

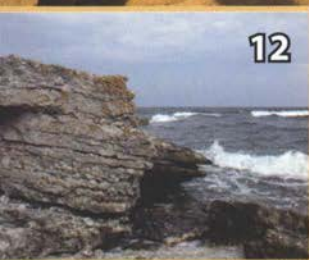
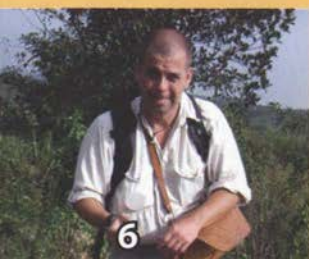
GEOLOGISKT FORUM

NR 58 JUNI 2008
ÅRGÅNG 15

Vägverkets gåvor

**Svensktoppen
på Island**

Ny metod att tätasprickor i berg



INNEHÅLL nr 58 juni 2008

NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Erdmannpriset till kreativ forskare.	3
Tingvalla– Thingvellir. <i>Torbjörn Andersson.</i>	4-5
Vad gör du i sommar? <i>Ulla Sundin Beck.</i>	6-7
Stödprenumeranter.	28
Geovetenskapens betydelse för samhället. Uttalande från Vetenskapsakademiens klass för geovetenskaper.	29
Årsmöte och exkursion ihop med Lunds fältklubb.	26-27
Kalendarium och notiser.	30
Sista ordet. Slutförvaring ger geovetenskaoliga vinster och snart ska platsvalet ske.	31
GeoNytt.	32

ARTIKLAR & REPORTAGE

En 15 miljoner år gammal katastrofplats. <i>Robert Lilljequist.</i>	8-11
Effekter av urtida klimatförändringar. <i>Mikael Calner.</i>	12-13
Vägverkets gåvor. <i>Mark D. Johnson.</i>	14-15
SKB tätar små sprickor med ny teknik <i>Berit Lundqvist.</i>	16-17
Svensktoppen på Island – upptäckten av Vatnajökulls subglaciala vulkanism: <i>Erik Sturkell, Carl-Edvard Sturkell och Erik Jonsson.</i>	18-22
Sulfidhaltiga sediment – en naturlig miljöbov. <i>Gustav Sohlenius.</i>	23-25

Ansvarig utgivare: Joakim Mansfeld
tel 08-674 77 27, 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: Mark D. Johnson, se även sidan 14.
Upplaga: 1 700 ex.
Tryckeri: Masala media.
Ordinarie lösnummerpris: 50 kr.

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

ISSN 1104-4721

Geologiskt forum ges ut av Geologiska Föreningen i samarbete
med föreningen för Geologins Dag och med ekonomiskt stöd från
Sveriges geologiska undersökning, SGU. Tidningen ingår i det ordi-
narie medlemskapet i Geologiska Föreningen. En helårsprenume-
ration 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 är ett
temanummer om polarforskning. Utgivning i september.

Geologiska Föreningen
18 71

Erdmann-priset till kreativ forskare

Geologiska Föreningen delade i år ut Erdmannpriset i mineralogi och petrologi till professor Ulf Hålenius. Utdelningen skedde i samband med Geologiska Föreningens årsmöte i slutet av maj.

Erdmannpriset delades ut med motiveringen: "Ulf Hålenius har, sedan han tillträdde som professor 1991 vid Naturhistoriska riksmuseets enhet för mineralogi, utvecklat den svenska mineralogiska forskningen – genom att införa nya analysmetoder, främst spektroskopiska. Under hans ledning har forskningen även sett en vitalisering och en betydlig ökning av internationella kontakter, vilket inte minst syns i de otaliga doktors- och postdoktorsprojekt som har bedrivits vid museet under hans tid. Hålenius har även sett till att de historiska banden till Sveriges tidigare mineralogiska forskning bevarats genom att den unika mineralsamlingen vid museet både uppdaterats och gjorts mer tillgänglig." Läs mer om Ulf

Hålenius i vårt pressmeddelande på www.geologiskaforeningen.se



FOTO: PRIVAT

Geologiska föreningens Erdmannpris i mineralogi och petrologi delades ut för första gången i år, till minne av professorn och SGU-geologen Axel Erdmann. I samband med prisutdelningen höll Ulf Hålenius ett föredrag, läs mer på sida 28.

Marmormuseum invigt

Den hårda kålgårdsmarmorn är vida känd. Nu har ett marmormuseum slagit upp dörrarna i i Kolmården.

Söndagen den 1 juni invigdes Marmormuseet i Kolmården. Det är en gammal marmorverkstad från 1820 som frivilliga krafter från Krokeks hembygdsförening rustat upp under två års tid. Museet visar maskiner som använts i marmorbearbetningen och gamla bilder från driften och det finns även exempel på olika föremål framställda av marmorn. Bror Asklunds tryckta men icke publicerade berggrundskarta över Marmorbruksområdet är också utställd liksom en kortfattad beskrivning av områdets geologi. Landshövding Björn Eriksson förrättade invigningen inför mellan 300 och 400 personer

som också fick smaka på halstrad strömming med lingonsylt. Museet kan beskådas tisdagar och torsdagar 9-12. Större grupper kan även få guidning andra tider efter kontakt med tel 011-392420.

/ Anders Wikström.



FOTO: ANDERS WIKSTRÖM

Olika äro våra äventyr

Häpna konstaterar vi att Rövarekulan är full. Här vimlar av hundar, ungar, vuxna, gamla. Alla träborden är upptagna. Var ska vi fika? Vi anländer med minibussen och min första tanke är att det är elever vi ser, en skolklass på resa, men sedan förstår jag på blandningen av folk, att så inte är fallet. Det är en annan samling människor som stämt möte här. Eller så råkar det kanske bara vara vackert väder. Och lördag.

Geologer är oftast ute i fält på vardagar. Vana vid att få besöka sina lokaler i lugn och ro. Men Rövarekulans naturreservat i Skåne är en lockande och lummig plats. Bråån har skurit ut en dalgång med upp till 20 meter höga sidor, skärningarna går genom siluriska lerskiffrar. Här kan man leta fossil. Bokarnas nyutslagna blad lyser gröngrenomskinliga i majsolen. Geologiska Föreningens exkursionsdeltagare äter sin matsäck, skuttar ivrigt över Bråån och hittar graptoliter i dalgångens ena branta sida. Äventyrskänslan är stillsam – men den finns!

I detta nummer får vi ta del av stratapser av annan karaktär. Året är 1919. Två geologistudenter från Sverige har bestämt sig för att korsa den mäktiga glaciären Vatnajökull. De ska göra det från väster till öster, vilket ingen gjort förut. De upptäcker den subglaciala vulkanen Grímsvötn och skriver därmed in sig i historien, även om de på sin tid blev utskrattade för upptäckten. Ingen trodde att det de observerat var sant eller ens möjligt.

Oavsett om färden ut i naturen bjuder blott picknick i det gröna eller äventyr och upptäckter av helt annat slag. Passa på och njut lite geologi i sommar! På sidorna 6-7 berättar några geologer om sina projekt och favoritplatser. Pergite! Äventyren väntar!

/ Anna Kim-Andersson, populärvetenskaplig redaktör.



Tingvalla – Thingvellir

Tingvalla på Island. Platsen där ny mark skapas och kontinentplattor glider isär. Platsen där rådslag hållits sedan 900-talet. En alldeles unik geologisk lokal där myt och verklighets möts, eller divergerar, hur man nu vill se på det. Här skådas världens yngsta berggrund och världens äldsta parlament.

Förkastningsbranten längs med den nordamerikanska kontinentalplattan, jag står på plattgränsen, känner inte driften, men anar... ett par centimeter per

Området runt Tingvalla utgör ett av de mest tydliga exemplen på den geologiska gränsen mellan Nordamerika och Europa. De nordamerikanska och eurasiska plattorna rör sig här ifrån varandra med några centimeter varje år. Som ett resultat har en djup sprickdal utvecklats genom ett flertal linjära sprickor och förkastningar. Den mest iögonfallande förkastningen är Allmannagjá där den 9 000 år gamla Thingvellirlavan är exponerad i förkastningsväggarna. Platsen är inte bara en betydelsefull geologisk lokal, men också ett historiskt viktigt område – här samlades det isländska parlamentet (Alltinget) årligen under nästan 900 år mellan år 930 och 1798. Nationalparken Thingvellir blev år 2004 den första lokalen på Island att tas upp på FN:s världsarvslista.

Källa: Karin Eriksson, Gunnar Eriksson & Elsa G. Vilmundardóttir: 100 geosites in South Iceland (2005).

Foto: Torbjörn Andersson.

år. Som ett stort tektoniskt sår ligger den mittatlantiska ryggen för mina ögon. Orolig terräng, tänker jag, som geolog. En betagande plats för världens första parlament, tänkte nog vikingarna. Känner mig som en del i det levande landskapet. Och lyckligt lottad. Som fenomen betraktat är det bara här och i Östafrika och Rift Valley som motsvarande kan betraktas

/Torbjörn Andersson, Island juni 2008.



Vad gör du i sommar?

Geologiskt forum har talat med fyra geologer och en amatörgeolog om vad de har för aktuella projekt på gång, vad de ska göra i sommar och om de har några favoritplatser att tipsa om!



Erik Jonsson, fil. dr. berggrundsgeologi och mineralogi, SGU

Tre års fältsäsonger ska nu avslutas med revidering och slutexkursion i Norrbotten. Berggrundsgeolog Erik Jonsson, SGU, har ansvarat för karteringsarbetet av 2 800 kvadratkilometer norrländska hållar och våtmarker. Våtmarkerna gör det nödvändigt att delvis förlita sig på flyggeofysik och handburen geofysik i kartläggningen. Tillsammans med hållobserverationer finns det alltså mängder av data till grund för den kartbild som ändå av nödvändighet är en tolkning.

– Det är klart att jag hoppas att man ska tycka att vi har tolkat och klassificerat rätt, men slutexkursionen ger möjlighet till diskussioner och ändringar. Grunden för kartbilden är små öar av observationer inom ett stort område, och det hela är förstas en geologisk modell. Att säga att man vet helt säkert är för ingenjörer! säger Erik Jonsson.

I sommar är, förutom fältarbetet i Norrbotten, Uganda ett möjligt resmål. Där deltar SGU tillsammans med andra aktörer i ett av flera projekt för att förbättra den geologiska kunskapen i landet och i förlängningen Ugandas ekonomi. Dessutom är Erik engagerad i ett röntgenlaboratorium där det kan ramla in uppdrag närsomhelst. Det är standby-läge, kan man tycka... Men semester?

– Två veckor på Gotland för att hälsa på släkten. Gotland är väldigt intressant även geologiskt. Nordvästra stranden är vacker om man gillar ett kargt landskap. Det är solnedgångssidan, den passar bra för en grillkväll!



Jörn Duerlund, amatörgeolog, Varberg

Jörn Duerlund är passionerad som en amatör ska vara. Geologin är ett fritidsintresse som han har gjort till sysselsättning efter pensioneringen. Under 1970-talet var han byggnadsarbetare och snickare när Värö bruk uppfördes utanför Varberg. Sprängstenen från bygget visade honom vad som finns under jordytan. Därefter var han fast i geologin. Han gick med i Hallands Geologiklubb och blev studiecirkelledare hos Studieförbundet. Nyss avslutade han föreläsningar för Senioruniversitetet i Varberg.

– Jag har lärt mig ämnet genom att undervisa andra, läsa mycket och prenumerera på flera nordiska tidskrifter om geologi, säger Jörn Duerlund. Geologerna i Lund har också lärt mig mycket. Vi har använt dem som föreläsare på månadsmöten i Geologiklubben och som guider vid exkursioner.

På Geologins Dag 2001 guidade han själv 104 personer på Getterön utanför Varberg. Hans mineralsamling har porträtterats i Hallands Nyheter och han har också förekommit i ett reportage i Platsjournalen.

– Att vara amatör är alldeles förträffligt, säger Jörn Duerlund, som gärna går en tur längs med Strandpromenaden i Varberg i sommar.

Han tipsar också om ett annat favoritställe i Halland. På Ärnäshalvön nära Varberg finns en gren av mylonitzonen, som delar den sydvästskandinaviska berggrunden i öst och väst.

– Man kan ana den dramatiska veckningen när man går på de nakna strandklipporna, säger Jörn Duerlund.

Karin Holmgren, professor i naturgeografi, Stockholms universitet

– Jag har inga sommarplaner, säger Karin Holmgren, professor i naturgeografi vid Stockholms universitet. Och det känns alldeles utmärkt, eftersom tiden för övrigt är väldigt inrutad av resor.

Hon läser gärna skönlitteratur jämte fackböckerna, just nu Martha Quest-serien av Doris Lessing. Nyss läste hon ut en bok om Serengeti som socialt landskap. Hon kom i våras hem från en resa i Tanzania där hon deltar i ett samarbetsprojekt mellan geologer, arkeologer och geografer. Det gäller klimat och samhällsutveckling i ett historiskt perspektiv. Hon besökte även universitetet i Dar es Salaam och träffade fyra tanzaniska studenter som troligen kommer till Stockholms universitet framöver. Efter att ha arbetat i Tanzania kan Karin Holmgren språket och har vänner i landet.

Ett sommartips är att besöka en grotta.

– Kärnan i min forskning är klimatrekonstruktion, så jag tycker förstås att grottor är fantastiska platser. De är naturliga arkiv. Jag tycker man ska besöka Korallgrottan i nordvästra Jämtland. Den har vackert svarvade gångar med blågrå och vit marmor och det finns guidade visningar för besökare.

Annars går hon gärna långa promenader, inte minst i Ekshagen, nationalstadsparken i Stockholm.

– Men sommar i Sverige är fjällen och Stockholms skärgård, säger Karin Holmgren.



Stefan Claesson, professor i isotopgeologi, Naturhistoriska riksmuseet

Stefan Claesson gillar Stockholms skärgård.

– Det är inte dumt att vandra utmed stränderna och se berggrunden ligga blottad. Det finns nästan inget bättre ställe! Man ser bergarter, strukturer, ytformer... Vattenytan ger ett fint snitt.

På hans arbetsplats, Naturhistoriska riksmuseet som byggdes på 1910-talet, finns SGU:s gamla styrelserum med en stor geologisk väggharta över Stockholmsområdet. Där framträder strandlinjen, banden av öar och storskaliga veck. Olika mönster och tider interfererar vackert för den geologiskt intresserade.

Stefan Claessons doktorsavhandling handlade om åldersbestämning av de jämtländska fjällen. Nu 25 år senare har metoderna förfinats och förbättrats, vilket väcker nya spännande frågor att ta sig an.

– Jag har fjällabstinens så jag hoppas ta mig dit i sommar tillsammans med en kollega, säger Claesson. Fjällnaturen och yttre skärgården har likheter – det är kargt och samtidigt storslaget. Svårslaget!



Marie-Louise Marek, hydrogeolog och kvartärgeolog, Bergab

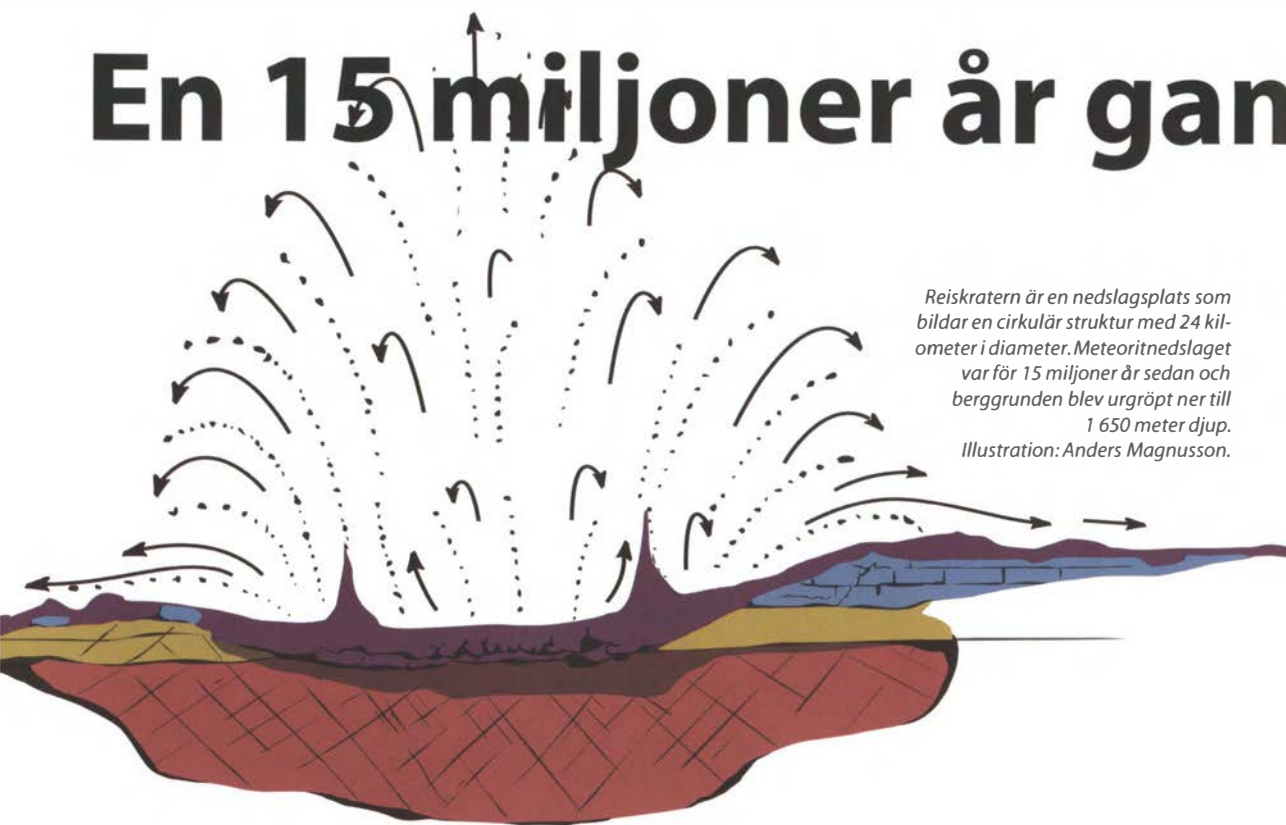
Sommaren innebär vila, gärna med en god bok, och en resa till Frankrike för Marie-Louise Marek.

– Jag tycker om att vara utomhus. Skönhetsupplevelserna blir ännu starkare när man har geovetenskaperna som bakgrund, säger Marie-Louise Marek. Vi ska träffa vänner i Frankrike och tillsammans med dem och barnen klättra i Alperna. Och äta goda ostar och dricka gott vin. Jag är nybörjare som klättrare, men det är väldigt roligt. Det är också intressant att se hur man har löst vattenförsörjningen i de franska bergsbyarna. Det behöver inte vara så coolt att klättra, det passar för alla. I Frankrike är det ett stort klätterintresse i alla åldrar. Jag tycker att rörelseglädjen är det viktiga, säger Marie-Louise Marek.

– Ett bra sommarresmål är annars Kinnekulle med sedimentära bergarter och pelarbasalt på toppen, tipsar Marie-Louise Marek. Och så finns förstås Norge – att vandra på glaciärer är spännande. Ur alla perspektiv är det häftigt att gå omkring på något så gammalt. Det är både ett levande material och vackert.



En 15 miljoner år gam



Reiskratern är en nedslagsplats som bildar en cirkulär struktur med 24 kilometer i diameter. Meteoritnedslaget var för 15 miljoner år sedan och berggrunden blev urgröpt ner till 1 650 meter djup.
Illustration: Anders Magnusson.

Nördlingen ligger i sydligaste Tyskland i delstaten Bayern. Platsen har mycket att erbjuda en besökare från Sverige. Som exempelvis en intakt medeltida stad som våra förfäder försökte inta för 300 år sedan. Nördlingen ligger dessutom i centrum för ett stort meteoritnedslag som ägde rum för omkring 15 miljoner år sedan.

TEXT och FOTO Robert Lilljequist

Nördlingen Ries har långa anor och var under tidig medeltid en fri riksstad. Än idag har staden en fullständigt bevarad ringmur som uppfördes redan på 1300-talet. Den var nära att förstöras av svenskarna som 1634 inringade staden men, lyckligtvis för Nördlingen, led svenskarna ett svårt nederlag mot de kejserliga trupperna. Var tredje år firas händelsen under en historisk minnesdag

(Historisches Stadtmauerfest) vilken inleds med att Gustav II Adolf med sin gemål rider in i staden genom en av dess stadsportar. Sedan bjuds på fest med musik, dans och mat från det 30-åriga krigets dagar.

Staden har en mångfald av attraktiva korsvirkeshus från 1500-talet och flera av stadens gästhus och hotell ligger inrymda i dessa. Stadshuset är ett av Tysklands äldsta och uppfördes ursprungligen på 1300-talet. En magnifik stentrappa byggdes till 1618. Mitt i staden reser sig Sankt George-kyrkan från början av 1500-talet, en av de största och vackraste gotiska kyrkorna i södra Tyskland. Och kyrkan ligger mitt i byn – som ligger mitt i en av Europas märkligaste meteoritkratrar!

Den som vill veta mer om den tertiära kratern bör inleda med ett besök på det unika Rieskrater Museum.

Rieskratern är en meteoritnedslagsplats som bildar en 24 kilometer i diameter cirkulär struktur i landskapet. Kratern tillkom för omkring 15 miljoner år sedan då en kosmisk sten (asteroid) kraschlandade och gröpte ur berggrunden ned till 1 650 meters djup. Ries är den största terrestriska (på jorden bildade) kratern där en stor mängd utkastat material fortfarande finns bevarat. 20 kilometer söder om kratern har upp emot 100 meter mäktiga avlagringar skapats.

Asteoriden som landade beräknas att i storlek ha varit ungefär en tjugondel av kraterdiametern, det vill säga cirka 1,6 kilometer i diameter eller lika stor som hela Södermalm i Stockholm. Den slog ned genom ett lager med sediment som täckte en kristallin berggrund

Enmal katastrofplats

av granit och gnejs. De sedimentära lagren var uppskattningsvis omkring 700 meter mäktiga vid tidpunkten för nedslaget. Det mest sannolika är att asteroiden kom nedfärande med en hastighet av 15 kilometer per sekund och i en vinkel av 45 grader från jordytan. Databeräkningar har givit för handen att 400 miljoner ton stenmaterial kastades ut ur kratern

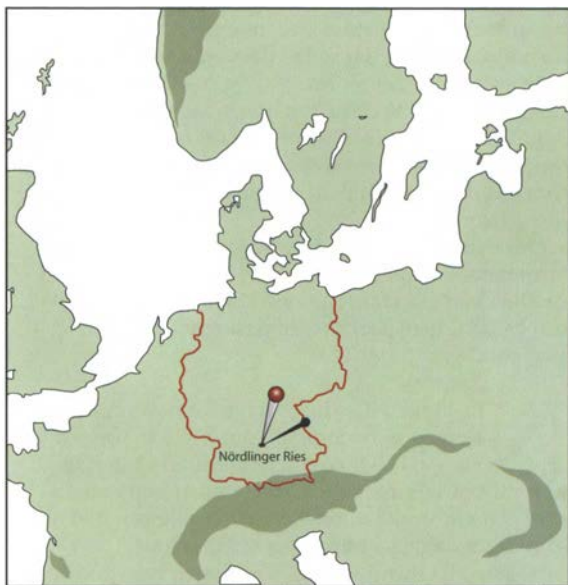
Så kallade Moldaviter (buteljgröna glasklumpar med det vetenskapliga namnet tektiter), är smältprodukter från berggrunden och har slungats ut upp till 400 kilometer från sitt ursprungsläge. De återfinns i dag i Moldavien i Tjeckien. Omkring fem miljoner ton glasmaterial lär ha flugit iväg från kratern vid nedslaget av asteroiden.

Kan man hitta lämningar efter asteroiden – den sten som så oväntat drogs in i jordens gravitationsfält? Knappast – större delen av rymdkroppen förångades till följd av det höga tryck och den höga temperatur som uppstod vid kollisionen.

Ries kratermuseum öppnades den 6 maj 1990 och stöds av staden Nördlingen och administreras av "Generaldirektoratet för statliga naturvetenskapliga samlingar i Bayern". Sedan sin start har museet haft omkring 500 000 besökare till sin permanenta utställning, som inte enbart berör Rieskratern utan även vårt planetsystem, kosmiska kollisioner, mekanismer bakom kraterbildningar och information om forskningen kring denna speciella nedslagsplats. Museet ligger inrymt i en lada från 1500-talet.

Rieskratern bildar en nedsänkning i terrängen som idag utgör ett gynnsamt odlingslandskap med en flat yta, tillfälligt avbruten av uppstickande kullar som bildar den centrala upphöjningen av kratern. Den cirkulär och plana bassängen omges av en upphöjd kant som utåt försvinner in i det kulliga Swabian Alb. Inne i kratern ligger flera samhällen, som Oettingen, Wallerstein och Wemding och inte minst den muromgärdade staden Nördlingen. Dess stolta kyrka, St George, är uppbyggd (1454–1490) av kantiga bitar av den kaotiska nedslagsprodukt som skapats av meteor-nedfallet (kallad suevit). Stenen är både vacker och speciell. Från kyrktornet har man en fin utsikt över det omgivande landskapet och stadens hustak.

Meteoritimpakten utplånade allt liv inom en radie av 100 kilometer från centrum. Men kort efter händelsen fylldes kratern med vatten som bildade en sjö och som snabbt koloniserades av växter och djur. Om vi jämför med dagens sjöar i Europa skulle Riessjön komma som nummer tre i storlek. Ett par miljoner år efter nedslaget hade sjön fyllts med lera, sand, sten och jord och den uppgrundade sjön torkade ut. Under den



Nördlinger Reis är beläget i södra Tyskland.
Illustration: Anders Magnusson.



Jättefisk. Jüramuseet i Eichstätt ligger norr om Nördlingen. Här finns otroligt välbevarade lämningar, 130 miljoner år gamla, efter fiskar, insekter och urfåglar. De har bevarats och brutits fram ur den litografiska Solnhofenkalkstenen.

senaste glacialperioden bortfördes en del av sjösedimenten och långsamt förvandlades landskapet till vad det är idag.

Tidigare ansågs Rieskratern vara bildad genom vulkanism och först 1961 kunde E. M. Shoemaker och Dr. Chao påvisa att strukturen var bildad som ett meteoritnedslag. Bland annat identifierade de mineral i suevitbildningarna (de kaotiska nedfallsprodukterna). Dessa mineral visade sig ha uppstått genom extremt tryck och mycket höga temperaturer. De skulle aldrig ha kunnat bildas genom jordens egna krafter. Intensiva forskningsarbeten har sedan dess tagit fram en hel rad indicier som stöder teorin.

År 1971 besökte de astronauter som skulle resa med Apollo 14 och 17 Nördlinger Ries för fältstudier, innan färden mot månen inleddes. Här kunde de samla fakta som gjorde det möjligt att ta prover och tolka liknande företeelser på månen.

Om man är intresserad av berggrunden och de formationer som bildats ur den 15 miljoner år gamla smällen kan man fara runt med bil eller hyra en cykel och besöka de platser som finns angivna i lokala guideböcker.

Nördlingen Ries ligger ungefär halvvägs utmed Romantische Strasse, som sträcker sig från Füssen i söder (nära gränsen till Österrike) upp till Würzburg. Vägen är kantad av romantiska slott och pittoreska samhällen med riklig och god mat som utgör dagens kulinariska höjdpunkter.

Nästan alla byarna kring Nördlingen har egna bryggerier och trevliga små restauranger. Den som tror att ölets smak ligger i dess alkoholstyrka och endast vill ha en "stor stark" riskerar att upptäcka att öl kan vara underbart gott, när det serveras ur fat i rätt temperatur, med rätt ålder, och med tid att låta skummet lägga sig som en len mustasch över den njutbara gudadrycken. En favoritlokal är Wallersteinslottet från vilket släkten Wallerstein härskade över sitt furstendöme. Och en viktig inkomstkälla var och är bryggeriet. Men slottet bjuder även på rundvandringar, kulturevenemang och hästuppvisningar med Lippizaner.

För den omättlige naturintresserade besökaren finns en andra meteoritkrater i närheten, Steinheim, med sitt eget museum i utkanten av centralorten. Och lite längre norrut från Nördlingen ligger Jura Museet i Eichstätt där otroligt välbevarade, 130 miljoner år gamla lämningar efter fiskar, insekter och "urfåglar" har bevarats och brutits fram ur den litografiska Solnhofenkalkstenen. Museet ligger inrymt i Willibaldsburg, ett furstligt slott från år 1355 med njutbar utsikt över dalgången Altmühl, vars vatten rinner ned i floden Donau.



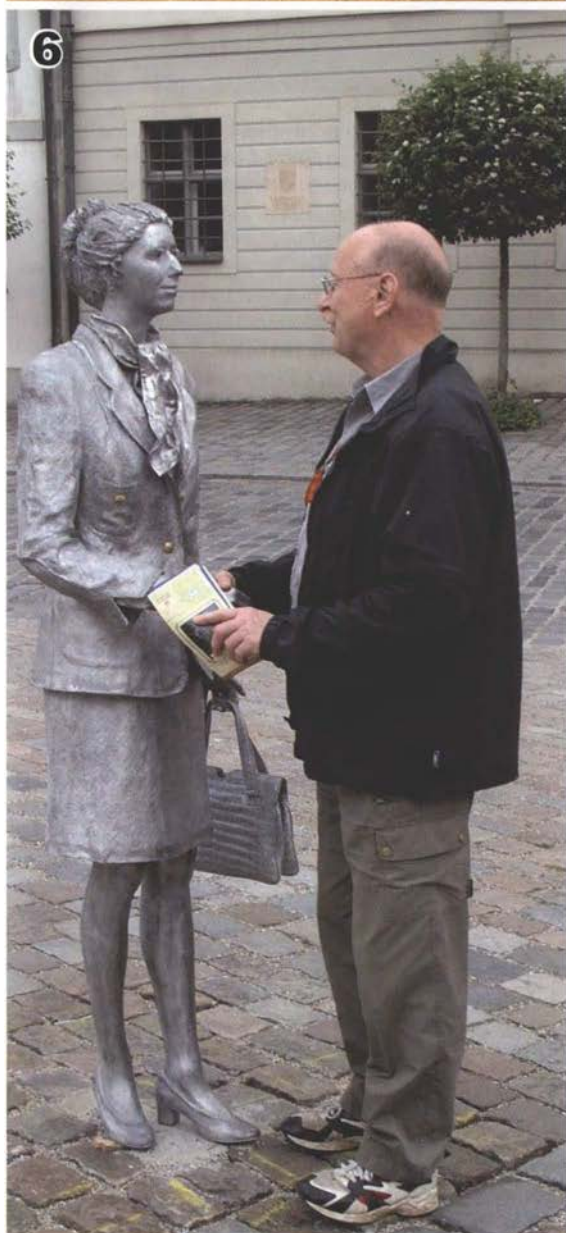
ROBERT LILLJEQUIST är Eurogeolog och yrkesverksam som konsult i Spanien.

5



1. Suevit med förglasade smältfragment.
2. Suevit med smältfragment.
3. Uppkrossat grantibasement.
4. Karbonatstensbreccia.
5. Rekonstruktion av flygödlar från Jura.
6. Författaren frågar efter vägen till museet.

6



NÖRDLINGEN

Nördlingen ligger i sydligaste Tyskland i delstaten Bayern. Nördlingen kan nås såväl från München som från Frankfurt. Ryan Air har billiga flygresor till Frankfurt, som ligger lite längre bort än München. Till München är det två timmars bilresa medan man från Frankfurt får man räkna med 3-4 timmar. Vår och höst är de lämpligaste besöksperioderna. Från bägge flygplatserna kan man hyra en bil och väl framme kan man ta sig fram på cykel i det vackra odlingslandskapet.

Information om staden Nördlingen och kratern kan hittas på internet på följande hemsidor:

www.noerdingen.de

www.rieskratermuseum.de

Effekter av urtida klimatförändringar

Forskning de senaste 15 år har visat att den globala kolcykeln, och därmed det globala klimatet, har varierat i mycket större utsträckning än vad man tidigare trott.

TEXT Mikael Calner

International Year of Planet Earth understryker vikten av forskning kring Jordens globala klimat och de mekanismer som får stabila klimatsystem att brytas ned och ersättas av nya. Geologer har länge studerat de naturliga klimatarkiven och är den grupp som har störst kunskaper kring klimatvariation och effekterna av den i tidsperspektiv som omfattar tusentals till miljontals år. Ett alldeles utmärkt klimatarkiv är den ordoviciska och siluriska kalkstenen i södra Sverige.

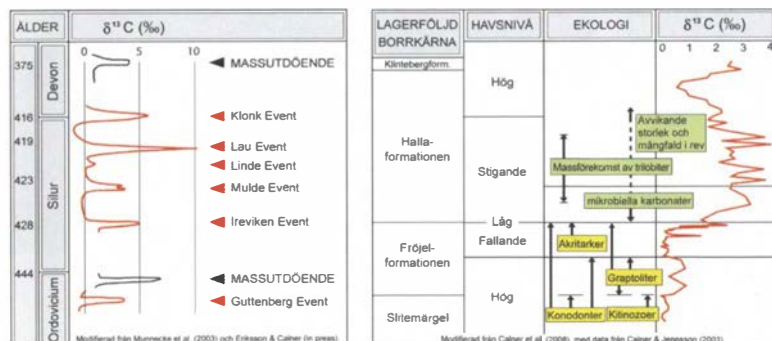
När kalken en gång utsöndrades av marina organismer inkorporerades de naturligt förekommande stabila kolisotoperna ^{12}C och ^{13}C i skalstrukturen. Nu, hundratal miljoner år senare kan geokemister analysera förhållandet mellan dessa två isotoper (uttryckt som $\delta^{13}\text{C}$). Förändringar i förhållandet reflekterar förändringar i kolets kretslopp mellan en mängd olika reservoarer, som till exempel havet, atmosfären eller sedimenten på havsbottnarna, och sker därför på en mängd olika tidsskalor.

En central drivkraft i denna kolcykel är klimatet. Analys av de stabila kolisotoperna har blivit ett allt vanligare verktyg för geologer som rekonstruerar den urtida utvecklingen på jordytan och vi står nu inför ett hav av nya kunskaper som tvingar oss att revidera gängse uppfattningar om hur den här planeten faktiskt fungerar. Vad man har upptäckt är nämligen häpnadsväckande: Den globala kolcykeln, och därmed

det globala klimatet, har varierat i långt mycket större utsträckning än vad man tidigare menat.

Till vänster i figuren nedan visas på ett förenklat vis de drastiska anomalier som äger rum i kolcykelns utveckling under mellersta paleozoikum (tidsskalan till vänster är i miljoner år). De stora massutdöendena i slutet av ordovicium och devon, och de associerade avvikelserna i kolcykeln, är markerade. För sådär femton år sedan var dessa två omvälvningar de enda man kände till inom det tidsintervall som figuren visar. Den mellanliggande silurperioden ansågs stabil och händelsefattig ur klimatologisk synpunkt och med avseende på ekologiska förändringar i haven. Med de senaste årens många studier av de stabila kolisotoperna, utförda av ett stort antal internationella forskarlag, har en helt ny bild växt fram, här markerad i rött: den röda delen av kurvan representerar nämligen de många och ovanligt kraftiga avvikelser i kolcykeln som dokumenterats under samma tidsperiod. Vad "de nya" klimatförändringarna beror på är omdiskuterat. Den stora anomalin i kolcykeln i slutet av ordovicium är relaterad till en nedisning och en del tyder på att så är fallet även för de anomalier som följer i silur, även om mönstret är osäkert.

I dagens situation är det givetvis av stort intresse att veta hur potentiella, framtida klimatförändringar



Figuren till vänster visar hur förhållandet mellan de stabila kolisotoperna ^{12}C och ^{13}C upprepade gånger förändras under mellersta paleozoikum. Figuren till höger visar de tidsmässiga relationerna mellan förändringar i havsnivå, marin fauna och flora, samt en större anomali i jordens globala kolcykel som äger rum i mellersta silur.



Rauken Jungfrun vid Lickershamn
på nordvästra Gotland.
Foto: Mikael Calner.

kan komma att påverka livet på Jorden. En hel del övergripande kunskap kan man få från den geologiska forskningen. I det här sammanhanget har berggrunden på Gotland haft en central roll. Kalkstenen här bildades i varma tropiska grundhav under silurperioden och dess sammansättning speglar miljöförhållandena i dåtidens hav. Figuren till vänster, som vi redan varit inne på, visar på ett starkt förenklat sätt hur kolcykeln utvecklas under silur. För att få en bättre bild av utvecklingen under en av dessa anomalier utfördes en borrhning i Klintehamnsområdet under sommaren 2004. Genom tät provtagning av små, små kalkprover från den drygt 30 meter långa borrhälskärnan har vi fått en mycket detaljerad bild av kolcykelns utveckling under det så kallade Mulde Event, en cirka 100 000 år lång tidsperiod karaktäriserad av havsnivåförändringar och kraftiga omvälvningar i havens ekosystem. Sambanden illustreras i figuren till höger. Från vänster i denna figur visas den genomborrade lagerföljden och havsytans rörelse under motsvarande tidsperiod. Längst till höger visar den röda kurvan hur förhållandet mellan kolisotoperna plötsligt förändras i den undre delen av Hallaformationen. De gula rutorna visar på vilka nivåer som utdöenden bland, huvudsakligen, planktiska djurgrupper sker. Som framgår av figuren sker detta innan havsnivån sjunker eller under tiden den sjunker. Att havsnivån sjunker kan tolkas som att havsvatten binds upp i kontinentala isar under en glaciation. De gröna rutorna visar vad som händer efter utdöendet och då havsnivån stiger, möjligen som en effekt av ett varmare klimat och isavsmältning (deglaciation).

Detta senare tidsavsnitt innefattar en hel del viktiga ekologiska förändringar. Reven som på nytt etablerade sig var mindre än normalt och hade en annan sammansättning än innan glaciationen. I vissa djurgrupper kan man notera massförekomster. Så är fallet med den lilla trilobiten *Odontopleura ovata* som plötsligt dominerar havsbottenarna. En tredje påtaglig förändring i havens ekologi är att kalkbildande cyanobakterier plötsligt blev så vanliga att de är den huvudsakliga beståndsde-

len i viss kalksten, indikerad i figuren som mikrobiella karbonater. Mulde Event är bara ett exempel av flera under senordovicium och silur. Exemplet är viktigt för att det visar att klimatförändringar har varit vanligare i Jordens urtid än vad vi tidigare känt till. Även om sambanden inte är klara visar exemplet med all önskvärd tydlighet att klimatförändringarna även hade stor påverkan på livet och ekosystemen på Jorden. Vi har en stor uppgift framför oss att öka förståelsen för sambanden kring dessa högst anmärkningsvärda händelser i Jordens historia.

MIKAEL CALNER är docent och forskare vid Centrum för GeoBiosfärvetenskap, Lunds universitet.

REFERENSER OCH LÄSTIPS

- Calner, M. 2008. *Silurian global events – at the tipping point of climate change*. In: Ashraf M.T. Elewa (ed.): *Mass extinctions*, pp. 21–58. Springer-Verlag. Berlin and Heidelberg.
- Calner, M. and Jeppsson, L. 2003. *Carbonate platform evolution and conodont stratigraphy during the middle Silurian Mulde Event, Gotland, Sweden*. *Geological Magazine* 140, 173–203.
- Calner, M., Kozłowska, A., Masiak, M. & Schmitz, B. 2006. *A shoreline to deep basin correlation chart for the middle Silurian coupled extinction-stable isotopic event*. *GFF* 128, 79–84.
- Eriksson, M.J. and Calner, M. 2007. *A sequence stratigraphical model for the late Ludfordian (Silurian) of Gotland, Sweden – implications for timing between changes in sea-level, palaeoecology, and the global carbon cycle*. *Facies*, in press.
- Munnecke, A., Samtleben, C. and Bickert, T. 2000. *The Ireviken Event in the lower Silurian of Gotland, Sweden – relation to similar Palaeozoic and Proterozoic events*. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 195, 99–124.

Vägverkets gåvor

När nya vägar blir anlagda grävs och schaktas det i marken. De nya vägskärningarna är som skänkar från ovan för geologerna.

TEXT Mark D. Johnson, Ylva Ståhl

Minnesotaborna (huvudförfattaren kommer från USA) säger att det finns två säsonger: vinter och vägreparation. Och många klarar över vägarbeten som ger förseningar för dem som färdas på vägarna – men samtidigt är vägarbeten en chans för geologer att se geologi som aldrig setts förut!

Detta är exempelvis fallet just nu i området väster om Billingen och mellan Skara och Götene i Västergötland. Nya skärningar har kommit till stånd i samband med bygget av nya E20. De har öppnat upp hittills gåtfulla landskapsformer och bringat sediment i dagen som har hjälpt till att rätta ut frågetecken som funnits länge kring områdets glaciala geologi.

Området innehåller några moränryggar som ingår i den mellansvenska randmoränzonen, som skapades när isen ryckte fram under den kalla period under senaste deglaciationen som kallas Yngre Dryas. Området är också platsen där tappningen av den Baltiska issjön ägde rum.

Vägarbete längs nya E20 har blottat nya skärningar i LedsjövalLEN och några andra randmoräner. I nära 100 år har geologer undrat över innehållet i ryggar. Bara några få skärningar har funnits och enstaka borrhningar har gjorts för hand. Nu har grävskoporna visat att LedsjövalLEN (och Flintås-, Uppsala- och Gullhammarryggarna) består av lera som har skuvats upp vid iskanten. Leran avsattes framför isen under deglaciationen, och trycktes sedan upp under en oscillation. På vissa platser kan man tydligt se den varviga strukturen

som finns i den odeformerad lera. Lerans ålder har diskuterats i många år, men nya dateringar samt stratigrafiska förhållande visar att den avsattes under samma tid under Yngre Dryas.

Mer spännande är möjligtvis skärningarna direkt öster om Götene vid Pellagården. Där finns ett sand- och gruslager mellan två bäddar av varvig lera. Området ligger direkt nedströms den plats där man tror att Baltiska issjöns tappning ägde rum. Under den tiden skulle havet vid Pellagården ha varit ungefär 50 meter djupt, och man kan undra hur detta dåligt sammansatta, grova sediment kan ha blivit avsatt.

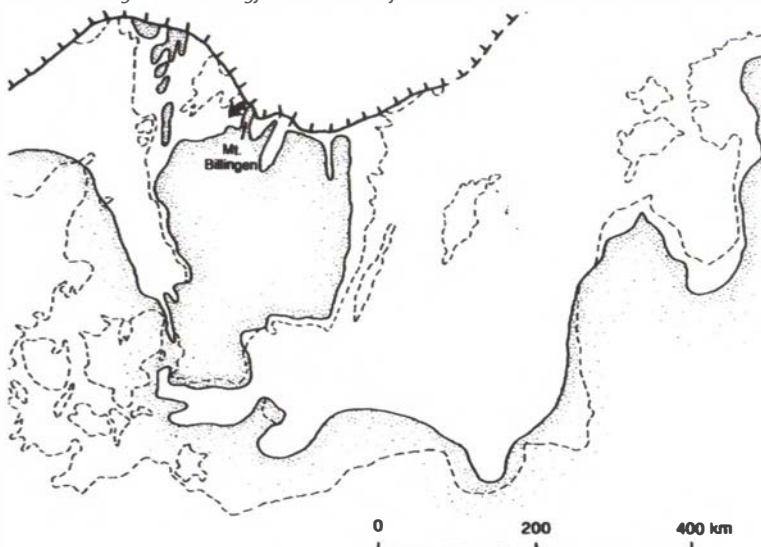
Sedimentens karaktär, stratigrafiska läge samt stenorienteringar leder oss till att tolka sedimenten som tappningssediment. Sedan upptäckten har vägarbete exponerat

ytterligare en lokal med samma lagerföljd. Simon Johansson, som karterat området under 1920- och 1930-talet, upptäckte också liknande skärningar, men på grund av att han uttryckte ideér kring tappningen som inte uppskattades eller var betrodda på den tiden, har hans ideér och iakttagelser mer eller mindre blivit bortglömda. Men de nya skärningarna visar att han troligtvis hade sina poänger.

Sist men inte minst betydelsefulla är de skärningar som kommit till norr om Timmersdala i samband med vägbyggnation. Skärningarna går genom Timmersdalaryggen – en av de mest diskuterade landskapsformerna i svensk kvartärgeologi.

Ryggen, som sträcker sig väst-nordväst från Billingsens nordspets, var hett omdebatterad under 1920- och 1930-talet när Johansson

Paleogeografi under slutskedet av Baltiska issjön och platsen där tappningen ägde rum norr om Billingen. Kartan är gjord av Svante Björck.





Övre bilden: Vy över Timmersdalaryggen västerut. Krönet av ryggen ligger i skogen till vänster. De stora blocken är framförallt sandstensblock, sannolikt från Billingen. Resten av sedimenten består av rundade partiklar (men dåligt sorterade) av sandsten, alunskiffer och orsten, som har eroderats från Billingen under tappningen. Nedre bilden till vänster: Varvig marin lera avsatt i mellansvenska randmoränzon framför iskanten kort innan isens framryckning till Gullhammarryggen. Nedre bilden till höger: Tappningssediment? Den grova sedimenten vid Pellagården är avsatt på varvig lera (brunt sediment längs ner i skärningen) och är täckt med varviga sediment (vid medförfattarinnan Ylva Ståhls fötter). Vi tolkar sedimentet som ett tappningssediment. Notera att sedimentet är dåligt sorterat och delvis graderat med större stenar längs bottenkontakten. Foto: Mark D. Johnson.

och Gösta Lundqvist karterade området. Att Timmersdalaryggen såg ut som en randmorän, samt verkade bestå mest av sediment eroderade från Billingen, ledde de båda geologerna till olika tolkningar. De nya skärningar visar att ryggen består helt och hållet av sediment som eroderat från Billingen (sandsten, alunskiffer, med mera). Sedimentet är dåligt sorterat men inte kompakt (som

morän) och det innehåller rundade partiklar som ger intrycket av att sedimentet har flyttats med vatten – men avsatts snabbt. Sedimentet innehåller stora sandstensblock som inte verkar ha transporterats särskilt långt. Även om materialet verkar vara ett tappningssediment, är det lite svårare att förklara rygformen. Sedimentet kan ha avsatts i en spricka i isen, som en rullstensås under isen, eller som ett utspjitt

sediment som senare skjutits upp som en rygg när isen återvände.

Med tanke på den sista lokalen får vi konstatera att även om Vägverket ger geologer gåvor... betyder inte det att alla frågor blir besvarade.

MARK D. JOHNSON är lektor i kvartärgeologi, Geovetarcentrum, Göteborgs universitet.

SKB tätar små sprickor

Vad har linningen på en Armani-kostym och den nya tunneln i Äspölaboratoriet gemensamt? Jo, båda behandlas med det miljövänliga tätningsmedlet silica sol.

TEXT Berit Lundqvist FOTO Curt-Robert Lindqvist

Det för närvarande största och mest spektakulära projektet i SKB:s berglaboratorium på Äspö utanför Oskarshamn är att spränga en ny tunnel på 450 meters djup och samtidigt täta den genom att spruta in injekteringsmedel i sprickorna i berget runt omkring.

Sprängningarna började i december 2007 och strax före jul i år räknar vi med att ha nått ända fram. Tunneln ska bli 88 meter lång och ha samma dimensioner som deponeringstunnlarna i det framtida slutförvaret för använt kärnbränsle.

Viss form på konturen

Det innebär en tunnel som är 4,2 meter bred och 4,8 meter hög. Men det är inte bara höjd och bredd som ska stämma med slutförvarets. Tunnelns kontur måste också ha en viss form för att den återfyllning av svällande lera, som ska fylla deponeringstunnlarna i slutförvaret, ska fungera som det är tänkt.

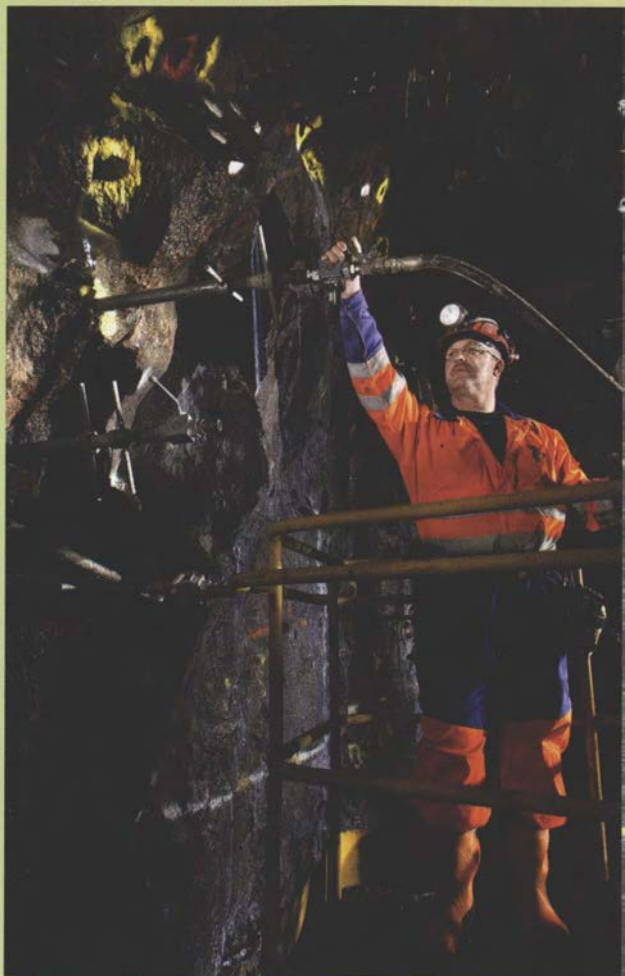
I och med att tunnelns tvärsnitt är så litet blir kraven på bormaskin och injekteringsutrustning extra höga. Bormaskinen är liten, men samtidigt väldigt kraftfull. När det gällde injekteringsutrustning var vissa kompromisser nödvändiga vid hanteringen av injekteringsmedlet. Det är alltså inte med automatik lättare att bygga en liten tunnel än att bygga en stor.

För SKB:s del är tunneln en viktig del av generalrepetitionen inför byggandet av slutförvaret för använt kärnbränsle. Det gäller dels att spränga på ett sådant sätt så att berget skadas så lite som möjligt, dels att täta berget runt tunneln så att inflödet av vatten blir väldigt lågt.

Lagom täta tunnlar

– Deponeringstunnlarna i slutförvaret måste vara mycket täta, säger Johan Funehag, injekteringsexpert i projektet.

Johan kommer från Chalmers och är en av Sveriges främsta experter på att täta berg med silica sol. För ett



Bilden till vänster: Sprickor med sprickvidder ner till 10 mikrometer tätas runt om i bergslaget i slutförvaret utanför Oskarshamn. Bilder till höger: På Äspölaboratoriet pågår en generalrepetition av byggandet av slutförvaret i Geologiskt Forum nummer 51 från 2006. Anläggningen ska bygga en ny tunnel och täta densamma (nedre bilden).

par år sedan lade han fram en doktorsavhandling om bland annat detta och han har också varit med vid en rad olika projekt för att täta tunnlar.

I den nya tunneln får därför inflödet av vatten i ett tunnelavsnitt på 60 meter som mest uppgå till en liter per minut. Det höga kravet innebär att även sprickor som är 10 mikrometer i spricköppning, det vill säga en bråkdel av ett hårstrås tjocklek, måste fyllas igen.

För stora korn i cement

För detta duger inte vanliga tätningsmedel som cement. Cementpartiklarna är många gånger större än de minsta sprickorna och kan inte ta sig in i dem.

kor med ny teknik



Id silica sol i ett försök i SKB:s underjordiska berglaboratorium på Äspö. Inrepetition inför byggandet av slutförvaret för använt kärnbränsle, läsn är är öppen för besökare (övre bilden). Det största försöket just nu är att

Däremot går det utmärkt att täta de större sprickorna med cementbaserat bruk. Detta måste dock vara ett speciellt bruk med lågt pH för att inte lerans svällande egenskaper ska påverkas.

Lösningen på problemet att täta sprickorna med de minsta spricköppningarna har i stället blivit ett miljövänligt tätningsmedel – silica sol – med tusen gånger mindre kornstorlek än cement. Silica sol består av kisel och syre i en vattenlösning, samma ämnen som är huvudbeståndsdelarna i glas och sand.

– Lösningen bildar sedan en tätande geléaktig massa i berget om pH-värdet och salthalten är den rätta – man säger att den gellar, förklarar Johan.

Ny erfarenhet täta hårt berg

Så korna utanför Oskarshamn kan beta lugnt i fortsättningen också. Silica sol används inom livsmedelsindustrin för att ta bort grumligheten ur vin och juicer. Dessutom fungerar det som bindemedel och bestrykningsmedel inom pappersindustrin.

– Det mest anmärkningsvärda tillämpningsområdet är kanske ändå att bestryka linningen på Armanikostymer, tror Johan.

Silica sol är i och för sig inget nytt material när det gäller att täta och bygga i mark. I Japan har det använts för att stabilisera jordlager och i USA för att täta marken runt avfallsdeponier. I samtliga fall har det dock rört sig om jord och mjuka sedimentära bergarter.

Att täta berg som består av hårda bergarter som gnejs eller granit är däremot en ny tillämpning.

– Idén dök upp efter de dåliga erfarenheterna med Rocha Gil i Hallandsåsen, berättar Johan.

Törnskogstunneln i Sollentuna och tunneln genom Hallandsåsen är exempel på tunnlar som Johan och hans kollegor från Chalmers tidigare tätat med silica sol.

– I både Hallandsåsen och i Törnskogstunneln kunde vi täta sprickor med sprickvidder ner till 15 mikrometer, säger Johan.

Svårare i Äspölaboratoriet

I Äspölaboratoriet blir förhållandena svårare. Förutom att sprickorna som ska tätas har ännu mindre spricköppningar ligger tunneln också på större djup. Det senare innebär att vattentrycket i berget är högre. För att övervinna detta och kunna spruta in tätningsmedlet i sprickorna måste injekteringsutrustningen åstadkomma ett tryck av 130 bar, ett tryck som motsvarar 1 300 meter vattenpelare.

– Vi har fått specialbygga injekteringsutrustningen för att klara det höga trycket konstaterar Johan.

Injekteringen går vanligen till så att man borrar upp ett antal hål, som tillsammans bildar formen av en skärm, i berget runt tunnelns periferi. Hålen fylls sedan med tätningsmedel, som tränger vidare ut i berget runt omkring. I den nya tunneln ska man längre fram i projektet också pröva ett helt nytt sätt att injektera. Injekteringen ska då ske från hål som går innanför tunnelns periferi, alltså från en bergvolym som senare kommer att sprängas bort.

– Metoden gör att vi behöver borra färre hål och vi tror att tätningsmedlet i alla fall kommer att tränga ut i sprickorna i det omgivande berget, berättar Johan.

BERIT LUNDQVIST vetenskapsinformatör, Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB

Svensktoppen på Island & upptäckten av vulkanen under Vatnajökull

År 1919 företog två Stockholmsstudenter, Hakon Wadell och Erik Ygberg, en heroisk forskningsfärd över den vidsträckta Vatnajökull. De skulle med denna djärva tur komma att lösa ett av de mysterier som glaciären hittills bevarat: den bakomliggande orsaken till dess stora jökellopp. Detta till trots fick Ygberg och Wadell inte något erkännande för sin stora upptäckt, vilken skulle komma att bli bortglömd; snarare fick de uppleva sig utskrattade.

TEXT Erik Sturkell, Carl-Edvard Sturkell och Erik Jonsson

Hakon Wadells och Erik Ygbergs insatser ökade förståelsen av jökellopp och subglacial vulkanism samt bidrog till utforskningen av Vatnajökull och upptäckten av den exotiska vulkanen Grimsvötn. Förutom den centrala upptäckten av fenomenet bakom jökelloppen, genomförde de också den första traversen i väst-östlig riktning över Vatnajökull. Reseberättelsen är i sig ytterst spännande, men för lång för att här återges i sin helhet. Wadell sände en utförlig reseskildring till *Morgunblaðið* på Island, vilken publicerades i flera delar under sommaren 1920. Dessa artiklar tillsammans med två artiklar publicerade i svenska tidningar ligger till huvudsaklig grund för vår text: Ygberg återgav sin egen version av färden i Aftonbladet den 4 oktober 1945 och en intervju med hans änka var publicerad den 5 juni 1983 i Svenska Dagbladet. Den senare intervjun hämtade även material från Ygbergs dagbok.

Färden 1919

Två 23-åriga studenter från geologiska institutionen vid dåvarande Stockholms Högskola anländer sommaren 1919 till Island tillsammans med docenten Henrik Strindberg och filmaren herr Boge. De två studenterna, Erik Ygberg och Hakon Wadell, har planer på att korsa Vatnajökull från väster till öster, vilket ingen tidigare gjort. De får hur som helst inte med sig sina reskamrater på denna färd, utan tar sig an det djärva företaget helt på egen hand.

Den 12 augusti börjar glaciärfärden från gården Kalfafell. Den 24 augusti når de en brant stigning och en av hästarna vägrar att fortsätta och lägger sig ner. Då lossnar en av de klövjade proviantlådorna och rullar nedför branten. Ygberg utbrister "lyckligtvis var det inte spritlådan"! De lyckas fortsätta en bit upp på glaciären, där de lastar av och monterar ihop släden. När detta är gjort återvänder de till gården

VATNAJÖKULL

Vatnajökull är Europas största glaciär med sina 8 500 km². Omkring år 1895 hade Vatnajökull sin största utbredning under historisk tid (vilket räknas från och med år 874 AD på Island). Sedan dess har glaciären minskat både i volym och yta.

Under Vatnajökull finns det flera aktiva vulkaner, och av dem står Grimsvötn i särklass. Denna vulkan hade sitt senaste utbrott mellan den 1:a och den 6:e november 2004.

Stora jökellopp kommer periodvis från flera av Vatnajökulls utlöparglaciärer, av vilka loppet via Skeiðarájökull är de mest frekventa. Framför Skeiðarájökull ligger ett gigantiskt sandurfält på cirka 750 km² som heter Skeiðarársandur. Vatnajökull har inte alltid haft detta namn; tidigare hette glaciären Klfajökull ("den kluvna jökeln"). Detta namn tyder

således på att glaciären var delad innan klimatet försämrades och glaciärerna växte till. Under den tid som glaciären hette Klfajökull färdades folk tvärs över landet från norr till söder. Helt isfri var inte passagen, men man klarade att färdas över glaciären under en dag, det vill säga man behövde inte övernatta på glaciären. Från och med 1300-talet började glaciärerna växa till på grund av den klimatförändring som då inträdde. Färderna över Klfajökull fortsatte trots detta ända fram till 1500-talet.

Den första dokumenterade färden över Vatnajökull efter 1500-talet gjordes från söder mot norr av skotten Lord Watts år 1875. Han var endast några få kilometer från Grimsvötn, men på grund av det dåliga vädret måtte han ha missat vulkanen. Därefter gjordes ytterligare några färder i nord-sydlig riktning över Vatnajökull.



Erik Ygberg vid hästarna och tältet uppe på glaciären; tyvärr finns det ingen precis information om var bilden är tagen. Fotot är från 1919 års expedition.

Kalfafell och lämnar tillbaka flera av hästarna. Därefter återvänder de till baslägret. Den 27 augusti börjar färden upp på Vatnajökull på allvar, nu med endast tre hästar.

Denna första del av glaciären var ytterst svårforcerad, eftersom den var täckt med ett upp till 20 centimeter tjockt asklager. Askan kom från vulkanen Katla, som hade haft ett utbrott den 12 oktober 1918. Till slut, efter stora vedermödor, kommer de upp till den senaste vinterns snö vilken här täckt Katlas aska från hösten innan. Härifrån följer de i stort samma rutt som Lord Watts tagit 1875, och når så småningom fram till Pálsfjall (som består av obsidian), och passerar 2-3 kilometer öster om klippan (nunataken). Därifrån går färden vidare i en nord- till nordostlig riktning. När de når omkring 1 600 meters höjd viker de av till en rakt östlig kurs. Uppe på jökeln visar sig isen vara jämn och den tunga släden glider fram lätt. Vid middagstid den 31 augusti kommer så dimman, men man fortsätter trots detta. Deras navigationsteknik går till så att Wadell sitter på släden med kompass i handen och dirigerar Ygberg som rider främst. När dimman efter hand bara blir tätare kan Ygberg till slut som bäst urskilja hästens hovar. När man är i dimma på en glaciär blir allt vitt och man har inga referenser över huvud taget; man tappar alla riktningar och små topografiska variationer försvinner helt (om det blir riktigt brant märker man dock detta!).

Vulkanen i dimman

De kämpar ändå vidare tills Ygbergs häst plötsligt stannar och vägrar att fortsätta. Vad han än gör går hästen inte framåt. Detta varningstecken tar man på fullt allvar och Ygberg kryper försiktigt framåt på magen. Efter att han bara kommit några meter fram

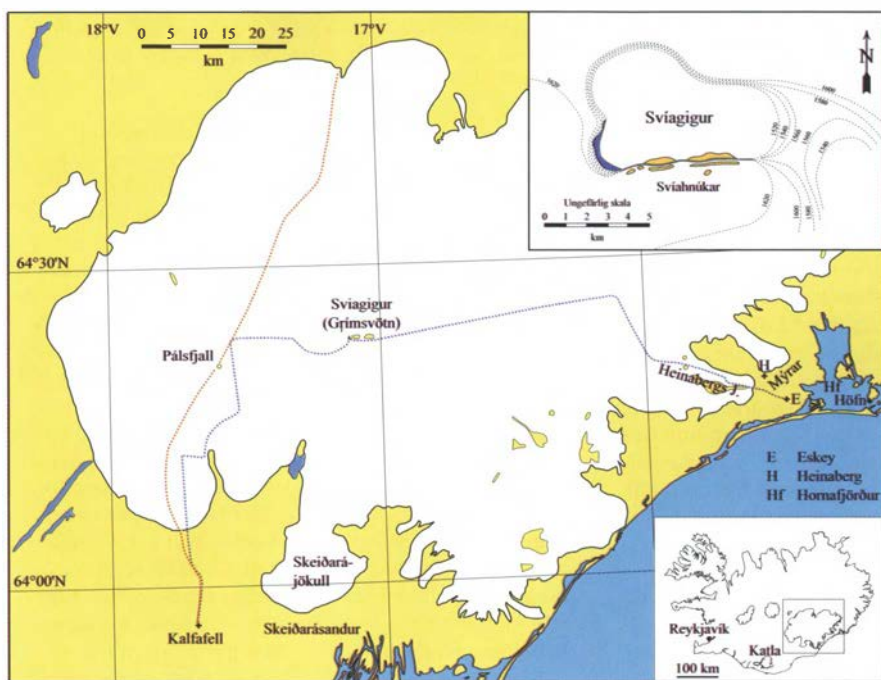
öppnar en vindpust ett plötsligt hål i dimman och där framför honom gapar avgrunden. Ygberg tar sig skakad tillbaks till släden och Wadell, varefter de beslutar sig för att dra sig ytterligare lite tillbaka och slå läger.

Den 1 september är så dimman som bortblåst och solen lyser över en jättelik sänka i glaciären. Sänkan de funnit var 1919 på tre sidor omgiven av omkring 125 meter höga branter och hade en öppning i det sydostliga hörnet, där Skeidarajökull tar vid. De hade kommit till vad som i dag heter Grimsvötn – en subglacial vulkan med en stor kaldera. Grimsvötn är Islands mest aktiva vulkan då den har haft runt 60 utbrott under de senaste 1 100 åren. Ygberg och Wadell tar sig ned för branten till botten av sänkan. Det fanns öppet vatten framför allt längs den västra kanten och vattenånga steg upp på sina ställen. De stegar den öst-västra längden till åtta kilometer och den nord-sydliga till fem kilometer. De är de första som besöker vulkanen och dokumenterar den och de döper kratern till det välklingande namnet Sviagigurinn eller Sveakratern. Klockan fyra sänker sig dimman på nytt och de återvänder till sitt tält.

Den 2 september fortsätter de sin färd österut från Sviagigurinn. Den täta dimman återkommer dock och håller i sig till den tredje september. Ygberg och Wadell går återigen på kompasskurs, och när morgonen den fjärde september kommer vet de inte säkert var de befinner sig. De har nu kommit in i ett sprickområde och sprickorna är så talrika och besvärliga att de beslutar att lämna släden på 1 500 meters höjd. De fortsätter med två ridhästar och en packhäst, vilken bär delar av utrustningen. En del av packningen har de dock tvingats lämna kvar på släden. Efter fortsatt framåtskridande kan de äntligen se hela vägen ner



Fotografi som visar botten av Grímsvötn mot väster, med Vestri Sviahnukur i mitten. Klippan som ligger längst bort heter Vasshammar och är inte exponerad idag. Fotografiet till höger är från 1919 års expedition. Fotografiet till vänster är taget den femte juni 2005 från nästan samma plats ($64^{\circ}25,2067'N$, $17^{\circ}15,3447'V$) som Erik Ygberg och Hakon Wadell besökte 1 september 1919.



Karta över Vatnajökull med Lord Watts färd 1875 och Ygberg och Wadells färd 1919, markerade i rött respektive blått. Vulkanen Grímsvötn bildar en kaldera, vars södra kant sticker upp genom glaciären. Det är längs utlöparglaciären Skeiðarájökull som jökelloppen från Grímsvötn tränger fram och därefter flödar ut över Skeiðarársandur. Den lilla kartan visar hela Island med vulkanen Katla på sydkusten, vilken hade ett utbrott år 1918. I övre högra hörnet finns Wadells (1920) karta över "Sviagigurinn", som visar nedsänkningen i glaciären och den södra kalderakanten. Kartan visar två områden med öppet vatten i det sydvästra hörnet.

mot Hornafjörður, men innan de kan ta sig dit måste utlöparglaciären Heinabergsjökull passeras. De tar sig till slut ned för en brant, sprickrik sluttning, rundar ett litet fjäll och fortsätter ner längs smala isryggar, vilka skiljs åt av avgrunds djupa sprickor. Man får en uppfattning om terrängens natur, då man läser att de ägnade tio timmar åt att ta sig fram två kilometer. Den femte september övernattar man på en liten platå på en bergsrygg omgiven av hisnande stup. Hästarna är så nervösa att de måste hållas hela natten och vid midnatt börjar det regna. Färden fortsätter i gryningen, och Wadell plågas nu av svår reumatism. De ger dock

inte upp, utan fortsätter nedåt längs smala isryggar. Till slut kommer man ned till bebyggda trakter och på morgonen, kl. 9.30 den 6 september när de äntligen gården Eskey i Myrår.

Det var en gästvänlig gård, där de blev väl omhändertagna. Det var också här de träffade Dagbjartur Eyjólfsen, bonde från Heiabergr som sedermera erbjöd sig att hjälpa dem att hämta släden. De vilar sig några dagar och därefter rider de till Höfn i Hornafjörður. Det är troligen härifrån de meddelar sin upptäckt för omvärlden, eftersom den första tidningsnotisen i Morgunblaðið och Berlingske kom den 9 september.

JÖKELLOPP

Ett jökellopp (isl.: *jökulhlaup*) är ett stort vattenflöde som kommer ut från en glaciär, och som oftast sliter med sig stora stycken av glaciärisen. Orsaken till dessa stora flöden är en mycket hastig dränering av en isdämd sjö eller snabb smältning av glaciäris genom ett subglacialt vulkanutbrott.

Det som sker då ett subglacialt vulkanutbrott inträffar är att lava tränger upp och smälter glaciärisen. Snabbt bildas ett hålrum i isen på grund av lavans höga temperatur och en positiv landform börjar byggas upp. Den tillväxande vulkanformen kan antingen bilda en kon, om aktiviteten är koncentrerad till en krater, eller en rygg om utbrottet sker längs en spricka. Sprickeruptioner är en vanlig företeelse vid mittatlantiska ryggar som på Island, och åtskilliga, sannolikt subglacialt bildade hyaloklastitryggar av olika ålder finns bevarade på andra håll av ön. Vid subglaciala utbrott förmår inte alltid den vulkaniska aktiviteten att smälta sig igenom istäcket. Stora mängder

av is (kubikkilometerskala!), smälts direkt då ett utbrott sker under en glaciär, och ofta dräneras vattnet iväg direkt under utbrottets inledande fas. Ibland kan dock en "mellanlagring" av smältvattnet inträffa om en lämplig topografisk sänka finns att tillgå i närheten. Detta var till exempel fallet när en erutions-spricka öppnade sig några kilometer norr om Grímsvötnkalderan; i detta fall fördröjdes dräneringen en hel månad innan vattnet bröt sig ut.

SANDUR

En sandur (plur. *sandar*) är en flodslätt med en relativt låg gradient och ett flätverk av strömmar. Allt eftersom material avsätts av det rinnande vattnet (vilket resulterar i att de aktiva flodfårorna fylls upp) flyttar sig de olika flodfårorna sidledes. Detta betyder att strömmarna på ett meandrande sätt snart kommer att breda ut sig över ett större område.

Dagen efter, den 10 september 1919, hade Svenska Dagbladet följande rubrik: *"Islands största krater upptäckt. En glänsande bragd av två unga stockholmare. Kratern, kanske världens största, döpt till Sveakratern"*. Nu var det bara att hämta den efterlämnade utrustningen.

Den 18 september, med fyra hästar och under ledning av Dagbjartur, provar de en förhoppningsvis lättare framkomlig väg än den de hade kommit ner från glaciären. Nybildade sprickor gör det emellertid nästan omöjligt att klara den sista delen. Det lyckas, men det tar dem många timmar att hitta en passage. Till slut, klockan halv åtta på kvällen, når de fram till den kvarlämnade släden. Väl där klövjar de hästarna men noterar då att det blivit helt vindstilla, vilket sannolikt betyder att vinden vänder. I norr ser de snart också den annalkande stormen som byggs upp. Återfärden inleds, men när de når den första branten kommer stormen över dem. Det är omöjligt att fortsätta och man offerar utrustningen som precis hämtats för att koncentrera sig på att överleva. De lyckas efter stort besvär få fram tältet, i vilket man tillbringar natten utan vare sig pälsar eller filter. Följande dag är stormen fortfarande igång, men de lyckas i alla fall hämta fram filter, kläder och lite mat ur packningen. Det visar sig då att tältet är uppsatt på en brant sluttning, och kringränt av djupa sprickor. Hästarna finns fortfarande kvar på stormens andra dag, men då stormen bedarrar under den tredje dagen är hästarna försvunna. En av dem återfinner man sedermera bortom all hjälp på botten av en djup spricka.

Ygberg, Wadell och Dagbjartur lyckas efter en del umbäranden till slut ta sig ner till bebyggda trakter, utmattade och illa däran. De övriga tre hästarna återfinns för övrigt några dagar senare av en bonde, magra men vid god vigör. De hade tagit sig ned från glaciären på egen hand. Den 22 september gick slutligen fyra islänningar tillbaka och hämtade de delar av utrustningen som kunde återfinnas. Större delen av utrustningen gick dock förlorad, och däribland tyvärr också mycket av det insamlade vetenskapliga materialet.

Namnet Grímsvötn

Varför accepterade man inte det fina namnet Sviagigurinn - det kunde väl inte bli bättre? Islänningarna hävdar (möjligen med rätta) att Grímsvötn redan var känt och bara bortglömt. I boken "Vatnajökull" författad av Jón Eypórrsson (1960) återges delar av en folksaga som handlar om en man som hette Vestfjords-Grímur. Han var skyldig till mord och tog sin tillflykt till Vatnajökulls område, där han bodde vid en sjö och levde på fisk. Dock var inte Grímur ensam vid sjön, utan där bodde också jättar i en grotta. En jätte stal hans fisk, varvid Grímur blev vred och slog ihjäl jätten och flyttade sedan tillsammans med jättens dotter. Så säger folksagan och det är efter denna Grímur som Grímsvötn har fått sitt namn.

Hemkomst

Ygberg och Wadell togs emot som hjältar i Stockholm den 19 november 1919, men blev därefter utskratade av den svenska sakkunskapen och avfärdade som "äventyrare". I Sverige ansågs det då nämligen som omöjligt att det skulle kunna finnas en aktiv vulkan under en glaciär, och kraterns dimensioner föreföll otroliga. Deras stora upptäckt tegs därefter huvudsakligen ihjäl, trots en artikel i en vetenskaplig journal. Hakon Wadell publicerade resultaten från expeditionen (Wadell, 1920) där han föreslog att de stora jökelloppen ut från Skeiðarájökull kunde komma från Grímsvötn och vara orsakade av dess utbrott. Då Grímsvötn återigen fick ett utbrott 1934 reste den danske geografen, professor Niels Nielsen till Vatnajökull för att studera händelsen på nära håll (Nielsen, 1937). Han beskriver i sin bok Wadell och Ygbergs expedition med orden "gav viktiga vetenskapliga resultat", och han bekräftar i detta sammanhang klart de båda studenternas iakttagelser och framhåller att de haft rätt i sitt antagande att de stora jökelloppen orsakas av denna vulkan. Detta väckte dock ingen uppmärksamhet i Sverige, så Wadell och Ygbergs upptäckt förblev på det stora hela taget bortglömd.

Hans W:son Ahlmann, som var på Vatnajökull år 1936, ägnar de båda svenskarna endast ett par rader.

Ahlmann (1936, se sidan 20) omtalar Wadell och Ygbergs upptäckt av platsen för de vulkanutbrott som återkommande genererar jökelloppen, men inte något mera. Ett intressant sammanträffande är att Ahlmann (1936, se sidan 127) på sin väg längs Vatnajökulls södra kant träffade samme Dagbjartur som hjälpt Wadell och Ygberg i försöken att rädda utrustningen från glaciären. Dagbjartur var nu utblottad, då jökellälven hade spolat bort hans gårds betesmarker, och till slut även slätterängen.

Det är så här i efterhand märkligt att konstatera att man i Sverige ansåg att vulkaner inte kunde existera under glaciärer. Man borde rimligen ha kunnat jämföra med Katla, vilken brutit igenom en glaciär så sent som 1918 (och vars asktäckan ställde till förtret för Wadell och Ygberg under turen 1919). Dock, fastän de blev bortglömda i Sverige blev de i alla fall uppskattade på Island, se till exempel Sigurður Þórarinnsson bok utgiven 1974.

Vad hände sedan?

Efter att Erik R. Ygberg avslutat grundstudierna vid dåvarande Stockholms Högskola 1922 arbetade han bland annat som malmletare i Sverige och världen. Under en tid därefter arbetade han med mineralogiska uppgifter och publicerade artiklar om mineral som barylit och svanbergit. Ygberg blev fil. lic. 1940. Han var också ordförande för Geologklubben under åren 1935 till 1936. Från 1937 var han anställd, först som assistent och därefter som geolog, vid SGU, en tjänst han upprätthöll vid tiden för sitt frånfälle. Erik Ygberg avled i Stockholm 1953, endast 57 år gammal. Islandsfärden blev en viktig del av Erik Ygbergs liv och han hade den rykande Sviagigurinn på sin ex-libris.

Hakon lämnade också Sverige och doktorerade sedermera i Chicago. Han publicerade bland annat ett antal sedimentologiskt inriktade artiklar i journaler som GFF, Pan-American Geologist och Physics. Han arbetade huvudsakligen som geolog på den amerikanska kontinenten. Hakon Wadell avled 1962.

Vi som skrivit denna text hoppas att denna artikel kan ge Erik Ygberg och Hakon Wadell ett litet förnyat erkännande för deras stora upptäckt. Två bergstoppar heter för övrigt än idag vestri Sviahnukur och eystri Sviahnukur. Ordet Sviahnukur betyder Svensktoppen, så det blev i alla fall två Svensktoppar (det vill säga stereo) uppe på Vatnajökull.

ERIK STURKELL är docent och verksam som forskare vid Nordiskt vulkanologiskt center, Islands universitet.

CARL-EDVARD STURKELL gjorde research, han var även i kontakt med familjen Ygberg, och är före detta lagman i Katrineholm.

ERIK JONSSON är fil. dr. i mineralogi/petrologi och statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.

LITTERATUR

Aftonbladet den 4 oktober 1945

Ahlmann, H. W.: son. 1936: *På skidor och till häst i Vatnajökulls rike*. P.A. Norstedt & Söners Förlag, Stockholm, sid. 205.

Berlingske Tidende den 9 september 1919.

Eyþórsson, J., 1960: *Vatnajökull*. Almenna Bókafélagið, Reykjavík, sid. 44.

Ísdal, J.E., 1998: *Ferðir um Vatnajökul*. Jökull 45, 59-88.

Kristjánsdóttir, U. 1994: *Páttur af Dagbjarti Eyjólfsyni i Heinabergi*. Skaftellingur, 10, 102-109.

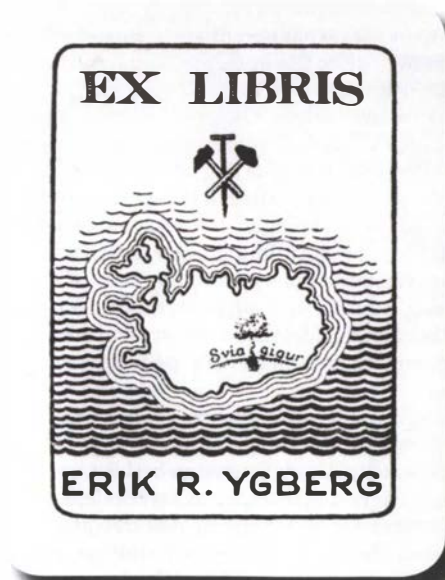
Morgunblaðið, 9, 21, 23 september 1919; 3, 9, 12, 20 juni, 3 och 8 juli 1920

Nielsen, N., 1937: *Vatnajökull kampen mellem ild og is*. H. Hagerup, København, sid. 124.

SvD, 10 september 1919 och 5 juni 1983

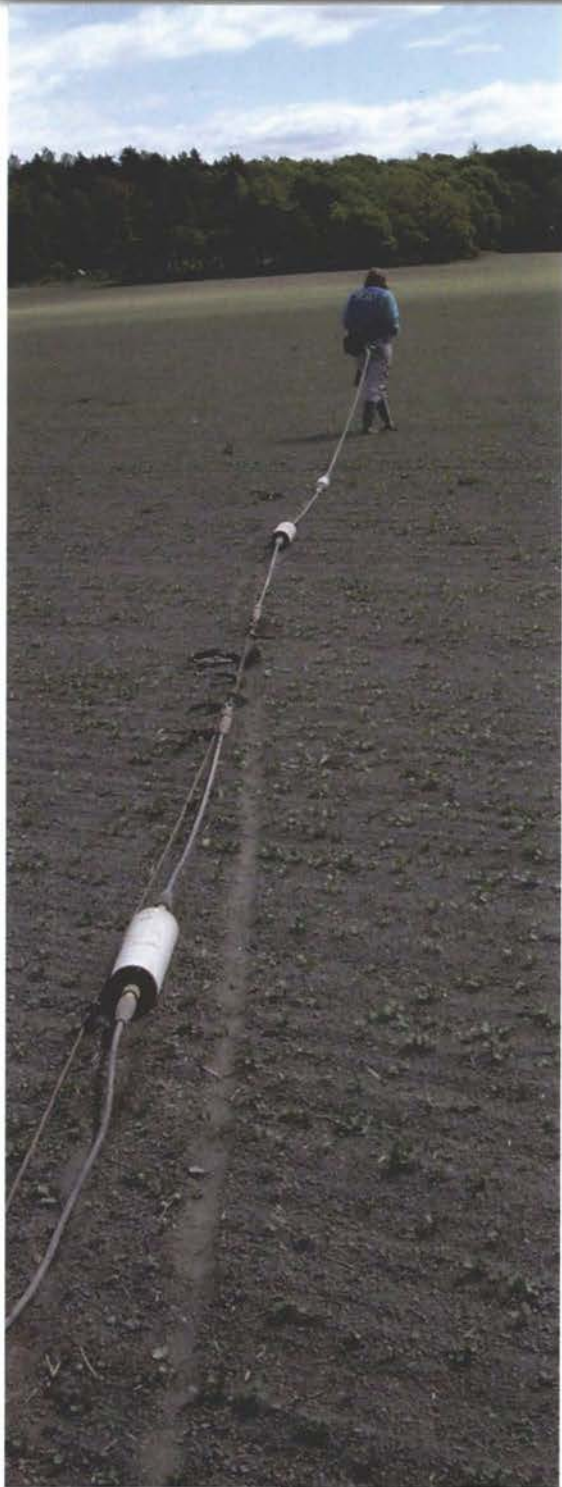
Wadell, H., 1920: *Vatnajökull, some studies and observations from the greatest glacial area in Iceland*. Geografiska Annaler, 2, 300-323.

Þórarinnsson, S., 1974: *Vötnin Strið, Saga Skeiðarárhlaupa og Grímsvatnagosa*. Bókaúg'fa Menningarsjóðs, Reykjavík, sid. 254.



Erik Ygbergs ex-libris med Island och den rykande Sviagigurinn.

Sulfidhaltiga sediment - en naturlig miljöbov



Minst fem procent av den svenska åkerarealen utgörs av sulfidhaltiga sediment. I sådan markmiljö kan ökad kemisk vittring ge en ökad rörlighet av metaller, som nickel och kadmium.

TEXT Gustav Sohlenius

Stora delar av Sveriges ler- och siltjordar har avsatts på Östersjöns eller Västerhavets botten. Genom landhöjningen har dessa jordar torrlagts och nyttjas idag till stor del för jordbruk. Vissa av dessa sediment innehåller sulfidmineral, främst järnsulfider, vilka bildats som en följd av att syrefria förhållanden rått under, eller efter det att sedimenten avsatts. Om dessa mineral oxiderar kan de bidra till att markens pH sjunker kraftigt. De sura förhållandena kan i sin tur leda till en ökad kemisk vittring vilket gör att toxiska (giftiga) metaller, exempelvis nickel och kadmium, kan mobiliseras. Då finns det en risk att mängder av dessa metaller som är skadliga för växter och djur når bäckar och sjöar.

Sulfidhaltiga sediment förekommer både i Sverige och i Finland. De flesta observationerna har gjorts i områden som låg under vatten för 8 000–9 000 år sedan då brackvattenförhållanden etablerades i Östersjön (Fromm 1965). I Sverige förekommer sulfidhaltiga sediment främst längst Norrlandskusten, men det finns även stora arealer i låglänta områden kring Mälaren. I Finland förekommer motsvarande jordar främst i Österbotten. Många områden med sulfidhaltiga sediment ligger på platser som under naturliga förhållanden skulle utgöras av våtmarker. Den höga grundvattenytan i sådana områden gör att oxidation av sulfidmineral förhindras eller går långsamt. I samband med byggnationer eller för att möjliggöra uppodling sänks ofta grundvattenytan. Då oxiderar järnsulfiderna snabbt och detta leder ofta till sura markförhållanden. Den jordmån som bildas efter oxidation av sulfidhaltiga sediment brukar kallas sur sulfatjord. Det råder ingen tvekan om att det vatten som dränerar sura sulfatjordar kan ha en negativ effekt på miljön och det

Genom att mäta jordarternas elektriska resistivitet är det möjligt att avgränsa områden där sulfidhaltiga sediment förekommer.



Längst Norrlandskusten har de sulfidhaltiga sedimenten ofta en karaktäristisk mörk färg. Exponeras dessa jordar för luft får de dock en ljusare färg efter bara någon timme.

är därför viktigt att om möjligt undvika en markanvändning som leder till att denna jordmån bildas. Det finns beräkningar som visar att läckaget av till exempel nickel och kadmium från områden med sura sulfatjordar i Finland är flera gånger högre än de totala utsläppen från den finska industrin. Flera studier har visat att dräneringsvattnet från sura sulfatjordar uppvisar lägst pH och högst metallkoncentrationer vid de höga vattenflöden som uppstår under snösmältningen eller efter kraftiga regn. Från både Sverige och Finland finns exempel på att fiskdöd inträffat i sjöar och vikar, som påverkats av höga flöden från områden med sura sulfatjordar (Granlund 1943). Det finns dessutom flera studier som visar att halterna av flera metaller är relativt höga i grödor som växer på åkrar där sura sulfatjordar förekommer.

Den totala arealen uppodlade sura sulfatjordar har i Sverige uppskattats till 1 400 kvadratkilometer (Öborn 1994), vilket ungefär motsvarar fem procent av den svenska åkerarealen. I Finland är motsvarande siffra 1 600–3 000 kvadratkilometer. Dessa siffror är dock osäkra och det är möjligt att de verkliga arealerna är större i de två länderna. Det finns dessutom områden med sulfidhaltiga sediment som utgörs av våtmarker där sura sulfatjordar potentiellt kan bildas vid en förändrad markanvändning. I både Finland och Sverige har dessa problemjordar varit föremål för flera projekt som syftar till att karaktärisera de sura sulfatjordarnas geokemiska egenskaper (Sohlenius och Öborn 2004). Flera undersökningar har dessutom syftat till att identifiera metoder som på ett enkelt sätt kan användas för att påvisa områden med sulfidhaltiga sediment och sura sulfatjordar.

Det är ofta möjligt att med blotta ögat identifiera sulfidhaltiga sediment och sura sulfatjordar. De sulfidhaltiga jordarna längst Norrlandskusten utgörs ofta av silt som är svartfärgad av FeS (ett järnsulfidmineral) och har därför fått benämningen svartmocka. I många



I markprofilens övre del syns den sura sulfatjord som bildas då sulfidhaltiga sediment oxiderar. Denna jordmån kännetecknas av vertikala sprickor vilka är täckta av järnhydroxid. Längst ner i gropen har sulfidmineralen inte oxiderat och jordarten har därför behållit sin svarta färg.

fall påminner denna svarta jord om skokrämm. I kontakt med syre oxiderar FeS väldigt fort och jorden får redan efter några timmar en grå färg. I södra delen av Sverige, till exempel i Mälardalen, finns sulfidhaltiga sediment ofta i områden med gytjelera, vilka oftast förekommer i de lägsta partierna av de områden som utgörs av lersediment. Många gånger förekommer dessa sediment i förlängningen av havs och sjövikar. Gytjelera har en blågrå ibland svagt grönaktig färg och innehåller några procent organiskt material, samt ofta sulfidmineralet pyrit (FeS_2). Detta sulfidmineral påverkar inte jordens färg och oxiderar inte lika lätt som FeS.

De sura sulfatjordar som bildas efter oxidation av sulfidhaltiga sediment, kännetecknas av vertikala sprickor som ofta kan följas ner till grundvattenytan. I sprickorna finns ofta purpurroda (flera millimeter tjocka) beläggningar av järnhydroxider. I anslutning till dessa rostutfällningar förekommer ibland också det blekgula mineralet jarosit, $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$, som är en bra indikator för att identifiera sura sulfatjordar. Som namnet antyder kännetecknas dessa sura jordar av ett lågt pH ofta mellan 2,5 och 4,5. I vissa områden, till exempel delar av Uppland, innehåller de sulfidhaltiga sedimenten kalk, som i tillräckliga mängder kan buffra den surhet som uppstår vid sulfidoxidation. Det gör att sura markförhållanden inte nödvändigtvis behöver

uppstå då sulfidhaltiga sediment oxiderar.

På Sveriges geologisk undersökning analyseras halterna av metaller i vattenväxter från mindre vattendrag. Resultaten har använts för att framställa så kallade biogeokemiska kartor, vilka ger en bild av koncentrationerna av metaller i de provtagna vattendragen. De biogeokemiska kartorna visar att vissa metaller, exempelvis Ni och Co (kobolt), uppvisar höga halter i bäckvattenväxter från områden med sura sulfatjordar (Lax 2005). Dessa data kan därför användas för att identifiera sådana områden. De förhöjda halterna förekommer dock endast i sådana områden där oxidation av sulfider skett och sura förhållanden orsakat mobilisering av metaller. Troligen rör det sig främst om de områden där grundvattenytan sänkts genom dikning för att möjliggöra uppodling.

I både Sverige och Finland har geofysiska metoder testats för att identifiera förekomster av sulfidhaltiga sediment (Suppala mfl 2005). Resultaten visar att de sulfidhaltiga sedimenten ofta har en lägre elektrisk resistivitet än omgivande sediment. Det beror sannolikt på att dessa jordar avsatts i bräckt vatten vilket gör att de innehåller mer salt än andra jordar. De geofysiska mätningar kan utföras relativt snabbt och resultaten ger en uppfattning om de sulfidhaltiga sedimentens utbredning både i yt- och djupled.

Förhoppningsvis kommer den samlade kunskapen om dessa problemjordar leda minskat framtida läckage av metaller från områden med sura sulfatjordar. Genom att hålla grundvattenytan så högt så möjligt skulle det troligen vara möjligt att minska metalläcket från de områden med sulfidhaltiga sediment där jordbruk bedrivs.

GUSTAV SOHLENIUS är fil.dr. i kvartärgeologi och statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.



Sulfidhaltig, så kallad svartmossa, från en våtmark nära Umeå.



REFERENSER

- Fromm, E. 1965: *Beskrivning till jordartskartan över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen*. Sveriges Geologiska Undersökning Ca 39, 236 pp.
- Granlund, E. 1943: *Beskrivning till jordartskarta över Västerbottens län nedanför odlingsgränsen*. SGU Ca 26. 165 pp.
- Lax, K., 2005: *Stream plant chemistry as indicator of acid sulphate soils in Sweden*. Agricultural and Food Science 14, 83-87.
- Sohlenius G. och Öborn I., 2004: *Geochemistry and partitioning of trace elements in acid sulphate soils in Sweden and Finland before and after sulphide oxidation*. Geoderma 122, 167-175.
- Suppala, I., Lintinen, P., Vanhala, H., 2005: *Geophysical characterisation of sulphide rich fine-grained sediments in Seinäjoki area, western Finland*. Geological Survey of Finland, Special Paper 38, 61-71.

Årsmöte och exkursion ih

I år fick Lund stå värd för Geologiska Föreningens årsmöte. Vi som var där fick uppleva ett tvådagarsarrangemang i samarbete med Lunds Geologiska Fältklubb.

Det hela började tidigt på kvällen fredagen den 23 maj med ett traditionellt årsmöte där ekonomi och verksamhet för det gångna året redovisades. År 2007 var ett hyggligt år, ekonomin visade ett överskott och våra tidskrifter går bra, särskilt glädjande är att Geologiskt forum fortsätter att öka sin läsar-skara. Något oroande är kanske att vi inte lyckats få fler medlemmar, trots det ökade intresset för geologi i vår omvärld.

Mötets höjdpunkt kom när Geologiska Föreningens Erdmannpris i mineralogi och petrologi delades ut för första gången. Mottagare till detta pris, och en vacker men bastant uppsättning bokstöd av diabas, var professor Ulf Hålenius vid Naturhistoriska riksmuseet.

Efter prisutdelningen var det våra värdar, Lunds Geologiska Fältklubb, som höll sitt traditionella medlemsmöte. Mötesdelen avslutades med ett prisföredrag av Ulf Hålenius om ljusabsorption i syrebaserade kubiska spineller, det vill säga mineral med den generella formeln AB_2O_4 , där A är en tvåvärd metalljon och B är en trevärd metalljon.

Det finns omkring 100 olika sådana spineller, inklusive syntetiska, men de flesta är ovanliga. Några vanliga spineller är spinell ($MgAl_2O_4$), magnetit ($FeFe_2O_4$) och kromit ($FeCr_2O_4$). Spineller är viktiga ekonomiskt (till exempel magnetit, kromit), för remanent magnetism och paleomagnetisk

forskning, för att karaktärisera meteoriter, som geobarometer, som biologiska kompasser samt som ädelstenar. Föredraget beskrev hur spineller som bara skiljer sig åt genom att metalljoner som järn, magnesium, titan, mangan och krom förekommer i olika proportioner får fundamentalt olika optiska egenskaper.

Hålenius presenterade teorin

bakom variationerna i absorption, hur dessa beror på metalljonernas elektronorbitaler. Absorptionen varierar avsevärt, från den helt ogenomskinliga magnetiten med Fe^{2+} och Fe^{3+} till den färglösa spinellen med Mg^{2+} och Al^{3+} . Han visade också hur absorptionen syns i ett våglängdsspektra och hur detta påverkas av variationer i koncentrationen av olika metaller. Föredraget tog också upp hur undersökningarna går till och hur spektroskopiska mätningar kan användas för att bestämma den kemiska sammansättningen hos spineller.

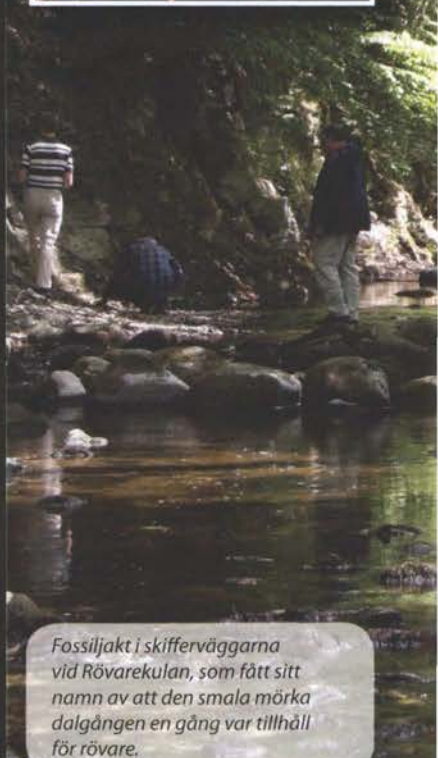
Kvällen avslutades med en delikat middag anordnad av Fältklubbens sexmästeri. Vi i Geologiska Föreningens styrelse vill på detta sätt tacka våra värdar Lunds Geologiska Fältklubb för ett ypperligt arrangemang.

/ JOAKIM MANSFELD är fil.dr i geologi och geokemi samt redaktör för GFF som är Geologiska Föreningens vetenskapliga tidskrift.

P.S Gällande styrelsens sammansättning 2009: Avgående styrelsemedlemmar är Pär Weihed, ordförande och Linda Wickström, ledamot. Patrik Nilsson ställde upp för omval 2009-2010. Nyinvalda styrelsemedlemmar 2009-2010 blev Otto Hermelin (ordförande) och Erik Ogenhall (ledamot). **D.S**



Linda Wickström.



Fossiljakt i skifferväggarna vid Rövarekulan, som fått sitt namn av att den smala mörka dalgången en gång var tillhåll för rövare.

op med Lunds fältklubb

Efter årsmötet firade Geologiska Föreningen att 15:e årsupplagan av Geologiskt forum har inletts.



På lördagen hölls årsmötesexkursion, i år ihop med Lunds Geologiska Fältklubb. Exkursionen samlade ett 15-tal deltagare. Leif Johansson och Per Ahlberg guidade oss genom den skånska geologin.

Första stoppet var vid Skånes största stenbrott, Dalby stenbrott, strax utanför Lund. Det är en av de viktigaste stenbrotten med hänseende på försörjningen av bergmaterial i regionen. Stenbrottet ligger på Romeleåsen, en av Skånes många horstar, och domineras av tre bergarter: gnejs, amfibolit och diabas. Gnejsen och amfiboliten har fått sitt utseende tack vare deformationer i samband med bildandet av Protoginzonen. Diabaserna är betydligt yngre och intruderade vid övergången mellan karbon och perm, för ca 300 miljoner år sedan, i samband med att Tornqvistzonen aktiverades.

Hardeberga stenbrott var nästa exkursionslokal. Här finns Hardebergaformationen, Sveriges äldsta paleozoiska berggrund. Hardebergaformationen består till största delen av kvartsit och avsattes under äldre kambrium. Liksom i Dalby stenbrott finns det även här diabasgångar som har intruderat den äldre kvartsiten. De fossil man kan hitta i Hardebergaformationen är främst spårfossil så som *Diplocraterion* och *Skolithos*. Det var också här som trilobitspåret *Rusophycus parallelum* beskrevs för första gången.

Exkursionen avslutades med lunch i Rövarekulan där det lilla vattendraget Bråån har skapat en ravin i colonusskiffer från yngre silur. Här skulle man även kunna hitta fossila musslor och ortoceratiter,



Leif Johansson i Dalby stenbrott.



Dalby stenbrott.



Hardeberga stenbrott.

samt nu levande toppig hattsnäcka (*Ancylus fluviatilis*) och en av Sveriges mest sällsynta sötvattensmusslor, tjockskalig målarmussla. Vi lyckades dock bara hitta små graptolitfragment.

/ LINDA WICKSTRÖM är fil. dr. och statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.

Geologiskt forums stödprenumeranter 2008

(Se även sidan 32.)



Emmaboda Granit

Emmaboda Granit AB är ett av Sveriges och Skandinaviens ledande stenföretag med 100 års erfarenhet inom blocksten, stenprodukter och gravvårdar.
www.emmabodagranit.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

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

NEW BOLIDEN

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

KALENDARIUM

NOTERAT

6 – 14 augusti 33:e internationella geologkongressen i Oslo. Mer att läsa på www.33igc.org

25 augusti - 1 september. Nätverket Renare Mark anordnar en studieresa om arbete med förorenad mark i Kanada. www.renaremark.se

3 september. Framsteg i arbetet med förvaltningen av Österjön. Nordiska ministerrådet och svenska Naturvårdsverket bjuder in till en internationell konferens om hur arbetet med att förvalta Östersjön kan stödjas och förbättras. Plats: Visby. Mer att läsa på www.naturvardsverket.se

13 september Geologins Dag. Arrangemang i hela landet. Mer att läsa på www.geologinsdag.nu

International Year of Planet Earth

Högtidlig invigning!

International Year of Planet Earth invigdes i Sverige av H.M. Konungen vid en högtidlig ceremoni på Kungliga vetenskapsakademien i slutet av maj.

– **Vi måste börja** tidigt; redan i skolan skall våra barn kunna få en geologisk grundsyn, som är till hjälp för förståelsen av såväl miljön i allmänhet som klimatfrågan i synnerhet. Det är vi helt enkelt skyldiga både dem och Moder Jord, sade H.M. Konungen i sitt tal, som kan läsas i sin helhet på kungafamiljens hemsida www.royalcourt.se

Mer än 150 deltagare kom för att vara med på invigningen där Kungliga Vetenskapsakademien och dess ständige sekreterare Gunnar Öquist var värd.

Stämningen var högtidlig och H.M. Konungens betoning av att geologisk kunskap behövs, och att allt måste börja med geologiutbildning redan i grund- och gymnasieskolan, gladda många åhörare. Moderator för dagen var Geologiskt forums redaktör Anna Kim-Andersson.

Efter konungens invigningstal följde sju populärvetenskapliga föreläsningar:

Vivi Vajda; *Jordens fossila arkiv – facit till framtiden*. Dan Hammarlund; *Jordens klimat i ett geologiskt perspektiv*. Olle Selinus (en av de aktiva bakom arrangemang); *Medicinsk geologi – en framtidsfråga*. Roland Roberts; *Jorden och energi*. Martin Jakobsson; *Världshavens botten och tsunamis: kan Skandinavien drabbas?* Pär Weihed; *Vårt behov av malmer och mineral*. Per Hogård; *Samhällsbyggande i berg – behovet av geovetenskap i byggprocessen*.

★ Underjorden lockar. Ett av de 27 hemliga rum som Statens fastighetsverk öppnade för allmänheten den 24 maj, var ett tidigare topphemligt tunnel-system under Skeppsholmen i Stockholm. Tunnelsystemet sprängdes fram på 1940-talet, under kriget, för att göra plats för en stridsledningscentral där man kunde öva sjöstrid mot en uppspelad fiende. Här fanns befälsrum, matsalar och logement för de värnpliktiga samt min- och torpedverkstäder. Ända till slutet av 1960-talet var bergrummen som en hemlig försvarsanläggning för marinen. Fastighetsverket tog över ansvaret 1993. Ett stort antal besökare var intresserade av att se den underjordiska anläggningen. *Källa: SvD.*

★ Att locka unga till geologin. Eleverna i norska gymnasieskolor var under våren inbjudna att delta i en uppsattävling på temat "betydelsen av geologisk kunskap för en hållbar utveckling i samhället". Tävlningen avgörs i höst och första pris är en resa till Svalbard. *Källa: Geo.*

★ Inte lockande. Alunskiffer är en bergart som är bildad av gamla sediment från syrefattiga botten. Skiffern innehåller ofta höga halter av giftiga grundämnen och är lättvittrad då den exponeras. Ulf Lavergren vid Högsolan i Kalmar har disputerat med avhandlingen "Metal dispersion from natural and processed black shale". – Alunskiffern och den brända så kallade rödfyren på södra Öland innehåller höga halter av kadmium, molybden, nickel, zink och uran. Metallerna kan lätt frigöras vid vittring och spridas till grundvattnet som då blir olämpligt som dricksvatten, säger Ulf Lavergren.



Bilden till vänster. Övre rad: Martin Jakobsson, Dan Hammarlund, Pär Weihed, Roland Roberts, Per Hogård. Nedre rad: Anna Kim-Andersson, Vivi Vajda, Olle Selinus. Bilden till höger: Olle Selinus, H.M. Konungen, Gunnar Öquist.



Geovetenskapens betydelse för samhället

Geovetenskapen ger en grund för förståelsen av vårt livsrum. Begreppet geovetenskap innefattar allt ifrån utvecklingen av vår planet och livet på jorden till upptäckt och rimligt utnyttjande av naturresurser, skydd av miljö och riskhantering i samband med naturliga och av människan orsakade faror och katastrofer. Geovetenskapen ger oss förutsättningar att förstå människans plats och roll på jorden.

Geologiska resurser och geovetenskaplig kunskap har varit avgörande för utvecklingen av det moderna samhället. Nödvändiga förutsättningar för denna utveckling är energiförsörjning, historiskt främst från kol och olja, samt tillgång till metaller och andra råvaror som främst hämtas ur jordskorpan. En livsnödvändig resurs med begränsad tillgång är sötvatten. En ojämn fördelning av geo-resurser globalt, och sättet på vilket de exploaterats, är en bakomliggande orsak till dagens ojämn fördelning av materiellt välstånd i världen och en betydande potentiell konfliktorsak.

Utnyttjandet av geo-resurser har samtidigt haft negativa konsekvenser för miljön. Samhället hanterar miljöproblem, som ofta är av lokal eller regional betydelse, med växlande framgång. Andra frågor, som utsläpp av koldioxid från fossila bränslen, är globala. En god förståelse av klimatsystemets funktion, naturliga variabilitet och känslighet för mänsklig påverkan är nödvändig för en ansvarsfull politisk hantering av frågan om global uppvärmning. Även lagring av koldioxid isolerat från atmosfären är en utmaning för geovetenskaplig forskning, likaså lagring av utbränt kärnbränsle och ett hållbart utnyttjande av jordens vattenresurser.

Det ökande energibehovet och de miljö- och resursproblem som är kopplade till dagens dominerande metoder för energiframställning driver fram en utveckling av alternativa energikällor. Även här har geovetenskaplig forskning en viktig roll för att kunna ta fram hållbara lösningar. Ett annat viktigt tillämpningsområde för geovetenskapen är väderprognoser.

Jordens snabba befolkningsutveckling åtföljs av en massiv inflyttning till städer och befolkningscentra som ofta ligger vid kuster och på flodslätter. Miljarder människor bor i områden med hög risk för olika typer av naturkatastrofer. Flera av dessa områden ligger invid plattgränser med hög jordbävningsrisk. En höjning av havsytan och ökning av frekvensen extrema vädersituationer, kopplat till global uppvärmning, kan i framtiden skörda ett ökat antal människoliv. Vulkansluttningar är ofta bördiga men samtidigt högriskområden för bosättning. Geovetenskaplig kunskap och forskning har en central roll för att motverka och dämpa konsekvenserna av naturkatastrofer. Geologiska faktorerers betydelse för människors och djurs hälsa uppmärksammas också alltmer.

I takt med att jordens befolkning ökar, ökar även behovet av geo-resurser samtidigt som prospektering efter nya resurser blir allt svårare och miljöhänsyn vid exploatering allt viktigare. Skandinavien är Västeuropas främsta källa för olja, gas, basmetaller och industrimineral. Behovet av innovativ geovetenskaplig forskning, både vid universiteten och i näringslivet, är därför större än någonsin. Trots geovetenskapens grundläggande betydelse för samhällets utveckling ges geovetenskap en alltför liten roll i den svenska skolundervisningen. Geovetenskapens vikt har heller inte fullt uppmärksamats av politiska beslutsfattare, universitet och forskningsråd. Det är av fundamental betydelse att geovetenskaplig kunskap utnyttjas i högre grad i samhällsplaneringen.

Kungl. Vetenskapsakademiens klass för geovetenskaper (klass V)



KUNGL.
VETENSKAPSAKADEMIEN
THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES

Box 50005, 104 05 Stockholm
Tel: +46 8 673 95 00, Fax: +46 8 15 56 70
info@kva.se, www.kva.se



Slutförvaring ger geovetenskapliga vinster och snart ska platsvalet ske

De platsundersökningar för ett eventuellt slutförvar för använt kärnbränsle, som har pågått i Sverige under lång tid, har givit omfattande spin-off-effekter för geovetenskapen. Bland annat underlag till sju doktors- eller licentiatavhandlingar, 35 vetenskapliga artiklar och över 30 föredrag till den kommande internationella geologiska kongressen i Oslo i augusti 2008.

I slutet av år 2000 beslutade Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, att genomföra detaljerade undersökningar på två platser, Forsmark i norra Uppland och Laxemar-Simpevarp i östra Småland, i syfte att identifiera en lämplig plats för ett slutförvar av använt kärnbränsle.

I en tidigare utgåva av *Geologiskt forum* (nr 23, september 1999) summerade jag och en av mina kolleger vid Sveriges geologiska undersökning de kriterier som användes för att identifiera områden i Sverige som kunde vara lämpliga för sådana detaljerade undersökningar.

Undersökningar från markytan och i borrhål genomfördes i Forsmark och Laxemar-Simpevarp mellan 2002 och 2007. Analyser av data har pågått kontinuerligt under undersökningarna, liksom uppbyggnad av geovetenskapliga tredimensionella modeller.

Under 2008 kommer slutversion-

er av dessa modeller att presenteras, och planer på hur slutförvaret kan utformas på respektive plats. Med dessa som underlag genomförs analyser av den långsiktiga säkerheten och arbetet bör ha kommit så långt att SKB kan välja plats under 2009.

Platsundersökningarna och modelleringen har medfört ett behov av intimt samarbete mellan geovetare från olika ämnesområden och från olika organisationer. Arbetet har resulterat i en unik databas med tredimensionella data för kvartärgeologiska, berggrundsgeologiska, termiska, mekaniska, hydrogeologiska samt vattenkemiska egenskaper och förhållanden. Allt kan nu användas i integrerade modeller.

För Forsmark är det exempelvis möjligt att förklara variationer i bergspänningar, hydrogeologiska förhållanden och grundvattenkemi med den geologiska modellens sprickor och sprickzoner. Att helhetsbilden är konsistent medför givetvis en ökad trovärdighet åt de enskilda modellerna.

Alla data och modeller finns tillgängliga för alla att granska och använda sig av. Mer än 1 000 rapporter kan hämtas på SKB:s webbplats.

Även om arbetet har varit av tillämpad art så har det lett till viktiga spin-off-effekter som berikar den geologiska grundforskningen. Över 35 artiklar har publicerats i vetenskapliga tidskrifter. Sju pågående eller publicerade doktors- eller licentiatavhandlingar från Göteborgs, Kalmar och Lunds universitet samt från Kungliga Tekniska Högskolan har använt sig av data från platsundersökningarna. Över 30 föredrag kommer att presenteras under den kommande internationella geologiska kongressen i Oslo i augusti 2008.

Kanske mest framgångsrikt har arbetet i Forsmark och Laxemar-Simpevarp ändå varit när det gäller att bryta ner den barriär som har tenderat att dela in den geovetenskapliga kåren i Sverige mellan de som har arbetat med samhällets behov av geologiska undersökningar och de som arbetat med grundforskning.

Ser vi till framtiden är jag övertygad om att bygget av ett slutförvar kommer att ge geovetare många spännande möjligheter att ytterligare bidra till den geovetenskapliga kunskapsuppbyggnaden, bland annat genom att testa de modeller som nu har tagits fram.

/ Michael B. Stephens är 1:e statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.



POSTTIDNING B

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

GEONYTT

På denna sida upplåter Geologiskt forum kostnadsfritt plats för information som är relevant för föreningens medlemmar eller en geointresserad allmänhet. Har du något du vill tipsa om – hör av dig till redaktionen senast 15 juli. Nästa nummer av tidningen kommer ut i september 2008. Kontakta redaktör Anna Kim-Andersson, tel 036-440 01 20, anna@qi-media.se



www.geologinsdag.nu

Geologins Dag 13 september 2008 - Hela Sverige är med!

- | | |
|-------------------|-------------------------------------|
| Du geologikunnige | - Bli arrangör på Geologins Dag! |
| Du lärare | - Fira Geologins Dag i klassrummet! |
| Du intresserade | - Besök Geologins Dag! |

BLI STÖDPRENUMERANT

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

STÖDPRENUMERANT

Geologiskt forums nyaste stödprenumerant hälsas välkommen (se även sidan 26):



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