

GEOLOGISKT FORUM

NR 63 SEPTEMBER 2009
ÅRGÅNG 16



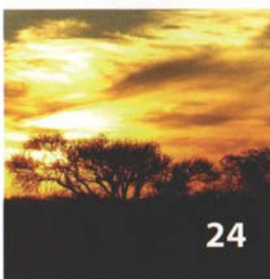
Darwin "darling"

I dinosauriernas fotspår

Sprickmineral



Denna tidning utges i samarbete mellan
Geologiska Föreningen och Geologins Dag
12 september 2009



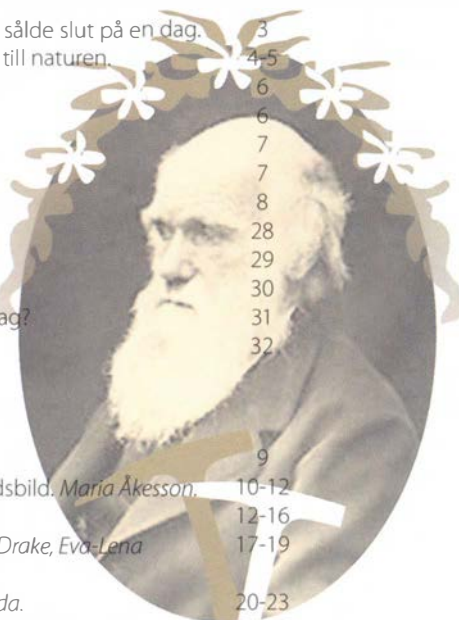
INNEHÅLL nr 63 september 2009

NYHETER OCH REDAKTIONELLT

| | |
|---|-----|
| Det är en angelägen uppgift / Boken som sålde slut på en dag. | 3 |
| Till minnet av Bengt eller bara en hyllning till naturen. | 4-5 |
| Att säkerställa färskvatten till Amman. | 6 |
| "Et pu, si muove..." | 6 |
| Geologins Dag hägrar. | 7 |
| Mer geoturism. | 7 |
| Hallå där! Kari Niiranen. / Visste du att? | 8 |
| Stödprenumeranter. | 28 |
| Kalendarium, notiser & Noterat. | 29 |
| Recension: Norske Isbreer. | 30 |
| Sista Ordet: Hade Darwin kunnat forska idag? | 31 |
| GEONYTT. | 32 |

ARTIKLAR & REPORTAGE

| | |
|---|-------|
| Naturvetenskapens "darling" Darwin. | 9 |
| Darwin, mannen som förändrade vår världsbild. Maria Åkesson. | 10-12 |
| Evolutionsteorin. Per Arne Björkum. | 12-16 |
| Mineral i sprickor. Björn Sandström, Henrik Drake, Eva-Lena Tullborg. | 17-19 |
| En paleontologisk pärla i Anderna. Vivi Vajda. | 20-23 |
| Projekt: Meeting Points Mining – Nätverkande i Botswana. | 24-27 |
| Kaarina Ringstad. | |



Ansvarig utgivare: Joakim Mansfeld
e-post: gff@geo.su.se

Populärvetenskaplig redaktör: Anna Kim-Andersson
tel 036-440 01 20, e-post: anna@qi-media.se
För text, layout och bilder svarar redaktören där inget annat anges.

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

Omslagsbild: Illustration: Helena Boström.
Upplaga: 2 500 ex.
Tryckeri: Masala media.
Ordinarie lösnummerpris: 50 kr.

För annonser, distribution, prenumerationsärenden, adress-
ändring, köp av tidigare nummer samt reklamationer: kontakta
redaktionen.

ISSN 1104-4721

Geologiskt forum ges ut av Geologiska Föreningen i samarbete
med föreningen för Geologins Dag och med ekonomiskt stöd från
Sveriges geologiska undersökning, SGU. Tidningen ingår i det ordi-
narie medlemskapet i Geologiska Föreningen. En helårsprenu-
meration på Geologiskt forum utan medlemskap kostar 160 kronor/år.
Ange namn, adress och e-postadress, vid betalning
till vårt Plusgiro: 2108-9.

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

Varmt välkommen att kontakta tidningens redaktör
Anna Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt forum – hör
av dig innan du sänder ditt manuskript. Författarna svarar själva
för innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum
kommer ut i december

Geologiska Föreningen
1847

"Det är en angelägen uppgift"

I år axlar Lunds universitet rollen som värd för invigningen av Geologins Dag.

Varför väljer Lunds universitet att vara värd för Geologins Dag?

– Vi fick frågan från föreningen för Geologins Dag om vi ville vara värdar för den nationella invigningen den 11 september och vi ser det som en ära. Vi har varit med sedan starten 2001 och haft många olika arrangemang. Geologins Dag är en uppskattad dag som firas på många orter från Falsterbo i söder till Kiruna i norr. I fjol besökte cirka 2 000 personer våra olika arrangemang. Vi hoppas på minst lika många i år då vårt firande av Geologins Dag sker samtidigt med Kulturnatten. Vi hoppas det kommer många besökare till oss på Naturvetarstråket (Sölvegatan) i Lund. Syftet med Geologins Dag är bland annat att öka kunskapen om geologi och visa hur spännande och intressant det är. Det känns som en angelägen uppgift, inte minst då geologi inte är något skolämne som i många andra länder.

Vad händer under invigningen?

– Prorektor Eva Åkesson klipper banden innan vi går in och lyssnar på några korta föredrag av Sven Wallman, ordförande för Geologins Dag, Martin Testorf, projektledare för Geologins Dag, samt de före detta studenterna Charlotte Sparrenbom, forskare, och Michael Hägg, geofysiker. Därefter kommer

vi att ha premiär på en geoshow-film med Elisabeth Einarsson, Linda Randsalu Wendrup och Johan Olsson som är doktorander på Geologiska institutionen.

Hur ser du på geologins roll i samhället?

– Det är en expanderande och viktig del i samhället. Se dig omkring och fundera på vad som är av geologiskt ursprung. Du kommer att upptäcka det är det mesta vi har omkring oss utan att vi tänker på det. Det krävs geologiska kunskaper för att hitta och utvinna våra geologiska resurser. Det gäller också vårt dricksvatten. Med kunskaper om markens egenskaper har man inte bara förutsättningar att kunna hitta det utan också möjlighet att se till att det inte förorenas.

På senare tid har miljöfrågor som rör marken kommit allt mer i fokus.



Frågorna besvarades av Lena Barnekow, docent i Geobiosfärvetenskap, med inriktning kvartärgeologi vid Lunds universitet. Hon forskar och undervisar vid Geologiska institutionen i Lund där hon även är studievägledare.



Foto: Anders Lindh.

– Glädjande nog har studentantalet vid geologiutbildningarna ökat de senaste två åren, berättar Lena Barnekow. – Vi har också fått allt fler studenter som söker våra enstaka kurser från andra institutioner eftersom de insett hur intressant och viktigt det är med kunskaper i geologi. Vårt utbud av kvällskurser attraherar också många, både studenter inom Lunds universitet och de som arbetar på dagtid.

Boken som sålde slut på en dag

För 150 år sedan utgavs en bok som sålde slut på förlaget, rentav på utgivningsdagen. Det var Charles Darwins bok *The Origin of Species* (som den kom att heta från och med sjätte upplagan.) Om det med den tidens mått kan ha betraktas som en storsäljare, det vet jag inget om. Men uppmärksamhet fick han i alla fall, Darwin. Och han hade genomslagskraft. I svallvågorna av hans paradigm lever vi alla. Synen på Livet är för alltid förändrad.

Behöver vi då veta något om gravitationen och förklaringen om hur solsystemet fungerar, big bang eller Darwins utvecklingslära? För att klara våra dagliga liv, menar jag.

Tja. Är man Christer Fuglesang på den internationella rymdstationen ISS blir det kanske mer uppenbart att gravitationen påverkar oss, varken vi känner till den eller inte, eller tror på den, för den delen. Man skulle kunna tänka att kunskapen gör oss klokare, även om det inte självklart finns ett kausalt samband.

Vi skulle också kunna bli lite inspirerade genom att ta del av de stora vetenskapsmännens liv och gärningar. Det handlar om nyfikenhet, observations- och slutledningsförmåga, envishet, engagemang, innovationskraft, mod och tålamod. Men även om sådant som tajming. Inte alla vetenskapsmän har sålt slut på sina böcker på utgivningsdagen eller hyllats med statsbegravningar. Tvärtom har många fått utstå både spe och spåk för att de presenterat idéer som skiljt sig från de vedertagna (den svenske geologen Otto Torell blev utbud när han i början presenterade sin hypotes om en inlandsis över Skandinavien). Andra vetenskapsmän har rentav mist sina liv...

Kanske behöver vi även reflektera över sådant för att få perspektiv på vår egen tillvaro?

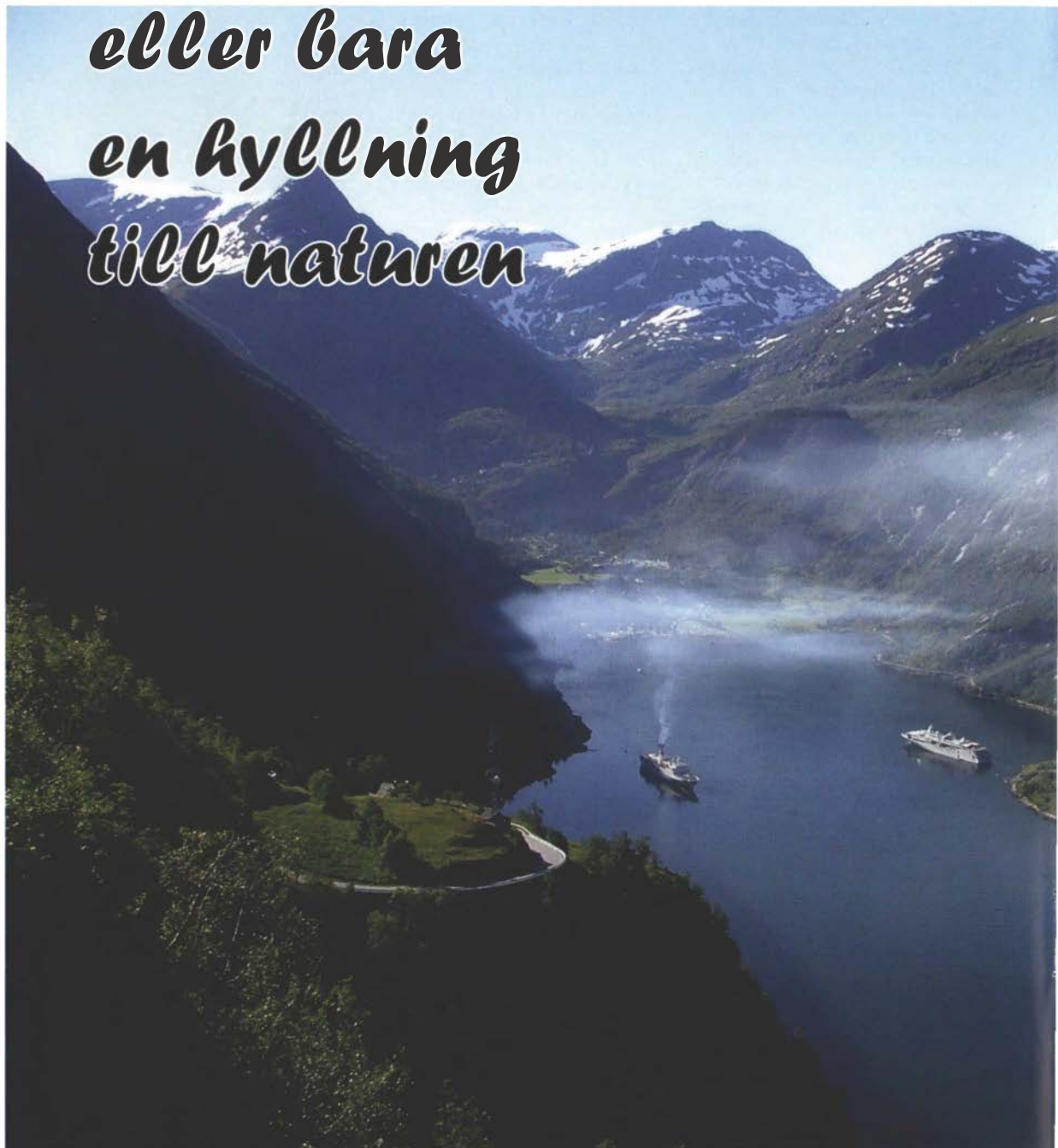


/ Anna Kim-Andersson, populärvetenskaplig redaktör

Till minnet av Bengt

eller bara en hyllning till naturen

Jag låg på rygg i snön och kikade upp mot en stjärnhimmel med så intensivt glimrande himlakroppar att jag aldrig sett dess make – varken förr eller senare. Jag var på skidresa i Alperna. Den lilla byn Matrei i Östtyrolen var vår tillfälliga hemvist. Byn låg helt omringad av



Varför blir man geolog? Var och en har nog sin egen drivkraft till geovetenskapen. Men kanske finns det också några grundläggande drag hos alla som väljer detta naturvetenskapliga ämne. En kärlek till naturen. Kanske en förälskelse i vackra stenar, gärna släta? En fascination över mångfalden av mineral och fossil? Eller för att man vill veta mer om Jorden, bergen, haven och hur landskapen bildas?

en krans av toppar och hade självaste berget Gross Glockner, Österrikes högsta berg, som sin mäktigaste väktare. Panoramat när jag låg där på rygg och gjorde änglar i snön i dalgången var märkligt. Det var som att se uppåt, genom ett fisheye-objektiv. Klipporna blev som svarta



Ett norskt fjäll- och fjordlandskap. Foto: Goodmoddne.

inramande skuggor i ytterkanten. Den gnistrande stjärnhimlen stod i mitten. Jag var 15 år och det var en vinternatt och känslan av att vara en liten, liten människa på ett litet, litet fält, men ändå en del av ett oändligt stort och utvidgande universum – den var svindlande. Och jag undrade hur allt blev till. Hur hade landskapet formats? Vad var bergen gjorda av?

22 år gammal satt jag på en sten invid en turkos isälv i norska Jostedalen. Runtomkring mig – bergen. Luften kylig, hösten i antågande. Glaciären Nigardsbreen (en av 37 namngivna utlöpare från den stora Jostedalsbreen) låg framför mig. Blåskimrande, som hade den en del av en starkt lysande, molnfri himmel inom sig. Stillheten bröts blott av kamraternas glada tillrop och skrapande steg över moränerna. Jag hade precis valt inriktning på tredje året av min utbildning. Bengt Johansson var läraren som lät oss färdas från Danmarks kustkliner till Norges glaciärer med sällsynt tålamod, lekfullhet och äventyrslystnad. Han hade även en hel del lärospån till oss ungdomar. Inte minst inom geologins fält. Jag visste där jag satt på min sten, att jag valt rätt. Geologi var det som jag ville lära mer om för stunden!

Idag är jag inte dubbelt så gammal, men nästan. Bengt lever inte längre. Jag är geolog men också mycket annat. Nigardsbreen är reducerad (den har minskat i utbredning allt sedan sitt maximum under den Lilla istiden fram till år 1748.) Skidorna är sålda. Men minnena finns kvar. Och nästan lika starka som ögonblicken då mina barn kom till världen – är några av de naturupplevelser jag haft hittills i livet. Är det inte märkligt så sagt? I Matrei. Invid Nigardsbreen. Jag är tacksam för att jag fått uppleva allt. Livet är så kort. Jag tar inte de förtrollade stunderna för givet.

Men om jag blundar och tar ett djupt andetag kan jag upprepa känslan av förundran och lycka. Jag lägger mig på ryggen i alpsnön och vinkar upp mot himlen. Hej Bengt! Hur har du det? Kört fast i någon sanddyn på sistone, så som i Skagen? Klättrat upp på någon bergstopp eller daterat en morän? Skrivit en täktplan eller dragit en repa med nya bilen?

/ Med vänlig hälsning Anna Kim-Andersson

Att säkerställa färskvatten till Amman

Jordanien lider idag av stor vattenbrist. Arkitekt- och teknikkonsultbolaget Sweco har fått en order från Jordanien värd 130 miljoner kronor, i samband med att landet satsar på att förbättra tillgången på dricksvatten till huvudstaden Amman (med 2,5 miljoner invånare). Uppdraget utförs direkt åt den jordanska regeringen, Ministry of Water Irrigation.

Koncernchef Mats Wäppling berättar:

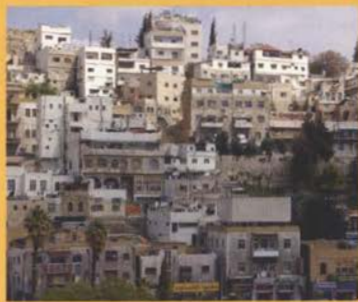
– Det finns ett grundvattenmagasin, en akvifär, i Rum i södra Jordanien. Här ska det borrar 55 brunnar till ett djup av 600 meter och från dessa ska sedan vatten pumpas upp och vidare i en 35 mil lång ledning till Amman, säger han.

Den totala investeringen beräknas till sju miljarder kronor. Swecos roll är att se till att utförandet görs så som det är projekterat.

Projektet löper fyra år framöver och det är ett viktigt uppdrag för företaget.

– Vattenförsörjning är en växande marknad i takt med att jordens befolkning ökar. Det är stora projekt och enorma summor pengar som investeras för att klara tillförseln av färskvatten och det är klart att jag tror att det kommer att finnas mer jobb för oss efterhand, säger Mats Wäppling.

Ordern på 130 miljoner kronor är en av de största på miljösidan för Sweco och uppdraget lyder under Sweco Environment.



Ordern från Jordanien är betydelsefull för Sweco, som tidigare har anlitats i Mellanöstern i flera liknande satsningar genomåren.

"E pur, si muove..."

...och likväl rör hon sig. Det är orden som Galileo Galilei år 1633 ska ha mumlat när han reste sig från knästående, efter att ha avsvurit sig sin tidigare övertygelse om universums uppbyggnad, med ett heliocentriskt solsystem. Detta räddade honom från att dömas till döden.

Galileo Galilei föddes i Pisa i Italien den 15 februari 1564. Han var äldst av sju syskon. Fadern handlade med tyger och var musiker och kompositör. År 1574 flyttade familjen till Florens och Galileo började i en jesuitisk klosterschola. 17 år gammal började han att studera medicin vid universitet i Pisa. Senare avbröt han sina läkarstudier för att istället läsa matematik, mekanik och hydrostatik. Galileo kom med detta att börja färdan som vetenskapsman – och skulle komma att få stor betydelse för den moderna fysiken. Han var även verksam som astronom och uppfinnare.

Några observationer av Galileo:

- Genom att studera en lampa som pendlade fram och tillbaka konstaterade han att pendelrörelserna alltid tycktes ta lika lång tid, oavsett hur långa eller korta de var. Denna regelbundenhet använde han senare för att konstruera ett tillförlitligt urverk. Samma princip lade grunden för ett instrument som användes för att mäta kroppspulsen.
- År 1586 presenterade

han en uppsats om en ny uppfinning han gjort – den hydrostatiska vågen.

- Senare skrev han avhandlingar om tyngdpunkten hos fasta kroppar, om rörelselagarna och han kunde också visa att i vakuum faller alla föremål lika snabbt.
- År 1591 upptäckte han att jorden roterar kring sin egen axel.
- År 1595 förklarar han tidvattenrörelserna med hjälp av Copernicus teorier om jordens rörelse.

Kikaren är dock den uppfinning som Galileo är mest känd för. Kikaren var egentligen redan uppfunnen men Galileo experimenterade med linserna och presentera år 1609 ett exemplar som förstörade 30 gånger mer än något annat samtida instrument. Instrumentet överlämnade han till den italienska staten som en gåva. I och med att han började att studera stjärnorna med sin kikare inledde han de studier som kom att göra honom känd som astronom. Det var också stjärnstudierna, med upptäckerna av Jupiters måne, Saturnus ringar och Venus faser i vårt

solsystem, och tankarna kring en ny världsbild – som kom att bli mer

än vad kyrkan tålde. Galileo ställdes inför rätta hos inkvationen i Rom och dömdes till att ta tillbaka sina ord offentlig, eller döden.

Det är 400 år sedan Galileo uppfann sin kikare. Detta uppmärksammas i höst av Nobelmuseet i Stockholm som under en kortare tid ställer ut ett av Galileos teleskop i original. Utställningen invigs den 10 oktober.

Mer att läsa på www.nobelmuseum.se

Foto: Franca Principe, IMSS – Florence.



Fakta från boken Upptäckterna som förändrade världen och människorna bakom dem. David Eliot Brody & Arnold R. Brody, Månepocket, 2005.

Geologins Dag hägrar

Geologins Dag är i år den 12 september.

– Hittills har mer än 18 000 beställt skolmaterial från Geologins Dag, berättar projektledare Martin Testorf.

Geologins Dag laddar upp för årets arrangemang och de cirka 400 funktionärerna runt om i Sverige förbereder sitt möte med allmänheten.

Sedan förra året har Geologins Dag spridit ett egenutvecklat material för skolor och succén från i fjol ser ut att bli överträffad i år. Redan i augusti var mer än 18 000 elever anmälda, jämfört med 15 000 förra året. Materialet finns för alla skolåldrar men populärast är det för låg- och mellanstadiet.

– Det är väldigt roligt att vi lyckas

fånga barnens intresse för geologi på det här sättet, säger Martin Testorf, projektledare för Geologins Dag. Behovet i skolorna och bland lärarna är stort!

I år invigs Geologins Dag på Lunds universitet. Ett underhållande program med föredrag och geoshow kommer att visas för inbjudna gymnasieelever. Lunds universitets vice rektor Eva Åkesson genomför invigningsceremonin (läs mer på sidan 3).



Från Falsterbo till Kiruna. Under Geologins Dag händer det mycket spännande för både stora och små. Mer att läsa på www.geologinsdag.nu

Mer geoturism

Sverige söker genom SGU, Sveriges geologiska undersökning, EU-medel för ett stort geoturistprojekt, tillsammans med Danmark, Norge, Finland, Estland, Lettland, Litauen och Polen.

Projektet *TourGeo* är tänkt att vara ett treårigt transnationellt projekt med syfte att använda geologin som bas för regional hållbar utveckling.

I Sverige leds arbetet från SGU, med Älvdalens kommun som partner i projektet.

– TourGeo kommer att handla om turistsatsningar med geologi i centrum, med syfte att gynna det lokala näringslivet, berättar statsgeolog Linda Wickström vid SGU.

Det är en växande trend i Europa att bejaka och belysa "den egna" geologin för att locka besökare till olika platser och regioner.

– I Sverige har man ännu inte på riktigt upptäckt att geologiska naturvärden kan bidra till utvecklingen av det lokala näringslivet. Det finns undantag men ofta utgörs dessa satsningar av enstaka besöksstopp, kanske utan att det geologiska sammanhanget har förklarats. Men med ett geologiskt perspektiv kan man belysa landskapets och livets utveckling, förstå ekologiska samband och de processer som påverkar vår livsmiljö.

– Kopplingen mellan kultur och geologi är också stark. Gruv- och industrihistoria, människans historiska val av boplatser och val av byggmaterial är några exempel. Vi vill möjliggöra för besökare att se och förundras över olika geologiska företeelser och förstå hur geologin har påverkat livsmiljöer och samhället, säger Linda Wickström.



7th FENNOSCANDIAN EXPLORATION AND MINING

1 – 3 Dec 2009 • Rovaniemi - Finland

www.lapinliitto.fi/fem2009



EUROPEAN
UNION
European Regional
Development Fund



Nordkalottrådet
Pohjois-Kalotin Neuvosto
The North Calotte Council

Hallå där!

Geologiska Föreningens styrelse består av flera aktiva och duktiga geologer. Här får vi veta mer om föreningens nye kassör Kari Niiranen.

Kari Niiranen, Senior Mine Geologist på LKAB i Kiruna och nybliven kassör i Geologiska Föreningen.

Välkommen! Vem är du?

– Jag föddes 1958 i Finland. Har en masterexamen i geologi och mineralogi från Åbo universitet och har kompletterat mina studier vid universitetet Passau i Tyskland. Tidigare arbetade jag i Pahtavaara guldgruva i norra Finland och med prospektering vid Riddarhyttan Oy. Jag har även arbetat vid geologiska forskningscentralen (Finlands geologiska undersökning, GTK) i Finland. På LKAB har jag arbetat sedan 2001. Totalt är vi fem geologer på LKAB varav två i Kiruna och tre i Malmberget. Som Senior Mine Geologist är jag ansvarig för allt inom geologin i gruvan i Kiruna.

Vad gör du i ditt jobb – är du mycket under jord?

– Som geolog planerar jag undersökningsbörningar i gruvan, karterar borrhärlor och uppdaterar geologiska modeller av Kiirunavaara malmkropp, samt gör och uppdaterar malmprognoser och -beräkningar. Mitt arbete är som sagt en viktig del av produktionsplanering i gruvan.

– Underjordsarbete blir det högst en till två gånger i veckan. Vi har geokartörer som är ansvariga för kartering av geologin under jord. Det mesta av min tid tillbringar jag vid datorn på kontoret.

Något spännande projekt på gång?

– Är sedan år 2008 industriad doktorand vid universitet Leoben i Österrike. Där går det att forska med ämneskombinationer som inte finns isamma omfattning i Sverige. Min avhandling handlar om modellering av anrikningsegenskaper hos Kiirunavaara malm.

Är du en föreningsvan person?

Vad bidrar du med till Geologiska Föreningen?

Jag är medlem i flera föreningar inom geologin både i Finland,

Sverige och Österrike. Jag bor i norra Sverige och arbetar inom gruvindustrin, vilket kanske kan bli ett bra komplement till Geologiska Föreningens styrelse. Jag har en hel del ekonomiskaper med mig, inte minst genom att jag är ekonomiansvarig på min geologiavdelning på LKAB.

Har du något geologiskt favoritresemål?

Australien! Där finns mycket att se och inte minst väldigt intressanta gruvor och malmfyndigheter!

I Mt. Isa, Queensland, finns den berömda Mt. Isa-gruvan samt några berömda järnoxid- koppar-guld-fyndigheter (IOCG) och i Kalgoorlieområdet i sydvästra Australien är den arkaiska berggrunden rik på guld- och nickelmalm.

På jobbet har han ansvar för geologin i Kirunagruvan. Privat är Kari Niiranen en person som tycker om naturen och klassisk musik.



Foto gruvan: privat. Foto officiellt: Stig Thorneus

Visste du att?



Världens största järnmalmgruva under jord är LKAB:s, Luossavaara-Kiirunavaara AB:s, gruva i Kiruna.



Företaget bildades år 1890. Men redan på 1660-talet



togs det första kända malmprovet i Gällivare malmberg.



År 1669 nämns malmberget Kiirunavaara och Luossavaara för första gången.

Idag är LKAB en internationell högteknologisk



mineralkoncern som tillverkar förädlade järnmalmprodukter för stålframställning men även mineralprodukter till andra branscher.

Koncernen har 3 000 anställda varav 600 utanför Sverige.

Naturvetenskapens "darling" – Darwin

Trots samtida förlöjligande och upprepad kritik framstår idag Charles Darwins teori om arternas uppkomst och utveckling som en av de absolut främsta och revolutionerande vetenskapliga upptäckterna någonsin.

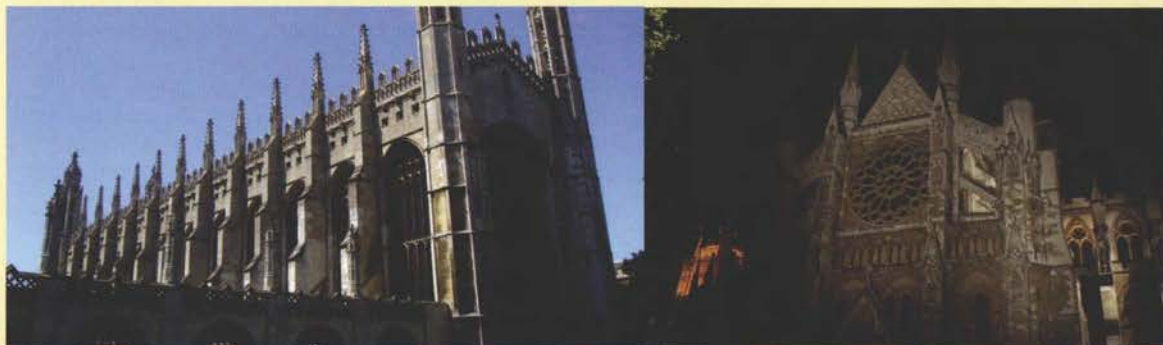
Darwin inte bara revolutionerade naturvetenskapen, han utlöste även en fundamentalt omvälvande filosofisk debatt som av många anses ha initierat utvecklingen av dagens moderna, sekulariserade samhälle.

Vem var då denne Darwin? Varifrån kom hans storslagna, banbrytande idéer och hur har dessa egentligen kommit att tolkas, tillämpas och i vissa fall även avgjort missbrukas av människor och styren världen över?

I detta nummer presenterar Geologisk forum två artiklar som belyser Darwins liv och gärning. Maria Åkesson (som även skrivit denna ingress) berättar om Darwin i ett generellt perspektiv. Per Arne Bjørkum skriver om evolutionsteorin.



Modern dog när Charles Darwin var ung. Fadern var läkare och hade stor inflytande på sin son. Till faderns förtret presterade sonen som ung endast medelmåttiga resultat i skolan. De högre studierna gick till att börja med inte heller så bra. Efter att ha studerat medicin i Edinburgh började han efter två år att istället läsa till präst i Cambridge. Darwin skrevs in vid Christ's College i Cambridge (bilden nedan till vänster visar Kings' College, Cambridge) och där kom han att fullfölja sina studier, men han kom också i kontakt med naturvetenskapen och den tidens allra främsta naturvetare. Ett långt värv i naturvetenskapens tjänst inleddes. När Darwin dog var han 73 år. Han själv önskade sig en diskret begravning i hemorten Down. Det blev istället en statsbegravning och han begravdes i Westminster Abbey, nära Isaac Newton och John Herschel. Foto: abtmay och Kenton Jacobsen.





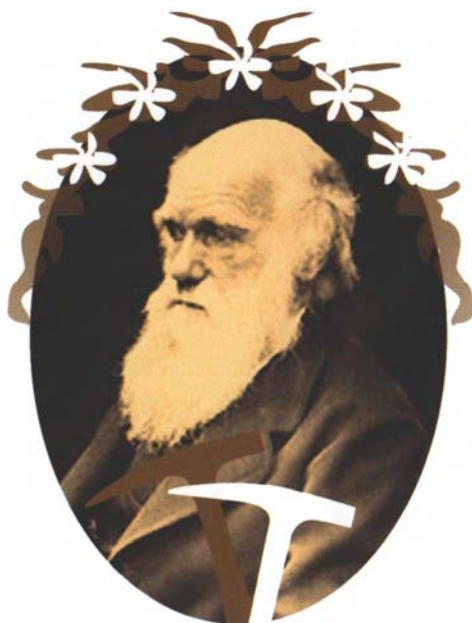
mannen som förändrade vår världsbild

Det har nu gått drygt 200 år sedan Charles Robert Darwin föddes den 12:e februari år 1809 i Shrewsbury, England.

TEXT Maria Åkesson

Han kom att växa upp i ett övre medelklassens Storbritannien, i ett djupt religiöst och ytterst konservativt samhälle präglad av de årtionden av politisk och social tumult som följde efter franska revolutionen. Det här var en tid och en plats under vilken naturvetenskapen ansågs intellektuellt degraderande. Skolorna undervisade först och främst humaniora och detta var även de ämnen Darwin skickades iväg för att studera i tidig ålder. Hans i det närmsta totala ointresse tydliggjorde sig dock snart varvid hans familj lät honom förflyttas till universitetet i Edinburgh. Där skrevs han in som medicinstudent och även om detta ämnesval kanske inte heller var vad han helst önskade så var flytten i sig nog något av det bästa han i detta läge i livet skulle kunna råka ut för. Universitet i Edinburgh var nämligen känt för att dra till sig de studenter som ansågs för radikala för – och därmed inte tilläts studera vid – de betydligt mer konservativa engelska lärosätena. På så vis var studiemiljön i Edinburgh förmodligen oändligt mycket mer intellektuellt stimulerande och kreativ än vad den någonsin skulle kunna bli vid universiteten i det samtida England.

Det tog tre år innan Darwins far förstod att hans son höll på att förvandlas till en i hans ögon sann radikalist, det vill säga en naturvetare. Följaktligen lät han än en gång sin son byta såväl skola som ämne varvid Darwin tvingades tillbaka till moderlandet och denna gång till



Charles Darwin. Illustration: Helena Boström.

religionsstudier vid Christ's College i Cambridge. Visserligen kom Darwin denna gång att fullfölja sina studier, och detta dessutom med stor bravur, men han hade på intet sätt låtit sitt intresse och sin nyfikenhet inför naturvetenskapen vila utan hade parallellt fördjupat sig i såväl botanik som geologi. Således hade han kommit att bli nära vän med några av dåtidens allra främsta naturvetare och detta var vad som omsider förärade honom en plats på den numera så mytomspunna världsomseglingen på skeppet *Beagle* – resan som kom att så fröet till vad som upprepade gånger kallats för alla tiders mest geniala teori; den om arternas uppkomst och utveckling genom naturligt urval.

Av de fem år som *Beagle* kom att spendera till sjöss på sin resa över all världens hav, var Darwin själv bara ombord i sammanlagt arton månader. Istället såg han till att så ofta han bara kunde ge sig iväg på sina egna äventyr, utforskandes den värld som öppnade upp sig framför honom, en värld vars mångfald syntes oändlig och en värld som aldrig slutade att förvåna. Darwin fascinerades, förbryllades, dokumenterade och spånade.

Väl tillbaka i England hade han, förutom en personlig 770-sidig dagbok, samlat på sig bortemot 1 800 sidor anteckningar kompletterade med tolv illustrerade kataloger över totalt 5 436 skinn, ben och kadaver. Kunskap, värderingar, tidsbegrepp – allt hade satts på sin spets. Darwins världsuppfattning var fundamentalt förändrad och hans tankar fyllda av frågor han inte kunde låta vara. Hade verkligen världen – livet och naturen – alltid sett likadan ut så som Bibeln och kristendomen anbefallde? Vart hade i så fall det hav han sett resterna av högt bland bergstopparna i de chilenska Anderna tagit vägen? Var fanns i så fall de otaliga mystiska djur och växter vilka han funnit lämningar av men som han inte för sin värld kunde erinra sig någonsin ha sett förekomma levande någonstans? Och hur kom det sig egentligen att världens flora och fauna, även om den i grund och botten kunde te sig ganska lik, var så tydligt anpassad till just precis den natur och miljö den var en del av?

Skulle det möjligtvis kunna vara

så att planeten Jorden i själva verket var i allra högsta grad föränderlig? Att naturen ibland eller kanske till och med kontinuerligt bytte skepnad och att livet utvecklades – tvunget anpassades – i enlighet med dessa förändringar? Skulle inte detta då innebära att allt liv rent faktiskt hade ett och samma ursprung? Att det kanske inte fanns någon förutbestämd, allsmäktig plan med livet på jorden, att det kanske inte fanns någon Gud och att vår historia såväl som vår framtid i själva verket var helt oförutsägbart?

Visserligen hade den mest extrema viktorianska konservatismen fått ge vika i Storbritannien under de år han varit borta, men den här sortens tankar och idéer var fortfarande extremt radikala och Darwin gjorde – nog rättmätigt – bedömningen att det var bäst att hålla dem för sig själv ett litet tag till, åtminstone tills det att han själv var säkrare på sin sak.

Under de två följande decennierna såg Darwin till att skaffa sig den respekt han visste att han snart skulle komma att behöva. Genom att snabbt publicera de texter han författat under sin resa spred sig strax hans smått unika berättelser tillsammans med hans namn över stora delar av världen och han var snart en vida känd person i såväl vetenskapliga som rent allmänna kretsar. Detta alltmedan han själv, målmedvetet och i princip isolerad från omvärlden, ostört arbetade vidare med sina teorier.

Han kom att spendera veckor studerandes orangutanger på Londons Zoo. Deras människolika beteende var för Darwin så nära ett bevis på teorin om alltings gemensamma ursprung man kunde komma. Han tillbringade månader tillsammans med hunduppfödare och iakttog hur de generationsvis, kontrollerat förändrade sina djurs karaktärsdrag och beteende genom att avla på individer med mer eller mindre avvikande men önskvärda egenskaper. Detta fick honom att inse vikten av naturliga avvikelser hos individer inom en art för utvecklingen av densamma.

Efter att ha läst Thomas Robert Malthus *An Essay on the Principle of Population* föll så den sista men kanske också viktigaste pusselbiten på plats. Darwin tyckte sig då äntligen se och förstå vad det var för kraft som egentligen drev livets utveckling framåt, vad som faktiskt tvingade fram förändring bland arter; naturligt urval, konkurrens individer emellan – *survival of the fittest*.

Mot slutet av 1850-talet hade Darwins rykte, status och respekt nått höga höjder över stora delar av Europa. Samtidigt hade det brittiska samhället blivit mycket mer stabilt och statsskicket närmade sig en meritokrati. Evolutionismen låg så smått i luften och efter att ha insett detta – att han riskerade att bli förbisprungen – publicerade Darwin så äntligen *On the Origin of Species* år 1859. Mänsklighetens syn på sig själv och sin omvärld skulle aldrig mer bli sig lik.

Det har nu gått tvåhundra år sedan Charles Darwin föddes. Hundrafemtio år har förflötit sedan det att han lade fram

sin teori. Det är onekligen så att det inte bara är naturvetenskapen som i grunden skakats om utan i själva verket har så gott som alla aspekter av mänskligheten påverkats, på gott och på ont. Traditionella värderingar har ifrågasatts, socialt grundläggande moraliska och etiska principer utmanats, ekonomiska och politiska system utvecklats och hela samhällen kommit att styras av vad vissa valt att kalla *socialdarwinism* – en slags sociopolitisk tillämpning.

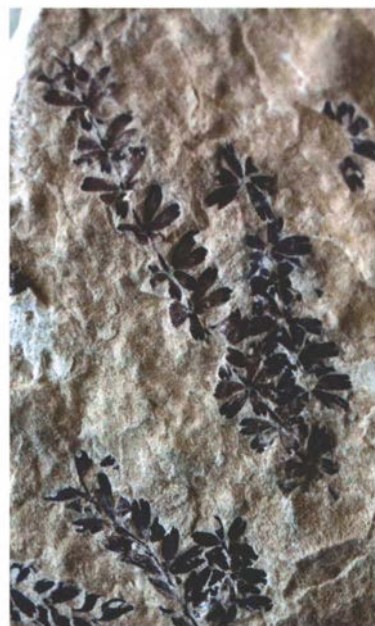


Bild till höger: Fossil växt. Foto: Dora Pete.

Nedre bilden: Fossila dinosauriesteg i Sousa Paraiba, Brasilien. Foto: Alecsandro Ferreira Melo.





Målningen av Conrad Martens visar HMS Beagle utanför Eldslandet, Sydamerika. "Patagoniens geologi är mycket intressant. Utmed kusten sträcker sig en väldig tertiär avlagring, innehållande skal av mollusker, vilka sannolikt alla är utdöda. De vanligaste skalet tillhör en jättelik ostra, som ibland är tre decimeter i diameter." – **Ur Charles Darwins Resa kring jorden. (A naturalist's voyage around the world).**

ing av den naturvetenskapliga evolutionsteorin, där samhällets utveckling anses ske genom utslagning av "svaga" och där klasskillnader och fattigdom ses som något nödvändigt. I sina mer extrema former har socialdarwinismen använts för att berättiga diskriminerande raspolitik och faktiska folk mord. Så var fallet i Rwanda under inbördeskriget och så var fallet i nazityskland under andra världskriget. Var detta då vad Darwin egentligen ville och menade? Var det den här typen av effekter han såg framför sig och önskade sig alla år han kämpade med att få ihop sina hypoteser till en hållbar, vetenskaplig teori? Utan alltför större tvivel är svaren på dessa frågor nej, absolut inte.

Det är i själva verket så gott som allmänt accepterat att en av Darwins allra främsta drivkrafter, förutom hans nyfikenhet, var hans avsky mot alla former av diskriminering, orättvisa och förtryck och hans önskan att lägga band på de människor och de system som rättfärdigade den här typen av handlingar genom att bevisa att vi alla faktiskt hade samma ursprung, och att vi alla på så vis var precis lika mycket värda. Att det var hans önskan att få folk att ifrågasätta rådande dogmer som förespråkade alltings planerade ordning och vissa människors

världsliga överlägsenhet som fick honom att, väl på spåren, så outtröttligt och systematiskt fortsätta sina efterforskningar. Att hans livsverk därför i upprepade fall har kommit att tillämpas i precis motsatta syften är därför oändligt olyckligt och egentligen tämligen absurt.

Darwins geniala teori är och har alltid varit en helt och hållet vetenskaplig – biologisk – sådan. Att därför tillämpa den i sociala, politiska och ekonomiska system i syftet att rättfärdiga så diskriminerande, så rasistiska, avskyvärda och så helt ovetenskapliga handlingar som selektivt utrotande av vissa grupper av människor är således inte bara ett regelrätt missbruk av en av de mest geniala idéer någon någonsin fått utan faktiskt även helt ologiskt och befängt. Som en vis man en gång sa "The only real connection between Darwinism and Social Darwinism is the name". Inte desto mindre utgör Darwin och hans unika forskningsgärning det kanske mest slående exemplet på och beviset för naturvetenskapens enorma kraft att förändra vår världsuppfattning, våra värderingar och våra handlingar.

MARIA ÅKESSON är masterstudent vid Geologiska institutionen, Lunds universitet.

Evolut

TEXT Per Arne Bjørkum har skrivit texten på norska. Artikeln har tidigare i år varit publicerad i den norska populärvetenskapliga tidskriften GEO. Geologiskt forum väljer här att publicera artikeln på sitt originalspråk.

Ideen om at livsformene hadde utviklet seg var gammelt nytt da Charles Darwin (1809–1882) publiserte sin teori (*Om artenes opprinnelse*, 1859; *On the Origin of Species By Means of Natural Selection*). Over to tusen år tidligere hadde den greske filosofen **Anaksimander** (611–545 f.Kr.) foreslått at det hadde foregått en utvikling fra primitive til mer avanserte organismer. Han mente at livet oppstod i havet, og da dette sank, strandet noen dyr og utviklet lunger. Fordi mennesket er så hjelpeløst ved fødselen, og det tar så lang tid å bli selvstendig, mente han imidlertid at mennesket ikke kunne ha utviklet seg på denne måten. Vi ville dødd på stranden.

Fra "det enkle til det mer kompliserte"

Systematiske studier av dyr og artsklassifisering (taksonomi) er en viktig forutsetning for utviklingslæren. Dette fagfeltet startet med **Aristoteles** (384–322 f.Kr.). Han etablerte et system og klassifiserte for eksempel delfinene og hvalene sammen med landdyrene. Her var han foran mange andre.

Helt frem til slutten av middelalderen (ca. 1500 e.Kr.) ble hval og delfiner fortsatt regnet som fisk. Han beskrev også de indre organene til hele 110 ulike dyr og foretok nøyaktige observasjoner og

ionsteorin

Genom flere tusen år har filosofer og forskere funderat over livets utveckling. Etter drygt 20 års intensive studier blev Charles Darwin år 1859 den første som kunde presentera en enhetlig teori.

nedtegnelser som imponerer selv den dag i dag. Aristoteles utførte også detaljerte studier av fosterutvikling (embryologi) hos fugler ved å åpne fugleegg og observere utviklingen som funksjon av tid. Han skriver at etter tre dager «oppstår hjertet som en liten samling blod i det hvite egget» og fortsetter «når eggene nå er ti dager gamle, er fuglen og alle dens deler klart synlige» (*History of Animals*). Han dissekerte også øynene til fugler.

Aristoteles klassifiserte materien etter økende grad av kompleksitet, noe som bl.a. førte til at planteriket og dyreriket var rangert høyere enn den døde materien. Over alt dette stod mennesket. Men for Aristoteles kunne livsformene ikke gå over fra den ene til den andre. Det var ikke fordi han ikke hadde hørt om ideen. Den greske filosofen **Empedokles** (ca. 495–435 f.Kr.) som Aristoteles kjente til, og som levde over 100 år før Aristoteles, hadde lansert en idé om utvikling av livsformene fra det enkle (planter) til det mer kompliserte (dyr). På mange måter var Empedokles inne på tanker som er forenlige med Darwins evolusjonsteori. Empedokles hevdet til og med at de fleste arter som dannes går under fordi de ikke er levedyktige.

Aristoteles var en viktig kilde for studiet av dyr til langt ut på 1800-tallet. Darwin uttalte etter å ha

leste et av Aristoteles sine arbeider om dyr (*Parts of Animals*), at «Det er ikke ofte jeg har lest noe som interesserer meg så mye, og jeg er ikke ferdig med mer en fjerdedel av boka».

En arbeid som naturalist

Darwin var påvirket av engelskmannen **John Ray** (1627–1705), en av 1600-tallets dyktigste, men for de fleste ukjente, naturvitenskapsmenn. Det var Ray som innførte begrepet art («species») i 1682. «Species» kommer fra det latinske ordet *specere*, som betyr «å se på» eller «å se». Darwin adopterte dette ordet.

Ray utviklet et klassifikasjonssystem basert på visse felles trekk (som man kunne se) og som kunne reproducere seg til nye individer lik seg selv. Ray gjorde også mye av arbeidet som førte til en avhandling om fugler (*Ornithology*, 1677) og gjorde så å si alt arbeidet som førte til en avhandling om fisker (*History of Fishes*, 1686). Ray beskrev også hele 16.800 ulike planter som ble gitt ut i en serie på tre volum (*History of Plants*, 1686, 1688 og 1704) under sitt eget navn. Endelig så etablerte han det samme klassifiseringssystemet for planter og dyr (1693).

Ray mente at enhver art var fast og ikke varierte fra generasjon til generasjon, og at en art ikke

kunne utvikle seg til en annen. Men som han skrev: «Selv om dette fellestrekket ved arter er nokså konstant, er det ikke uforanderlig og sikkert.» Han åpnet derfor for utvikling av livsformer. Han var også klar over at dyrearter kunne opphøre å eksistere, og at fossiler er eksempler på slike utdøde dyrearter.

Noen tidlige tanker

Ray hadde fått denne innsikten om fossiler og hva de representerte fra sin samtidige **Robert Hooke** (1635–1703), også han naturvitenskapsmann. Ved hjelp av et mikroskop, som han selv hadde laget, kom han i 1665 svært nær det moderne synet på fossiler og hvordan de dannes. Han kom frem til at ammonitter var rester av sjødyr som lignet dagens blekkspruter. Hans forklaring på at marine fossiler ble funnet flere tusen meter over havet var at «det som har vært hav var nå land», og han mente at summen av mange jordskjelv kunne være forklaring på hevingen. Han var også av den oppfatning at landmassene på jorda flyttet på seg og at England «noen ganger har vært på havets bunn» og befunnet seg der varme land befinner seg i dag.

Hooke, som var overbevist om at fossiler opprinnelig hadde vært planter eller dyr, og ikke bare noe som lignet, konkluderte med at et

fossilt trestykke hadde «blitt lagt ned på et sted der det hadde sugd til seg forsteinende vann», slik at det ble «impregneret med stein og jord partikler». Og om livsformene hadde han en klar oppfatning av at noen arter hadde dødd ut og at noen av de som levde nå ikke var til stede fra starten av. Han mente endog at tidligere versjoner av noen arter kunne ha vært så forskjellig fra dagens at vi ikke ville gjenkjenne dem som tilhørende samme art. Forklaringen på forskjellene var i følge Hooke at varierende «klimatiske forhold og næring» som krevde andre egenskaper. Her er han farlig nær Drawins forklaring. Men for Hooke var dette bare en av hans mange interesser, og den ble ikke fulgt opp. Ikke av noen andre heller. Tiden var ennå ikke moden, og hans bidrag var ukjent da temaet dukket opp igjen på slutten av 1700-tallet. Darwin kjente heller ikke til Hookes ideer.

Inspirert av en geolog

Darwin, som i utgangspunktet var interessert i geologi, ble biolog ved en tilfældighet. Den faglige karrieren som biolog startet nemlig da han ble med på den femårige reisen (1831–1836) med Beagle. Darwin var ikke sjøvant, og var mer meller mindre konstant sjøsyk de 533 dagene han var om bord på skipet. Det var også trangt om plassen. I alt 74 andre menn var med på det lille skipet.

Darwin ble med på turen fordi kapteinen ville ha selskap med en intellektuell på samme alder (Darwin var da 22 år) og som kom fra samme samfunnsklasse. Darwin måtte imidlertid betale 500£ for å være med. I tillegg måtte han betale for alt utstyret og alle bøkene han trengte for sine studier underveis.

På turen var han i følge eget utsagn en samler, ikke biolog. Og heller ingen evolusjonist. Men samlet gjorde han. Og så tenkte og leste han mye. Og etter hvert dreide det seg om evolusjon. Han var spesielt inspirert av den engelske geologen **Charles Lyell** (1797–1875). Darwin hadde kjøpt første bind av hans trebinds *Principles of Geology* (1830–33). Der kunne han lese om at de ytre betingelsene (for eksempel endringer i klima og geologiske forhold) kunne bidra til at dyrearter utviklet seg, at samme klima og ytre betingelser kunne føre til ulik utvikling av livsformene hvis områdene var atskilte, og at noen dyrearter eller plantearter kunne dø ut. Lyell hadde en klar oppfatning av at noen dyrearter døde ut, og at nye kom til. Men han hadde ikke noen forklaringsmodell for *hvordan* nye arter kunne oppstå.

Lyell så heller ikke for seg at de nye dyreartene kom til via endringer av arter som eksisterte. Nye arter måtte derfor, hvis man skal ta Lyell på ordet, oppstå fra «intet». Til tross for at Lyells teori hadde åpenbare mangler, var det inspirasjon og lærdom å hente for Darwin gjennom å lese ham.

Da de kom til Galapagos-øyene fikk Darwin observere en miniatyrtutgave av det Lyell hadde beskrevet. Han la merke til at ellers tilsynelatende like fugler hadde ulike type nebb. På en øy var de tykke og kraftige og på en annen tynne og lange. Etter at han kom hjem, og fått fastslått at de tilhørte samme

fugleart, kom han på ideen om at fuglearten hadde utviklet seg ved å tilpasse seg den ulike føden de hadde tilgang til. Og her var nøkkelen til han teori, og som skulle bli hans bidrag til evolusjonslæren: at en og samme dyreart utviklet seg i pakt med de naturlige forutsetningene

En kamp mellom individer

Det Lyell og andre hadde beskrevet var at det var en kamp mellom *ulike* dyrearter. Kampen for å overleve ble sett på som en kamp mellom arter. Det kunne forklare hvorfor noen arter døde ut, men ikke hvordan nye arter oppstod. Darwin fant en mulig løsning. Han innså at den kampen som artene førte seg i mellom også forgikk innenfor én og samme art ved at individene måtte kjempe om både maten og formering. Ikke alle levde imidlertid opp og fikk formere seg. Derfor forekom utvikling (tilpasning) innenfor en og samme art. Det er Darwins enkle og geniale ide. Som vi har sett, var Hooke inne på noe av det samme.

Darwin fikk ideen til sin teori om det *naturlige utvalg gjennom konkurranse* mens han, mest for moro skyld, i september 1838, leste Malthus' befolkningslære (*Essay on Population*) fra 1798. Der kunne han lese om menneskeartens interne kamp for å overleve og å formere seg. I sine memoarer skrev Darwin at «her har jeg endelig en teori å arbeide etter». Han tenkte at den konkurransen som menneskene opplevde i sin kamp om mat også gjaldt for dyrene, og at denne konkurransen ville føre til at de som *innenfor arten* var best skikket, ville overleve i kampen (på de andres bekostning). Hans første nedtegnelser om dette var i 1839 (notatet er udatert så det er litt usikkerhet om året). Men han var ikke rede til å gå ut offentlig med det. Det skulle gå hele 20 år før det skjedde. Og da var det i form av et utvidet utdrag, en populærfaglig fremstilling som gjorde den lett og interessant å lese. Han fikk aldri tid til å gi ut den mer vitenskapelige versjonen. Helsen hans ble svært dårlig etter hjemturen fra reisen med Beagle – han kunne bli sengeliggende og ute av stand til å jobbe i flere måneder i strekk – og det gjorde at han aldri fikk fullført planene om et vitenskapelig verk.

Det unormale blir normalt

For Darwin var ikke utviklingen noe som ble styrt innenfra organismen(e) gjennom en programmert og *ment* utvikling. Evolusjonen var styrt av ytre omstendigheter, dvs. det hele ble regulert av noe tilfeldig (ettersom de ytre betingelsene ikke var styrt av organismene selv).

De ytre betingelsene hadde imidlertid ikke innvirkning på individene *mens* de levde, slik hans bestefar hadde hevdet, og som den franske naturvitenskapsmannen **Jean-Baptiste Lamarck** (1744–1829) hevdet i to bøker som kom ut i henholdsvis 1809 og 1815. Han mente at det dyrene lærte seg og erfarte mens de levde, gikk i arv til neste generasjon, og at hvis man kappet halen av ei mus, ville neste generasjon arve denne kroppsformen.

De ytre betingelsene sørget, ifølge Darwin, bare for utvelgelse av individer med de rette egenskapene, slik at de egenskapene som var best tilpasset miljøet, etter hvert kom til å dominere. Darwins teori redegjorde altså for hvordan noe unormalt - leve-dyktige *mutanter* – også omtalt som «håpefulle monstre» - kunne bli normale. Han forklarte hvordan arten utviklet seg, og som derfor til slutt (tilsynelatende) kunne ende opp som nye arter.

Aksept etter lang tid

Med Darwin ble *biologi* til noe mer enn en samling av fakta. Den ble med ett en organisert vitenskap som kunne støtte seg på en overordnet teori (om utvikling). Han unnlot bevisst å nevne menneskets utvikling i sin første bok (*Om artenes opprinnelse*), men det var klart for alle at det ganske sikkert var tilfellet for menneskene også. Da han publiserte *Menneskets avstammning* (1871), var konklusjonen allerede et faktum. Likheter mellom mennesket og sjimpansen var for øvrig blitt grundig dokumentert allerede på slutten av 1600-tallet av **Edward Tyson** (1651–1708) som i en omfattende studium listet opp 48 anatomiske likheter (og 34 ulikheter). Han konkluderte med at «stemmebåndene og hjernen til sjimpansen lignet slik på menneskets» at han ikke kunne skjønne hvorfor de ikke også kunne resonnerer slik vi kunne. Da Darwins



Darwin i 1855. Dette var fire år før hovedverket hans ble utgitt, men mer enn 15 år etter at han kom på ideen om evolusjon.

bok kom ut, var det imidlertid ikke mange som kjente til Tysons arbeid.

Darwinismen fikk etter hvert status som den ubestridte teori for utvikling av livsformer. Men det tok lang tid. På slutten av 1800-tallet hadde darwinismen få tilhengere. Paradoksalt nok hadde Lamarcks teori fått fornyet popularitet, delvis på grunn av Darwin selv.

I de mange nye og reviderte utgavene av *Om artenes opprinnelse* nedtonet Darwin nemlig betydningen av mekanismen om «naturlige utvalg» og åpnet for en mekanisme der de ytre betingelsene på en eller annen (dårlig forklart) måte klarte å jobbe seg inn i cellene til organismene mens de levde, og på den måte bidra til en slags tilpasning til det ytre miljø. Denne nye egenskapen gikk så i arv til neste generasjon. Dette lød som en slags lamarckisme, men var en fremprovosert revisjon. Darwin tok seg veldig nær av den kritikken han ble utsatt for, og forsøkte å komme kritikerne i møte ved å inngå det vi kan karakterisere som kompromisser. Dødsstøtet mot lamarckismen kom i løpet av 1920-tallet. Men først 20 år senere var darwinismen tilnærmet enerådende. Det er derfor Darwins opprinnelige utgave av *Om artenes opprinnelse* vi nå forholder oss til.

Det man kan lære av dette, er at man bør ikke inngå *kompromisser* i vitenskap. Da er man med på å skape «teoretiske mutanter» som ikke vil «klare seg».

Darwin har i dag en status innenfor biologi som Newton i sin tid hadde innenfor fysikk.

Populær bok

Det var (selvfølgelig) ikke lett for Darwin å få utgitt boken. Det var ikke lett å finne en utgiver som var modig nok. Han som hadde utgitt beretningen om Darwins reise med Beagle fra 1831 til 1836, ville ikke utgi denne boken.

Utgiveren Darwin kontaktet, søkte råd hos andre, og ett av rådene gikk ut på at Darwin heller burde skrive en bok om duer (Darwin hadde gjort noen meget detaljerte observasjoner om duer). Darwin avslo dette tilbudet.

Gjennom venner fikk imidlertid Darwin til slutt overtalt en kjent forlegger til å utgi boken. Forleggeren sa seg til og med villig til å utgi den før han hadde lest manuskriptet. Han stolte på Lyell, som selv ikke fullt ut støttet Darwin, men som allikevel anbefalte den på det sterkeste og garanterte at den ikke var blasfemisk. Det første opplaget, som var planlagt til 500, ble like før trykking økt til 1250. Det ble en bestselger, og nye opplag måtte lages med en gang. På mindre enn 20 år ble det solgt ikke mindre enn 16.000 eksemplarer, en uhørt salgssuksess for fagbøker den gangen. Darwin tjente godt også på boken. Han fikk en avtale om å få hele 2/3 av fortjenesten.

Motstand fra Kirken

Darwins teori var en utfordring for Kirken. Darwin trengte ikke Gud. Dyrene var ikke skapt av Gud, men hadde utviklet seg fra enklere til det mer kompliserte.

Uten noen formål eller mening. Det betydde at menneskene ikke var skapt til Guds bilde slik Bibelen sier.

En av de mest populære historiene om motstanden mot Darwin er fra et konfronterende møte som fant sted i 1860 i Oxford, der Darwin selv forøvrig ikke var til stede. Biologen **Thomas Huxley** (1825-1895), Darwins sterke forvarer, ble i følge historien i kampens hete spurt av biskop **Samuel Wilberforce** (1805-1873) om det var «via sin bestemor eller sin bestefar at han hevdet å stamme fra apene?». Huxley svarte at han «ikke ville skjemmes av å stamme fra en ape, men fra en person som bruker sine evner til å hindre sannheten i å komme frem».

Motstanderne av Darwins teori blir fremstilt som uskolerte og lite seriøse. Det stemmer imidlertid ikke. Hovedopponenten, Wilberforce, var en skolert person med glimrende eksamener i matematikk fra Oxford. I en omtale av *Om artenes opprinnelse* hadde han akseptert prinsippet om *naturlig utvalg* som forklaring på variasjonen innenfor en art. Men Wilberforce kunne ikke se at Darwin hadde kommet med en troverdig forklaring på hvordan nye arter oppstår. Det var en relevant innvending, og Darwin skrev at denne omtalen som «uvanlig dyktig» og at den «får frem alle vanskelighetene på en flott måte.» Rett nok påpeker Darwin at omtalen er «full av feil», men innrømmer at «biskopen treffer meg godt». Darwin tar noen av hans innvendinger på alvor og innarbeider dem i senere utgaver av sin bestselger.

Naturvitenskapelige teorier kan ikke bevises

Darwins teori om evolusjon har de siste 150 årene skapt en del konflikter mellom Kirken og vitenskapen. Noe av diskusjonen går på om man skal kunne omtale teorien som en endelig avgjort (bevist) lære eller som en teori.

I et vitenskapsteoretisk perspektiv er det en teori. Og den er derfor, som alle andre teorier om naturen, ikke bevist. Darwin understreket at teorien han la frem var basert på indisier. Bevis tilhører formalvitenskapene matematikk og logikk. Vitenskapelige teorier om naturen kan aldri bevises. Det norske språket lurer oss litt her. Det engelske ordet "evidence" blir til norsk oversatt med bevis, men det er ikke rett. Det engelske språket bruker "proof" for det som er bevis, "evidence" er noe som støtter opp under en teori.

At noen utfordrer Darwins teori provoserer mange, men det må vi akseptere. Det er slik vitenskapen er. Det er alle forskeres plikt til å være kritiske til enhver teori. Ikke minst de teorier som har fått status som rådende.

PER ARNE BJØRKUM er dekanus ved den teknisk-naturvitenskapelige fakulteten ved universitetet i Stavanger, Norge.



DARWIN tillbringade fem veckor på Galapagosöarna i Stilla havet, 100 mil väster om Ecuadors fastland. Det var år 1835 och september. På morgonen den 17 september steg han iland på Chathamön. *"Ingenting kunde vara mindre inbjudande än första anblicken av denna ö. Marken är som ett enda fält av svart, basaltartad lava, vars yta stelnat i djärva vågor och här och där genomsätts av stora sprickor. Ytan är bevuxen av med dvärgartade, av solen förbrända buskar."*

Darwins studier på Galapagosöarna kom att få betydelse. Darwin noterade att det fanns trettion arter finkar och det fanns olika typer på olika öar; finkarna hade utvecklat olika näbbar och födopreferenser. Elefantköldpaddornas sköldar hade också olika former, varierande mellan öarna. Många växtarter levde på en eller två öar men saknades på andra, trots samma förutsättningar. Organismerna anpassade sig med andra ord mer sofistikerat till miljön än vetenskapen dittills hade noterat. Bildtext: Anna Kim-Andersson. Foto: Michele Cooper.



Kalcit-kristaller från Oskarshamn som visar upp flera olika kristallformer. Bilderna är tagna med ett svepelektronmikroskop.

Genom att studera sprickmineral kan forskarna avslöja bergets historia. Här presenteras fallstudier från Forsmark och Oskarshamn.

TEXT OCH FOTO Björn Sandström, Henrik Drake och Eva-Lena Tullborg

Genom att studera mineral som fällt ut i sprickor i berggrunden går det att ta reda på när berget spruckit upp och när sprickor reaktiverats så att vätskor kunnat cirkulera i berget. Analyser av sprickmineralen kan också berätta om vilka förhållanden som rådde i berget vid dessa händelser. En begränsning med sprickmineralogiska undersökningar är att det bara går att se spår av händelser som resulterat i utfällning av mineral. Perioder då omätade lösningar cirkulerat i sprickorna – eller i värsta fall perioder med kraftigt undermåttade lösningar som löst upp äldre mineral – gör att man inte kan förvänta sig att sprickmineralen representerar ett fullständigt register av alla händelser som inneburit cirkulation av grundvatten eller andra lösningar i ett område.

Men genom att studera hur sprickor med olika sprickmineral korsar varandra går det att ta fram en relativ kronologisk sekvens av olika generationer av sprickmineral. Utifrån dessa sekvenser kan prover väljas ut för vidare analys med olika metoder. I våra studier i Forsmark och Oskarshamn har lågtemperatur-kalifältspat (adularia) och muskovit valts ut för radiometrisk datering med hjälp av $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ -metoden. Vidare har sprickmineral som kalcit, pyrit, asfaltit, baryt och gips analyserats med avseende på förhållandet mellan stabila isotoper av syre, kol och svavel. Denna typ av analyser kan ge information om vilka förhållanden som rådde då mineralen fölls ut i sprickan, såsom temperatur, varifrån kolet kom (från organiskt material eller från det omgivande berget) och om det varit mikroorganismer närvarande.

STUDIER AV SPRICKOR I SVENSK BERGGRUND

En stabil berggrund är en viktig förutsättning för lokaliseringen av ett slutförvar. Berggrunden i Forsmark och Oskarshamn har mellan 2002 och 2008 undersökts med avseende på exempelvis stabilitet, inför valet av en plats där ett slutförvar av använt kärnbränsle kan komma att byggas. Undersökningarna har genomförts av Svensk Kärnbränslehantering AB och har omfattat provborrningar ner till cirka en kilometers djup i det kristallina berget.

Två doktorsavhandlingar i geologi som behandlar berggrundens lågtemperaturutveckling ($<500^\circ\text{C}$) i de båda områdena har nyligen lagts fram vid institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet:

Björn Sandström har undersökt sprickmineral och sidobergsomvandling i borkärnor från platsundersökningarna i Forsmark.

Henrik Drake har gjort liknande studier av borkärnor från platsundersökningarna i Oskarshamn (Laxemar-Simpevarp). Forskningen har finansierats av SKB och institutionen för geovetenskaper vid Göteborgs universitet.

I både Forsmark och Oskarshamn domineras berggrunden av intrusiva bergarter bildade under paleoproterozikum, i Forsmark granitisk till grandedioritisk gnejs bildad för cirka 1,89 till 1,87 miljarder år sedan och i Oskarshamn granit till kvarts-monzodiorit bildad för cirka 1,80 miljarder år sedan. Metamorfos och deformation av berggrunden i Forsmark skedde under den svekokareliska bergskedjebildningen för mer än 1,85 miljarder år sedan. Vid slutet av denna bergskedjebildning skedde troligen deformation längs zoner i både Forsmark och Oskarshamn och myloniter och kataklasiter läkta med bland annat epidot, kvarts, muskovit (bara i Oskarshamn) och klorit bildades. Exakt när dessa strukturer bildades och om deformationen på de båda platserna är relaterad har inte kunnat bestämmas men en ålder på strukturer nära 1,7 till 1,8 miljarder år har föreslagits på båda platserna. För 1,45 till 1,44 miljarder år sedan intruderades berggrunden i Oskarshamn av Götemar- och Uthammargraniterna. I samband med detta cirkulerade varma lösningar i sprickorna i berget och stora mängder sprickmineral fälldes ut såsom kvarts, epidot, klorit, kalcit, pyrit, muskovit, adularia, prehnit och laumontit. Utfällning av mineral skedde till stor del i äldre, redan existerande sprickor.

För mellan 1140 och 940 miljoner år sedan omarbetades och veckades stora delar av berggrunden i sydvästra Skandinavien under den svekonorvegiska bergskedjebildningen då den Baltiska skölden krockade med Laurentia (Nordamerika). Vi har nu kunnat påvisa att även berggrunden i östra Sverige påverkades under denna period. I Forsmark bildades sprickor och äldre sprickor reaktiverades för cirka 1 100–1 030 miljoner år sedan samtidigt som hydrotermala lösningar med en temperatur på ungefär 200°C cirkulerade och mineral som adularia, albit, prehnit, laumontit, klorit och kalcit bildades i sprickorna. Liknande cirkulation av lösningar med samma temperatur och utfällning av kalcit, adularia, laumontit, klorit, kvarts och illit för cirka 990 miljoner år sedan har kunnat påvisas i Oskarshamnsområdet. Den vanligtvis vita kalcium-zeoliten laumontit är i båda områdena ofta rödfärgad då den innehåller mikroskopiska korn av hematit.

För mellan 510 och 400 miljoner år sedan, under paleozoikum, kolliderade återigen den baltiska skölden med Laurentia vid den kaledonska bergskedjebildningen då bland annat de skandinaviska fjällen bildades. Berggrunden i östra Sverige var under denna period täckt av kambrosiluriska sediment och erosionsmaterialet från kaledoniderna avlagrades under de efterföljande årmiljonerna över dessa i en förlandsbassäng. Den maximala mäktigheten på dessa sediment har uppskattats till cirka 2 kilometer i Forsmarksområdet och mellan 2,5 och 4 kilometer i Oskarshamnsområdet. I samband med den kaledonska bergskedjebildningen och/eller utvecklandet av förlandsbassängen skedde en betydande reaktivering av sprickor men också nybildning av sprickor i båda områdena. Vi har kunnat visa att vatten av brine-typ (salt-

halter på upp till 20-25 viktprocent) med ett ursprung i de då ovanliggande sedimenten, trängde ner i berget under denna period. Vattnet förde med sig organiskt material vilket vi kunnat visa, bland annat genom att mäta andelen av den stabila isotopen kol-13 i kalcit. Det organiska materialet konsumerades av bakterier i spricksystemen och deltog i reduktion av sulfat. Detta ledde till omfattande utfällning av kalcit och pyrit i sprickorna. I Forsmark hittar man fortfarande spår av det organiska materialet i form av asfaltit (oljeliknande substans) i sprickor i de översta 150 metrarna av berggrunden. I Forsmark bildades under denna period framför allt kalcit, kvarts och pyrit tillsammans med mindre mängder asfaltit, korrensit (lermineral), analcim (natrium-zeolit), adularia, fluorit och blyglans. I Oskarshamn dominerar mineralen kalcit, klorit, fluorit, hematit, kvarts, pyrit, baryt, gips, korrensit, apofyllit, harmotom och REE-karbonat. Temperaturen på de lösningar som avsatte mineral under denna period var runt 60°–190°C, de högre temperaturerna var vanligare i Oskarshamnsområdet.

De yngsta sprickmineralen återfinns i vattenförande och ytnära sprickor. Det är oklart när dessa mineral har fällt ut och det är möjligt att det skett vid olika episoder från sent paleozoikum ända fram tills idag. Mineral som fällt ut är framförallt lermineral och kalcit tillsammans med små mängder pyrit och götit. Utfällning av dessa, potentiellt unga, mineral har framförallt skett i gamla, sedan länge existerande, sprickor och sprickzoner i berget även om en mindre del subhorisontella sprickor, framför allt i de övre delarna av berggrunden, kan ha bildats senare vid till exempel tryckavlastning efter de sista istiderna.

Resultaten visar att berggrunden i både Forsmark och Oskarshamn, även ur ett geologiskt tidsperspektiv, är mycket stabil. De flesta sprickorna bildades för mer än 1 000 miljoner år sedan. Reaktivering och viss nybildning av sprickor har också skett under senare perioder (paleozoikum). Utfällningar av sprickmineral i de vattenförande sprickorna sker fortfarande om än i blygsam skala, framför allt i äldre spricksystem. Nybildning av sprickor under kvartärtiden verkar ha varit mycket liten och till största delen begränsad till de översta delarna av berggrunden.

Vår forskning har visat att det finns stora likheter mellan hur berggrunden i Forsmark och Oskarshamn reagerat på större händelser i den fennoskandiska sköldens geologiska utveckling. Båda områdena har en avkylningshistoria som gjorde att berget började uppföra sig sprött redan under paleoproterozoikum (för någon gång mellan 1,6 och 1,8 miljarder år sedan) vilket har visats i en avhandling av Pia Söderlund (2008). I båda områdena ser vi spår av semiduktill deformation som troligen ägde rum ungefär samtidigt som berget började reagera sprött vid deformation. Vi ser också influenser från både den svekonorvegiska och den kaledonska bergskedjebildningen även om följderna av dessa händelser ser lite olika ut i de olika områdena. Sådana skillnader är vad man kan

fövänta sig då uppsprickning och reaktivering av äldre sprickor förväntas ta sig olika uttryck beroende på den lokala geologin. Exempelvis kan skillnaderna bero på stora regionala strukturer och dess orientering som gjort att stresssituationen vid en tidpunkt kunnat orsaka sprickor i Forsmark för att senare skifta och orsaka uppsprickning i Oskarshamn. Under den kaledonska bergskedjebildningen under paleozoikum kan Oskarshamnsområdet vid sidan av effekter från bildande av de skandinaviska kaledoniderna också influerats av bildandet av de nordtyska-polska kaledoniderna i söder. I Forsmark är det troligt att influenserna från de skandinaviska kaledoniderna dominerade helt. Vidare vet vi också att mäktigheten av den kaledonska förlandsbassängen var betydligt större i Oskarshamnsområdet än i Forsmark vilket ledde till högre temperaturer i den underliggande berggrunden i Oskarshamn under senare delen av Paleozoikum. Intrusionen av Göttemar- och Uthammargraniterna påverkade Oskarshamnsområdet påtagligt och stora mängder sprickmineral bildades i samband med att lösningar cirkulerade kring dessa intrusioner, någon liknande händelse finns inte i Forsmark.

Avslutningsvis vill vi framhålla att sprickmineral är en ofta förbisedd källa till information i områden med icke malmförande berggrund och vidare studier i andra områden skulle kunna bidra till ökad förståelse av den geologiska utvecklingen i den fennoskandiska skölden.

BJÖRN SANDSTRÖM är fil. dr. i geologi med inriktning mot mineralogi och petrologi och disputerade vid Göteborgs universitet i maj 2009 med avhandlingen "Fluid migration and brittle tectonothermal evolution in the central Fennoscandian Shield – Recorded by fracture minerals and wall rock alteration". Är nu konsult på WSP Sverige AB.

HENRIK DRAKE är fil. dr. i naturvetenskap med inriktning mot geologi och disputerade vid Göteborgs universitet i december 2008 med avhandlingen "Proterozoic to Quaternary events of fracture mineralisation and oxidation in SE Sweden". Är nu postdok vid Högskolan i Kalmar och konsult på Isochron Geoconsulting HB.

EVA-LENA TULLBORG är docent i berggrundsgeologi vid Göteborgs universitet och har varit aktiv som konsult i geokemi och mineralogi åt SKB under tre decennier. Arbetar på Terralogica AB.

Övre bilden: Kubisk pyrit-kristall som växt tillsammans med adularia på en sprickyta från Forsmark. Bilden är tagen med ett svepelektronmikroskop och skalstrecket är 200 mikrometer.

Mitten: REE-karbonat som har vuxit över kalcit på en sprickyta från Oskarshamn. Bilden är tagen med ett svepelektronmikroskop och skalstrecket är 200 mikrometer.

Nedre bilden: Aggregat av lermineralet korrensit på en sprickyta från Oskarshamn. Bilden är tagen med ett svepelektronmikroskop och skalstrecket är 200 mikrometer.



En paleontologisk

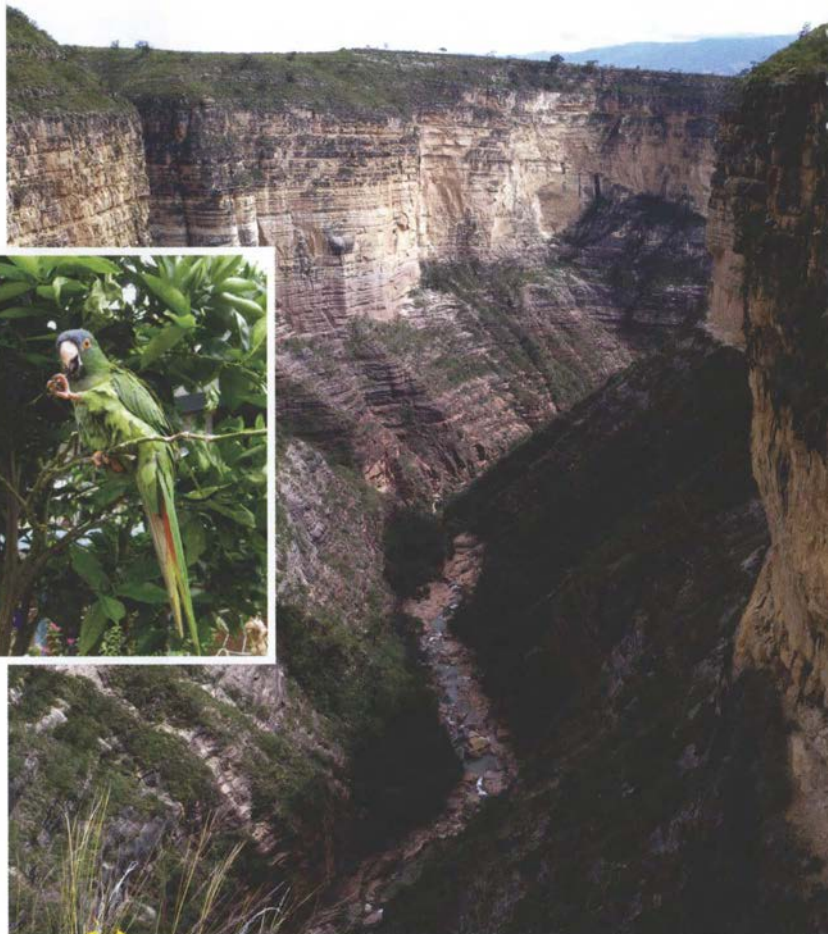
Nationalparken Toro Toro i Bolivia, med sitt karstlandskap – är som en paleontologisk juvel. Här har hittats ett mycket stort antal välbevarade växt- och djurfossil. Och här finns mer än 2 500 fotspår från dinosaurier i de senkretaceiska sedimenten.

TEXT och FOTO Vivi Vajda

I en dalgång i Anderna, på 2 500 meters höjd över havet, ligger Bolivias tredje största stad Cochabamba. Staden ligger vackert omgiven av snöklädda bergstoppar, varav den högsta är Tunari, 5 088 meter över havet. För en paleontolog lämpar sig staden utmärkt som basläger eftersom den ligger i ett geologiskt komplext område. Den mycket varierande geologin uppvisar marina ordoviciska och siluriska skiffrar, devonska fossilförande lerstenar samt kontinental kretaceiska sediment.

Målet är dock Toro Toro, en nationalpark i provinsen Charcas i landskapet Potosí som endast kan nås från staden Cochabamba. Toro Toro, som på Quechua (Inkaindienska) betyder lerslätt, är känd för sitt karstlandskap med otaliga grottor och för sina många, välbevarade dinosauriefotavtryck.

Expeditionen börjar med ett besök vid Cochabambas naturhistoriska museum *Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny*, namngivet efter den



Fotografiet är taget från kanten av Canyon de Toro Toro.

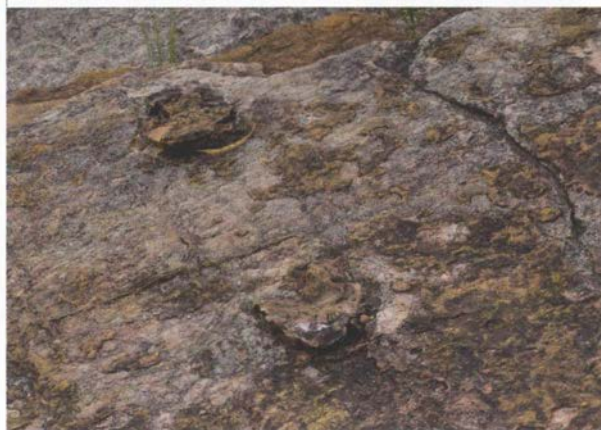
kände franske naturvetaren Alcide d'Orbigny (1802–1857) som under en expedition åren 1827–1833 tillbringade tid i Bolivia för att sedan beskriva landets geologi, flora och fauna. Museet innehåller imponerande samlingar av geologiskt, paleontologiskt och biologiskt värde och museets direktör Richardo Cespedes förser oss med kartor och goda råd inför avresan. Jag hyr en fyrhjulsdriven jeep tillsammans med kolleger från Cochabamba och i gryningen ger vi oss av mot Toro Toro.

Luften är klar och kylig då vi tar landsvägen österut och vi gör ett

stopp för att köpa proviant av de försäljare som redan håller på att packa upp sina varor inför lördagens marknad. Fantastiska vägsärningar med mäktiga, siluriska avlagringar susar förbi och jag får lägga band på mig för att inte falla för frestelsen och be föraren stanna. Det får bli vid ett senare tillfälle eftersom det gäller att nå fram till Toro Toro innan mörkrets inbrott, annat skulle vara livsfarligt med tanke på vägförhållandena.

Efter några timmars relativt behaglig resa på kullerstensbelagda vägar, tar vi paus i den

k pärla i Anderna



Övre bild: Vi registrerar oss på Nationalparkskontoret. Nedre bild: Tridactylt fotavtryck, troligen efter en theropod (rovdinosaurier).

vakra byn Anzaldo och efter en kopp starkt bolivienskt kaffe fortsätter vi färden mot vårt mål. Vi har nu tillryggelagt mer än hälften av de 140 kilometer som det är till Toro Toro och jag kan inte på något sätt förstå varför denna resa skulle ta ytterligare sex timmar. Vi passerar snart gränsen mellan landskapen Cochabamba och Potosí – samtidigt som vägen slutar förtjäna sitt namn och blir en knölig lerstensstig som slingrar sig längs branta, hisnande stup. Vi färdas längs en dalgång och nere i djupet rinner floden Caine. Det framstår som ett bördigt landskap med mycket majs- och

fruktodlingar och folk verkar leva relativt gott i dessa trakter. Naturen är betagande vacker och ordovicium, silur, devon och perm passerar revy. Jeepen besegrar en sista topp innan vi ser själva byn Toro Toro nere i dalgången. Husen med de röda taken breder ut sig i landskapet under oss.

Jag gör en visit på byns turistbyrå där vi alla registrerar oss och väntar på vår guide Mario Jaldin, innan vi checkar in på pensionatet, Lilys. Att ha en registrerad guide med sig ut i fält är ett krav, främst för att skydda fossil och arkeologiska lämningar men även för att garantera be-

sökarnas säkerhet. Efter en snabb middag ger vi oss av tillsammans med Mario för en tur i området för att, innan solen går ner, planera kommande dagars fältarbete.

Följande dagar tillbringar vi med att studera det fantastiska landskapets geologi, flora och fauna. Nationalparken Toro Toro täcker ett område på över 165 km² och omfattar flera klimatzoner med varmt tempererade, arida dalar, högre belägna områden med blandskog samt de karga höglänterna (Gobierno Municipal Toro Toro 2008). Nationalparken är en paleontologisk juvel och troligen Bolivias viktigaste paleontologiska tillgång med välbevarade paleozoiska och mesozoiska växt- och djurfossil vilka avspeglar områdets paleomiljö och evolution. Området är även känt för sina arkeologiska skatter med över 23 mycket intressanta arkeologiska lokaler.

En bergskedja sträcker sig genom nationalparken med djupa kanjoner, dalar och vattenfall. Området är ett Eldorado för grottforskare med ett tjugotal djupa grottor, varav Umalajanta med sina sju kilometer är den mest kända i landet. Grottan är belägen 2 850 meter över havet och undersöktes av en expedition 1966, sedan dess har Umajalanta och elva andra grottor studerats av internationella team av speleologer. Grotterna uppvisar fantastiska formationer av stalagmiter och stalaktiter och i de mörka sjöarna lever blinda, färglösa fiskar av släktet *Trichomycterus* vilka fått stor uppmärksamhet, främst av ekologer (Renno et al. 2007). Släktet omfattar flera arter, vilka är specialanpassade för underjordiska förhållanden och arten *Trichomycterus chaberti* är endemisk för grottsystemet Umajalanta.

Den största attraktionen i nationalparken är dock de otaliga dinosauriefotavtryck vilka förekommer i de senkreta-

ceiska sedimenten. Sedan de första beskrivna exemplaren 1968, har 2 500 spår registrerats och dessa kan mycket väl mäta sig med de mer kända exemplaren från Colorado i USA.

Fotavtrycken representerar hela dinosauriefauor med sauropoder, ankylosaurier, hadrosaurier och raptorer (Lockley et al. 2002). Sekvensen innehållande de fossila fotavtrycken tillhör Toro Toro-formationen och litologin utgörs främst av grovkorniga sandstenar och evaporiter, men även kalkstenar med relativt hög lerhalt påträffas. Lagerföljden är daterad till sencampan (sen krita) cirka 75–70 miljoner år. Området utgjorde då ett kustnära område med laguner och sjöar där sandsten och kalksten bildades i en sabkha-liknande miljö. På vissa nivåer finner vi imponerande stromatoliter bildade i tillfälliga sjöar som med jämna mellanrum torkade ut.

Sauropodfotavtrycken (titanosaurier) förekommer främst i sandstenarna. Dessa fotavtryck förekommer ofta i grupp och förekomsten av åtta parallella fotspår, vilka alla leder åt samma håll, har beskrivits från Toro Toro. Sauropodspåren förekommer tillsammans med ett dussintals avtryck från theropoder, och representerar både fullvuxna och juvenila individer. Detta har tolkats som ett bevis för flockbeteende (Lockley et al. 2002).

Sauropodspåren är mycket välbevarade och till och med enstaka tår kan urskiljas. De mäter upp till 45 centimeter i diameter med ett djup på 25 centimeter och ofta med raka kanter, vilket tyder på att underlaget varit relativt torrt och plastiskt då dinosaurierna vandrade fram på platsen för över 70 miljoner år sedan. De vanligast förekommande fotavtrycken är dock de som efterlämnats av karnivorer (köttätare), till exempel theropoder. Lagerföljderna uppvisar dessutom en fossil fauna med bland annat sköldpaddor, krokodiler och gastropoder. Vi ägnar några dagar till att dokumentera flera associationer av fotspår och vandringen i bergen är bitvis mycket krävande på grund av den tunna luften. Efter en del förhandlingar får jag tillstånd

att provta de sediment som omger diverse dinosauriefotavtryck.

Jag är intresserad av prover för pollenanalys (palynologi), där jag med hjälp av fossila pollen och sporer kan kartlägga den svunna växtligheten från dinosauriernas tid i området kring Toro Toro. Tiden går alltför snabbt och på grund av kraftiga skyfall uppströms kan vi inte besöka Umajalantagrottan. Resan tillbaka till Cochabamba går utan större missöden och följande dag spenderar vi på det paleontologiska museet i Cochabamba med att katalogisera proverna.

Proverna jag lyckades få med mig hem till Lund har jag bearbetat med syror i palynologiska laboratoriet vid Geobiosfärscentrum och de preliminära resultaten av pollenanalysen visar att vegetationen i Toro Toro-området för 70 miljoner år sedan bestod av en blandning av palmträd och ormbunkar samt flera grupper av, idag utdöda, blomväxter. Vegetationens sammansättning visar att klimatet var mycket varmare i området på dinosauriernas tid än idag, delvis på grund av att Anderna ännu inte hade bildats och att området följaktligen befann sig på havsnivå, men även till följd av ett globalt varmare klimat under sen-krita.

Toro Toro aspirerar på att komma med på UNESCOs världsarvslista. Mer information om nationalparken finns på www.torotoro-bolivia.com

Vivi Vajda, Geobiosfärscentrum, Lunds universitet. e-post: vivi.vajda@geol.lu.se

Stort tack till Mario Jaldin (Toro Toro Nationalpark) för professionell guidning, till Dr. Ricardo Cespedes (Museo de Historia Natural Alcide d'Orbigny, Cochabamba) för information och tillhandahållande av kartor. Tack till Andrea Santivanez, Dr. Ivan Peric & Elisabeth Ordóñez för assistans i fält. Dr. Johan Lindgren & Dr. Jane Wigforss-Lange tackas för fakta- och språkgranskning.

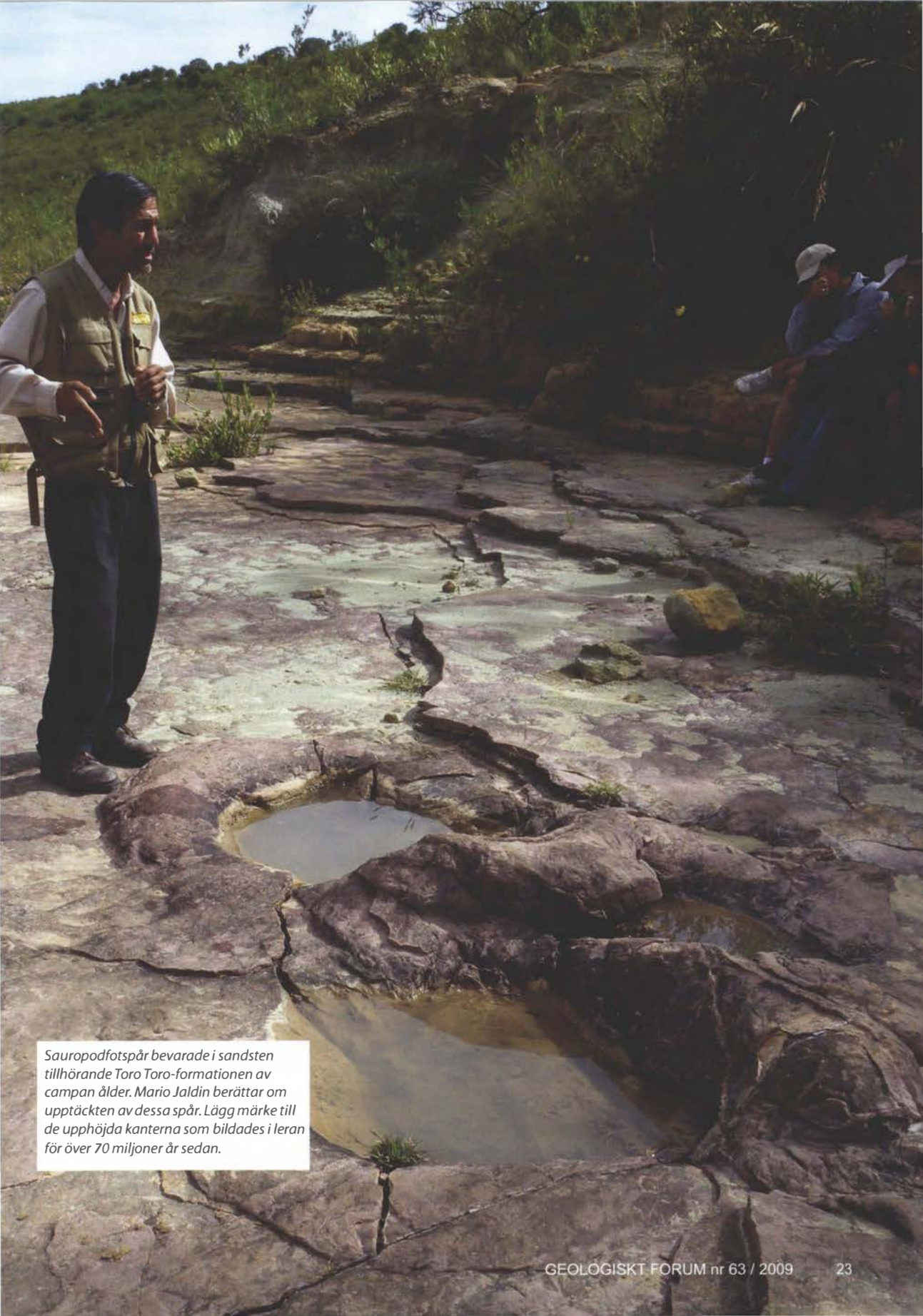
Bidrag till detta projekt har erhållits av Vetenskapsrådet. Vivi Vajda innehar en tjänst finansierad av Kungliga Vetenskapsakademien genom Knut och Alice Wallenbergs Stiftelse.



Sauropodfotspår vilka sträcker sig mer än tio meter över berghällen. Vivi Vajda står med fötterna i spåren.

REFERENSER

- Lockley, M., Schulp, A.S., Meyer, C.A., Leonardi, G. & Mamani, D.K., 2002: *Titanosaurid trackways from the Upper Cretaceous of Bolivia: evidence for large manus, wide-gauge locomotion and gregarious behaviour*. Cretaceous Research 23, 383–400
- d'Orbigny, A., 1831–1847: *La Relation du Voyage dans l'Amérique Méridionale*, 237.
- Parque Nacional Torotoro, *Maravilla del Mundo 2008* ed. S. Uturunco, Gobierno municipal de Torotoro, Potosí, Bolivia, pp.52.
- Renno, J.F., Gazel, C., Miranda, G., Pouilly, M. & Berrebi, P. 2007: *Delimiting species by reproductive isolation: the genetic structure of epigeal and hypogeal Trichomycterus spp. (Teleostei, Siluriformes) in the restricted area of Torotoro (Upper Amazon, Bolivia)*. Genetica 131, 325–336.



Sauropodfotspår bevarade i sandsten tillhörande Toro Toro-formationen av campan ålder. Mario Jaldin berättar om upptäckten av dessa spår. Lägga märke till de upphöjda kanterna som bildades i leran för över 70 miljoner år sedan.

MeetingPoints Mining –

Botswana är kontrasternas land vars ekonomi vuxit kraftigt på kort tid. Landet är numera en av världens ledande diamantproducenter. Sveriges geologiska undersökning arbetar för att underlätta samarbetet inom mineralsektorn i Botswana.

TEXT och FOTO
Kaarina Ringstad

BOTSWANA

Area: 581 730 km²

Antal invånare: 1,8 miljoner

Språk: Engelska, men Setswana är det nationella språket som talas av ca 80 procent av befolkningen

Valuta: Pula (BWP)

Religion: Majoriteten är kristna

Klimat: Tropiskt, varma vintrar och varmare somrar

Turism: En växande näring är turism. Det är förhållandevis lätt att ta sig runt i Botswana, kriminaliteten är låg och människorna vänliga. Kalahariöknen med sin speciella flora och fauna samt Okavangodeltat med ett rikt djurliv är några av attraktioner som lockar besökare. Numera finns det även resor på temat "Damer-nas detektivbyrå" (efter böckerna av Alexander McCall Smith).

Läs mer om Botswana på
www.botswanatourism.co.bw
www.gov.bw

Kalahariöknen upptar större delen av centrala Botswana och här finns ett unikt djur- och väg-liv.

nätverkande i Botswana

Sedan självständigheten 1966 har Botswana gått från att ha varit ett av de fattigaste länderna i Afrika till att bli ett av de rikaste. En av de viktigaste näringarna i landet är gruvindustrin och Botswana är en av världens ledande diamanterproducenter.

Botswanas snabbt växande ekonomi är en av anledningarna till att Sveriges regering har beslutat att upphöra med det traditionella biståndet och istället satsa på en annan typ av samarbete – aktörsdriven samverkan (partnerdriven cooperation). SGU är den part som ska underlätta samarbetet inom mineralsektorn mellan företag, organisationer och myndigheter i Sverige och Botswana. I samarbete med Sida driver SGU sedan våren 2009 projektet *MeetingPoints Mining*, som förutom Botswana även omfattar Namibia och Sydafrika.

MeetingPoints Mining – vill nå över gränserna

Projektet handlar framför allt om att engagera och knyta ihop det svenska nätverket av företag, organisationer och myndigheter inom mineralsektorn, och tillsammans med detta nätverk skapa kontakter och samarbetsprojekt i södra Afrika.

Ett tillfälle att skapa kontakter med svenska företag och organisationer såväl som botswanska och namibiska uppenbarade sig redan när Exportrådet bjöd in till Mining and Tunnelling Conference i Botswanas huvudstad Gaborone den 25–27 maj i år. Exportrådet, som ska underlätta för svenska företag att etablera sig utomlands, hade samlat representanter för företag, organisationer och myndigheter inom mineralsektorn i Botswana, Namibia och Sverige.

I samband med konferensen passade vi som reste till Botswana för projektets räkning på att ta ytterligare kontakter med olika organisationer och företag för att presentera MeetingPoints Mining och, framför allt, lära oss mer om den botswanska mineralsektorn.

Demokrati sedan 1966

Botswana ligger mitt i södra Afrika och har en area på 581 730 km², vilket är ungefär lika stort som Frankrike eller Texas. Här bor 1,8 miljoner människor. Botswana blev självständigt från Storbritannien 1966 och har sedan dess varit en demokrati. Politiskt sett är landet stabilt och har så varit sedan självständigheten.

Diamanter för välstånd

Gruvnäringen står för en stor del av den ekonomiska tillväxten. År 1966 utgjorde gruvnäringen endast drygt en halv procent av BNP och idag står den för över en tredjedel, varav diamanterproduktionen utgör den största andelen. Sett till värdet är Botswana världens

största producent av diamanter och sett till volymen kommer Botswana tvåa (Ryssland är etta). Diamanter står för 80 procent av landets exportintäkter. Förutom diamanter bryts även koppar, nickel, kol, naturlig soda (Na₂CO₃), salt och ett antal industrimineral.

Det största enskilda gruvföretaget i Botswana är diamanbolaget Debswana, som ägs till hälften av botswanska staten och till hälften av gruvföretaget De Beers. För närvarande har man fyra dagbrott igång – Opara, Lethlakane, JWaneng och Damtshaa som tillsammans har producerat så mycket som över 30 miljoner karat per år under en längre period. För att kunna nyttja ytterligare förekomster börjar man nu planera för underjordsarbeten.

Fokus på människan

Under Exportrådets tvådagarskonferens blev det tydligt hur mycket Botswana, Namibia och Sverige har gemensamt; behovet av välutbildad och erfaren arbetskraft inom mineralsektorn, problem med att få ungdomar och studenter att välja utbildningar med inriktning på mineralsektorn samt stora likheter i minerallagstiftningen.

Redan i inledningen lades fokus på hur viktiga de mänskliga resurserna är för mineralsektorn. Minister Ponatshego Kedikilwe, från Ministry of Minerals, Energy & Water, Botswana, betonade vikten att satsa på bland annat utbildning och utveckling. Han nämnde också den långa traditionen av samarbete mellan Sverige och södra Afrika, samt gav en överblick över olika samarbetsprojekt som redan är i gång.

Flera av de svenska, botswanska och namibiska föredragshållarna återkom till hur viktigt det är att kunna behålla och vidareutveckla arbetskraften inom mineralsektorn samtidigt som man måste attrahera ungdomar. Mineralsektorn måste kunna erbjuda intressanta arbeten, utvecklingsmöjligheter och en god arbetsmiljö. Det är också viktigt att mineralsektorn har en god kommunikation med samhället i stort.

Mer än diamanter

Botswanas regering arbetar för en diversifiering av gruvsektorn, och regeringen erbjuder bland annat förmånliga villkor såsom skattelättnader för de företag som vill etablera sig i landet. Nchidzi Mmolawa Director of Minerals Affairs vid Ministry of Minerals, Energy and Water Resources, Botswana, pekade ut ökad prospektering som kan leda till nya gruvor, samt anrikning och förbehandling för kol (elkraft), diamanter, basmetaller och glastillverkning som några tänkbara utvecklingsmöjligheter.

Regeringens satsning på diversifiering verkar ha gett resultat. Fram till 2008 har mer än hälften av

prospekteringstillstånden gällt diamanter och så sent som 2009 bröts trenden och tillstånd för prospektering efter diamanter utgör endast cirka 35 procent.

Ministeriet har ansvaret för fyndigheter och mineral-lagsstiftningen liknar i mångt och mycket den svenska. I vissa fall är den skarpare. Till exempel halveras den area man har fått prospekteringstillstånd för efter 3,3 år. Vad gäller tillstånd för prospektering och brytning av diamanter, förhandlar man i varje enskilt fall direkt med regeringen.

Afrika på den globala marknaden

Sett ur ett globalt perspektiv har gruvverksamheten i världen ständigt ökat. Magnus Ericsson, Raw Material Group, menade att den globala, ekonomiska kris vi upplever just nu visserligen dämpat gruvsektorn, men att minskningen inte är så katastrofal som vi tror. Det kommer att finnas ett stort framtida behov av metaller och mineral!

I Afrika dominerar fortfarande Sydafrika som gruvland. Botswana ligger som tvåa och Namibia som femma. För de afrikanska länderna finns stora möjligheter, inte minst i och med både Europas och Kinas intresse för och stora behov av råvaror. Genom att balansera de båda parternas intressen kan Afrika få en bra utgångsmöjlighet, menade Magnus.

35 geologer på 300 anställda

Department of Geological Survey, det vill säga SGUs motsvarighet i Botswana ligger i Lobatse, drygt sju mil söder om Gaborone. Det visade sig vid det besök vi gjorde där att det finns många likheter mellan deras och vår verksamhet, men också stora skillnader. En av undersökningens största problem är bristen på erfarna geologer. I en verksamhet på 300 personer är endast 35 geologer (på SGU arbetar närmare 200 geologer och geovetare)!

Nickel- och kopparbrytning

Ett av de företag som var representerat på konferensen var BCL (Bamangwato Concession Ltd). Några dagar

efter konferensen togs vi emot på BCLs nickel- och koppargruva i Selebi-Phikwe, ungefär 40 mil nordost om Gaborone. BCL, som är halvstatligt, är efter Debswana den näst största arbetsgivaren i Botswana.

BCL har för närvarande tre underjordsgruvor i drift, varav den djupaste är 1400 meter djup. De kända reserverna beräknas räcka fram till 2013 men pågående prospektering tyder på att gruvans livslängd kan bli betydligt längre.

Program mot aids

Liksom andra gruvbolag i södra Afrika har BCL ett så kallat SHE-program – Safety, Health and Environment. En viktig del av SHE-programmen handlar om att minska utbredningen av aids. Botswana är ett av de länder i världen som har högst dödlighet i aids och drygt en tredjedel av befolkningen är smittad. Sjukdomen är med andra ord ett påtagligt problem även för gruvindustrin.

KAARINA RINGSTAD arbetar som informatör vid Sveriges geologiska undersökning.

MEETINGPOINTS MINING

I samverkan med SIDA bygger SGU en plattform för samarbete mellan gruv- och mineralsektorn i Sverige och södra Afrika. Syftet med projektet är stimulera och bygga långsiktiga relationer av ömsesidigt intresse mellan svensk gruvnäring och motsvarande aktörer i södra Afrika. Projektet ska bidra till en rättvis och hållbar ekonomisk tillväxt som leder till minskad fattigdom i för Sverige viktiga samarbetsländer.

Arbetet inleds i södra Afrika, med fokus på Botswana, Namibia och Sydafrika – länder som nu fasas ut från det traditionella biståndsarbetet. Mer konkret innebär projektet att SGU, i samverkan med andra aktörer inom mineral- och gruvsektorn, ska bygga kontaktnät och skapa mötesplatser som leder till kommersiella eller andra samarbeten.

Läs mer på www.meetingpoints-mining.net

I ett land med den utvecklings-
hastighet som Botswana har,
blir kontrasterna ibland slående.
Regeringen satsar bland annat på
infrastruktur, IT och mobilnät. Att
förse hela landet med elkraft är
ett viktigt mål. Idag saknar cirka
30 procent av befolkningen el.
Minister P. Kedikilwe vid Ministry
of Minerals, Energy & Water,
menade i sitt inledningsinlägg
på konferensen att en säkrad
elförsörjning för hela Botswana
innebär en revolution som får den
franska revolutionen att likna en
picknick.

I väntan på elförsörjningen
driver botswanska kuskar på sina
fyr- och sexspann med åsnor längs
med vägarna. Kärrorna är lastade
med vattendunkar, som troligen
ska ut till byar och betesmarker
där vattenledningar och eldrivna
vattenpumpar saknas. Och i de
mest avlägsna byar i Kalahari där
hyddorna är byggda av trä och
lera, kan man hitta internetkaféer
där åtminstone ungdomarna
snabbt tar in den nya tekniken i
sin vardag.



Nerlagt dagbrott vid BCL:s
nickel- och koppargruva.
Idag har företaget tre un-
derjordsgruvor i drift, varav
den djupaste är på 1 400
meter. BCL exporterar nickel
till bland annat Norge och
Zimbabwe.



Geologiskt forums stödprenumeranter 2009



MMT AB
Marin Mätteknik AB

Marin Mätteknik AB utför kartläggning med hög detaljrikedom i hav och sjömiljö. Vi erbjuder ett brett utbud av geologiska, geofysiska och batymetriska tjänster. Mer att läsa på: www.mmtab.se

GEOSIGMA

MARK BERG VATTEN

Anlita Geosigmas nyfikna, engagerade och jordnära konsulter! Geosigma erbjuder konsulttjänster och vägleder alla som i sin verksamhet planerar och bygger morgondagens samhälle.
www.geosigma.se



Föreningen för Geologins Dag.
www.geologinsdag.nu

URS

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



GeoPro

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

NEW BOLIDEN

Boliden producerar metaller som får det moderna samhället att fungera.
www.boliden.se



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.
Webbplats: www.skb.se

KALENDARIUM

NOTERAT

16 juni till 29 november 2009. Utställningen *Planeter i sikte* visa unika bilder av utomjordiska landskap. Utställning finns på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Konstnären Michael Benson har under tio år valt ut och digitalt bearbetat de mest dramatiska bilderna som tagits av NASA:s och Europeiska rymdorganisationens sonder.

Den 9 september 2009 inviger Kung Carl XVI Gustaf Kosterhavets nationalpark. Det är den 29:e i ordningen och den första marina nationalparken. Det blir ett gemensamt kungligt invigningsprogram med den norska nationalparken Ytre Hvaler på andra sidan gränsen.

12 september Geologins Dag firas på olika platser runt om i landet. Läs mer på www.geologinsdag.nu

Naturhistoriska riksmuseet: Skaparverkstad: Vulkaner och dinosaurier, Lördag 12 september kl 12:00-16:00, Nedre plan. Självkostnadspris. • Bygg en vulkan. • Forma en dinosaurier i 3D eller gör en siluett. Med fantasi och kreativitet arbetar vi i museets skaparverkstad, anpassat efter olika åldrar. Konstnärlig ledare: Beatriz Florez.

12-14 oktober Konferens om hållbara mineralresurser inom EU. Arrangör är Luleå tekniska universitet, Länsstyrelsen i Norrbottens län samt Svemin. Kontakt per.weiheid@lut.se Mer information www.ltu.se/tkg/d25252/d25255

Den 7-18 december hålls FN:s klimattoppmöte på Bella Center i Köpenhamn.

Nordpolen nåddes 23 aug

Sedimentkärnor från Lomonosovryggen (en bergskedja på Norra ishavets botten) ska berätta om hur tidigare inlandsisar har påverkat det globala klimatet. Under sommaren 2009 genomförs expeditionen LOMROG II som undersöker Lomonosovryggen utanför

Grönland. Maringeologer från Stockholms universitet är några av dem som finns med på forskningsfartyget Oden. Det går att följa expeditionen via bloggen på www.geo.su.se/lorrog2009.

Här kan man exempelvis läsa om hur gänget firade att man nådde Nordpolen den 23 augusti.

Mindre läckage till Östersjön

Sveriges geologiska undersökning, SGU, deltar i en ansökan till EU tillsammans med Finland, Estland och Polen, om medel till det treåriga projektet *Ancimet*. Syftet är att utveckla metoder för att förhindra att syra och metaller läcker från marken, ut i Östersjön.

Längs Östersjöns kuster finns naturligt förekommande material som innehåller sulfider. När marken används, vid dikning i jordbruket, vid gruvdrift eller när man bygger vägar och hus, exponeras materialet för atmosfäriskt syre. Då bildas svavelsyra och enorma mängder metaller mobiliseras – och kan läcka ut i Östersjön.

Om man inte hanterar de svavelhaltiga materialen på rätt sätt kan svavelsyran och metallerna kraftigt påverka miljön. Exempelvis kan

bad och fiske slås ut. Bara i Finland räknar man med att detta läckage är betydligt större än det sammanlagda läckaget av metaller (som nickel och kadmium) till vatten – än hela den finska industrin sammanlagt. Längs den finska kusten har man också råkat ut för enorm fiskdöd i samband med den här typen av läckage. I Sverige har problemen varit stora i samband med deponier av sura sulfidjordar.

EU-ansökan sker inom ramen för Baltic Sea Region Programme 2007–2013 som stöttar regional mellanstatlig utveckling. Elva länder runt Östersjön samverkar för att hitta lösningar på gemensamma problem. Det strategiska målet är att göra Östersjöregionen till ett attraktivt område att investera, arbeta, bo och leva i.

★ Finns det naturgas i Skåne? AB Svenska Shell har fått undersökningstillstånd enligt minerallagen av Bergmästaren för två geografiska områden i Skåne i vilka undersökningsarbeten får utföras. Men tillståndprocessen har varit besvärlig och överklagats flera gånger. På Shells hemsida går det att läsa mer om naturgasprojektet och ärendets gång. Gå in på www.shell.com och klicka dig vidare under menyen Om Shell.

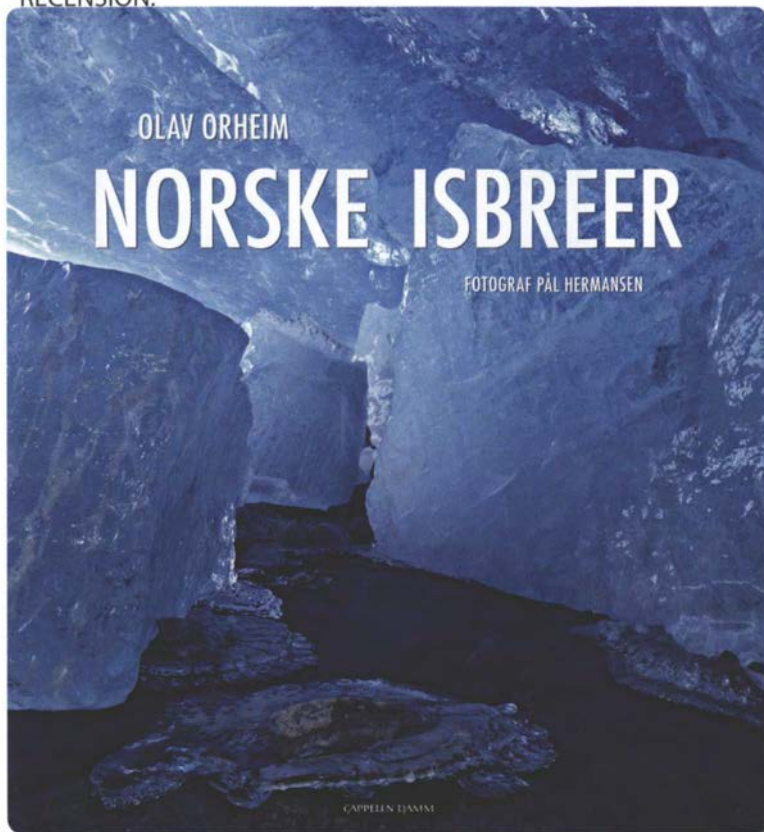
★ Den geologiska perioden kvartär finns nu tillbaka som term och system! Vid den internationella geologikongressen för nio år sedan, i Florence, avskaffades kvartär. Istället utsträcktes den geologiska perioden neogen fram till idag. Detta väckte dock ramaskri hos världen 50 000 kvartär-geologiska forskare som efter protester och idogt arbete fått gehör. Kvartär är återinförd och dess undre gräns definieras vid 2,588 miljoner år. Detta beslutade den internationella kommissionen för stratigrafi i maj.

★ På randen till kalkbrottet i Faxö på Själland ligger Danmarks nyaste geomuseum. Läs mer på sajten: www.geomuseumfaxe.dk

★ Passa på att se Norges berg och fjordar i 3D, genom att gå in på www.norge3d.no



Vy från Lofoten.



Glaciären sliter huden av berggrunden, öppnar fjällen. Isens riktning rispas in i landskapet.

År flyter samman, är månens vandring i vattenspegeln.

I stenarna är älvstränder; pulsslag, istider:

– Ur diktsamlingen Delta av Marte Huke

Boken Norske Isbreer har precis kommit ut i Norge på Cappellen Damms förlag. Den är skriven av Olav Orheim, professor i glaciologi vid universitetet i Bergen. Orheim är också direktör vid Norsk Polarisinstitutt och Ridder av 1. klasse av Den Kongelige St. Olavs Orden, för sin insats inom polarforskningen. Fotograf är Pål Hermansen. Boken är på 200 sidor.

"Som en bulldozer..."

Orden för isens eroderande kraft kan variera. "Som en bulldozer skjuvar glaciären upp en ändmorän av grus och sten" skriver Olav Orheim om Briksdalsbreen. I dikten i ingressen på denna sida sliter glaciären istället huden av berggrunden. Dikten inleder boken Landet blir til, det praktverk om Norges geologi, som utgavs förra året på norska och på engelska. Boken *Norske Isbreer* är måhända inte lika tegelstenstung, men likväl imponerande. Ansatsen är personligt populärvetenskaplig och tillsammans med fotografen Pål Hermansens magnifika bilder är detta en ilande, isande och intressant njutning.

Totalt finns det 1 627 glaciärer på det norska fastlandet, med en sammanlagd yta av 2 609 kvadratkilometer. Räknas hela kungadömet Norge, med Svalbard, plussas antalet glaciärer på ytterligare och ytan blir 387 000 kvadratkilometer.

I Norske Isbreer får vi följa med författaren från barndomen och framåt. Den första turen som guide på en glaciär. Resan på 1960-talet till Dronning Maud Land på Antarktis. Livet som forskare, men också livet idag, på viss distans från forskningsfronten.

Olav Orheim är engagerad i klimatfrågorna och har ålagt sig själv ett kommunikationsuppdrag (att berätta om vad som sker med snö och is när klimatet ändras).

– Kanske är det på det lite mindre detaljerade planet som vi möter människor mest, resonerar han.

I boken växlar fakta med personliga betraktelser. Även om utblicken är global går resan alltid hem till Norge till slut: från glaciären Folgefonna i söder till Seilandsjøkulen i norr. Flera av fotografierna är en ren fröjd att skåda. Vilka isar, vilka landskap! Att något kan vara så blått. Så sprickigt. Så dynamiskt och känsligt, monumen-

talt men ändå förgängligt, på en och samma gång.

Det handlar om glaciärer, om forskning, om klimatändringar förr och nu, om människan och om att bo och vandra på glaciärerna. Men kanske är det klimatfrågan som är den yttersta drivkraften bakom bokens tillkomst? Under Internationella polaråret 2007–2008 gick glaciärforskare från mer än 20 länder samman för att undersöka glaciärerna vid polerna. De konstaterade att det händer mycket. Isar smälter. Det är de små glaciärerna som förändras mest, relativt sett. På längre sikt är det de stora ismassorna som är viktigast. Kunskap om hur isarna beter sig är fundamental. Glaciärer är känsliga system. Den mäktigaste av dem alla, Antarktis inlandsis, är som en joker i leken när det gäller frågan om havsytans nivåhöjning i framtiden, påminner Orheim.

Hade Darwin kunnat forska idag?

Darwins idé om evolutionen är ett utmärkt exempel på hur en vetenskaplig teori formas. Den byggde på insiktsfulla observationer, noggranna beskrivningar och en hypotetisk förklaring hur observationerna kunde förklaras.

Darwin själv förstod hur banbrytande hypotesen var och tog god tid på sig att formulera den i *On the Origin of Species by Means of Natural Selection*. Hans idé om "survival of the fittest", det vill säga de bäst anpassade överlever, brukar felaktigt översättas med "den starkaste överlever". Den frasen leder oss helt fel. De som för stunden är starkast behöver inte vara de som är bäst anpassade om förutsättningarna ändras, det kan vara andra som har bättre egenskaper som istället tar över.

Evolutionens styrka ligger just i att den kan reagera på förändringar. Men för att evolutionens mekanismer ska fungera måste det finnas variationer inom populationen. Skulle man rensa ut alla utom de fåtal som just för stunden är bäst anpassade kommer populationen som helhet inte att kunna reagera lika bra på förändringar. Evolutionens mekanismer sätts ur spel.

Darwins teori har kallats den enskilt viktigaste naturvetenskapliga upptäckten någonsin. Darwin själv måste därför betraktas som en mycket stor och framgångsrik forskare. En forskare av sådan klass att forskande och finansierande institutioner med glädje skulle finansiera hans forskning. Hur skulle då Darwin klara sig idag?

Det tog 25 år från upptäckten till att hypotesen om evolutionsläran publicerades. Han publicerade inte särskilt mycket annat heller under tiden. Darwin hade troligen haft det mycket svårt idag. Den svenska forskningsfinansieringen går allt mer mot satsningar på elitforskare. Även om anslagen har höjts något säger det sig självt att allt färre forskare blir finansierade. Ska man dessutom betala ut flera miljoner till enskilda forskare blir det per automatik de säkraste korten man satsar på. Det betyder att man stödjer den typ av forskning som just nu publiceras i de stora tidskrifterna. Om Darwin hade varit tvungen att förlita sig på dagens svenska system hade evolutionsläran troligen aldrig sett dagens ljus. Vi håller på att låsa in oss i en situation där "de starkaste överlever" medan de andra sällas bort. Elitsatsningarna

leder till att forskningens diversitet utarmas. Kanske är det morgondagens Darwin som sällas bort just nu?

Nu menar jag inte att alla som anser sig själva stå för framtidens forskning ska bli finansierade. De forskningsfinansierande institutionerna får gärna fortsätta med elitsatsningarna. Det ger troligen mest valuta för pengarna. Däremot är grundforskningen generellt sett lågt finansierad i Sverige. I högtidliga tal får vi oftast höra att Sverige är ett av de länder i världen som lägger mest pengar på forskning per capita. Vad man inte säger är att största delen av dessa medel är de privata företagens forskning och utveckling. Ser man bara på den statligt finansierade forskningen ligger Sverige istället på den undre halvan bland europeiska länder. För att komma ikapp skulle det behöva tillföras minst fem miljarder i årliga anslag till grundforskningen. Största delen av dessa medel borde då gå till de större universiteten eftersom de varit underfinansierade i årtionden. Det är också på universiteten vi hittar den stora diversiteten, och det är därför där det är störst chans att morgondagens livskraftiga forskning föds och utvecklas.

/ Joakim Mansfeld
Fil.dr, egenföretagare och redaktör för
Geologiska Föreningens vetenskapliga
tidskrift GFF.



Ett sätt att dryga ut universitetens resurser? Artikelförfattaren (till höger i bild) vaskar guld tillsammans med sina studenter på en fältkurs.
Foto: Richard Russell

POSTTIDNING
Geologiska Föreningen c/o
Institutionen för geologi och geokemi
Stockholms universitet
106 91 Stockholm

GEONYTT

På denna sida upplåter Geologiskt forum kostnadsfritt plats för information som är relevant för föreningens medlemmar eller en geointresserad allmänhet. Har du något du vill tipsa om – hör av dig till redaktionen senast 15 oktober. Nästa nummer av tidningen kommer ut i december 2009. Kontakta redaktör Anna Kim-Andersson, tel 036-440 01 20, anna@qi-media.se

TILL SALU Mineral- och ädelstensböcker + liten guld- och små ooxiderade silvernuggets funna i naturen i Sverige:

- *Per H Lundegårdh och Sven Laufeld: Nordstedts stora stenbok Mineral, bergarter, fossil.*
- *Per H Lundegårdh: lilla stenboken.*
- *Per H Lundegårdh: Leta guld i Värmland Per H Lundegårdh: Stenar i färg.*
- *Sven Laufeld: Mineral och bergarter. Känn Ditt Land: Svenska kartor.*
- *Carl-Olof Morfeldt och Leif-Tage Jansson: Marken vi står på – Bergrunden, jordtäcket, grundvattnet.*
- *Rainer Bode: Ädelstenar kristaller och andra mineral.*
- *Troels V. Østergaard och Gregers Jensen: Stenar och block.*
- *Walter Schumann: Ädelstenar och prydnadsstenar.*
- *Walter Schumann: Samla stenar.*
- *David F Olson: Slipa stenar.*
- *R F Symes och personal vid The National History Museum, London: Stenar, mineral och bergarter.*
- *Erich Spicar: Mineral och bergarter.*

Kontakta John Södermalm, Stockholm.

Mobil: 0704-689406, e-mail; seacruisers@yahoo.com, <http://home.swipnet.se/seacruisers>



BLI STÖDPRENUMERANT

Från och med i år erbjuder Geologiska Föreningen företag och organisationer en möjlighet att vara med och stötta utgivningen av Geologiskt forum. Stödprenumeranter får exponering i tidskriften varje nummer samt syns på föreningens hemsida. I prenumerationen ingår tre exemplar av tidningen varje nummer. Priset är 3 500 kronor per år. Är ditt företag intresserat? Hör av dig till Anna Kim-Andersson, tel 0708-205010, e-post anna@qi-media.se eller info@geologiskaforeningen.nu

Geologiska Föreningens styrelse 2009

Otto Hermelin, ordförande, Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, tel. 070-747 06 03, otto.hermelin@geo.su.se

Vivi Vajda, sekreterare, Geobiosfärscentrum, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, tel. 046-2224635, vivi.vajda@geol.lu.se

Kari Niiranen, skattmästare, LKAB, 981 86 Kiruna, tel. 070-342 17 29, kari.niiranen@lkab.com

Joakim Mansfeld, redaktör, Institutionen för geologi och geokemi, Stockholms universitet, 106 91 Stockholm, tel. 08-6747727, gff@geo.su.se

Patrik Nilsson, ledamot, URS Nordic AB, Hannerbergsatan 33, 171 68 Solna, tel. 08-553 93 508, Patrik_Nilsson@URScorp.com

Mark Johnson, ledamot, Geovetarcentrum, Göteborgs universitet, Box 460, 405 30 Göteborg, tel. 031-77302808, markj@gvc.gu.se

Erik Ogenhall, ledamot, Institutionen för geovetenskaper, Villavägen 16, 752 36 Uppsala, tel. 018-471 25 52, erik.ogenhall@geo.uu.se