivare: Joakim Mansfeld  
tel 08-674 77 27, e-post: gff@geo.su.se

Populärvetenskaplig redaktör: Anna Kim-Andersson  
tel 0708-205010, e-post: anna@qi-media.se  
För text, layout och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

Redaktionens adress: Geologiska Föreningens redaktion  
Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet,  
106 91 Stockholm  
tel 08-6747727, fax 08-674 78 97  
e-post: gff@geo.su.se; www.geologiskaforeningen.nu

Omslagsfoto: Sture Sternegård, bilden är från Brogårdssand i Habo kommun.  
Upplaga: 1500 ex.  
Tryckeri: 08 Tryck, Bromma  
Ordinarie lösnummerpris: 50 kr

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

ISSN 1104-4721

*Geologiskt forum* ges ut av Geologiska Föreningen i samarbete med föreningen för Geologins Dag och med ekonomiskt stöd från Sveriges geologiska undersökning, SGU. Tidningen ingår i det ordinarie medlemskapet i Geologiska Föreningen. En helårsprenumeration på *Geologiskt forum* utan medlemskap kostar 160 kronor/år. Läs mer om medlemskap, prenumerationer och hur du betalar - på baksidan av tidningen.

Tidningen har sedan starten 1994 publicerat populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden. Tidningen informerar Dig om aktuella händelser, litteratur och personer med anknytning till ämnet. Tidningen vill även vara ett forum för åsikter och debatt.

Redaktionsråd: Jan Bergström, Holger Buentke, Christer Carlberg (Hallands geologiklubb), Ingemar Cato, Rolf Frankenberg (Upplands Geologiska Sällskap) Emil Gregori (Tunabygdens Geologiska Förening), Antti Hulterström (Västerbottens Amatörgeologer), Mikael Jansson (Bergslagens Geologiska Sällskap), Erik Mofjell (Göteborgs Geologiska Förening).

Geologiska Föreningen  
1871



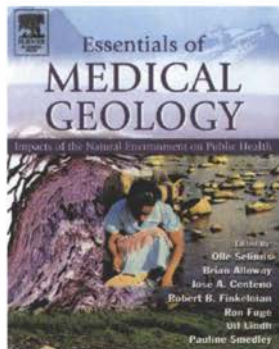
# Hyllad bok 2005

En tegelsten som snart är slutsåld. 60 internationella författare inom geologi och medicin medverkar i boken *"Essentials of Medical Geology: Impact of the Natural Environment on Public Health"* som kom ut på Elseviers förlag förra året. Den 820 sidor långa boken har fått stor uppmärksamhet. Dels har "British Medical Society" givit den utmärkelser som en av de bästa böckerna i världen inom "public health" 2005. Dels har den av "the Professional Scholar Publishing Division of the Association of American Publishers" utnämnts som en av de två bästa böckerna inom geologi och geografi 2005.

**Olle Selinus**, bokens huvudredaktör, arbetar som 1:e statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning, SGU.

- Medicinsk geologi är den

glömda halvan av miljömedicinen, säger han. Uppskattningsvis fem miljarder människors hälsa påverkas på olika sätt på grund av geologin runt om i världen. Och vi måste hitta lösningar!



## Svensk forskning som håller världsklass

Kvartärgeologer som bedriver forskning med anslag från Vetenskapsrådet har blivit synade i sömmarna. Även om det finns orosmoment gällande finansieringen och tjänstestrukturen för forskningen vid svenska universitet och högskolor, så lyckas många forskare hålla hög standard, visar Vetenskapsrådets färsk rapport.

Ja, i Sverige finns världsledande forskare som bedriver forskning av högt internationellt intresse. Det betyget får nämligen **Svante Björck**, professor i Kvartärgeologi vid Geologiska institutionen, Lunds universitet (se även sid 8-9). **Ingemar Renberg**, professor vid institutionen för ekologi, miljö och geovetenskap, Umeå universitet, bedöms bedriva forskning som är snudd på världsklass, han också.

På mycket hög internationell nivå bedriver ytterligare elva svenska

forskare sin verksamhet.

De övriga som ingått i studien bedöms ligga på mycket god eller god internationell nivå.

Sammantaget är det 20 forskare som har blivit bedömda under 2005. Vetenskapsrådet har låtit en oberoende internationell granskningskommitté genomföra utvärderingen.

- I Sverige finns uppskattningsvis 50 aktiva forskare inom kvartärgeologi, säger forskningssekreterare Dan Holtstam. 20 av dem har fått medel från Vetenskapsrådet mellan åren 2000-2005 och ingår i vår utvärdering.

- Målet är att vi ska genomföra utvärdering av alla forskning som bedrivs med stöd från Vetenskapsrådet. En forskare bör bli granskad i alla fall en gång under sin yrkesverksamma tid. Senast kvartärgeologerna blev granskade var 1986.

Mer om forskning i världsklass på sid 29.

## ORD FRÅN NYA REDAKTÖREN

Gissa vad jag har haft liggandes på mitt sängbord de senaste veckorna? Helt rätt! 48 nummer av Geologiskt forum. Snart 13 år har gått sedan starten och ett antal geovetenskapliga (läs mer om skillnande mellan geologi och geovetenskap på sidan 31), populärvetenskapliga alster har publicerats sedan dess. Jag har läst och begrundat och låtit mig inspireras. Av alla duktiga skribenter som medverkat under årens lopp (faktum är att jag började räkna, men tappade antalet någon gång vid 100, då hade jag knappt kommit halvvägs i högen). Av alla intressanta texter. Att geovetenskap är ett fascinerande ämne, med både bredd och djup, det framgår med all tydlighet. Och så engagerade redaktörer! Björn Sundquist (1994-2001) och Joakim Mansfeld (2002-2005) har gjort ett gott arbete hittills.

Vad finns det då att göra för mig som ny redaktör? Tjaaa... det handlar om två saker. Dels Förvalta. Att värna om det som även fortsättningsvis kommer att vara tidningens ryggrad: de populärvetenskapliga texterna, skrivna av geovetarna själva. Fortsatt välkomna - alla nya och gamla skribenter - att höra av er och lämna bidrag! Dels Förnya. Mitt uppdrag handlar om att fortsätta utveckla Geologiskt forum med läsarnas intressen för ögonen. Du kan vara "bara" allmänt naturvetenskapligt intresserad, eller en person som själv är expert inom något geovetenskapligt område. Oavsett; Geologiskt forum ska vara inspirerande och intresseväckande, visa på mångfald och djup, ibland med nya ögon. Det är i alla fall visionen!



/ Anna Kim-Andersson, populärvetenskaplig redaktör

# Med andra ögon

Det hade kunnat vara fotografier på hjullastare, transportband och siktar. Eller bilder på skärningar genom sedimentlagren. Vi hade kunnat tala om siktkurvor. Om bildningshistoria och sekvensstratigrafi. Eller om brytvärda mineral: kvartssanden i Baskarp, Habo kommun, väster om sjön Vättern, härstammar från Visingsöformationens sandstenar. Den innehåller 90 procent kvarts och är mycket eftertraktad. Sedan länge säljs den som gjutsand. På senare år används den även på många golfbanor runt om i Norden.

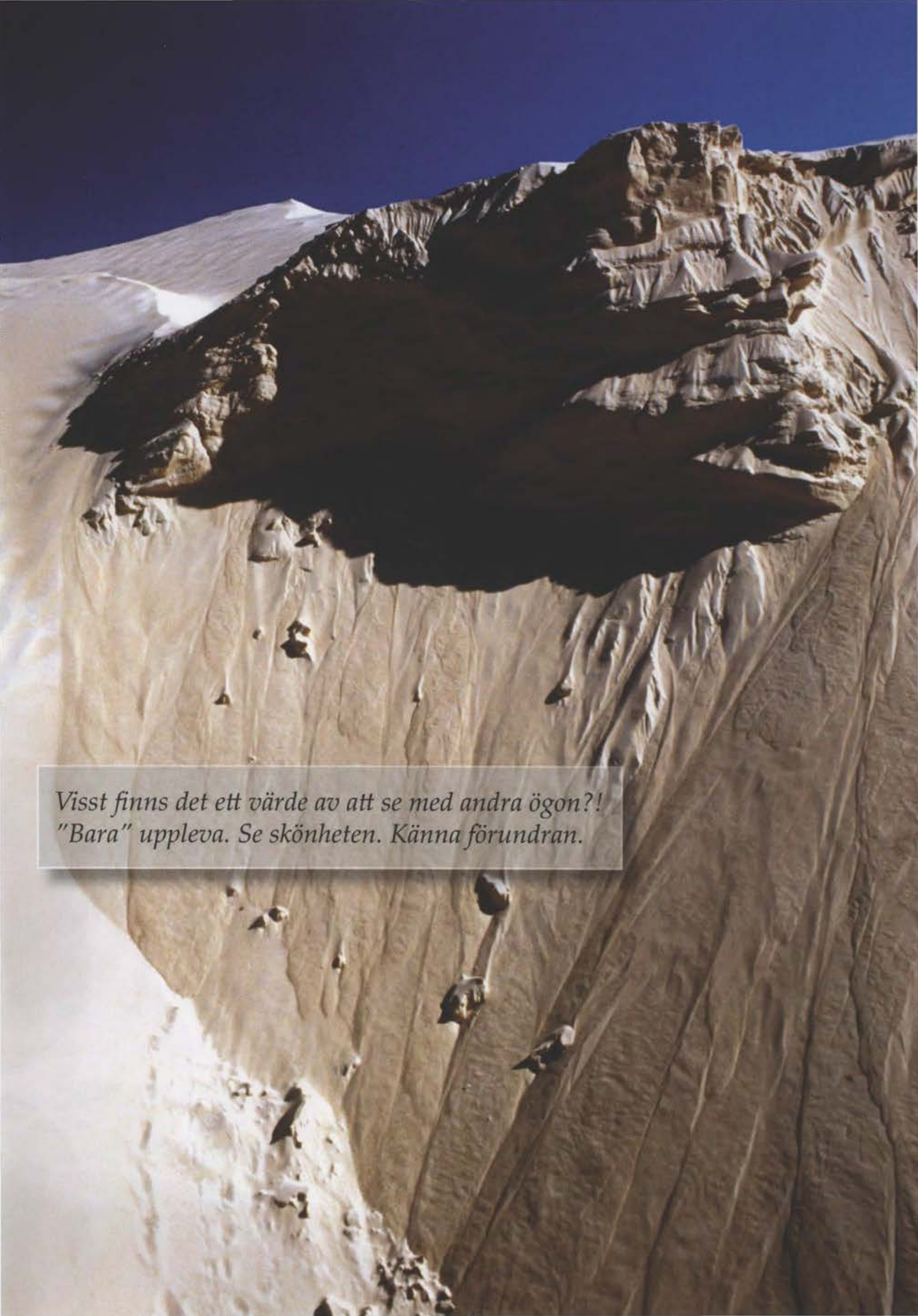
Till Baskarp, men även till den närliggande täkten Brogårdssand. Dit har amatörfotograf **Sture Sternegård** styrt kosan många gånger. Han vandrar i de delar av avlagringarna där man inte aktivt bryter sand. För rekreationens skull. Och för att dokumentera. På temat "Habos Sahara" har han ställt ut sina bilder, både lokalt och i internationella sammanhang.

Det som fascinerar Sture i täktmiljöerna handlar om landskapet. Han ser samspelen. Fångar himlen i en vattenspegel, leker med vindens vågor i sanden. Färgerna, formerna, ljuset, dofterna. Geologiskt forum har fått tillstånd att publicera några av hans fotografier i detta nummer.

Tack!





A photograph of a massive, layered mountain peak. The upper part of the mountain is covered in snow, while the lower part shows distinct horizontal geological strata. The sky is a clear, deep blue. The overall scene is one of a high-altitude, rugged landscape.

*Visst finns det ett värde av att se med andra ögon?!  
"Bara" uppleva. Se skönheten. Känna förundran.*

## SHACKLETON ÄR DÖD

Professor emeritus Sir Nicholas Shackleton, Department of Earth Sciences, University of Cambridge, dog den 24 januari 2006 vid en ålder av 68 år.

Professor Shackleton studerade paleoklimatologi och var en eminent forskare, känd bland annat för att ha utvecklat isotopgeologiska analysmetoder - för att studera klimatutvecklingen under kvartärtiden.

Han var övertygad om att forskare kan bidra till samhället och förutsäga framtida klimatvariationer genom att först förstå de klimatförändringar som skett historiskt sett.

Schackleton emottog under årens lopp många utnämningar och priser för sin forskargärning. Han blev medlem i det brittiska Kungliga Sällskapet 1985 och adlad 1998. 1995 erhöll han svenska Kungliga Vetenskapsakademiens internationella Craafordpris tillsammans med Willi Dansgaard. Så sent som 2004 emottog han Vetlesen Prize från Columbia University i USA och under 2005 erhöll han brittiska Founder's Medal of the Royal Geographical Society och The Blue Planet Prize.

(Källa: Cambridge University)

## GEOLOGINS ÅR 2007-2009

I slutet av förra året fattade FN:s generalförsamling beslut om att inrätta "Geologins År" eller "Year of Planet Earth", som kommer att omfatta 2007-2009 med huvudåret 2008. Syftet är att höja medvetenheten om geovetenskapens betydelse för livskvaliteten och säkerheten på vår jord.

Verksamheten kommer att fokusera på dels ett vetenskapligt program i tio block, omfattande framtidsområden för geovetenskapen. Dels en marknadsföring av geovetenskapen gentemot beslutsfattare, politiker och allmänhet.

De tio vetenskapliga blocken är: Grundvatten, Katastrofer, Jorden och Hälsan, Klimatförändring, Resurser, Megastäder, Djupa Jorden, Havet, Jord (i bemärkelsen jordmån) samt Jorden och Livet.

# Stort intresse för uran i svensk berggrund?!

Ännu en gång har frågan om mineralprospektering rört upp heta känslor i Sverige. Just nu är det alunskiffern i Närke som står i centrum för uppmärksamheten.

I den svenska berggrunden anses 15 procent av världens totala uranfyndigheter finnas. Det betyder uran värt uppskattningsvis 400 miljarder kronor, skrev tidningen Veckans Affärer i februari (nr 7 2006) i en artikel med rubriken "Nukleär comeback". Det finns även flera stora internationella gruvbolag som är igång och prospekterar, framför allt i södra Norrland. Men det krävs tillstånd från den svenska regeringen för att bryta uran på svensk mark. Näringsminister Ulrika Mässing har sagt att det inte ska bli någon sådan gruvbrytning, men att en kartläggning inte är till någon skada. Detta enligt tidningen Miljöaktuellt (nr 1 2006).

I södra Sverige är frågan om prospektering ständigt en het fråga på grund av att det är tätbebyggt och på grund av markanvändningskonflikter. Frågan blir inte mindre kontroversiell när det handlar om att leta efter - uran. Senast är

det på Närkeslätten, där Svenska Skifferoljeaktiebolaget AB i september förra året fick rätt att leta mineral över ett 70 kvadratkilometer stort område, som känslorna är i svallning. Enligt Miljöaktuellt har nu fyra kommuner och 200 markägare överklagat prospekteringstillståndet till länsrätten i Falun.

I fjol var det totalt två företag som uttryckligen ansökte om rätten att leta efter uran i totalt 21 områden i Sverige, skriver tidningen. Men även inom ramen för de övriga 768 undersökningstillstånd som finns, är det möjligt att prospektera efter uran.

Svenska Skifferoljeaktiebolaget har angivit att de i första hand letar efter aluminium, molybden och nickel. Kommunerna inom undersökningsområdet i Närke, och de 200 markägarna, är dock missnöjda och tror att det snarare handlar om ett intresse för olja eller uran i områdets alunskiffer.

## Manustävling utlyst

Tidningen Forskning & Framsteg har utlyst en manustävling för forskare. Det handlar om att skriva ett populärvetenskapligt manuskript för tidskriftens räkning.

Alla forskare verksamma vid svenska universitet, högskolor och forskningsinstitut och från alla fakultetsområden, har möjlighet att delta. Första pris är 25 000 kronor. Dessutom fördelar juryn 25 000 kronor på ytterligare pris.

Geologiskt forum hoppas att alla hugade geovetare nu tar chansen att visa vad de går för genom att skicka in (vinnande!) bidrag. Samtidigt hoppas vi på att få fortsatt många goda bidrag till vår egen tidning. Skribenter - hör av Er även till oss!

Sista inlämningsdag till Forskning & Framsteg är 1 september. För mer information - kontakta deras redaktion.



# Amfiteater planeras på Kinnekulle

Musik och underhållning i naturmiljö. Rustsätters kalkbrott på Kinnekulle (även kallat Hällekis stenbrott) kan inom en snar framtid vara omvandlat till en amfiteater med plats för tusentals besökare. Förebilden är Dalarnas Dalhalla. Men vad kommer att hända med områdets geovetenskapliga värden?

Den frågan ställer sig bland annat Mikael Calner, docent vid GeoBiosfärscentrum, Lunds universitet. Han är en av de som bedrivit forskning med anknytning till stenbrottet under årens lopp.

- I stenbrottet exponeras lagerföljder från ordovicium. Lagerföljden har varit, och är fortfarande, föremål för en betydande mängd vetenskapliga projekt, såväl nationella som internationella.

Det är föreningen Kinnekulle Amfiteaters Vänner som driver byggplanerna. För att en amfiteater ska kunna komma till stånd krävs flera olika tillstånd. Just nu arbetar kommunen med att ta fram en detaljplan för området, förslaget till detaljplan är ute på samråd. Dessutom har föreningen lämnat in en ansökan till Länsstyrelsen, om tillstånd enligt flera olika lagstiftningar inom miljöbalken, att bygga teateranläggningen.

## Känsligt område

Förslaget om en amfiteater har bidragit till en livlig lokal debatt huruvida en byggnation skulle påverka områdets rika naturvärden. Hela Kinnekulle är klassi-

ficerat som riksintresse för naturvård, baserat på geovetenskapliga värden och odlingslandskapet. Området ingår även i nätverket Natura 2000 samt är skyddat som naturvårdsområde.

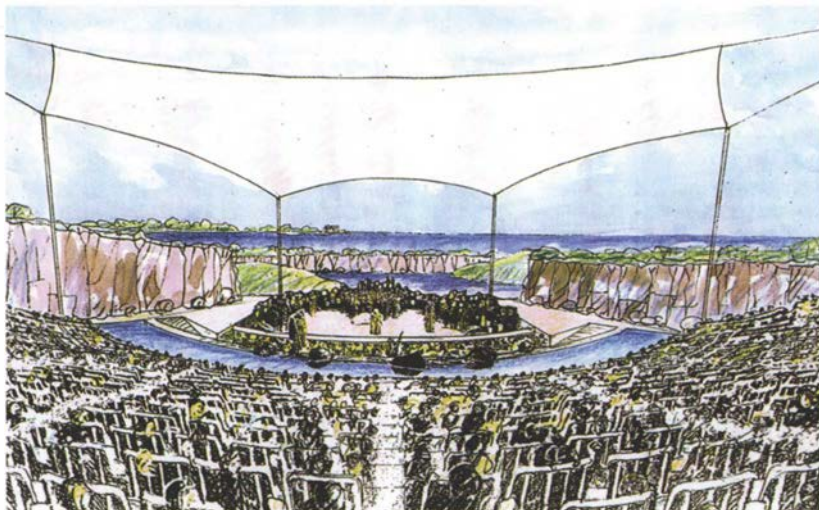
- Den föreliggande miljökonsekvensbeskrivningen tar hänsyn till ett spektrum av potentiella miljöhot, konstaterar Mikael Calner. Det som inte kommer fram i dokumentationen är det vetenskapliga värdet av sektionerna genom den ordoviciska ortoceratitkalkstenen.

## Viktigt garantera tillgängligheten

Han poängterar att de sektioner som i nuläget är praktiskt tillgängliga för provtagning har ett stort bevaringsvärde och att de i rimlig utsträckning betraktas som skyddsvärda.

- För att på bästa sätt integrera natur och kultur är det önskvärt att tillgängligheten för forskare och universitet garanteras, annars riskerar vi på sikt att förlora geologiska riksintressen, avslutar Mikael Calner.

Han bedömer dock att en amfiteater skulle kunna gynna de geovetenskapliga värdena på sikt - om planeringen och anläggandet sker på rätt sätt.



Till vänster: Arkitekten Erik Ahnborgs ritning av amfiteatern i Hällekis stenbrott (från Ord & Råd, Jönköping med tillstånd av Föreningen Kinnekulle Amfiteaters Vänner). Till höger: Världsunik forskning kring inflödet av kosmiskt damm och meteoriter till Jorden under denna period baseras i stor utsträckning på lagerföljder på Kinnekulle, däribland Hällekis stenbrott. På bilden en fossil meteorit och del av cefalopodskal (bläckfiskskal) från ortoceratitkalkstenen på Kinnekulle (foto: Birger Schmitz och Mario Tassinari).

# Forskare hemma igen

20 strapatsrika dagar är över. I november-december besökte ett svensk-argentinskt forskarteam den obebodda ön Isla de Los Estados, öster om Eldslandet i Argentina. Ön är känd för alla fartyg som går under och för att Jules Vernes har skrivit om "Fyrtornet vid världens ände". Ön är dock utforskad med avseende på **paleoklimat**.

Nu är förhoppningen stor att resultaten från fältarbetet ska ge nycklar som starkt bidrar till förståelsen av klimat och miljöutvecklingen - både regionalt och globalt sett.

FOTO Svante Björck och Barbara Wohlfarth

**Det var tredje gången** inom ramen för sitt så kallade Atlantis-projekt som Svante Björck, professor i Kvartergeologi från Geobiosfärscentrum, Lunds universitet gav sig iväg på fältarbete. Tidigare har han besökt de atlantiska vulkanöarna inom Azorerna samt Tristan de Cunha och Nightingale Islands i Sydatlanten. I och med arbetet på Isla de Los Estados utanför Eldslandet, på gränsen mot Antarktis - är en transekt fullbordad - nu binder han ihop tidigare forskning i norr (på Grönland, Island och Färöarna), med forskning i söder (Antarktiska halvön).

- Resan gick väldigt bra och den var annorlunda. Vi reste runt med båt och gjorde strandhugg, detta eftersom ön är mycket svårtillgänglig, förutom vid kusterna.

**Avfärden från ett** vintrigt Sverige var i slutet av november. Det som möte expeditionsdeltagarna i fält motsvarade en tidig svensk vår, berättar Svante.

- Vi hade snö, hagel, regn, storm och sol! Det var en helt ny logistik, detta att utgå främst från båten. Men det funkade och stämningen ombord var mycket bra. I fält låg fokus på provtagning och analys av paleoklimatiska arkiv från den senaste istidscykeln. Sjösediment, torvlagerföljder och glaciala avlagringar studeras med hjälp av ett brett urval av

undersökningsmetoder: Modern glacialgeologisk metodik, samt biologiska och geokemiska/fysikaliska metoder kombinerat med intensivt dateringsprogram och modellerings- och statistikmetoder.

**Resan till Azorerna** gick 2001. Tristan de Cunha och Nightingale Islands besöktes 2003. Nu var det alltså dags för det avslutande arbetet i Argentina.

- Data från denna resa kommer det att ta två-tre år att analysera, sammanställa och redovisa.

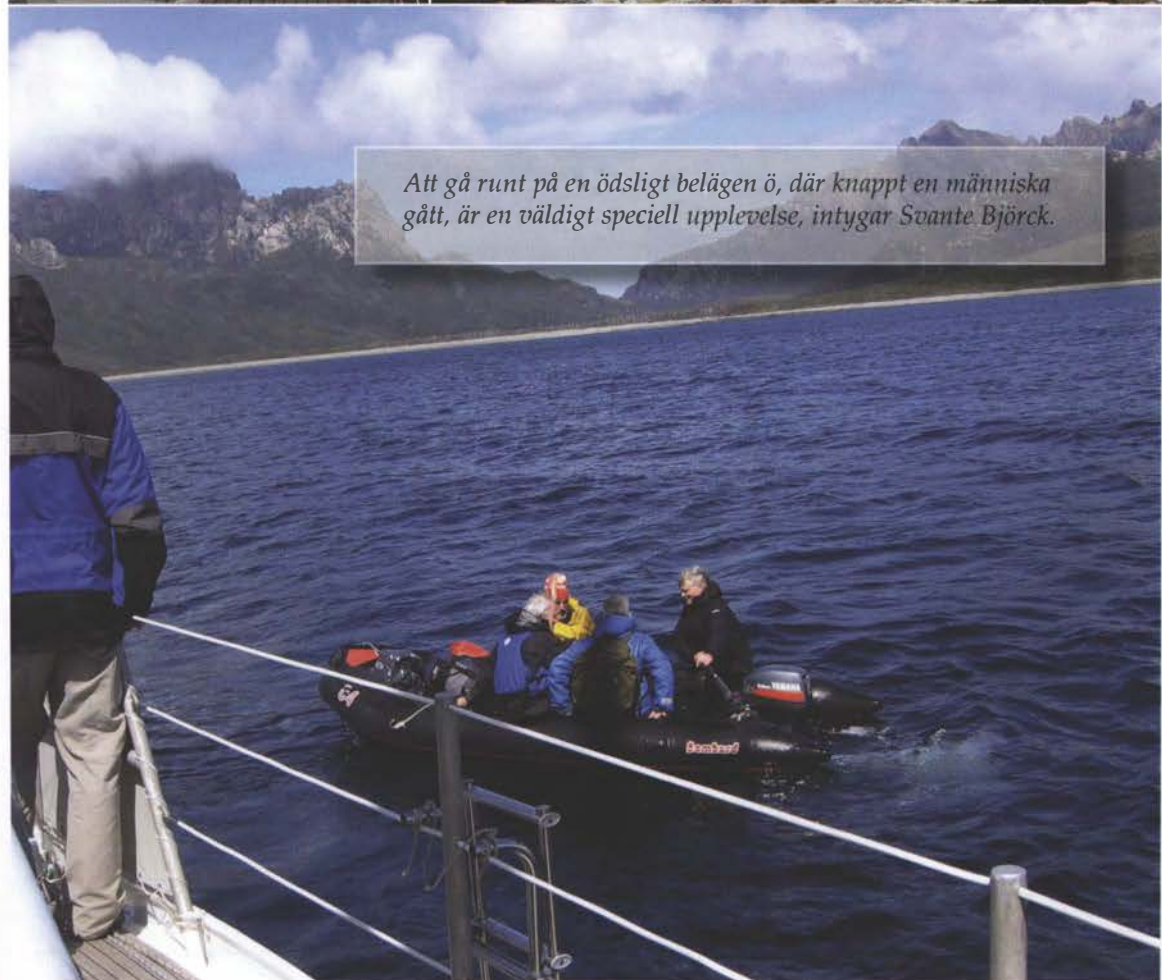
Vid årets expedition medverkade forskarna Barbara Wohlfarth från Stockholms universitet, och Karl Ljung, Christian Hjorth och Per Möller från Lunds universitet samt fem argentinska kollegor. Atlantis-projektet som finansieras av Vetenskapsrådet, syftar till att svara på frågor som:

- Hur är de två halvklotens klimatprocesser kopplade till varandra?
- Driver ett av halvkloten klimatet, eller varierar detta allteftersom olika klimatscenarion uppkommer?
- Sker förändringarna i fas eller existerar ett inbyggt fasförhållande?
- Hur pass regionala respektive globala är mindre och större klimatförändringar?



Forskarna låg i tältläger i nio dagar och tillbringade resten av tiden på båten, en 20 meter lång "motorseglare". I fältarbetet ingick att borra i mossar och sjöar, arbeta med kustskärningar, studera morfologi och ta ett stort antal trädringsprover, både levande och fossila.





*Att gå runt på en ödsligt belägen ö, där knappt en människa gått, är en väldigt speciell upplevelse, intygar Svante Björck.*

# En sten på markens ska man inte förakta

- den har också en himmel, bara vi ger oss tid

TEXT / FOTO Robert Lilljequist

**Denna dikt av** Bo Setterlind fanns för ett antal år sedan uppsatt på bussarna i Stockholm. För oss som sysslar med forskning kring nedslagsstrukturer i jordskorpan är dikten minst sagt talande. Tiden är viktig i flera aspekter. Det tog 25 år innan någon lyssnade på D. M. Barringer när han i början av 1900-talet menade att Coon Mountain (numera känd som Meteor Crater) i Arizona var bildad av en järnmeteorit och det tog 20 år innan någon tog Frans Erik Wickman på allvar när han 1963 föreslog att Siljan var bildad som en nedslagsstruktur.

De senaste åren har det varit en i det närmaste självklarhet att alla planeter i vårt solsystem varit utsatta för ett ständigt bombardemang av asteroider och kometer. För den som ännu tvivlar rekommenderas en titt i "The NASA Atlas of the Solar System" (publicerad 1997 av Ronald Greeley och Raymond Batson). Vår kära moder jord har vad vi kallar en dynamisk process där konti-

nentrörelser och tektonik, magma och vulkaner, erosion och sedimentation samt påverkan av hydrosfär och atmosfär sopar igen de flesta spår lika effektivt som den värsta tsunamin. Men för den ihärdige geologen finns fortfarande relikter bevarade som kan räcka till påvisandet av forna nedslag på jordklotet.

Under tidiga år av impaktforskning (nedslagsforskning) betonades cirkulära strukturer och nyfikna geovetare bläddrade nogsamt igenom topografiska kartor, satellitbilder och dataframställda kombinationer av geofysik och topografi. Detta kan mycket riktigt vara upptakten till upptäckten av nya nedslagsstrukturer, men en fältgeolog måste idag behärska långt fler instrument.

**Från den svenska** berggrunden är idag elva stycken nedslagstrukturer påvisade (se tabell) och ytterligare tre är misstänkta. Dessutom finns det potentiella

TABELL Nedslagsstrukturer i den svenska berggrunden.

KRATER	DIAMETER (KM)	ÅLDER (Ma)	MONOMIKT BRECCIA	POLYMIKT BRECCIA	IMPACT MELT	SLAG-KÄGLOR	"PSEUDO-TACHYLITES"	PDFs IN QUARTZ
HUMMELN	1,2	465						ja
TVÄREN	2	457	ja	ja			ja	ja
GRANBY	3	465	i borrhål	i borrhål				ja
MIEN	7	118	ja	ja	i borrhål			ja
BJÖRKBY	9	1210	ja	ja				ja
ÄVIKE	10	200-1200	ja	ja		tveksamt		ja
LOCKNE	13,5	455	rikligt	rikligt				ja
DELLEN	20	90		ja	"dellenit"			ja
GALLEJAUR	55	1875	rikligt	rikligt	ring-formad	troliga	ja	ja
DUOBBLON	50 el 80	1800	ja	ja	ja		ja	ja
SILJAN	75	377	x		begränsad	rikligt		ja
UPPLAND	320	1800	x	x	stor volym	tveksamt	rikligt	
TOR	40 m	2000 år						
SKEDVIKEN	5,5							



*Sudburybreccia,  
pseudotachylit i  
prekambriska gnejser.  
Sudbury ligger i  
Kanada och är en av  
de mest kända stora  
nedslagsstrukturerna  
på jorden (200-250  
kilometer i diameter)  
och med nickel-  
koppar-guld-pge  
(platina group  
elements)-malmer  
mellan den kristallina  
smältan och "target  
rock".*



kraterstrukturer som aldrig blivit undersökta i fält. De kända kratrarna varierar i storlek från 1,2 till 75 kilometer. Tar man den sammanlagda ytan motsvarar de kända kratrarna cirka 9 400 kvadratkilometer, vilket blir två procent av Sveriges yta. Om vi räknar med Upplandsstrukturen uppgår arean till 20 procent av Sveriges yta. Låter det rimligt?

**Följande indicier är** värdefulla när det gäller att identifiera en nedslagskrater:

#### 1. Monomikt brecciering

Underlaget till kratern har blivit utsatt för en omfattande uppkrossning, det ger intryck av att asaguden Tor varit framme med sin största slägga. I regel har bitarna inte glidit isär mer än att man kan lägga ihop dem som man fogar bitarna i ett pussel. Liknande brecciering kan uppstå i förkastningar, men har då en

annorlunda utbredning. I till exempel Gallejaur kan monomikt brecciering av granit och hydrotermalomvandlade vulkaniska bergarter ses uppträda över kilometerstora områden längs den forna kraterranden.

#### 2. "Pseudotachylitiska" gångar

Termen pseudotachylit användes första gången för att beskriva ett nätverk av gångar och massformiga partier av en finkornig mörk bergart i gnejserna vid Vredefort i Sydafrika. Om man besöker flygplatsen i Johannesburg kan man se dessa pseudotachylitiska gångar i gnejspelarna i ankomst- och avgångshallarna. De har uppstått genom mylonitisering och uppsmältning under högt tryck. Liknande fenomen finns även i deformationsstråk och anses där uppstå vid jordskalv. Den areella utbredningen är avgörande för tolkningen.

I det arkaiska underlaget norr om Sudbury-strukturen (i Kanada) förekommer mycket stora ytor med så kallad Sudburybreccia – svarta pseudotachyliter invävd i underlaget. Såväl underlaget till de svenska strukturerna Doublon och Gallejaur uppvisar pseudotachyliter. I den centrala delen av Upplandsstrukturen förekommer pseudotachylitbreccior längs motorvägen mellan Stockholm och Uppsala, elva kilometer norr om Arlanda. De har tidigare tolkats som basiska gångar.

#### 3. Slagkäglor

Dessa hästsvansliknande tektoniska koner finns endast bevarade i ett fåtal nedslagsstrukturer. De är mycket väl utvecklade i sandsten i Sudbury. De förekommer även (numera skyddade) i graniten i Siljans centrala dom. Slagkäglor uppstår vid ett tryck av mellan två och 25 GPa.

#### 4. Impaktsmälta

Impaktsmältor har historiskt förväxlats med vulkaniska bergarter och med intrusivbergarter (Sudbury). Miens smälta troddes vara en ryolit, liksom smältan med granitfragment i Doublon. Delleniten var först beskriven som en andesit och den kraftigt magnetiska

GRAVIMETRISK ANOMALI	MAGNETISK SIGNATUR	KOMMENTAR
ej undersökt		submarint bildad
ej undersökt	negativ	submarint bildad
negativ		submarint bildad
negativ	positiv i smältan	terrestrisk
negativ		terrestrisk
ej undersökt		tydlig cirkulär struktur
negativ	?	submarint bildad
negativ	positiv i smältan	terrestrisk
positiv i centr.	positiv i centrum	ej fastställt
ej känd		bevarad end. som ett segment
negativ	positiv i centrum	ring med äldre täckberg
positiv i centr.	radiell	ej bevisad, shockmineral saknas

smältringen kring den centrala domen i Gallejaur har gått under beteckningen Vargforsandesit, trots att den lokalt innehåller mellan 80 och 90 procent Jörngranitklaster. Sundius beskrev Stockholmsgraniten som en "främling i den svenska berggrunden" och denna otroligt klast-rika bergart (megabreccia enligt Stålhös) har tolkats som en impaktsmälta av författaren till dessa rader.

#### 5. Polymikt breccia

Polymikta breccior kan uppstå i flera geologiska sammanhang, men är mycket vanliga i och omkring impaktstrukturer. Speciellt uppmärksam måste man vara om klasterna är kantiga och mellanmassan minimal och om brecciorna har stor areell utbredning.

#### 6. Geofysiska kriterier

Mindre impaktstrukturer kännetecknas av ett gravitativt minimum medan större strukturer i regel ger ett gravitativt överskott. Tyngdöverskottet kan skapas genom att ett tyngre underlag "domar" upp mitt i strukturen. Impaktsmältor är ofta magnetiska på grund av att magnetit nybildas. Uppsprickningen i underlaget kan i regel mätas med VLF-metoder (Very Low Frequency). En noggrann studie av flyggeofysiska kartor kan leda till upptäckten av nya impaktstrukturer, vilket bland annat framkommit vid SGU:s undersökningar (Sveriges geologiska undersökning).

#### 7. Chockmetamorfa mineral

För att odiskutabelt kunna fastställa att en struktur eller ett strukturelement har uppstått genom ett nedslag av en himlakropp bör man kunna påvisa så kallade chockmetamorfa mineral. Relativt unga strukturer kan ha bevarat coesit (upptäckt 1953) eller stishovit (1961), vilka är högtrycksformer av kvarts (de bildas bara vid extremt höga tryck). Upptäckten av dessa mineral i Meteor Crater (Barringer krater) och senare Nördlinger Ries (1961) möjliggjorde för Shoemaker och Chao att definitivt kunna hänföra dessa strukturer till meteornedslag.

Typiska nedslag på jorden sker med en hastighet av 15-25 km/s och nedslagskroppen tränger ned i berggrunden till ett djup som ungefär motsvarar två till tre gånger kroppens radie. Huvuddelen av den kinetiska energin överförs till jordytan där den uppdelas i kinetisk och intern energi. Det största trycket uppstår nära centrum för nedslaget och är i storleksordningen flera hundra GPa (eller flera megabar). Tryck och temperaturfältet för endogen metamorfism är strax under 1000°C och 1 GPa tryck. Ovanför den elastiska Hugoniotgränsen (som ligger i området mellan 2-12 GPa för silikatmineral) bildas genom shockvågens tryck permanenta förändringar jämfört med ursprungsläget. Det kristallografiska tillståndet förändras. De tydligaste och bäst dokumenterade fenomenen är planära zoner i kvarts och fältspat. De syns som mikroskopiska parallella plan (ett par mikron breda) som motsvarar glidplan som fyllts med glas i fast tillstånd. I tektosilikat utvecklas dessa planära

Olika grader av uppsmältning av granitfragment i smältan i Duobblon.

Reproduktion från "Impact Tectonics"; Series: Impact studies. Koeberl, Christian; Henkel, Herbert (Eds.), 2005 Springer Verlag.



element under tryckbetingelser som varierar mellan 7,5 och 30 GPa, alltså vid tryck som mångfalt överskrider de tryck som kan uppstå genom endogena processer. Förekomsten av planära element i kvarts (PDF= planar deformation features) och fältspat bevisar således utan diskussion att dessa mineral tillkommit vid en kollision mellan en asteroid och planeten Jorden. Vid tryck överstigande 30-45 GPa omvandlas bergarter och mineral helt till glas (diaplektiskt glas). Som framgår av tabellen har planära element påträffats i alla i Sverige påvisade strukturer, vilka följaktligen bildats som nedslagsstrukturer.

**Men man skall inte ge** upp hoppet även om man inte kan hitta chocklameller i kvarts eller fältspat från en misstänkt struktur. Det tog många tunnslip och många år innan PDFs påträffades i Sudbury eller i Vredefort.

Kunskapen kring vad som händer när en främmande kropp med stor hastighet och kraft slår ned på jordytan och de bildningar som uppstår och som kvarstår har växt lavinartat de senaste 25 åren. Moduleringar som beräknar nedslagshastighet, kraterstorlek och djup, utkastat, omförflyttat och förångat material, sammansättning av den nedfallande kroppen (boliden, från engelskans "bolide"), geokemiska signaturer med mera har flyttat fram positionerna för vetenskapen kring nedslagsstrukturer. Det är bara att hoppas att dessa nya rön infogas i universitetsutbildningen och i det allmänna medvetandet. Vårt förhållande till kosmos har förbättrats avsevärt och glöm inte att den sten du tittar på kanske har sitt ursprung i himlen.

ROBERT LILLJEQUIST är Eurogeolog och konsult.



*Slagkäglor i sandsten i  
Sudbury. Maurits Lindström i  
förgrunden.*



*Impaktbreccia från  
Rochechouart (186 Ma)  
i södra Frankrike.*



*Till vänster: Autokton monomikt brecciering i svagt hydrotermalomvandlade vulkaniska bergarter som lokalt bildar kraterbotten till Gallejaurstrukturen. Denna typ av brecciering uppträder regionalt i de marginella delarna av strukturen. Till höger: Planära element i kvarts sett i mikroskop, 20 ggr förstoring, transmitterat ljus. Provet kommer från Duobblon.*

# NYA PUBLIKATIONER

## Utgivna i januari 2005

**Jordartskartan 25M Kalix SO**, skala 1:50 000.  
Serie Ak nr 46. Pris 76:50 kr. Dahlberg, N.

**Jordartskartan 25M Kalix SV**, skala 1:50 000.  
Serie Ak nr 47. Pris 76:50 kr. Dahlberg, N.

**Berggrundskartan 21K Robertsfors NV**, skala 1:50 000.  
Serie Ai nr 182. Pris 76:50 kr. Thelander, T. & Kero, L.

**Berggrundskartan 21K Robertsfors SO**, skala 1:50 000.  
Serie Ai nr 183. Pris 76:50 kr. Thelander, T. & Kero, L.

**Berggrundskartan 21K Robertsfors NO**, skala 1:50 000.  
Serie Ai nr 184. Pris 76:50 kr. Thelander, T. & Kero, L.

**Berggrundskartan 21K Robertsfors SV**, skala 1:50 000.  
Serie Ai nr 185. Pris 76:50 kr. Thelander, T. & Kero, L.

**Berggrundskartan 21L Anäset NV**, skala 1:50 000.  
Serie Ai nr 186. Pris 76:50 kr. Thelander, T. & Kero, L.

**Beskrivningen till berggrundskartorna**  
**2D Tomelilla NV, NO, SV, SO**  
**2E Simrishamn NV, SV**  
**1D Ystad NV, NO**  
**1E Örnahusen NV**

Serie Af nr 212-215. 141 sid. Pris 100 kr. Erlström, M.,  
Sivhed, U., Wikman, H. & Kornfält, K-A.

**Geokemiska kartan, markgeokemi. Metaller i morän  
och andra sediment Västra Mälardalen med Västerås  
tätort.** Serie Gk nr 4. 121 sid. Pris 175 kr. Andersson, M.

**Grundvattentillgångar i Nybroåsen.** Serie Rapporter  
och meddelanden nr 118. 38 sid. Pris 90 kr. Knutsson, G.

**The Bastnäs-type REE-mineralisations in north-  
western Bergslagen, Sweden.** Serie Rapporter och  
meddelanden nr 119. 34 sid. Pris 75 kr. (ed.) Andersson, U.

**Sveriges berggrund från urtid till nutid**, skala 1:1,5 milj.  
Serie Ba nr 76. Pris 20 kr. Bergman, S., Johansson, Å. &  
Stephens, M B.

## Utgivna i februari 2005

**Berggrundskartan 20E Hotagen NV**, skala 1:50 000.  
Serie Ai 178. Pris 80 kr. Mike B. Stephens, Torbjörn  
Thelander och Lars Karis.

**Berggrundskartan 20E Hotagen SV**, skala 1:50 000.  
Serie Ai 180. Pris 80 kr. Mike B. Stephens och Lars  
Karis.

**Karta över grundvattnet i Norrbottens län**, skala  
1:500 000. Serie Ah 24:1. Pris 80 kr. Thomas Aneblom.

**Karta över grundvattnet i kustdelen av Norrbottens  
län**, skala 1:250 000. Serie Ah 24:2. Pris 80 kr. Thomas  
Aneblom.

**Maringeologiska kartan 9I Landsortsdjupet -  
Nynäshamn**, skala 1:100 000.  
Serie K 3:1 och K 3:2. Pris 120 kr. Gunnar Bergh,  
Ingemar Cato, Bernt Kjellin och Fredrik Klingberg.

**Regionala geologiska och geofysiska kartor över  
Skelleftefältet med omnejd: Berggrundskarta**,  
skala 1:250 000. Serie Ba 57:1. Pris 80 kr. Benno  
Kathol, Pär Weihed, Ildikó Antal Lundin, Glenn Bark,  
Jeanette Bergman Weihed, Ulf Bergström, Kjell  
Billström, Leif Björk, Lillemor Claesson, Johan Daniels,  
Thomas Eliasson, Magnus Frumerie, Leif Kero, Risto  
Kumpulainen, Helena Lundström, Ingmar Lundström,  
Claes Mellqvist, Jesper Petersson, Torbjörn Skiöld,  
Thomas Sträng, Lars Kristian Stölen, Johan Söderman,  
Carl-Axel Triumf, Anders Wikström, Torbjörn Wikström &  
Hans Årebäck.

**Regionala geologiska och geofysiska kartor  
över Skelleftefältet med omnejd: Karta över  
metamorfosgrad, strukturer och isotopåldrar**,  
skala 1:250 000. Serie Ba 57:2. Pris 80 kr. Benno  
Kathol, Pär Weihed, Ildikó Antal Lundin, Glenn Bark,  
Jeanette Bergman Weihed, Ulf Bergström, Kjell  
Billström, Leif Björk, Lillemor Claesson, Johan Daniels,  
Thomas Eliasson, Magnus Frumerie, Leif Kero, Risto  
Kumpulainen, Helena Lundström, Ingmar Lundström,  
Claes Mellqvist, Jesper Petersson, Torbjörn Skiöld,  
Thomas Sträng, Lars Kristian Stölen, Johan Söderman,  
Carl-Axel Triumf, Anders Wikström, Torbjörn Wikström &  
Hans Årebäck.

Vill du köpa någon av våra produkter, kontakta:  
Kundtjänst, Sveriges geologiska undersökning, Box 670, 751 28 Uppsala  
E-post: kundservice@sgu.se  
Tel. vxl: 018-17 90 00, Fax: 018-50 10 20







## Utgivna i mars 2005

**Beskrivning till kartan över grundvattnet i Norrbottens län.** Serie Ah 24. Pris 80 kr. Thomas Aneblom, Bo Thunholm, Sune Rurling och Jonas Gierup.

**Höga Kusten med Ulvöarna.** Serie K 1. Pris 50 kr. Curt Fredén, Karin Grånäs och Jan-Olov Svedlund.

**Skuleberget & Skuleskogen.** Serie K 2. Pris 50 kr. Curt Fredén och Karin Grånäs.

## Utgivna - sommaren 2005

**Beskrivning till jordartskartan 9F Finspång SO.** Serie Ae 127. Pris 80 kr. Anders G. Lindén.

**Beskrivning till regional berggrundskarta över Kalmar län.** Serie Ba 66. Pris 100 kr. Nils-Gunnar Wik, Ulf Bergström, Åke Bruun, Dick Claeson, Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Leif Kero, Lena Lundqvist, Michael B. Stephens, Sam Sukutjo & Hugo Wikman.

**Geokemiska kartan. Markgeokemiska kartan i Västerbotten.** Serie K 7. Pris 90 kr. Kaj Lax.

**Berggrundsgeologisk undersökning. Sammanfattning av pågående verksamhet 2004.** Serie Rapporter och meddelanden 120. Pris 165 kr. Hans Delin (red.)

## Utgivna - hösten 2005

**Jordartskartan 16H Bergsjö NV, skala 1:50 000.** Serie K 10. Pris 80 kr. Björn Wiberg.

**Jordartskartan 16H Bergsjö NO, skala 1:50 000.** Serie K 11. Pris 80 kr. Björn Wiberg.

**Jordartskartan Gotland, norra delen, skala 1:100 000.** Serie K 4:1. Pris 80 kr. Sven-Ingemun Svantesson och Tor Söderlund.

**Jordartskartan Gotland, södra delen, skala 1:100 000.** Serie K 4:2. Pris 80 kr. Esko Daniel, Anders G. Lindén och Magnus Persson.

**Berggrundskartan 11G Västerås NV, skala 1:50 000.** Serie K 12. Pris 80 kr. Magnus Ripa och Lutz Kübler.

**Beskrivning till kartan över grundvattnet i Skåne.** Serie Ah 15. Pris 90 kr. Ove Gustafsson, Bo Thunholm, Mattias Gustafsson och Sune Rurling.

**Malmer, industriella mineral och bergarter i Stockholms län.** Serie Rapporter och meddelanden, 117. Pris 240 kr. Nils-Gunnar Wik, Micheal B. Stephens och Arne Sundberg.

**The Dynamic Silurian Earth.** Serie Rapporter och meddelanden 121. Pris 185 kr. Mats E. Eriksson och Mikael Calner (eds.)

## Utgivna i december 2005

**Jordartskartan 28K Gällivare, skala 1:100 000.** Serie Ak 50. Pris 80 kr. Hanna Dittrich.

**Berggrundskartan 2D Tomelilla SV & 1D Ystad NV, skala 1:50 000.** Serie Af 214. Pris 80 kr. Mikael Erlström och Karl-Axel Kornfält.

**Berggrundskartan 2D Tomelilla SO, 2E Simrishamn SV, 1D Ystad NO & 1E Örnahusen NV, skala 1:50 000.** Serie Af 215. Pris 80 kr. Mikael Erlström och Karl-Axel Kornfält.

**Berggrundskartan Kalmar län, skala 1:250 000.** Serie Ba 66. Pris 80 kr. Nils-Gunna Wik, Ulf Bergström, Åke Bruun, Dick Claeson, Cecilia Jelinek, Niklas Juhojuntti, Leif Kero, Lena Lundqvist, Mike B Stephens, Sam Sukutjo & Hugo Wikman.

**Description of regional geological and geophysical maps of the Skellefte District and surrounding areas.** 197 sid. Serie Ba 57. Pris 165 kr. Editors: Benno Kathol & Pär Weihed.

**Geokemiska kartan. Markgeokemi. Metaller i morän och andra sediment i Örebro län.** 75 sid. Serie K 41. Pris 75 kr. Jonas Holmberg



# SGU

Sveriges geologiska undersökning

# 17 000 borrhål

Borrkärnor från hela Sverige finns förvarade i det Nationella borrhålsarkivet i Malå. Arkivet är en guldgruva för alla dem som vill studera Sveriges berggrund - på djupet.

TEXT Leif Bildström och Jerry Hedström

FOTO Sveriges geologiska undersökning

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har borrarat efter malm i princip från det att myndigheten grundades 1858 fram till 1982. Boringarna upphörde i samband med att SGU:s egna prospekteringsverksamheten mer eller mindre avvecklades och flyttades över till SGAB (Sveriges Geologiska AB). Under de dryga 130 åren som SGU borrade i prospekteringssyfte sparades merparten av alla borrhålskärnor och under de sista decennierna producerades mer än 60 000 meter borrhålskärnor per år. Detta ledde till att arkiven så småningom blev överfulla och borrhålskärnorna lagrades därför tillfälligt i ett stort tält i väntan på att ett nytt nationellt arkiv skulle byggas.

SGU:s filial i Malå, Lappland, utgjorde basen för boringarna med ett stort antal borrhålsmaskiner och en borrhålsverkstad. Därför var det naturligt att förvaringen av borrhålskärnor från alla borrhålsplatser i Malå. Här fanns även karteringsrum där borrhålskärnorna undersök-

tes, bearbetades samt skickades för analys. På filialen i Malå fanns som mest under mitten av 1970-talet mer än 240 personer anställda.

## Fortsatt utveckling

År 1979 stod den första delen av det Nationella borrhålsarkivet klar med drygt 1000 kvadratmeter golvyta. Ganska omgående visade det sig att arkivet var alldeles för litet och ytterligare en lika stor sektion byggdes året därpå. De första borrhålskärnorna som arkiverades var de som redan fanns lagrade på olika platser i Malå.

Så småningom började arkivet växa rejält och enbart under åren 1990-1992 anlände mer än 200 000 meter borrhålskärnor från LKAB:s (Luossavaara, Kiirunavaara AktieBolag) prospekteringsarkiv i Hälsjöberg. Mellan 1994-1995 anlände stora mängder borrhålskärnor från Bolidens gruvor Garpenberg och Laisvall, vilket med-





förde att arkivet återigen blev överfullt. En ny utbyggnad gjordes därför 1996 med drygt 2000 kvadratmeter, arkivet hade då totalt en sammanlagd golvyta om drygt 4 000 kvadratmeter.

Borrkärnorna lagras genom ett pallsystem där pallarna staplas på varandra till max fyra meters höjd. Hanteringen av pallarna sker därför med hjälp av en truck. Alla de 17 000 borrhål som borrkärnorna representerar finns naturligtvis inlagrade i en databas, vilket ger snabb service vid frågor och hantering.

### Utåtriktad verksamhet

1992 bestämdes det genom ett riksdagsbeslut att SGU skulle upphöra med direkt malmprospektering. I stället välkomnades utländska prospektörer och en servicefilial med tio anställda upprättades i Malå. Vid filialen i Malå finns förutom borrkärnearkivet, bland annat mer än 7000 rapporter om olika fyndigheter, kartor och uppgifter om mer än 40 000 malmblock.

Det är ovanligt, även internationellt, att hitta så mycket geoinformation samlad på ett enda ställe. Malå har därför blivit en viktig plats för prospekteringsbolagen, som tillbringar mycket tid även i pappersarkiven i sin jakt på nya fyndigheter. En kombination av goda möjligheter till nya fyndigheter och en väl utbyggd infrastruktur gör att Sverige räknas som ett mycket intressant land ur prospekteringssynvinkel.

### Många besökare

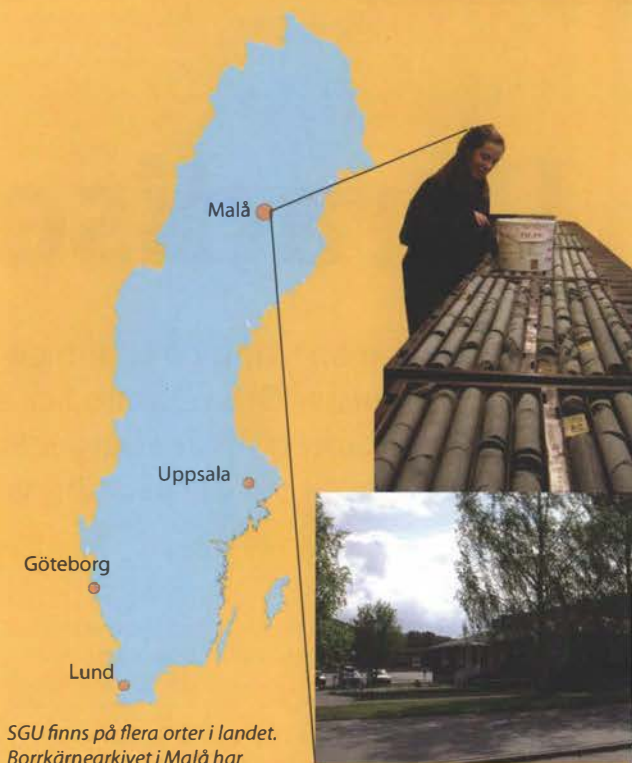
I första hand kommer besökarna från olika gruv- eller prospekteringsföretag, men även besökare som är intresserade av malm-, miljö- eller berggrundsforskning förekommer. Efter 1996 har besöksantalet i både kärnarkivet och Malås mineralinformationskontor ökat kraftigt, exempelvis var kärnarkiven bokade 365 dagar under 2004 för olika undersökningar av borrkärnor.

Det är tillåtet att ta nya prover för analys ur borrkärnor, men analysresultatet måste inlämnas till SGU när projekten avslutas. Det har visat sig vara särdeles viktigt att spara gamla borrkärnor. Bättre analysmetoder, nya kartor och inte minst dagens moderna mätteknik gör det möjligt att tillsammans med äldre bormaterial få fram de fyndigheter som man tidigare missade. Eller som en besökare uttryckte sig "Redan nu är det här arkivet en guldgruva att ösa ur!"

### "Gruvboom"

De senaste årens rekordhöga metallpriser med ökad prospektering och "gruvboom" som följd, har medfört att åtskilliga prospekteringsföretag nu tillfälligt arkiverar sin kärna i det Nationella borrkärnearkivet. I takt med att vissa områden omprioriteras så överläts borrhålen till SGU för slutlig arkivering.

Då överlämnas också eventuella nya analysresultat, vilket är mycket värdefullt när nästa prospekteringsföretag ger sig in i samma område. Statistiskt sett är det det femte bolaget som hittar fyndigheten, varför det är mycket viktigt med kompletterande analyser och rapporter efter hand.



SGU finns på flera orter i landet.

Borrkärnearkivet i Malå har

tio medarbetare. Här finns även SGU:s mineralinformationskontor.

### Framtiden

Historien går igen och åter håller nu arkivet på att bli överfullt. I dagsläget pågår förhandlingar om ännu en utbyggnad, vilket skulle ge möjligheter att som tidigare ta emot och arkivera mängder av nya intressanta borrkärnor. Aktiviteten i borrkärnarkivet visar att intresset är stort och överlämnade borrkärnor undersöks snabbt av andra företag. Förhoppningsvis kan flera av de arkiverade borrkärnorna så småningom leda till nya gruvor som i sin tur ger fler arbetstillfällen.

### Det Nationella borrkärnearkivets storlek

17 000 borrhål som representerar drygt 3,5 miljoner meter borrkärna, hur mycket är det egentligen? Jo, om man lägger alla borrkärnorna i en rad med början i Malå i södra Lappland så når man med råge Barcelona i Spanien! Vill någon undersöka borrkärnorna från alla borrhål och hinner med ett borrhål per dag, så kan han eller hon etablera sig i det Nationella arkivet i mer än 46 år! Vad vi vet finns ingen motsvarighet till detta arkiv på någon annan plats i världen.

LEIF BILDSTRÖM är geotekniker, SGU, Malå.

JERRY HEDSTRÖM är geotekniker, SGU, Malå.

# Paradiset som förs

Montserrat är en tropisk ö i Karibien som fram till 1990-talet lockade många lyxturister. Drömtillvaro fick ett abrupt slut under 1995 då ett vulkanutbrott började i berget Soufrière Hills. Utbrottet pågår fortfarande, även om det varit lugnare de senaste åren.

TEXT Erik Sturkell och Heidi Soosalu

FOTO Heidi Soosalu

**På kort tid förstördes** den tidigare välmående södra delen av Montserrat. Pyroklastiska flöden i kombination med lerskred omvandlade den prunkande vegetationen till ett grått och spöklikt landskap. Utbrottet har nu pågått i över tio år - och det håller på fortfarande. Möjligtvis kommer det att fortsätta länge.

Ouvertyren till utbrottsepisoden på Montserrat kom i januari 1992, då kraftiga jordskalv inträffade under den södra delen av ön. Aktiviteten tilltog fram till den 18 juli 1995 då ånga och aska började spridas. Situationen förvärrades i augusti samma år, då den första explosiva eruptionen inträffade. Aska förmörkade huvudstaden Plymouth under en kvart. Nu insåg man att detta var allvarligt. Den södra delen av ön evakuerades för första gången. Senare skulle området evakueras permanent. Under hösten 1995 sågs de första indikationerna på att

en lavadom höjde sig i de centrala delarna av Soufrière Hills. Med denna dom följde "hybrida" jordskalv med sin speciella karaktär. Man kunde senare utifrån jordskalvsmönstret göra kalkyler om kommande explosiva utbrott. Domen fortsatte att växa tills den kollapsade under våren 1996. I samband med denna kollaps kom det första pyroklastiska flödet ner för vulkanens sluttningar och det nådde ända ned till havet.

**Den vulkaniska aktiviteten** ökade och domen började återväxa, vilket ackompanjerades av jordskalv och skred längs vulkanens sidor. Domen växte till och kollapsade ett flertal gånger; med denna aktivitet följde pyroklastiska flöden. Detta upprepades många gånger de kommande åren och bergets utseende förändrades ständigt och trögflytande andesitisk lava trängde ut från domen. Domens dimensioner ändrade sig från







*Huvudstaden Plymouth, begravd i pyroklastiska flöden och lahare. Hela ön Montserrat är 16 km lång i nord-sydlig riktning och 10 km bred. Ön är uppbyggd av vulkanogent material. Men trots att Montserrat är uppbyggd av vulkaniska bergarter och att den ingår i en vulkanisk öbåge antogs ön inte längre vara vulkaniskt aktiv. Jordskalvinträffade dock under 1890, 1930- och 1960-talet.*

gång till gång, allt emellan 10 och 100 meter. Det var också olika delar av domen som växte till och kollapsade. Nya domer utnyttjade tidigare domer som stöd för sin egen uppbyggnad tills dess att dessa också kollapsade. Lerströmmar var vanliga eftersom klimatet i Karibien ger upphov till återkommande skyfall, som slammar upp aska och lera och sedan strömmar ner längs floddalarna. Det finns exempel på skred som har utlöst ytterligare vulkanisk aktivitet.

**Den första magmatiska explosionen** kom i september 1996 i samband med att en dom kollapsade. Askepелaren steg till tolv kilometers höjd och 600 000 ton av aska avlagrades på den södra delen av ön. Bomber och askfall ödelade flera byggnader. Den allvarligaste händelsen då 19 personer förolyckades, inträffade den 25 juni 1997. Den södra delen av ön var avspärrad på grund av eruptionen och befolkningen hade evakuerats. Öns enda flygfält låg i denna avspärrade högriskzon, men man höll trafiken igång i begränsad omfattning. Detta gjorde att en del av de evakuerade invaggats i en falsk säkerhet, och bönderna som hade lämnat sina djur efter sig i den avspärrade zonen ville tro att det gick bra att ta sig in i området under dagtid. Det hade gått bra många gånger, men denna ödesdigra dag i juni, kom ett enormt pyroklastiskt flöde ner mot öster. Detta flöde stannade 50 meter framför flygfältet men det hade då begravt 19 personer på sin väg. Men nu var flygfältet avskuret - nuförtiden kan man bara nå Montserrat med helikopter eller båt från närlägnade öar, då främst Antigua.

Efter katastrofen i juni 1997 började domen att växa igen, med medföljande lahare, skred och pyroklastiska flöden. Montserrats huvudstad Plymouth, begrav-

des djupare och djupare under avlagringar. Under hösten kollapsade domen igen. De följande pyroklastiska flödena ödelade det som var kvar av flygterminalen. Stora delar av ön utsattes för ett pimpstensregn. Efter denna kollaps växte domen på nytt och den orsakade ett flertal pyroklastiska flöden mot syd-väst och söder under de följande månaderna.

**andesit** vulkanisk bergart med 53-63 %  $\text{SiO}_2$ , som är mera viskos än basalt

**basalt** vulkanisk bergart med 44-50 %  $\text{SiO}_2$ , den basaltiska lavan är lättflytande

**fumarol** ventil, från vilken vulkaniska gaser väller ut i atmosfären

**hybridjordskalv** egendomlig blandning av vanligt och vulkaniskt jordskalv, förekomsten av dessa betyder att domen reser sig

**lahar** slamström

**lavadom** plugg av trögflytande lava som täpper igen en krateröppning, under domen byggs ett enormt tryck upp och detta brukar inte sällan leda till att domen sprängs bort och ett pyroklastiskt flöde bildas

**pyroklastiskt flöde** en tät, het och torr blandning av gas och glödande brottstycken som flödar snabbt längs marken, en vanlig hastighet för ett sådant flöde är 100-250 kilometer per timme



Bybyggare från den gamla världen har varit bosatta på Montserrat i femhundra år. Ovan till vänster: Den växande domen omges av ånga, sedd från Plymouth i september 2002. Till höger: Två veckor efter att Europeiska Seismologiska Kommissionens konferens på Montserrat fick hotellet där man hade huserat utrymmas helt på grund av ökad vulkanologisk aktivitet.

**I mars 1998 avstannade** domupbyggnaden och allt var lugnt fram till september. Askmoln observerades, jordskalv och ett mindre pyroklastiskt flöde ägde rum. Under hösten 1998 och 1999 orsakades omfattande lerskred av två orkaner med medföljande skyfall.

Hybrida jordskalv registrerades fortfarande och en ny dom observerades på toppen av berget i november 1999. Den uppskattades till 100 meter i diameter och 60 meters höjd. I januari 2000 hade domen en volym av 15 miljoner m<sup>3</sup> och lava strömmade ut med en hastighet av tre m<sup>3</sup> per sekund. I mars månad kollapsade domen och materialet flödade ner längs bergets sidor. Efter detta startade tillväxten igen. I juni 2001 var volymen 162 miljoner m<sup>3</sup>. I slutet av juni kollapsade den östra kanten. Detta flöde av katastrofala mått pågick åtta till nio timmar, då de pyroklastiska flödena avlöste varandra och strömmade ner mot öns östra kust. Vindarna

drev aska ända till Puerto Rico. Cirka 45 miljoner m<sup>3</sup> av domen försvann och berget hade blivit 150 meter lägre.

**Efter denna omvälvande** aktivitet återväxte domen och i februari 2002 hade toppen nått sin högsta nivå någonsin, på 1080 meter. Uppbyggnaden av domen fortgick och åtföljdes av pyroklastiska flöden fram till sommaren 2003. Den första juli 2003 registrerades ett stort antal hybrida jordskalv. Den nionde juli inleddes en intensiv jordskalvssvärm. Klimax nåddes den tolfte då jordskalven övergick till att endast vara av vulkanisk karaktär. Nu inträffade den tredje stora kollapsen av en dom! Över 120 miljoner m<sup>3</sup> försvann i ett moln av aska (molnet steg till 15 kilometers höjd). Kollapsen var över efter 24 timmar. Under den senare delen av 2003 lugnade vulkanen ner sig. Det enda onormala var att utströmningen av svaveldioxid ökade från 500 ton per dygn till 3600 ton per dygn. Den senaste större händel-

## SARGAT SAMHÄLLE

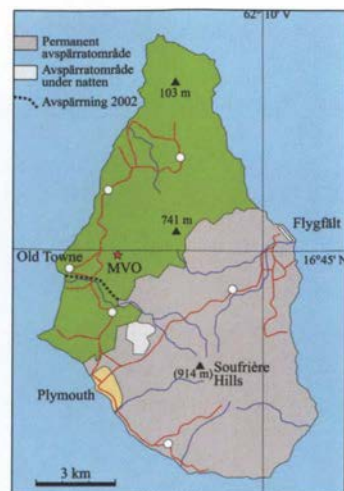
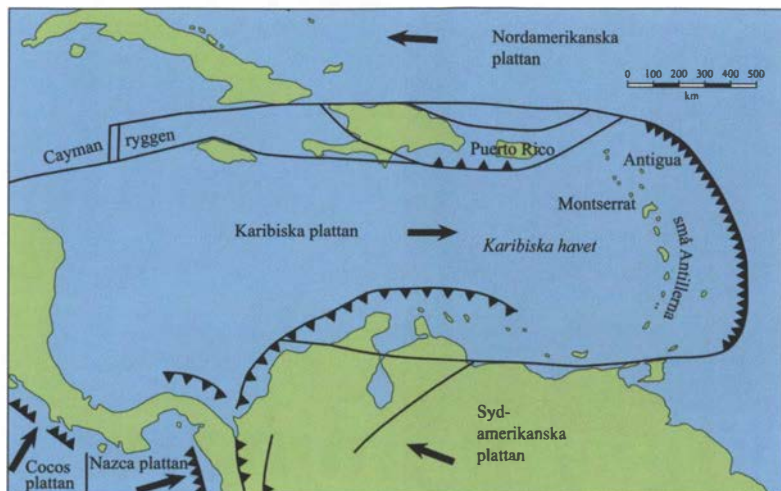
Utbrottet i Soufrière Hills har fått förödande konsekvenser för Montserrat. När utbrottet inleddes hade ön cirka tiotusen invånare. Nu finns bara hälften kvar. I början av utbrottet evakuerades befolkningen på den södra delen av ön till den norra, där människorna inackorderades i temporära bostäder. Detta orsakade sociala problem, till och med våldsamheter. Många emigrerade till andra karibiska öar och tack vare att Montserrat ingår i det Brittiska kolonialväldet fanns möjligheten att komma "hem" till England. Trots det våldsamma förloppet av den långvariga eruptionen omkom bara 19 personer, så civilförsvarets insatser fungerade bra.

För vulkanologer och seismologer har utbrottet i Montserrat varit en guldgruva. Hela utbrottet har kunnat följas med moderna metoder, och man lärde sig vulkanens mönster och man kunde börja förutsäga kommande händelser.

Forskarnas samarbete fungerar bra med civilförsvaret och detta har bidragit till att så få förolyckades. Detta högklassiga forskningsarbete genomförs av och under ledning av Montserrats Vulkaniska Observatorium (MVO). Observatoriet var först beläget i Plymouth men har flyttat runt mellan flera adresser efter det att huvudstaden begravdes. Nu har man uppfört specialritade byggnader för observatoriet. Forskningen på Montserrat har en multidisciplinär inriktning som innefattar alla tänkbara vulkanrelaterade områden.

Montserrat börjar långsamt att resa sig ur askan. Av den blomstrande turistnäringen är det inte mycket kvar; endast några få vulkanturister kommer till ön. Observatoriet organiserar exkursioner och föreläsningar för dessa turister. Nu håller man på att uppföra en ny flygplats, och detta kommer att betyda mycket för öns tillväxt.





Till vänster: Den plattekoniska situationen i Karibiska havet. Den Karibiska plattan rör sig bara med låg hastighet och den konsumeras på tre av fyra sidor. Det är bara i norr som viss tillväxt sker, där den Caymanska ryggen ligger. Den östra kanten av den Karibiska plattan blir konsumerad. Vid denna subduktionszon ligger en vulkanisk öbåge och i denna ingår Montserrat. Till höger: Karta över Montserrat, som visar situationen i slutet av året 2004. Hela den södra delen av ön ligger inom det permanent avspärrade området, som var större hösten 2002. Ett litet område är öppet under dagen. Montserrats Vulkaniska Observatoriums (MVO) nuvarande placering är markerad med en stjärna.

sen inträffade i mars 2004, då en explosiv kollaps av en dom ledde till ett pyroklastiskt flöde och ett askmoln som reste sig sju kilometer upp. Jordskalv och skred observeras sporadiskt. Antagligen är det ett inflöde av basaltisk magma in i en andesitisk magmakammare på fem kilometer djup, som kontrollerar och genererar utbrotten i Soufrière Hills. De senaste studierna indikerar att vulkanen har liten aktivitet för närvarande, men man vet inte ännu om detta bara är en paus - eller om allt är klart för denna gång.

Denna artikel är framförallt byggd på information från Montserrats vulkaniska observatorium och information från forskare som deltog i mötet, se nedan. Mera information om Montserrat finns på <http://www.mvo.ms> <http://earth.leeds.ac.uk/~aj/Multimol/>



Gränsen för den permanent avspärrade zonen på öns östkust.

ERIK STURKELL är doktor och forskare vid Nordiskt vulkanologiskt center, Islands universitet.

HEIDI SOOSALU är doktor och forskare vid Cambridge universitet, Storbritannien.

## PLYMOUTH - EN SPÖKSTAD

Den Europeiska Seismologiska Kommissionen anordnar bland annat möten som specialiserar sig på jordskalv i vulkaner. Varje år arrangeras ett möte vid/på en vulkan någonstans i världen. Eftersom flera av gruppens medlemmar är eller har varit involverade i forskningen vid Soufrière Hills, så beslutade man att hålla mötet år 2002 på Montserrat. Här en ögonvittnesbeskrivning:

"Under de mörka timmarna kunde man sitta på hotellaltanen och observera dramatiken med den glödande toppen och rödgula skred som kom ner längs vulkanens sluttningar. Den södra delen av ön med den forna huvudstaden Plymouth är bara tillgänglig för forskare och dessa far endast in i området när det är absolut nödvändigt. Under mötet arrangerades en exkursion till Plymouth. Den forna huvudstaden innebar ett

skrämmande sceneri, eftersom staden var halvt begravnad med flera meter av pyroklastiska flöden och lahare. Bara de översta våningarna och taken stack upp ur den gråa marken. Några kronor av palmer var synliga och dessa tycktes vara vid liv. Man kunde titta in genom fönstren och se efterlämnade tillhörigheter som nu var täckta av ett grått lager av aska. Stämningen var spöklik och vände man sig mot berget så såg man hur ånga steg upp. Skred hördes men dessa föll längs en sluttning som vette mot en annan riktning denna dag. Man kände närvaron av vulkanen och att något kunde ske när som helst. Folk höll samman i en grupp, där en person var i ständig kontakt med observatoriet, så att om jordskalv skulle börja, kunde evakuering ske direkt. Det var inte bara vulkanen som var faran, ty helt begravnade hus kunde kollapsa där man gick."



# I jakt på sällsynta mineral

Beryllium förekommer som huvudelement i cirka 100 olika mineral och av dessa finns ett stort antal i Norden, inom den Baltiska skölden. Att leta berylliummineral är spännande. De är mer eller mindre sällsynta, ofta vackra och de sitter i geologiskt intressanta miljöer. Några är rentav ädelstenar - i Finland finns **gulgrön heliodor** och i Norge kan man hitta **smaragd** och **akvamarin**.

TEXT Per Nysten och Lars Gustafsson.

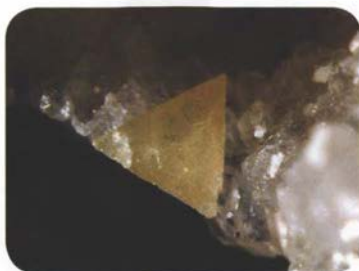
FOTO Bertil Otter och Peter Bring

**Den genomsnittliga halten** av grundämnet beryllium, Be, i den kontinentala jordskorpan är mycket låg (2,6 miljondelar). Detta innebär att det krävs extraordinära processer för att anrika beryllium till nivåer där berylliummineral kan bildas. Vattenrika smältor och så kallade hydrotermala lösningar kan koncentrera och avsätta höga halter av beryllium i pegmatiter och alkalina massiv. Följaktligen är det här vi finner de flesta berylliummineralen.

Beryllium hittas huvudsakligen i mineralet beryll i granitiska pegmatiter. Erik Jonsson har beskrivit beryl-

lens uppträdande i jordskorpan, dess historik samt fysikaliska och optiska egenskaper i Geologiskt forum nr 27 (från år 2000). Här vill vi bygga vidare på Eriks artikel och delge er läsare något om de övriga, mer eller mindre exotiska berylliumförande mineral som vi finner här i Norden.

**Av mineralen med beryllium** i den Baltiska skölden är vissa gemensamma för Finland, Sverige och Norge, dock syns en tydlig skillnad framför allt mellan de två sistnämnda länderna. Granitiska pegmatiter, vilka anrikar elementet beryllium i hög grad, förekommer i



Namnet "brillor" kommer från ordet beryll. För länge sedan användes klara prismor av beryll till glasögon. På fotografierna syns mineralen hydroxylherderit, helvit respektive milarit. Bilderna är förstoringar, kristallerna är i verkligheten bara millimeterstora.



alla tre länderna. I Finland finns även ett flertal berylliumförande så kallade greisenförekomster medan Norge kan stoltsera med Langesundsfjordens alkalintrusioner vars mineralrikedom även innefattar speciella berylliummineral (e.g. Hambergit, Behoit, Berborit). I de för Finland så karaktäristiska rapakivgraniterna finner man ädelstensberyller. I Luumäki i Viborgsmassivet finns gulgrön heliodor av yppersta kvalitet. Norska ädelstenar hittas i form av beryllerna smaragd vid Mjösa och akvamarin på Hurumlandet. Liknande förekomster saknas så vitt vi vet i Sverige. Vi har å andra sidan en komplex flora av ytterst rara berylliummineral i skarnmiljö; i Långban ensamt finns 13 stycken!

**I Finland finner** man 15 berylliummineral (Hytönen, 1999), i Norge ca 35 (Roy Kristianssen, pers. medd. 2005 ) samt i Sverige 32. Nästan hälften av alla kända berylliummineral återfinns i de tre länderna tillsammans vilket är anmärkningsvärt. Detta öppnar stora möjligheter för mineralsamlaren att själv söka rätt på dessa fascinerande mineral. Ett aktivt utbyte av material och information sker fortlöpande inom en grupp svenska och norska "berylliumfreaks". Kanske något även för dig?!

Översikten som presenteras på nästa sidan ger en bild av vad vi känner till om de viktigaste berylliumförande lokalerna i Sverige idag. Troligtvis har vi missat lokaler och vi tar tacksamt emot information från läsekretsen. Alnömassivets alkalina berggrund kan tänkas vara en källa där man kan söka efter ytterligare berylliummineral. Lokala små greisenförekomster finns bland annat i Siljangraniten och trakten av Trängslet i Dalarna. Varuträsk borde kunna härbergera beryllium-fosfater. Slutligen: vem finner den första beryllien i Långban? Ut och knacka!

*P.S Vi vill tacka Bertil Otter och Peter Bring för fotografierna.*

PER NYSTEN är universitetslektor vid Institutionen för Geovetenskaper samt intendent vid Evolutionsmuseet, båda vid Uppsala Universitet.

LARS GUSTAFSSON, är medlem i Stockholms amatörgeologiska sällskap.



*Mineralet bityt.*

*Stora fotot till vänster är från Stora Vika. Foto till höger: mineralet ciavennit.*



## REFERENSER

Enghag, P. Jordens grundämnen och deras upptäckt. Kap. 12 Beryllium 250-256. Industrilitteratur AB 2000.

Hytönen, K. 1999: Suomen mineraliit (Minerals of Finland). Geological Survey of Finland, Jyväskylä. 399 pp.

Jonsson, E. 2000: Beryll - ett mineral till nytta och nöje. Geologiskt Forum 27, 6-9

Kristiansen, R. 1999: Berylliummineraler i Norge. Stein, 26, V. 2, 8-23.

## BERYLLIUM

### Egenskaper och användningsområden

Beryllium bildar joner med laddningen +2 i mineral. Till viss del kan dessa ersätta trevärt laddade aluminiumjoner till exempel i mineralet milarit. Huvudsakligen återfinns dock beryllium på unika positioner i mineralen. Idag bryter man mineralet bertrandit i Utah i USA för utvinning av metallen beryllium. Denna är stålgrå och liknar kemiskt aluminium. Elementet har mycket låg densitet och hög smältpunkt. Den låga densiteten samt speciella värmeegenskaper gör att man gärna använder beryllium inom flyg- och rymdteknologi. Till nackdelarna hör att grundämnet är giftigt, sprött och dyrt att framställa. Inom analysutrustning där man har vacuumsystem utnyttjas beryllium som ett slags filter; det släpper igenom till exempel röntgenvågor men stänger ute oxiderande syre.

## DE SVENSKA BERYLLIUMMINERALEN

**Aminoffit.**  $[\text{Ca}_3\text{Be}_2\text{Si}_5\text{O}_{16}(\text{OH})_2]$  Tetragonala färglösa små kristaller tillsammans med baryt och kalcit i drusum i skarnmalm. Även på sprickor i hematit med wickmanit och gonyerit. Orange i kortvågigt UV. Långban. Namn: efter den svenske mineralogen och kristallografen *Gregori Aminoff*.

**Barylit.**  $[\text{BaBe}_2\text{Si}_2\text{O}_7]$  Glasglänsande ortorombiska kristaller i kalcitfyllda hålrum i arsenatskarn. Även som fältspatlika körtlar i manganskarn. Långban och sällsynt från Harstigen, där tillsammans med tefroit. Blå UV respons i kortvåg. Namn: efter grekiskans "tung"

**Bavenit.**  $[\text{Ca}_4\text{Be}_2\text{Al}_2\text{Si}_9\text{O}_{26}(\text{OH})_2]$  Uppträder som vita skivor och radiellt grupperade kristaller på sprickor i pegmatit från Högsbo och Utö. De bästa och rikaste fynden har dock gjorts i den ytterst lilla amazonitpegmatiten Riddaho i norra Värmland. Där har bavenit bildats efter beryll (s.k. pseudomorfo). Namn: efter italienska *Baveno*.

**Bazzit.**  $[\text{Be}_3\text{Sc}_2\text{Si}_6\text{O}_{18}]$  Små blå kristaller tillsammans med beryll från pegmatit i Göteborg. Namn: efter den italienske ingenjören *Bazzi*.

**Bergslagit.**  $[\text{CaBe}(\text{AsO}_4)(\text{OH})]$  Bildar monoklina kristaller och körtlar i Be-rik miljö i tilasitskarn. Dessa är mestadels mindre än 10 mm i storlek. Mineralen hittas som små vita gula fetglänsande kristaller som ofta är otydligt utbildade. Blå grönaktig respons i kortvågigt UV underlättar identifieringen. Namn: efter malmprovinsen *Bergslagen*.

**Bertrandit.**  $[\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2]$  Mineralen syns som vackra glasglänsande, ofta transparenta ortorombiska prismor i omvandlade beryller i pegmatiter. Hittas ofta tillsammans med euclas. Fyndorter är Selsvitberget, Kolsva och Arlanda. Namn: efter mineralogen *Emile Bertrand*.

**Beryll.**  $[\text{Be}_3\text{Al}_2\text{Si}_5\text{O}_{18}]$  Detta är ett vanligt mineral i svenska pegmatiter. Beryll varierar i storlek från några mm till dm (sällsynta fall meter). De är så gott som alltid gulaktiga och ogenomskinliga, mer ovanligt är gröna typer (Västkusten), blå (Götemar) samt vitt (Varuträsk, Utö, Arlanda). Namn: från det grekiska ordet *beryllos*.

**Beryllonit.**  $[\text{NaBePO}_4]$  Finns som omvandling av beryll i fosfatrika pegmatiter. Lokaler är: Norrö i Stockholms skärgård och Lilla Älgsjöbrottet i Kolmården. Mineralen är vitt och närmast fibröst i två vinkelräta riktningar (ser rutigt ut). Sällsynt. Namn: efter kemisk sammansättning

**Bityit.**  $[\text{CaLiAl}_2\text{BeAlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2]$  Ett sällsynt vitt omvandlingsmineral som hittas i kanten av helvinkristaller i pegmatit i Stora Vika kalkstensbrott. Namn: efter *Mt Bity*, Madagaskar.

**Bromellit.**  $[\text{BeO}]$  Bildar några mm stora hexagonala färglösa glasglänsande prismor associerade med magnesioferrit, blyoxider, mimetit och dolomit från Långban. Hittas även med flogopit och Mg-berzeliit i kalcitkörtlar i breccierad hematit-dolomit. Ett fynd är känt från Harstigen där mineralen observerades i en kalcitfylld körtel i tefroit. Bromellit är extremt hårt (9 på Mohs hårdhetsskala; enbart diamanter är hårdare!) och kristallografiskt är mineralen släkt med is ( $\text{H}_2\text{O}$ ) och zinkit ( $\text{ZnO}$ ). Namn: efter den svenske läkaren *Magnus von Bromell*.

**Chiavennit.**  $[\text{CaMn}(\text{Be}_2\text{Si}_3\text{O}_{13}(\text{OH})) \cdot 2\text{H}_2\text{O}]$  Detta är ett mineral som ursprungligen hittats i norra Italien. Nästan samtidigt upptäcktes det i Langesund i Norge och har senare hittats på Utö, Stockholms skärgård. Chiavennit bildar där gula till gulbruna glasglänsande hexagonala kristaller och kristallgrupper i hålrum och på tunna sprickor. Chiavennit är ofta associerat med milarit. Och de enskilda kristallerna når blott ett par mm storlek. Namn: efter den italienska staden *Chiavenna*.

**Danalit.**  $[\text{Fe}_8(\text{Be}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_2]$  Bildar bruna glasglänsande tetraedrisk kristaller tillsammans med fluorit och scheelit från Yxsjöberg nära Ludvika. Kristallerna kan nå flera cm storlek. Namn: efter den amerikanske mineralogen *James Dwight Dana*.

**Euklas.**  $[\text{BeAlSiO}_4(\text{OH})]$  Väl utvecklade glasklara platta monoklina euclaskristaller hittas tillsammans med bertrandit i omvandlade beryller från pegmatiter vid Kolsva och Selsvitberget. Namn: från grekiskan "eu" och "klasis" i betydelse bra spaltning.

**Fenakit.**  $[\text{Be}_2\text{SiO}_3]$  Den vackraste phenakiten finner man i Harstigen där mineralet bildar vingula till färglösa kristaller upp till 10 mm storlek. Associerade mineral är rodonit, gul granat och aktinolit. Små glasiga kristaller av phenakit återfinns i tilasit-berzeliittskarn i Långban. Kvartslika partier av mineralet är noterat i pegmatit från Stora Vika, Skrupetorp och Selsvitberget. Namn: efter grekiska ordet för att bedraga.

**Gadolinit-(Y).**  $[\text{Y}_2\text{Fe}^{2+}\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$  Detta kemihistoriskt intressanta mineral finns framför allt som grönsvarta monoklina glasiga kristaller i plagioklas från Ytterby, Vaxholm. Kristallerna är mycket väl utvecklade från denna lokal till skillnad från t.ex. de man finner i Finbo nära Falun. Namn: efter den finske kemisten *Johan Gadolin*.

**Gadolinit-(Ce).**  $[(\text{Ce}, \text{Nd})\text{Fe}^{2+}\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}]$  Bildar gröna korn (oftast mikroskopiskt små) tillsammans med Gadolinit-(Y), fluorbritholit-(Ce) och dollaseite-(Ce) i Malmkärra-, Johanna- och Östannmossagruvorna vid Norberg.

**Genthelvit.**  $[\text{Zn}_8(\text{Be}_6\text{Si}_6\text{O}_{24})\text{S}_2]$  Zonerade helvit genthelvitkristaller är beskrivna av Langhof med flera (2000) från Nyköpingsgruvans pegmatit, Utö. Namn efter den tysk-amerikanske kemisten *Genth*.

**Harstigit.**  $[\text{Ca}_6(\text{Mn}^{2+}\text{Mg})\text{Be}_4(\text{SiO}_4)_2(\text{Si}_2\text{O}_7)_2(\text{OH})_2]$  Detta är ett mineral som är unikt. Harstigit som givit namn åt mineralet är den enda kända lokalen. Harstigit bildar ortorombiska färglösa grå vingula kristaller av max 10 mm storlek. De bildar ofta korstvillingar och hittas inväxta i Mn-serpentin, kalcit, granat och alleghanyit på sprickor som skär ett tefroit-magnetitskarn. Mineralen visar en vinröd UV-respons i kortvåg. Namn: efter *Harstigsgruvan*, Värmland.

**Helvit.**  $[\text{Mn}^{2+}\text{Be}_3(\text{SiO}_4)_3\text{S}]$  Bildar små gula tetraedrar i hålrum i fältspatrig pegmatit från Utö. Även som flera cm stora ljusbruna matta kristaller i blåaktigt albit och mikroklin i pegmatit i Stora Vika (se bityit ovan). Skarnbundet finns mineralen i Långban och Harstigen. Namn: efter grekiska ordet för solen *helios* då kristallerna är gula.

**Hingganit-(Y).**  $[(\text{Y}, \text{Yb})\text{Be}_2\text{Si}_2\text{O}_8(\text{OH})_2]$  Som små vita till gulaktiga radiella aggregat i drusig albit associerad med grön



turmalin, kassiterit, kolumbit, zirkon, mikrolit och stibnit från Varuträsk. Finns även tillsammans med milarit, fluorit och allanit i drusig fältspat i Stora Vika pegmatiten. Minaeralet kan misstas för kvarts. Namn: efter bergsmassiv i Kina.

**Hurlbutit.**  $[CaBe_2(PO_4)_2]$  Svensk hurlbutit bildar glasiga orangebruna kristaller inväxta med andra Be-fosfater. Jämfört med den finska hurlbutiten från Viitaniemi syns den svenska hurlbutiten från Norrö vara mer grovkornig och visar bättre tendens till kristallbildning. Hurlbutit har även identifierats från Arlanda och Västanå järnmalmsgruva. Namn: efter den amerikanske mineralogen Cornelius S Hurlbut.

**Hyalotekit.**  $[(Ba,Pb,K)_2(Ca,Y)_2Si_6(B,Be)_2(Si,B)_2O_{28}F]$  Detta är ett svåridentifierat och ytterst sällsynt mineral från Långban. Dels liknar det glasglänsande vit fältspat dels det mer fetglänsande arsenatet svabito som dock *nota bene* visar en gul UV-respons. Associerade mineral är Pb och Ba-silikater, hematit, kalcit, baryt och hedyfan. Hyalotekit lyser intensivt gulgrönt i UV! Namn: från det grekiska ordet för *glas* och *att smälta*.

**Hydroxylherderit.**  $[CaBePO_4(OH)]$  Finns som vita omvandlingar av gulgrön beryll från Norrö. Associerad med orange hurlbutit och rosa väryrynenit. Minaeralet är oansenligt till utseendet men mineralsällskapet förenklar identifieringen. Namn: efter den tyske mineralogen S.A.W von Herder.

**Joessmithit.**  $[PbCa_2Mg_3Fe^{3+}_2(Be_2Si_6O_{22})(OH)_2]$  Amfibolsläktning. Den bildar högglänsande mörkbruna avlånga kristaller i ett gult pyroxenskarn från Långban. Gediget bly och röd blyoxid följer lokalt skarnet liksom även hematit. Namn: efter den amerikanske mineralogen Joseph Smith.

**Krysoberyll.**  $[BeAl_2O_3]$  Finns rikligast som gulgröna otydliga kristaller av flera cm storlek associerat med blågrön beryll i Kolsvapegmatiten i Västmanland. Även som små plattor i pegmatit vid Pershyttan och som små korn i en muskovitpegmatit i en vägskärrning nära Riddarhyttan. Namn: efter grekiska för *gyllene beryll*.

**Magnesiotaaffeit.**  $[Mg_3Al_8BeO_{16}]$  Ett enda fynd är känt av detta rara mineral. Rikligt med små gulbruna transparenta plattor i form av en sprickmineralisering(?) i hausmannitimpregnerad dolomit. Långban. Namn: efter E.C.R. Taaffe.

**Milarit.**  $[KCa_2AlBe_2Si_{12}O_{30}]$  Detta vackra mineral har identifierats från ett flertal pegmatiter varav de största kristallerna förekommer i lokalen Högsbo södra i Göteborg. De når här mer än 1,5 cm längd i form av tjockprismatiska blekt gulgröna hexagonala prismor. Små glasklara kristaller finns även på Utö tillsammans med chiavennit och bavenit. Ytterligare lokaler är Klinthöjden, Gruvberget, Stora Vika och Ytterby. Namn: efter Val Milar i Schweiz.

**Sverigeit.**  $[NaMn^{2+}MgSn^{4+}Be_2Si_3O_{12}(OH)]$  Ett fynd är känt vilket resulterat i ett fåtal stuffer och ett antal skärvor. Minaeralet bildar glasglänsande gula kristaller inväxta i kalcit på spricka i franklinit-jakobsitskarn från Långban. Namn: efter konungariket Sverige.

**Swedenborgit.**  $[NaBe_2SbO_7]$  Här har vi ytterligare ett unikum från Långban. Swedenborgit bildar högglänsande hexagonala transparenta vingula prismor av max 10 mm längd. Dessa är inväxta i kalcitkörtlar och kalcitbreccierad järnoxidförande

dolomit eller tillsammans med arsenatater i hematitrikt skarn. Minaeralet uppvisar en intensivt ljusblå UV-respons i kortväg. Namn: efter bergsmannen Emanuel Swedenborg.

**Trimerit.**  $[CaMn^{2+}_2Be_3(SiO_4)_3]$  Rosa orange glasglänsande trimeritkristaller är oftast inväxta i kalcitfyllda sprickor i hematitmalm eller i manganskarn. Kristallstorleken varierar från några mm till drygt en cm. Minaeralet har hittats i Långban, Harstigen samt Jakobsberg. Namn: efter optiska egenskaper visande en tredelning.

**Väryrynenit.**  $[MnBe(PO_4)(OH)]$  Uppträder i form av blekt rosenröda omvandlingar av beryll. Hittas som sällsynthet i pegmatit från Norrö, och Arlanda tillsammans med Be-fosfater. Namn: efter den finske geologen Heikki Väryrynen.

**Welshite.**  $[Ca_2Sb^{5+}Mg_3Fe^{3+}_2Si_6Be_2O_{20}]$  detta mineral är enbart känt från Långban. Där bildar det några mm stora mörkt bruna glasglänsande komplexa trikлина kristaller i en järnoxidförande dolomit. Paragenesen innefattar även flogopit. Welshiten förekommer dels direkt i dolomiten, dels i kalcitådror i denna. Minaeralet är rart men lokalt har rikliga fynd gjorts på varpen i Långban. Det finns även associerat med romeit. Namn: efter den amerikanske amatörmineralogen Wilfred R. Welsh.

AV PER NYSTEN / LARS GUSTAFSSON, se föregående sidor.

TABELL Fördelning av berylliummineral i granitiska pegmatiter respektive i skarnförekomster. \*Markerar mineral som finns i båda typer.

PEGMATITER	SKARNFÖREKOMSTER
Bavenit	Aminoffit
Bazzit	Barylit
Bertrandit	Bergslagit
Beryll	Bromellit
Beryllonit	Danalit
Bityit	Fenakit*
Ciavennit	Gadolinit-Ce
Euklas	Gadolinit-Y*
Fenakit	Harstig
Gadolinit-Y	Helvit*
Genthelvit	Hyalotekit
Helvit	Joessmithit
Hydroxylherderit	Magnesiotaaffeit
Hingganit-Y	Sverigeit
Hurlbyit	Swedenborgit
Krysoberyll	Trimerit
Milarit	Welshit
Väryrynenit	

# Jorden är ett klot

Om naturvetenskapen som metod att utforska världen.



TEXT Bengt Loberg

På 200-talet f.Kr. levde i Alexandria en grekisk lärd som hette *Eratostenes*. Han hade fått veta att en käpp, som var vertikalt nedstucken i marken på en viss plats, vid midsommar mitt på dagen klockan tolv inte kastade någon skugga. Platsen hette vid den tiden Syene, vilket motsvaras av våra dagars Assuan. En käpp, som på samma sätt nedsattes i marken i Eratostenes hemstad Alexandria, visade däremot samma dag och klockslag en mätbar skugga. Det föll Eratostenes in att den iakttaga skillnaden kunde betyda att jordytan är krökt och att observationen därför kunde användas för att beräkna Jordens omkrets. Han mätte därför såväl käppens som skuggans längd samt lät en slav uppmäta avståndet mellan Alexandria och Syene så exakt detta var möjligt. Med samtidens kunskaper i geometri och matematik kunde Jordens omkrets beräknas, förutsatt att Jorden är ett klot, en åsikt *Aristoteles* framfört redan ett hundra år före Eratostenes.

Eratostenes utgick alltså från hypotesen (antagandet) att Jorden är en sfär med mätbar omkrets. Nästa steg innebar insamlandet av mätdata vilka sedan behandlades matematiskt. Det resultat han kom fram till visade att Jorden har en omkrets av 250000 stadier, vilket med våra måttenheter motsvarar 46300 km (modernare mätningar har givit 40000 km). Detta blev Eratostenes slutliga hypotes.

Detta förblev en hypotes, tills dess att man experimentellt kunde visa att Jorden har klotets form. Hypotesens riktighet stärktes genom förverkligandet av den första världsomseglingen men även genom den observationen att varhelst man befinner sig på det öppna havet, ser alltid utkiken i fartygsmasten ett föremål vid horisonten innan föremålet blir synligt för dem som uppehåller sig på fartygets däck.

Vår egen tids rymdfärder har gjort det möjligt att med fotobildens hjälp visa att Jorden är en sfärisk eller mer korrekt en nästan sfärisk kropp.

Aristoteles hypotes från 300-talet f.Kr. har fått en för alla synbar bekräftelse först 2300 år senare. – Detta är ett exempel på hur en hypotes genom experimentell bekräftelse övergår till att bli en allmänt omfattad teori.

Eratostenes tillvägagångssätt vid utforskandet av naturen är grundläggande också för vår tids naturvetenskap. En av de modeller, som beskriver det naturvetenskapliga tillvägagångssättet, innebär samlandet av rådata och formulerandet av en preliminär hypotes. Efter närmare studium av data, förfinas hypotesen eller omformuleras den. Därefter publiceras den eller delges vetenskapssamhället vid någon kongress. Den kritik, som då framförs, föranleder vetenskapsmannen att ompröva sin hypotes, kanske mot bakgrunden av nya observationer, egna och andras. Han publicerar så en reviderad version av sin hypotes. Denna testas av vetenskapsmannens kolleger för att utröna gränserna för hypotesens giltighet. Först då, när den visat sig vara en inom givna gränser fungerande förklaringsgrund, har den uppnått rangen av teori.

Den här beskrivna modellen för vetenskaplig metod kallas "återkopplingsmodellen" eller på engelska *feedbackmodellen* på grund av att processen är genom återföring självjusterande. Vid första påseende kan modellen synas ge en tillfredsställande bild av det vetenskapliga teoribygandet. På flera punkter kan dock modellen ställas under debatt, ett meningsutbyte, som ytterst syftar till att ge svar på frågan: Hur vet man att naturvetenskapens resultat är sanna utsagor om den fysikaliska verklighet, som kan mätas och vägas?

Det första ledet i feedbackmodellen innebär, som redan nämnts, insamlandet av observationer till exempel mätningsdata. Redan *Frances Bacon*, som levde i slutet på 1500-talet och början av 1600-talet, argumenterade för att observationer skall vara den grund, på vilken hypoteser uppställas. Metoden kallas *induktion*.



Låt oss ta ett exempel. Vi observerar hundra vita svanar. Utifrån dessa observationer uppställer vi hypotesen: Alla svanar är vita. Denna hypotes kullkastas dock om så bara en enda svart svan observeras. Detta innebär dock inte att induktion skulle vara oduglig som metod. Vardagsmänniskan använder sig av den i sin naturliga strävan att orientera sig i tillvaron. Samma tillvägagångssätt använder vetenskapsmannen då han eller hon formulerar hypoteser. Svagheten består i att den uppställda hypotesen kan kullkastas; i vårt exempel om inte alla svanar utan undantag har kontrollerats med avseende på färg. Induktionsmetoden är dock praktisk till sin karaktär. Den kräver inte att man avsmakar allt vatten i världshaven innan man tillåts dra slutsatsen att havsvatten är salt.

En motståndare till den induktiva metoden var Bacons samtida *René Descartes*. Denne var matematiker. Han ville se deduktionen som den sanna vägen till kunskap. Idealet för honom var *Euklides'* metod att utifrån vissa fastställda definitioner och axiom med logisk stränghet bevisa en sats. Som redan nämnts innebär induktionen att en sats eller hypotes härleds ur ett begränsat antal observationer. Deduktionen däremot kräver att en sats härleds ur redan givna satser.

Vi tar ännu ett exempel. Den första givna satsen säger: Alla svanar är vita. Den andra satsen säger: Min fågel är en svan. Genom deduktion får vi slutsatsen: Min fågel är vit. Om min fågel i själva verket är svart till färgen, måste åtminstone en av de två satserna vara falsk. Av detta exempel framgår bland annat att den deduktiva metoden kan användas för att testa hypoteser, vilka kan vara satser formulerade genom induktion.

I Descartes efterföljd framträdde på 1930-talet den österrikiske filosofen *Karl Popper*. Också han avfärdade

induktionen som vetenskaplig metod och krävde att slutsatser och hypoteser skall formuleras genom deduktion. Han menade nämligen att inga observationer, på vilka man grundar hypoteser, är objektiva i den meningen att de är förutsättningslösa är gjorda eller insamlade. Medvetet eller inte är observationerna påverkade av en redan uppställd hypotes.

Villkoren för en korrekt teori är enligt Popper följande: Den skall vara internt överensstämmande, den får inte vara tautologisk, det vill säga vara en upprepning av en utsaga genom två olika formuleringar och den måste leda till förutsägelser som kan testas.

Poppers kanske viktigaste bidrag till kunskapsteorin utgör det originella påpekanandet att resultatet av sådana tester aldrig kan bevisa teorins giltighet. Endast misslyckade försök att motbevisa en teori kan godtas som belägg för det som teorin utsäger och då bara tills vidare. Trots att teorier enligt Popper aldrig kan bevisas vara sanna utsagor, kan de likväl styrkas. Graden av bestyrkande bestäms dock inte av antalet styrkande fall (i vårt exempel antalet observerade svanar), utan av svårighetsgraden hos de tester teorin motstår.

Vetenskapliga teorier visar tendens till ett inbördes hierarkiskt förhållande, varmed menas att senare tillkomna teorier är beroende av vissa fundamentala teorier. *Imre Lakatos*, en i England verksam vetenskapsfilosof, såg det som ett beroende av ömsesidig art. Han beskrev de fundamentala teorierna som kärnteorier, vilka skyddas av hjälpteorier. Ett sådant synsätt förklarar varför det är så svårt att i vissa fall motbevisa kärnteorier. Om ett experimentellt resultat inte överensstämmer med vad kärnteorin utsäger, är vetenskapsmannen inte absolut tvingad att förkasta den. Han kan välja alternativet att justera hjälpteorierna

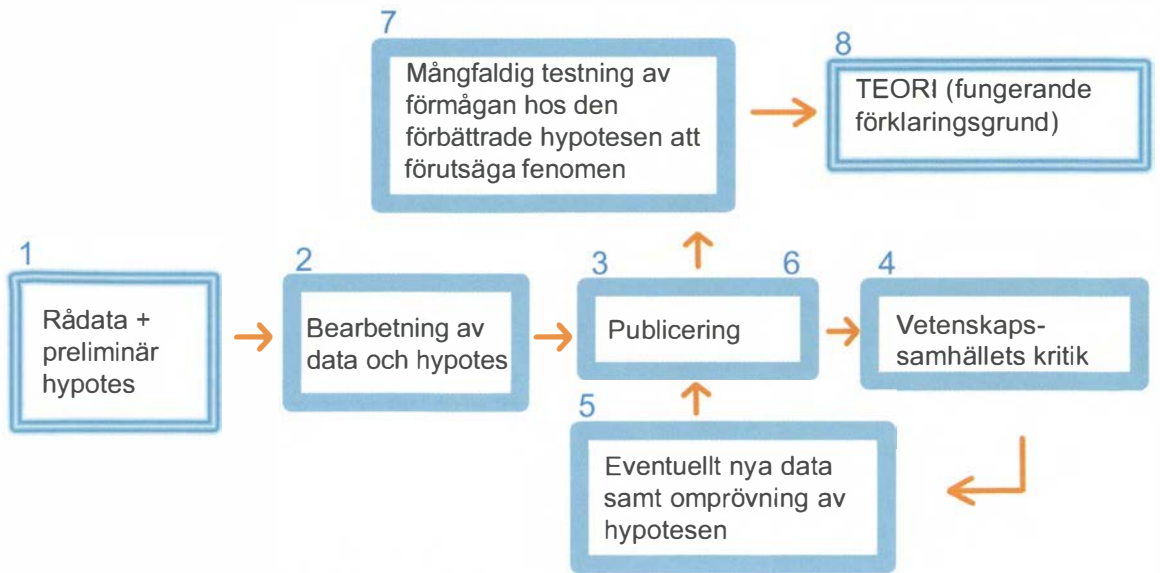


BILD Feedbackmodellen, modifierad efter Sparkes, 1981.

så att kärnteorin och resultatet av experimentet harmonierar. På så sätt kan kärnteorin leva vidare. Denna skyddsstrategi används även i det mest respekterade teoribyggande.

Ett system bestående av i varandra gripande hjälpteorier kopplade till en kärnteori har av *Thomas Kuhn* kallats ett *paradigm*. När ett paradigm kullkastats innebär detta att kärnteorin med alla dess hjälpteorier vräks över ända. Denna process kallad vetenskaplig revolution är en oftast smärtfylld process, vilken kräver ett radikalt nytänkande. Som exempel kan väljas den heliocentriska världsbildens detronisering av den geocentriska det vill säga när man övergav föreställningen att Jorden befinner sig i världsaltets centrum och i dess ställe placerade Solen. Detta kom mycken oro åstad inte minst inom den katolska kyrkan med bl.a. kätteri-processer som följd.

I nom den akademiska världen finns också motstånd gentemot radikalt nytänkande. Det etablerade och invanda har sina envisa försvarare; ett förhållande som *Max Planck* formulerat sålunda: "Ett betydande, naturvetenskapligt nytänkande banar sig sällan väg genom att gradvis omvända sina motståndare; det händer så sällan att Saulus blir Paulus. Vad som sker är att opponenterna så småningom dör och att den växande generationen från början görs förtrogen med idén."

För att betona kontrasten gentemot den vetenskapliga revolutionen kallar Kuhn det fortlöpande förfinandet av de kärnteorin omgivande hjälpteorierna för *normal vetenskap*, vilket innebär ett samtidigt utforskande av paradigms giltighetsgränser. Det är först när funna avvikelser byggs upp till en gräns, där dessa inte kan harmonieras med det rådande paradigmet genom formulerandet av hjälpteorier, som man börjar sökandet efter ett nytt paradigm.

En annan forskare, *Paul Feyerabend*, ställde sig ytterst skeptisk till de empiriska bevisens förmåga att motbevisa en teori. Till den grad tvivlande var denne att han hävdade: "endast en princip kan under alla omständigheter försvaras nämligen den att "anything goes". Logiskt sett har Feyerabend rätt. Kan en teori skyddas av hjälpteorier varför kan då inte alla teorier skyddas? Att så inte kan vara fallet beror på att naturvetenskapen som metod är en feedbackprocess, vilken har gränser för möjlig anpassning.

Feedbackmodellen som plan för det naturvetenskapliga teoribyggandet kan lämpligen jämföras med vår erfarenhet av feedbacksystem inom industrin och även vår hemmiljö. Som exempel väljs den termostatreglerade centraluppvärmningen vilken är målsökande och som vanligen kommer nära målet, en konstant inomhustemperatur; detta trots att ingen del av systemet är perfekt fungerande. På motsvarande sätt når vetenskapen sitt mål, det vill säga att finna giltiga förklaringar till de observerade fenomenen, trots att det vetenskapliga kunnandet innehåller fel och ofullkomligheter.

Lakatos' ovan citerade uppfattning att ofullkomliga kärnteorier kan skyddas genom välanpassade hjälpteorier har sin begränsning. Inget aldrig så omfattande hölje av skyddsteorier kan rädda en helt inadekvat kärnteori; lika litet som aldrig så mycken feedback kan förmå en felaktig värmepanna att hålla den rumstemperatur som vi önskat erhålla genom vår termostatstyrda värmeanläggning.

Man kan konstatera att feedbackmodellen erbjuder flera fördelar. För det första kan man med dess hjälp avfärda Feyerabends tes att "anything goes". För det andra hjälper oss modellen förbi frågan vilket som kommer först, observationen eller hypotesen. Modellen placerar data och hypotes i samma feedbackkrets. Slutligen för det tredje tillåter modellen vetenskapsmannen att samtidigt eftersträva enkelhet och sanning.

För *Albert Einstein* var enkelheten hos den vetenskapliga teorin ett mål av utomordentlig betydelse, trots att vi inte har några belägg för att sanningen måste vara enkel. Vi kan dock tillåta oss att ha enkelheten som ett sekundärt kriterium medan kravet på teorin som en fungerande förklaringsgrund ändå måste vara det primära.

Naturvetenskapen gör ej anspråk på att dess teorier utgör eviga sanningar, vilka förklarar fenomenens innersta väsen. Dit hän kommer vetenskapen aldrig, ty "fenomenet i sig" är oåtkomligt för kunskap. Dock, det uppmätta och vägda, det som inom accepterade gränser för sannolikhet kallas fakta, bildar en ständigt växande mängd, ur vilken en allt mer tillförlitlig och vidgad bild av materien och Universum växer fram.

*"All vår teori är icke annat än ett sätt att föreställa oss fenomenens inre förlopp på ett konsekvent sätt, och den är antaglig och tillräcklig, då alla i vetenskapen kända fakta kunna därur härledas. Ett sådant föreställningssätt kan likväl vara falskt och torde tyvärr ofta så vara, ehuru det ändå, i en viss period av vetenskapens utveckling, lika fullkomligt svarar mot ändamålet som en riktig teori. Erfarenheten ökas, fakta inträffa, som ej därmed överensstämmer, och man nödgas uppsöka ett nytt föreställningssätt, passande även till dessa fakta; och på detta sätt skola tvivelsutan från tidevarv till tidevarv föreställningssätten ombytas, i mån som erfarenheten utvidgas, och det fullt riktiga kanske aldrig uppnås. Men om också detta mål icke kan upphinnas, förkastom likväl icke bemödandet att komma det närmare."*

(Citatet från: J.J.Berzelius: Lärobok i Kemi Bd.3, 1818 )

---

BENGT LOBERG är docent i Mineralogi och petrologi.



# KALENDARIUM

## NOTERAT

**26-29 april** Vilnius, Litauen. Tredje internationella konferensen om metaller i miljön. Ett arrangemang inom ramen för FN:s Geologins År / Year of Planet Earth. Arrangör: Institute of Geology and Geography, Lithuanian Metal ecology Society och Lithuanian Radiation Protection Society.

**18-19 maj** Stockholm, Sverige. Internationellt symposium i Medicinsk geologi. Arrangör: Kungliga Vetenskapsakademien.

**2-7 juni** Aachen, Tyskland. Rapid Mine Development, Aachen International Mining Symposia. Symposiets syfte är att förmedla "know-how" i gruvutveckling till den internationella gruvindustrin, tunnelbyggare, samt underleverantörer, administratörer och andra experter i branschen. Arrangör: Aachen University.

**8-14 juni** Östersund, Sverige: Workshop on "Impact Craters as Indicators for Planetary Environmental Evolution and Astrobiology". Mer information kan fås via Dr Jens Ormö, ormo@inta.es

**26-30 juni** Cardiff, Wales, Storbritannien. Femte internationella kongressen om miljögeoteknik på temat Möjligheter, Utmaningar och Ansvar inom miljögeoteknik. Arrangör: Den internationella geotekniska föreningen (ISSMGE) med stöd av internationella geosyntet föreningen (IGS) och den brittiska geotekniska föreningen.

**15-16 september** firas Geologins Dag i Sverige. Invigningen sker i SKB:s (Svensk Kärnbränslehantering AB) regi i Äspölaboratoriet på fredagen den 15 september. Arrangör: Föreningen för Geologins Dag.

★ En pjäs om översvämningskatastrofen i New Orleans. Det planerar dramatikern Niclas Svensson vid Dramaten i Stockholm att skriva. Han är intresserad av "samhällsteater" och har bland annat skrivit en pjäs om Pariskravallerna tidigare.

★ Geologi på TV. I ett inslag om att leta Guld får titarna följa med reportern Frida i underjorden och till ett borrhälsarkiv. Reportaget har sänts som ett inslag i barnprogrammet Hjärnkontoret. I ett annat inslag får titarna reda på hur Asfalt görs. Inslagen kan ses via hemsidan [www.svt.se](http://www.svt.se).

★ Samlad kunskap minskar skadeverkan av naturkatastrofer. Det är visionen bakom bildandet av KTH Direct - eller Disaster Resilience Centre vid Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. Invigningen var i januari. KTH Direct ska omvandla forskning i handling - som minskar sårbarheten i samhället.

★ Med syfte att göra naturvetenskapen förstärkt! Sverige har fått en professor i vetenskapskommunikation. - Mr Ilan Chabay kommer att flytta till Sverige i sommar med sin familj. Professuren är gemensam för Chalmers och Göteborgs universitet och skapad av Hasselbladsstiftelsen. Tanken är att starta vetenskapliga studier på området att göra naturvetenskaplig forskning mer synlig och lättillgänglig för en bredare publik. Samt att underlätta kommunikationen mellan allmänhet och vetenskap. Installationsföreläsningen hölls den 8 mars.

## Stenkul för barn och ungdomar



Stimulans till intresse för Teknik och naturvetenskap. Det är syftet med Legos senaste experimentverkstad "Invasion av Mars", som kan prövas i vår, bland annat vid UppTech i Jönköping, ett av Sveriges tjugotal Science Centers. Besökare vid centret (främst barn och ungdomar) får prova

att programmera robotar med syfte att få med sig stenprover hem från planeten Mars - innan rymdstationen invaderas. Barnen lär sig nog inte särskilt mycket om geologi... Men har förhoppningsvis stenkul i alla fall!

## Mer forskning i världsklass

Flera svenska forskningsprojekt håller världsklass. Det visar en utvärderingen av de 48 projekt som sökt medel hos den pan-europeiska föreningen ESF (European Science Foundation) inom ramen för EUROCORES (European Cooperative Research Projects) program "European Mineral Sciences Initiative". Av de 48 projekten rekommenderas 13 för vidare finansiering via ESF. Tre av de fyra högst rankade projekten är med svensk medverkan och projekten bedöms vara av världsklass. Svenska namn bakom ansökningarna är exempelvis Sandra Piazzolo, docent i geologi vid Stockholms universitet och Ulf Hålenius, professor vid Naturhistoriska riksmuseet. Mer att läsa på [www.geol.lu.se](http://www.geol.lu.se) och [www.esf.org](http://www.esf.org)

# "Ett geologiskt praktverk"

**Grönland är inte bara** inlandsis utan här finner vi även en av världens mest spännande och varierande geologi. Här finner man jordens äldsta bergarter, exotiska fossil som den fyrfotade fisken och kilometertjocka lavaplatåer. Boken "Grønlands geologiske udvikling" är en resa genom den stora öns hela historia.

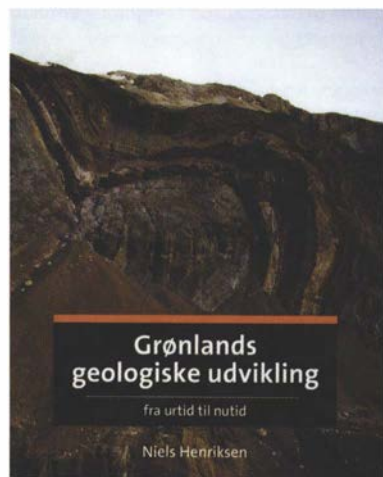
De inledande kapitlen beskriver kortfattat den geologiska utvecklingen, hur kunskapen om Grönland vuxit fram och hur landskapets former skapats av inlandsisen och landhöjningen. Sedan följer de rena geologiska beskrivningarna, logiskt placerade från äldst till yngst. Det börjar med urbergets bergarter och bildning. Här presenteras de olika prekambrika terrängerna med sina graniter, gnejser och grönstenar. Följande kapitel tar upp de sedimentära bassängavlagringarna. Här presenteras även de fossil man finner i sedimenten. De bergarter som omvandlats i samband med den kaledoniska bergskedjeveckningen beskrivs i ett eget kapitel. De yngre sedimentära bergarterna presenteras tillsammans med de ibland spektakulära fossilfynd som gjorts där. Bland annat de ca 360 miljoner år gamla *Ichthyostega* och *Acanthostega*, de fyrfotade fiskarna.

Beskrivningen av landets bergarter avslutas med de tertiära platåbasalterna som bildades då Grönland frigjordes från Norge och Nordatlanten började bildas. Sedan följer beskrivningar av hur havsbotten ser ut runt om Grönland och hur geologiska undersökningar av denna går till, inte minst viktigt för oljeprospekteringen. Inlandsisen och den kvartära glaciationshistoriken får ett eget kapitel som även innefattar klimatets ändringar de senaste årmiljonerna.

Boken avslutas med en genomgång av Grönlands rika naturtillgångar, allt ifrån mineralråvaror som kryolit, guld, diamanter och olja. Här får vi även information om Grönlands gruvhistoria.

**De geologiska beskrivningarna** åtföljs av ett omfattande bakgrundsmaterial i form av faktarutor och ordförklaringar. Även dessa har sin logiska placering i boken. I de inledande kapitlen får man veta jordens uppbyggnad och den geologiska tidsskalan. I kapitlet om de äldsta bergarterna kan man lära sig om deformationsstrukturer och omvandlingar i berget. Grönländska mineral (både vanliga och ovanliga), bergarter och fossil redovisas med tydliga fotografier och korta texter. Läsaren får sig även till livs hur man undersöker berggrunden med flyggeofysiska mätningar, hur absoluta och relativa åldersbestämningar går till, vad geokemiska undersökningar kan användas till och stratigrafins grunder samt hur sekvensstratigrafi går till.

**Bildmaterialet är rikt** och väl använt. Förutom fotografier så förekommer många geologiska kartor och



Niels Henriksen 2005: *Grønlands geologiske udvikling, fra urtid til nutid. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS)*. ISBN: 87-7871-163-0, 270 sidor.

principskisser. Lokalerne för de geologiska fotografierna är föredömligt markerade på kartor.

I en så omfattande bok som denna dyker det naturligtvis upp en del som man kan anmärka på. Till exempel presenteras grafiten i Isusedimenten alldeles för okritiskt som spår av mycket tidigt liv. Här borde även alternativa tolkningar fått utrymme. Avsnitten om olja och gas känns också onödigt långa, man undrar hur mycket annat intressant som valts bort istället.

Det första man tänker när man ser boken är att: varför kan vi inte göra något liknande i Sverige? "Grønlands geologiske udvikling" är verkligen en imponerande och tung bok, 270 sidor helt i färg. Boken är helt enkelt ett geologiskt praktverk skrivet på ett skandinaviskt språk. Det är bara att gratulera danskarna för att de lyckats genomföra ett sådant projekt.

/ Joakim Mansfeld är doktor i geologi och geokemi vid Stockholms universitet, ansvarig utgivare för *Geologiskt forum* och redaktör för den vetenskapliga tidskriften GFF.



# Vådan av att inte tala samma språk

**Tro det eller ej** men många vet inte vad skillnaden är mellan geologi och geovetenskap. I samtal med kollegor, när jag undervisar eller träffar på skolelever har jag märkt att vi använder begreppen olika. I många sammanhang använder man ordet geologi synonymt med geovetenskap utan att tänka efter, och denna begreppsförvirring leder faktiskt till problem. Vi pratar med varandra utan att alltid förstå vad vi menar.

Var kan man då hitta en bra definition på de olika begreppen? Det första stället jag söker i är Sveriges Nationalencyklopedi. Under "geovetenskap" kan man läsa följande: *"Sammanfattande namn på de vetenskaper som utforskar jordklotets historia, struktur, sammansättning, egenskaper och resurser samt de processer som verkar på och i jordklotet. Till geovetenskap brukar man räkna bl. a. geodesi, geologi, geomorfologi, glaciologi, hydrologi, meteorologi, klimatologi, oceanografi, geofysik och geokemi."*

Wikipedia, den fria encyklopedin definierar geovetenskap som *"en sammanfattande benämning på de vetenskaper som studerar jordklotet, dess historia, fysiska förhållanden samt de processer som är verksamma i och på dess yta"*. Ämnesområden är, enligt Wikipedia: *berggrundsgeologi, jordartsgeologi, kvartärgeologi, stratigrafi, sedimentologi, geomorfologi, glaciologi, hydrologi, hydrogeologi, meteorologi, klimatologi, oceanografi, paleontologi, geofysik, geokemi, geodesi, medicinsk geologi och naturgeografi.*

**Definitionerna skiljer sig** inte så mycket åt. Däremot är det olika ämnen som ingår i begreppen. Vid en snabb titt på definitionen av kvartärgeologi (mitt eget ämne) blev jag överraskad: den stämmer inte med kvartärgeologernas definition av kvartärgeologi. Enligt Wikipedia omfattar kvartärgeologin enbart tiden sedan den senaste nedsläningen, men enligt INQUA (International Union for Quaternary Research) omfattar kvartärgeologi de senaste 2,5 miljoner åren. Vilken skillnad! Men vem har då rätt? Wikipedia eller INQUA? Det är nog inte så svårt att gissa vad jag anser!

Om det finns så olika uppfattningar om ett litet delämne, hur ser då definitionen av geovetenskap ut i Encyclopaedia Britannica? Ja, begreppet finns inte ens i sökregistret. Däremot hittade jag ord som *geografi, geologi* (*the fields of study concerned with the solid Earth. Included are sciences such as mineralogy, geodesy, and stratigraphy*) och *"Earth science"*: *the fields of study concerned with the solid Earth, its waters, and the air that envelops. Included are the geologic, hydrologic, and atmospheric sciences. The broad aim of Earth sciences is to understand the present features and the past evolution of the Earth and to use this knowledge, where appropriate, for the benefit of humankind.*

Är det vi kallar för geovetenskap att likställa med begreppet "Earth science" på engelska? Nej inte rik-

tigt. *Earth science*, enligt Encyclopaedia Britannica, är inte samma sak som geovetenskap enligt definitionen i Sveriges Nationalencyklopedin eller Wikipedia. Kanske skulle man kunna dra slutsatsen att *Earth science* är en del av det vi kallar för geovetenskap?

**Jag letar vidare på** webben, men använder mig nu av sökordet "geoscience definition" (fick inga bra träffar på "geoscience") och hamnar på Wikipedia igen, denna gång på den engelska sidan: *"Earth science (also known as geoscience, the geosciences or the Earth Sciences), is an all-embracing term for the sciences related to the planet Earth. It is arguably a special case in planetary science, being the only known life-bearing planet. There are both reductionist and holistic approaches to Earth science. The major historic disciplines use physics, geography, mathematics, chemistry, and biology to build a quantitative understanding of the principle areas or spheres of the Earth system"*.

Äntligen! Här har jag en bra definition, som är så bred att den inkluderar nästan allt. Earth Science/s eller geoscience/s omfattar litosfären (t ex geologi, kvartärgeologi, geofysik, geokemi, paleontologi, petrologi, stratigrafi, sedimentologi), jordmånen, hydrosfären (oceanografi, limnologi, hydrologi), atmosfären och kryosfären (is, snö). Kolla själv, på <http://en.wikipedia.org/wiki/Geoscience> (jag garanterar intressant läsning).

Hur bra stämmer denna definition överens med den bild och den kunskap som förmedlas till våra studenter, till elever på grund- och gymnasieskolorna, till media och allmänheten? Lever vi upp till den breda definitionen av geovetenskap som Wikipedia ger eller använder vi våra egna definitioner? Ser vi geovetenskap som ett brett ämne som förmedlar kunskap om vår planet Jorden och dess ofta dramatiska historia, och som ökar vår förståelse för dess olika processer och deras samverkan mellan Jordens olika sfärer? Försöker vi förstå helheten och sambanden eller fokuserar vi enbart på vårt eget lilla delämne? Är vi medvetna om hur oerhört viktig geovetenskaplig kunskap är – och hur mycket denna kunskap påverkar vårt dagliga liv och vår egen överlevnad?

**Det skulle vara** intressant att få veta vad ni läsare anser om Wikipedias hemsida, deras definition av geovetenskap, vad ni anser om geovetenskap i allmänhet och om det faktum att geovetenskap enbart representeras av geografi i våra skolor! Hör gärna av er till Geologiskt forum!



/ Barbara Wohlfarth, ordförande i Geologiska Föreningen och professor i Kvartärgeologi, Stockholms universitet.

Geologiska Föreningen  
Institutionen för geologi och geokemi  
Stockholms universitet  
106 91 Stockholm

# GEONYTT

På denna sida upplåter Geologiskt forum kostnadsfritt plats för information som är relevant för föreningens medlemmar eller geointresserad allmänhet. Har du något du vill tipsa om hör av dig till redaktionen senast 15 maj. Nästa nummer av tidningen kommer ut i juni 2006.

## ÅRSMÖTE - KOM OCH MINGLA!

Geologiska Föreningens årsmöte går av stapeln den 1-2 juni i år, på Geovetarcentrum i Göteborg.

Torsdagen den 1 juni: Årsmötesförhandlingarna startar kl.18 och avslutas med en trevlig middag. Föredrag hålls preliminärt av årets Angelin-pristagare samt av vinnaren av den vetenskapliga tidskriften GFF:s pris till bästa kvartärgeologiska manuskript under året som gått. Kanske håller puben öppet en stund efteråt ?!

Fredagen den 2 juni: Exkursion i Göteborgs skärgård kl 8-16. Guidning av David Cornell, Per Wedel, Rod Stevens och Olof Larsson.

*Alla nya och gamla medlemmar är varmt välkomna! Mer utförlig information om programmet kommer senare i vår.*

## KOMMANDE NUMMER

Geologiskt forum nr 50 blir på temat Geologiska sevärdheter / Geologi som turistmål. Tidningen kommer ut i juni, lagom till semestern! Manusstopp är 1 maj.

Geologiskt forum nr 51 kommer ut i början av september i samarbete med Geologins Dag. Tidningen är extra tjock (48 sidor) och temat är Geologins roll i samhället / Geologi till nytta och nöje. Manusstopp är 1 juni.

*Hör av dig till Anna Kim-Andersson tel 0708-20 50 10 om du är intresserad av att medverka som skribent, eller har tips och idéer på artiklar/notiser.*

## GEOLOPPIS

SÄLJES: Geijer & Magnusson  
"De mellansvenska järnmalmernas geologi"  
SGU Ca35, 800 SEK. Ring Johan 070-6618622

## ATT PRENUMERERA...

... på Geologiskt forum i år (nr 49-52) kostar 160 kronor. Gör så här: Betala 160 kronor till Geologiska Föreningen på plusgiro 2108-9. Märk inbetalningskortet "Prenumeration på Geologiskt forum 2006". Kom ihåg att ange namn och postadress.

Ordinarie lösningspris för Geologiskt forum är 50 kr. Information angående äldre volymer av Geologiskt forum fås via redaktionen: [gff@geo.su.se](mailto:gff@geo.su.se)

## GEOLOGISKA FÖRENINGEN

Geologiska Föreningen organiserar främst yrkesverksamma och akademiskt verksamma geovetare inom alla geovetenskapliga discipliner, samt välkomnar alla som är intresserade av ämnet.

Från 2006 kostar medlemskapet 450 kr/år och inkluderar prenumeration på *Geologiskt forum* och den engelskspråkiga vetenskapliga tidskriften *GFF*, samt full tillgång till *GFF online*. Studerande betalar endast 225 kr/år (under max. 4 år). Medlemskap enbart inkluderande *Geologiskt forum* kostar 250 kr/år. Enbart medlemskap utan prenumerationer kostar 100 kr/år.

Gör så här: betala medlemsavgiften till Geologiska Föreningen på plusgiro 2108-9. Märk inbetalningskortet Ny medlem (alt. ny studerandemedlem) i Geologiska Föreningen, avgift för 2006. Skriv tydligt ditt namn och adress på inbetalningskortet,

Från och med 2006 kan man även betala medlems- och prenumerationsavgift med kort (Visa och Master Card) på elektronisk väg. Gå in på [www.gff-online.se/](http://www.gff-online.se/) för mer information.

### Geologiska Föreningens styrelse 2005-2006

**Barbara Wohlfarth**, ordf., Inst. f. naturgeografi och kvartärgeologi, Stockholms universitet, 10691 Stockholm, tel. 08-164883; [barbara@geo.su.se](mailto:barbara@geo.su.se)  
**Mikael Calner**, sekreterare, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 22362 Lund, tel. 046-2227379; [mikael.calner@geol.lu.se](mailto:mikael.calner@geol.lu.se)  
**Åsa Frisk**, skattmästare, Institutionen för geovetenskaper, Villavägen 16, 752 36 Uppsala, tel. 018-4712740; [asa.frisk@geo.uu.se](mailto:asa.frisk@geo.uu.se)  
**Joakim Mansfeld**, redaktör, Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 10691 Stockholm, tel. 08-6747727; [gff@geo.su.se](mailto:gff@geo.su.se)  
**Mark Johnson**, ledamot, Geovetarcentrum, Göteborgs universitet, Box 460, 40530 Göteborg, tel. 031-77302808; [markj@gvc.gu.se](mailto:markj@gvc.gu.se)  
**Pär Weihed**, ledamot, Luleå tekniska universitet, 97187 Luleå, tel. 0920-491371; [par.weihed@sb.luth.se](mailto:par.weihed@sb.luth.se)  
**Linda Wickström**, ledamot, Sveriges geologiska undersökning, Box 670, 75128 Uppsala, tel. 018-179313; [linda.wickstrom@sgu.se](mailto:linda.wickstrom@sgu.se)