

# GEOLOGISKT FORUM

NR 85 MARS 2015  
ÅRGÅNG 22

Spår efter Sveriges  
**största skred**

Följ med  
till Hawai'i

SÄLLSYNTA & KRITISKA METALLER  
I VANLIGA & OVANLIGA MINERAL

### NYHETER OCH REDAKTIONELLT

### SIDA

Satsa på oss!   Om geologyrket.   Nominera dina kandidater.	3
Vill locka unga till geologi.   Nytt från SGU.	4
Vinnarbilder.   Notiser.	5
Stödprenumeranter.	28
Kalendarium   Notiser.	29
5 frågor till Lovisa Zillén.	30
Sista ordet: Dokumentera underjorden innan det är för sent. Åke Johansson.	31
Geologiska Föreningens årsmöte i Luleå 29-30 maj 2015.	32

### ARTIKLAR & REPORTAGE

Sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral. Erik Jonsson, Karin Högdahl och Nikolaos Arvanitidis.	6-12
Följ med till Hawai'i. Erik Sturkell och Gabrielle Stockmann.	13-19
Spår efter Sveriges största skred. Björn Bergman och Fredrik Klingberg.	20-23
Svenska nationalkommittén för geologi. En plattform för påverkan. Vivi Vajda och SNKG.	22-25
In Memoriam, Eric Welin: Pionjär inom svensk isotopgeologi. Gösta Armands, Stefan Claesson, Åke Johansson och Thomas Lundqvist.	26-27

13

20



Gilla Geologiska  
föreningen på  
facebook.

Besök oss på [facebook.com/  
geologiskaforeningenisverige](https://www.facebook.com/geologiskaforeningenisverige)

Du vet väl om att medlemmar har tillgång till Geologiskt forum i digitalt format? Serien är komplett då vi har låtit scanna in de äldre nummer från starten 1994. Du når "Geologiskt forum online" via fliken Geologiskt forum på [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se).

**Ansvarig utgivare:** Mark Johnson

**Populärvetenskaplig redaktör:** Anna Kim-Andersson  
tel 0708-20 50 10, e-post: [anna@qi-media.se](mailto:anna@qi-media.se). För text, layout  
och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

**Redaktionen adress:** Geologiska Föreningen c/o Qi-Media  
AB, Stjärnvägen 9, 553 12 Jönköping.  
e-post: [info@geologiskaforeningen.se](mailto:info@geologiskaforeningen.se)

**Omslagsbild:** Svavelmolnet från Halema'uana'u kratern, här  
är det glödande molnet fotat nattetid från Hawaiis vulkanol-  
ogiska observatorium. Foto: Erik Sturkell. Läs mer på sida 13.

**Upplaga:** 1 000 ex. **Tryckeri:** Masala media.

**Ordinarie lösnummerpris:** 75 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. En årsprenumeration kostar 250 kr. För dig som är  
medlem ingår tidningen i det ordinarie medlemskapet i  
Geologiska Föreningen, vilket kostar från 290 kr/år. Som  
medlem har du också tillgång till tidningen såsom pdf samt  
ett digitalt arkiv. (Läs mer på vår hemsida). Ange alltid namn,  
adress och e-postadress (!), vid betalning till vårt Plusgiro:  
2108-9. Du kan också betala direkt med kort via vår hemsida  
på [www.geologiskaforeningen.se/medlem.php](http://www.geologiskaforeningen.se/medlem.php)

**Tidningen har sedan starten 1994** publicerat populärveten-  
skapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.  
**Varmt välkommen** att kontakta tidningens redaktör  
Anna Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt  
forum – hör av dig innan du sänder ditt manuskript. Förfat-  
terna svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa num-  
mer av Geologiskt forum kommer ut i slutet av juni 2015.

# Satsa på oss!

Inför vårens antagning till högskolor och universitet samarbetar flera av de stora svenska universiteten. Med en gemensam annonskampanj vill de locka studenter till de geovetenskapliga utbildningarna.

**S**atsa på oss och du satsar på dig själv. Med de orden fläktar universiteten samman sin annonskampanj. Kampan-

jen är ett samarbete mellan Göteborgs universitet, Lunds universitet, Luleå tekniska universitet, Uppsala universitet och Stockholms universitet. "Geovetenskap är så mycket mer än mineral, dinosaurier och rullstensåsar. Det är ämnet som bär på gåtor och hemligheter om jordens processer och vad som finns under ytan." Så lyder några av de texter som marknadsför geologin i annonserna.

*Till vänster visas en annons från Aftonbladet den 3 mars. I Dagens Nyheter var annonsen tvåsidig med intervjuer och faktatexter om geovetenskap och de respektive universiteten.*

## Om geologyrket – på Youtube

Guldläge för geovetare! Så heter en av de filmer som avdelningen för geologi, Stockholms universitet, har publicerat på sin egen kanal på Youtube.



**O**m du vill veta mer om geologyrket kan du titta in på Geological Science's Channel på Youtube. Här finner du intervjuer med en forskarstudent, en miljökonsult och en maringeolog.

*Minna Severin, statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning, är en av de som intervjuas i filmerna.*

## Nominera dina kandidater!

**E**tt av Geologiska Föreningens uppdrag är att dela ut priser till geologer som utmärker sig inom geöämnet. I år vill Geologiska Föreningen ha nomineringar till tre priser. Välkommen att nominera dina kandidater.

### JAN BERGSTRÖM YOUNG

**SCIENTIST AWARD.** Till minne av paleontologen Jan Bergström har Geologiska Föreningen instiftat Bergströmpriset till unga geoforskare. Priset, som inkluderar en prissumma om 10 000 kr, delas ut årligen till unga geoforskare som redan tidigt i sin vetenskapliga karriär gjort betydande insatser för geovetenskaperna. Priset kommer att ges till en geovetare med tydlig koppling till Sverige, genom antingen nationalitet, anställning eller forskning om svensk geologi. Bedömningen kommer i huvudsak att grundas på de artiklar den nominerade har publicerat tidigt i sin karriär och som försteförfattare. Kandidaten behöver inte vara svensk eller anställd i Sverige. Den nominerade ska ha doktorerat inom de senaste sju åren (för 2015 års pris innebär det år 2009 eller senare). Nomineringen ska innehålla CV och rekommendationsbrev från en senior forskare.

### GEOLOGISKA FÖRENINGENS

**HIÄRNEPRIS** – för betydande populärvetenskaplig verksamhet inom det geovetenskapliga området.

### NORDIC GEOSCIENTIST AWARD.

För tredje gången delar de geologiska föreningarna i Norden ut en belöning. Detta sker i samband med Nordiska Geologiska Vintermötet i Finland i januari 2016.

Läs mer om priserna på [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)

Skicka dina nomineringsförslag till Geologiska Föreningen, c/o Mark Johnson ([markj@gvc.gu.se](mailto:markj@gvc.gu.se)), senast den 15 april.

/ Mark Johnson, ordförande, Geologiska Föreningen



# Vill locka unga till geologi

**G**eologi har betydelse för framtidens samhällsbyggnad. För att öka kunskapen om geologins betydelse och väcka intresse för att jobba med frågor som berör geologi, deltar Sveriges geologiska undersökning under våren i ett antal utbildnings- och rekryteringsmässor runtom i Sverige. Syftet är att visa den breda sektor mineralbranschen utgör och vilka skilda yrken som finns, och att lyfta fram kopplingen mellan geologi och samhälle. Satsningen utgör en del i SGUs arbete med regeringsuppdraget: Att öka kunskapen om geologins betydelse för samhällsbyggnad och tillväxt.



Att delta i utbildnings- och rekryteringsmässor är ett nytt grepp för SGU. Syftet är att locka unga till geologisektorn. Fotot är från Jobbmässan i Göteborg den 18–19 februari.

## Nytt från SGU

Här är ett urval av de senaste publikationerna från Sveriges geologiska undersökning, SGU. Vill du veta mer eller göra en beställning? Kontakta kundservice tel. 018-17 90 00.

The Kukkola gneiss – protolith age of an Archean metatolalite, northern Sweden, SGU-rapport 2015:07.

Regionalkartering i kartområdet 26L Pålkem, tidigare arbeten och resultat från fältarbetet 2014, SGU-rapport 2015:06.

Metodbeskrivning för regional materialförsörjningsplanering, SGU-rapport 2015:05.

Summary of geological and geophysical field investigations in the Masugnsbyn key area, northern Norrbotten, SGU-rapport 2015:04.

Berggrundsgelogisk undersökning, sydvästra Norrbotten, SGU-rapport 2015:03.

U-Pb zircon age of a metaquartz monzonite in the type area of the Haparanda suite, SGU-rapport 2015:02.

SIMS geochronology of a 1.93 Ga basement metagranitoid at Norvijaur west of Jokkmokk, northern Sweden, SGU-rapport 2015:01.

Sveriges mineralstrategi – uppföljning av åtgärder 2014, SGU-rapport 2014:42.

Att öka kunskapen om geologins betydelse för samhällsbyggnad och tillväxt, SGU-rapport 2014:41.

Grundvattnets ekosystemtjänster och deras ekonomiska värden – en inledande kartläggning, SGU-rapport 2014:40.

Berggrundskartan 25K Harads SV.

Berggrundskartan 25K Harads SO.

Berggrundskartan 25K Harads NO.

Berggrundskartan 25K Harads NV.

Berggrundskartan 25J Moskosel NV.

Berggrundskartan 25J Moskosel SO.

Berggrundskartan 25J Moskosel SV.

Berggrundskartan 25J Moskosel NO.

K 472 Grundvattenmagasinet Mantorp-Sjögestad-Spångsholm.

K 465 Grundvattenmagasinet Fursjö.

K 466 Grundvattenmagasinet Jönköping.

K 458 Grundvattenmagasinet Ruda.

Spektrometermätningar vid Pahakurkkio, Kalixälven. Foto: Fredrik Hellström. Från SGU-rapport 2015:04.



# VINNARBILDER

Släta hållar. Stupande bergsidor. Geologi under vattenytan. Mineral i närbild. De anställda vid Sveriges geologiska undersökning, SGU, tävlade om bästa interna fotot 2014. Är du nyfiken på hur bilderna ser ut så kan du ta del av vinnarbilderna på webben. Besök SGU på fototjänsten Flickr. Några av vinnarbilderna syns nedan.

A. Jordartskartering i Görälvsdalen. Foto: Kajsa Bovin, SGU.

B. Fjällbergarter fint paketerade och sorterade av de fluviala processer som pågår året runt i Rodinsbäcken, Marsfjällen. Foto: Fredrik Theolin, SGU.

C. Amfibolit och granitisk gnejs. Foto: Thomas Eliasson, SGU.

D. Paddling, Stockholms skärgård. Foto: Helena Whitlock, SGU.



## Om jordskorpan rörelser och förmågan att förutse dem

**Plattektionik, jordbävningar** och seismisk risk. Detta var titeln på det föredrag som professor emeritus Dan McKenzie, University of Cambridge, höll vid Uppsala universitet i februari. Föredraget var en del av Celsius-Linnédagarna med föreläsningar och symposium till minne av Anders Celsius och Carl von Linné.

Föredragen gick att ta del av via direktsänd webb-tv och sändningarna finns sparade och går fortfarande att ta del av via Uppsala universitets hemsida [www.teknat.uu.se/forskning/celsius-linne/](http://www.teknat.uu.se/forskning/celsius-linne/)



## Geokemisk atlas över Sverige

**Sveriges geologiska** undersökning har tagit fram en nationell sammanställning av markens geokemi som ger information om grundämnens naturliga förekomst och spridning i mark och vatten. Boken är rikt illustrerad med kartor och innehåller även statistik och beskrivningar av grundämnens egenskaper. Målet för arbetet med atlasen har varit att ta fram en rikstäckande databas med moderna analysresultat.

Bokens redaktörer är Madelen Andersson, Mikael Carlsson, Anna Ladenberger, George Morris, Martiya Sadeghi och Jo Uhlbäck. Boken kan beställas från SGUs kundservice. Priset är 150 kr.

P.S. I nästa nummer av Geologiskt forum (juni) kommer du att kunna ta del av en recension av *Geokemisk atlas över Sverige*. D.S

# Sällsynta och kritiska METALLER i vanliga och ovanliga MINERAL

I dagens allt mer högteknologiska och innovativa samhälle konsumerar vi mer och fler specialmetaller eller just sällsynta metaller i takt med att nya tillämpningar för dem upptäcks. Vad vore till exempel de moderna miniatyriserade elmotorerna eller effektiva generatorerna i allt från bilar till vindkraftverk utan jordartsmetaller som *neodym* och *dysprosium*? Eller vår tids extremt bärbara elektronik utan *tantal*späckade högkapacitetskondensatorer och *indium*dopade skärmar? Utan *gallium* skulle inte heller LED-lampor hänga i var mans hus. I de allra flesta fall finns ännu inga mer vanligt förekommande material att ersätta dessa exotiska grundämnen med.

TEXT: Erik Jonsson, Karin Högdahl och Nikolaos Arvanitidis

**S**ällsynta metaller (i engelskt språkbruk oftast *rare metals*) är ett begrepp som alltså aktualiserats i ökande takt de senaste åren, särskilt i form av vad som kommit att kallas kritiska metaller, eller i vissa kretsar gröna metaller, på grund av deras utbredda användning i miljövänliga teknologier och produkter.

I denna artikel ska vi titta närmare på vilka grundämnen som egentligen är att betrakta som sällsynta metaller. Vi berättar mer om hur de förekommer i naturen, i vilka mineral och i vilka geologiska miljöer.

Vårt samhälle har länge varit baserat på mineral och metaller. Utöver de mest fundamentala av dessa som ingår i princip i allt vi använder och behöver, exempelvis järn, finns också en mängd metaller med mer begränsade eller specifika användningsområden. Moderna och avancerade tillämpningar inom bland annat elmotorer och generatorer, elektronik, elektricitetslagring, liksom avgasrening och annan fordonsteknik kräver en rad specifika metaller för att fungera. Ett grundkrav för den aktuella så kallade gröna tekniken inom framför allt förnybar energiförsörjning, som vind- liksom vågkraftsproduktion är tillgång till stora volymer av vissa sällsynta jordartsmetaller. Mer vardagliga produkter finns också med här och det gäller inte bara mobiltelefoner och datorer utan även hörapparater, kylskåp, TV-

apparater, LED-lampor och nästan allt som behöver effektiva batterier.

Det här gör förstås att en global, växande och allt mer konsumerande medelklass sätter stor press på jordens resurser, och det är tämligen entydigt att inom en snar framtid kommer kända resurser för flera basmetaller så som koppar, zink och bly inte att täcka behovet. Räknar man med att också utvinna merparten av mera sällsynta metaller som en biprodukt av basmetallbrytning är situationen än mer svårhanterad. En annan komplikation är att flera viktiga metaller kommer från ett fåtal stora producentländer. Om ett av dessa länder ändrar sin exportpolicy, det politiska läget förändras, eller om gruvorna av någon anledning läggs ner, kommer det direkt att påverka all industri världen över som kräver denna resurs. Inte minst för Europa, som är helt eller nära hundra procentigt importberoende för en vid räckvid av metaller, är detta ett stort dilemma. I det numera ambitiösa program som tar hand om och återvinner bärbar elektronik separerar man dock bara koppar och ädelmetaller,

*Nobelpriset i fysik 2014 gick till tre japaner som på 1990-talet utvecklade de blå lysdioderna, vilka i sin tur banat vägen för LED som är en helt ny belysnings-teknologi. LED-lampan (i vilken det finns gallium) har revolutionerat belysnings-industrin som en flexibel och effektiv ljuskälla med lång livslängd och låg energiförbrukning. Foto: Kungliga vetenskapsakademien.*



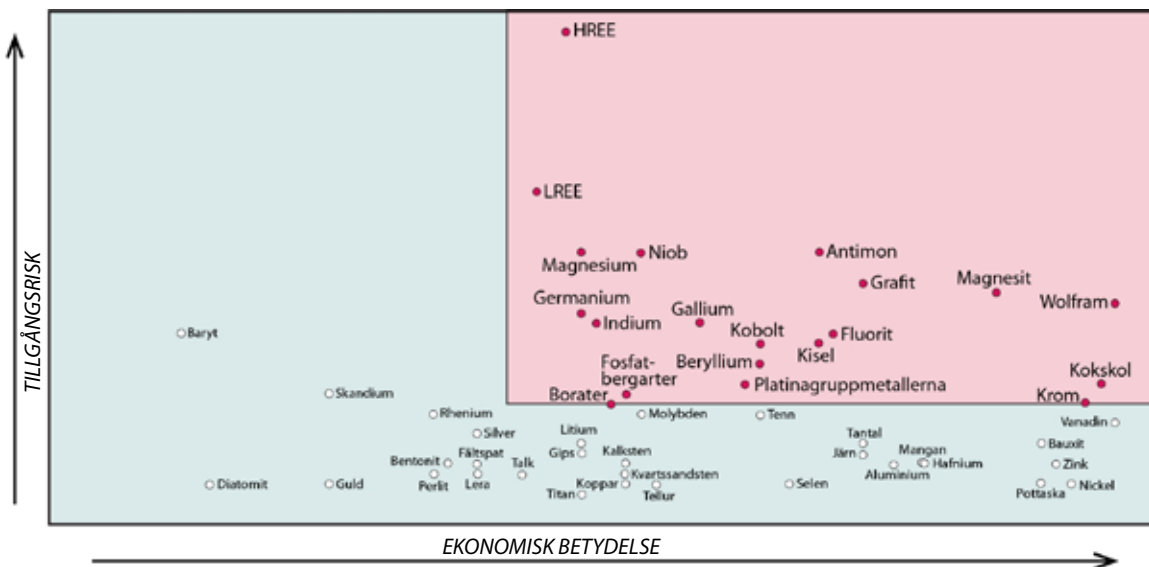


tionerna var en direkt konsekvens av ett ökat inhemskt behov som i slutändan tvingade övriga världen att snabbt se sig om efter alternativa producenter.

## Sällsynt var och hur?

I någon mån är grad av sällsynthet varierande beroende på vem man frågar och ur vilket perspektiv man definierar just begreppet sällsynthet. Man kan dock urskilja ett antal metaller för vilka detta begrepp är mest passande. En första parameter att väga in är hur vanligt ett visst grundämne är i jordskorpan. De vanligaste är förstås de som bygger upp bergartsbildande mineral, alltså bland annat kisel, syre, alkalimetaller, järn och magnesium. Därefter faller deras genomsnittskoncentrationer ganska raskt. Den generella koncentrationen av en metall är således en central faktor, men den säger långt ifrån allt eftersom geologiska processer inte förmår att anrika alla grundämnena lika effektivt. En eftertraktad metall som exempelvis silver förekommer i markant mindre mängd i jordskorpan än de tyngre och mest ovanliga av de (så kallade) sällsynta jordartsmetallerna. Däremot anrikas silver oftare, lättare och mera effektivt av olika geologiska processer, vilket gör att denna metall ändå inte är så ovanlig i mineralform i naturen (som gedigen metall, sulfid eller i sulfosalter) och allt som oftast återfinns i brytvärda förekomster tillsammans med andra, mestadels sulfidbundna metaller, som till exempel med bly i form av blyglans. På motsvarande sätt förekommer germanium något mera frekvent än molyb-

*Illustrationen visar relationerna mellan ekonomisk betydelse ("economic importance") för europeisk industri, mot risken för störningar i tillgången, eller tillgångsrisik (supply risk), för de mest kritiska råvarorna. Modifierad från Critical raw materials for the EU, Report of the Ad-hoc Working Group on defining critical raw materials, maj 2014. LREE (light rare earth elements) är de lätta sällsynta jordartsmetallerna från lantan (La) till gadolinium (Gd), HREE (heavy rare earth elements) är de tunga sällsynta jordartsmetallerna, från terbium (Tb) till lutetium (Lu). Se också bilden till höger.*





den i jordskorpan, men förekomster rika på mineral med essentiellt germanium, det vill säga där germanium intar en specifik position i mineralets atomstruktur, är synnerligen ovanliga jämfört med mineral med essentiellt molybden (vanligast i form av molybdenglans,  $\text{MoS}_2$ ). En annan, mer välbekant och eftertraktad metall är förstås guld. Tittar man på dess förekomst i den övre kontinentala jordskorpan (se bild nedan), så tillhör den de mest sparsamt förekommande; trots detta väljer vi att inte tala om guld som en verkligt sällsynt metall. Förekomster med guld finns i produktion runt om i princip hela världen, och det bygger både på dess förmåga att koncentreras av geologiska processer och att mänskligheten hållit den som en eftersökt (och välbetald) favorit i tusentals år. Guld tillhör dessutom de metaller som har en högst effektiv återvinning. En malm är per definition en förekomst med tillräckligt höga koncentrationer av ett eller flera mineral för att kunna brytas med vinst för utvinning av en eller flera metaller. Bildning av malmer handlar överlag om just anrikningsfaktorer, vilka talar om hur mycket en eller flera metaller måste anrikas av geologiska processer för att en fyndighet generellt ska kunna betraktas som en malm. Anrikningsfaktorn för en viss metall bygger alltså på relationen mellan dess genomsnittshalt i jordskorpan och halten man för dagen anser som brytbar. I fallet med mera sällsynta metaller krävs således i nor-

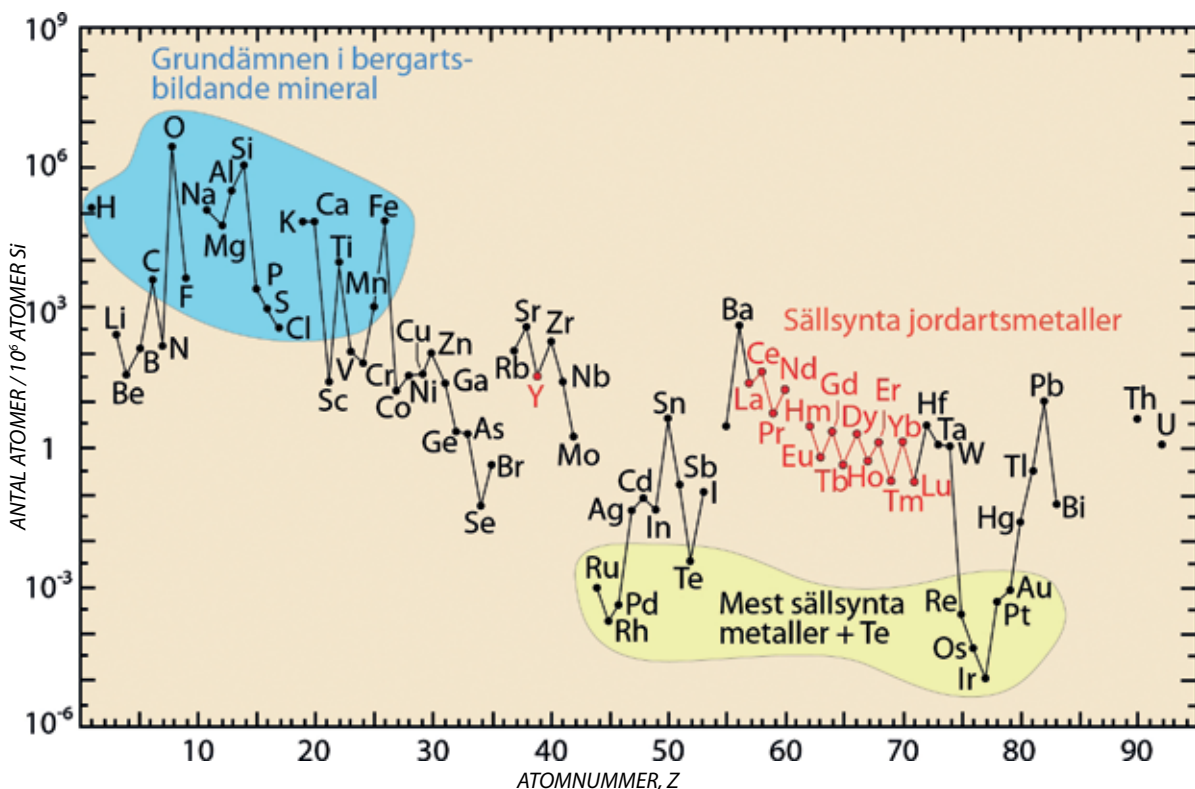
malfallet relativt höga anrikningsfaktorer, som ändå inte alltid behöver vara så många gånger högre än för basmetallerna. Den aktuella anrikningsfaktorn och därmed det ekonomiska läget för en viss metall är förstås direkt kopplade till dess världsmarknadspris. Svängningar i det priset är också den största osäkerhetsfaktorn inom gruvbrytning, vilket delvis kan illustreras med den aktuella stängningen av järnmalmgruvan i Pajala.

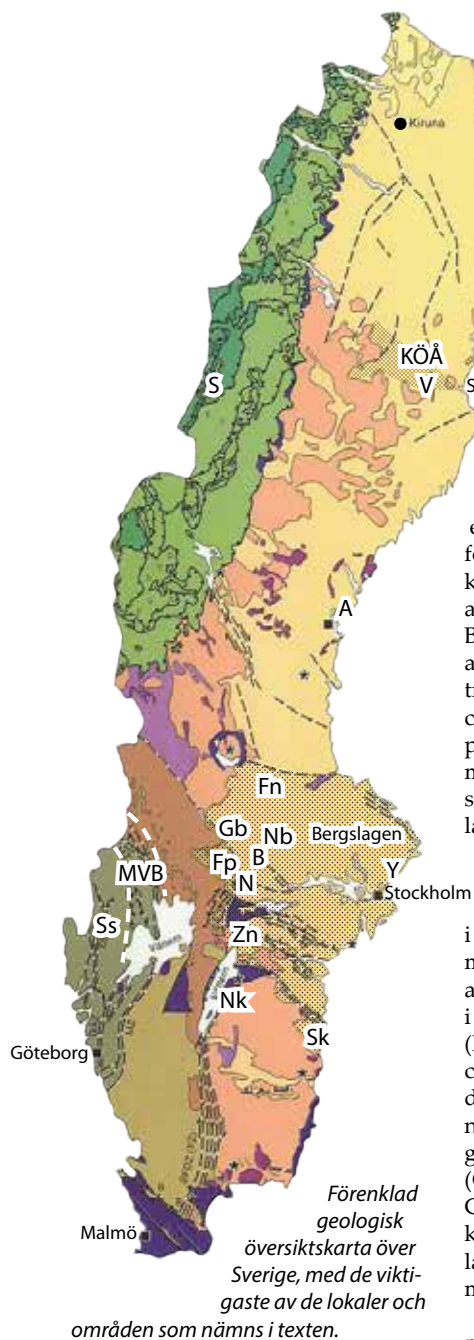
## Exotiska metaller och halvmetaller i olika miljöer

Flera av de metaller som används inom många högteknologiska tillämpningar förekommer i många fall endast som spårkomponenter, oftast i vissa sulfider. I mera sällsynta fall uppträder de också som en av huvudkomponenterna i ett mineral. Av sulfidbundna sällsynta metaller är **gallium, germanium och indium** några av de mer aktuella.

Dessa metaller är alla halvledare och deras specifika egenskaper har många tillämpningar i vårt högteknologiska samhälle. Germanium används i exempelvis fiberoptik, mörkersikten av olika slag och är en komponent i tillverkningen av PET-plast. Gallium används idag inte minst i LED-lampor, som förutom i vanlig belysning används i trådlös kommunikation och i olika

Relativ koncentration av grundämnena i den övre kontinentala jordskorpan i förhållande till kisel (Si). Ju högre upp på den vertikala (y-)axeln ett grundämne återfinns, desto fler atomer av det förekommer relaterat till kisel, vilket alltså ger en form av jämförande normalisering för den kontinentala jordskorpan. Modifierad efter Haxel, Hedrick & Orris, USGS 2002.





A=Alnö, B=Bastnäs/Riddarhyttanområdet, Fn=Falun, Gb=Grängesberg, K=Kiruna, Fp=Filipstadsområdet (inklusive Gåsborn, Lindblom och Långban), MVB=Mjösja-Vänernbältet, Nb=Norberg, N=Nora, Nk=Norra Kärr, S=Stekenjokk, Sk=Skrikerum, Ss=Stora Strand-Dingelvik, V=Varuträsk, Y=Ytterby, Zn=Zinkgruvan, KÖÅ=Kankberg-Östra Åkulla. Bergslagen samt Skelleftefältet är markerade med raster; Mjösja-Vänernbältet indikerat med vita linjer.

typer av monitorer. Gallium finns även i integrerade kretsar, i lasrar och ingår tillsammans med indium i högeffektiva solpaneler (CIGS; för koppar, indium, gallium och selen). Indium används förutom i solpaneler även i LCD-skärmar inklusive platt-TV, moderna mobiltelefoner, läsplattor och i vissa LED-lampor. Dessa metaller, liksom andra, finns även i relativt höga halter i stenkol, som ytterligare anrikas till utvinningsbara nivåer i askresterna när kolet förbränns. Gallium förekommer dessutom i förhöjda koncentrationer i bauxit, som är aluminiumrika vittringsjordarter. Bauxit bildas när granitiska och andra bergarter djupvitrar i våta, tropiska miljöer. Under denna process lakas lättmobiliserade komponenter, medan gallium och aluminium, som i denna miljö beter sig på ett likartat sätt, kan fällas ut i form av stabila hydroxidmineral. I mera ovanliga fall kan gallium och germanium förekomma i större koncentrationer i vissa massiva sulfidmalmer, i sin mest extrema form representerat av de kopparrika förekomsterna i Tsumeb (Namibia) och Kipushi (FR Kongo) (se foto A). Där är koncentrationerna så pass höga att de ingår som essentiella komponenter i flera mineral (till exempel germanit,  $\text{Cu}_{10}\text{Fe}_2\text{Ge}_2\text{S}_{32}$ , renierit,  $(\text{Cu,Zn})_{11}(\text{Ge,As})_2\text{Fe}_4\text{S}_{16}$ , och gallit,  $\text{CuGaS}_2$ ). Gallium och germanium kan även förekomma anrikade i låghaltiga sedimentära kopparmineraliseringar.

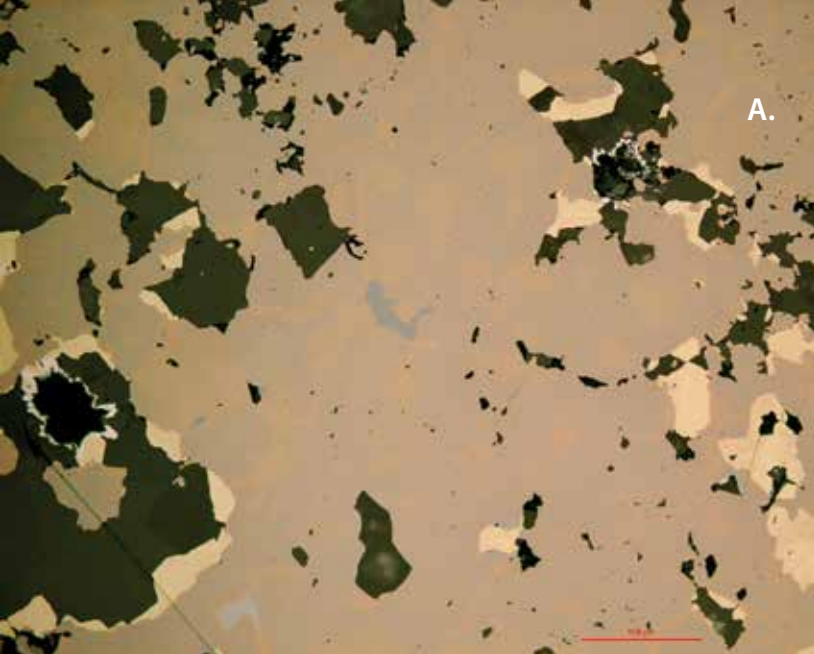
I Sverige finns gallium och germanium i spårämnen i vissa sulfidmalmer, till exempel i de zinkbländedominerade malmerna i Zinkgruvan i södra Bergslagen. Förhöjda galliumhalter har också observerats i mera komplexa sulfidmalmer i Skelleftefältet. Man har även under prospektering påvisat markanta om än små galliumhalter i de geologiskt betydligt yngre sedimentbundna kopparmineraliseringarna i Dalsland (Dingelvik-Stora Strand). Hittills har inget mineral

med essentiellt gallium påvisats i Sverige.

Liksom i fallet med gallium har germanium påträffats i likartade spårhalter i flera sulfidmalmer i Bergslagen och Skelleftefältet, och i den komplexa sulfidmineraliseringen som bröts i Stekenjokkgruvan i fjällranden. Mineral med essentiellt germanium har i Sverige endast observerats i en polymetallick gångförekomst i det så kallade Mjösja-Vänernbältet, där det drar igenom västra Värmland, i form av silver-germaniumsulfiden argyrodit.

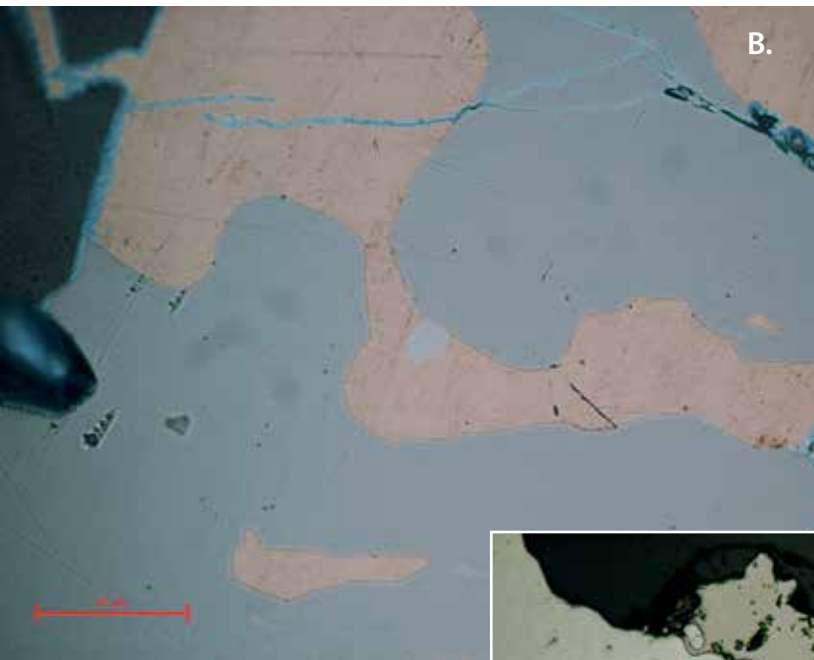
Indium är ungefär lika vanlig som silver och förekommer framför allt i zinkblände (idealiskt sett  $\text{ZnS}$ ) som ersättare (så kallad substitution) i zinksulfidens struktur, och utvinns därför huvudsakligen som en biprodukt vid processering av zinkmalm. Mera sällan förekommer indium som spårämne i vissa bly-, koppar- och tennmineraliseringar och i form av mineral med essentiellt indium. Ett drygt dussintal indiummineral har beskrivits, varav de flesta är sulfider (till exempel roquesit,  $\text{CuInS}_2$ ; se foto B), andra är hydroxider, oxider, legeringar, och ett är en arsenat. Som stor sällsynthet förekommer också gedigen indium. Den största indiumproducenten är för närvarande Kina, men en ansenlig del produceras också i Kanada, Korea och Japan. På 1990-talet var Toyohagruvan i Japan världens största enskilda indiumproducent och där utgjorde flera mineral med essentiellt indium (roquesit samt koppar-zink-indiumsulfiden sakuraiit) också en signifikant del av malmen.

Högre indiumkoncentrationer, det vill säga mer än 0,005 procent, är ovanligt i svenska sulfidmineraliseringar och har huvudsakligen dokumenterats från Dalarna och västra Bergslagen, där indium förekommer i två delvis kontrasterande geologiska miljöer. I Dalarna återfinns högre indiumhalter i och i anslutning till Dalagraniterna i form av så kallade greisengångar, vilka bildas av senmagmatiska metallrika lösningar. I västra Bergslagen har anomala indiumhalter påvisats i olika Svekofenniska bas-



A.

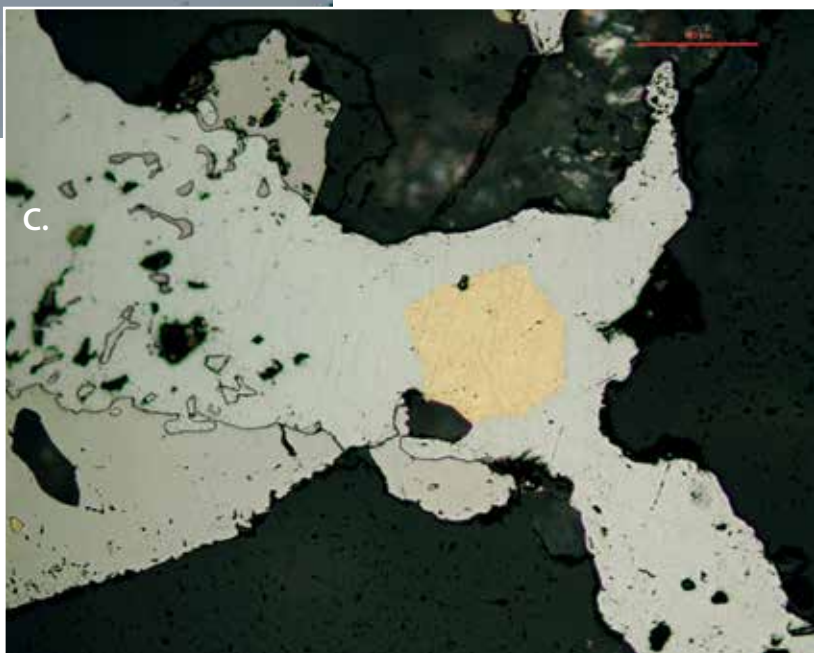
**A.** En germaniumrik association från Kipushigruben i Kongo (Centralafrika): orangebrun renierit  $((\text{Cu,Zn})_{11}(\text{Ge,As})_2\text{Fe}_4\text{S}_{16})$  dominerar, associerad med bland annat kopparkis (ljusgul). Renieriten innehåller mycket rikligt med mörkare, "molniga", mycket fin-korniga avblandningar av germanit  $(\text{Cu}_{26}\text{Fe}_4\text{Ge}_4\text{S}_{32})$  eller briartit  $(\text{Cu}_2(\text{Fe,Zn})\text{GeS}_4)$ , vilket gör intrycket av dess orange färg dovare än normalt. Bild tagen i malmmikroskop i reflekterat, planpolariserat ljus. Skallstreck är 100 mikrometer. Foto: E. Jonsson.



B.

**B.** Koppär-indiumsulfiden roquesit i form av små, grå kristaller i rosabrun bornit tillsammans med mörkt grått indiumhaltigt zinkblände. Lindboms försök, västra Bergslagen. Bild tagen i malmmikroskop i reflekterat, planpolariserat ljus. Skallstreck är 50 mikrometer. Foto: E. Jonsson (Jonsson med flera, Canadian Mineralogist 2013).

**C.** Tellurider (tellurobismutit,  $\text{Bi}_2\text{Te}_3$  och tsumoit,  $\text{BiTe}$ ) (ljus grå, repiga på grund av sin låga hårdhet) förekommer här karakteristiskt som grundmassa till en tämligen tydlig kristall av gediget guld (gul), i sprickfyllnad i kvarts (svart), från Björkdalsgruvan i Västerbotten. Telluridsprickfyllnaden kantas delvis av pyrit och magnetkis (båda mörkare brungrå). Bild tagen i malmmikroskop i reflekterat, planpolariserat ljus. Skallstreck är 100 mikrometer. Foto: E. Jonsson.



C.



metallmineraliseringar i området kring Gåsborn, Långban och Filipstad. Här förekommer indium framför allt som substitutioner i zinkblände och kopparsulfider, men även som en egen fas i form av mineralet roquesit (foto B).

**Platinagruppens metaller (PGM)** utgörs av ädelmetallerna rutenium, rodium, palladium, osmium, platina och iridium. Efterfrågan har ökat dramatiskt sedan 1980-talet. Det gäller framför allt rodium, palladium och platina som används i katalysatorer, som sedan 1989 är ett krav i alla nyproducerade bilar i Sverige med flera länder. PGM används även bland annat i smycken, elektronik, pacemakers och i olika typer av kirurgiska implantat.

PGM utgör de mest sällsynta metallerna i jordskorpan och förekommer huvudsakligen koncentrerade i mafiska och ultramafiska bergarter. Ofta ingår platinagruppens metaller i sulfider som magnetkis, nickelsulfiden pentlandit och i kopparkis, men de bildar också mineral med essentiell PGM, av vilka fler än hundra olika har beskrivits. PGM finns även som rent metalliska faser och som legeringar, framför allt med järn. Bland de viktigaste av dessa malmineral är legeringar som just isoferroplatina ( $\text{Pt}_3\text{Fe}$ ), PGM-sulfider samt platina-arseniden sperrylit ( $\text{PtAs}_2$ ). Den absolut största produktionen av PGM sker idag från den enorma, mer än 40 mil vida, skålformade Bushveld-intrusionen i Sydafrika, där dessa metaller förekommer tillsammans med kromit och olika typer av sulfider. Genom vittring kan vaskförekomster bildas, och sådana (i bland annat Uralbergen i Ryssland) var tidigare viktiga källor för dessa unika metaller. I Sverige har PGM påträffats i spår mängder i flera (framförallt lagrade) basiska intrusivbergarter, samt som sällsynthet i andra förekomster, i både Bergslagen och Norrbotten.

**Halvmetaller som selen och tellur** är typiskt relaterade till metallmineraliseringar och närbesläktade geologiska system. Som jämförelse är både selen och tellur avsevärt mera sparsamt förekommande i jordskorpan än de mest sällsynta av jordartsmetallerna.

Selen upptäcktes ursprungligen i restmaterial från processering av sulfidmalm från Falu gruva. Naturligt förekommer selen som ersättare för svavel i många olika sulfidmineral, men bildar också egna mineral, i form av selenider och selenosulfosalter, samt i mindre utsträckning som oxiderade faser (seleniter och selenater). Selen förekommer relativt sällan i större mängd, men finns i låga koncentrationer i ganska många mineraliseringar. I Sverige har selen påträffats i sparsamma mängder i bland annat flera av Västerbottens och några av Bergslagens sulfidmalmer, i vissa gångförekomster, exempelvis i Mjösa-Vänernbältet, och mycket rikligt i Skrikerumgruvan i Östergötland. Denna förekomst innehåller förutom selen också höga koncentrationer av koppar, silver, tallium och guld samt i mindre mängd PGM. De flesta malmineralen här är just selenider, exempelvis i form av berzelianit,

en ren koppar-selenförening ( $\text{Cu}_2\text{Se}$ ).

Tellur, som för bara några år sedan mest sågs som ett anrikningstekniskt problem för vissa guldmalmer, har fått en renässans i och med att nya användningsområden (inklusive viss solcellsteknologi) tillkommit. Att Bolidens nya gruva Kankberg (mineraliseringen var tidigare kallad Östra Åkulla; öppnad 2012) i Skelleftefältet inte bara bryts på guld, utan också tellur, är signifikant. Likaså har flera gamla förekomster rika på tellur blivit föremål för ny uppmärksamhet, både i Sverige och internationellt. Tellur kan precis som selen ersätta svavel i vissa mineral, men förekommer också som en essentiell komponent i vad man kallar tellurider. Flera svenska förekomster är kända för sitt innehåll av tellurider, så som Bolidenmalmen och de guldförande kvartsgångarna i Björkdalsgruvan (foto C), liksom en del av de polymetalliska gångmineraliseringarna i Mjösa-Vänernbältet.

Många av de grundämnen som nämnts ovan har idag alltså sin huvudsakliga produktion i länder utanför Europa, och EU är således extremt importberoende. Det betyder däremot inte att potentialen saknas för mera lokal produktion, utan som synes finns många möjligheter, men det kräver också att vi är beredda att betala för det. Vi måste acceptera att gruvor är en nödvändig del av vårt samhälle och den palett av teknologier som vi är beroende av och tar för given.

I nästa del (del 2) av denna genomgång kommer de sällsynta jordartsmetallerna att presenteras; kanske den grupp grundämnen som rönt mest uppmärksamhet i diskussionerna om "kritikalitet" de senaste åren. Vi återkommer i Geologiskt forums juninummer (nr 86).

---

**ERIK JONSSON** är statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning, SGU, samt adjungerad professor vid institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.

**KARIN HÖGDAHL** är docent samt universitetslektor vid institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.

**NIKOLAOS ARVANITIDIS** är enhetschef vid SGU, samt ordförande för EuroGeoSurveys mineralresursexpertgrupp, medlem av europeiska "Ad hoc Working Group on Criticality – Raw Materials Supply Group" och ledare för European Rare Earths Competency Networks (ERECON) subgrupp om klassificering och prospektering av sällsynta jordar.

Läs del 2  
av denna artikel  
i Geologiskt forums  
juninummer,  
nr 86, 2015.

Bärbar elektronik kräver sällsynta metaller. 90 procent av världens befolkning, som är sex år eller äldre, kommer att äga en mobiltelefon år 2020 spår telecomföretaget Ericsson.



The background of the page is a photograph of a tropical sunset. The sun is a bright, glowing orb on the left side, partially obscured by the fronds of a palm tree. The sky is a deep orange, and the ocean reflects the sun's light. In the foreground, the silhouettes of several palm trees stand against the sunset. A dark, horizontal line represents the beach, where several people are silhouetted. One person is lying in a hammock strung between two palm trees. Other people are standing or walking along the beach. The overall mood is peaceful and tropical.

Följ med till

---

# HAWAI'I

---

TEXT: Erik Sturkell och Gabrielle Stockmann

Ön Hawai'i har mycket för alla och speciellt för geologer: aktiva vulkaner, lavalandskap, vackra stränder och paraplydrinkar, men inga metamorfa bergarter (förutom i bardiskar). Vill du studera basalter så ligger Island mycket närmare, men om du önskar att ha det lite varmare och dessutom vill skåda en frodig växlighet ovan basalten – då är Hawai'i det perfekta resmålet.

Vår färd i december 2013 gick till ön Hawai'i som går under namnet "Big Island", den stora ön, i ögruppen med samma namn, Hawai'iöarna.

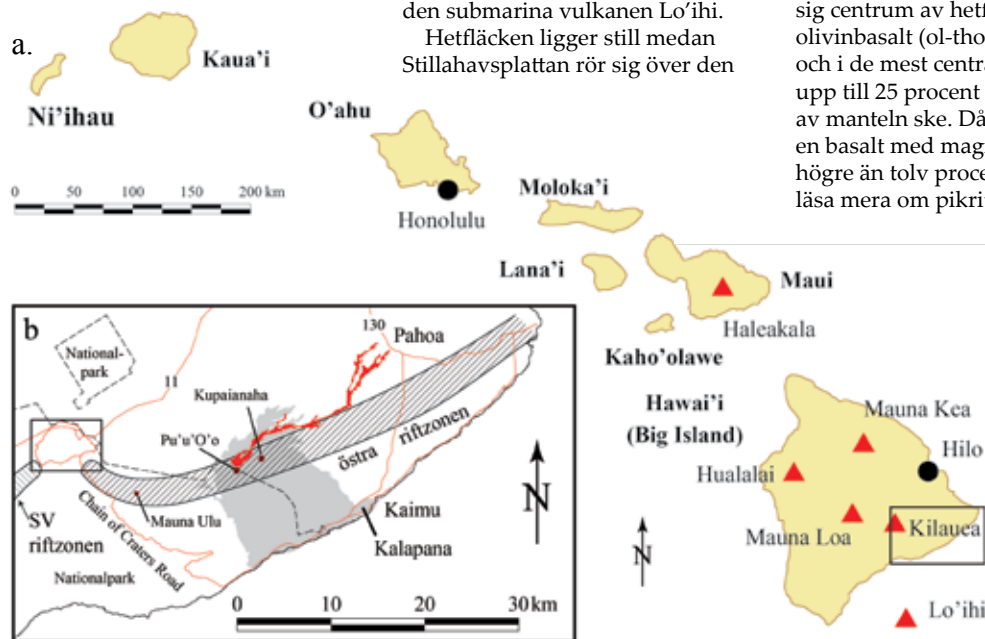
Öarna i ögruppen Hawai'i ligger som ett pärlband med den yngsta (Hawai'i 0,7-0 miljoner år gamla, Ma) i sydöst och de äldsta (Ni'ihau & Kaua'i 5,6-4,9 Ma) i nordväst. Bortom dessa ligger ett antal atoller med Midway (43 Ma) bland de sista. Alla dessa öar och atoller är

produkter av den hetfläck, som idag ligger med sitt centrum under "Big Island".

Det finns sex aktiva vulkaner inom ögruppen. På Maui finns vulkanen Haleakala som hade det senaste utbrottet för 400-600 år sedan. Fyra finns på den stora ön; Mauna Kea, Hualalai, Mauna Loa och Kilauea, och utanför i havet finns den submarina vulkanen Lo'ihi.

Hetfläcken ligger still medan Stillahavsplattan rör sig över den

med hastigheten 7-8 centimeter/år. Toppen av hetfläcken är utdragen nedströms (se bild på sida 17) och den heta regionen når hela vägen till Maui. I hetfläckens marginaler räcker endast värmen till för att partiellt smälta upp alkalibasalter. Detta gäller för magmaproduktionen för Haleakala (Maui), Mauna Kea och Lo'ihi. Ju mer man närmar sig centrum av hetfläcken ju mera olivinbasalt (ol-tholeiit) blir det, och i de mest centrala delarna kan upp till 25 procent uppsmältning av manteln ske. Då bildas pikrit, en basalt med magnesiumhalter högre än tolv procent. Om man vill läsa mera om pikritens liv, se då en



a.) Översiktskarta över Hawai'i, ögruppen med sex aktiva vulkaner (triangel).

b.) Kilauea vulkanen med sin östra riftzon och kratern Mauna Ulu, som var aktiv 1969–1974, och den nu aktiva Pu'u'O'o-Kupaianahakratern. Gråa området är lavafältet från 1983–2014, som bland annat har täckt byn Kalapana. Det röda fältet visar det pågående lavaflödet som har nått 150 meter från byn Pahoa.



c.) Förstoring av Kilaueakalderan med Hawai'i's vulkanobservatorium, HVO, och dess granne Jaggarmuseet. Kratern under "the overlook" är sedan 2008 en lavasjö, där stora mängder  $\text{SO}_2$  avgasas. På grund av  $\text{SO}_2$ -molnet är Crater Rim Drive och "overlook" stängda.





### HAWAI'I – EN DEL AV POLYNESIEN

Man tror att det var mellan år 500-700 efter Kristus, som polynesierna upptäckte och koloniserade ögruppen Hawai'i. De etablerade sig på de frodiga öarna som hade mycket men inte allt, ty det saknades råvaror som kunde omvandlas till järn, eftersom vulkanismen som bygger upp den Hawai'iska ögruppen är till 99,9 procent basalt. Dock finns obsidian, men i mycket små mängder och med en dålig kvalitet, så det var ej möjligt att tillverka vapen eller verktyg. Högt uppe på vulkanen Mauna Kea fann invånarna en tät basalt (möjligen gångar) utan bubblor. Denna basalt bröts och vapen och verktyg tillverkades. Det förekom ett flertal krig på öarna. De flesta före den tid då européer kom till öarna.

Det var kapten Cook som "upptäckte" Hawai'öarna år 1778, men det kan vara möjligt att spanjorerna hade upptäckt öarna men hållit det hemligt. Vad som talar för att spanjorerna kände till Hawai'öarna, var att de på 1500-talet hade kolonier i Amerika (bland annat Mexiko) och Filippinerna på andra sidan Stilla havet.

*Svavelmoln från Halema'uana'u-kratern (the overlook crater). Foto: Erik Sturkell.*



*Vägen "Chain of craters road" mot Kaimu ligger under flera meter av Pu'uO'o-lava från 1992–1997.  
Foto: Erik Sturkell.*

artikel av Sturkell (2014). I Mauna Loa och Kilauea förekommer både olivinbasalt och pikrit i utbrottsprodukterna.

Vulkanen Hualalai har omkring tre utbrott per tusen år med det senaste år 1801, och den ligger just vid de populäraste turistorterna och ovan den mest använda flygplatsen på stora ön. Mauna Kea hade sitt senaste utbrott för omkring 4 600 år sedan, men vulkanen är inte utslocknad, endast sovande. För omkring 60–70 000 år sedan ändrade vulkanen sitt aktivitetsmönster, då den olivin-thoeilitiska aktiviteten upphörde och alkalibasalt tog över. Vulkanen börjar närma sig kanten av hetfläckens uppsmälta zon (se bilden nedan). Ett stort antal alkalibasaltutbrott har producerat fullt med cinderkoner spridda på Mauna Keas sluttningar.

De två mest aktiva vulkanerna Mauna Loa och Kilauea har var sin kaldera. Från dessa vulkaner sträcker sig riftzoner mot sydväst och nordost eller ost. Hawai'is vulkanologiska observatorium, HVO, ligger på kanten av Kilaueakalderan (se kartan på föregående uppslag), där den aktiva lavasjön i Halema'uma'u-kratern finns. Det är i den östliga riftzonen i Kilauea, som de flesta av de senaste utbrotten har skett så som utbrottet 1959 i Kilauea Iki, Mauna Ulu (1969–1974),

och det som startade 1983 i Pu'u'O'o – Kupaianaha, vilket pågår ännu. Till havs finns den submarina vulkanen Lo'ihi, som kommer att bli nästa sköldvulkan "på" Hawaii. Nu ligger dess topp på 1 000 meters djup, men den arbetar sig uppåt. Senaste utbrott var i 1996.

Mauna Loa är världens största vulkan och urtyp för sköldvulkaner. Den är ytterst aktiv med minst 33 utbrott sedan 1843. Det senaste utbrottet i Mauna Loa skedde 1984 med lavaströmmar, som rann ned längs vulkanens öst-sida mot staden Hilo och dessa stannade till slut endast sju kilometer utanför stadsgränsen!

### Explosiva utbrott

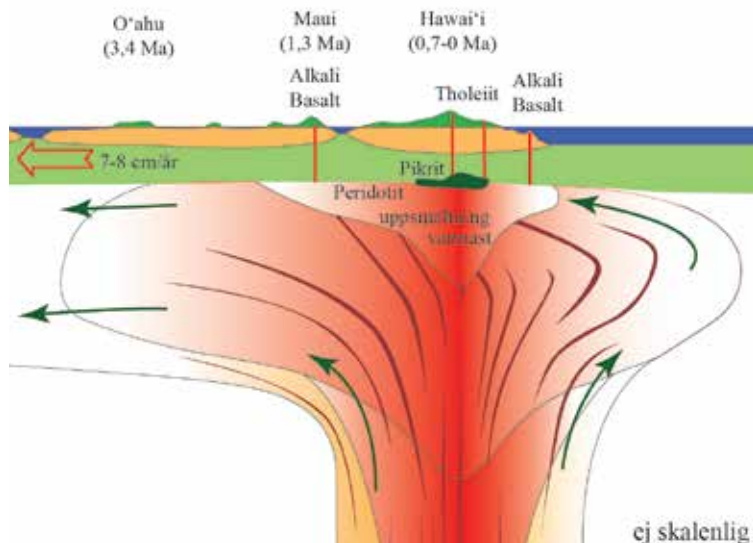
Både Mauna Loa och Kilauea har kalderor och att dessa finns betyder att explosiva utbrott har skett. För att få ett explosivt förlopp krävs volatiler. Dessa finns primärt i magman såsom i kiselrika magmor, som kan innehålla upp till 10-15 gånger mer volatiler (wt%) än basaltiska magmor. Den hawaiiiska vulkanismen är basaltisk till största delen och har ett volatillinnehåll på omkring 0,5 wt%. Det har rapporterats om en patetiskt liten obsidian förekomst (trakytisk sammansättning) i en kon på Hualalais norra flank. De explosiva händelserna som ägde rum till exempel 1790 och

1924 i Kilauea har förklarats med att grundvatten plötsligt kom i kontakt med magman med ett explosivt förlopp som följde. Under ett explosivt utbrott kan en kaldera bildas och pyroklastiskt material spridas i omgivningen. År 1790 omkom omkring 80 personer i det pyroklastiska flödet, vilket hade upp till tio meters tjocklek – en olycka som ändrade maktstrukturen på ön. Hade en lika stor explosion skett i dag hade vulkanobservatoriet och museet blivit totalt ödelagda. Explosionen som inträffade i 1924 i Halema'uma'u-kratern var betydligt mindre och man observerade en insjunkning i kratern tre månader innan, så det fanns tecken på att något var på gång. I sektionen som visar Kilaueas eruptionshistoria 50 000 år tillbaka, har man observerat närmare 25 pyroklastiska nivåer. Det visar att även i en totalt basaltisk miljö kan explosiva händelser ske om magmarörelser och grundvatten kombineras.

### Observatorier

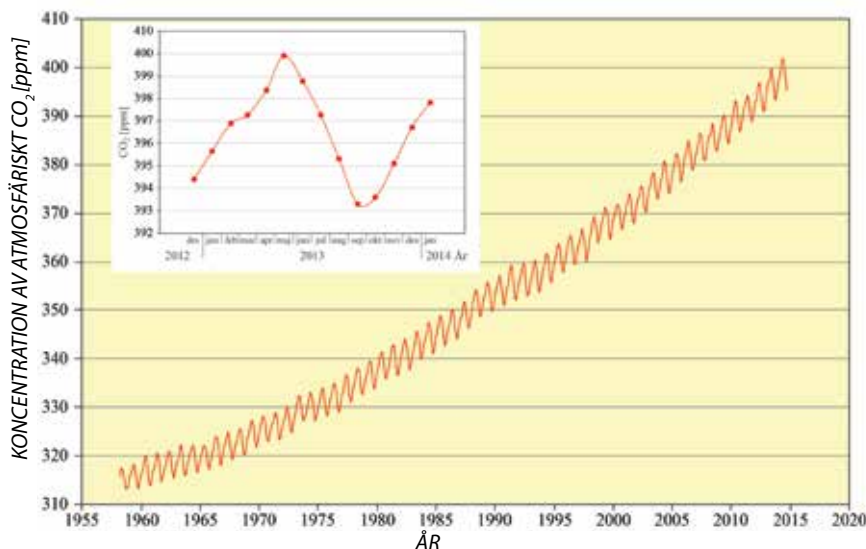
Den stora ön har flera observatorier inom vulkanologi, meteorologi och astronomi. Det meteorologiska observatoriet är mest känt för sin långa mätserie av CO<sub>2</sub> i atmosfären. Det astronomiska observatoriet är placerat på toppen av Mauna Kea och består av ett helt batteri av olika (stora) instrument, framför allt olika typer av teleskop byggda och ägda av olika länder.

Det Hawai'iska vulkanobservatoriet bildades 1912 av geologen Thomas A. Jaggar Jr. Han byggde upp det från den vetenskapliga grund som Frank A. Perret hade lagt i och med att denne började



Över den stationära hetfläcken rör sig Stilla-havets plattan, och lämnar ett pärlband av utslocknade vulkaner mot nordväst. De aktiva vulkanerna finns runt ön Hawai'i. I den perifera delen av hetfläckens uppsmältszon finns alkalibasalt, och i den centrala delen olivin-tholeiit och pikrit.





Det infällda diagrammet visar årsvariationen i CO<sub>2</sub>. Stora diagrammet visar en CO<sub>2</sub>-mätserie från 1958–2014 (källa: Scripps data hämtat från [www.co2now.org](http://www.co2now.org)).

övervakningen av Kilauea år 1911. Observatoriet ligger i Hawai'is vulkan-nationalpark och har till granne Jaggarmuseet, som är ett museum om vulkanologi som drivs av nationalparken. Sedan 1912 har det skett fler än 60 utbrott på Hawai'i och aktiviteten fortgår, så observatoriet lär inte bli arbetslöst.

I Halema'uma'u-kraterns (också kallad "the overlook crater") östra del finns en lavasjö som har varit aktiv sedan 19 mars 2008. Detta var den första explosiva aktiviteten i denna krater sedan explosionen år 1924. Från utsiktspunkten vid Jaggarmuseet kan man inte se lavasjöns yta utan endast molnet som stiger upp (se fotot på sida 15). Under de mörka timmarna blir detta moln upplyst av den glödande lavan (se omslagsbilden). Molnet består främst av vattenånga, CO<sub>2</sub> och SO<sub>2</sub>. Gasmolnet driver oftast mot sydväst bort från Jaggarmuseet, och SO<sub>2</sub> som kommer i kontakt med vatten bildar syra. Det mesta av syran regnar ned sydväst om kratern och skapar en mycket speciell miljö (Ka'u-ödemarken), där markens pH ligger mellan 1,5-3,5! På grund av syraregnet har "Crater rim drive" stängts år 2008 och utsiktsplassen "overlook" på Halema'uma'u-kraterns rand har också stängts.

Den 3 januari 1983 inleddes ett utbrott i Kilaueas östra riftzon där lavafontänen byggde upp en kon, som

fick namnet Pu'uO'o. I mitten av 1986 flyttade aktiviteten till en ny krater tre kilometer bort: Kupaianahakratern. Sedan har de två kratrarna arbetat växelvis. Utbrottet går därför under namnet Pu'uO'o– Kupaianaha. I lavan finns tunnlår, vilka är förutsättningen för att transportera lava längre sträckor. På hösten 1986 nådde lavan havet för första gången, omkring tio kilometer från kratern. Denna lavaström skar av vägen (foto, sida 16) som gick längs kusten.

I mars 1990 började Kupaianahakratern producera stora mängder lava, som strömmade mot Kalapana vid kusten. För att nå kusten fick lavan passera ett idylliskt område (Kalapana) och under de följande sex månaderna begravdes allt (inklusive 100 hem) under 15 till 25 meter lava, och strandlinjen flyttade 300 meter ut.

Utbrottet fortgår idag med lava strömmande i riktning mot havet. Dock når inte alla lavaströmmar fram till havet. Lavan finner nya vägar, nya områden begravs och byggnader brinner ner. Från utbrottets början i 1983 till 2011 har 213 hus blivit förstörda. Den 27 juni 2014 sjönk nivån i Pu'uO'o lava-sjön, och lava strömmade ut från kratern.

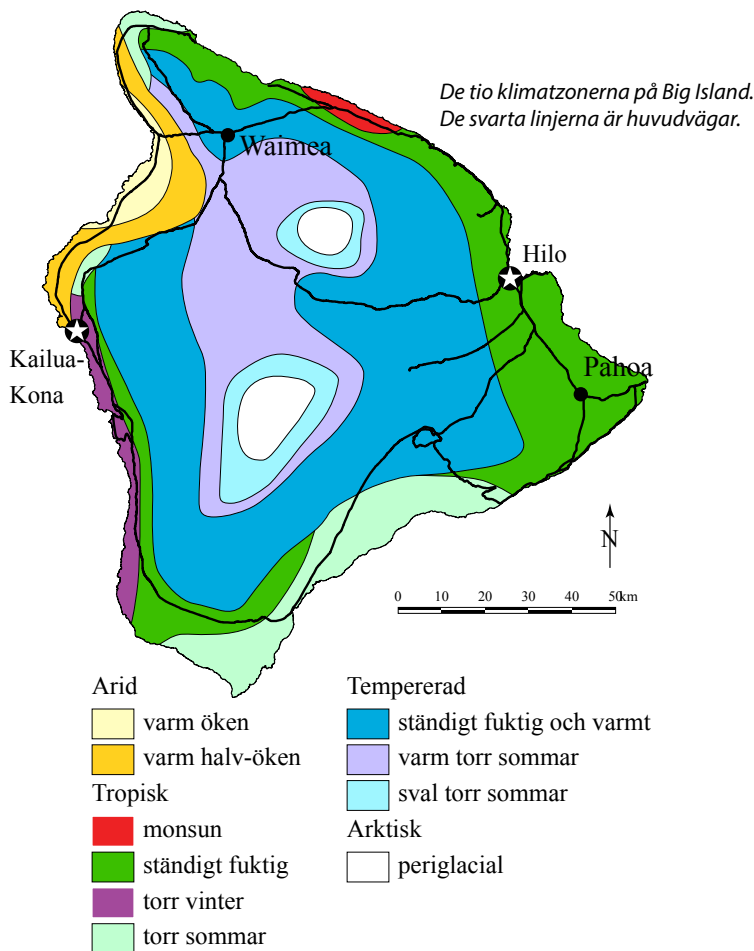
Denna tillsyns lilla händelse skulle bli känd som "27 juni-utbrytningen" och pågår fortfarande (per den 29 december 2014). Lavaflödet har riktning mot nordöst och har med två lavatungor nått till kanten av staden Pahoa där minst ett hus har blivit förstört.

## Berömd CO<sub>2</sub> -mätserie

Vid det meteorologiska observatoriet nära toppen av Mauna Loa, 4,5 kilometer nordöst från kalderakanten, har CO<sub>2</sub>-halten i atmosfären mätts sedan 1958 och representerar den

längsta sammanhängande mätserien i världen. Att mäta CO<sub>2</sub> för klimatövervakning på toppen av en av världens mest aktiva vulkaner kan verka som en dålig ide. Den dominerande vindriktningen över Hawai'i är dock från nordöst och under de dagar med vinden från detta håll (vilka är de flesta) går det bra att mäta CO<sub>2</sub>. Är vinden däremot från Mauna Loa kalderan kan data användas för övervakning av den vulkaniska avgasningen (från magma), som kan säga något om den eventuellt kommande aktiviteten.

Man mäter luftens innehåll av CO<sub>2</sub> i miljondelar av CO<sub>2</sub>-volymen i torr luft. Mätningarna görs kontinuerligt och redovisas som medeltal per timme och per dag. Oftast visas endast dags- eller månadsvariationen. Koldioxidmängden i luften har en tydlig årsvariation. Denna årsförändring avspeglar variationer i landväxters förbrukning av koldioxid. Eftersom större skogsarealer finns på norra halvklotet, så dras mer CO<sub>2</sub> ut från atmosfären under sommarperioden på det norra halvklotet än under sommarperioden på det södra halvklotet. Koldioxidhalten är högst på våren just innan växterna på norra halvklotet kommer igång med sin förbrukning.



En av artikelförfattarna framför kameran och en bakom.

## Många olika klimatzoner

Med alla olika klimatzoner på den stora ön kan du välja ditt favoritklimat. Om du inte är nöjd med klimatet där du är, så kör du bara några kilometer, då kommer du till ett annat klimat. På den stora ön finns tio olika klimatzoner. Om man ska beskriva klimat så finns Köp-pens klassifikation, som har fem huvudklimatzoner varav fyra finns på Hawai'i; tropisk, arid, tempererad och arktisk. Det är endast den kontinental, som inte finns! Sedan finns det subzoner och på stora ön finns tio av de mest vanliga representerade. Ovan trädgränsen (3 000 meter) är det ett arktiskt klimat med permafrost. Sedan finns det arida områden och tropisk klimat. Största delen av ön (två tredjedelar) ligger i den tempererade klimatzonen.

I en klimatzon med varm och ständig fuktighet spirar växtligheten kort tid efter att en lava-

ström har kallnat. Lavatunneln "Thurston lava tube", direkt väst från Ikikratern, är 500 år gammal och omges av en tropisk regnskog.

I USA kan man detta med nationalparker. Allt fungerar utmärkt med bra vägar och vandringsleder, välorganiserade informationsanläggningar med bra utställningar och kunniga och vänliga parkvakter i lustiga hattar. Vi får konkludera att ön Hawai'i har allt; paraply-drinkar, stora vågor, bra stränder, inga farliga djur, glada turister och glada basalter – det finns inga sura bergarter där!

**ERIK STURKELL** professor vid Geovetarcentrum, Göteborgs universitet.  
erik.sturkell@gvc.gu.se

**GABRIELLE STOCKMANN**, post doc vid institutionen för geologiska vetenskaper, Stockholms universitet.

## REFERENSER

Bakgrundsfakta till denna artikel är fram-för allt hämtade från USGS rapporter och hemsida från filialen på Hawaii (<http://hvo.wr.usgs.gov/>):

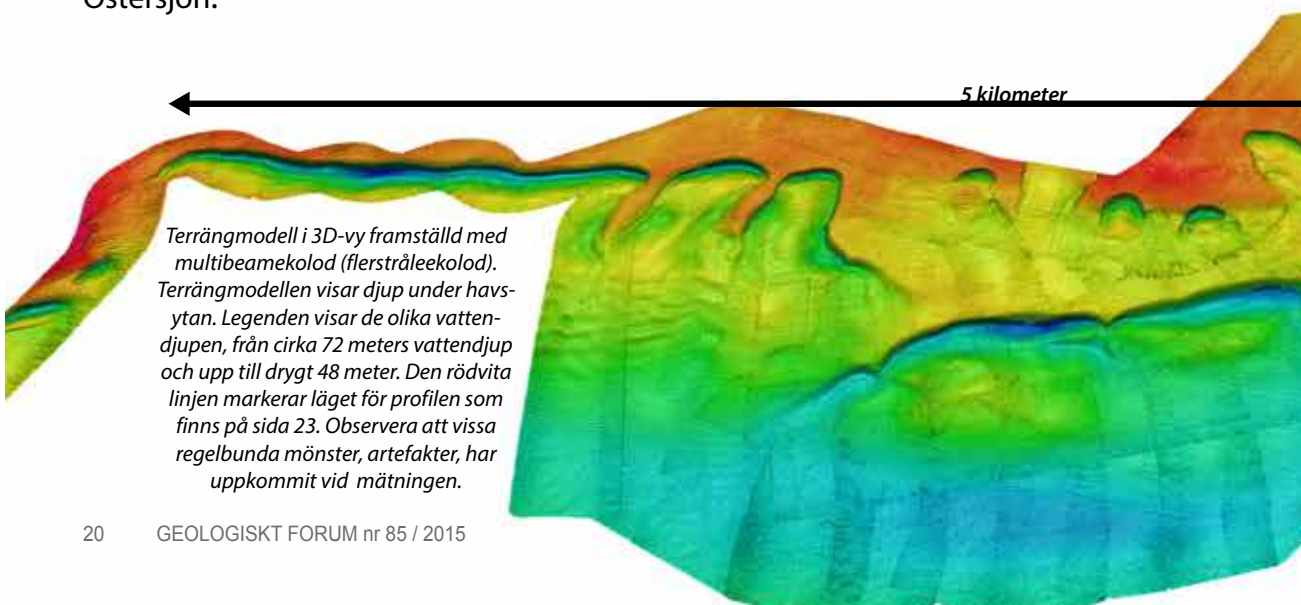
- Babb et al. (2011), Tilling et al. (2010) och Lonely Planets bok om Hawai'i.
- Babb, J.L., Kauahikaua, J.P., and Tilling, R.I., 2011. *The story of the Hawaiian Volcano Observatory—A remarkable first 100 years of tracking eruptions and earthquakes*, U.S. Geological Survey General Information Product 135, 60 p., available at <http://pubs.usgs.gov/gip/135/>.
- Sturkell, E., 2014. *Det primitiva Island*, Geologiskt Forum nr. 83, sept. 2014
- Tilling, R.I., Heliker, C., and Swanson D.A., 2010. *Eruptions of Hawaiian volcanoes—past, present, and future*, U.S. Geological Survey General Information Product 117, 63 p. available online at: <http://pubs.usgs.gov/gip/117/>

# Spår efter Sveriges STÖRSTA SKRED

TEXT Björn Bergman, Fredrik Klingberg

Sommaren 2014 undersöktes Sveriges största skredområde i havet söder om Blekinge. Längs en sträcka av 12-14 kilometer har ett tiotal olika skred inträffat. Det är inte fastställt när skreden skedde, men en arbetshypotes är att de inträffade i samband med Baltiska issjöns tappning för 11 600 år sedan. Om skreden initierades av den snabba sjöytesänkningen så kom mycket stora volymer lera att förflyttas under en kort tid. Om förloppet skedde snabbt är det möjligt att det kan ha orsakat en tsunamivåg i Östersjön.

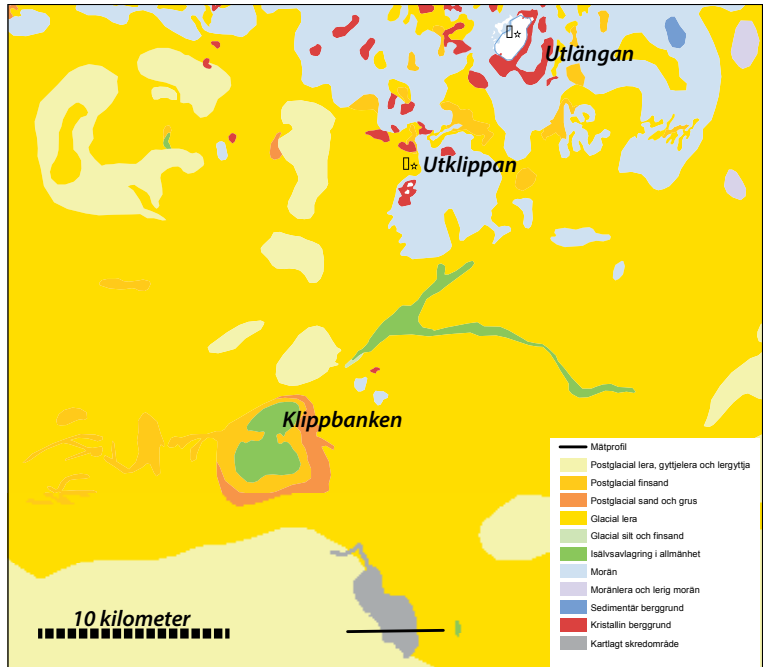
**S** skred kan skapa stor förödelse och även orsaka dödsfall. Hundratals miljoner kronor satsas årligen i Sverige för att förebygga att skred uppkommer. Dessa skred sker på land men vi vet också att skred kan förekomma på botten av våra älvar. I till exempel Ångermanälvens mynningsområde har skredärr påträffats. Förekomst av skred i detta område är proble-





**Övre till höger:** Karta visande det undersökta området vid skredärren som är påträffade cirka 45 kilometer söder om Karlskrona. Data och geologisk tolkning av den markerade profilen visas i bild på nästa sida.

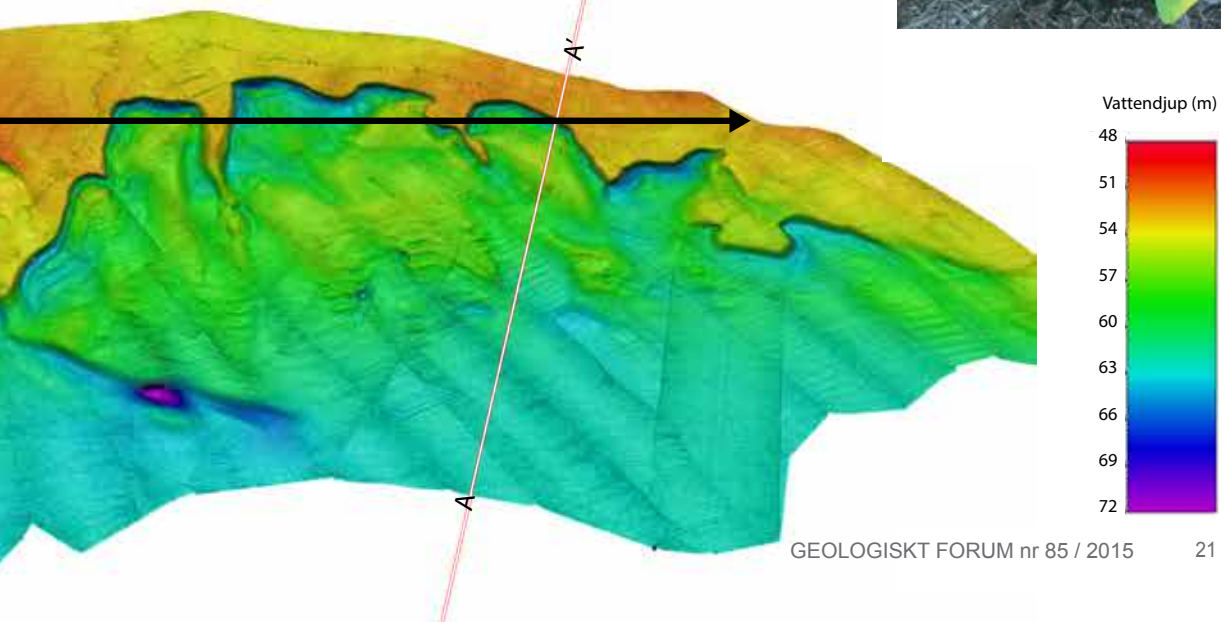
**Nedre till höger:** Terrängmodellen som är lagd över en flygbild av Stockholm visar hur stort skredärret är.



matiskt eftersom det där finns bankar som byggts upp av miljöfarliga fibrer från pappersindustrin. Förekomst av skred i detta område kan då göra att miljögifter frigörs. Detta har troligen i sin tur medfört att havsörnen fått problem med sin förökning. Man har spekulerat om skred även skulle kunna ske på botten i öppet hav och i så fall vilka konsekvenser det skulle kunna ha. Nu vet vi att sådana skred kan ske. Genom Sveriges geologiska undersökning, SGU, maringeo-

logiska kartläggning har vi nu upptäckt ett gigantiskt skredärr söder om Klippbanken utanför Blekinges kust, se kartan ovan.

Skredärrret undersöktes från SGUs undersökningsfartyg Ocean Surveyor under sommaren 2014. En terrängmodell är framställd med hjälp av ett multibeamekolod (flerstråleekolod). Dessutom har profiler, som visar botten i genomskärning, skapats med ett sedimentekolod, se profil på sidan 23. Skredet ligger på en lerslutning, som går från cirka



50 meter vattendjup ner till cirka 65 meters vattendjup. För att ge en uppfattning om skredets storlek har vi låtit terrängmodellen över skredärret projicerats över en flygbild av Stockholm city.

Skredet har egentligen skett som 10 till 15 olika skred, där skredärren ligger som ett pärlband utmed en sammanlagd sträcka av 12–14 kilometer. Skredärret kan i vissa delar vara upp till 18 meter höga, lika mycket som ett femvåningshus, men normalt är ärret mellan 6 och 12 meter högt. Dessutom ligger det tre mindre skredärr på bottenytan ovanför det stora skredärret. I de geologiska profilerna syns att skredärren ligger i glacial lera och att leran underlagras av isälvsmaterial, se sida 23.

Tyvärr har vi inte lyckats ta reda på när skredet inträffat. Frågan är också om de skett under en stor sammanhängande händelse eller om det gått mindre skred i omgångar. Det är tänkbart att denna fråga kan lösas genom att försöka datera de sediment som ligger ovanpå skredmassorna.

Det vore väldigt spännande att kunna ta reda på orsaken till skredet. Klippbanken, som ligger nordväst om skredärret, är en stor isälvsavlagring, vilken troligen hänger ihop med de isälvs sediment som finns vid skredet. Isälvsavlagringens porvatten har ett tryck som bestäms av vattendjupet. Möjligen kan en plötslig förändring av detta porvattentryck ha



*Maringeolog Bernt Kjellin, som redan år 2005 upptäckte skredärret, förbereder mätning från Ocean Surveyor. Foto: Björn Bergman.*

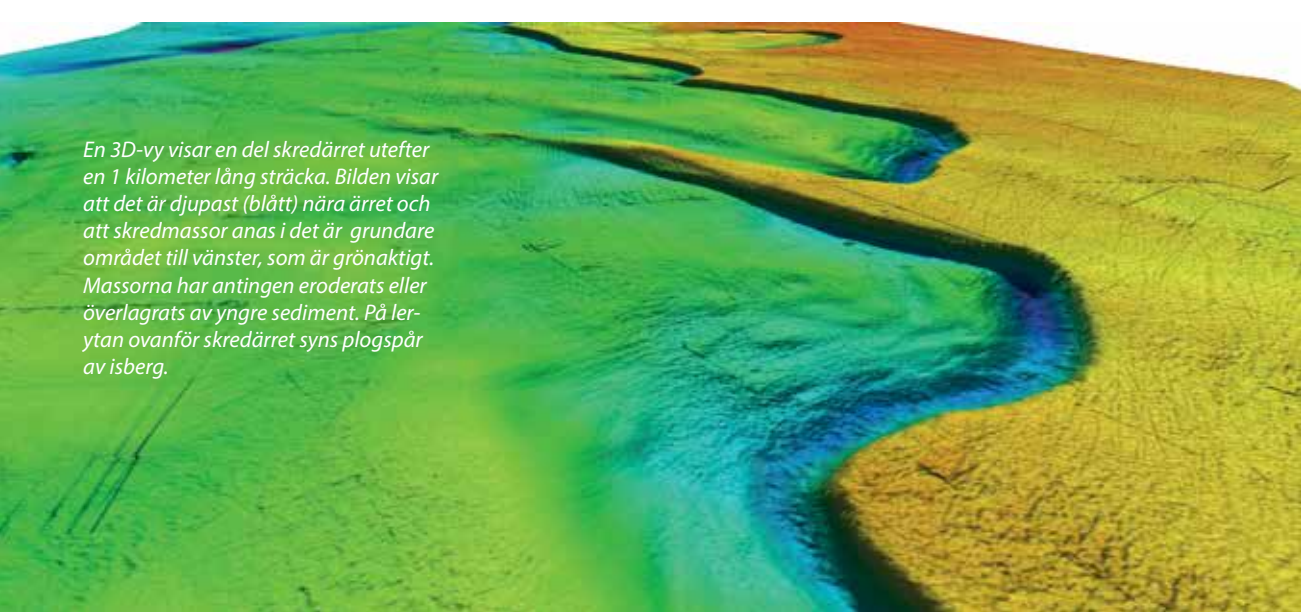
orsakat skredet. Så kan ha skett när Baltiska issjön tappades. Om vattennivån sjönk kraftigt under en kort period kan trycket i isälvsavlagringen blivit så högt att trycket pressat sönder den täckande leran. Denna teori innebär då att skredet skett för 11 600 år sedan. Om det är så bör det vara möjligt att datera händelsen eftersom exempelvis sediment från Ancylussjön skulle kunna påträffas ovanpå skredmassorna.

Vi kan inte belägga påståendet om en tsunamivåg i ingressen till denna artikel. Men det skred vi ser resterna av – har förflyttat enorma

mängder lera och om förloppet varit snabbt så är det troligt att en, gissningvis blygsam, tsunami skapades. Det finns dock som vi känner till inga spår på land av sådana flodvågor. Men kanske vi kan hitta dem när vi nu vet att vi ska leta.

---

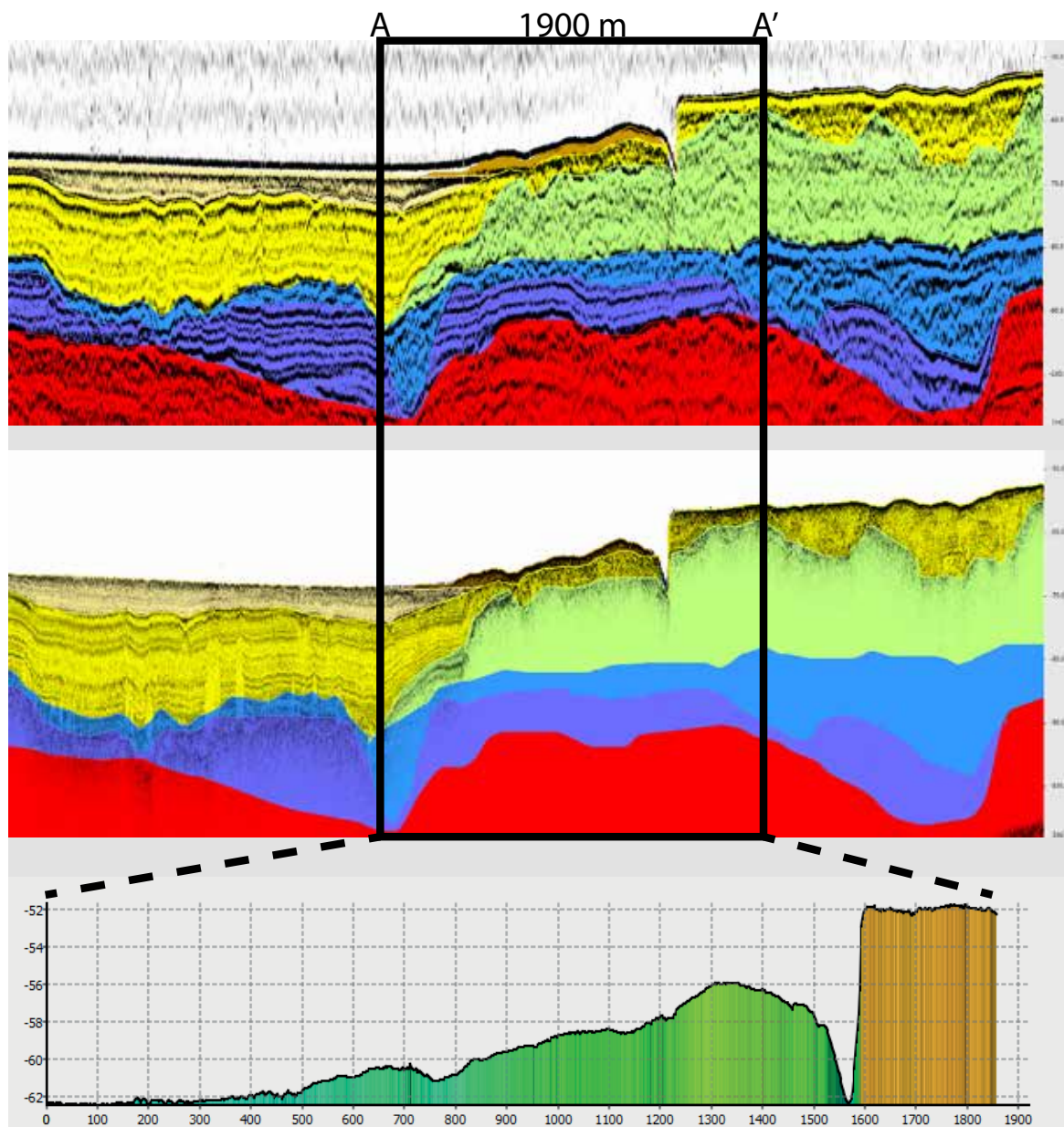
**BJÖRN BERGMAN**, fil. dr. geofysik  
SGU och **FREDRIK KLINGBERG**,  
fil. dr. maringeologi, båda vid SGU,  
Sveriges geologiska undersökning.



En 3D-vy visar en del skredärret utefter en 1 kilometer lång sträcka. Bilden visar att det är djupast (blått) nära ärret och att skredmassor anas i det är grundare området till vänster, som är grönaktigt. Massorna har antingen eroderats eller överlagrats av yngre sediment. På lerytan ovanför skredärret syns plogspår av isberg.



Profilerna som visar lagerföljden i området framställda med seismik (övre) och sedimentekolod (undre). Profilernas läge visas i kartan och terrängmodellen på sidorna 20 och 21. I profilerna ligger urberg (rött) underst, överlagrat av sedimentär berggrund (mörkblått) som i sin tur är överlagrad av morän (ljusblått). Ovanpå moränen ligger isälvmaterial med okänd sammansättning (ljusgrön). Denna täcks av glacial varvig lera (gult) avsatt i Baltiska issjön, skredmassor (brunt) och överst i lagerföljden finns postglacial lera (ljusgul). Det utsnitt i profilerna som också har detaljerad djupinformation är markerat med svart ram. Både höjd- och längdskalan är i meter.





# En plattform för *påverkan*

Vad händer när 20 geologer slår sina kloka huvuden ihop inom ramen för Svenska nationalkommittén för geologi?

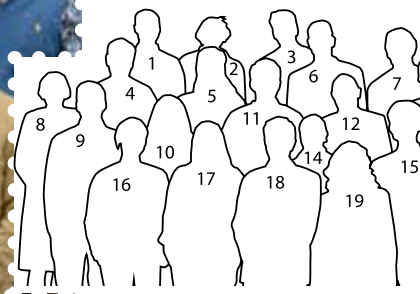
**S**venska nationalkommittén för geologi, SNKG, består av 20 ledamöter och tillsammans representerar vi ett brett spektrum av geologisk kompetens. Man kan lugnt påstå att SNKG fungerar som ett nav för landets georelaterade organisationer. Förutom forskare finns också representanter från gruvnäringen och andra delar av

näringslivet, beslutsfattare, skola och media bland ledamöterna. Vi står även till förfogande som ett rådgivande organ åt universitet och andra delar av utbildningssystemet och verkar även som expertorgan åt Kungliga Vetenskapsakademien, KVA. Tillsammans arbetar vi med att bevaka geologins position både internationellt och nationellt och verkar för att stärka geologins

ställning i samhället.

Vid en historisk tillbakablick har SNKG organiserat seminarier på KVA, framställt information om geologin i samhället och skrivit debattartiklar bland annat om behovet av geologisk kunskap för att tillgodose vårt behov av naturresurser eller för att undvika konsekvenser av naturkatastrofer.

Även det idag mycket välkända begreppet Geologins Dag var ett initiativ från SNKG medan International Year of Planet Earth delvis organiserades av ledamöter från



1. Paul Evins, Dr. geologkonsult, WSP. 2. Olle Selinus (adjungerad). 3. Lars Persson (adjungerad). 4. Stefan Wastegård, professor kvartärgeologi, Stockholms universitet. 5. Anna Broström, Dr. i paleoekologi, forskare Statens historiska museer, Lund. 6. Dan Holtstam, docent mineralogi, analytiker Vetenskapsrådet. 7. Stefan Bengtson, professor paleozoologi, Naturhistoriska riksmuseet, NRM. 8. Karna Lidmar Bergström, professor naturgeografi, Stockholms universitet. 9. Clas Hättstrand, professor naturgeografi, Stockholms universitet. 10. Caroline Kuiper, chef gruvplanering, Boliden. 11. Mark Johnson, docent kvartärgeologi, Göteborgs universitet. 12. Sven Wallman, teknisk specialist/geo NCC. 13. Martin Jakobsson, professor marin geologi/geofysik, Stockholms universitet. 14. Katarina Nilsson, Dr. statsgeolog, Sveriges geologiska undersökning, SGU. 15. Hemin Koyi, professor tektonik och geodynamik, Uppsala universitet. 16. Nelly Aroka, projektledare Geologins Dag/SGU. 17. Kirsten Holme, Dr. expert, geologi, LKAB. 18. Stefan Claesson, professor isotopgeologi, NRM. 19. Vivi Vajda (ordförande), professor i paleontologi, NRM/Lunds universitet.

SNKG och likaså Nordiska Geologiska Vintermötet som hölls i Lund förra året.

SNKG har även varit aktiv i samband med de två senaste IUGS-konferenserna (International Union of Geological Sciences) och nu håller vi som bäst på med att planera för medverkandet vid 35th International Geological Congress som går av stapeln i Sydafrika nästa år.

Aktuellt inom SNKG just nu:

► *Boken Sveriges geologi.* Vi håller i allmänhet två möten år men arbetar dessemellan genom arbetsutskott. Just nu arbetar vi med ett flertal frågor men centralt är arbetet med att färdigställa en populärvetenskaplig bok om Sveriges geologi med en naturvetenskapligt intresserad allmänhet som målgrupp. Geologiska Föreningen har gått in som sponsor och kommer tillsammans med SNKG att stå som utgivare. Boken sammanfattar Sveriges geologiska utveckling från alla upptänkliga perspektiv och målet är att boken ska locka en naturvetenskapligt intresserad allmänhet och finnas vid lärosäten och skolor i vårt land.

► *Frågor som rör Vetenskapsrådet, VR.* Geovetenskaplig forskning stöds av bland annat SGU, Formas, Knut och Alice Wallenbergs stiftelse, och Crafoordska stiftelsen, men Vetenskapsrådet är utan tvekan den största externa bidragsgivaren till den forskning som idag utförs vid svenska lärosäten och andra forskningsinstitutioner. Antalet forskare som erhållit bidrag har under de senaste åren dock drastiskt minskat, delvis på grund av att projekten förlängts från tre till fyra år och för att bidragsbeloppet till de enskilda projekten höjts, utan att budgeten ökat. Vi anser att tilldelningen nått alarmerande låga siffror vilket på sikt äventyrar svensk geovetenskaplig forskning och även utbildning, eftersom lärosätena drabbas då lektorerna i allt mindre utsträckning kan finansiera sin forskning. Därför arbetar vi i denna stund med att ge VR våra synpunkter på läget.

► *Frågor angående geovetenskap på*

*skolschemat.* Den generella kunskapsnivån om geologi är relativt låg i Sverige. Ett av de stora problemen är att geovetenskap inte utgör ett eget ämne i skolan, i motsats till exempelvis Norge som har geologi på schemat och där ämnet innehar samma status som de fyra andra stora naturvetenskaperna. Okunskap föder obehagad rädsla, och allmänhet och beslutsfattare får mycket svårt att på saklig grund bedöma och fatta beslut om frågor där geologin kommer in. SNKG har tillsammans med KVA, Geologins Dag samt flera lärosäten arbetat aktivt med denna fråga.

► *Geologiska Namnkommittén.* SNKG arbetar även med geologisk namngivning genom den nyinrättade underkommittén "Svenska geologiska namnkommittén, SGN". Målet är att skapa en god ordning på namngivningen av olika geologiska formationer. KVA:s klass V för geovetenskaper kommer i maj att godkänna den nomenklatoriska guide som framför allt Risto Kumpulainen har utformat.

Detta är några av de tyngre frågor som vi arbetar med men ingen fråga är för liten för att lyftas och vi är beroende av alla er som brinner för geovetenskap och för att lyfta fram geologins ställning i samhället. Erfarenheten visar att med rätt frågor kan SNKG spela en mycket stor roll i samhället när det gäller att marknadsföra och flytta fram geologins positioner generellt, och för en hållbar samhällsutveckling i kommunikationen med allmänhet och beslutsfattare.

**VIVI VAJDA (ordförande) i samarbete med hela SNKG.**

*Ledamöter som ej är med på fotografiet på sida 24: Erika Ingvald (sekreterare), fil. lic. berggrundsgeologi, informatör, SGU; Monica Hammarström, Internationell samordnare, Svensk kärnbränslehantering AB; Pär Weihed, professor i malmgeologi, Luleå tekniska universitet.*



KUNGL.  
VETENSKAPS-  
AKADEMIEN

THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

### VAD ÄR SNKG?

Kungliga Vetenskapsakademien, KVA, är huvudman för 18 nationalkommittéer vilka representerar Sverige i de internationella vetenskapliga förbund som ingår i International Council for Science, ICSU. Svenska nationalkommittén för geologi, SNKG, sorterar under Klass V (geovetenskaper) tillsammans med nationalkommittéerna för geofysik och geografi.

Läs mer på [www.kva.se](http://www.kva.se)

### VILKA ÄR SNKG:S HUVUDSAKLIGA UPPGIFTER?

1. Att företräda Sverige i IUGS, vilket bland annat innebär att närvara vid "General Councils" som hålls vart fjärde år, och där man även väljer ledamöter för IUGS styrelse.
2. Att arbeta för att synliggöra geovetenskapen och att stärka dess ställning i samhället genom samverkan med beslutsfattare, skola, allmänhet och näringsliv.
3. Att främja forskning och utbildning inom geologi/geovetenskap och att samverka med närliggande ämnesområden.
4. Att fungera som ett expertråd åt Kungliga Vetenskapsakademien.

### VAD ÄR IUGS?

International Union of Geological Sciences, IUGS, är den största, icke-statliga, icke-politiska och ideella vetenskapliga organisationen i världen. IUGS behandlar geovetenskapliga frågor ur ett globalt perspektiv. IUGS stödjer internationellt samarbete bland annat i samverkan med UNESCO. Sedan starten 1961 har IUGS varit medlem i ICSU.

Läs mer på [www.iugs.org](http://www.iugs.org)

IN MEMORIAM

ERIC WELIN

1923–2014



Båtfärd vid fältarbete på Rödön utanför Sundsvall 1981.

## *Pionjär inom svensk isotopgeologi*

En av nyskaparna inom svensk geologi, Eric Welin, gick bort förra sommaren, 91 år gammal. Eric fängslades tidigt av isotopgeologins möjligheter att lösa problem rörande berggrundens ålder och bildningshistoria. Detta intresse fick han utveckla vid Naturhistoriska riksmuseet, där han byggde upp och ledde ett nationellt centrum för radiometrisk åldersbestämning och isotopgeologisk forskning.

**E**ric Welin föddes 1923 och växte upp i Åbo, Finland, där hans far Gustaf var fotograf. Här träffade han också sin livskamrat Lilly, de gifte sig vid unga år och efter Erics magisterexamen 1949 vid Åbo Akademi bar det iväg till Stockholm, där han fick anställning vid AB Elektrisk Malmledning. År 1956 kom Eric till AB Atomenergi där han arbetade med mineralogiska och malmgeologiska undersökningar av framför allt uranförekomster. När Frans Erik Wickman, mineralogiprofessor vid Riksmuseet, inledde ett samarbete med AB Atomenergi föll det sig naturligt att Eric blev engagerad. Då AB Atomenergi avbröt sin verksamhet inom uranprospektering sökte de båda finansiering från dåvarande

Malmfonden för att inrätta ett geokronologiskt forskningslaboratorium (GKL) vid Riksmuseet, där inledningsvis några rum stod till förfogande. År 1965 anställdes Eric vid Riksmuseet som tillförordnad professor för att upprätthålla Wickmans tjänst då denne hade fått en gästprofessur i USA, och året därpå disputerade han vid Stockholms universitet med en avhandling om uranmineraliseringar och åldersförhållanden i berggrunden.

Geokronologiska Forskningslaboratoriet bestod ursprungligen av utspridda resurser som stegvis fördes samman vid Riksmuseet. Några nyckelpersoner följde med från AB Atomenergi. Den första masspektrometern övertogs begagnad från Karolinska Institutet



och de första dateringsmetoderna som introducerades var Rb-Sr och K-Ar. Under Wickmans bortavaro förlängdes Welins tillförordnade anställning gång på gång, ända tills 1973 då han tillsattes som professor i mineralogi och isotopgeologi. Vid Riksmuseet fanns sedan tidigare ett laboratorium som utförde kol-14-dateringar och tritiumanalyser. Detta slogs nu samman med GKL till Laboratoriet för Isotopgeologi, LIG, med Eric som föreståndare.

De första mer omfattande översiktliga radiometriskal åldersbestämningarna av svensk berggrund gjordes i början av 1960-talet i Leningrad. Eric Welin använde nu de nya resurserna vid Riksmuseet till att i samarbete med geologer vid universiteten och Sveriges geologiska undersökning utföra åldersbestämningar av berggrunden i olika delar av Sverige med K-Ar, Rb-Sr, och U-Pb-metoderna. Resultaten publicerades i ett stort antal uppsatser, som starkt bidrog till att förändra vår uppfattning om den geologiska utvecklingen och byggde upp ett kronologiskt ramverk för indelningen av Sveriges berggrund. En viktig framgångsfaktor för detta arbete var just det nära samarbetet med kollegor som hade expertkunskap om de geologiska förhållandena i olika delar av landet. Eric handledde också ett antal doktorander, vars projekt utöver det prekambrika urberget innefattade såväl den yngre berggrunden i Skåne och de skandinaviska Kaledoniderna som malmgeologiska frågor.

**U**nder Erics fasta ledning utvecklades LIG som nationellt centrum för isotopgeologisk forskning. Förbättrad teknik möjliggjorde analys av allt mindre prover med allt högre precision. Nya metoder, även analys av stabila isotoper, introducerades. Den förbättrade analysförmågan öppnade också nya forskningsfält inom både geovetenskap och andra discipliner, en utveckling som vi ännu inte sett slutet på.

Eric hade ett stort intresse för modern teknik, och

han var utomordentligt framgångrik när det gällde att få anslag till nya instrument och annan laboratorieutrustning. Han blev invald i Kungliga Vetenskapsakademien 1979, och kom också att representera Sverige och svensk isotopgeologi i olika internationella sammanhang. Som medlem av Internationella geologionions subkommission för prekambrisk stratigrafi låg han till stor del bakom det förslag till periodindelning av Proterozoikum som med tiden fått alltmengenomslag. Han har även blivit odödlig genom att ett nytt mineral, welinit, uppkallats efter honom.

Privat visade Eric en praktisk sida när han byggde och donade på familjens sommarställen, där han gärna vistades med Lilly och deras två döttrar med familjer. Intresset för fiske som grundlades

under somrarna i Åbo skärgård höll i sig till gamla dagar. Hans personliga intressen omfattade även historia och han var en skicklig fotograf. Under de sista åren upptog släktforskning en stor del av hans tid, vid sidan av

... Han har även blivit odödlig genom att ett nytt mineral, welinit, uppkallats efter honom.

umgänget med familjen.

Som chef hörde Eric i viss mån till den gamla stammen, men bakom hans ibland något barska framtoning fanns ett varmt hjärta, något som inte minst märktes i mer privata sammanhang. Som nydanare kom han att spela en avgörande roll för svensk geologisk forskning och för förståelsen av de stora dragen i den svenska berggrundens bildning och utveckling. Det är ett betydande livsverk han lämnade efter sig för vilket han kommer att bli ihågkommen.

---

*Vänner och kollegor genom: Gösta Armands, Stefan Claesson, Åke Johansson och Thomas Lundqvist.*



**Till vänster:** Eric i samspråk med Nils Harald Magnusson, nestor inom svensk berggrundsgeologi, vid en exkursionslokal i Åstorp 1966. **Till höger:** I glatt sällskap 1982. Samtliga bilder är tagna av Thomas Lundqvist.

# Geologiskt forums stödprenumeranter



## Svensk Kärnbränslehantering AB

SKB:s uppdrag är att ta hand om det radioaktiva avfallet från de svenska kärnkraftverken. Varken människa eller miljö ska påverkas negativt – i dag eller i framtiden.

Läs mer på [www.skb.se](http://www.skb.se)

## GEOSIGMA

Anlita Geosigmas nyfikna, engagerade och jordnära konsulter! Geosigma erbjuder konsulttjänster och vägleder alla som i sin verksamhet planerar och bygger morgondagens samhälle. Läs mer på vår hemsida [www.geosigma.se](http://www.geosigma.se)



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

## URS

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



Täktkonsulter verksamma inom täkt, mark, miljö, vatten.  
[www.geopro.se](http://www.geopro.se)

## NEW BOLIDEN

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



Medins Biologi är en ackrediterad miljökonsult med inriktning på vatten. Vi arbetar över hela Sverige med undersökningar av sediment och biologi.  
[www.medins-biologi.se](http://www.medins-biologi.se)

**25 mars.** För små (och stora). Stockholms Amatörgeologiska Sällskap, SAGS, bjuder barn på en kväll i geologins tecken. Ordförande Dan Segerbäck pratar och visar mineral och bergarter. Ta med en egen sten och fråga Dan om den. Man behöver inte vara medlem i SAGS för att delta och föräldrar är förstås också hjärtligt välkomna! Lokalen heter Gästabudsalen i Hartwickska Huset. Läs mer på [wp.sags.nu](http://wp.sags.nu)

**12–17 april.** European Geosciences Union, EGU, anordnar varje år en stor konferens i Wien. Den 12–17 april är det dags igen! Läs mer på [www.egu2015.eu](http://www.egu2015.eu). Passa på att besöka Wiens naturhistoriska museum där världens äldsta, och största, meteorit-utställning finns att beskåda.

**29–30 maj.** Följ med till Luleå! Geologiska Föreningen har årsmöte, det blir föredrag och sedan ett besök på Science Center Teknikens Hus plus middag och vinprovning. På lördagen blir det en dagsekkursion till Laver – en historisk koppargruva med ny potential. Läs mer på baksidan av denna tidning. Alla detaljer i programmet kommer läggas ut på [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se).

**12 september.** Lördag den 12 september 2015 är det Geologins Dag i hela landet. Läs mer på [www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)

★ Är det vår i luften för geovetenskapen? I alla fall har NAMSA, Naturhistoriska museers samarbetsorganisation, ämnet geologi på agendan vid sitt vårmöte i Uppsala den 14–15 april. Vård för mötet är Sveriges geologiska undersökning, SGU, och temat är Lär känna geologin i vardagen! NAMSA kommer bland annat att belysa geologin i samhällsplaneringen och hur SGU arbetar med att föra ut geologiämnet i skolan.

★ Kommer det att öppnas en gruva i Norra Kärr? Företaget Tasman Metals bearbetningskoncession på 25 år ligger fast. Regeringen har nyligen, för andra gången, avslagit en överklagan av bergmästarens beslut om bearbetningskoncession. Men för att Tasman Metals ska kunna öppna en gruva krävs inte bara en bearbetningskoncession utan även tillstånd enligt miljöbalken.

Företaget skriver på sin hemsida att flera underlag till en ansökan om tillstånd finns klara, men inte alla.

– I dag finns ingen klar tidsplan för när allt kan vara klart. Skälet till detta är också den nuvarande konjunkturen. Något beslut om att gå vidare med en tillståndsansökan finns sålunda ännu inte.

Tasman Metals egna preliminära genomförbarhetsstudie, som blev klar i början av året, visar dock att Norra Kärr är ett ekonomiskt robust projekt med lång livslängd. Studien visar också att projektet har en kapacitet att bli en stor producent av strategiska metaller som dysprosium (Dy), yttrium (Y), neodym (Nd) och trebium (Tb).

En sammanfattning av studien går att läsa på webben: [www.tasmanmetals.se](http://www.tasmanmetals.se).

## På mjölkpaketet

Från marängis till pingviner på Sydpolen. På Arlas mjölkpaket, i början av 2015, har stora och små mjölkdrinkare kunnat hitta både kul och spännande fakta som på många sätt har geovetenskaplig anknytning.



Mjölkpaketets baksidor har exempelvis handlat om Abisko naturvetenskapliga station, forskningsstationen som tar tempen på klotet; och om forskaren Margareta Johansson (från institutionen för Naturvetenskap och Ekosystemvetenskap, Lunds universitet) som bland annat forskar på vad som händer i permafrosten i Arktis när temperaturen på jorden stiger. Det har också gått att läsa om olika ord om isen. Som "glansis", "kalvar", "marängis" och "rämning". En annan baksida handlade om Oden, en forskarkändis med STORA muskler. Och ytterligare en handlade om Nordpolen respektive Sydpolen.

Om du vill se alla mjölkbaksidor hittar du dem på [www.arla.se/eenemang](http://www.arla.se/eenemang)



# 5 frågor till Lovisa

Hållbar samhällsplanering och utveckling. Det är några av hjärtefrågorna för Lovisa Zillén som sedan den 1 januari 2015 är ny styrelseledamot i Geologiska Föreningen, efter Kaarina Ringstad.

## 1. Vad jobbar du med?

– Jag arbetar som chef på enheten för maringeologi på Sveriges geologiska undersökning, SGU. Kärnverksamheten består i att undersöka och kartlägga havsbotten och dess geologi samt utföra miljöövervakning med hjälp av vårt undersökningsfartyg S/V Ocean Surveyor, som är specialutrustat för dessa ändamål. Roligast är att utveckla verksamheten, få personal att växa samt självklart att vara ute i fält, även om det inte blir så mycket av den varan längre. Största utmaningen i mitt jobb är att "tänka nytt" och göra maringeologi ännu mer relevant, främst inom svensk havsplanering och havs- och vattenmiljöförvaltning.

## 2. Vad har du för bakgrund?

– Jag är kvartärgeolog i botten och har en magister- och doktorsexamen i kvartärgeologi från Lunds universitet. Min forskning är inriktad på Östersjön, främst problematiken kring övergödning och utbredningen av syrefria bottnar men även förekomst och spridning av miljögifter i sediment och effekterna på ekosystemen.

## 3. Vad har du för projekt på gång?

– SGU har flera forsknings- och samarbetsprojekt på gång när det gäller kartläggning och riskbedömning av så kallade "fiberbankar" längs med norra Östersjöns kust. Dessa bankar härstammar från pappers- och massaindustrin som fram till 1960- och 1970-talet släppte ut stora mängder förorenad pappersmassa i havet, ofta i direkt anslutning till fabriken. Våra studier visar att fiberbankarna innehåller stora mängder miljögifter såsom DDT, PCB, kvicksilver och arsenik. Intressant är den möjliga kopplingen mellan fiberbankarna och de höga halterna av miljögifter i havsörnens ägg längs norrlandskusten, halter som stigit igen de senaste åren. Vår verksamhet är ett bra exempel på hur maringeologi kan användas för att identifiera ett miljöproblem och genom tvärvetenskapligt samarbete förstå dess omfattning, samt hur vi sedan i nästa steg genom rekommendationer kan bidra till att uppnå god miljöstatus.

## 4. Vad bidrar du med till Geologiska Föreningen?

– Jag bidrar med min kunskap och mitt engagemang, främst geologins roll för en hållbar samhällsplanering och utveckling, men även geologi i allmänhet.

## 5. Vem är du privat?

– Som privatperson är jag ganska jordnära och glad. Tycker om att tillbringa ledig tid med min härliga familj som består av min man Ian och dotter Sonja. Sedan tre år tillbaka bor vi i Edshammar utanför Uppsala, mitt emellan Storvreta och Vattholma – äkta SGU bygd har jag fått erfara. Min favoritgeologiska plats är, förutom den vackert blåa Östersjön, Skäralid i Söderåsens nationalpark i Skåne som bjuder på en fantastiskt dramatisk och divers geoupplevelse!

Läs mer om Geologiska Föreningen på vår webbplats. Här hittar du även kontaktuppgifterna till hela styrelsen 2015. [www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)



Foto: SGU

# DOKUMENTERA UNDERJORDEN

## innan det är för sent

**S**om bekant byggs det som aldrig förr i Stockholm, åtminstone under mark. Redan för tio år sedan invigdes tunnelsystemet Södra Länken, i höstas invigdes delar av Norra Länken, en tunnel för pendeltågen byggs under centrala Stockholm och snart kanske också bygget av Förbifart Stockholm inleds (motorvägen som planeras att i huvudsak gå i ett 18 kilometer långt tunnelsystem väster om centrala Stockholm). Därtill planeras nya tunnelbanelinjer. Även utanför huvudstaden händer det saker: Malmö har fått en ny tågtunnel och i Hallandsåsen har som bekant ett tunnelbyggnadsprojekt för tågen pågått under avsevärd tid.

Alla dessa byggnadsprojekt, både ovan och under jord, har gett och kommer att ge arbeten åt geologer och geotekniker. Att stora byggprojekt, i synnerhet sådana under jord, måste föregås och åtföljas av ingående geologiska och geotekniska undersökningar är närmast en självklarhet. Men vad händer sedan med de borrkärnor som tas upp, och med den geologiska dokumentation som görs av själva tunnlarna, innan dessa kläs in i betong och tåg- eller biltrafiken släpps på (eller tunnlarna fylls med vatten, som den stora Bolmentunneln i södra Sverige)? Pendeltågstunneln Citybanan ger ju en närmast kontinuerlig nord-sydlig profil genom berggrunden i centrala Stockholm, och om Förbifart Stockholm byggs får vi en ännu längre profil genom samma berggrund lite längre västerut, inklusive de förkastningszoner som löper utmed Mälarens fjärdar. Förmodligen göms det mesta av denna dokumentation undan i interna rapporter hos byggföretag och uppdragsgivare, utan att komma

övriga geologvärlden och samhället till del. Dessutom handlar de undersökningar som görs förmodligen främst om olika geotekniska frågor, exempelvis kartering av sprickor, vilka är av praktisk betydelse när det gäller själva bygget och bergets hållfasthet. Men hur är det med dokumentationen av mer "akademiska" aspekter av geologin, såsom de olika bergarternas uppträdande, sammansättning, och inbördes åldersrelationer? De enda tillfällen jag känner till där sådana studier gjorts på ett systematiskt sätt är vid förundersökningarna vid Forsmark och Oskarshamn inför byggandet av ett underjordslager för kärnavfall.

**När det gäller arkeologiska** undersökningar vid större (och även mindre) byggprojekt, finns det ju en lagstiftning som tvingar byggherren att bekosta utgrävningar av kända eller nypåträffade fornlämningar innan bygget kan gå vidare. Ibland har detta lett till omfattande utgrävningar, som vid bygget av den nya motorvägen norr om Uppsala, vilka ökat kunskaperna om vår förhistoria på viktiga punkter. Men när det gäller motsvarande geologisk dokumentation finns mig veterligen ingen motsvarande lagstiftning. Sker det någon geologisk kartering i samband med något stort infrastrukturprojekt, utöver de nödvändiga geotekniska undersökningarna, är det sannolikt avhängigt av att någon geolog råkar arbeta med kartering inom detta område just då. Sker ej detta är det sedan för

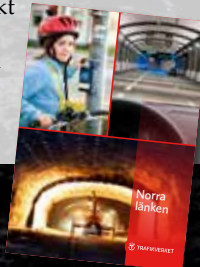
det mesta för sent. Även om tunneln finns där för lång tid framöver är väggarna oftast inklädda med betong, och även om så ej är fallet är tunneln knappast tillgänglig för en systematisk berggrundskartering när den väl tagits i bruk för sitt egentliga syfte. Även vid överjordsbyggande kommer ofta stora hällområden och

vertikalskärningar genom jordarter och berggrund i dagen, vilka sedan byggs över, sprängs bort, kläs in i betong eller släntas av och täcks med jord, och då inte längre är tillgängliga för observation, dokumentation eller provtagning.

Det rimliga och lämpliga vore således att det fanns en liknande lagstiftning på det geologiska området som på det arkeologiska. Låt Sveriges geologiska undersökning ha uppdraget att utföra geologisk dokumentation i samband med alla större infrastrukturprojekt över och under jord (eller kanske allt byggande överhuvudtaget?), och att göra denna dokumentation tillgänglig för samhället i övrigt på lämpligt sätt, och låt byggherren stå för kostnaderna på samma sätt som de gör för arkeologiska undersökningar. Förutom att detta skulle ge en rad nya geologjobb, så skulle det ge en ökad geologisk kunskap som hela samhället skulle ha nytta av. Och med tanke på takten i byggandet, åtminstone i storstadsområdena, är detta något som brådskar, innan oersättlig geologisk information sprutbetongas över och är borta för alltid lika snabbt som den kom fram.

/ Åke Johansson, forskare och Jourhavande geolog, Naturhistoriska riksmuseet.

Norra länken är ett av Norra Europas största vägtunnelprojekt. Bygget beräknas vara helt färdigt år 2017. Bakgrundsbilden är från Trafikverkets folder om projektet. Mer information finns på [www.trafikverket.se](http://www.trafikverket.se)





POSTTIDNING  
Geologiska Föreningen c/o  
Qi-Media AB  
Stjärnvägen 9  
553 12 Jönköping

## Välkommen till Geologiska Föreningens årsmöte i Luleå 29–30 maj 2015

*Luleå tekniska universitet, avdelningen för geovetenskap och miljöteknik, står som värd för Geologiska Föreningens årsmöte i år.*

### VI BÖRJAR MED ÅRSMÖTET

Årsmötet med efterföljande prisceremoni går av stapeln i hus F, sal F531 (bergrum), fredagen den 29 maj, kl. 15.00-17.30. Kallelse till årsmötet kommer att sändas i separat brev till föreningens medlemmar tillsammans med valsedel för styrelsen 2016.

### VÄRDIGA PRISTAGARE TILLKÄNNAGES

I anslutning till årsmötet har föreningen äran att presentera:

- Vinnaren av Jan Bergström Young Geoscientist Award 2015.
- Vinnaren av Geologiska föreningens Hiärnepris 2015 för betydande populärvetenskaplig verksamhet inom det geovetenskapliga området.
- Geologiska Föreningen delar ut pris för bästa manuskript i GFF åren 2013 och 2014.

### VAR MED PÅ EN GUIDAD TUR & MIDDAG MED VINPROVNING

Kl. 17.30-20.00 besöker vi Science Centre Teknikens Hus där vi får en visning av geologi- och gruvutställningen samt äter middag. Priset för varje deltagare är 200 kr/person för buffé. Det finns möjlighet att därtill delta i en vinprovning där begreppet "mineralitet i vin" utforskas. Priset för vinprovningen är 100 kr/person.

### PÅ LÖRDAGEN ÅKER VI PÅ EXKURSION TILL LAVER

Lördagen den 30 maj får vi chans att vara med på en spännande exkursion till Laver – en historisk koppargruva med ny potential! Guide: Annika Wasström. Medtag egen matsäck. Upphämtning med bil för gemensam avfärd kl. 08.00 Vi beräknas vara åter i Luleå ca 15.30.

### FÖRANMÄL DIG

Föranmälan krävs till fredagens middag samt till lördagens exkursion. Kontakta Christina Wanhainen på e-post [chwa@ltu.se](mailto:chwa@ltu.se) eller mejla [info@geologiskaforeningen.se](mailto:info@geologiskaforeningen.se). Senaste anmälningsdag är den 20 maj. Alla detaljer hittar du på vår hemsida.

