

GEOLOGISKT FORUM

NR 84 DECEMBER 2014
ÅRGÅNG 21

Bárðarbungas
UTBROTT

Sällsyntare

*än en vinst
på Lotto*

Sylvia
vann pris



8



14



26



GEOLOGISKT FORUM

INNEHÅLL nr 84 december 2014

NYHETER OCH REDAKTIONELLT

16 pristagare i årets Mineraljakt. | Ledare.
Geologiskt Arv 2014: Bjurälvens karstlandskap.
GeoArena – intimt och trivsamt. | Notiser
Årets Geolog 2014: Daniel Conley.
Philae landade på 67 P.
Varför blev just du geolog?
Stödprenumeranter.
Kalendarium | Notiser.
Senaste nytt från SGU.
Sista ordet: Berättelsen om ett jordeliv.
God Jul & Gott Nytt År.

SIDA

3
4-5
6-7
8-9
10
11
28
29
30
31
32

ARTIKLAR & REPORTAGE

Hur bildades kontinenterna? Intervju med Sylvia Berg. 12-13
Bårðarbungas utbrott. Erik Sturkell och Rikke Pedersen. 14-15
Så gick Geologins Dag 2014. Intervju med Nelly Aroka. 16
Sällsyntare än en lottovinst. Axel Sjöqvist. 17-19
Stavsjögraniten. Anders Wikström och Cristina P. De Campos. 20-25
In Memoriam: Arne Sundberg. En livsgärning i geologins tjänst. 26-27
Christer Åkerman, Sören Byholm, Gunnar Nilsson, Thomas Lundqvist.

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

Ansvarig utgivare: Mark Johnson

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

Redaktionens adress: Geologiska Föreningen c/o Qi-Media
AB, Stjärnvägen 9, 553 12 Jönköping.
e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: Sylvia Berg på Island. Foto: Steffi Burchardt.
Läs artikeln på sida 12.

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 samar-
bete med föreningen för Geologins Dag och med ekono-
miskt 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

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 fo-
rum – hör av dig innan du sänder ditt manuskript. Författar-
na svarar själva för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer
av Geologiskt forum kommer ut i slutet av mars 2015.



16 pristagare i årets Mineraljakt

Utöver de tre första prisfynden, som är intressanta men av mer traditionell art, sticker fjärdepriset ut från prislistan. Det är ett prov av guldförande magentitsand i Skåne som belönas med 15 000 kronor. Mineraljakten har aldrig tidigare premierat vasksand.

Mineraljakten har i år omfattat fynd från hela landet, från Gotland och Skåne i söder, till norra Norrbotten. Som väntat har fynd från Gävleborgs och Norrbottens län, där Mineraljakten har pågått i flera decennier, dominerat prislistan. Men även i de södra delarna av landet, som först de sista åren omfattats av Mineraljakten, är intresset på väg att bli stort.

– De senaste tre åren har Mineraljakten omfattat hela Sverige, så SM i mineraljakt kan man kalla det, säger Leif Bildström, projektledare för Mineraljakten.

Förstapriset gäller dels en häll mineraliserad med kopparkis, dels flera stenblock med rika halter av koppar, där ett prov även innehåller intressanta halter av guld. Förstapristagaren Kari Mäkitalo belönas med Norrlandsfondens första pris på 50 000 kronor för fynden som hittades vid Kurravaara, en mil norr om Kiruna.

Andrapriset gäller nyfynd av rik kopparkis utanför Junosuando i Tornedalen. För detta får mineraljägarna Hannes Fors och Vesa Hiltunen 15 000 kronor vardera från

Norrlandsfondens.

Ragnar Lejemo och Ove Fransson får tredjepriset för ett fynd från Los-området i Gävleborgs län med intressanta halter av guld och silver, och för att provet visar på en ny typ av mineralisering för området. De belönas med Norrlandsfondens tredjepris på 20 000 kronor som de får dela på.

Utöver de första tre första prisfynden sticker ett prov av guldförande magnetitsand i Skåne ut. Mineraljakten har aldrig tidigare premierat vaskmaterial. Men det faktum att fyndet är av stort geologiskt intresse, och att guldet finns utspritt över ett mycket omfattande område ger fyndet en fjärdeplats, med en belöning på 15 000 kronor.

Totalt omfattar 2014 års vinnare 16 ordinarie pristagare, samt ytterligare sex mineraljägare som får stimulanpriser.

Mineraljakten är ett redskap för att sprida kunskap om geologi till allmänheten. Intresset för att delta har också varit klart stigande de sista åren. (Denna artikel är från SGUs webb. Läs mer om Mineraljakten på www.sgu.se.)

Bli en inspiratör!

Även om livet fört mig på jobbvägar som inte bara handlar om geologi (utan även om journalistik och kommunikation) har jag aldrig ångrat mitt ursprungliga yrkesval. Att jag skulle läsa med naturvetenskaplig inriktning på universitetet var självklart för mig; att det sedan blev geologi var en kombination av flera saker. Starkt bidragande var kunniga lärare och möjligheten att delta i inspirerande exkursioner.

På årets GeoArena fanns Geologiska Föreningen på plats och frågade deltagarna om varför de blev geologer. På färgglada post-it-lappar inkom flera svar. Det är roligt att läsa dem och också att begrunda varför saker och ting blir som de blir i livet. Påfallande många verkar i tidig ålder ha minnen från hur de fått inspiration utifrån, inspiration som på något vis påverkat deras livsbanor. En bok om dinosaurier, ett besök i Sala silvergruva, TV-programmet Tellus, en kunnig granne.

Läsningen får mig att tänka att det inte verkar så avancerat. Att tillhandahålla en bok, en berättelse, en sten, att ta med vänner och bekanta ut för att upptäcka omgivningarna... Kan rentav du och jag vara sådana personer som ger inspiration om geologi till något barn eller en vuxen? (Vill du läsa mer om varför folk valt att studera geologi? Kika på sida 11.) Med detta önskar Geologiskt forum alla läsare God Jul och Gott Nytt Geologår.

/ Anna Kim-Andersson, redaktör



Ett foto från GeoArena och Geologiska Föreningens monter, med två engagerade deltagare. Notera post-it-lapparna som syns i bakgrunden.



Karst är ett vittringsfenomen, oftast förekommande i kalksten, som består av olika sprick- och grottsystem. Ofta finns underjordiska floder i karstområden. Karstbildningar utvidgas med tiden genom att olika bergarter sakta löses upp av vatten med lågt pH. Lummelundagrottan på Gotland samt Torneträsk är kända karstområden i Sverige, utöver Bjurälven. Ett annat känt karstområde är Škocjancrottorna i Slovenien, i provinsen Karst.

Bildserien visar:

- A.** Sommarbild från Blinda Dalen.
 - B.** Grytrännan, lågvatten.
 - C.** Bjurälvs kalk. **D.** Kokande grytan.
 - E.** Colloseum. **F.** Grytrännan, högvatten.
- Foto: Rolf Engh.



Vinnare i
SGUs tävling
Geologiskt Arv
2014

Bjurälvens karstlandskap

Ett smalt stråk av kalk i berggrunden i Bjurälvsdalen har gett upphov till ett av Skandinavien's förnämsta karstlandskap med en underjordisk älv, slukhål och grottor.

Vinnaren av Geologiskt Arv 2014, som är en tävling som arrangeras av Sveriges geologiska undersökning, blev ett karstlandskap: Bjurälven rinner över ett kalkstensstråk på en sträcka av drygt tre kilometer i Strömsunds kommun, i nordligaste delen av Jämtland.

– Jättekul! Genom att den unika miljön vid Bjurälven utsetts till Geologiskt Arv 2014 kan hela Sverige få upp ögonen för den. Utmärkelsen uppmuntrar också till en fortsatt kartläggning av det unika grottsystemet, säger Anna Gillgren, turistchef i Strömsund.

Bjurälvens vattenföring växlar starkt under året. Vid högvatten är älvens underjordiska lopp bara 600 meter. Men vid lågvatten sjunker vattennivån och rinner nästan tre kilometer under marken i en kris-

tallklar underjordisk älv. Landskapet präglas också av de lösa jordlagren, mestadels isälvsand. Kring Bjurälven är det möjligt att både se och förstå landskapets pågående förändring. Den snabba förändringen i landskapet märks kanske tydligast i jordlagrens instörtningssformer (så kallade doliner).

– Med sin kombination av kalksten, vatten, sand och dalgångens mikroklimat väcker Bjurälvens karstlandskap vår nyfikenhet. I närområdet finns även den geologiskt besläktade Korallgrottan, som är Sveriges längsta grotta (hittills har mer än sex kilometer gångar utforskats). 2014 års geologiska arv är därför ett självklart besöksmål bland pärlorna i den svenska naturismen, säger Anna Hedenström, ordförande för juryn i Geologiskt Arv 2014.

Kalkstenen vid Bjurälven består

av nästan ren kalk, kalciumkarbonat. Färgen varierar mellan vit och blågrå och är ibland randig. Vackra fasettmönster ses ibland på kalkstenens yta och mjukt skulpterade skålförmor och grytor har bildats av det strömmande vattnet i kombination med karstvittring. I kalkstenen har enstaka fynd av fossil gjorts som vittnar om att bergarten en gång bildades i havet under tidsperioden silur, samma som präglar Gotlands kalksten. Men till skillnad från Gotlands oförstörda bergarter har kalkstenen här omformats av att två kontinenter krockat och skjutit upp hela berggrundssjök av dåtidens havsbotten på vår sida. (Detta skapade i sin tur bergskedjan Kaledoniderna som idag utgör berggrunden i våra dagars fjällkedja).

Du hittar all information om Geologiskt Arv på: www.sgu.se.

Intimt och trivsamt

Årets upplaga av "GeoArena 2014 – mötesplats geologi" blev en lyckad konferens där deltagarna bjöds på ett väl avvägt utbud av sessioner och ett välfungerande GeoExpo som blev en naturlig plats för mingel och nätverk.

Samhällets behov av geologisk kunskap är stort och växande. Vi behöver alla hjälpas åt, det är mycket kunskap av olika sorter som behövs när vi diskuterar samhällets utmaningar med befolkningsökning, resursnyttjande- och

bevarandefrågor, urbanisering, underjordsbygganden, klimatförändringar, naturolyckor och katastrofer. I detta har geologisk kunskap en given plats! sade Sveriges geologiska undersöknings generaldirektör

Lena Söderberg när hon invigde GeoArena 2014. Detta var andra gången som Sveriges geologiska

Dick Harrison berättade om svensk historia utifrån ett perspektiv där naturtillgångar och tekniska landvinningar såväl som nationalstatens utveckling belystes. Han menade att Svea rikes vagga inte är en geografisk plats, den har istället vilat i bergsmännens händer.

undersökning, SGU, arrangerade GeoArena. I år var GeoArena lite mindre till formatet och med något färre deltagare jämfört med premiären för två år sedan, vilket inte påverkade känslan av att konferensen var lyckad och uppskattad av deltagarna.

Att GeoArena bjöd på nya kunskaper och intressanta perspektiv var stimulerande. Historieprofessor Dick Harrison, Lunds universitet, höll ett engagerat och lärorikt öppningsanförande om hur mineral och gruvnäring varit ett fundament i utformningen av det framväxande Sverige. Han serverade en berättelse som skiljer sig i perspektiv från det som lärs ut i svenska läroböcker. Han gick under ytan, bortom kung och stormakt, grävde istället fram en historia där mineral (inte minst järnet), smeden och bergsmannen varit en central gestalt allt sedan bronsåldern och framåt – och gruvfrun med sitt symboliskt tveeggade budskap om rikedom eller olycka hade i berättelsen en given plats.

– I folkminnet finns gruvfrun i vita kläder eller i svarta; hon kan ses som en slags nationell förgrundsgestalt, den bistra frun i berget som artigt skulle tillbes för att hon skulle leda bergsmännen till förväntade rikedomar i undergrunden. Berättelser som de om gruvfrun har levt kvar för att de hade betydelse. Gruvnäringen var en av de väsentligaste motorena i den bil som vi idag kallar Sverige, slog Dick Harrison fast.

Därefter talade Glenn Nolan, tidigare chef för Missanabie first nation, om vad gruvnäringen betytt för den ekonomiska och sociala hållbarheten för ursprungsbefolkningarna i Kanada. Föredragen på GeoArena hand-

lade sedan om allt ifrån sanering av förorenade områden till dricksvattenförsörjning, marina strategier, återvinning, geologi i skolan, rymdgeologi och geoturism.

Speakers Corner, paneldebatter och Geologiska rummet var andra inslag på GeoArena.

Hållbarhetstemat fanns invävt i

de flesta sammanhangen.

Avslutningsvis fick Daniel Conley ta emot priset Årets Geolog som delades ut av Geosektionen. Det var också dags att tillkännage Geologiskt Arv 2014: Bjurälvens karstlandskap.

GeoArenas utställningsområde, GeoExpo där företag och organisationer hade montrar blev en tilldragande mötesplats där folk samlades, minglade, fikade och nätverkade mellan föredragen. Känslan var att det var lite trångt, men trivsamt. Det fanns som helhet en intim känsla på GeoArena som arrangörerna såväl som deltagarna måste ha glatt sig åt.

– Det roligaste med GeoArena är att se allt nätverkande, alla kontakter som skapas och fördjupas, säger Erika Ingvald, en av de ansvariga för konferensens genomförande.

– Det är också intressant att få en inblick i hur andra tar sig an de frågor vi på SGU jobbar med, från sina horisonter. Det känns värdefullt! Det absolut mest uppskattade inslaget på hela konferensen var Erik Sturkells om geologen som filmhjärte, betyget blev 5.0. Tack Geologiska Föreningen (som sponsrade det föredraget) och Erik för allt det tänkvärda och de glada skratten!

... I folkminnet finns gruvfrun ... hon kan ses som en slags nationell förgrundsgestalt ...



Mingel och samtal. Ett flertal utställare fanns på plats på GeoExpo – som blev en självklar och naturlig mötesplats för deltagarna i pauserna mellan GeoArenas olika seminarier. Foto: Carl-Erik Alnavik.



GeoArena inleddes med Lärardagarna. Fotot togs under exkursionen i Botaniska trädgården. Foto: Carl-Erik Alnavik.



Varje konferens brukar innehålla en gemensam middag, så även GeoArena och få miljöer kan väl tävla med Uppsala Slott när det gäller att bidra till högtidlig atmosfär och genuin festkänsla. Foto: Carl-Erik Alnavik.

Antarktis äldsta landlevade däggdjur

Det fanns sydamerikanska hovdjur i Antarktis under paleocen, för 65–57 miljoner år sedan, och redan under tidig eocen för 57–35 miljoner år sedan, var de inhemska. Detta visar fossilfynd (som är de äldsta antarktiska däggdjursfossil som hittills har hittats) som presenteras i en artikel i forskningstidskriften *Palaeontology*.

– Det tyder på att det tidigare än vi trott fanns öppet hav som separerade Antarktis och Sydamerika, säger Thomas Mörs, Enheten för paleobiologi vid Naturhistoriska riksmuseet i ett pressmeddelande från Polarforskningssekreteriatet.

Artikeln i *Palaeontology* är ett resultat av Thomas Mörs forskningsprojekt *Edens frusna lustgård – Paleogena däggdjur på Seymourön, Antarktis*. Projektet är finansierat av Vetenskapsrådet och undersöker landlevande däggdjurs ursprung i Antarktis under paleogen och om spåren av dess biologiska mångfald återspeglar en drastisk nedkylning under denna period (65–30 miljoner år sedan).

Oljepriserna sjönk 2014

Efter flera år med stabilt oljepris har 2014 varit ett år med kraftigt fallande priser. Orsaken är minskad efterfrågan samtidigt som produktionen är fortsatt hög, framförallt i Saudiarabien. OPEC-länderna har nu också beslutat att bibehålla produktionsnivån och i USA har produktionen ökat markant under senare år. USA väntas bli självförsörjande på energi år 2020.

För konsumenterna innebär de fallande priserna lägre energikostnader. Vinnare är också ett antal tillverkningsföretag som har insatsvaror där inköpspriset påverkas av oljan. Förlorare är oljeproducerande länder vars ekonomier är beroende av oljepriset. Många undrar hur exempelvis Ryssland kommer att drabbas. Företag som utviner och letar efter olja är naturligtvis också berörda.



Ta del av film från invigningen och all dokumentation från konferensen på www.geoarena.se



FOTO: MAGNUS BERGSTRÖM

Årets geolog Daniel Conley är professor i biogeokemi vid Lunds universitet. Hans forskning handlar om allt från paleogeokemi i världshaven till hur kustzonerna i Östersjön fungerar som filter för näringsämnen som släpps ut i havsområdet.

FOTO: MAGNUS BERGSTRÖM

Årets Geolog 2014

Daniel Conley har sina rötter i USA men arbetar sedan många år i Skandinavien. Tillsammans med sin svenska fru bor han i en lägenhet centralt i Lund. I grunden är han kemisk oceanograf med intresse för paleoekologi från the University of Michigan. Efter att ha tjänstgjort vid nationella miljöforskningsinstitutet i Danmark i 12 år kom han via en Marie Curie-professur till Lunds universitet och där är han numera professor i biogeokemi.

– Det har varit naturligt för mig att arbeta med Östersjön som är ett fascinerande ekosystem. Jag har arbetat med Östersjöns frågeställningar i 25 år och skulle nästan vilja säga att det inte var jag som valde Östersjön, det var Östersjön som valde mig. Tidigare har jag arbetat med de nordamerikanska "Great Lakes" och det finns många likheter. Vi kan få reda på varför det ser ut som det gör i sjösystemen och innanhaven, och fundera på framtiden, genom att se bakåt i tiden med hjälp av utforskning av sedimenten.

Det senaste decenniet har han studerat faktorer som påverkar syrebrist i Östersjön och jobbat med att belysa ut vilka delar/hur stora delar som beror på mänsklig inverkan.

– Jag har arbetat i flera stora EU-projekt kring Östersjön. I det senaste COCOA-projektet studerar vi kustzonerna som är de områden som är mest drabbade av övergödning men där vi har minst kunskap om ekosystemen i jämförelse med Östersjöns öppna vattensystem.

Daniel Conley tror inte på någon "quick fix" för Östersjön, såsom att pumpa ner syre i bottarna eller att tillsätta kemikalier för att binda kväve och fosfor.

– Det är väldigt kostsamma lösningar som dessutom leder till effekter

För sitt hängivna arbete med att förhindra övergödning av sjöar och kustnära marina ekosystem, däribland Östersjön, samt för sin medverkan till utveckling av strategier för att skydda den marina miljön.

– *Naturvetarnas prismotivering till Årets geolog 2014*

som vi inte vet något om. Vad händer om vattenmassor homogeniseras med avseende på syre från ytan ner till botten (vilket i sin tur gör att hela cirkulationen i innanhavet ändras och salthalten minskar)? Jag försöker att ställa frågor till politiker och andra aktörer om påverkan. Jag är öppen för olika lösningar men jag vill veta miljöeffekterna innan vi tar oss an de här storskaliga projekten. Framförallt tror jag att vi måste fortsätta att fokusera på att minska tillförseln av näringsämnen. Den aktionsplan som tagits fram för att minska övergödningen i Östersjön behöver fortsatt stöttning. Jag arbetar mycket med forskningskommunikation och jag försöker att ge råd till ledarna om Östersjön. Det har tagit människan 50 år att få dagens Östersjön och det kommer nog att ta nästan lika lång tid innan systemet kan betraktas som återställt.

Sedan peaken med utsläpp av övergödande ämnen på 1980-talet har det dock skett förbättringar i Östersjön. Utsläppsnivåerna reduceras.

– Jag är optimistisk inför framtiden för vi har den politiska viljan, länderna runt Östersjön vill verkligen att statusen för havet ska förbättras. Det tillsätts resurser och ledarskap och det händer saker.

När Daniel Conley intervjuas för Geologiskt forum har han precis avslutat en kurs för doktorander om globala geokemiska cykler. Det är 12 studenter från Lund som deltar och 12 från andra universitet och institutioner i Norra Europa.

– Jag har verkligen världens bästa jobb! Förutom Östersjöforskningen

Runt Östersjön bor cirka 90 miljoner människor. Havsområdet är starkt påverkat av övergödning med stora blomningar av giftiga alger, syrefria bottenar och förändringar i artsammansättningen som följd.

På bilden syns en död sjöstjärna.

Foto: Peter Bondo Christensen.

och att jag får vara lärare och mentor åt unga forskare arbetar jag just nu som Wallenbergstipendiat med ett projekt som handlar om evolutionen i oceanerna de senaste 500 miljoner åren och hur organismernas uppkomst påverkat biokemin i världshaven.

Att få utmärkelsen Årets Geolog kom som en stor överraskning men Daniel Conley hade ett leende på läpparna länge efteråt. Priset delades ut på GeoArena i oktober.

– Förhoppningsvis kan utnämningen hjälpa mig att få ut mitt budskap till en större publik. De 25 000 kr som jag vann har jag donerat till Lunds universitet. Pengarna kommer att användas för att sända våra studenter till GeoArena i framtiden. På GeoArena möts forskning, industri och politik. För studenter är detta en fantastisk mötesplats. Studenterna behöver få kännedom om intressanta jobbmöjligheter – och samhället har ett stort behov av nya duktiga geologer.

Daniel Conleys forskning har lett honom till unika platser, världen runt. Favoritstället där energi kan fyllas på är sommarhuset utanför Älmhult. Inom forskningen lyfter han fram Okavangodeltat i Botswana.

– Det är ett stort våtmarksområde. Det finns en tjuvning i att arbeta med sedimentborrkärnor samtidigt som elefanterna passerar förbi.



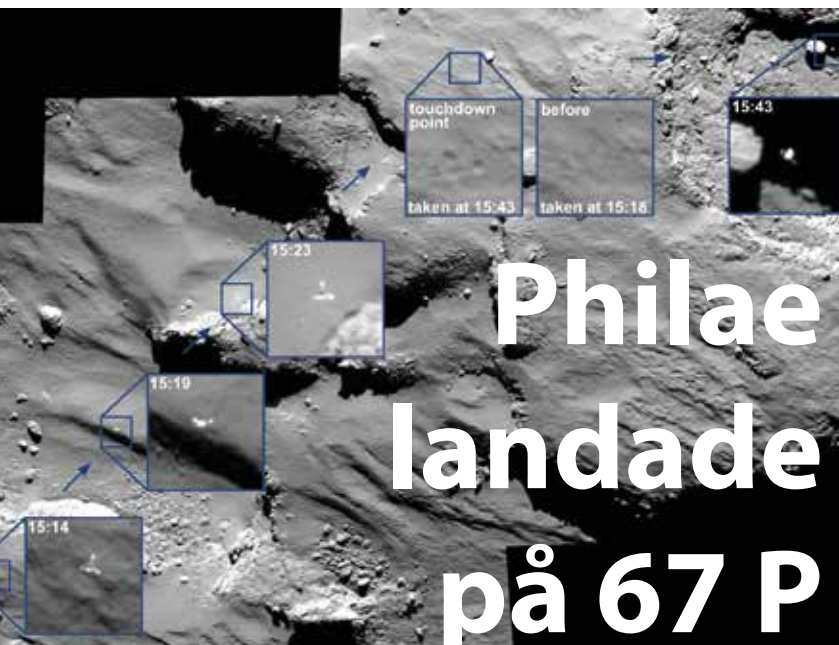
EU-SATSNING PÅ ÖSTERSJÖN

EU satsar hundra miljoner euro på forskning och utveckling i Östersjön genom BONUS under perioden 2010-2017. Svenska nationella medfinansierare är FORMAS och Naturvårdsverket, vilka bidrar till det svenska deltagandet i projektet.

Syftet med BONUS är att föra samman forskare från marina, maritima och socioekonomiska sektorer för att säkerställa en stark vetenskaplig kunskapsbas kring de många utmaningar som Östersjöregionen står inför.

Inom BONUS pågår ett stort antal forskningsprojekt. Svensk medverkan finns bland annat i dessa:

- **BIO-C3** ska kartlägga vilka förändringar havsmiljön och det marina ekosystemet genomgått sedan början av 1900-talet, för att förstå vilka förändringar som kan komma att ske de närmaste hundra åren. Projektet är ett samarbete mellan Sverige, Tyskland, Estland, Finland, Litauen och Polen.
- **COCOA** ska koncentrera sig på kustzonen i Östersjön och dess roll som filter för de näringsämnen som släpps ut i havet. I projektet medverkar Sverige, Danmark, Finland, Tyskland, Litauen, Nederländerna, Polen och Ryssland.
- **Soils2Sea** ska kartlägga näringsämnena fosfor och kväves väg genom mark och vattendrag ut till havet. Syftet är att hitta strategier och åtgärder för att redan på land minska möjligheterna för dessa näringsämnen att ta sig ut till havet. I projektet medverkar Sverige, Danmark, Tyskland, Polen och Ryssland.



En serie av bilder från Rosettas OSIRIS-kamera under den första 30-minuters perioden då Philae, Rosettas kometlandare, gick ner på kometens yta. Tidpunkten för varje bild är utmärker. Det finns också jämförande bilder före/efter nedslaget. Bilden kommer från ESA, European Space Agency, webbplatsen: www.esa.int/spaceimages/Missions/Rosetta.

Det tog tio år för rymdsonden Rosetta att nå sitt mål: kometen 67 P/Churyumov-Gerasimenko. När sedan Rosettas specialbyggda kometlandare Philae skulle sättas ner på kometens yta höll världen andan.

Som du säkert redan vet så lyckades landningen! Och för alla oss som är nyfikna på utforskningen av rymden är ju Rosettauppdraget ett utmärkt exempel att följa. För Sveriges del är det extra intressant att veta att Rosetta bär med sig ett drygt tjugotal instrument, varav två

av instrumenten (en jonspektrometer och en rymdväderstation) samt delar i kameran Osiris molnet runt kometen bär svenskt signum. Det är också en svensk parabol som sköter kommunikationen med jorden. Läs mer på ESAs webb, se bildtexten ovan, och på www.rymdkanalen.se



Den 12 november kunde Rosettaprojektets deltagare fira Philaes landning på komet 67P. Bilden är tagen i kontrollrummet på European Operations Space Centre, Darmstadt i Tyskland.

UPPDRAGET. Europeiska rymdstyrelsen, ESA, fattade år 1993 beslut om att bygga rymdsonden Rosetta.

NAMNET ROSETTA. Namnet syftar på den över tvåtusen år gamla stenplatta som i början av 1800-talet gav arkeologer nyckeln till att tyda de egyptiska hieroglyferna.

MISSLYCKAD START. På grund av problem med bärraketen Ariane 5 kunde inte Rosetta starta sin resa enligt plan år 2003, till komet 46 P/Wirtanen. Eftersom tidsfönstret missades fick ESA ta sikte på att hitta en ny komet och istället valdes 67 P.

ROSETTAS RESA började den 2 mars 2004. Den 27 februari 2007 passerade rymdsonden Mars. Den 6 augusti 2014 anlände Rosetta till målkometen 67 P.

SOLENERGI. Rosetta drivs inte av energi från atomkraft utan från solceller. Tekniken är europeisk och skräddarsydd för Rosettauppdraget. Silikonsolcelltekniken heter LILT (low-intensity, low-temperature).

PHILAE är stor som en diskmaskin. Landaren förankrade sig med en harpun som hindrade den från att studsas ut i rymden igen. De tio instrumenten ombord på landaren började att dokumentera och analysera kometkärnans yttre och inre. Målet var att Philae skulle fungera i minst en vecka.

TIDIGT 2015. Rosetta kommer inte att kunna hålla sig kvar i omloppsbana längre. Sonden får istället göra korta förbiflygningar med hjälp av sina styraketer. Bränslet beräknas räcka till minst femton passager av kometen.

AUGUSTI 2015. Kometen når den punkt som är närmast solen i sin bana, vilket är något längre ut än jordens bana.

DECEMBER 2015. Rosettas uppdrag är slut. Om teknik/bränsle tillåter kan ESA förlänga projektet. Bland förslagen finns att stanna så nära kometkärnan så länge det går, att flyga sonden in i kometens gassvans, eller att krascha den mot kometkärnans yta.

Naturfilmer på
vetenskapens värld.

Bra exkursioner på
utbildningen.

I saw a pyrite cube when I was
seven years old at a store. I
asked the seller why someone
carved it as a cube and he said
it GREW THAT WAY!
Då var jag fast!

På grund av släkt
i Sala
som föreisade
silvergruvan.

VARFÖR BLEV JUST DU GEOLOG?

Geologiska Föreningen
medverkade på GeoArena.
Vi bad deltagarna att sätta
upp post-its i vår monter,
med några rader om sitt
yrkesval. Här är några av
svaren.

Erik Sturkell

Jag tycker om att vandra,
klättra, vara i naturen +
intressant ämne, multi-
disciplinärt, spännande!

Underbar granne
inspirerade en 5-åring... och
stället var Öland!

Jag ville bli astrobiolog.

Astrobiologer håller på
med geologi.

Ödets iroini. Efter att velat bli
veterinär hela livet bytte jag till
geolog. Det visade sig senare att
på ena sidan i min familj har
man jobbat med geologi i genera-
tioner bakåt, vilket jag inte visste
om. Det går i släkten...

För att jag var mycket i
Alperna och bland annat
hittade bergskristall
(som barn).

Jag ville bli geolog för att
miljön är så utsatt. Vi måste
veta mer om vår planet
så att vi kan minsta vår
påverkan.

Hur bildades kontinenterna?

Varför fick du utmärkelsen?

– Jag är doktorand vid centret för experimentell mineralogi, petrologi och geokemi, CEMPEG, vid institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet. Min presentation som handlar om hur kiselrik kontinental jordskorpa kan bildas hade titeln *Making Earth's earliest continental crust – an analogue from voluminous Neogene silicic volcanism in NE-Iceland*. Föredraget och postern redogjorde för en studie på Island som jag genomfört tillsammans med ett forskarteam från Uppsala universitet, Nordiska Vulkanologiska Centret i Reykjavik (Nordvulk), Nordsim i Stockholm och syreisotoplaboratoriet i Kapstaden, Sydafrika.

Berätta mer om din forskning!

– Min forskning är inriktad på ett vulkaniskt komplex på nordöstra Island, vilket var aktivt under Neogen för 12-14 miljoner år sedan. Området omtalas som en av de, till volymen, största förekomsterna av kiselrika (ljusa) bergarter på Island, vilket forskare har förväntats och förundrats över sedan decennier tillbaka. Ökad förståelse för dessa vulkaner är viktig. Vi kan få ledtrådar till den, sedan länge, omdiskuterade frågan hur den första kontinentala jordskorpan (kiselrik) bildades på vår planet, för mer än tre miljarder år sedan.

Min åldersbestämning och syreisotopdata från ber-

garterna i detta område påvisar att en kraftig puls av kiselrik magma bildades mycket fort (under mindre än två miljoner år) genom massiv, men kortvarig, partiell uppsmältning av den isländska jordskorpan. Denna uppsmältning skedde när basaltiska magmor trängde sig in i jordskorpan under en plötslig förskjutning av den tektoniska spridningszon som genomskär Island, samtidigt som mantelplymen under Island var extra kraftig/het. Spridningszonen på Island är en del av den Mittatlantiska ryggen, en tektonisk plattgräns där jordskorpa ständigt nybildas och denna har flyttat på sig med jämna mellanrum alltsedan Island växt fram.

Eftersom Island på flera sätt liknar den geodynamiska miljö som fanns på den tidiga jorden, kan vi utifrån dessa nya kunskaper dra slutsatsen att den allra första kontinentala skorpan på jorden bildades under ett likvärdigt tidsintervall och genom liknande magmatiska processer så som de som påträffats på nordöstra Island.

Under mina första två år som doktorand var jag stipendiat vid Nordvulk i Reykjavik. Sedan snart ett år arbetar jag vid Uppsala universitet. Mina handledare är professor Valentin R. Troll, Dr. Steffi Burchardt och Dr. Frances M. Deegan från Uppsala universitet och Dr. Morten S. Riishuus från Nordvulk.

Vid årets EGU-möte i Wien fick doktoranden Sylvia Berg från Uppsala universitet ta emot European Geoscience Unions utmärkelse *Outstanding Student Presentation* för lösningen av ett isländskt vulkanmysterium som även kan förklara hur kiselrik kontinental jordskorpa bildats.

Var det första gången du var på EGU?

– Ja, det var första gången som jag var i Wien och själv presenterade mitt forskningsprojekt på EGU-konferensen. Konferensen var riktigt inspirerande och givande på flera sätt; en vecka fylld med spännande och intressanta sessioner inom olika geologiska och vulkanologiska ämnesområden. Under posterpresentationerna får man möjlighet att berätta om sin forskning och sina forskningsresultat för en vid publik av geologer både inom och utanför sitt eget forskningsområde. Den årliga EGU-konferensen är den största och mest välrenommerade geovetenskapliga kongressen i Europa. Den innefattar alla vetenskapliga discipliner som behandlar Jorden, planeterna och rymden, och i år (2014) var det ett forum för nära 12 500 forskare från 106 olika nationer (www.egu2014.eu).

Vad innebär priset för dig?

– Det är en enorm uppmuntran och inspiration för det fortsatta arbetet. Det stora intresset jag fick för min forskning har dessutom gjort att jag kunnat knyta många nya kontakter, vilket är mycket värdefullt för min pågående och fortsatta forskning. Priset innefattar äran och ett kostnadsfritt deltagande under nästa års

EGU-konferens i Wien samt en inbjudan att publicera en artikel i någon av EGU:s tidskrifter (open access).

Vad gör du i framtiden?

– Jag skulle mycket gärna fortsätta forska, det är både spännande och inspirerande. Nu har jag ett år kvar på min doktorandutbildning, så det återstår att se vilka möjligheter som dyker upp.



Sylvia Berg.

Vad är det som är så spännande med geologi?

– Det är mycket! Att förstå både tidiga och pågående processer som utvecklat den planet vi lever på och deras samspel. Variationen och bredden inom geologi är enorm och det gör det väldigt inspirerande. Vulkanologiskt inriktad forskning är dessutom spännande eftersom det är högst aktuellt med en stark koppling till samhällets säkerhet när det kommer till att förstå, förutse och hantera till exempel vulkanutbrott.

Det mindre samhället Borgarfjörður Eystri på nordöstra Island ligger vackert beläget i en dalgång omgiven av mäktiga, ljusa bergsmassiv, som bildades när vulkanerna var aktiva i området för 12-14 miljoner år sedan. Foto: Sylvia Berg.



Bárðarbungas **UTBROTT**

Här får vi en lägesrapport från
utbrottet på Island, hösten 2014.

*Lavafontäner fotograferade av Morten
Riishuus den 6 september 2014.*

är den igång igen, en yttlig manifestation av plattspridningen längs oceanryggen på Island. Senaste gången det skedde i stor skala var under Kraflaeldarna 1975–1984 (för ytterligare information se

Sturkell, 2005, Geologiskt forum). Nu är det vulkansystemet Bárðarbunga som är aktivt (se kartan). Den består av en central vulkan med en stor kaldera (70 kvadratkilometer, som är inritad med ett rött streck i figuren) och en spricksvärm utifrån kalderan längs plattgränsen.

Det är från Bárðarbunga-systemet som det största Holocena (8600 BP) lavaflödet (Þjórsá-lavan) i hela världen kommer. Lavan har en enorm volym >26 km³ och den täcker ett 950 km² stort område, från höglandet hela vägen ner till sydkusten. Vulkanen har haft 26 verifierade utbrott de senaste 1 100 åren. Ett av de senaste (omkring 1797) skedde från kratrarna i Holuhraun. Det senast från Bárðarbunga-systemet inträffade 1910.

Den 16 augusti 2014 inleddes en intensiv jordskalvsaktivitet i och omkring Bárðarbunga. Skalven kan grovt indelas i två grupper; en grupp som fokuseras i kalderan, och en grupp med skalv som

under de kommande 14 dagarna rör sig mer än 40 km från kalderan mot nordöst. Jordskalvsvärmen förflyttat sig först över och sedan längs plattgränsen (det gröna fältet i nedanstående karta). Det var magma som flödade ut från magmakammaren under kalderan och bildade en gång fram till kratern norr om Vatnajökull (den gula triangeln i kartan nedan). Efter utbrottets början har mätningar visat att kalderan gradvis har sjunkit in. Denna insjunkning ackompanjerades av nästan dagliga jordskalv större än M5 (inom det orange området i bilden nedan).

Tack vare ett bra fungerande seismiskt nät och en kompetent grupp vid Islands meteorologiska kontor så kan man på www.vedur.is följa gångens rörelser med jordskalven direkt kopplad till jordskorperörelser mätt på ytan, allt i realtid. Mätningarna har givit unik data om hur magma rör sig längs en spridningsrygg (Sigmundsson et al.(2014).

Den 29 augusti nåddes ytan med ett omkring fyra timmar långt utbrott. Två dagar senare kom allt i gång i full skala och under de första veckorna med ståtliga lavafontäner som nådde en höjd av mer än 60 meter. De aktiva kratrarna i Holuhraun ligger cirka fem kilometer norr om Vatnajökulls norra rand. Det är en basalt som kommer ut och det genereras mycket små

mängder aska. Lavaproduktionen har från början varit tämligen konstant mellan 150–300 l/s. Men med lavan följer stora mängder SO₂ som ett moln av SO₂ ovan lavafontänerna i bilden. Den dagliga produktionen av SO₂ är omkring fyra gånger så stor som hela EUs samlade industri släpper ut per dag. Utbrottet fortsätter oförtrutet och hittills har cirka en km³ lava runnit ut och den täcker mer än 78 km² (den 12 december 2014, lavan är det röda området i kartan). Utbrottet visar inga tecken på att mattas av i skrivande stund.

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

RIKKE PEDERSEN, PhD, Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences University of Iceland. rikke@hi.is

REFERENSER

Sigmundsson et al. (2014): *Segmented lateral dyke growth in a rifting event at Bárðarbunga volcanic system, Iceland*. Nature, i tryck, doi: 10.1038/nature14111.

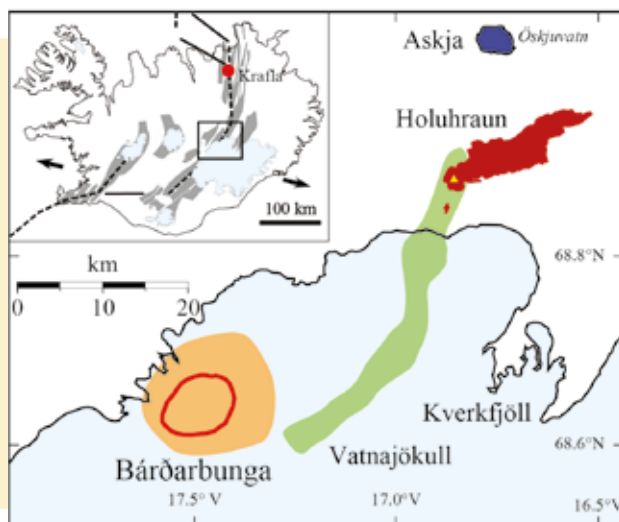
Sturkell, E., 2005: *Kraflaeldarna 1975–1984*. Geologiskt forum 48, 8–15.

JOBBA PÅ ISLAND?

Vill du arbeta med geologiska projekt och problemställningar relaterat till vulkaner på Island? Då har du chansen nu! Sök ett forskningsstipendium vid NordVulk, vilket kan vara inom ett doktorandprojekt eller som en Post Doc. Läs mera på http://nordvulk.hi.is/nordvulk_fellowship_program.

Ansökan ska lämnas in före den 1 februari 2015.

Kartan till vänster visar var Bárðarbunga finns på Island. Illustration: Erik Sturkell.



Så gick det på Geologins Dag 2014



67 arrangörer
Mer än 11 000 deltagare



Stora bilden: Geotält i Uppsala.
Foto: Karl-Erik Alnavik.

Längst till vänster: Exkursion
till Hunnebo kleva. Foto: Thomas
Eliasson.

Tårtbilden är från Teknikens hus,
Luleå. Foto: Stine Engman.

Geologi är storslagna vyer, värdefulla naturresurser, otroliga krafter och mycket mer. Geologi kan man uppleva, lukta, känna och till och med smaka på, och det är en ofrånkomlig del av vår vardag. Därför firar vi Geologins Dag, som i år inföll lördagen den 13 september med invigning vid Stripa gruva i Lindesbergs kommun dagen innan, säger Nelly Aroka, projektledare för Geologins Dag.

– 67 arrangörer ställde upp med aktiviteter runt om i Sverige. De vanligaste aktiviteterna var informationsbord, utställningar och exkursioner. Besökare kunde även prova på tipsrundor, stenslipnin, experiment och guldvaskning. Vulkanutbrott och geologiteater lockade också till frågor och samtal.

På det stora hela var Geologins Dag en lyckad tillställning och vädret var på dem flesta håll soligt och behagligt. Från de 67 arrangemangen svarade 38

arrangörer på en enkätundersökning. Svaren visade att 26 procent av aktiviteterna lockade fler besökare än året innan medan 23 procent hade färre besök.

– Glädjande nog var hela 13 procent av dem som svarade på enkäten 16 procent förstagångsarrangörer. Uppskattningsvis deltog 11 000 personer. Våra arrangörer ska ha stort tack för sitt engagemang och sin kreativitet! fortsätter Nelly Aroka.

Även om årets stora Geologins Dag-firande nu är över så jobba kansliet och styrelsen för föreningen kontinuerligt med att nå ut till allmänheten och till skolan för att väcka nyfikenhet för geologi. Besök föreningens hemsida eller facebook sida (www.geologinsdag.nu och www.facebook.com/geologi.idag) och håll koll på datumet den 12 september 2015 – då firas Geologins Dag för femtonde året i rad!

Sällsyntare än en LOTTOVINST



Axel Sjöqvist tycker till om REE, sällsynta jordartsmetaller.

De senaste åren har sällsynta jordartsmetaller (rare-earth elements eller REE) varit ett hett ämne som har fått mycket uppmärksamhet. Det talas en hel del om potentiell europeisk gruvdrift, men till exempel mindre om europeisk separering, tillverkning och återvinning. Och hur sällsynta är REE, egentligen?

Geologiskt forum har det skrivits om REE tidigare och inte minst om den högtintressanta svenska REE-fyndigheten Norra Kärr, se referenslistan. Eftersom det har skrivits så mycket om ämnet antar jag att läsaren är bekant med huvuddragen av problematiken kring sällsynta jordartsmetaller?! Här ger jag kanske en annan bild av problemet än den som brukar presenteras...

Mycket kortfattat är sällsynta jordartsmetaller en grupp på 17 grundämnen (skandium, yttrium och lantaniderna) som är nödvändiga inom högteknologiska applikationer, som vindkraftverk, elbilar, lågenergilampor och mobiltelefoner. Kina har sedan 1990-talet dominerat världsproduktionen av dessa metaller och har på senare år rubbat världen med sina exportrestriktioner.

När det skrivs om REE, nämns det i regel att de egentligen inte är så sällsynta och att de i jordskorpan är ungefär lika vanligt förekommande som koppar. Man brukar försvara namnet med att säga att REE finns överallt i låga koncentrationer och att de endast i sällsynta fall ansamlas i höga halter, till exempel i ett REE-mineral.

Det finns olika sätt att uppskatta jordskorpan genomsnittliga sammansättning och det är svårare än man kanske tror. De olika metoderna ger ganska lika svar för huvudämnena. För sällsynta jordartsmetaller ligger de olika svaren ungefär inom 20 procent av varandra

och fungerar bäst som en uppskattning om storleksordningen. I denna artikel har jag använt mig av värdena i Composition of the Continental Crust.

Visst, de vanligaste sällsynta jordartsmetallerna (skandium, cerium, neodym, lantan och yttrium) brukar i dessa uppskattningar vara i samma storleksordning som koppar (se bild på nästa sida). Dessa är, i snitt, inte så sällsynta som namnet skulle antyda. Däremot är värdena räknade utifrån grundämnenas vikt. Sett till antalet atomer som finns i jordskorpan, förekommer koppar i dubbelt så stora antal som yttrium, se diagram på sida 19.

Det finns fler REE än bara de vanligaste fem. Hur ser det ut för de mer sällsynta? Hur mycket finns det av europium, holmium, terbium, tulium och lutetium?

Tulium eller lutetium är troligen den sällsyntaste. Tulium utgör endast 0,3 miljondelar av jordskorpan vikt, men det förekommer bara 100 atomer per miljard! Det motsvarar en sannolikhet på ungefär en på tio miljoner. Det är alltså ungefär fem gånger mer sannolikt att vinna en miljon på en trisslott än att hitta en tuliumatom!

REE kan delas upp i "lätta" (La-Sm) och "tunga" (Eu-Lu och Y). Tunga REE är två gånger sällsyntare än lätta; sju gånger sällsyntare än de lätta om man räknar utan yttrium. Kritiska REE som dysprosium, europium, gadolinium och terbium är alla tunga REE. Terbium är ungefär lika "vanlig" som tantal och tallium.

Tabellen visar viktiga applikationer för sällsynta jordarts-metaller.

Magneter	Nd, Pr, Dy, Tb, Sm
Lågenergilampor	Eu, Tb, Y, Ce, Gd, La
Batterier	La, Ce, Nd, Pr
Poleringsmedel	Ce
Katalysatorer	La, Ce, Pr, Nd, Y

Att REE "inte är så sällsynta" anser jag vara en sanning med modifikation och i vardagligt språk måste lantaniderna med högre atomnummer (Eu–Lu) ändå anses som sällsynta, som namnet säger!

Varifrån kommer REE? Det olyckliga med dessa resonemang är att genomsnittliga förekomsten av sällsynta jordartsmetaller i jordskorpan egentligen inte nödvändigtvis är så relevant ur (malm)genetisk eller ekonomisk synpunkt.

De allra flesta och största mineraliseringarna av sällsynta jordartsmetaller hittas i magmatiska bergarter med ett ursprung i jordens mantel: karbonatiter och alkalina magmatiska bergarter. I huvudsak är det alltså dynamiken och halterna av REE i manteln och processerna i och runt de exotiska magmorna som är avgörande. Alla aktiva signifikanta REE-gruvor i världen exploaterar malmer som härstammar från ett karbonatitiskt ursprung (Bayan Obo, Kina; Mountain Pass, USA; Mount Weld, Australien). Gigantiska förekomster som i Ilímaussaq på Grönland och intrusionerna i Kolahalvöns alkalina provins (till exempel Khibina och Lovozero) kristalliserades från utvecklade mantelsmältor. Även Norra Kärr har troligtvis sitt ursprung i manteln.

Sällsynta jordartsmetaller är litofila element, enligt Goldschmidts klassificering, vilket betyder att de anrikas i jordskorpan. Manteln har i snitt mycket lägre halter av REE än jordskorpan. Detta leder med dagens förståelse till något märkliga genetiska modeller för hur extremt REE-rika alkalina bergarter kan utvecklas från manteln.

Kort sagt förstår vi i dag inte tillräckligt bra hur REE beter sig i manteln, hur de anrikas i exotiska magmor och de termodynamiska egenskaperna hos REE-mineral, samt hur samtidiga eller senare hydrotermala och metamorfa processer ytterligare påverkar REE-malmer.

Dessa är viktiga frågor, inte bara ur ekonomisk eller samhällssynpunkt, men även i sambandet av förståelsen för jordklotet som dynamiskt geologiskt system.

Hur är läget med sällsynta jordartsmetaller nu, efter "hopen"? Det talas och skrivs inte alls lika mycket om sällsynta jordartsmetaller längre. Priserna på metallerna har rasat efter krisen i 2010–2011. Betyder det att problemet är löst?

Gruvorna utanför Kina (Mountain Pass och Mount Weld) producerar nästan enbart lätta REE. Det finns fortfarande ingen produktion av tunga REE i västvärlden. Det är tunga REE, vilka är de sällsyntaste ur geologiskt perspektiv, som fortfarande är de i särklass mest kritiska råvarorna i EU.

I oktober 2014 presenterade en europeisk expertgrupp som jag är delaktig i—European Rare Earth Competency Network (ERECON)—sina rekommendationer till Europeiska kommissionen. Rapporten sammanfattar ett år av möten som har genomarbetat hur situationen ser ut för EU från perspektivet av utvinning, återvinning och efterfrågan.

Även om vi ännu inte har någon aktiv gruvdrift för REE i Europa, är det rimligt att säga att de geologiska förutsättningarna i det korta perspektivet inte är den mest begränsande faktorn. De blir mer tydliga i det långa perspektivet. Viktigare faktorer är hur man löser metallurgin och separering och framställning av enskilda sällsynta jordartsmetaller till ett konkurrenskraftigt pris på fria marknaden. Om man inte kan producera metallerna i EU till ett pris som kunden är villig att betala, köper de billigare kinesiska metaller. Om vi inte själva framställer metallerna i EU, spelar det ingen roll att vi har en gruva i EU: då måste metallerna ändå framställas utanför EU och importeras!

Det som krävs för långsiktig stabilitet av REE-marknaden i EU är utveckling av industrierna längs hela värdekedjan: från gruva till separering, tillverkning och återvinning. Samtidigt behövs forskning efter nya tekniska lösningar för framställning och nya tekniska tillämpningar på mindre eftertraktade REE, samt ökad förståelse för de geologiska förutsättningarna som är grunden till värdekedjan.

AXEL SJÖQVIST, forskarstudent, Göteborgs universitet

REFERENSER

Jörgen Langhof, 1994. 'Svenska' mineral i grundämnes-historien. Geologiskt Forum, 4, p.3–7.

Erik Jonsson, 2012. *Alternativa energikällor kräver mer än sol och vind*. Geologiskt Forum, 76, p.31.

Anders Hallberg, 2011. *Nya svenska gruvor – vad händer?* Geologiskt Forum, 71, p.22–23.

Ulla Sundin Beck, 2010. *Het marknad för sällsynta jordartsmetaller*. Geologiskt Forum, 67, p.11.

Roberta L. Rudnick & Shan Gao, 2003. *Composition of the Continental Crust*. Treatise on geochemistry, 3, p.1–64.

Anton R. Chakhmouradian & Anatoly N. Zaitsev, 2012. *Rare Earth Mineralization in Igneous Rocks: Sources and Processes*. Elements, 8, p.347–353.

CRM_InnoNet, 2014. *Report on Critical Raw Materials for the EU*. Brussels: European Commission.

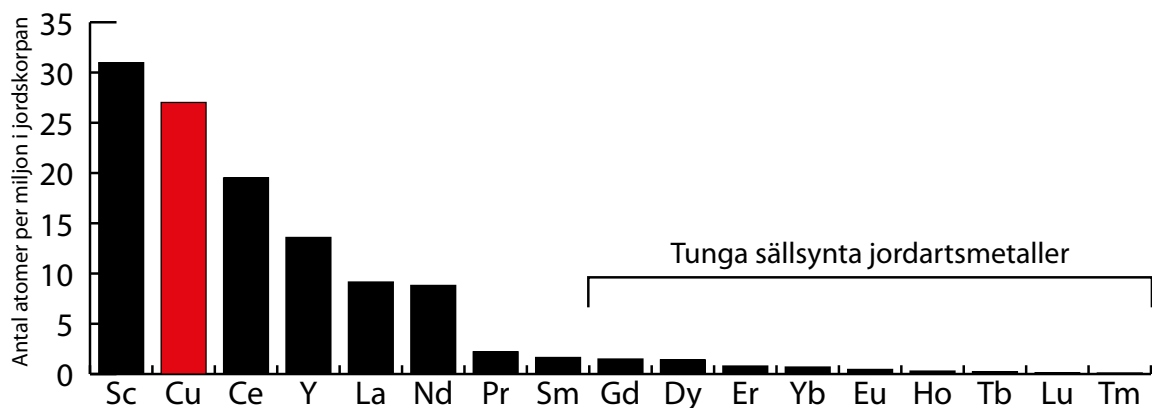
ERECON, 2014. *Strengthening the European Rare Earths Supply-Chain: Challenges and Policy Options*.



Det talas och skrivs inte alls lika mycket om
sällsynta jordartsmetaller längre.



Nefelinsyenitpegmatit från Norra Kärr. Det mörkröda mineralet är REE-rik eudialyt, ett komplext zirkoniumsilikat. Här förekommer det med blå katapleit, ett annat zirkoniumsilikat. Foto: Axel Sjöqvist.



Genomsnittliga förekomster av koppar och sällsynta jordartsmetaller i jordskorpan räknade som antal atomer per miljon.
Data från *Composition of the Continental Crust*.

STAVSJÖGRANITEN

År 1925 skrev geologen Bror Asklund en avhandling om Stavsjöområdets graniter och tillhörande grönstenar. Han blev på den tiden nedgjord inom vetenskapsvärlden för sin uppfattning om hur olika magmor delvis kunde blandas. Modern forskning visar dock att Asklund nog var på rätt spår. Men fortfarande finns det frågetecken om hur graniter och granitmassiv bildas – och hur berggrunden bildats i Stavsjöområdet är fortfarande inte heller helt klarlagt.

TEXT ANDERS WIKSTRÖM & CRISTINA P. DE CAMPOS





Stavsjöområdet ligger i Kolmården, här en bild av Stavsjön.
Foto: Cristina P. De Campos.

Stavsjö ligger i Kolmården, cirka 120 kilometer sydväst om Stockholm. Bror Asklund, sedermera statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning med professors namn, disputerade 1925 på en avhandling om Stavsjöområdets graniter och tillhörande grönstenar.

Huvudspåret i avhandlingen gick ut på att den förhärskande teorin om granitbildning inte kunde stämma i detta område. Den gängse teorin var att graniter bildades genom fraktionerad kristallisation,

det vill säga att de bildades med utgångspunkt från basiska magmor i jordens inre där smältorna vid avkylning successivt blev anrikade på granitiska element genom att basiska mineral kristalliserade. Denna process, vars upptäckt utgör en milstolpe i den geologiska vetenskapens utveckling, hade sin främste förespråkare i den amerikanske geologen Bowen, som också med laboratorieexperiment kunde visa på hållbarheten i dessa tankar.

Vad Asklund upptäckte var att relationerna mellan graniterna och

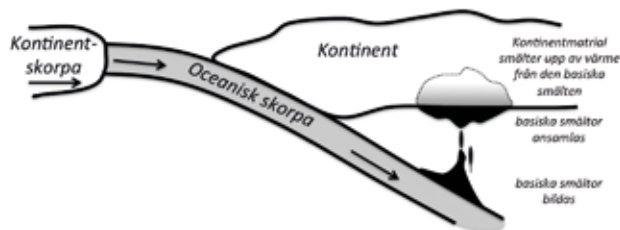
grönstenarna i Stavsjöområdet var betydligt mer komplexa och mer tydde på att det rörde sig om delvis blandbara vätskor.

Han hade dock ingen rimlig fysikalisk förklaring hur detta skulle kunna fungera och blev därför ett lätt offer för Bowen när denne i sin bok från 1928 ägnade flera nedgörande sidor åt Asklunds teorier om Stavsjö. Eftersom Asklund inte kunde försvara sig mot detta, glömdes hans tankegångar snart bort.

Det observerades redan på 1800-talet, att många graniter var ungefär jämgamla med veckningen i den berggrund som de återfanns i. Det fanns ett uppenbart samband mellan bergskedjebildande processer och hur merparten av graniterna bildades. Så småningom observerades också att graniterna fick lite olika karaktär beroende på i vilket skede av bergskedjeveckningen som de bildats.

Framförallt under 1960-talet genomgick den geologiska vetenskapen ett paradigmskifte när begrepp som till exempel oceanbottenspridning, kontinentaldrift och plattetektonik blev allmänt accepterade. Detta medförde också att många geologiska processer, bland annat bergskedjebildning och magmabildning, kunde förstås bättre.

Begreppet magmablandning började dyka upp i den geologiska facklitteraturen på 1980-talet. På engelska användes två blandningsbegrepp, dels "mingling" (äpplen och päron i en korg), dels "mixing" (ett blandmos av de bägge). Det går förstås att röra till det ännu mera med mellanlägen där äppel- och päronbitar kan finnas i moset.



Principskiss som visar hur basisk och sur smälta kan ansamlas på samma ställe i kontinental skorpa ovanför en subduktionszon. Illustration: Cristina P. De Campos och Anders Wikström.

Många fältobservationer på hållar med graniter förklarades med detta begrepp och det medförde delvis en ny syn på hur många graniter hade bildats. Den schematiska bilden på sida 22 visar hur förutsättningarna kan se ut för att basiska och sura magmor ska kunna blandas.

När en oceanisk platta dyker ner under en kontinentalplatta i en subduktionszon, kan en upp-smältning ske av basiskt material, varefter smältan stiger uppåt och ansamlas i jordskorpan underkant som då börjar smälta. Vilka former som sedan utvecklas är ett resultat av flera komplicerade processer utsträckta i tiden. Mycket handlar om värmemängder. En av de viktigaste faktorerna är att basiska magmor kristalliserar vid högre temperaturer än sura. Heta basiska och lättflytande magmor kyls av sura trögflytande magmor som samtidigt förstås upphetas och blir mer lättflytande. I ett visst skede kan de båda smältorna då blandas ("mixas") med varandra genom så kallad hybridisering. Kanske vanligare är att de ideala förutsättningarna för "mixing" inte uppnås. Det kan då utvecklas olika former som schematiskt visas i bilden nedan. Om en basisk magma tränger in i en delvis kristalliserad granitkropp, kan

detta resultera i förhållanden som kan te sig motstridiga för sentida geologer. Där granitkroppen har kristalliserat fullständigt, kan den basiska magman bilda gångar och alltså fältmässigt vara yngre. I de inre delarna av den ofullständigt kristalliserade granitkroppen kan det däremot hända att den varma basiska smältan kyls så snabbt att den bildar "klumpar" i graniten. Fältmässigt skulle den då kunna bedömas som äldre än graniten.

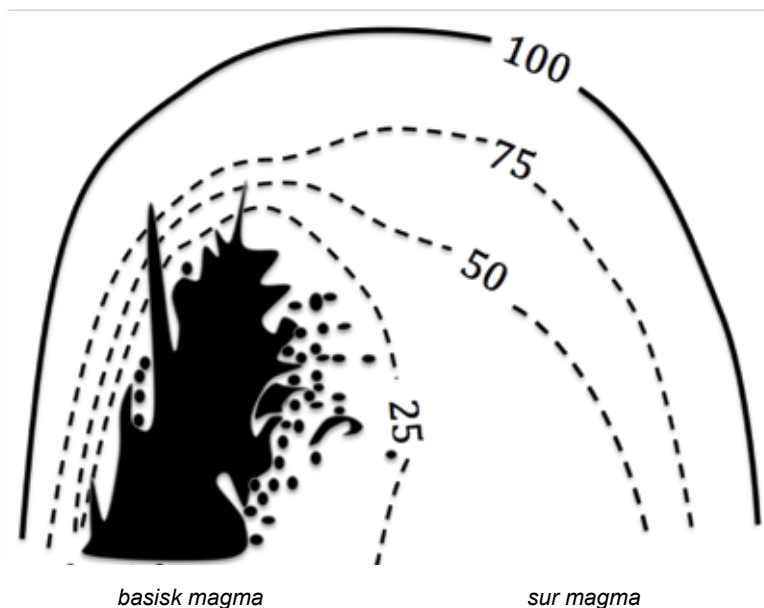
När det gäller Asklunds avhandling om Stavsjömassivet, förstod man på den tiden inte den blandningsmekanism som skisserats här ovan. Men Asklund förstod så mycket av sina undersökningar, att Stavsjögraniten inte kunde vara en produkt av den basiska Stavsjönoriten. Han myntade ett begrepp "likvation", som skulle innebära att det funnits delvis blandbara vätskor som kristalliserat och bildat de olika bergarterna i området. Men hans teorier var dåligt underbyggda och svårbegripliga. Icke desto mindre tycker vi att det finns anledning att framhålla att han, med dagens kunskap och experiment (exempelvis De Campos m.fl., 2011), var inne på rätt spår.

På den tiden förstod man inte blandningsmekanismerna.

Stavsjögraniten har aldrig åldersbestämts. Fältmässigt är den något äldre än Graversforsgraniten (som varit svåraterad men vars ålder borde ligga mellan 1800 och 1850 miljoner år). På berggrundskartan Katrineholm SO (Wikström 1979) betecknades bägge som "postorogena", det vill säga yngre än den regionala bergskedjeveckningen med gångar som skär över gnejsigheten. I östra delen av landet kallas denna bergskedjeveckning omväxlande för den svekofenniska och den svekokarelska, men under senare tid har detta begrepp börjat ifrågasättas. Mycket tyder på att denna bergskedjeveckning måste delas upp i flera faser (se till exempel Lahtinen m.fl. 2008). Någon allmänt accepterad modell verkar dock inte ha etablerats.

För att återvända till Stavsjö så markerade Asklund på sin karta några gnejsiga partier i periferin som tillhöriga Stavsjömassivet. Med de nya tankegångarna om utvecklingen är detta intressant. Massivet kan vara "postorogent" till en fas men inte till nästa.

Mycket av det som skrivits om graniter har haft som utgångspunkt att granitsmältorna kristalliserat i stora ("big tank") magmakammare. Detta mest för att många granitmassiv är homogena över stora områden. Denna modell har nu börjat ifrågasättas, främst för att man inte



Skiss som schematiskt visar hur kristallisationsgraden i graniten (procentsiffror i figuren) har betydelse för hur kontaktrelationerna till den basiska kroppen blir. Se även texten. Från Frost & Mahood, 1987.

geofysiskt har kunnat identifiera sådana stora volymer i jordens skorpa, åtminstone inte i dess övre delar. I stället har modeller lanserats som bygger på att granitmassiv- en gradvis växer med en tillförsel av små mängder magma i taget. Då uppstår nya problem när man ska förklara homogeniteten i stora massiv och även en del magma- blandningsstrukturer. Är upp- lösningen av de geofysiska data tillräcklig för att man ska kunna veta att magmakammare också

djupt nere i skorpan är små? Hur pass annorlunda är de fysikaliska egenskaperna i den djupt belägna skorpan jämfört med i den mer ytliga? Många spännande frågor återstår alltså att besvara i detta ämne.

Den geologiska institutionen vid Ludwig-Maximilianuniversitetet i München har under flera år bedrivit arbeten i Stavsjömassivet. Det har mest rört sig om karteringsövningar för studenter. Andra övningar har gjorts genom att i olika skalor

illustrera kaosförhållandena vid magmablandningsprocesserna som komplement till experimentellt arbete.

Vi tackar Thomas Lundqvist för hans granskning av manuskriptet.

ANDERS WIKSTRÖM, pensionerad statsgeolog Sveriges geologiska undersökning.

CRISTINA P. DE CAMPOS, professor vid Ludwig-Maximilianuniversitetet i München, tidigare professor vid universitet i Rio de Janeiro, UFRJ.



Till vänster: Kvartsdiorit, hybrid mellan granit och norit. **I mitten:** Kontaktzon mellan granit och basisk hybrid, den senare med infångade, delvis upplösta fältspatkristaller från graniten. **Till höger:** Stavsjögranit med typiska, rektangulära fältspatkristaller.

REFERENSER

- Asklund, B., 1925: *Petrological studies in the neighbourhood of Stavsjö*. SGU C 325, 122 s.
- Bowen, N.L., 1928: *The evolution of the igneous rocks*. Princeton University Press, 332 s.
- De Campos, C.P., Perugini, D., Ertel-Ingrisch, W., Dingwell, D.B., Poli, G., 2011: *Enhancement of Magma Mixing Efficiency by Chaotic Dynamics: an Experimental Study*. Contributions to Mineralogy and Petrology, 161, 863-881.
- Frost, T.P., & Mahood, G.A., 1987: *Field, chemical, and physical constraints on mafic-felsic magma interaction in the Lamarck Granodiorite, Sierra Nevada, California*. Geological Society of America Bulletin, 99, 272-291.
- Lahtinen, R., Garde, A.A. & Meleznik, V.A., 2008: *Paleoproterozoic evolution of Fennoscandia and Greenland*. Episodes, 31, 20-28.
- Wikström, A., 1979: *Beskrivning till berggrundskartan Katrineholm SO*. SGU Af 123, 1-101.



Fotografier: Anders Wikström.



IN MEMORIAM
ARNE SUNDBERG
1945–2014

En livsgärning *i geologins tjänst*

Arne Sundberg var en kunnig och engagerad geolog. Särskilt har han blivit känd som Mineraljaktens "pappa" och så sent som 2011 blev han utnämnd till Årets Geolog, bland annat för sina insatser på detta område.

Vår gode vän och kollega på Sveriges geologiska undersökning, SGU, Arne Sundberg, lämnade oss hastigt den 21 februari 2014. Han segnade ner i Vasaloppsspåret under loppet Kortvasan, inte många meter före mållinjen. Trots snabb läkarinsats gick hans liv inte att rädda. Han efterlämnar makan Liisa och barnen Marcus och Maria.

Arne Sundberg var född 1945. Han började, liksom många andra som hamnade på SGU, i skogen. Efter sjuårig folkskola i Enviken i Dalarna blev det sex år (1960–1966) med diverse skoglig utbildning och arbeten för bland annat Skogsvårdsstyrelsen och Virkesmätningssällskapet innan han 1966 blev anställd som tekniker på SGU. Arne Sundberg var mycket ambitiös och började omedelbart läsa på kvällarna och utbildade sig till ingenjör samt förkovrade sig inom det geologiska området (1966–1967: kurs i geologi på SGU; 1967: realexamen – kurser i regi av Hermods-NKI; 1968–1970: avlägger ingenjörsexamen vid Täby köpings tekniska aftonskolas väg- och vattenbyggnadstekniska linje; 1972–1975: kommunal vuxenutbildning i Österåker; 1977: grundkurs i geovetenskap vid Stockholms universitet).

Arne Sundberg blev snart känd som en arbetsam, pliktrogen och duktig medarbetare på SGU, ett rykte som förstärktes av andra arbetsgivare, och ett par gånger lämnade han SGU, 1978–1981 för anställning

på LKAB Prospekterings AB för handläggning av inmutningsärenden med mera och 1997 för sex månaders arbete på North Atlantic Natural Resources AB, NAN.

När Arne Sundberg 1981 återvände till SGU förordnades han till byrådirektör vid Berggrundsbyrån. Under åren 1990–1998 blev han förordnad som områdesansvarig för *Naturresursförsörjning Mineral*, delprogramchef för *Georegister*, programchef för *Naturresurser Mineral och Gearkiv* och områdeschef för *Malm & Mineral* på SGU. 1998 fick han ta emot medaljen/utmärkelsen NOR, Nit och Redlighet i rikets tjänst.

Åren 1998–2011 förordnades Arne Sundberg som sektorsansvarig för program *Omvärld och uppdrag Malm & Mineral* inom uppdragsverksamheten vid SGU. Han ledde och utförde ett stort antal uppdrag inom området malm och mineral. Under många år har han varit en centralfigur vid SGU:s systematiska inventeringar av malmer och industrimineral, en verksamhet som i publikationer redovisas länsvis.

Det man kanske framförallt tänker på när det gäller Arne Sundberg är *Mineraljakten*, som har haft olika huvudmän ända sedan starten 1967. SGU blev huvudman 1993 och sedan dess har han lett och utvecklat denna verksamhet på ett fantastiskt sätt. Han såg till att få in en större andel intressanta prover, speciellt från nya, utforskade områden, öka antalet mineraljägare och höja deras kunskapsnivå, intressera internationella

Antalet aktiva mineraljägare mer än fördubblades under hans tid som verksamhetsledare.

företag för mineraljakt och prospektering i länen samt öka allmänhetens förståelse för mineralprospektering och utvinning.

I praktiken innebar det mycket arbete med att få ihop finansiering till verksamheten från länsstyrelser och prispengar från gruv- och prospekteringsbolag, kommuner, Norrlandsfonden med flera. Det gällde också att initiera och genomföra utbildningsinsatser för amatörgeologer och mineraljägare, att besöka mineraljägare i deras "jaktmarker" och att ge synpunkter på deras fynd samt entusiasmera dem till ytterligare insatser.

I marknadsförings- och utbildningssyfte har Arne Sundberg sammanställt handböcker, kartor, broschyrer med mera för mineraljägare. Antalet aktiva mineraljägare mer än fördubblades under hans tid som verksamhetsledare och mineraljakten uppmärksammades i massmedia såväl inom landet som utomlands (BBC, Deutsche Welle). Marknadsföring av geologins betydelse och mineraljakt vid de flesta mineral- och stenmässor, liksom kontakterna med olika amatörgeologiska föreningar runt om i landet skötte Arne oftast på sin fritid. Han var också ordförande i Upplands

Geologiska Sällskap. Efter pensioneringen blev han rådgivare åt flera prospekteringsföretag och även ordförande i



Till vänster: Arne Sundberg borrar med en Cobraborr, 1968. Till höger; Här skriver han fältdagbok, 1968. Båda bilderna, foto: Gunnar Nilsson.



De stående personerna är från vänster dressörerna Gunnar Hamberg och Assar Nilsson från dåvarande Arméns Hundscola i Sollefteå, Axel Theolin, Gunnar Nilsson och Björn "Bobo" Mannström. De sittande är från vänster: Arne Sundberg och den extra hundföraren S. Svensson, samt malmhunden Kirka. Fotografiet togs 1968 med Gunnar Nilssons kamera.

SGU:s Veteranförening. För sin mångåriga insats med popularisering av geologi och marknadsföring av det geologiska ämnesområdet fick Arne Sundberg år 2011 priset som Årets Geolog av Geosektionen/Naturvetarna. Trots att han egentligen var pensionär sedan två år tillbaka var han fortfarande verksam på SGU vid sin bortgång.

Arne Sundberg ställde alltid beredvilligt upp för alla som behövde hans hjälp. Ett gott exempel på detta är följande. Under fältarbeten i slutet på 1960-talet nära Tjärrojokka, i fjällvärlden söder om Nikkaluokta, råkade hans arbetskamrat hugga sig i benet med en yxa. Arne sprang då hela vägen ner till Nikkaluokta, ett avstånd på cirka 15 kilometer. Kamraten kunde få hjälp genom en räddningshelikopter.

Vi saknar en kunnig och engagerad kollega och en verkligt god vän!

För geologvännerna:

... Christer Åkerman
... Sören Byström
... Gunnar Nilsson
... Thomas Lundqvist.

Geologiskt forums stödprenumeranter 2014



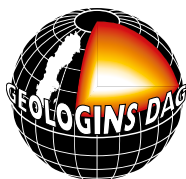
Svensk Kärnbränslehantering AB

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

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



Föreningen för Geologins Dag.
www.geologinsdag.nu

URS

Världens ledande miljökonsult.
www.ursnordic.com/www.urscorp.com



Täktkonsulter verksamma inom täkt, mark, miljö, vatten.
www.geopro.se

NEW BOLIDEN

Boliden producerar metaller som får det moderna samhället att fungera.
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



26-27 januari. Välkommen till Framtidens Gruv och Mineralindustri 2015.

Modern samhällsbyggnad och innovativ näringslivsutveckling. Georange i samarbete med Nordic Publishing bjuder årligen in beslutsfattare från riksdagen och myndigheter, experter och intressenter från nordisk gruv- och mineralindustri, och företrädare från den finansiella sektorn för att fokusera på industrin av idag – dess möjligheter och ökade betydelse för näringslivsutvecklingen. Seminariet genomförs i anslutning till de årliga Västerbottenveckorna på Grand Hôtel i Stockholm.
www.framtidensgruvochmineral.se

10-11 mars. Klimatsmart samhällsbyggnad. Hur bygger vi våra städer, orter och landsbygd för att anpassa vårt samhälle till ett framtida klimat? Hur kan vi planera förebyggande för följderna av den globala uppvärmningen så som översvämningar, värmeböljor och jordskred? Det är hög tid att ta höjd för ett klimat i förändring. Konferensen samlar hela Sveriges samhällsbyggnadssektor och vi kommer helt hålla fokus på en hållbar samhällsbyggnad för att möta de utmaningar klimatförändringarna medför i samhällsutvecklingen samt hur vi i våra byggprojekt kan minska och kompensera för vår egen klimatpåverkan. Du får ta del av experternas bästa tips och konkreta erfarenheter från olika klimatanpassningsprojekt.
www.teknologiskinstitut.se

12-17 april. EGU i Wien. Forskare från hela världen samlas vid den stora, årliga EGU-konferensen i Wien, Österrike. Konferensen omfattar alla geovetenskapliga discipliner samt planet- och rymdforskning. www.egu2015.eu

Ny portal om polarforskning

Polarforskningssekretariatet har lanserat en polarforskningsportal med information om svenska forskningsexpeditioner från 2005 och framåt. Genom polarforskarnas egna bilder, bloggar och rapporter får besökarna en unik inblick i hur arbete och vardag ser ut

under en forskningsexpedition i Arktis eller Antarktis.

– Med utgångspunkt i kartor över polarområdena är Polarforskningsportalen ett visuellt inspirerande verktyg för att upptäcka och lära sig mer om svensk polarforskning, säger Björn Dahlbäck, föreståndare på Polarforskningssekretariatet. Det ger oss dessutom möjlighet sätta in dagens polarforskning i ett större perspektiv. Vi kan visa bredden på svensk polarforskning, både nu och då, på ett helt nytt sätt.

Portalen kan ses som en vidareutveckling av den populära årsbok som sekretariatet har publicerat sedan 1997. Nu kommer innehållet från årsböckerna istället att vara tillgängligt via:

www.polarforskningsportalen.se.

★ **BARNENS KARTOR TILL RIO DE JANEIRO.** Sveriges geologiska undersökning har genom projektet *Att öka kunskapen om geologins betydelse för samhällsbyggnad och tillväxt* valt ut fyra skolklasser som kommer få besök av en geolog och delta i en internationell karttävling för barn.

Barnens kartor ska medverka i den internationella kartkonferensen som anordnas vartannat år av International Cartographic Association, där barn från hela världen bidrar med tecknade kartor under temat *Min plats i dagens värld*. 2015 års konferens hålls i augusti i Rio de Janeiro.

Kartorna ska innan dess ställas ut på den svenska konferensen *Position 15* på Älvsjömessan i Stockholm den 17-19 mars. Där kommer besökare och en jury att rösta fram de sex bästa bidragen som sedan skickas till Rio.

Den svenska tävlingen arrangeras i ett samarbete mellan Kartografiska Sällskapet och Sveriges geologiska undersökning. Kartorna kommer att ha ett geologiskt budskap kombinerat med det internationella temat, till exempel *Metaller och mineral i min vardag* eller *Min geologiska plats i dagens värld*.

/ Text: Kaarina Ringstad.



World section, vinnare 2013 ålderskategori 13 år. Ritad av Amy Wang från Nya Zealand.



Senaste nytt

FRÅN SGU

Här är ett urval av nya publikationer från
Sveriges geologiska undersökning, SGU, 2014.

- Hyperitdiabas i Vesslarpstrakten: grävning, kärnborrning och markmätning av magnetfält. SGU-rapport 2014:36.
- Summary report on available geological, geochemical and geophysical information for the Nautanen key area, Norrbotten. SGU-rapport 2014:34.
- Tredimensionella jordartsmodeller – programvara och metoder. SGU-rapport 2014:33.
- Geologisk beskrivning av Norsälven. SGU-rapport 2014:32.
- Vägledning, vattenförvaltning av grundvatten. SGU-rapport 2014:31.
- Background information Käymäjärvi-Ristimella key area. SGU-rapport 2014:30.
- Summary report on the geological and geophysical characteristics of the Liviöjärvi key area. SGU-rapport 2014:29.
- Summary report on available geological, geochemical and geophysical information for the Allavaara key area, Norrbotten. SGU-rapport 2014:28.
- Förslag till system för insamling av produktionsuppgifter för entreprenadberg. SGU-rapport 2014:27.
- Bedömning av olja och gas i berggrunden inom svenskt marint territorium och ekonomisk zon, främst Östersjön – en översikt. SGU-rapport 2014:26.
- Urban geokemi i Karlstad. SGU-rapport 2014:25.
- MeetingPoints Mining. SGU-rapport 2014:24.
- Regional övervakning av grundvattenkemi Utvärdering av delprogram. SGU-rapport 2014:23.
- Towards better environmental management and sustainable exploitation of mineral resources. SGU-rapport 2014:22.
- Summary of geological and geophysical information of the Masugnsbyn key area. SGU-rapport 2014:21.
- Grus, sand och krossberg 2013. Periodiska publikationer 2014:3.
- Bergverksstatistik 2013. Periodiska publikationer 2014:2.
- Berggrundskartan Sundsvall–Timrå–Härnösand, inklusive beskrivning. K 456.



SGU-rapport 2014:22 handlar om hur man kan göra gruvnäringen i Zambia mer hållbar. Framsidesbilden är tagen i Kanshanshi, en koppar- och guldgruva i Solwezi i Zambia. Foto: Joanna Lindahl.



Berättelsen om ett jordeliv

Inom geologin sysslar vi allt som oftast med oerhört långa tidsperioder. Till exempel är jordens ålder drygt 4,5 miljarder år. Ett vanligt sätt för att få begrepp om sådana nästan obegripliga tidsrymder är att komprimera dem till något mer gripbart.

Om vi betraktar Jorden som en medelålders man, eller kanske snarare en kvinna (jmf. uttrycket Moder Jord) på 45 år, innebär det att ett år i denna människas liv svarar mot 100 miljoner jordår. Eftersom jorden och solsystemet nått knappt halvvägs i sin utveckling (solens bränsle beräknas räcka cirka fem miljarder år till) passar ju detta bra ihop med ett människoliv, vilket i gynnsamma fall kan vara i 100 år, åtminstone i gamla tiders klassiska bilder av livets trappa (med höjdpunkten vid 50), liksom i en populär nutida bok och film.

Så vår tänkta fru Gaia Jordebo, 45 år, har nått knappt halvvägs på sitt livs bana; hon är mitt uppe i karriären och har man och två tonårsbarn hemma. Just nu pustar hon ut efter några dagars köldknäpp med återkommande snöfall – den senaste årsmiljonens nedisningar – som tvingat henne att skotta garageinfarten varje morgon. De senaste 5-6 åren (motsvarande fanerozoikum i Jordens tidräkning) har annars varit framgångsrika. Hon har fått ett rikare och mer omväxlande liv, och kring villan hon och familjen bor i har hon skapat en grön och frodig trädgård på det som tidigare var en ödlig stenbacke. Det började för en 3-4 år sedan med några ormbunkar intill fiskdammen i ena hörnet, men snart hade grönskan spridit sig över hela tomten, till grannarnas stora förvåning. Något liknande kunde inte de stoltsera med!

Visst har det varit en del motgångar och dödsfall i familjen också, senast för några månader sedan (dinosauriernas utdöende), men

sådant hör också livet till. Annars går mycket sin gilla gång, som det oftast gör mitt i livet, både med arbete och familjeliv. Även om hon flyttat och bytt arbetsplats några gånger har hon varit verksam inom samma bransch hela sitt vuxna liv, eller i alla fall de senaste 20 åren (= två miljarder år). Ända sedan hon flyttade hemifrån, skaffade sig sin yrkesutbildning och träffade sin partner har hon varit ungefär densamma, med ungefär samma (platttektoniska) uppförande. Det var då, för knappt 20 år sedan, som grunderna för hennes liv lades fast (för knappt två miljarder år sedan, när berggrunden i stora delar av Sverige och på många andra håll i världen bildades). Och sannolikt kommer livet fortsätta på ungefär samma sätt ett tjugotal år till, kanske i lite långsammare takt, fram till dess att hon blir pensionär och kan slå av på takten på allvar (jordens inre svalnar av när de radioaktiva sönderfallen blir färre, och de platttektoniska processerna saktar in för att till sist stanna av helt).

Men tittar hon längre tillbaka i stället, till barndomen och tonårstiden (arkeikum), var livet rätt annorlunda. Det var en turbulent och orolig tid. Vad hon kan minnas var det först i de övre tonåren som hon någorlunda började få fast mark under fötterna (när de första större sammanhängande kontinenterna bildades för ca 2,7 miljarder år sedan). Kring 20 kände hon att hon

passerade en viktig gräns (gränsen arkeikum-proterozoikum). Visserligen hade hon väl varit samma person tidigare rent genetiskt (styr av samma fysikaliska och kemiska principer och naturlagar), men hennes beteende hade varit så hetsigt och oberäkneligt att frågan är om någon känt igen henne som samma person. Det liksom bubblade inom

henne av ungdomlig entusiasm, hon omgavs ännu inte av vuxenvärldens skyddande pansar av sköldar och plattor. En utomstående betraktare skulle knappast ha känt igen dagens medelålders kvinna.

Och från hennes allra första levnadsår (de tidigaste 500 miljoner åren i Jordens historia) minns hon knappast något alls. Några spridda minnesfragment här och där, lösryckta från sitt sammanhang. Ibland en känsla av att ha varit utsatt för ett häftigt bombardemang utifrån, kanske till och med nästan blivit sliten i stycken. Minnen av en kraftig hetta, kanske att hon flydde ur ett brinnande hus, men också av att ha vaggats till ro av ett långvarigt regn. Och dessförinnan ingenting, bara ett stort töcken. Kanske var det därifrån hon föddes en gång, tänker hon ibland, från det stora töcket innan det vare sig fanns sol eller måne, hav eller himmel.

/ ÅKE JOHANSSON, forskare och jourhavande geolog, Naturhistoriska riksmuseet

... Och från sina allra första levnadsår minns hon knappast någonting alls ...

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

GEOLOGISKT FORUM

... om geologi från jordens inre och ut i rymden
... fossil, mineral, grundvatten, landskap, kartor
... berättelser om geovetenskap och geovetare
... från infrastruktur till riskbedömning
... vulkaner, jordbävningar, skred, tsunamis
... forskarna själva berättar om sin forskning

... 250 kr/år, 4 nr i din brevlåda
... 290 kr/år inkl medlemsskap, tidningen i din
brevlåda samt digital tidning genom
Geologiskt forum online
... kontakta info@geologiskaforeningen.se
eller besök vår hemsida...

www.geologiskaforeningen.se

God Jul & Gott Nytt År