

# GEOLOGISKT FORUM

NR 54 JUNI 2007  
ÅRGÅNG 14

**Fossil  
som konst**

**Linné  
som geolog**

**Frimärket  
som förändrade kartan**





7



10



11



19

## INNEHÅLL nr 54 juni 2007

## NYHETER OCH REDAKTIONELLT

	SIDA
Vatten på Mars.	3
Fossil som konst.	4-5
Notiser. Modellerna underskattar arktiska isens avsmältning.	6
LOMROG går till nya farvatten.	6
Järnmalsfyndigheter kan även innehålla koppar och guld.	7
Hallå där! Martin Testorf och Christina Lundmark.	8
Årsmöte och exkursion.	9
Kalendarium & Noterat.	28
Möte i caféet.	29
In Memoriam: Erland Grip	29
Sista ordet: Patrik Nilsson.	30
GEONYTT, notiser, nya stödprenumeranter mm.	31
	32

## ARTIKLAR &amp; REPORTAGE

Arkivet: <i>Asaphus expansus</i> . Jan Bergström.	10
"Så talar stenarna..." om Linné som geolog. Sven Lundqvist.	11-15
Vulkanfrimärket som ändrade kartan. Erik Sturkell.	16-17
Annorlunda frostmarksfenomen. Esko Daniel.	18-20
Sandsten formad av vågor och vind. Claes Mellqvist.	21-23
En pärla i Bohuslän. Hans Årebäck.	24-27

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

Illustratör, omslagsbild: Tomas Lif.  
Upplaga: 1 700 ex.  
Tryckeri: Masala media.  
Ordinarie lösnummerpris: 50 kr.

För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adress-  
ändring 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 ordi-  
narie medlemskapet i Geologiska Föreningen. En helårsprenumera-  
tion på Geologiskt forum utan medlemskap kostar 160 kronor/år.  
Ange namn, adress och e-postadress, vid betalning  
till vårt Plusgiro: 2108-9.

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.  
Mer information på [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)

Varmt välkommen att kontakta tidningens redaktör Anna  
Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt forum – hör av  
dig innan du sänder ditt manuskript. Författarna svarar själva för  
innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum är på  
temat Energi ur ett geoperspektiv. Utgivning i början av september.

Geologiska Föreningen  
1871



# Vatten på Mars

Synen på Mars, den röda planeten, har förändrats. Förr beskrev forskarna Mars som en ökenplanet, men denna bild är felaktig. Det finns vatten på Mars, mestadels i form av is, kanske stundtals även som rinnande vatten.

Mars är en iskall planet med ett atmosfärstryck så lågt, i bästa fall en hundradel av förhållandena vid Jordens yta, att vatten främst förekommer som is och till mycket begränsad del som gas i atmosfären.

– Trots det har vi, vid jämförelse av bilder tagna vid olika tillfällen, sett nyttillkomna spår längs några slutningar som vi tolkar som spår efter rinnande vatten, berättar professor i geofysik Maria T. Zuber, Dept. of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences vid MIT, Massachusetts Institute of Technology, som höll ett populärvetenskapligt seminarium vid Craafordjubileet i Lund i början av april.

Spåren måste betyda att rinnande vatten trots allt förekommer vid vissa förhållanden i den annars genomfrusna marken.

– Vi ser också spår av katastrof-flöden, likväl som vi ser deltaliknande strukturer, som skulle kunna vara äldre, vattenavsatta avlagringar. Kanske har planeten en gång varit täckt av ett cirka 600 meter djupt hav? Förutom fysiska bevis finns det geologiska och kemiska bevis för att det tidigare har funnits vatten på Mars yta i mer

vidsträckt form.

– Att vara duktig är bra men att ha tur är ännu bättre, fortsätter Zuber. En av våra undersökningsfarkoster trillade av misstag ner i en krater. Vi fick därmed fotografier av en geologisk profil. Vi ser i lagerföljden bland annat avlagringar som liknar vattenavsatta sediment på Jorden. Och vi har bilder som visar på evaporiter.

Det vatten som finns på Mars idag bedöms finnas som is under markytan, förutom det "synliga" vatten som finns uppbundet i stora istäcken vid planetens poler. De två senaste bildserierna från Mars, tagna med några års mellanrum, visar att istäcket över planetens nordpol minskat. Skulle detta kunna vara ett bevis för att det just nu pågår en uppvärmning i hela solsystemet?

Maria T. Zuber tar påståendet med en stor nypa salt.

– Det är för tidigt att dra några slutsatser. Vi får vänta och se vad framtidens bilder visar gällande polarisarnas utbredning på Mars, konstaterar hon.

Mars ligger en och en halv gång längre bort från solen än Jorden. Planeten är mindre än vår. Ett marsår är 687 jorddagar, en marsdag motsvarar 24,3 jordtimmar. Mars kallas även för den röda planeten. På dess yta finns lösa avlagringar och det blåser mycket, de finkorniga partiklar som således ständigt finns i den mycket tunna koldioxidhaltiga atmosfären gör att Mars himmel är rödfärgad, medan solnedgångarna är blå. Vid polerna finns istäcken som är upp till tre kilometer tjocka. Foto: Nasa. Mer bilder på [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)

Med stövlarna fulla av fossil

I en så kallad förlandsbassäng, öster om de relativt nybildade Kaledoniderna landade en meteorit för en så där drygt 360 miljoner år sedan. Det blev en enorm explosion. Meteoriten, som var en rejäl bit, "förångades" och stora volymer av de sediment och sedimentära bergarter som fanns överst i den geologiska lagerföljden försvann eller trycktes undan. Den underliggande kristallina berggrunden mosades. Det som idag kallas för Siljansstrukturen är en delvis bevarad rest från nedslaget.

Min 9-åriga dotter lyssnar med ett halvt öra på exkursionsledarnas berättelser. Hon kikar storögt på stufverna med slagkägglor. Petar stenar utför den skärning där exkursionens deltagare står på rad för att se spår efter smältor (som kanske rentav uppstått vid själva nedslaget). Förvandlingen inträffar när vi kommer till lokaler med sedimentär berggrund. Möjligheten att hitta förstenede lämningar, väcker en "samlargen" till liv. Armfotingar, bläckfiskar, trilobiter. Det som förr var ett stilla tropiskt hav är idag ett stenbrott i vars gömmor det finns skatter. Hon ser en sport i att finna dem.

Med stövlarna fulla av fossil kommer vi några timmar senare hem från Geologiska Föreningens exkursion. (Varför de förpackades i stövlarna får ni fråga exkursionsledare Risto om). Dottern hade för övrigt fått ta ledigt en dag från skolan för att följa med på resan, som förvisso inte var en barnexkursion utan för vuxna. Med tanke på hennes nöjdhet efteråt, var det ändå kul att vi gjorde detta tillsammans. När det var dags för skola igen, fyllde hon dessutom ryggsäcken full med fynd, för att ta med och visa för kamrater och lärare. Ja, tänk vad ett meteoritnedslag kan leda till!

/ Anna Kim-Andersson,  
populärvetenskaplig redaktör



# Fossil som konst

Spårfossil är spår efter forntida djur. Spår som bevarats i sedimenten och senare blivit förstenade. Grävande, borrhande djur har lämnat avtryck. Vi kan följa deras rörelser; lära oss mer om dem som vi egentligen inte ser. Vi tittar på spåren och något osynligt blir synligt. Avtrycken bär en berättelse.

Trilobitpiruett. Sandens stjärnor. Frihetens dag. De manshöga avgjutningarna av spårfossil, som ställs ut i Fossil Art, har vackert klingande namn. De är förvånansvärt naturtrogna, imponerande stora och fascinerande. Men paleontolog Adolf Seilacher vill mer än att visa på naturens storslagenhet. Han har konstnärliga ambitioner. Och han ställer frågan: Vad är konst? Var uppstår den? Handlar det bara om hur saker tillverkas? Eller handlar det även om hur saker upplevs – konsten som föds i betraktarens öga? Kan naturen själv vara konst?

Redan har Fossil Art ställts ut på många platser i världen. Seilacher gillar snudd på sakrala rum, rymd och ljus. Drömmen vore att få utställningen till en konstsalong. När jag ivrigt säger att "Barnen, wow, detta skulle barnen älska!" skakar han där- emot på huvudet. Fossil Art är tänkt att visas i det stilla. Som en ingång till naturupplevelser, för dem som vanligtvis inte besöker naturhistoriska museer och experimenthus. Mötet med Seilacher och Fossil Art sätter faktiskt spår i mitt medvetande. Jag gillar utställningen och jag grubblar över dess budskap. Tror att många kan få inspiration till upptäckter och kunskap – även på Seilachers vis.

/ Anna Kim-Andersson



Bilden till vänster: Del av "Stromatolitträdgården". Bilden i mitten: Fossil Art utgörs till största delen av spårfossil. Centrum för GeoBiosfärvetenskap i Lund var värd för utställningen i april och maj. Just nu finns den i Bergen, Norge. Till utställningen hör en bok/katalog där utställningen som helhet liksom alla avgjutningar presenteras. Bilden till höger: "Naturen som en fingerfärgsmålare". Stora bilden, höger sida: "Trilobitpiruett" Foto: Mikael Calner, med undantag av mittenfotografiet ovan som är taget av Kungl. vetenskapsakademien i samband med Craafordjubileet då utställningen invigdes.





## Mot Arktis i sommar

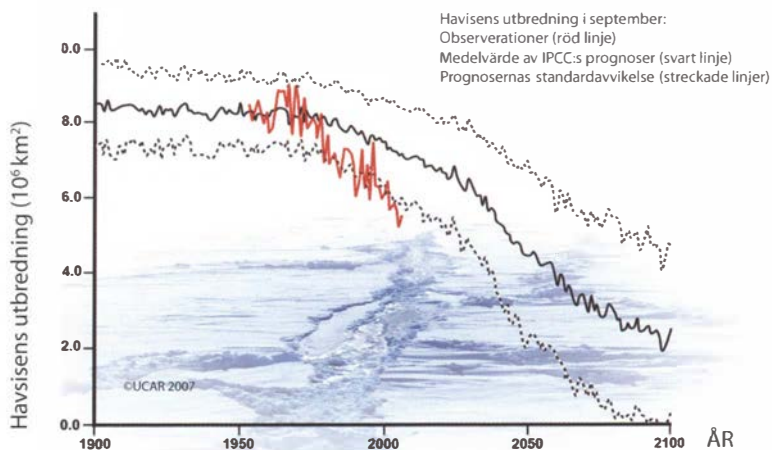
Mer än 150 svenska forskare är involverade, i nära 80 forskningsprojekt i Arktis och Antarktis, inom ramen för IPY, International Polar Year 2007-2008. Nedan några av de projekt som genomförs i sommar:

- Kinnvika – med fokus på arktisk uppvärmning. Projektledare Veijo Pohjola, Inst. för geovetenskaper, Uppsala universitet.
- LongTerm, glaciationshistoria på norra Grönland. Projektledare Per Möller, Geologiska inst., Lunds universitet.
- En jämförande studie av bäckraver på Mars och Svalbard. Projektledare Ella Carlsson, Solsystemets fysik och rymdteknik, IRF Kiruna.
- Geofysisk modellering av relativa havsnivåförändringar och rekonstruktion av den postglaciala geofysiska utvecklingen på sydvästra Grönland. Projektledare Charlotte Sparrenbom, Statens Geotekniska Institut, Malmö.
- LOMROG – Lomonosov Ridge off Greenland. Projektledare Martin Jakobsson, Inst. för geologi och geokemi, Stockholms universitet.
- Delprojekt i LOMROG: Arctic Ocean glacial history and water mass exchanges between the Eurasian and Canadian basins. Projektledare Leif Anderson, Inst. för kemi, Göteborgs universitet.
- Delprojekt i LOMROG: The tectonic evolution of the Arctic Ocean. Projektledare Göran Björk, Inst. för geovetenskaper, Göteborgs universitet.

Mer att läsa på [www.polar.se](http://www.polar.se) och [www.ipy.org](http://www.ipy.org)

## Ozzy Ozone far till polen

FN:s nyfikna seriefigur Ozzy Ozone deltar flitigt i vetenskapliga sammanhang. Lagom till Världsmiljödagen den 6 juni utkom ett nytt seriemagasin för barn, med Ozzy, förr engagerad i ozonfrågan. Denna gången går resan till polen... så klart! i *Ozzy goes Polar*. Bakom utgivningen av magasinet står bland annat IPY 2007-2008. Festlig lansering skedde på tre kontinenter, i städerna Buenos Aires, Paris, Nairobi och Tromsø.



# Modellerna underskattar arktiska isens avsmältning

18 olika modeller ligger till grund för IPCC:s framtidsscenarion gällande havsisens utbredning i Arktis. Nu visar forskare att isen smälter fortare än vad som beräknats, till och med snabbare än "värsta-fallet-scenariot".

**Det är genom att** studera havsisens utbredning med hjälp av exempelvis data från satelliter, som ett amerikanskt forskarteam nu visar att havsisens utbredning över Arktis minskar fortare än vad som hittills beräknats med hjälp av olika modeller.

På basis av modellerna har IPCC, International Panel on Climate Change, tidigare förutspått att Arktiska oceanen kommer att fortsätta vara istäckt fram till år 2050 – men att isfria förhållanden, året runt, kan råda någon gång mellan 2050 och 2100 eller därefter.

Forskarna i den nu aktuella utvärderingen bedömer dock att IPCC:s utsaga är fel. De grundar sig på observationsdata från 1953-2007. Skillnaden mellan uppmätta data och modellernas beräkningar är olika stor, beroende på vilken del av året som studeras. Generellt är ändå slutsatsen att IPCC:s samtliga modeller är för "optimistiska", oavsett årstid.

– När det gäller beräkningen

av sommaristäckets minskade utbredning bedömer vi att klimatmodellerna släpar efter cirka 30 år. Även när det gäller vinteristäckets räknar modellerna för lågt, säger Julianne Stroeve, expert på fjärranalys av is, verksam vid NSIDC, National Snow and Ice Data Center vid University of Colorado i Boulder – och ledare för forskarteamet från NSIDC samt the National Center for Atmospheric Research, NSF.

Forskarna antar att det finns flera skäl till att IPCC-modellerna kan räkna fel. Troligtvis underskattas effekterna av ökade växthusgaser i atmosfären. Flera modeller tycks också överskatta havsisens nuvarande tjocklek. Modellerna tycks inte heller vara tillräckligt känsliga i sina beräkningar av den naturliga globala värmetransporten mot nordpolen, som sker i atmosfären och med hjälp av havsströmmarna.

Resultaten har nyligen presenterats i tidskriften *Science* samt i *Geophysical Research Letters*.



# LOMROG går till nya farvatten

Oden bryter både is och ny forskningsmark, i havet nordost om Grönland i sommar. Ombord finns ett så kallat multibeamekolod som kommer att ge nya bilder av havsbotten – och expeditionen går dit inget ytfartyg tidigare gått.

**Martin Jakobsson, maringeolog vid Stockholms universitet, du deltar i forskningsexpeditionen LOMROG, Lomonosov Ridge off Greenland, i sommar. Vad är syftet med expeditionen?**

– Att studera Arktiska oceanens glaciations- och cirkulationshistoria.

**Vad ser du mest fram emot gällande fältarbetet?**

– Jag vågar inte ställa upp några förväntningar utan kommer att ta alla framsteg vi gör med isbrytaren Oden, som fungerar som forskningsplattform, över Lomonosovryggen som en succé! En rysk atomisbrytare kommer att gå före oss och bana väg i isen. Vi kommer att använda geofysiska mätmetoder men även ta upp borrhärlor från havsbotten samt göra provtagningar i havet.

– Det är spännande, vi har hypoteser som kan testas

*LOMROG-expeditionen avreser med Oden från Tromsø 12 augusti, vi återkommer till Longyearbyen 17 september, berättar Martin Jakobsson.*

om all logistik och utrustning fungerar som den ska. Jag är extremt nyfiken på om det är som vi tror, det vill säga att det finns stora spår av shelfisar ner till cirka 1 000 meters djup på Lomonosovryggen norr om Grönland. Det kan vi få fram genom mätningar med vårt nya multibeamekolod som med god upplösning kan ge oss en tredimensionell bild över havsbotten. Vi planerar i detalj vad som kan utföras, det vill säga mätlinjer och stationer, men samtidigt kan allting hända, det gäller att ha realistiska förväntningar.

**Vem finansierar er forskning? Vad är din roll?**

Polarforskningssekretariatet står för logistiken, Vetenskapsrådet finansierar mitt forskningsprojekt, Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse/Vetenskapsrådet/Sjöfartsverket finansierade installationen av vår multibeam. Halva fartygstiden samt atomisbrytaren finansieras av GEUS, Danmarks och Grönlands Geologiska Undersökning, som är partner i projektet. Jag är huvudforskningledare för LOMROG tillsammans med Christian Markussen från GEUS.

Mer att läsa på

[www.geo.su.se/geology/lomrog\\_2007](http://www.geo.su.se/geology/lomrog_2007)

[www.polar.se/expeditioner/swedarctic2007](http://www.polar.se/expeditioner/swedarctic2007)

MARTIN JAKOBSSON, EXPEDITIONSLEDARE

Ålder: 40

Yrke: Forskare, maringeolog

Familj: Är gift och har två barn, 6 och 9 år

Bor: Sjöängen utanför Stockholm

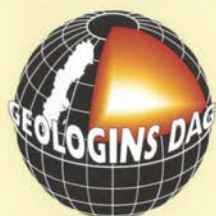
Fritid: Surfing och skidåkning

Senast lästa bok: Kublai Khan – The Mongol King who remade China.



Foto: Björn Eriksson

Annonstext



**SÖKES: GEOLOGIKUNNIGA ARRANGÖRER TILL  
GEOLOGINS DAG 15/9-2007. HELA SVERIGE ÄR MED!**

LÄS MER OM HUR DET GÅR TILL PÅ  
[www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)

# Järnmalmsfyndigheter kan även innehålla koppar och guld

Åsa Edfelts doktorsavhandling påvisar att järnmalmer och koppar-guldmalmer kan bildas under en och samma malm-bildande händelse.



**Åsa Edfelt lade fram** sin doktorsavhandling i slutet av maj, vid avdelningen för malmgeologi och tillämpad geofysik, Luleå tekniska universitet. Hon har studerat en järnfyndighet från Tjärrojäkka, fem mil sydväst om Kiruna, samt en närliggande guldfyndighet.

– Fyndigheterna var för små, någon brytning kom aldrig igång. Men borrhämnor, protokoll och ananlysisresultat finns bevarade på Sveriges geologiska undersöknings mineralinformationskontor i Malå, berättar Åsa Edfelt.

Arbetet har innefattat jämförande studier av bland annat ålder, kemiska karaktärsdrag hos mineral, bildningstemperaturer samt sammansättningen på de malmbildande lösningarna.

– De båda fyndigheterna har bildats under en och samma händelse! Jag kan även påvisa att apatit är ett mineral som kan användas för att bestämma vilka malmer som är kopparförande.

Resultaten från Edfelts studie kan få stor betydelse. De kan användas både inom landet och internationellt. I Sverige finns ett 50-tal kända järnmalmsfyndigheter som skulle kunna bli intressanta för prospektörer, med avseende på järn, men även med tanke på koppar och guld.

Mer att läsa på [www.ltu.se](http://www.ltu.se) under pressmeddelanden.

## Dannemora Mineral öppnar gruva

Driften vid järnmalmsgruvorna i Dannemorafältet, norra Uppland, kan snart komma att återupptas.

**Järnmalmsfälten i Dannemora** har varit kända i mer än 500 år och brytning har pågått i området, i omgångar. 1992 lade SSAB ner sin gruvdrift och sedan dess har ingen industriell brytning skett. Men för två år sedan bildades Dannemora Mineral AB. Företagets undersökningar visar att det finns goda förutsättningar för en

fortsatt lönsam gruvdrift, i första hand med avseende på järn. I december förra året meddelade Bergsstaten att Dannemora Mineral AB erhållit brytningskoncession inom Dannemorafältet. Företaget behöver även tillstånd enligt Miljöbalken för verksamheten innan brytning kan påbörjas, ansökningsförfarandet pågår. I maj hade Dannemora Mineral en nyemission av sin aktie vilket innebar att drygt 84 miljoner kronor tillfördes bolaget.

Mer att läsa på: [www.dannemoramineral.se](http://www.dannemoramineral.se)

Geologiskt forums stödprenumeranter (se även baksidan av tidningen detta nummer):



Världens ledande miljökonsult.  
Webbplats: [www.ursnordic.com/www.urscorp.com](http://www.ursnordic.com/www.urscorp.com)



Täckt konsulter verksamma inom täkt, mark, miljö, vatten.  
Webbplats: [www.geoopro.se](http://www.geoopro.se)



# Hallå där !

Geologiskt forum har talat med två aktuella personer inom geologins område.

**Martin Testorf, ny projektledare för Geologins Dag och vetenskapskommunikatör, Naturhistoriska riksmuseet.**

**Vad händer det för spännande på Geologins Dag 2007?**

Den nationella invigningen sker hos LKAB i Kiruna. LKAB är en av våra finansiärer och Kiruna en högaktuell plats geologiskt sett, bland annat med den nya stadsplaneringen som ska göra det möjligt att gräva djupare i gruvan. Jag är också imponerad av Sveriges alla geologers engagemang i Geologins Dag. Hundratals personer går "man ur huse" och visar upp geologin för vuxna, barn och skolor.

**Berätta om din bakgrund:**

Jag har en bred naturvetenskaplig utbildning med fysik i botten och forskarutbildning i en tvärvetenskaplig forskarskola

vid Linköpings universitet. Efter min disputation stannade jag kvar på Linköpings universitet och arbetade som projektledare för ett populärvetenskapligt år – mycket likt Geologins Dag. Det var ett fantastiskt roligt jobb. Efter det arbetade jag i tre år som projektledare på Vetenskapsrådets informationsavdelning – mycket lärorikt.

**Vad står på din agenda just nu?**

Jag ska bjuda in landets 281 folkbibliotek till att bli arrangörer på Geologins Dag. Även ta fram årets nyheter, dvs broschyren, bildspelet och tipsrundan som arrangörer kan erbjuda sina besökare.

**Kommer du själv att medverka vid något arrangemang på Geologins Dag?**

Till Naturhistoriska riksmuseet kommer 3 000 besökare under Geologins Dag. Jag vill få dem att bli nyfikna på geologins fascinerande värld. En kul grej är att jag kommer att vara uklädd till dino-saurie i ett geologiskt skådespel som heter Tidståget.



**Vem är du som privatperson?**

Jag bor med fru och barn i Uppsala. I juni är det dags för min årliga vildmarksvecka. Den här gången har jag övertalat mina vänner att prova på guldvaskning.

**Christina Lundmark, ny Skattmästare i Geologiska Föreningen.**

**Vad gör du i ditt jobb?**

Jag är statsgeolog vid SGUs mineralkontor i Malå. Här tar vi hand om de svenska och utländska prospektörer som vill ha informa-

tion om geologi och prospektering i Sverige – och jag har mycket kontakt med våra kunder. Vi sköter också arkiven, uppgraderar information och jobbar med dokumentation. Att marknadsföra Sverige som prospekteringsland, är en annan viktig bit. I år har jag hand om SGUs deltagande i två internationella prospekteringsmässor.

**Berätta om din geologibakgrund:**

Jag läste till geolog vid Stockholms universitet och anställdes som berggrundsgeolog vid SGU i Stockholm 1976. Jag arbetade inom prospekteringen vid SGU och SGAB i Luleå fram till 1989. Sen utbildade jag mig till marknadsekonom och arbetade inom olika konsultbolag. I slutet av 1990-talet lockades jag tillbaka till geologin som konsult.

Jag ville lära mig mer och blev doktorand i malmgeologi vid Luleå tekniska universitet 2001 och tog en fil.lic.examen två år senare. Jag har en bit kvar innan det blir disputation. Efter en kort tid på Lappland Goldminers är jag sedan 2005 tillbaka på SGU.

**Vad ska du göra i sommar?**

I sommar ska jag ut och kartera i Norrbotten inom SGUs berggrundskartering.

**Har du något geologiskt favoritresmål?**

Ett resmål jag återvänt till flera gånger är Sala Silvergruva. Jag var där första gången när jag var sex år och blev helt fascinerad – jag har fortfarande kvar stuffen jag fick av gruvguiden.



# Asaphus expansus

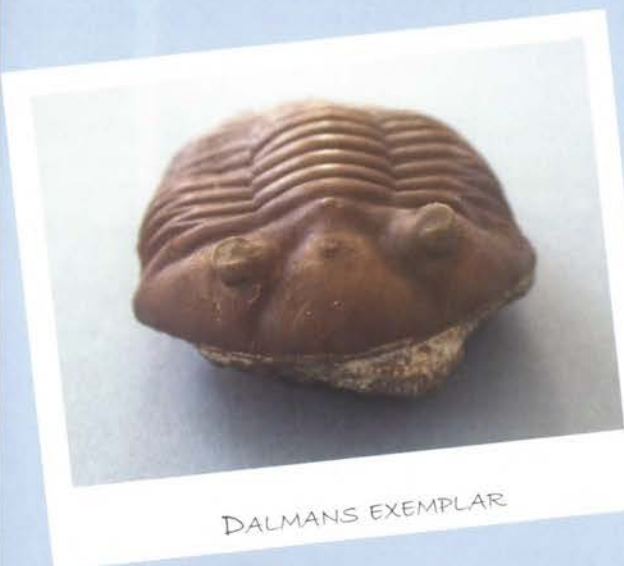
Detta kunde vara vilken **trilobit** som helst, men det är det inte. Carl von Linné beskrev ursprungligen arten som *Entomolithus paradoxus alfa expansus* och därför uppmärksammar Geologiskt forum den i år, 300 år efter Linnés födelse.

TEXT OCH FOTO JAN BERGSTRÖM

**Redan 1768 namngav** Carl von Linné denna trilobit. Men sitt nuvarande släktesnamn *Asaphus* fick den 1822 av fransmannen Brongniart. Eftersom detta är en av de först beskrivna trilobiterna fick den så småningom ge namn åt större grupper, först familjen Asaphidae 1843, sedan på ordningsnivå 1864. *Asaphus expansus* är en kändis och återfinns i den ordoviciska så kallade orthoceratitkalkstenen, som för gemene man nog mer är känd som ölandssten, den sten man kan se i trädgårdsgångar, trappor och fönstersmygar. De lite större fossilen i denna kalksten är dels de koniska bläckfiskskalerna, orthoceratiterna, dels trilobiter. Trilobiterna är oftast just asaphider, och de är så karakteristiska att en del av lagerföljden kallats Asaphuskalk. *Asaphus expansus* är en av de vanligaste arterna och en av de som generationer geologistudenter fått lära sig att känna igen. Men eftersom man inte samtidigt lärt sig känna skillnad mellan de olika arterna av *Asaphus*

blir bestämningarna tillförlitliga, bara om de gjorts av specialisterna på trilobiter. Dock har bestämningen visat sig vara en svårknäckt nöt även för specialisterna. Naturhistoriska riksmuseets samlingar har många exemplar bestämda till *Asaphus expansus*, men arten är variabel – eller är det mer än en art?

**På 1820-talet hade** Kungliga Vetenskapsakademien en duktig person som ansvarade för samlingarna och beskrev nya arter av bland annat trilobiter. Det var Johan Wilhelm Dalman. Han beskrev och avbildade *Asaphus expansus* så att man kunde känna igen den. Det kunde man faktiskt inte från Linnés figur, och Linnés exemplar är dessutom förkommet. Numera är det därför Dalmans exemplar, hans bestämning och hans artbegrepp, som gäller. Dalman beskrev en liknande art från samma lager som *Asaphus raniceps*. Han etiketterade några andra exemplar som *Asaphus fallax*, den "falska", men beskrev den aldrig. Det gjorde i stället Nils Petter Angelin 1854, under Dalmans etikettnamn. Därefter har man försökt förfinna bestämningen genom att hitta nya karaktärer. *Asaphus fallax* ansågs nu ha markerade muskelfästen i området mellan ögonen. Så är fallet med Angelins exemplar, men sådana exemplar hade man bara ett fåtal från ett stenbrott i Östergötland. *Asaphus raniceps* var lite vanligare. Resultatet var i alla fall att de allra flesta exemplar från expansuslagren ansågs vara just *Asaphus expansus*. Vid grävningar i Ljungsbro i Östergötland kom det upp rikt fossilförande expansuslager. Målaren Holger Pihl, bosatt på platsen, samlade in hundratals välbevarade Asaphusexemplar. Därmed förändrades förutsättningarna för att känna igen arterna. Det visade sig att Dalman och Angelin haft rätt i sina bedömningar. Muskelfästernas utseende var ett villospår. Från till exempel Öland, där man tidigare nästan bara haft *Asaphus expansus*, visade sig *Asaphus raniceps* vara mycket vanligare. Kunskapsutvecklingen går framåt, men ibland går det lite ryckvis.



Cirka fem centimeter bred och sju centimeter lång i originalstorlek. Ovanstående exemplar av *Asaphus expansus* kommer från Västanå i Östergötland. Platsen hette vid tiden för fyndet Husbyfjöl, det vill säga "kungsgårdens avträde", men man ogillade namnet och fick ett nytt. Exemplaret, och de från det närbelägna Ljungsbro, finns i Naturhistoriska riksmuseets forskningssamling.

JAN BERGSTRÖM är professor emeritus, Naturhistoriska riksmuseet, adjungerad i Geologiska Föreningens styrelse och biträdande redaktör för GFF.





# “Så tala stenarne, då alla andra ting tiga”

Denna text är omarbetad från en längre ursprungstext.

Författare: Sven Lundqvist.

Bearbetad av: Linda Wickström.

Illustrationer: Tomas Lif.

Blomsterkungen Carl von Linné var även geolog och ägnade sig åt utforskning av mineral, malm och fossil med både nyfikenhet och entusiasm. Idag omnämns han bland annat som paleontolog och han har kallats för kristallografins grundare.

**F**rån tidiga studentår till mitten av 1700-talet företog Linné flera resor. Redan 1729 gjorde han sin första, längre utflykt, vilken gick till Dannemora gruva. Under alla sina resor i Sverige studerade Linné geologin ingående och de flesta av hans geologiska slutsatser drogs under resorna. 1733 begav sig Linné ut på en rent geologisk resa i Bergslagen för att studera bergsbruk och gruvor. Linné satte också stolthet i att han behärskade den så kallade proberkonsten, det vill säga konsten att analysera mineral och metaller i bergarter. Sina främsta insatser inom geologin gjorde Linné inom paleontologin. Fram till cirka 1750 hade Linné varit mycket aktiv inom geologins område och verkat både som samlare, forskare, föreläsare, lärare och författare. Han hade utvecklat ett system för stenriket och bidragit till att höja statusen på naturvetenskap i Sverige.

## Geologin i 1700-talssamhället

Att Bibeln ansågs stå för sanning var både ett stöd inom naturvetenskapen, men också något som försvårade situationen. 100 år innan Linné hade de som förklarade jordens historia vetenskapligt, blivit öppet hånade. Annars var renässansen en intellektuell guldålder då många hörnstenar lades för en ny vetenskaplig era. På 1690-talet lade Urban Hjärne ("den svenska geologins fader") fram modeller för hur jorden fungerade i stort, för att förklara alla de olika processer man kände till. Hjärne insåg att jordens yta hela tiden ändras på grund av yttre krafter och Linné bar detta arv vidare. Vid Linnés tid var de flesta överens om att, "petrificaten" (fossilerna) var faktiska lämningar av forntida växter och djur. Det fanns ett stort utrymme för vetenskapliga tolkningar och Bibeln intog en självklar plats jämte den empiriska vetenskapen.

Geologin på 1700-talet saknade en accepterad, konkret systematik och man var i behov av fasta, enhetliga indelningsprinciper. Mineralläror och stenars systematik hade redan funnits i hundratals år och en ansenlig mängd indelningssystem fanns i omlopp. Eftersom Linné inte var nöjd med de system som fanns skapade han en egen indelning. Under 1700-talet fanns det två klassificeringsprinciper för mineralen,

den äldre (vilken Linné tillhörde) beskrev mineralen utifrån deras fysikaliska egenskaper och Linné skulle komma att erkännas som kristallografin grundare. Senare skulle bland andra Axel Fredrik Cronstedt och Torbern Bergman komma att använda en kemisk indelningsgrund.

## Linnés dynamiska natursyn

Med stenriket och jordskorpan som bas kunde Linné se en obruten kedja av sammanhang med de andra rikena. Länkarna beskrevs dels som en utvecklingslinje: "Stenarna växa; örterna växa och leva; djuren växa och leva och känna." (*Systema Naturæ*). Han beskrev också deras inbördes relation: "Sten-riket hvilket utgör den yttre skårpan af jorden; Växt-riket, som pryder densamma, samt hämtar till större delen sin föda av svartmylla eller stenriket; och endteligen Djur-riket, som näres och underhålles af växterne." (*Oeconomia Naturæ*). I stenriket var även vittring till viss del känt och Linné skrev att stenar genom detta var till "ruin och förändring underkastade". Här framgår en av Linnés viktigaste, geologiska ståndpunkter; att jorden är ständigt föränderlig. Det brukar hävdas att Linnés natursyn präglas av kretsloppstänkande och att han såg ständig förändring och cykliska förlopp.



Den vetenskapliga betydelsen av Linnés mineralogiska insats var dokumentationsvärdet och att han förde detta område till forskarvärldens uppmärksamhet och på så sätt bidrog till kristallografin framväxt. I Linnés systematik var stenrikets indelning inte renodlad utan den sammanförde jordarter, bergarter, fossil och malm blandade i olika grupper.



Naturens föränderlighet ur ett geologiskt perspektiv kunde ses genom pågående sedimentation och erosion samt av förekomsten av fossil. Linné återkom ofta till tanken om det cykliska skeendet. I ett resonemang om flygsandsbildningar skrev han exempelvis "Således spelar den aldrig hvilande naturen: nederrifwer, uppbygger och förändrar all ting stadigt".

Linnés dynamiska natursyn känns både gediget förankrad och modern, men den har svagheter. Han ger intrycket av geologisk insikt, men läser man de resonemang och tolkningar som ledde fram till hans slutsats hittas få korrekta analyser. Linnés cykliska tänkande inom geologin berodde inte på någon djupare insikt eller förståelse av de geologiska processerna – utan snarare på hans och samtidens *oförståelse* av ämnet. En talande feltolkning, som rymmer både egna observationer och cykliskt tänkande är "Af dy ur Kärmylla blifwer Skifwer, af Skifren åter Mylla". Linné gjorde många liknande konstruktioner av orsak och verkan.

Bara i Sverige hade Linné kommit i kontakt med en rad olika geologiska företeelser. Det var inte lätt att binda samman dessa till en enkel och enhetlig syntes. Linnés många tolkningar (både korrekta och felaktiga) landade ändå i en *mångfasetterad* bild av naturen, och därför så i rätt slutsats; en föränderlig jord.

Ytterligare en aspekt på hans dynamiska natursyn kan belysas. Om nu inte Linnés bild av kretslopp helt kan styrkas av hans iakttagelser, finns det då iakttagelser som ligger till grund för ett annat sätt att resonera? Linnés vilja att se sammanhang i naturen var så mycket större än vad kunskaperna tillät. De framstod därför som länkar i kedjor. Det innebar att två olika intilliggande företeelser tolkades som att det fanns en övergångsprocess mellan dem. När Linné dessutom såg en pågående process, kopplades alla företeelser på platsen ihop. Det är därför som hans studier av enskilda processer, antagna eller observerade, kunde komplettera den natursyn som han representerade. Hans bild av geologisk utveckling uttrycker här nämligen inte ett cykliskt förlopp, utan ett *linjärt*. Då Linné kunde se en process i naturen, kunde han också se ett förlopp, en trend och en riktning, och sedan dra slutsatser utifrån detta.

Betoningen kan också göras på antalet: 1 process, 1 trend, 1 riktning. När detta blandas kan följande resonemang uppstå: Om vattenminskningen (eller "fastlandstillväxten") tolkas *bakåt* i tiden (en process, en riktning) så framträdde för Linné en bild av en ständigt stigande vattenyta, tills bara ett litet stycke land sticker upp ur ett hav, som täcker jordklotet. Landområdet var det ursprungliga, äldsta. Detta var med andra ord Skapelsens första land, Edens lustgård, Paradiset, och det var häröver som Syndafloden en gång måste ha svept. Fältobservationer, tolkning, slutsats.

Ett exempel på hur Linné resonerade och drog slutsatser gäller hans observationer av strandfaunan av snäckor och musslor. Eftersom det inte fanns kunskap om arternas fördelning i havet antog han att de förstenade arter som saknades i den levande strandfaunan

levde på stora djup i havet. Linné ansåg därför att skalgruskalken i Skåne var bildad på stort djup och tog avstånd från teorin om att en syndafloed skulle ha kastat upp materialet. Detta kan också kopplas samman med att Linné (i likhet med många andra) till en början var övertygad om att inga arter någonsin hade dött ut. De arter som inte var funna levande fanns i havsdjupen. Den trend och process han såg var att den långsamma vattenminskningen gradvis hade flyttat arternas habitat bort från den ursprungliga platsen. Med tiden blev Linné mer och mer svävande på den här punkten och var medveten om att ingen annan forskare i Europa heller sett alla de förstenade arterna levande. Mot slutet betonade han vikten av att undersöka haven innan man kunde slå fast en arts slutgiltiga försvinnande.

## Linné och tid

Linnés ständiga strävan att sätta in enskilda företeelser i större sammanhang främjade ett geologiskt modell-tänkande. Allt eftersom Linné fick mer erfarenhet av geologi växte hans förståelse för tiden och för behovet att definiera tid. Det som mest påtagligt visade på tidens förlopp var sedimentation, en process som kunde beskådas i lösa sediment och lätt urskiljas i välbevarade ler- och sandstenar. Under hans Skåneresa började perspektiven av den geologiska skalan slutligen lösa upp hans världsbild. När han med egna ögon kunde se omfattningen av de sedimentära avsättningsarna blev tidsramen i den bibliska skapelseberättelsen något som uppenbarligen hämmade den geologiska förståelsen. Linné lämnade aldrig officiellt helt sin bibliska ståndpunkt och yttrade vid ett senare tillfälle: "Han [Linné själv] vill gerna hafva trodt jorden äldre, än självve Chineserne påstå, om Skriften det tillåtit".

Genom laboratorieexperiment visste Linné att vanligt vatten vid intorkning kunde efterlämna utfällningar. Med en uppskalning av detta till global nivå kunde Linné se ett slags urprocess i naturen, hur materia börjar bildas i haven. Här knöt Linné an till en av de äldsta teorierna om naturens processer; att vatten och jord är de två urelementen och kan bildas av och övergå i varandra. Den geologiska konsekvensen av denna princip blir att sand skapas före fast berg.

Sand i hav och på land intresserade Linné speciellt efter hans treåriga vistelse i Holland och England. Där hade han studerat såväl bottarna i tidvattenzonen som dynerna, "doinerna", på land. När Linné beskrev flygsanden vid Ängelholm redogjorde han också för dess bildning: "Alla stillastående naturliga vätskor crystalliserar omsider til et fint grus, och en sådan crystallisation i hafwet kallas Flygsand, då den drifwes til Stranderna, och på slutet warder torr." Den efterföljande beskrivningen av flygsanden och dess





uppträdande är dock klar, korrekt och detaljerad. Under sin resa i Skåne gavs han tillfälle att studera de paleozoiska avsättningar och genom jämförelser med dynerna slöt han sig till att sandstenen i Simrishamn "syntes ofelbart vara genererad af flygsand, ty sådant bewitnar des gry, klarhet hwithet, läge, klyft, ort och des öfra yta, som var skroflig och liksom med fogleföter ingröpt". Här ses Linnés observationsförmåga snarare än hans processtänkande, och förklaringen grundar sig på ren jämförelse.

### Stenbildningsteorin och andra tankar

Vid indelningen av stenriket och mineralen exponeras Linnés minst vetenskapliga sida. Han var fast i ett föräldrat tänkande och framstår snarare som alkemist, och blandade alkemins grunder, antikens idéer om de fyra elementen och biblisk symbolik (kvinnligt och manligt) med vetenskapligt styrda undersökningar. Teorierna var många och ibland motsägelsefulla, och Linné hade ofta problem med att sätta in de enskilda fenomenen i både mineralsystemet och i större geologiska modeller. Hans insats att införa fasta principer inom naturvetenskapen nådde inte fram till geologins område – de olika systemen fick där en skenbar fasthet. Mycket var gissningar och godtycke. Allteftersom Linnés fokus med åren och åldern ställdes om till växt- och djurriket, kom mineralens både fysiska och kemiska egenskaper att studeras av andra. Det är därför rimligt att antaga att Linné på gamla dagar också blev mindre mottaglig för nya rön inom mineralområdet.

Linné utgick i sin minerallära ifrån bland annat 1000-talsfilosofen Avicennas indelning av stenriket i stenar, metaller, svavelarter och salter. Linné baserade sitt mineraltänkande på föreställningen om att salt ingick i mineralen och helt styrde kristallbildningen. I enlighet med de kristna tankarna om skapelsens heliga förening av de motsatta elementen, det kvinnliga och det manliga, hade han också flera teorier om geologiska processer, även hur mineral hade bildats. (Kvinnliga) jordarter (terra) hade sålunda befruktats av (manliga) salter (salia).

Det mest slående exemplet på hur han kastade om orsak och verkan är bildningsteorin om jordarter och bergarter. Han utgick från gruset han (även blocken, sanden, leran), noterade hur järnutfällningar i rost-horisonter kunde göra materialet hårdare och visste att detta kunde bli lika hårt som sten (alltså skenhålla).

Följaktligen bildas "gråsten" och "gråberg" av pinnmo (morän) då denna är blandad med "jernpartiklar". Alla stenar har på detta sätt uppkommit genom sammansmältning av jord! Än en gång 1 process, 1 riktning. Detta kunde lätt bevisas genom att slå sönder i grus inneslutna block och då konstatera att beståndsdelarna i "gråstenen" är desamma som grusets. Hypotes, fältbevis, slutsats. Steget från block till hällar och hela berg blev då i tanken inte stort.

Lägger man till tankarna om ett forntida, högre vattenstånd förklaras också varför stenar och block ligger utspridda eller ansamlade i naturen. Antingen hade vågorna "bärtgnagit den kringliggande jorden och gruset" eller så hade vågorna kastat upp materialet "då berget begynte göra strand". Vattnets och vågornas inverkan ansågs vara den omvälvande kraft som omskapade jordytan och fick bli förklaringsmodell till hela landskapets omdaning, både vad gäller berggrund och jordarter. Det är visserligen till viss del sant, men dagens geologer ser förstås det hela med andra processer och skalor i bakhuvudet.

Linnés stenbildningsteori är också anledningen till att han ansåg att den understa bergarten i Kinnekulle var sandsten. Han kunde helt enkelt inte se att de kambrosiluriska avsättningarna underlagrades av den kristallina berggrunden, eftersom han "visste" att sand, och därmed sandsten, är det äldsta materialet. Hans vetenskap om sandstenen användes också i ett annat, spektakulärt resonemang: Tidigare vetenskapsmäns åsikter om att jordens inre består av sand, att bergen underlagras av sand, kunde Linné styrka med två observationer. Dels visste han att bottnarna i havets djup (bevisligen lägre än bergen) var täckta av fin sand, och dels hade han ju själv konstaterat sandstenens understa position. Han skrev att detta förr eller senare skulle visas för människorna "... då man i grufvorna kommit neder till bergets slut".

Detta bygger på Linnés åsikt om vad en bergart är för något, eller snarare vad en "riktig" bergart är. Han benämner de flesta sedimentära bergarterna – sandsten, flinta, skiffer och kalk – som "de förnämsta". Sedimentära bergarter definierade själva begreppet bergart för Linné, vilket bidrog till åsikten att kristallin berggrund ansågs vara en sekundär produkt. Linné ansåg utifrån sitt resonemang om gruset, att han aldrig sett den äldsta jordskorpan "terram primigeniam". Man förstär därför att när han letade efter "terram primigeniam", ville han hitta en *sedimentär* bergart som underlagrade sandstenen.

Linné såg vidare ett sekventiellt sammanhang i alla de geologiska företeelserna. Orsak och verkan samt processer kastades om, men för honom var det vetenskapligt klargjort att havssand blir sandsten, av havets sediment bildas lera, av lera bildas kalk, av kalk bleke, av bleke krita och av krita silex (flinta). En geolog idag ser framför sig vad det är han har sett och visst är tankesekvensen förstaelig.

Ett tidstypiskt inslag i Linnés beskrivningar var att så stor vikt lades vid *märkvärdigheter*. Mängden märkvärdigheter (ibland nämns "mirakel" och "under") speglar naturens rikedom. Något mycket märkvärdigt



ansågs vara mycket viktigt eller bra. Ett järnrikt, svav-  
elstinkande källvatten, gärna med oljehinna, var både  
delikat och hälsosamt.

Eftersom det fanns ett utpräglat ekonomiskt nyt-  
tointresse i Linnés företagna resor beskrevs malmer  
och gruvor utförligt. Malm ansågs vara resultatet  
av vattnets och vågornas inverkan. Linné beskrev  
Smålands Tabergs magmatiska järnmalm, men kunde  
inte förstå hur den skulle ha bildats "om man ej skal  
tro at här fordom varit Mo, i hwilken Victriol-watnet  
insupits, och hwaraf Moen blifwit jernmalm, men at se-  
dermera hafwet den tiden då det här brusade med sina  
strander, skurit bort den lösa Moen och lämnat allenast  
den fasta qwar". Enligt Linnés tidigare resonemang är  
det här lika logiskt; 1 process i taget, men med vattnet  
som den enda aktiva agenten, 1 riktning, slutsats.  
Malm kunde också enligt Linné växa och bildas inne  
i redan fast berg genom vattnets påverkan. Han såg  
förmodligen någon kemisk process framför sig då han  
skrev "Malmer växa småningom till, då mineralogiske  
partiklar medelst det underjordiska vattnet i bergsskre-  
fvorna kringföras och fästa sig vid stenen, hvaraf  
han omsider förbytes i samma natur". Med dessa två  
exempel associerar en nutida geolog eventuellt Linnés  
teorier med anrikningshorisonter i vittringsjordar samt  
hydrotermala system. Vatten spelar i och för sig en  
avgörande roll vid bildandet av många av jordklotets  
malmer, men betingelserna för bildningsprocesserna  
är helt annorlunda än det som Linné kände till. Som  
en följd av teorin om vatten i sprickor, såg Linné ett  
samband mellan regnet och malmkropparnas utsträc-  
kning i marken. Malmkropparnas, "malmstreckens",  
uttunnande mot djupet var för honom ett mått på hur  
långt regnvattnet hade trängt ned i marken.

Nyttoaspekten gick så långt för Linné att olika sand-  
stentyper delades in efter praktiskt användningsom-  
råde. "Kvarnsten" och "slipsten" var bergartsnamn.

Trots sina betydande insatser, kunskaper och nyvun-  
na insikter förblev stenriket ett område, som Linné fak-  
tiskt inte lyckades förstå i tillfredsställande grad. I sin  
*Wästgöta-Resa* konstaterade Linné att "Lithogenesien  
är fuller en mycket enfaldig sak, men dock efter denna  
tidens få rön ännu nog mörk". Det ska tilläggas att  
den största delen av Linnés geologiska observationer  
gjordes före 1750. Linné utvecklade därför ej idéerna  
om geologi vidare, och det som givit Linné ungdomens  
lycka hade blivit ålderdomens bryderi.

Sammanfattningsvis så har paradoxalt nog *blom-  
sterkungen*, som gav akt på *allt*, till stor del bidragit till  
geologins framväxt som egen vetenskap.

Linnés, liksom dagens geologers, fascination över  
de geologiska bildningarna ligger i det faktum att de  
berättar en historia om jordens och vårt ursprung, som  
inget annat kan återge. Linnés ord rymmer vetenska-  
plig och poetisk kraft: "Så tala stenarne, då alla andra  
ting tiga."

## ÅRTAL I LINNÉS LIV

- 1707 den 23 maj (13:e enligt dåtidens almanacka)  
föds Carl Linnaeus i Råshult, Småland.
- 1727 studerar medicin ett år i Lund.
- 1728 fortsätter medicinstudierna i Uppsala.
- 1732 genomför en forskningsresa genom Lappland.
- 1733–1734 genomför en forskningsresa genom  
Bergslagen
- 1734 genomför en forskningsresa genom Dalarna.
- 1735 doktorerar i medicin i Harderwijk, Holland.
- 1735–1738 bor och arbetar i Holland. Här publicerar  
han flera viktiga böcker.
- 1735 publicerar första upplagan av *Systema Naturae*.
- 1736 publicerar *Fundamenta Botanica*.
- 1737 publicerar *Flora Lapponica*.
- 1739–1741 försörjer sig som läkare samt undervisar  
i geologi och botanik i Stockholm.
- 1739 är en av den Kungliga Vetenskapsakademiens  
grundare och dess förste preses, ordförande.
- 1741 utsedd till professor i medicin vid Uppsala  
universitet.
- 1741 genomför en forskningsresa på Öland och  
Gotland.
- 1744 sekreterare i Vetenskaps societeten i Uppsala.
- 1745 publicerar *Flora Svecica*.
- 1745 publicerar *Corallia Baltica*
- 1746 genomför en forskningsresa till Västergötland.
- 1746 publicerar *Fauna Svecica*.
- 1749 genomför en forskningsresa till Skåne.
- 1749 publicerar *Oeconomia Naturae*
- 1751 publicerar *Philosophia Botanica*.
- 1753 publicerar *Species Plantarum*, här genomförs  
tvånamnsystemet för växterna konsekvent för  
första gången.
- 1757 adlas (godkännes 1761/62), byter efternamn  
till von Linné (men är i utlandet dock fort-  
farande mest känd som Carl Linnaeus).
- 1758 köper lantegendomen Hammarby, 13 km  
utanför Uppsala.
- 1758 publicerar tionde upplagan av *Systema  
Naturae*, här genomförs tvånamnsystemet för  
djuren för första gången konsekvent.
- 1768 publicerar tolfte upplagan av *Systema Naturae*,  
här framförs flera geologiska slutsatser.
- 1778 den 10 januari avlider Linné i Uppsala och han  
begravs i stadens domkyrka.

---

SVEN LUNDQVIST är statsgeolog vid Sveriges geologiska  
undersökning.



Centralamerika med Panamakanalen. Vulkanen Momotombo som hade ett utbrott 1902 ligger i Nicaragua men långt från Nicaraguasjön där den transoceaniska kanalen först var planerad. Vulkanen Barú i Panama hade sitt senaste utbrott kring år 600. Öster om Panama ligger Colombia.

# Vulkanfrimärket som

Att bygga en vattenväg mellan Atlanten och Stilla havet var länge en dröm. Både Nicaragua och dåvarande Colombia, inom det område som nu är Panama, ville ha en kanal. Politik, geologi och frimärken kom att spela en avgörande roll för den blivande kanalens sträckning.

TEXT, FOTO och KARTA Erik Sturkell

**D**en här historien visar faran av att ge ut frimärken med naturmotiv: det kostade Nicaragua en kanal och Colombia ett stycke land. Men låt oss ta historien från början. Ända sedan 1500-talet och spanjorernas "upptäckt" av Centralamerika med sitt smala näs har det funnits en önskan att skapa en genväg mellan Atlanten och Stilla havet. Panamanäset ligger här strategiskt och alla som vill ta sig från Syd till Nordamerika måste på något vis passera. Antingen genom att ta sig tvärs över näset på land, eller genom att segla den långa båtvägen runt Kap Horn. Spanjorerna byggde så småningom en två meter bred väg över Panamanäset och kallade den El Camino Real (Kungens väg). Under 1855 färdigställdes en järnväg på motsvarande sträcka. En transoceanisk kanal framstod dock som en lockande tanke. År 1884 träffades ett fördrag mellan Nicaragua och USA om att USA skulle bygga en kanal och att den skulle vara samägd med Nicaragua. Fördraget ratificerades av Nicaragua men inte av USA eftersom president Chester A. Arthur drog tillbaka frågan från senaten år 1885.

Kanalalternativet genom Nicaragua var tänkt att utnyttja gränsfloden mot Costa Rica, San Juan, och

fortsätta vidare genom Nicaraguasjön till Stilla havet. Emellertid ligger det aktiva vulkaner som ett pärlband parallellt med Stillahavskusten och den föreslagna kanalen skulle komma att ligga i deras närhet.

## Fransmännen kommer in i bilden

Samtidigt hade fransmannen Ferdinand de Lesseps, som varit involverad i byggandet av Suezkanalen, lyckats övertyga sina landsmän om att bilda och finansiera ett kanalbolag som skulle gräva en kanal genom Colombia, det som senare skulle bli Panamakanalen. Colombia beviljade en koncession till kanalbolaget år 1878. Arbetet inleddes år 1882. Mer eller mindre följdes samma sträckning som Panamajärnvägen. Företaget plågades redan från början av problem, mest finansiella men även sjukdomar som gula febern och malaria var förödande för arbetarna. Dessutom var det svärgrävt i den hårda marken. Ytterligare problem var att Lesseps insisterade på en kanal i havsnivå, så som Suezkanalen, i stället för en kanal med slussar. År 1885 var planen dock ändrad. Slussar skulle byggas för att kanalen snabbare skulle kunna bli klar. Detta hjälpte dock föga, bolaget sattes likvidation. År 1894





År 1900 hade Nicaragua gett ut en serie av tretton frimärken, bland annat med vulkanen Momotombo som motiv. Längs hela det centralamerikanska näset ligger vulkanerna på rad. Fotot till höger är från Cartagi i Costa Rica där den 2 000 meter höga vulkanen Irazú reser sig i bakgrunden. Denna vulkan hade sitt senaste utbrott 1963, utbrottet pågick i två år.

# n ändrade kartan

etablerades ett nytt kanalbolag för att slutföra projektet, vilket dock snart ansågs som omöjligt. Istället bestämde man sig för att sälja "kanalen" till en hugad spekulant, i detta fall USA. När en kommission i USA år 1901 förespråkade Nicaraguaalternativet, lyckades fransmannen Philippe Bunau-Varill få priset på det nya kanalbolaget nedsatt och därmed ökade stödet för Panamaalternativet.

## Föreanta staterna tar över

En av de anställda i det nya Panamakanalbolaget var William Cromwell. Han och Philippe Bunau-Varill var aktieägare i bolaget. Om USA favoriserade Nicaraguaalternativet skulle deras aktier bli värdelösa. Därför använde de sina personliga förmögenheter för att köpa publicitet i tidningar, de gav ut pamfletter och föreläste för sin sak. Kampanjen lyckades, de fick flera amerikanska senatorer med sig. Senator Mark Hanna stödde Panamaalternativet utifrån tekniska argument; ty kanalen skulle bli kortare, rakare, medföra kortare transittider och bättre hamnar samt kräva färre slussar. Kanalen skulle bli billigare i drift och ytterligare en fördel var, att det existerade en järnväg parallellt med kanalen. Hannas stöd till Panamaalternativet gjorde stort intryck i senaten men inte tillräckligt för att övertyga en majoritet. Det var Philippe Bunau-Varill som slutligen lyckades vinna över de nödvändiga rösterna, när han tryckte på argumentet att Nicaragua hade aktiva vulkaner medan Panama saknade sådana.

Vulkanen Mont Pelé's utbrott 1902 och det pyroklastiska flöde som begravnade 29 000 människor på ön St. Martinique, liksom en eruption som hade börjat i maj samma år i vulkanen Momotombo, användes av

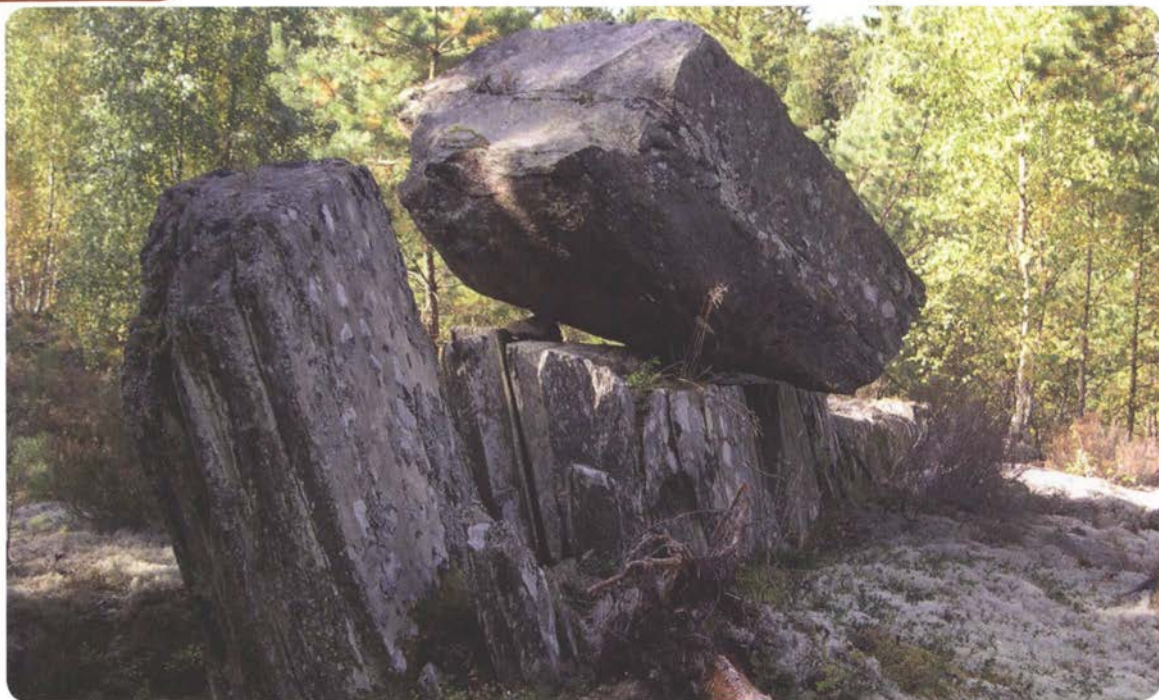
Panamaanhängarna som argument. Tre dagar före den avgörande omröstningen i senaten sände Philippe Bunau-Varill brev till senatorerna med ett frimärke där vulkanen Momotombo var motiv (se bilden ovan). Vulkanhotet poängterades, Panama framhävdes som relativt stabilt. Senaten röstade den 19 juni 1902 för att förlägga den transoceaniska kanalen till Panama, med åtta rösters övervikt.

## Kanalbygget slutförs

Efter en del oroligheter i Colombia blev Panama en självständig nation 1904. Följande år påbörjades bygget av Panamakanalen. Grävandet sysselsatte som mest nästan 40 000 arbetare. Kanalen kunde öppnas den 14 augusti 1914.

I och med att USA beslöt att bygga kanalen genom Panama försämrades relationerna till Nicaragua betydligt. USA fick dock med hjälp av ett fördrag rätt att bygga en kanal genom Nicaragua och att hyra två områden för flottbaser. Med detta fördrag, som kostade USA tre miljoner dollar, kunde alla konkurrerande kanaler stoppas. En liknande typ av dollardiplomati riktades mot Colombia, vilket resulterade i att USA betalade tjugofem miljoner dollar som ersättning för förlusten av Panama och att Colombia erkände den nya republiken. Idag är den 58 kilometer långa Panamakanalen en av världens mest trafikerade kanaler.

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



# Annorlunda frostmar

I den glesa tallskogen på det Småländska höglandet vid Lillsjödalen finns en räckta stenstoder som sticker upp ur berggrunden.

TEXT OCH FOTO Esko Daniel

**Redan 1893 noterade** geologen Nils Olof Holst vid Sveriges geologiska undersökning, i beskrivningen till den geologiska kartan Lenhofda att: *"En egendomlig företeelse kan man iakttaga vid järnvägen 2,200 fot (reds anm. omkring 650 meter) Ö om Lillsjödals station. Lösgjorda, i rader stående hälleflintblock skjuta till flere fots höjd upp öfver berghällen men sitta med sin nedre ände fast i de hålligheter, ur vilka de lösgjorts."*

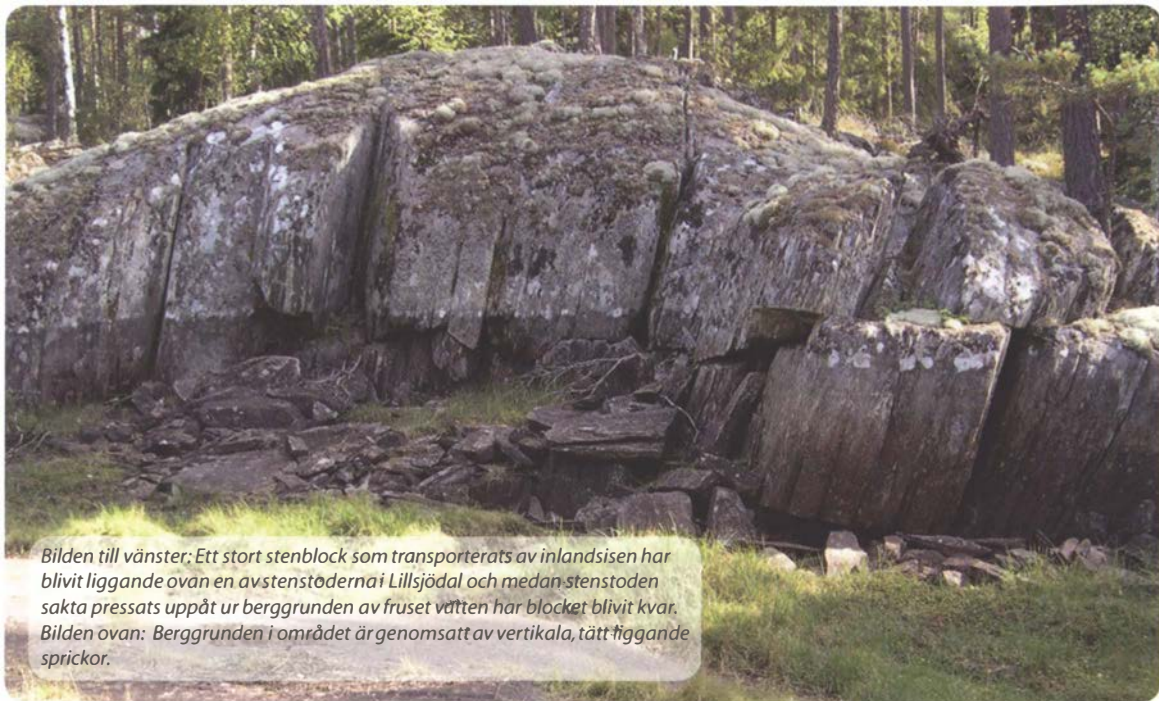
Några år senare, närmare bestämt 1904, uppmärksammades fenomenet åter av Eugene Svedmark i beskrivningen till det intilliggande geologiska kartbladet Oskarshamn. Därefter nämns fenomenet inte i den geologiska litteraturen på över hundra år. Däremot har en observant kartör, som gjorde en karta för orienterare, noterat att det finns märkliga, kantiga block i trakten av Blankan, och markerat dessa med symbolen G (geologiskt sevärdhet) på orienteringskartan. Det skulle dröja ända fram till 2000-talet, då SGU genom-

förde översiktliga karteringar i nordöstra Småland, innan lokalerna uppmärksammades igen.

Området med stenstoderna är beläget strax öster om Lillsjödalen, ett litet före detta stationssamhälle längs järnvägen mellan Oskarshamn och Nässjö. De största ansamlingarna av stenstoder tycks finnas vid Lillsjödalen och vid Bohult (som inte är närmare undersökt), cirka 15 kilometer öster om Lillsjödalen. Dock har det i samband med jordartskarteringen påträffats enstaka exemplar utanför dessa områden. Bland annat i höjdområdet strax söder om Moredalen (se Geologiskt forum nr 50, 2006), samt i närheten av Blankan. En mera systematisk och noggrannare undersökning i området runt de nu kända fynden skulle säkert resultera i ytterligare observationer.

**Stenstoderna uppträder** i ett område med sura vulkaniter. Bergarten förekommer bland annat i ett öst-västligt stråk i nordöstra Småland, från Oskarshamn och västerut. Bergarten som även kallas hälleflinta, är tät och hård och bildades i samband med vulkanism för cirka 1,8 miljarder år sedan. I nordöstra Småland är den genomsatt av tätt stående, parallella och vertikala sprickor, orienterade i öst-västlig riktning. Dessutom finns det bankningsplan och sprickor, mer eller mindre parallella med hälletan. Jordtäckets är tunt eller saknas helt inom stora delar av regionen. Det medför att berggrundsytan är blottad inom stora områden och att den





Bilden till vänster: Ett stort stenblock som transporterats av inlandsisen har blivit liggande ovan en avstenstoderna i Lillsjödalen och medan stenstoden sakta pressats uppåt ur berggrunden av fruset vatten har blocket blivit kvar. Bilden ovan: Berggrunden i området är genomgått av vertikala, tätt liggande sprickor.

# ksfenomen

lilla skog som finns är gles och lite tanig.

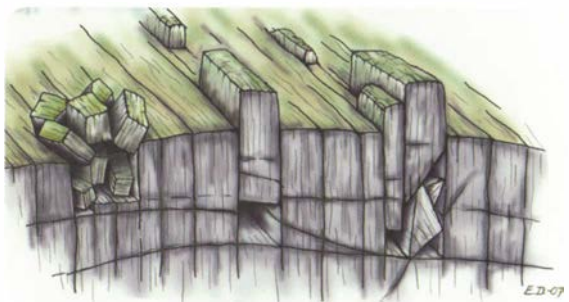
Formerna och storlekarna på stenstoderna växlar. Stoderna står ofta i långa rader och följer uppenbarligen samma sammanhängande sprickor. Stoderna förekommer även solitärt. Den största sticker upp mer än två meter över berggrundsytan och har en volym på 15–20 kubikmeter, de minsta har storlek av en A4-sida eller mindre. På några ställen finns det öppna hålrum under blocken.

**Förutom de solitära** stenstoderna förekommer det blockansamlingar med likartat bildningssätt. Man kan också se att större sjöar av berggrunden pressats i sidled och snedställt lite lätt, så att små trappsteg i markytan i form av förkastningar har uppstått utmed sprickorna i vulkaniten.

Redan geologen Holst förklarade stenstodernas bildningssätt som ett slags frostmarksfenomen. Det innebär att det är kraften i ytnära isbildning i marken, som pressat upp stenstoderna. Förutsättningarna för att detta ska kunna ske är att det finns en tät bergart med parallella och vertikala sprickor längs vilka vattnet kan sippra ner i berget. Eftersom det är en tät och finkornig bergart med sprickor som är jämna och parallella är friktionen mellan de olika berggrundsblocken relativt låg. I de horisontella bankningsplanen och vertikala sprickorna kan vatten samlas. När vattnet fryser och isen expanderar medför volymökningen att

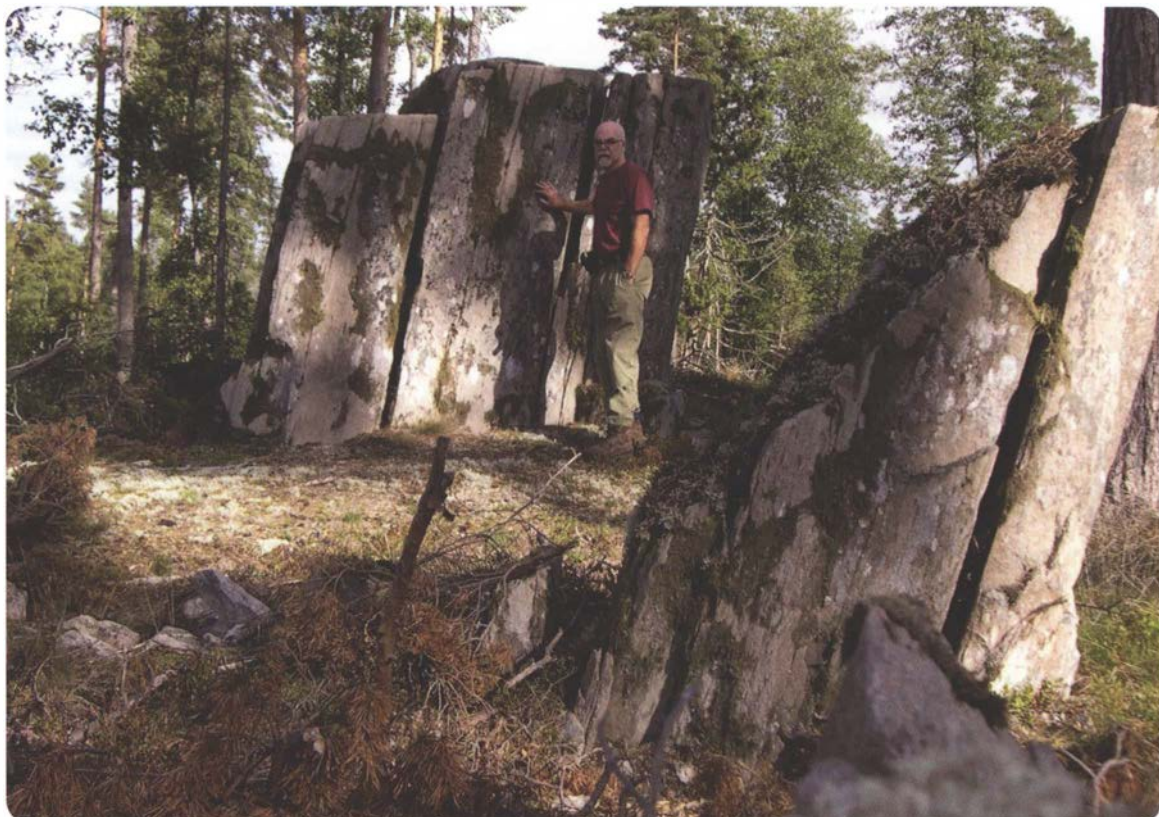


ibland bildar stenstoderna långa rader av upprättstående, platta stenskivor som bildar en gles krenelering på hållytan.



De vertikala och parallella sprickorna i vulkaniten är en förutsättning för att stenstoderna ska kunna bildas. Under kallare perioder, möjligen under permafrost, ansamlas vatten i sprickorna i den upptitade yttliga zonen. Isbildningen pressar upp enskilda berggrundspartier/block en liten bit. Över markytan blir dessa isolerade stenstoder, eller så bildas mindre blockansamlingar.





Den största stenstoden vid Lillsjödalen är mer än två meter hög och har en volym om 15-20 kubikmeter. Författaren utgör skala på bilden.

## LITTERATUR

- Daniel, E., 2005: *Fotodokumentation av uppfryssta berggrundsblokk vid Lillsjödalen i Högsby kommun, Kalmar län*. SGU-rapport 2005:26.
- Holst, N. O., 1893: *Beskrifning till kartbladet Lenhofda*. SGU Serie Ab 15, 48 s.
- Svedmark, E. & Wiman, C., 1904: *Beskrivning till kartbladet Oskarshamn samt Ölandsdelen av Böda*. SGU Serie Ac 5, 85 s.
- Wik, N.-G., Bergström, U., Bruun, Å., Claeson, D., Jelinek, C., Juhojuntti, N., Kero, L., Lundqvist, L., Stephens, M. B., Sukotjo, S., Wikman, H., 2005: *Berggrundskarta över Kalmar län, skala 1:250 000*. SGU Serie Ba 66.

block kan pressas upp i samband med isbildningen. Kanske var berget fruset på någon meters djup under antingen en längre period – eller kortare perioder under en längre tid – samtidigt som det ytligaste skiktet periodvis var upptinat så att vatten kunde tränga ner till det frusna skiktet? Det är möjligt att uppressningen av stenstoderna skedde under en period med permafrost i området. Detta skedde efter den senaste inlandsisens avsmältning. Stenstoderna så som de står idag skulle knappast överleva en aktiv inlandsis.

Det är sannolikt att uppressningen har skett lugnt och stilla under en längre period. Beviset för detta utgörs bland annat av det block som ligger på en av stenstoderna, se fotografiet på sid 18. Blocket fördes till platsen av inlandsisen och deponerades på berggrundsytan. När stenstoderna senare pressades upp låg blocket kvar på stenstoden en bit över hällen. Fenomenet är så pass unikt och spektakulärt att det vore värt någon form av skydd som länsstyrelsen i Kalmar län förhoppningsvis kan ombesörja.

---

ESKO DANIEL är 1:e statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.



# Sandsten formad av vågor och vind

Fulufjället i nordvästra Dalarna är ett gammalt och ståtligt fjäll. Området är idag en nationalpark. Här väntar många natursköna upplevelser – inte minst en vacker berggrund, dominerad av rödglänsande Dalasandsten bildad för 1 300 till 1 500 miljoner år sedan.

TEXT Claes Mellqvist

**F**rån det lilla samhället Mörkret vid Fulufjällets fot syns, efter några minuters bilfärd, ljuset vid Fulufjällets naturrum, som ligger några hundra meter upp på berget. Härifrån kan du gå en kortare promenad, cirka två kilometer och besöka Sveriges högsta vattenfall, Njupeeskär – eller ta en lite längre promenad upp på fjället. Efter en relativt brant och kanske strapatsrik vandring som tar ungefär en timme, finns en höjdsplatta med väldigt små topografiska variationer, belägen 900 meter över havet. Under denna korta vandring har du också förhoppningsvis tittat på var du sätter fötterna och insett att du befinner dig på ett fjäll som är uppbyggt av sandsten.

Sandstenen kallas för Dalasandsten och bildades under en period för mellan 1 300 till 1 500 miljoner år sedan. Den har olika egenskaper som också återspeglas i landskapsbilden. Den brant som du bestigit domineras av en massiv, tjockbankad och relativt svårvittrad sandsten. Medan berggrunden på höjdsplattan på toppen av fjället domineras av flackt liggande, växellagrande ler- och sandstenslager. Denna delen av Dalasandstenen är mer vittringsbenägen, framförallt när det gäller lerfraktionen, och har också bidragit till utformningen av detta platta fjäll. Vi blir ofta påmind om denna del av Dalasandsten i de otaliga platta sandstensblock som staplats ovanpå varandra i form av meterhöga rösen längs de många vandringslederna.

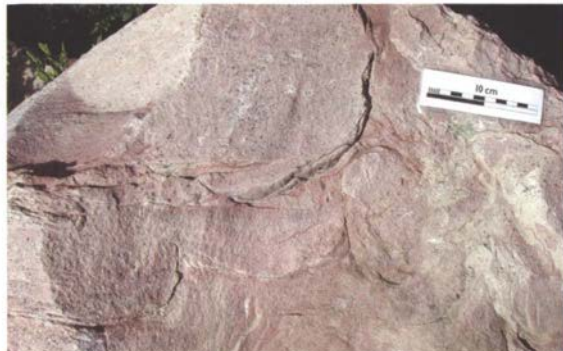
## Sandstenens sedimentationsmiljöer

I området har det identifierats två olika facies, det finns med andra ord Dalasandsten med två olika karaktärer (en facies är en geologisk enhet bildad under samma miljöförhållande). Facies A består av massiv sandsten. Den dominerar större delen av fjället och kan studeras i Njupeeskärs vattenfall. Facies A har avsatts i ett sedimentationsbäcken med relativt hög energi och rik sedimenttillförsel. Avsaknad av fluviala erosionskanaler och mellanlagrande finkornigare flodslättsenheter utesluter att sedimentationen har skett i en fluvial miljö. Mer troligt är att sandstenarna är eoliskt avsatta eller tillhör ett vågdominerat delta.

Instabila sedimentationsförhållanden har gett upphov till rörelser i det lösa sedimentet vilket i sin tur har gett upphov till så kallade slumpningsstrukturer (se bild på nästa sida, överst till höger).

Facies B består av tunnbankade, finkorniga sand- och slamstenar som är rödbruna till violetta med ljusgröna och beiga fläckar och band. Typiska strukturer som man hittar här är böljeslagsmärken, ofta draperade med ett tunt lerstensskikt, och torksprickor. Facies B speglar en avsättningsmiljö med relativt låg energi och ett inte allt för stort vattendjup med periodvis torrläggning av sedimentationsbäckenet. Kustnära laguner och periodiska ökensjöar är exempel på olika miljöer där liknande bergarter kan bildas.

*Bilden ovan: Branta sandstensklippor i övre delen av Stora Göljåns dalgång. Botten är täckt med sandstensblock som fördes dit under ett oväder som under kvällen den 30 augusti 1997 drabbade Fulufjället. Vatten forsade genom dalgångarna och blottade en mängd fina bergprofiler längs framförallt Kloran och Stora Göljåns dalgångar. Se även Curt Fredéns artikel i Geologiskt forum nr 20, 1998.*



Till vänster: Platta block med bøljeslagsmärken är vanligt förekommande på Fulufjället. Till höger: Block funnet längs vandringsleden vid Njupeskärs vattenfall. Strukturerna har bildats under instabila sedimentationsförhållanden, så kallade slumpningsstrukturer.

## Diabas

Vill du se något annat än sandsten ska du bege dig till Bergadalen, vid gränsen till Norge. Här i Brattfjällets sluttning syns mörka klippor. Den mörka berggrunden består av diabas som är 980 miljoner år gammal. Diabasen har intruderat längs sandstens horisontella lagerföljd vilket förklarar dess stora utbredning på berggrundskartan. En annan blottning av diabas kan också beskådas vid Tangsjöarna. Här är diabasen vertikalt stående och "Dalasandstenen" vid kontakten mot diabasen är kraftigt termalt omvandlad till kvartsit.

## Tektoniska företeelser

Området runt Fulufjället har påverkats av olika tektoniska händelser. De äldsta avspeglas i diabasgångarna där jordskorpan spruckit upp och magma trängt in och bildat det stora antalet diabasgångar. Området har också påverkats av processer som kan härledas till den Kaledonska bergskedjebildningen, det vill säga bildningen av vår fjällkedja, som skedde för cirka 400 miljoner år sedan vid den slutgiltiga kollisionen mellan kontinenterna Laurentia (nuvarande Nordamerika) och Baltika (den paleokontinent som representerar norra Europa). Dalasandstenen har ansetts vara relativt

opåverkad av rörelser i samband med denna, men i blottningar längs bäckfärorna i framförallt Kloran och Stora Göljån i fjällets östra sluttning, finns tecken som antyder att horisontella rörelser, så kallade över-skjutningar, verkligen skett.

CLAES MELLQVIST är statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.

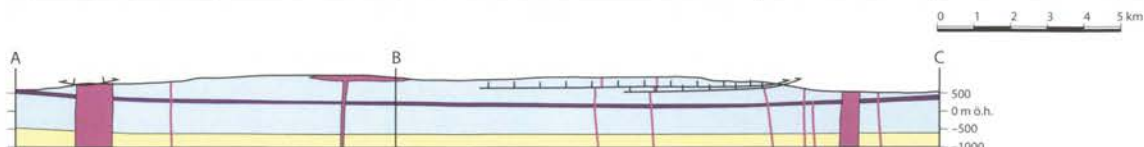
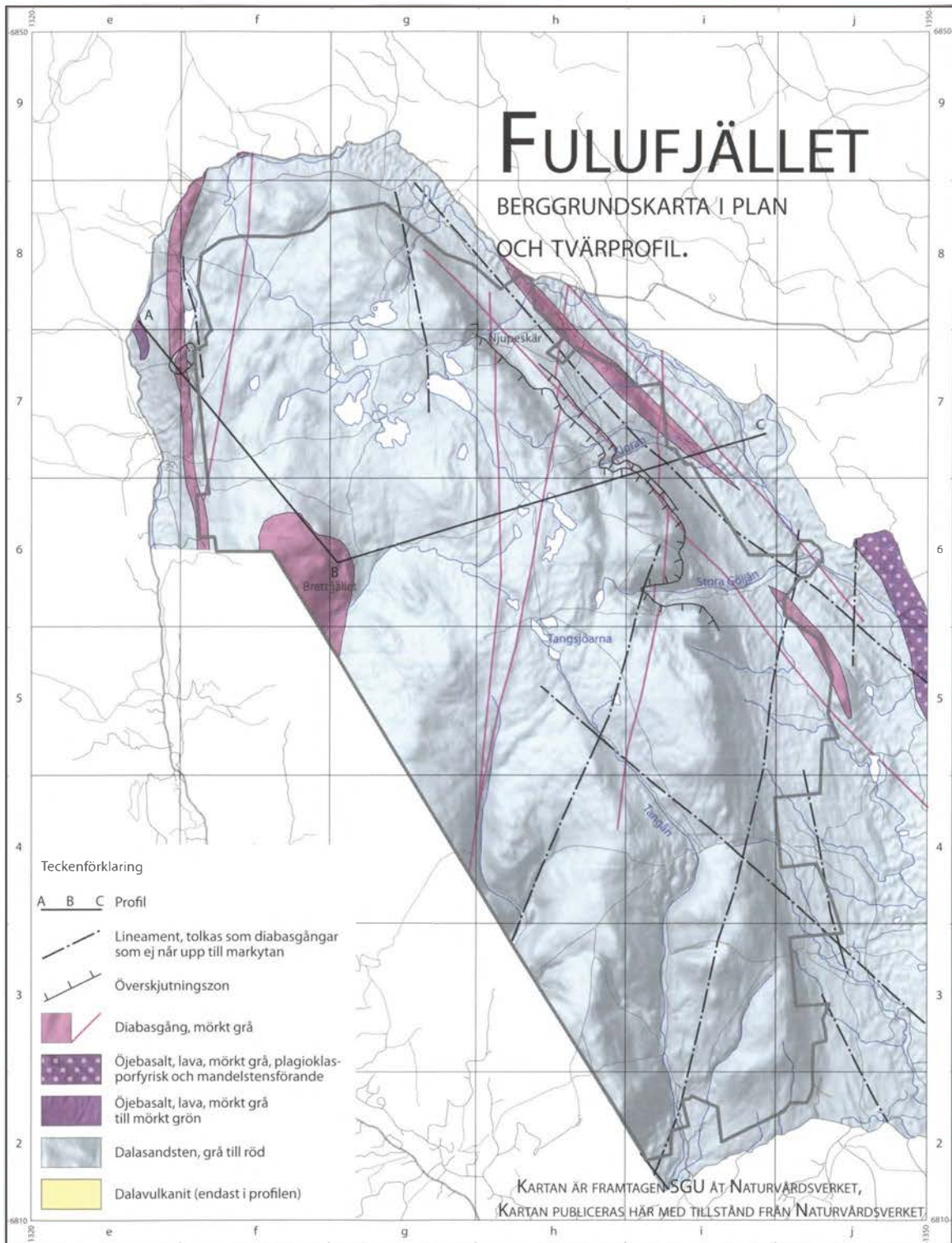
## GEOTURISTKARTA ÖVER FULUFJÄLLET

Geoturistkartan dokumenterar både berggrund och jordarter. Det berggrundsgeologiska arbetet på Fulufjället utfördes av Claes Mellqvist, Daniel Andersson och Lutz Kübler. (Det är berggrundsdelen som ligger till underlag för artikeln här i Geologiskt forum.) Geoturistkartan går att köpa vid Fulufjällets naturrum eller att beställas via Naturvårdsverket. Fulufjället har tidigare beskrivits i Geologiskt forum nr 20 (om ovädret hösten 2007) respektive nr 50 (övergripande geologi med fokus på kvartärgeologi).

Finskiktad sandsten. Blottning av facies B sandsten vid vandringsstig två kilometer väster om Njupeskärs vattenfall.







# En pärla i Bohuslän

För den som gillar vacker natur, rik flora och spännande kulturmiljöer rekommenderas ett besök på Älgön. Är du dessutom intresserad av geologi är upplevelsen total. Här finns unika berggrundsblottningar som berättar om berggrundsbildande processer långt ner i jordskorpan för 900 miljoner år sedan.

TEXT och FOTO Hans Årebäck

Älgön är belägen i södra delen av Hakefjorden och utgör tillsammans med grannön Brattön en välkänd siluett på västkusten. Högsta delen av Älgön är 96 meter över havet och med sina 131 meter över havet är Brattön västkustens högsta ö. Berggrunden på dessa båda öar består till största delen av bergarterna norit och anortosit som båda är magmatiska djupbergarter som kristalliserat ur en smälta på flera kilometers djup i jordskorpan. Gemensamt med några andra magmatisk bergarter på västkusten, så som Bohusgraniten, Blomskogsgniten, Göteborgs diabaserna och Vinga porfyren tillhör noriten och anortositen på Älgön och Brattön, det så kallade Hakefjordskomplexet, de yngsta bergarterna i urberget på västkusten. Dessa bergarter genomträngde jordskorpan under slutskedet av den bergskedje-

bildning som påverkat och byggt upp urberget på västkusten, för ungefär 1 100 till 900 miljoner år sedan. Bergskedjebildningen benämns Svekonorvegiska orogenesisen.

## NATUR OCH KULTUR

Förutom den spännande geologin och den vackra naturen har det noterats över 500 kärlväxter på Älgön tillsammans med en betydande lav-, moss- och svampflora. Även de alpina växterna rosenrot och fjällnejlika växer lokalt i den branta nordsluttningen. På Älgön finns det även spår av omfattande industrier, från de senaste sillperioderna på västkusten, i form av trankokeri, salteri och guanofabrik. Fram till 1986 fanns det kvar en 40 meter hög skorsten, Älgö pipa, på södra Älgön som tillhörde en guanofabrik som byggdes i slutet av 1800-talet. Idag är dock endast en hög med tegel kvar som rest av denna byggnad. När man vandrar omkring på Älgön idag är det svårt att föreställa sig att det under vissa sillrika perioder fanns flertalet krogar här. Förutom fiskindustri har det på nordsidan av Älgön under två omgångar, före och efter andra världskriget, funnits småskalig stenindustri. Verksamheten som upphörde 1965, bedrevs av Svensk Granit AB och stenen man bröt benämndes *svart granit*.



Övre bild: Översiktskarta, gjord av Anders Magnusson. Nedre bild: Klippan vid Älgö gavel, västra Älgön, med ljusa anortositfragment i mörk norit. Klippan som pekar mot söder är ungefär 25 meter hög.





Berggrundskarta över Älgön och Brattön. Lokaler beskrivna i texten finns markerade med nummer 1 till 5. Karta: Hans Åreback.

## Beskrivning av berggrunden

Noriten i Hakefjordskomplexet varierar i sammansättning från en kalifältspatförande norit, så kallad monzonorit, som uppträder perifer, till norit i de centrala delarna. På den centrala delen av Älgön finns även en mycket ilmenitrik norit.

Anortositen i Hakefjordskomplexet är ljus till färgen och grovkornig. Enskilda kristaller som är flera decimeter stora förekommer lokalt. Anortositen är koncentrerad till vissa områden (se karta) och förekommer där som fragment eller block i den mörkare noriten. Dessa block varierar i storlek från några centimeter upp till tiotals meter i diameter.

Den äldre berggrund som Hakefjordskomplexet genombrutit består till största delen av sedimentgnejser som tillhör den så kallade Stora Le – Marstrandsgruppen. Detta är en bergartsenhet som i Sverige sträcker sig från Stora Le i norr, söderut genom västra Dalsland och Bohuslän och vidare till södra delarna av Göteborgs skärgård. Bergartssekvensen utgörs till största delarna sedimentgnejser, underordnat förekommer även basiska vulkaniter vilka avlagrades på havsbotten för ungefär 1 600 miljoner år sedan.

På Älgön och Brattön finns Stora Le – Marstrandsgruppens sedimentgnejser representerade runt om Hakefjordskomplexet (se ljusblå färg på kartan ovan). Närmast kontakten är sedimentgnejserna kraftigt påverkade av värme från intrusionen – så kallad kontaktmigmatit där delar av sedimentgnejserna har smält upp och bildat granitiska smältor och även i

## BERGGRUNDSKARTA Älgön – Brattön



Kartan sammanställd av Hans Åreback 1994  
Geologiska Institutionen, Göteborgs Universitet

Skala  
0 500 1000 m

övriga delar är mineralogin och gnejsigheten kraftigt påverkad.

På södra delen av Älgön förekommer även några mäktiga pegmatitådror i sedimentgnejsen som troligen bildats under den regionalmetamorfo som Stora Le – Marstrandsgruppens bergarter utsattes för, innan Hakefjordskomplexets genomträngande.

## Tolkad bildning av Hakefjordskomplexet

Hakefjordskomplexet anses ha sitt ursprung ur en basisk magma som härstammar från manteln, den del av jordklotet som påträffas under jordskorpan. Mellan 20-40 kilometer ner i jordskorpan, anses plagioklas och mörka mineral kristalliserat ur magman. Vid dessa stora djup (och därmed höga tryck) kan plagioklasen ha varit lättare än magman vilken den kristalliserat ur

## NORIT OCH ANORTOSIT

Norit och anortosit förekommer ofta tillsammans. Norit är en basisk djupbergart, mörk till färgen och medelkornig. Bergarten består framförallt av mineralen plagioklas, pyroxen och järn-titan oxider som magnetit och ilmenit. Mindre mängder av kvarts, kalifältspat, amphibol och biotit kan även förekomma. Till skillnad från gabbro som också utgörs av dessa mineral innehåller norit både klinopyroxen och ortopyroxen men ingen eller väldigt liten mängd olivin vilket dock oftast är ett betydande mineral i gabbro. Ortopyroxenförande

bergarter har en egen terminologi i klassificeringen av magmatiska bergarter. Anortosit är en magmatisk bergart som till mer än 90 procent består av mineralet plagioklas. Mindre mängder av framförallt pyroxen, olivin och järn-titan oxider kan förekomma. Anortositer kan variera i färg från mörk till ljus och i kornstorlek från medel- till mycket grovkornig. Anortositer bildas mestadels ur basiska till intermediära magmor ur vilka plagioklas kristalliserat och ackumulerats till denna monomineralbergart.



Lokal 4. Kontaktmigmatit, östra Älgön. Bergarten består av kraftigt kontaktpåverkad sedimentgnejs med en kaotisk gnejsighet. I nedre högra hörnet syns även en del av den mörkare noriten med fragment av ljus anortosit.

och därför ansamlats i övre delarna av magmakammaren. De mörka och tyngre mineralen har däremot sjunkit till botten av magmakammaren och där bildat ultramafiska lager. Den kristalliserade plagioklasen har efterhand ackumulerats till anortosit i de övre delarna av magmakammaren. Av någon anledning, troligen tektonik, har magman förts upp i jordskorpan längs en svaghetszon och där relativt långsamt kristalliserat. Uppskattningsvis tog det ett par 100 000 år. Den plats dit magman fördes utgjorde vid den tidpunkten rotzonen till en bergskedja. Anortositen bröts sönder och fördes med i magman som stora fragment, vilka ansamlades i de yttre delarna av magmakammaren. De tyngre utkristalliserade, ultramafiska lagren blev kvar på större djup i jordskorpan.

Detaljerade studier av mineral som bildats i sidobergarten orsakad av kontaktmetamorfos under tiden noriten kristalliserade indikerar att noritkristallisationen ägde rum på ungefär 15 – 20 kilometers djup. Kontaktmetamorfosen av sidobergarten var så kraftigt att lokal uppsmältning ägde rum och granitiska gångar bildades. Lokalt har dessa granitiska smältor genombrutit noriten som då till störst delen redan kristalliserat. Åldersbestämning av nybildade zirkoner i dessa granitiska gångar har resulterat i en ålder av ungefär 920 miljoner år. Detta kan tyckas vara gammalt, men är i betraktande av det svenska urberget ung! Under de 900 miljoner år som förflutit sedan Hakefjordskomplexet genomträngde jordskorpan har mycket hänt, bland annat har den bergskedja som bildades under Svekonorwegiska orogenesis eroderats bort och vad vi ser idag är endast rotzonen av denna bergskedja.

Några geologiska lokaler som rekommenderas  
Nedan följer en kort beskrivning av några exkursionslokaler som jag kan rekommendera på Älgön. Det bör nämnas att det är en något krävande vandring till vissa lokaler men är man väl där är det mödan värt.

*1. Bergsskärning på stigen väster om färjeläget.* Följ stigen västerut från färjeläget. Efter cirka 300 meter finns en liten bergsskärning där sedimentgnejs tillhörande Stora Le – Marstrandgruppen är blottad. Sedimentgnejsen består av mer eller mindre förgnejsad grävacka. I klippan ovanför finns en betydande pegmatitådra blottad (den är ljus till färgen). Den mörkare sedimentgnejsen består till största delen av finkornig kvarts, fältspat, biotit och muskovit. Lokalt finns det en växellagring av sandiga och leriga lager bevarad i sedimentgnejsen som härstammar från sedimentens avlagring på havsbotten.

*2. Plagioklasmegakrister i norit, västra Älgön.* För att komma till denna lokal fortsätter du vandringen västerut, ungefär en kilometer från lokal 1. På vägen passeras några fina strandhällar med sedimentgnejs samt kontakten mellan Hakejordskomplexet och sidobergarten. Kontakten här är till största delen döljd i en blocksänka. På lokal 2 ses norit som innehåller många, stora och ljusa plagioklaskrystaller, så kallade plagioklasmegakrister. Förutom dessa plagioklasmegakrister innehåller noriten även ljusa anortositfragment och kvarstfragment. Plagioklasmegakristerna har samma kemiska sammansättning som plagioklasen i anortositen och är bland annat därför tolkad att härstamma från söderbrutna anortositfragment. Vid en närmare titt på plagioklasmegakristerna ser man att de är resorberade i kanten och att de även har en millimeterbred reaktionsbård ytterst. Resorptionen och reaktionsbården tyder på att megakristerna inte har varit i jämvikt med noriten. Detta kan bero på att plagioklasens sammansättning är tryckberoende, vilket innebär att plagioklas från en och samma magma som kristalliserar under höga tryck, som uppstår vid stora djup i jordskorpan, erhåller en natriumrikare sammansättning än den plagioklas som kristalliserar vid lägre tryck. Anortositen och plagioklasmegakristerna i Hakefjordskomplexet är som nämndes tidigare just tolkade att ha kristalliserat på mycket stora djup i





Lokal 3. Plagioklasmegakrist i norit, västra Älgön. Dessa megakristar uppvisar tydligt en resorberade kristallform och en millimeterbred (mörkare) reaktionsbård.

## REST TILL ÄLGÖN

Till Älgön tar man sig enklast med färja. Färjeförbindelser finns dagligen från Rörtången på fastlandet. Kontrollera dock innan ni åker ut vilken tid färjan går tillbaka. En rundvandring på Älgön tar en dag i anspråk. I den här artikeln har endast Älgön beskrivits; geologi, natur och flora på Brattön är liknande och ön är väl värd ett besök, men det krävs en separat dag.

jordskorpan. När anortositen senare bröts sönder och fördes upp till grundare nivåer i jordskorpan var de inte längre i jämvikt med magman vilket medförde att de resorberades.

Vid denna lokal finns även lokala kvartsfragment i noriten. Till skillnad från plagioklasmegakristerna har kvartsfragmenten alltid en millimeterbred bård av mörk amfibol runt sig. Kvartsfragmenten som utgör ej upplösta brottstycken från sidobergarter har varit svåra att smälta upp och finns därför bevarade. Amfibolbårderna är ett resultat av att ojämavikt mellan kvartsen och den basiska noriten.

3. *Anortositblock i norit, Älgö gavel.* För att ta sig till lokal 3 måste man gå tillbaks några hundra meter längs stranden från lokal 2 för att därefter börja "klättringen" uppför Älgön. Att hitta bästa vägen till Älgö gavel kan vara svårt. Vill man ha vacker utsikt och titta på mycket anortosit rekommenderas en vandring på höjdryggarna. Det går också att ta sig fram i sänkorna även om det bitvis är snårig. Väl ute på Älgö gavel finns några mycket vackra blottningar med ljusa anortositfragment i den mörkare noriten. Här kan man öva sin tredimensionella tankeförmåga genom att försöka pussla ihop anortositfragmenten. På Älgö gavel finns även en av de största granitiska gångar som klipper Hakefjordkomplexet.

4. *Ilmenitrik norit, Ljungheden på centrala Älgön.* Denna lokal återfinns centralt på Älgön och kallas på ön för Ljungheden. Som namnet antyder är det ett ljunghedsväxt hedliknande hållområde. För att bevara den unika växligheten bränner man heden med jämna mellanrum. Bergarten här uppe, som består av ilmenitrik norit, är mycket intressant och hade Älgön befunnit sig i södra Norge hade man troligen brutit bergarten för sitt titaninnehåll. Omkring Egersund i sydnorge finns besläktade bergarter där man utvunnit titan under lång tid. Som namnet anger innehåller bergarten mycket ilmenit, övriga mineral består främst av plagioklas och ortopyroxen. En genomsnittlig sammansättning av titandioxidinnehållet,  $TiO_2$ , är 23 procent. Bergarten uppvisar en horisontell magmatisk planstruktur som bildades medan bergarten fortfarande befann sig i ett plastiskt tillstånd. Ilmenitnoriten innehåller också många och olika typer av enklaver, vilka består av anortosit- och noritblock samt rena ilmenit-magnetitinklusioner. Ilmenitnoriten är tolkad som en relativt sen bildning i Hakefjordskomplexet, eftersom den innehåller block av både anortosit och norit, som har anrikats på järn och titan genom magmatisk differentiering.

5. *Kontaktmigmatit, östra Älgön.* För att ta sig till östra spetsen av Älgön finns några vägval. Antingen vandrar du uppe på Älgön, lokalt finns det mindre stigar, man kan då ta sig förbi Älgöns högsta punkt. Alternativt tar du dig ner till södra stranden och följer stigen och stranden österut. Kontaktmigmatiten finns exponerad runt hela norit-anortosit intrusionen på Älgön men de finaste och mest illustrativa hållarna finns vid denna lokal. Hållarna här består av kraftigt kontaktpåverkad sedimentgnejs med en kaotisk gnejsighet. Gnejsen har delvis smält upp på grund av värme från den kristalliserade noriten. De mest lättuppsmälta mineralen har bildat granitiska smältor som idag kan ses som gångar och ådror i kontaktzonen. Lokalt finns det tecken på att dessa granitiska smältor blandat sig med den noritiska magman och då bildat en hybridbergart. I de delar som inte smält upp i kontaktmigmatiten har kontaktmetamorf mineral så som kordierit, sillimanit, granat, spinell, korund, ortopyroxen och kalifältspat bildats.

HANS ÅREBÄCK är fil.dr i berggrundsgeologi och arbetar som geolog för Boliden Mineral AB. Hans Årebäck's avhandling (Göteborgs universitet, 2001) handlade om Hakefjordskomplexets geologi och bildning och här finns mer om Älgön att läsa för den intresserade.

## LÄS MER

Overland, V., 1993: *Bohusläns museum, kulturhistoriska dokumentationer nr 3.*

Årebäck, H., 2001: *se ovan.*

Åshede, U. och Hagstrand-Velicu, K., 2001: *Älgön och Brattön. En informationsfolder från Västkuststiftelsen.*



*Utsikt från Vidablick, öster om Rättvik. Slagkäglor i diabas. Orsasandstenen är porös och kan därmed med salivens hjälp "fastna" på tungan, konstaterar Johanna, 9 år och yngst på både årsmötet och exkursionen.*

# Årsmöte och exkursion 2007

**N**ära ett 30-tal personer tog chansen och kom och lyssnade på de populärvetenskapliga föredrag som ingick i det miniseminarium som Geologiska Föreningen anordnade i samarbete med Stockholms universitet den 1 juni.

- **Martin Jakobsson**, Stockholms universitet berättade om maringeologisk forskning i Arktis. Åhörarna fick förhandsinformation om flera spännande resultat, som har, eller kommer att ha presenterats i vetenskapliga artiklar framöver, baserat på data från fältarbetet 2004, då en 428 meter lång borrhäls tog upp från den arktiska bassängens botten. I sommar planeras en ny expedition, denna gången till havs-området nordöst om Grönland (se sid 8).
- **Mikael Calner**, Lunds universitet, höll föredrag om tropiska hav och karbonatplattformar i allmänhet, och om gotländsk kalksten och den nya synen på silurperioden i synnerhet. Silur var ingen lugn och enhetlig period som forskarna tidigare antagit, utan tvärtom skedde omfattande förändringar i de marina ekosystemen vid flera tillfällen.
- **Pär Weihed**, Luleå tekniska universitet, fokuserade på malm- och mineralprospektering/utvinning i Sverige. Han resonerade kring världens efterfrågan och behov av metaller nu och i framtiden, priser på malmer och mineral, och kopplat till detta – den blomstrande prospekteringen i vårt land. Potentialen för att bryta mineral är stor i Sverige och redan idag är landet Europas största producent gällande guld och järn. Gällande zink, stål, silver och koppar ligger Sverige på toptrelistan.

Efter lunch var det dags för årsmötesförhandlingar. Allt avlöp väl. Christina Lundmark, SGU, Malå, valdes in som ny Skattmästare genom fyllnadsval, hon börjar sitt arbete redan i år. Vivi Vajda, Lunds universitet, valdes som ny sekreterare 2008-2009 och Mark Johnson omvaldes som ledamot 2008-2009.

Sedan var det dags för utdelning av utmärkelser. SGU-geologen **Robert Lagerbäck** fick ta emot Geologiska Föreningens Torellpris 2007 och doktoranden **Eric Austin Hegart**, Göteborgs universitet, fick ta emot Geologiska Föreningens Medaljfondsstipendium för bästa manuskript i GFF 2005-2006.

Robert Lagerbäck höll avslutningsvis en trevlig prisföreläsning om sitt geologiska arbete i Norrland, för vilket han nu belönats. Han utgick från polarfararen, geologiprofessorn och SGU-geologen Otto Torell (1828-1900), och dennes istidsteori som var omvälvande på sin tid och viktig idéhistoriskt sett. Men tanken på en enda is, som dessutom gått som en hyvel över sitt underlag, är enligt Lagerbäck ett paradigm som fått styra allt för länge, vilket inte minst hans egen forskning visar.

Direkt efter årsmötet styrde tio deltagare kosan mot Dalarna. Under ett mycket händelsrikt dygn fick dessa veta mer om Siljansstrukturen och den meteorit som slog ner i området för drygt 360 miljoner år sedan. Exkursionsledare var **Risto Kumpulainen**, Stockholms universitet och han svarade för det praktiska. **Jan Ove Ebbestad**, Evolutionsmuseet i Uppsala, presenterade områdets sedimentära geologi.

Bilder och lite mer att läsa om framförallt exkursionen finns på: [www.geologiskaforeningen.nu](http://www.geologiskaforeningen.nu)



**Sommarutställning** Så tala stenarne... Sveriges geologiska undersökning, SGU, har tagit fram en miniatyrtställning om Carl von Linné som geolog. Den finns i två upplagor och visas i sommar på Linnés Hammarby i Uppsala (läs mer på [www.uu.hammarby.se](http://www.uu.hammarby.se)) samt även hos SGU (utanför entrén på Villavägen 18, Uppsala). Utställningen bygger på Sven Lundqvists text och Tomas Lif's bilder, se sidan 11-14 i detta nummer av Geologiskt forum. Det finns även en folder om Linné som geolog, som hittas på [www.sgu.se](http://www.sgu.se)

**13-15 augusti** Sommarskola på Naturhistoriska riksmuseet för nyfikna barn mellan 12-14 år. Ta med egen matsäck och följ med på upptäcktsfärder i Nationalstadsparken och museets utställningar. Du får se en mängd föremål bakom kulisserna och möta forskare som berättar om fossil och olika skelett.

**17-20 augusti** I den klassiska miljön kring Siljan kommer det 20-års jubilerande WOGOGOB-mötet att gå av stapeln den 17-20 augusti 2007. Detta symposium kommer att ha två exkursioner, en kortare förexkursion runt Siljansringen och en längre postexkursion till Jämtland. Själva symposiet är förlagt till Rättvik. Mötet genomförs i samband med IGCP projekt 503, Ordovician Palaeogeography and Palaeoclimate.

**15-16 september** Geologins Dag invigs i år i LKAB:s gruva i Kiruna den 15 september. Den 16 september finns arrangemang i hela landet, vända mot allmänheten.

**16-19 december** the Palaeontological Association håller sitt 51 årliga möte vid Uppsala universitet. [www.palass.org](http://www.palass.org)

## Möte i caféet

Craafoordjubileet som gick av stapeln i Lund i april måste beskrivas som en succé med många deltagare. Inte minst vetenskapscaféet var en lyckad ingrediens.

**M**itt i vimmlet på café Athen vid Lunds universitet, satt världsledande forskare och svarade på allmänhetens frågor om klimat och miljö. Det förannonserade temat var *Stigande havsyttnivåer och översvämningar*, men publiken, som var tämligen brokig, vidgade vyerna och frågade om allt från lagring av koldioxid till energisnåla hus eller Golfströmmens framtid. Gällande klimatfrågan i stort svarade årets Crafoordpristagare i geovetenskap, Wallace Broecker, från Columbia University, New York, att han anser:

– Storskaliga industriella lösningar som kan användas för att avskilja koldioxid vid förbränning av bränsle, men även för att fånga



Foto: Kungl. vetenskapsakademien

in redan befintlig koldioxid i atmosfären, är det som vi behöver för att komma tillrätta med den ökande växthuseffekten.

Deltog i debattpanelen gjorde även Henning Rhode, kemisk meteorologi, Stockholms universitet, Lena Neij, Internationella institutet för industriell miljöekonomi och Svante Björck, Centrum för GeoBiosfärsvetenskap, Lunds universitet. Stämningen på caféet var gemytlig. Att skapa en arena för möte, på detta ganska avslappnade vis, var ett lovligt initiativ.

★ Farlig vulkan. Italienska vulkanen Vesuvius hade ett stort utbrott för 3 800 år sedan, som var både kraftigare och "dödligare" än det som senare begravnade Pompeji för drygt 2 000 år sedan. Allt inom tolv kilometer från vulkanen begravdes under lava eller sveptes bort av utbrottets kraft, skriver Svenska Dagbladet, i april och hänvisar till en studie från *Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia-Osservatorio Vesuvio*.

Utbrottets kraft bevisas bland annat av spår efter decimeterstora lavabomber, som nu hittats i ett område öster om vulkanen. Tidigare funna djur- och människoskelett samt nya fynd; som tusentals fotspår, indikerar också en massflykt från byarna i området, vid tiden för utbrottet.

Med tanke på Vesuvius farlighet; på händer med miljonstaden Neapel, vid nästa stora utbrott, kommer stadens alla invånare att hinna evakueras? undrar tidningen.

★ Visste du att några av världens djupaste borrhål finns i Sverige? I Gravberg och Stensberg i Siljansområdet finns två borrhål på cirka sex kilometers djup, efter försök att hitta naturgas på 1980-talet. Dessutom finns ett 3,7 kilometer djupt borrhål utanför Lund, anlagt för geotermisk energi. Vid Laxemar i södra Småland har Svensk Kärnbränslehantering AB anlagt ett 1,7 kilometer djupt hål för forskningsändamål. Mer om djupa borrhål i *Slutförvaring av högaktivt kärnavfall i djupa borrhål*, en rapport av berggrundsgeolog Karl-Inge Åhåll, på uppdrag av Miljöorganisationsnärns kärnavfallsgranskning.

Världens djupaste borrhål är för övrigt ryskt och 12,6 kilometer djupt.

# Erland Grip

Bolidenbolagets tidigare chef för prospektering Erland Grip gick bort i februari. Han nådde den aktningsvärda åldern av 101 år.

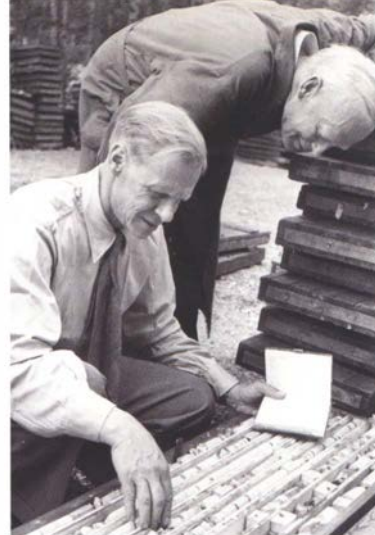
**Få personer har** betytt mer för svensk malmgeologi och prospektering än Erland Grip. För sin insats för svensk geologi i allmänhet och malmgeologi i synnerhet tilldelades Erland Grip Geologiska Föreningens Lindgrenpris år 2000. Under hela sin aktiva tid som geolog arbetade han åt Bolidenbolaget (det hette Bolidens gruvaktiebolag när han anställdes första gången som extra-geolog 1928). Året efter blev Erland medlem i Geologiska Föreningen och han var föreningen trogen resten av livet, det vill säga under 78 år, ett svårslaget rekord! Erland Grip var dessutom föreningens ordförande 1977-1978.

Erland bedrev sina studier i Uppsala. 1928-1935 arbetade han som extrageolog på somrarna hos Boliden. Från 1936 var han fast anställd och han stannade till sin pension 1970. Från 1939 var han chefsgeolog och från 1944 chef för prospekteringsavdelningen. Erland engagerade sig både nationellt och internationellt i malmgeologiskt arbete och bland hans publikationer kan nämnas geologiska beskrivningar av fyndigheterna Kankberg, Lainijaur, Laisvall, Mensträsk samt slutrapporten om Bolidenfyndigheten 1970 (gruvan stängdes efter en brand 1967).

En artikelsökning i SGUs georegister visar Erland Grips namn på cirka 100 vetenskapliga artiklar, varav 15 är på engelska och sex på tyska. Erlands huvudsakliga publicering rörde olika malmer i Skelleftefältet. Tillsammans med professorerna Sven Gavelin och Gunnar Kautsky är hans arbeten de

som lagt grunden till det moderna malmgeologiska synsättet i Skelleftefältet; Medan Gunnar Kautsky införde ett modernt stratigrafiskt tänkande dokumenterades mineraliseringar och malmer på ett gediget sätt av Grip och Gavelin. Det senare är tyvärr i den moderna forskningen ett alltför sällan använt synsätt då det numera ofta är kvantitet som går före kvalitet i den akademiska meriteringen. Särskilt Erlands publikation tillsammans med Åke Wirstam från 1970, som sammanfattade kunskapen om Bolidenfyndigheten, torde vara en klassiker inom svensk malmgeologi. Det är därför inte konstigt att det i nutida vetenskapliga artiklar fortfarande allt som oftast refereras till arbeten av Erland Grip, trots att det gått upp till 60 år sedan ursprunglig publicering.

**Förra halvsekel**skiftet tillbringade Erland Grip i Afrika som ledare för en Bolidenexpedition. För sina insatser inom svensk malmgeologi promoverades han 1961 till filosofie hedersdoktor vid Uppsala universitet. 1983 tilldelades han professors namn. Ett år innan dess hade Erland Grip emottagit Ingenjörsvetenskapsakademins guldmedalj för sina insatser inom prospektering och malmletningsstrategi. Geologiska föreningens Lindgrenpris tilldelades han som förut nämnts år 2000. En betydande del av Erland Grips forskningsarbete utfördes inom Svenska Gruvföreningen och Stiftelsen Gruvforskningen.



*Erland Grip till vänster. Mannen till höger kallas "Gotlandspelle" enligt en notering på baksidan av fotografiet, som kommer från Bolidens arkiv. Troligen är fotografiet taget på 1950-talet.*

Han gjorde även stora insatser för geologin och malmgeologin som föreläsare, föredragshållare, diskussionsledare och arrangör av symposier.

På det internationella planet var Erland Grip också aktiv. Han var exempelvis en av grundarna av den internationella vetenskapliga tidskriften *Mineralium Deposita* som är den internationella malmforskningsföreningens SGA (Society for Geology Applied to mineral deposits) vetenskapliga tidskrift. Erland Grip grundade denna tillsammans med G.C. Amstutz, A. Bernard, P. Evrard, G.L. Krol, I. De Magneé, A. Maucher, P. Ramdohr, P. Routhier och P. Zuffardi, alla klassiska namn inom malmgeologin i Europa, år 1966. *Mineralium Deposita* är idag världens ledande malmgeologiska vetenskapliga tidskrift.

**I och med Erland Grips** bortgång har en av de sista stora svenska malmgeologerna under 1900-talet lämnat oss. Det kunskapsideal som präglade personer som Erland Grip, Sven Gavelin, Gunnar Kautsky, N-H Magnusson och Per Geijer finns bevarat i otaliga vetenskapliga publikationer som förhoppningsvis kan leda oss sentida efterföljare på rätt spår.

*/ Pär Weihed, ordförande i Geologiska Föreningen och professor i malmgeologi vid Luleå tekniska universitet.*



# Geologer - ta plats på miljökontoren!

**A**ven om miljöproblemen nuförtiden mest är globala och huvudsakligen beror på klimatförändringar – om man ska tro medias rapportering – så har vi, enligt min synpunkt, flera starkt underskattade problem i landet.

Det handlar om förorenad mark i anslutning till fabriker och industriområden, både sådana där verksamhet pågår och dylika äldre, nedlagda. Dessa markområden är det dock förvånansvärt tyst om. Men sanningen är den att Sverige har inte obetydliga problem med föroreningar i mark, grundvatten, sjöar och hav. En del av föroreningarna är kända, en del misstänka får finnas och ytterligare en del existerar som illegal dumpning (på platser som endast de skyldiga känner till).

Även om Sverige har en grön framtoning, både hemma och internationellt, döljs mycket i marken. Det är inte heller länge sedan företag, med statens goda minne, tilläts dumpa stora mängder farligt avfall i våra sjöar och hav. De förorenade områdena ligger nu som tickande miljöbomber som väntar på att brisa. Och brisa kommer de att göra, förr eller senare. Kanske pågår detta rent av just nu?

**V**arför dillar jag då om miljöföroreningar, här i Geologiskt forum? Jo, för att vi geologer förmodligen är bättre rustade än de flesta när det gäller att kunna hjälpa företag och myndigheter att få rätsida på problemen. Kanske inte så att vi personligen kan rensa upp alla dessa styggelser, men vi kan ta fram underlag till beslutsfattarna.

Bekymmersamt är dock att geologerna är få på kommuner och länsstyrelser. Kommunekologer, för att ta ett exempel, är ofta personer som har biologisk inriktning. Problemet med gamla industritomter är dock att föroreningarna oftast är starkt bundna till mark och grundvatten, och dess transport i dessa medier är beroende på markens beskaffenhet.

Nu påstår jag inte att biologer inte har någon geologisk kunskap, men geologer har utbildat sig i tre-fyra år, ibland betydligt längre. Vi har lärt oss att lära oss känna igen, förstå och särskilja exempelvis glaciala från postglaciala lagerföljder, sura från basiska bergarter, porösa från kompakta sedimentära bergarter, öppna spröda spricksystem från duktila skjuvzoner och så vidare. Detta är kunskap som inte tas in under blott en grundkurs eller två. Nej, att lära sig geologi på djupet tar tid, och det krävs gedigen erfarenhet i fält.

Själv är jag strukturgeolog i grunden men är nu inne på mitt sjätte år som miljökonsult, och jag har väl sett och hört en hel del under mina resor i Skandinavien och Baltikum. Bland annat får jag lov att säga att vi geologer inte har lyckats fullt så bra som jag trodde när det gäller att ta plats på miljökontoren, inte bara i Sverige, detta verkar gälla i hela Norden. Kan det bero på att många på dessa nivåer fortfarande inte känner till geologernas kunskapsbredd när det gäller mark och grundvatten, eller är det helt enkelt så att det inte finns tillräckligt med geologer därute för att fylla behoven... ja, vad vet jag?

**M**en vi geologer behövs faktiskt mer än någonsin i samhället. Ett bredare geologiskt kunnande kan spara skattepengar, för att inte nämna tid. Kan man snabbt få en överblick i ett område kan man också snabbt sätta in rätt åtgärder. För varje år en förorening ligger kvar så sprider den sig lite mer, koncentrationen i grundvattnet ökar ytterligare lite och snart har vi en grundvattentäkt som kanske förstörts för all framtid. Detta samtidigt som det på regional nivå och EU-nivå talas om att vatten kommer att bli en bristvara i vår varmare framtid. Har Sverige råd att riskera sina icke förnyelsebara resurser då?

Geologi är inget enkelt ämne med patentlösningar. Har man inte en

geologisk bakgrund eller ett geologiskt tänkande är det kanske inte så lätt att utvärdera en markundersökning med en komplicerad glacial-postglacial lagerföljd, att förstå hur en igensedimenterad grusfylld bäckfåra helt kan förändra det förväntade grundvattenflödet i marken, att läsa en geoteknisk rapport gällande marint avsatta leror, eller att ha förståelse för att problemen inte slutar vid kontakten med berget. Och det är ju för övrigt här det börjar bli riktigt komplicerat, något som få verkar vara medvetna om. Som miljökonsult ser jag så gott som aldrig förfrågningar där beställaren intresserar sig för eventuell spridning av till exempel tunga klorerade lösningsmedel i grundvattenförande sprickor i berget. Däremot ser jag många underliga förfrågningsunderlag och beslut där fundamentala kunskaper om geologi hade sparats både tid och pengar.

**K**ontentan av det hela är att det definitivt finns ett stort behov av fler geologer i samhället, på exempelvis kommuner och länsstyrelser – och behovet är större än vad många känner till! Fast, ska sanningen fram så är ju miljögeologi inte speciellt sexigt och inget som en riktig geolog sysslar med... eller? Snarare är det väl så att vi miljögeologer behövs både nu och i framtiden, vi är en del av en marknad som är oberoende av råvarupriset på zink, koppar och järn. "It's a dirty job, but someone's gotta do it".



/ PATRIK NILSSON är gruppchef på URS Nordic AB, fil. dr. i berggrundsgeologi och styrelseledamot i Geologiska Föreningen.

## POSTTIDNING B

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 en geointresserad allmänhet. Har du något du vill tipsa om – hör av dig till redaktionen senast 1 augusti. Nästa nummer av tidningen kommer ut i september 2007.*

## GEOLOPPIS

SÄLJES: Geologiska föreningens förhandlingar från 1871-1996. Nästan komplett + diverse geologisk litteratur. Tel: 08-34 98 75 kvällstid eller e-post: anders.numan@comhem.se

SÄLJES: Äldre geologisk litteratur. Tyngdpunkt på berggrundsgeologi i Bergslagen. Ring 0730-268574, 018/302321 eller 016/354038 för lista.

SÄLJES: GFF från 1963 (Vol. 85/1) i häften. 2000 kr. Tel. 0730-268574, 018/302321 eller 016/354038.

## VÄLKOMMEN TILL VÅR HEMSIDA

Har du sett vår nya hemsida? Vi lanserade den i april. Den är bättre uppdaterad och med nyheter från geovetenskapens värld.

[www.geologiskaforeningen.nu](http://www.geologiskaforeningen.nu)

## BLI STÖDPRENUMERANT

Från och med i år erbjuder Geologiska Föreningen företag och organisationer en möjlighet att vara med och stötta utgivningen av Geologiskt forum. Stödprenumeranter får exponering i tidskriften varje nummer samt syns på föreningens hemsida. I prenumerationen ingår tre exemplar av tidningen varje nummer. Priset är 3 000 kronor per år. Är ditt företag intresserat? Hör av dig till Anna Kim-Andersson, tel 0708-205010, e-post [anna@qi-media.se](mailto:anna@qi-media.se) eller [info@geologiskaforeningen.nu](mailto:info@geologiskaforeningen.nu)

Geologiskt forum hälsar tre nya stödprenumeranter välkomna:

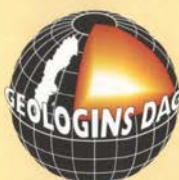


**Emmaboda Granit**

Emmaboda Granit AB är ett av Sveriges och Skandinavien ledande stenföretag med 100 års erfarenhet inom blocksten, stenprodukter och gravvårdar.  
[www.emmabodagranit.se](http://www.emmabodagranit.se)

**NEW BOLIDEN**

Boliden producerar metaller som får det moderna samhället att fungera.  
[www.boliden.se](http://www.boliden.se)



Föreningen för Geologins Dag.  
[www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)