

# GEOLOGISKT FORUM

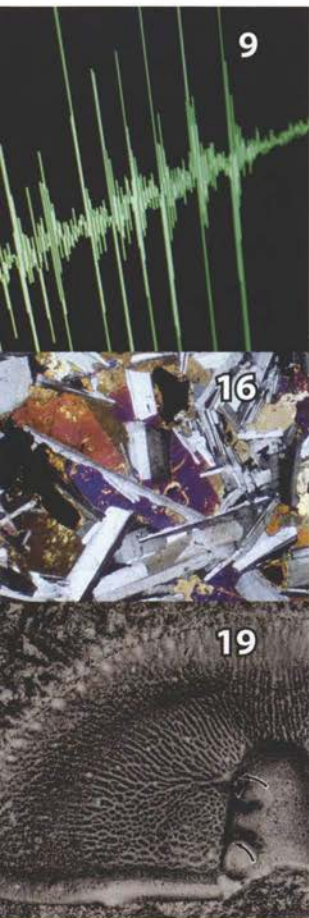
NR 62 JUNI 2009  
ÅRGÅNG 16

**Kalksten och dolomit**

**Jordskalvet i Skåne**

**Ernst Antevs – geologen**





## INNEHÅLL nr 62 juni 2009

### NYHETER OCH REDAKTIONELLT

Slutförvaret passar bättre i Forsmark.	3
Drömmen om att nå "Moho".	4-5
En liten primat som fått stort gensvar.	6
Hallå där! Olov Selinus har fått Tilaspriset.	7
Nya Gamla Ullevi skakar loss..?	8
Stödprenumeranter 2009.	29
Kalendarium och noterat.	30
SGU bygger plattform / Sverige som metallproducent.	30-31
Generaldirektör med geo-gehor: Jan Magnusson.	32
GEONYTT.	

### ARTIKLAR & REPORTAGE

Jordskalvet i Skåne. <i>Tine B. Larsen, Peter H. Voss och Søren Gregersen.</i>	9-11
Svenska nationella seismiska nätet. <i>Anna Kim-Andersson.</i>	12-13
Diabasen vid Runamo – ännu en vetenskaplig expedition. <i>Mikael Calner, Bo Håkansson och Ulf Söderlund.</i>	14-17
Trilobitens tre lobar. <i>Jan Bergström och Yutaro Suzuki.</i>	18-19
Kalksten och dolomit. <i>Robert Lilljequist.</i>	20-22
Antevs – geolog i Amerika. <i>Jan Lundqvist.</i>	23-25
Jättegrytan vid Skanstull blev... ett flyttblock till SGU. <i>Anna Hedenström.</i>	26-27

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: Ernst Antevs. Se artikel sid.23-25 av Jan Lundqvist. Foto av Karin Lagerheim, förvarat som arkivbild hos Geokronologiska museet vid Stockholms universitet.

Upplaga: 1 600 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](http://www.geologiskaforeningen.se)

Varmt välkommen att kontakta tidningens redaktör Anna  
Kim-Andersson om du vill medverka i Geologiskt forum – hör av  
dig innan du sänder ditt manuskript. Författarna svarar själva för  
innehållet i sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt forum kom-  
mer ut i september i samarbete med Föreningen för Geologins Dag.

Geologiska Föreningen  
18 71



# Slutförvaret passar bättre i Forsmark

Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, meddelade i början av juni att det är Forsmark som blir aktuellt för slutförvaret av använt kärnbränsle. Om ett år ska ansökan lämnas in om tillstånd att få bygga Kärnbränsleförvaret här.

**Få sprickor och små** grundvattenflöden i berggrunden är gynnsamt ur säkerhetssynpunkt när det gäller slutförvar av använt kärnbränsle enligt svensk modell.

– Vi ser en tydlig fördel för Forsmark när det gäller den långsiktiga säkerheten, sade Claes Thegerström, VD för SKB vid presskonferensen i juni då beslutet meddelades.

Planen är att det använda kärnbränslet ska förvaras inneslutet i kopparkapslar, som i sin tur är inbäddade i bentonitlera, 500 meter ner i berget.

Berggrunden kring Forsmark i Östhammars kommun, bedöms ge ett mera robust och effektivt genomförande av slutförvarsprojektet, i jämförelse med berggrunden kring Laxemar i Oskarshamns kommun, som varit den plats som också varit aktuell i utredningen hittills.

Berget leder också bort värme bättre än i Laxemar. Därmed kan kapslarna med varmt kärnbränsle förvaras närmare vandra, förvaret tar mindre plats och det blir mindre bergmassa att hantera.

I Östhammars kommun finns också ett starkt lokalt stöd för slutförvarsprojektet, vilket även har en inverkan på beslutet. SKB anger dessutom att förläggningen av förvaret i anslutning till kärnkraftverket i Forsmark förenklar en etablering, genom tillgången till infrastruktur (ovanjordsdelen av slutförvaret kan förläggas på ett redan befintligt industriområde) och goda möjligheter att begränsa miljöpåverkan.

Nästa steg i processen inom det svenska kärnavfallsprogrammet är att SKB om ungefär ett år ska lämna in de tillståndsansökningar som krävs, för att bygga ett slutförvar, till Strålsäkerhetsmyndigheten (som prövar slutförvarsanläggningen) och miljödomstolen (som prövar hela slutförvarssystemet, som innefattar både ett förvar och en metod för förvaret). Därefter tar myndigheterna och regeringen ställning till förfrågan. Slutligt tillstånd från regeringen beräknas kunna fås tidigast år 2013. Runt 2015 skulle i sådana fall bygget kunna påbörjas.

8 000 ton väntar på "sista vilan"

Jag klev ombord på lastfartyget Sigyn i hamnen utanför Forsmark, tolv mil norr om Stockholm. Sigyn skulle söderut, mot Sveriges centrala lager för använt kärnbränsle, CLAB, utanför Oskarshamn. Resan tog ett dygn. Det var våren år 2000 och jag skulle göra ett reportage för ICA-kuriren om SIGYN och om CLAB. Strålningsmätare, skyddskläder, säkerhetsrutiner. Det var intressant och lärorikt på alla sätt och vis.

Varje år producerar Sveriges kärnkraftverk drygt 200 ton högaktivt avfall. I minst nio månader förvaras avfallet vid respektive kraftverk, innan det förs till CLAB. Sigyn är den som kör frakterna, totalt ett tjugotal resor per år med högaktivt avfall, förvarat i jättelika stålbehållare

Sigyn är specialbyggt för att transportera avfallet. Dubbel botten och maskin- och elutrustning i dublett. Lastrummet, som inte kan öppnas under resans gång, har tio centimeters tjocka betongväggar.

I Oskarshamn väntar mellanlagret. Vattenfyllda bassänger, insprängda 50 meter ner i berget. Totalt kan de ta emot 8 000 ton högaktivt avfall. Avfallet förvaras i stål-kassetter som sänks ner i vattnet, här ska det ligga i 40 år. Sedan tar slutförvaret vid. Detta har varit tanken hela tiden.

Processen att finna både metod och plats för slutförvaret har dock varit utdragen (över flera decennier). Många olika experter har varit, och är, involverade, liksom politiker och allmänhet.

Sigyns last är dödlig för den som kommer i kontakt med avfallet. Trots att jag upplevde en trygg resa – då, så känner jag nu – att det är tillfredsställande att veta att Sverige sakta jobbar sig mot en slutförvarslösning. Det är en lång bit kvar. Men att platsen för "den sista vilan" i urberget har blivit utpekad, är ett steg på vägen.



/ Anna Kim-Andersson, populärvetenskaplig redaktör



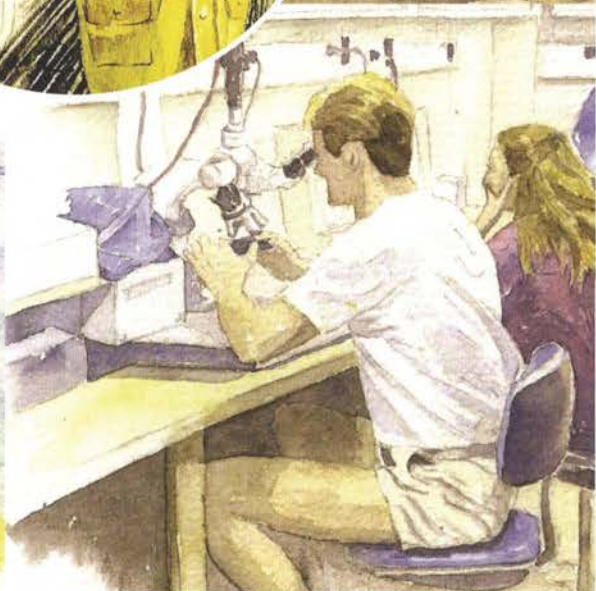
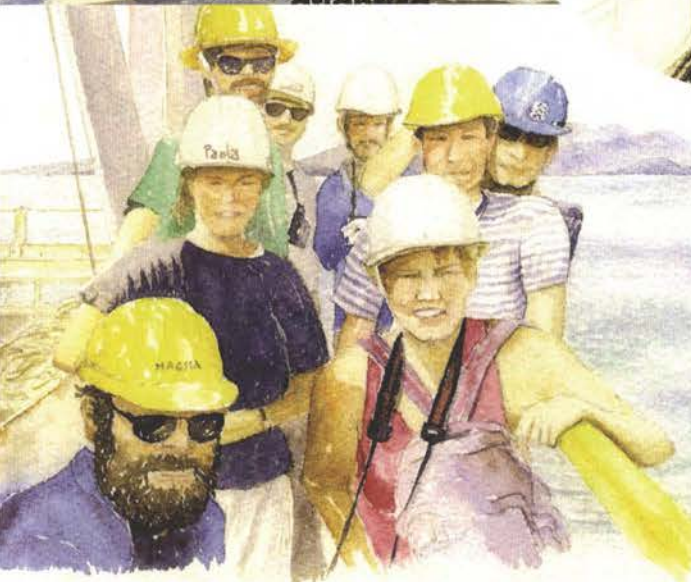
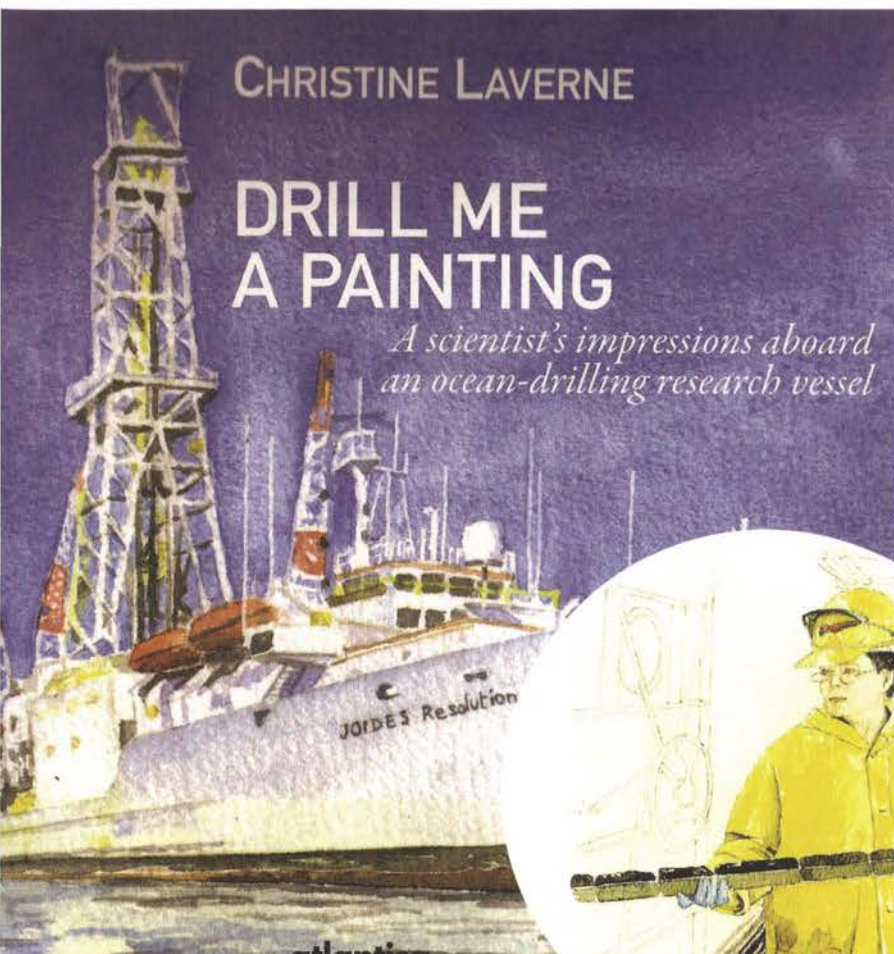
En principskiss för det planerade Kärnbränsleförvaret i Sverige. Platsen är Forsmark. Förvaret beräknas kosta 24 miljarder kronor att bygga och driva. Bilden är från SKB.



CHRISTINE LAVERNE

# DRILL ME A PAINTING

*A scientist's impressions aboard  
an ocean-drilling research vessel*



I boken *Drill me a painting* har Christine Laverne med enkla texter och egna akvarellmålningar skapat en unik loggbok från ett yrkesliv som oceanfarande geolog. Hon försöker fånga essensen av att resa över oceanen på en "...löljligt liten båt som pliktroget stationerats på ett och samma ställe, över ett borrhål!"

# Drömmen om att nå "Moho"

• Djuphavsborrning: Borrtrastningen sänks genom en vattenpelare på 3 500 meter och borrar sig sedan igenom 2 000 meter av oceanbottenskorpa. De nedre proverna som förs upp till ytan har plockats från en miljö av jordens yttersta inre (det vill säga oceanbottenskorpan), som är cirka 200 grader varm.

• Oceanografen Walter Munk förslog år 1957 ett projekt som handlade om att borra genom jordskorpan tills dess att jordens underliggande lager, manteln, kunde nås. Projektet fick namnet Mohole, efter jugoslaven Andija Mohorovicic, som var den förste som definierade skorpa/mantel-gränsen, en gräns som senare fick namnet Moho och som definierades med hjälp av skillnaden i hatsighet hos seismiska vågor i skorpa/mantel.

• Moholeprojektet kunde kanske ha blivit framgångsrikt, men åstadkom i praktiken blott ett 197 meter djupt borrhål utanför Kaliforniens kust, om än på ett djup av 3 000 meter. Moho var med andra ord fortfarande långt borta – och Moho har fortfarande inte nåtts, även om borrhärna sakta men säkert läggs till borrhärna.

• Tre borrhärprogram, med vidgade frågeställningar, har sett dagens ljus efter det att Moholeprojektet lades ner år 1966. *The Deep-Sea Drilling Project* (1968), *International Phase of Ocean Drilling* (1970) och *Integrated Ocean Drilling Project* med mer än 20 länder involverade (2004).

• *Drill me a painting. A scientist's impressions aboard an ocean-drilling research vessel* utgavs förra året på förlaget atlantica ([www.atlantica.fr](http://www.atlantica.fr)). Chistine Laverne har tidigare skrivit boken *Living Mountains: How and Why Volcanoes Interrupt* tillsammans med Jacques Kornprobst (2006).



En gabbro från Hole 1256 D. Den nedre målningen visar ett tunnslip av gabbro från Expedition 312. Plagioklas syns i grått och vitt, pyroxen i blått.

Mellan åren 1979 och 2005 deltog forskaren Catherine Laverne i sju seglatser över Stilla havet med syfte att ta upp borrhärnor från havsbotten. Catherine Laverne är geolog: specialiserad på oceanbottnarnas petrologi och deras interaktion med havsvatten.

I sin bok *Drill me a painting* låter hon läsaren på ett konstnärligt och vetenskapligt vis få ta del av livet ombord på världshavens forskningsfartyg.



# En liten primat som fått stort gensvar

Nyheten om ett 47 miljoner år gamla primatskelettet, cirka 60 centimeter långt – som fått smeknamnet Ida – har gått som en löpeled över världen. Det var forskare från universitetet i Oslo tillsammans med Senckenbergs forskningsinstitut som i maj presenterade fossilet.

**Berättelsen om Ida** har många spännande ingredienser och det har paleontologerna i forskarteamet, tillsammans med brittiska medieföretaget BBC och bland andra bokförlaget Atlantic tagit fasta på. Dramaturgin är maximal. Pressrelease, presskonferens, hemsidan [www.revealingthelink.com](http://www.revealingthelink.com), en bok och en film om Ida – allt lanserades unisont. Professionellt till tusen och gensvaret har inte låtit vänta på sig. Media skriver: "Motsvarigheten till konstens Mona Lisa", "den saknade länken

mellan människa och apa" och ett "praktexempel på ett så kallat övergångsfossil".

**Ida kommer nu** aldrig att vara den enda länken, eller fossilet som ger alla svar. Men onekligen är Ida en av många pusselbitar i kartläggningen av människans ursprung. Och en ovanligt fin pusselbit dessutom. Forskarna beskriver Ida som till hälften människa, till hälften lemur. Fyndet är unikt för att det är så gammalt (upp till 20 gånger äldre än de motsvarande fossil

som hittats hittills) och unikt för att det är så välbevarat. 95 procent av skelettdelarna är intakta.

## Ida hittades

år 1982 i Messel av en amatöraokeolog som i sin tur överlät fyndet till en privat samlare. Messel är ett stenbrott nära Frankfurt i Tyskland där man fram till 1960-talet bröt skiffer. Platsen är också känd

*Ida blev som över en natt en fossil världs-kändis.*

för de många, ytterst välbevarade fossil som hittats där under årens lopp. Fossila hästar, fiskar, fladdermöss, fåglar, insekter, reptiler och till och med lemurer finns på fyndlistan

Efter att under några år ha utgjort soptipp, är Messel stenbrott sedan 1995 upptaget på UNESCOs världs-arvslista som den plats i världen där det finns mest fossila fynd från epoken eocen, mellan 57-36 miljoner år sedan. (<http://whc.unesco.org/en/list/720>).

För två år sedan kunde en vidtalad fossilförhandlare knyta kontakt med norske paleontologen Jørn Hurum vid Geologisk museum, Oslo universitet. Hurum såg potentialen och köpte fossilet. Oavsett fyndets framtida betydelse för vetenskapen så är berättelsen om Ida onekligen fascinerande. Man kan helt klart säga att Ida har gått till historien – på många sätt!

/ Anna Kim-Andersson.



- Ida beskrivs som en primat som till hälften liknar en människa, till hälften en lemur. Det föreslagna artnamnet är *darwinius masillae*.
- Primaten dog förmodligen av vulkanisk gas och begravdes i lera i det som idag är ett stenbrott i tyska Messel känd som Messel Pit Fossil Site.
- Ida är 60 centimeter lång, har människoliknande naglar i stället för klor, motsatta tummar och levde för 47 miljoner år sedan, en för människosläktet viktig tid då primaterna utvecklades i två olika grenar, benämnda som underordningarna Strepsirrhini och Haplorrhini (den sistnämnda dit människan tillhör).

# Hallå där!

Geologiska Föreningen delade i maj ut Tilaspriset 2009 till Uppsälageologen Olov Selinus för hans banbrytande insatser, nationellt och internationellt, inom området medicinsk geologi.

Motiveringen löd enligt följande: "Olov Selinus erhåller Tilaspriset för sina insatser inom det relativt nya men ytterst viktiga området medicinsk geologi. Han får priset då han varit och är en drivande kraft såväl i Sverige som internationellt inom studiet av naturliga och mänskliga gifter i naturen och hans insatser för att kartlägga och uppmärksamma medicinska geoproblem runt om i världen har rönt stor uppmärksamhet och uppskattning."

**Grattis! Vem är du?** Jag är berggrundsgeolog i botten, har hållit på många år med malmprospektering, berggrundsgeokemi, sedan miljögeokemi, sedan medicinsk geologi. En naturlig utveckling eller hur?

## Medicinsk geologi, vad är det?

Medicinsk geologi är kort och gott hur den naturliga miljön, alltså geologin, påverkar hälsan hos människor och djur. Jag brukar säga den glömda delen av miljömedicin eftersom denna i huvudsak behandlar inomhusmiljön och arbetsmiljön.

## Hur ser du på framtiden för medicinsk geologi?

Vi ser bara början på utvecklingen. Som exempel på genomslag kan vi notera allt som skrivs om det internationellt, att det var ett av tio teman under International Year of Planet Earth, att det hade en framstående plats

med bland annat en temadag på geologikongressen i Oslo, att National Science Foundation i USA för tre år sedan gav National Research Council och Institute of Medicine i uppdrag att göra en utredning om medicinsk geologi i USA och strategier för hur det ska utvecklas där. Rapporten på 200 sidor trycktes 2007.

## Vad gjorde du på svenska ambassaden i Washington i våras?

Jag deltog i en regeringsdelegation från Sverige som besökte US State Department för att på högsta nivå diskutera forskningssamarbete inom olika områden, allt från stamcells forskning till bioenergifrågor, polarforskning och neutronforskning. Deltagare var flera statssekreterare, folk från olika departement, cheferna för de forskningsfinansierande myndigheterna i Sverige med flera. Totalt cirka 20 svenskar och 30 amerikaner på motsvarande nivåer. State Department hade uttryckt önskemål om att jag skulle delta och hålla ett lunchseminarium om medicinsk geologi på State Department för delegationerna. Det gjorde jag, tillsammans med chefen för National Science Foundation, det största finansierande forskningsorganet i USA med en budget på sju miljarder USD.

## Du har varit redaktör för en bok redan.

**Är det fler böcker på gång?** Ja, två stycken. En som publiceras av Springer i slutet av året. Det är en bok som tar upp alla regionala frågor om medicinsk geologi. Jag har författare från USA, Irak, Japan, Ryssland, Australien, Karibien, Afrika, Indien, Brasilien etc. Dessa tar upp regionalt alla aspekter på medicinsk geologi i sina respektive regioner. Det blir den första mer heltäckande boken av sitt slag.

Sedan skriver jag på en lärobok



på svenska om medicinsk geologi som ska ges ut av Studentlitteratur i slutet av året. Den blir på cirka 400 sidor och kommer att ge en heltäckande bild av medicinsk geologi för geovetare, medicinare, miljövetare och allmänheten – med många exempel just från Sverige.

**Vad gör du i sommar?** Som vanligt ska jag tillbringa hela sommaren i familjens stuga på södra Öland. Mitt i FN:s världsarv, på gränsen mot Alvaret och med Östersjön en bit bort. Denna sommar kommer att ägnas en hel del åt att skriva på de nya böckerna och det kan man lämpligen göra på datorn i skuggan i trädgården, med en mild sjöbris och inte ett spår av myggor!

## Har du något geologiskt favoritresemål?

Jag har tre favoritresemål. Island är ett oerhört fascinerande land där man verkligen ser alla processer och hur de formar vår natur. Nya Zeeland är ett av de vackraste och mest magnifika länder man kan tänka sig. Där finns allt, skönhet, imponerande vyer, vulkaner, glaciärer etc. Här spelades ju Sagan om Ringen in och då kan man se landskapet framför sig. Det tredje är Öland som naturligtvis är ett unikt geologiskt resemål, tillika världsarv, där vi har vår stuga mitt i den geologiska smeten på sydöstra Öland mellan alvar och hav.

# Nya Gamla Ullevi skakar loss ...?

**G**öteborg är byggt på ett rejält lager lera, det vet "alla", och nu finns det ett nytt gammalt exempel på vad detta betyder. Gamla Ullevi, eller snarare, Gamla Gamla Ullevi, revs i januari 2007 för att ge plats åt en ny arena. Den nya arenan döptes efter en namnutredning också den till Gamla Ullevi, trots att den är nyare än Nya Ullevi, som ligger strax intill. Nya Gamla Ullevi är hemmaarena för IFK Göteborg, Öis och Gais, samt nationalarena för svenska damlandslaget i fotboll.

Under april vållade arenan rubriker, eftersom bostadshusen i närheten gungade till under fotbollsmatcherna. Boende ringde till Göteborgs-Posten och Räddningstjänsten, tidningsartiklarna avlöste varandra och byggherren Higab, som "äger, vårdar och utvecklar fastigheter för

Göteborgs Stad", utredde olägenheterna. Mätningar av vibrationer i grannfastigheterna visade mycket riktigt att de boende drabbats av vibrationer, men vad som ska göras åt det är inte klart (maj 2009).

Vibrationerna verkar uppstå när klacken, ståplatspubliken, hoppar och dansar på en del av läktaren. I leran fortplantar sig vågorna långt. Under internationella matcher är det bara sittplatser på arenan, men när andra lag spelar kan stolar låsas i uppfällt läge och ge plats till ståplatspublik.

Grannen Nya Ullevi förstärktes under 1990-talet efter ett besök av Bruce Springsteen. Den rockälskande och stora publiken hade fått arenan att gunga. Förstärkningen utgörs bland annat av gjutna pelare som går ned till fast berg. De är 20 till 60 meter långa. Lerlagret under Gamla Ullevi uppges vara 60 till 80

meter djupt under hemmaläktaren. I tidningsreplikor och kommentarer anas att jakten på syndabockar har börjat.

/ Ulla Sundin-Beck



Nya Gamla Ullevi har en publikkapacitet på 18 900 personer (med delvis stående publik), Planmått: 105 x 68 meter. Premiärmatch: 5 april 2009. Invigningsceremoni: 25 april 2009. Bild: arkitektbyrån AB.

## NATURVETARDAGAR

### WORKSHOPS

#### Kommunicera din kompetens

Verktyg för att höja din lön och för att utvecklas på jobbet.

#### Karriärplanering

Verktyg för att få jobbet som utvecklar dig bäst.

#### Varsel och uppsägningar

Vi reder ut begreppen och klargör vilka rättigheter du har.

#### Möt oss i:

Uppsala 15–17 september

Stockholm 22–24 september

Luleå 7–9 oktober

Malmö 20–22 oktober

Karlstad 10–12 november

**Kom ihåg!** Naturvetarnas inkomstförsäkring ingår i medlemsavgiften och ger upp till 80 procent av lönen vid arbetslöshet.



**Naturvetarna** .SE





# Jordskalvet i Skåne

Jordbävningen som inträffade den 16 december förra året väckte stor uppmärksamhet i Sverige, men även i grannlandet Danmark. Här presenteras några danska geologers beskrivning av skalvet och det stora arbetet med att samla in värdefulla ögonvittnesskildringar.

TEXT Tine B. Larsen, Peter H. Voss och Søren Gregersen.

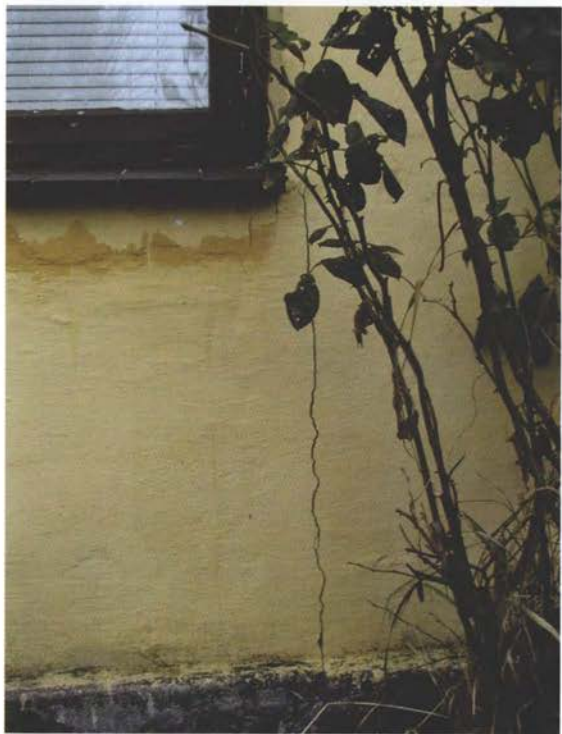
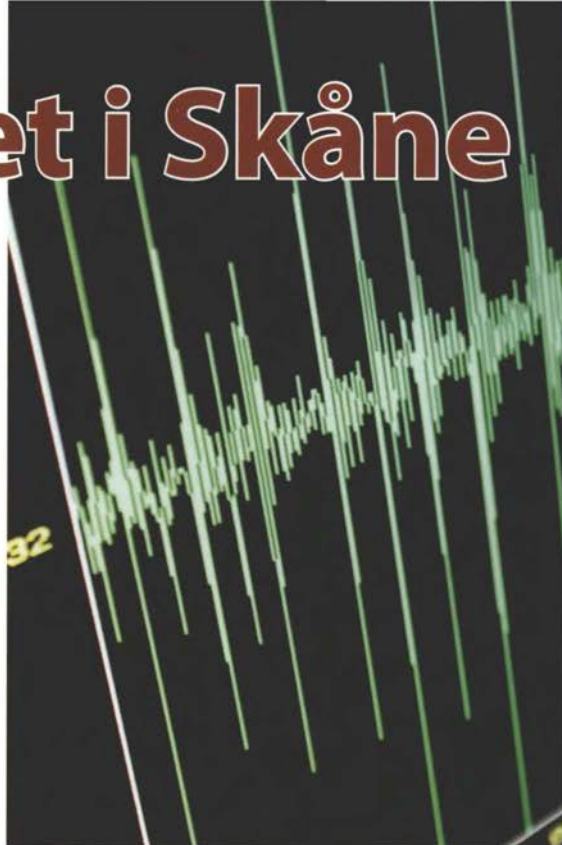
**E**n helt vanlig, sömnig vintermorgon, den 16 december 2008, blev tusentals danskar väckta cirka klockan 06.20 av att de kände skakingar från ett jordskalv. Husen knakade, saker och ting rasade, sångar svajade och ohyggliga ljud hördes från underjorden. På några platser var upplevelsen så intensiv att förskräckta människor sprang ut ur sina hus – precis som man bör, om man plötsligt befinner sig i ett kraftigt jordskalv.

Men jordskalvet var lyckligtvis helt ofarligt. Det hade sitt epicenter nära den skånska byn Sjöbo, cirka 60 kilometer öster om Malmö och det mätte 4,8 på Richterskalan. Skakningarna fortplantade sig dock effektivt till Danmark, där både köpenhamnsborna och nordsjälländarna fick sig en ofrivillig gungtur. Under timmarna och dagarna efter jordskalvet insamlade GEUS, de nationella geologiska undersökningarna för Grönland och Danmark, flera tusen rapporter från medborgare, som hade känt av jordskalvet. Ögonvittnesskildringar är ett viktigt redskap till att mäta skakningarnas intensitet i olika delar av landet.

## Lugnt område – eller?

Jordskalvet vid Sjöbo var osedvanligt kraftigt för att vara i detta området, men små jordskalv förekommer med jämna mellanrum, även om vi normalt betraktar både Sverige och Danmark som mycket stabila områden. Den uppfattningen har Skånejordbävningen inte ändrat på. Under perioden 1970–2009 registrerades tre andra jordskalv, de var alla mindre än 3 på Richterskalan.

Jordskalvets epicenter ligger i Sorgenfrei–Tornquist-zonen (STZ), som skiljer den prekambriskas skölden mot nord och öst från centraleuropas yngre litosfär i söder. Även om STZ utgör ett imponerande system av äldre förkastningar, är jordskalvsaktiviteten längs zonen mycket begränsad. Det är faktiskt bara i Kattegat som det finns bevisliga tecken på aktivitet i zonen. Längre mot söder, till exempel i Skåne, kan man inte säga att några av förkastningarna i STZ är aktiva. Ett enkelt jordskalv i STZ, som den 16 december 2008, ruckar inte på den uppfattningen.



Övre bilden visar ett seismogram. Foto: Rodolfo Clix.

Nedre bilden: En spricka i fasaden på ett hus på västra Själland. Sprickan uppstod i samband med ett jordskalv den 6 november 2001. Huset är gammalt och har en del sprickor även sedan tidigare. Foto: Tine B. Larsen, GEUS.

Beräkningar av små jordskalvs epicenter är behäftade med betydande osäkerhet, i detta fallet upp till sex kilometer. Jordskalvets djup är beräknat med än större osäkerhet på grund av områdets mycket varierande geologi och skalvets centrum ligger dessutom möjligen djupare än vad själva förkastningen är kartlagd.

Nordeuropa är under konstant tryck från den mittatlantiska ryggen och det skapar ett spänningsfält långt in i den euroasiska kontinentalplattan. I Skandinavien vävs spänningsfältet från den mittatlantiska ryggen ihop med spänningar som framkallas av de sista resterna av landhöjningen efter istiden. Av och till ger underjorden efter för dessa spänningar och det är då jordskalven i Danmark och Sverige uppstår. Jordskalven utlöses där det är svagheter i marken. Detta är inte alltid på platser i närheten av kända förkastningar.

## Värdefulla berättelser

Skakningarna från en jordbävning förstärks eller dämpas av ett områdes lokala geologi och jordartsförhållanden. Arkitektur och byggnadskonstruktion spelar också en väsentlig roll för hur starkt man uppfattar skakningar från en jordbävning. Skakningar förstärks i höga byggnader och svaga jordskalv märks ibland bara av personer som befinner sig flera våningar upp.

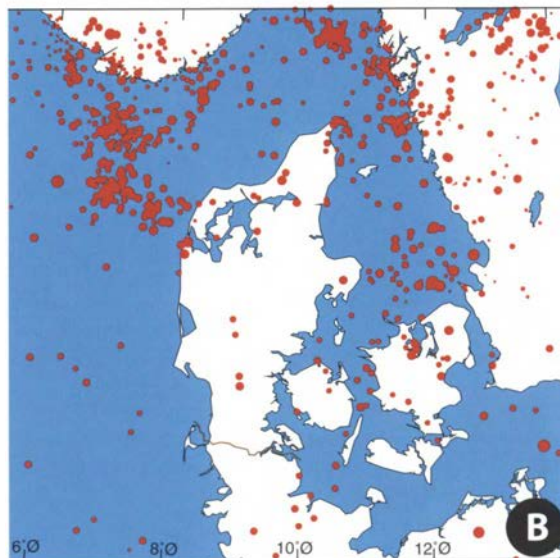
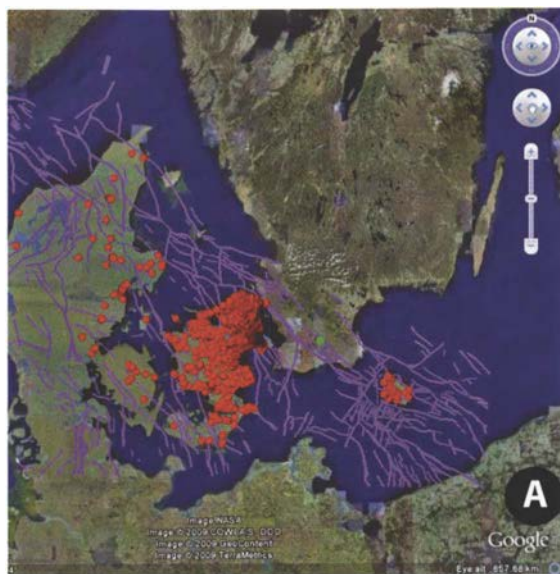
När ett jordskalv är så starkt att det känns av över ett större område har vi en enastående chans att identifiera de platser där rörelser förstärks extra mycket. Denna kunskap kan användas vid riskvärdering för planeringen av framtida större fast bebyggelse, som stora byggnader eller broar. Vid riskutvärderingen bortser vi från rapporter innifrån höghus så att det bara är direkta upplevelser av rörelser i underjorden som vi får fram.

Det är nödvändigt att samla in ögonvittnesskildringar på ett likartat sätt i samband med jordbävningar. För det ändamålet har GEUS utvecklat ett webb-baserat frågeformulär som läggs ut på myndighetens hemsida varje gång det sker ett jordskalv. Tidigare sände vi frågeformuläret med allmän post, men det var inte effektivt. I samband med jordskalvet den 16 december samlade GEUS in mer än 4 000 rapporter, vilket var nästan tio gånger så mycket som vid det sista stora jordskalvet 1985 i Kattegatt.

De många rapporterna om hur jordskalvet upplevdes – också i förhållande till läget, blev plottat på en karta tillsammans med motsvarande upplysningar från Sverige, Nordtyskland och Polen, där Skånejordbävningen också kändes av. Denna karta kommer att jämföras med motsvarande kartor från alla tidigare jordskalv i regionen. De historiska upplysningarna är värdefulla i arbetet med att bedöma jordbävningsaktiviteten och därmed även riskerna i området.

## "Min säng skakade!"

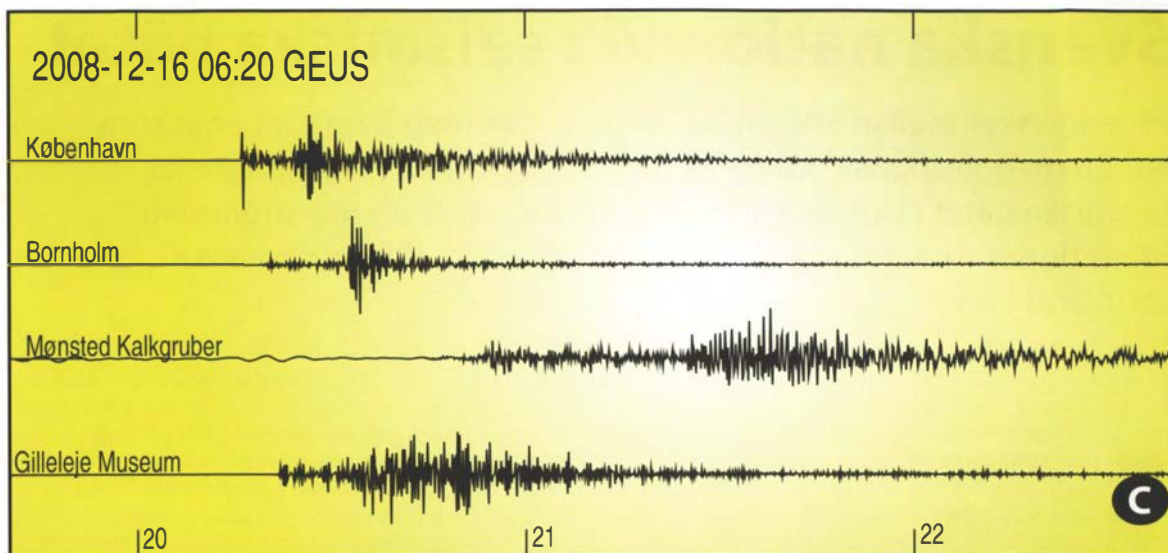
De ögonvittnesskildringar som samlats in är inte bara nyttiga, de erbjuder också fascinerande läsning. Riktigt många människor upplevde att deras möbler skakade, det var sängen de låg i eller stolen som de satt i.



Samtidigt rasslade det och klirrade i skåp och fönster, i några fall blev konserten ackompanjerad av djupa ljud från underjorden. I Köpenhamn och på Nordsjälland var det för många en skrämmande upplevelse, medan intensiteten var något lägre i övriga delar av landet.

Lyckligtvis skedde det inga större skador i samband med jordskalvet. Några hus fick mindre sättningsprickor och skador på puten, skador som kanske ändå skulle ha uppstått naturligt inom sin tid, men som nu accelererades. Det kom också in rapporter om färsk sprickor i asfalten i en väg vid Helsingör, men efter en inspektion fann GEUS det som sannolikt att sprickorna uppstått i samband med kraftig trafik snarare än på grund av jordskalvet.





A. Karta över förkastningar i Danmark och angränsande områden. De röda prickarna markerar varifrån GEUS fick de första 3 000 rapporterna om jordskalvet den 16 december 2008. Epicentret är markerat med en grön prick. Copyright: Kartan är från Google Earth med inritad grafik av Peter H. Voss, GEUS.

B. Kartan visar samtliga jordskalv som registrerats i Danmark åren 1970–2008. De flesta av jordskalven är för små för att människor ska lägga märke till dem. Grafik: GEUS.

C. Seismogrammet från GEUS mätstationer i Danmark. De visar hur jorden rörde sig upp och ner under jordskalvet. Skakningarna träffade först Köpenhamn, därefter Gilleleje och Bornholm och till sist Mønsted. Det tog 29 sekunder för skakningarna att gå mellan Köpenhamn och Mønsted Kalkgruber. Avståndet från jordskalvets epicenter till de olika mätstationerna: Köpenhamn 66 kilometer, Gilleleje 92 kilometer, Bornholm 96 kilometer och Mønsted 283 kilometer. Grafik: Peter H. Voss, GEUS.

## Danska jordskalv

Det sker jordbävningar i Danmark varje år, med de flesta är så små att de knappt ens uppfattas av seismograferna. Med några års mellanrum händer det dock att ett jordskalv är tillräckligt kraftigt för att uppfattas av människor. Vi har inget underlag för att anta att det plötsligt ska ske en kraftig jordbävning i Danmark för vi saknar de krafter som kan bygga upp den nödvändiga spänningen i underjorden. Det är störst chans att få uppleva ett danskt jordskalv om man på bor på Nordjylland eller Nordsjälland.

Läs mer om jordskalv på [www.geus.dk](http://www.geus.dk) och på <http://snsn.geofys.uu.se>



Jordbävningar kan berätta om spänningar i underjorden, och vilka spänningar det handlar om. Danmark påverkas av sammanpressning från den Mittatlantiska ryggen, men stressfältet i Danmark, Norge och Sverige påverkas också av landhöjningen som är ett resultat av att inlandsisarna försvunnit vilket gör att bilden är mer komplex. Grafik: UVH modifierat efter S. Gregersen, 1992.

TIINE B. LARSEN; PETER H. VOSS och SØREN GREGERSEN är seismologer och arbetar på GEUS. Denna artikel har tidigare varit publicerad i *Geologisk Nyt*, nr 1, 2009. Översättning från danska: Anna Kim-Andersson.

# Svenska nationella seismiska nätet

I Sverige sker mellan 500 till 700 skalv per år, men bara ett per år som har en magnitud över 3.0 på Richterskalan. Vid svenska nationella seismiska nätet i Uppsala arbetar sju personer. Data registreras vid 61 stationer runt om i landet, från Skåne i söder till Lannavaara i Lappland i norr.

– **Jordbävningen i Skåne** i vintras var tusen gången mindre, mätt i energi, än skalvet i Italien i början av april i år, konstaterar seismolog Reynir Bödvarsson som är föreståndare för svenska nationella seismiska nätet, SNSN.

Magnitud 4,3 i jämförelse med 6,3 på Richterskalan är en påtaglig skillnad, eftersom skalan är logaritmisk. Likväl var skalvet i Skåne ovanligt stort, med svenska mått mätt.

– Det går så pass lång tid mellan skalv av denna storlek i Sverige att folk hinner glömma att det faktiskt sker jordbävningar även här. Därmed så får jordbäv-

ningar alltid stor uppmärksamhet när de sker. Men vi som sysslar med seismologi vet att det kan förekomma stora skalv även i Sverige, även om det går lång tid emellan, fortsätter Reynir Bödvarsson.

Han har ansvarat för utbyggnaden av det svenska nationella seismiska nätet, som under slutet av 1990-talet började att byggas ut, från tidigare sex stationer till dagens 61 mätstationer från söder till norr. Utmed kusten finns en station var tionde mil. Alla stationer utom de i södra Skåne står på urberget.

– Det gör vårt nät unikt genom att vi kan få mycket bra upplösning på våra mätningar, säger Reynir Bödvarsson och förklarar att de seismiska vågorna inte dämpas lika mycket i urberg som exempelvis när de måste gå igenom sedimentär berggrund för att nå mätstationen, eller passera lösa jordlager.

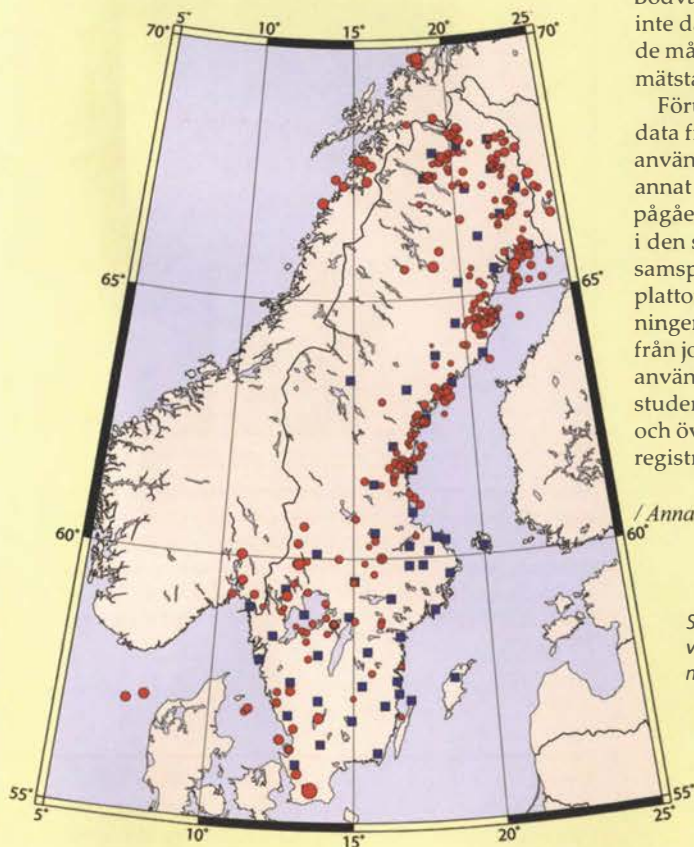
Förutom att samla in och presentera seismologiska data från jordbävningar, nationellt och internationellt, används data från nätet (de lokala skalven) bland annat för att öka kunskapen om de pågående deformationsprocesserna i den svenska jordskorpan, som samspelet mellan kontinentalplattornas rörelser och landhöjningen efter inlandsisen. Data från jordskalv på längre avstånd används till exempel för att studera den svenska jordskorpan och övre mantelns struktur under de registrerande stationerna.



Reynir Bödvarsson.

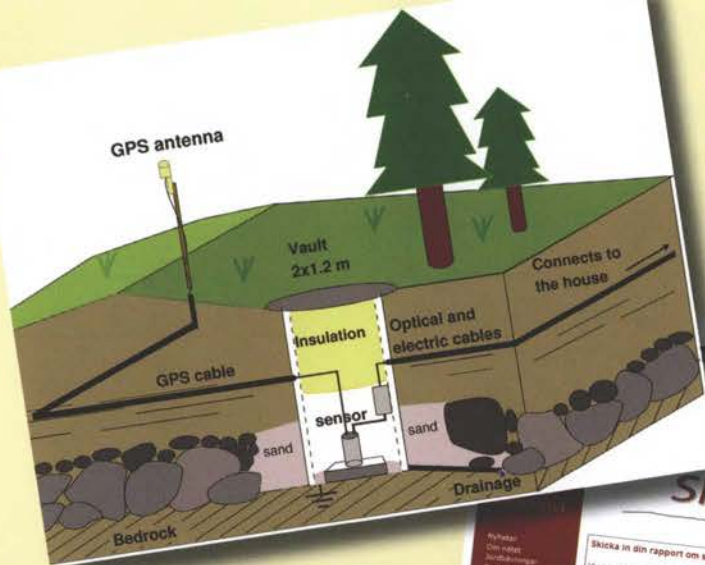
/ Anna Kim-Andersson

Skalv som inträffade 2008. De blåa fyrkanterna visar de seismiska mätstationerna. Kartan kommer från svenska nationella seismiska nätet.



- SNSN Seismic Stations
- ML = 0.0
- ML = 1.0
- ML = 2.0
- ML = 3.0





Principskiss för en seismisk mätstation inom svenska nationella seismiska nätet.

På svenska nationella seismiska nätets hemsida <http://snsn.geofys.uu.se/> presenteras senaste nytt gällande skakningar och skalv som registrerats i Sverige. På sajten går det också att skapa egna kartor och att få mer information om jordbävningar, tsunamis och vulkaner.



## UTDRAG FRÅN SNSN:s HEMSIDA

**2009-06-10 17:30:** Ett skalv med magnitud 2.3 på Richterskalan inträffade 2009-06-10 kl 16:47 svensk tid 10 km östsydost om Umeå.

**2009-06-03 22:06:** Ett skalv med magnitud 2.4 på Richterskalan inträffade 2009-06-03 kl 20:40 drygt 40 km söder om Linköping.

**2009-05-25 13:05:** Nordkoreas förmodade kärnvapentest skedde kl.02.55 svensk tid natten mellan söndag och måndag. Sprängningen motsvarade ett jordskalv med magnitud 4.7 enligt USGS, och var därmed något större än Nordkoreas första kärnvapentest i oktober 2006 som motsvarade magnitud 4.2.

**2009-05-25 13:05:** Klockan 11.59 idag inträffade ett jordskalv med magnitud 2.8 på gränsen mellan Halland och Småland, ca. 7 km öster om Knäred och 13 km nordväst om Markaryd.

**2009-04-07 21:04:** Efterskalv i centrala Italien försvårar räddningsarbetet. Kl. 19.47 inträffade ett efterskalv med magnitud 5.6, det tredje efterskalvet med magnitud över 4.5 under tisdagen.

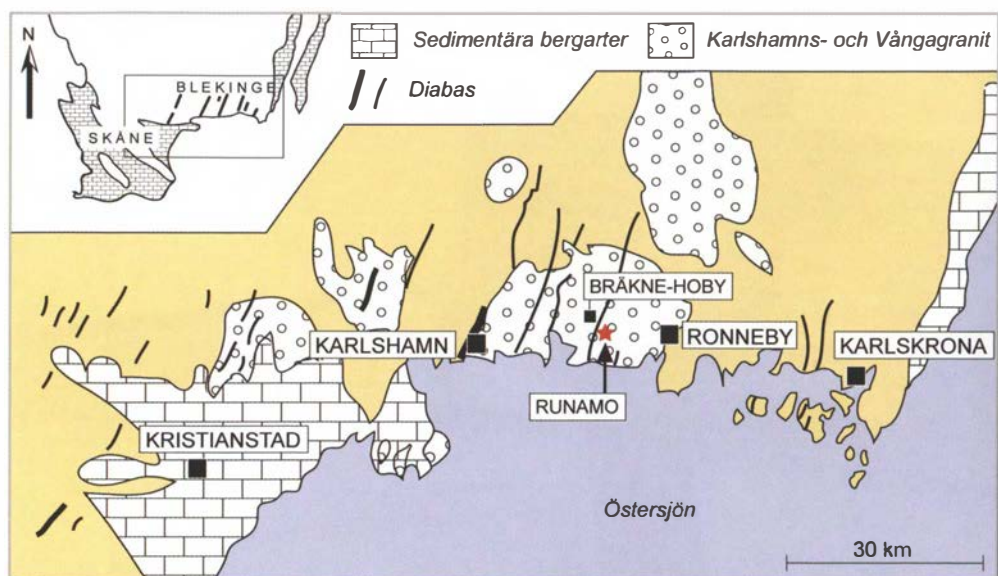
En tumregel inom seismologin säger att det största efterskalvet har magnitud ca. 1.2 mindre än huvudskalvet. De stora "efterskalv" som nu drabbar centrala Italien gör att man nu kan tala om en serie, eller sekvens, av jordskalv

snarare än ett huvudskalv med efterskalv.

**2009-04-06 22:04:** Ett jordskalv med magnitud 6.3 drabbade centrala Italien kl. 3.33 på måndagsmorgonen. Skalvet orsakade stor förödelse i Abruzzoregionen, ca. 100 km nordöst om Rom, och på tisdagskvällen uppskattas att drygt 200 människor omkommit i rasmassorna. Skalvet kändes över stora delar av centrala Italien och värst förödelse rapporteras från staden L'Aquila och dess omgivningar. Närmare 1.500 människor har skadats och ca. 17.000 människor uppskattas ha blivit hemlösa. Efterskalv

Under måndagen inträffade fem efterskalv med magnitud större än fyra, det största mätte 5.1 och kom en timme efter huvudskalvet. På tisdagen fortsatte efterskalvsaktiviteten med flera skalv över 4.5, ett större skalv med magnitud 5.6 inträffade kl.19.47. Efterskalven försvårar räddningsarbetet och gör att invånarna i L'Aquila uppmanats att inte återvända till sina hus. Under söndagskvällen, några timmar före huvudskalvet, registrerades två skalv över magnitud 3.5 i området. Senare analys får visa om dessa kan sättas i samband med huvudskalvet.

**2009-02-19 11:02:** Ett jordskalv inträffade 15 km SE om Askersund, i närheten av Zinkgruvan, klockan 01:12 i natt (19 februari). Skalvet är ett sk. inducerad skalv som delvis orsakas av gruvverksamheten.



Runamo ligger inom Karlshamns-granitens utbredningsområde. Graniten har en ålder av cirka 1 450 miljoner år.

# Diabasen vid **Runamo** – än

Sveriges i särklass mest undersökta diabasgång finns i Blekinge. Redan omkring år 1170 sändes en delegation ut från den danske kungen *Valdemar den store* med uppdrag att studera gången. Skälet till expedition var att man uppfattade sprickor i diabasen som märkliga skrivtecken, eller runor; tecken som under 1800-talet kom att tolkas som en skrift om alfer och älskogsgudar. Som ett led i den långa raden av expeditioner till Runamo har denna artikels författare besökt platsen för att studera diabasen. Välkomna att följa med på en nutida exposé!

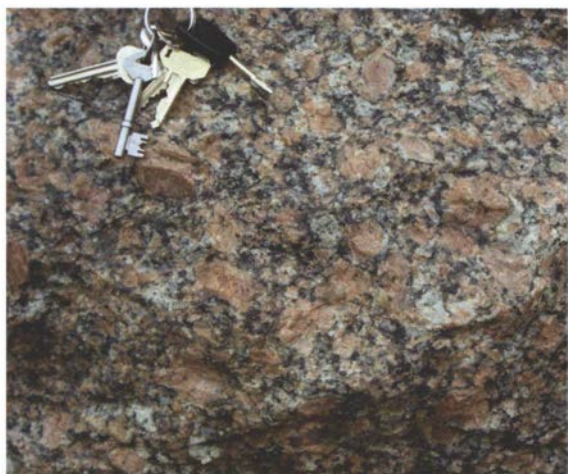
TEXT Mikael Calner, Bo Håkansson och Ulf Söderlund.

- **Diabas är en relativt** finkornig vulkanisk gångbergart som bildas då het magma från manteln tränger upp genom jordskorpan och kristalliserar i sprickor på väg mot jordytan.
- **Bergarten förekommer därför** i områden där svaghetszoner i berggrunden uppstått till följd av utsträckande tektoniska krafter (tension). Ofta kan man följa enskilda gångar i långa sträckor genom naturen, antingen som markerade förändringar i topografin eller som mörka stråk över berghällar.
- **Geofysiska undersökningar har påvisat** hur stora svärmar av diabaser sträcker sig genom olika delar av vårt land som ett resultat av urtida sprickbildningar i kontinenten.

I Blekinge, där berggrunden domineras av gnejs och granit, är diabasgångar vanliga och de flesta har en dominerande nord-nordöstlig riktning. De bildades för knappt en miljard år sedan och sträcker sig norrut genom Småland och vidare ända upp till Värmland. I princip följer dess utbredning den östra kanten av en lika gammal bergskedja vars höjder för länge sedan är utplånade av vittrings- och erosionsprocesser.

En av de volymmässigt största, och ekonomiskt viktigaste, diabaserna i Blekinge löper igenom Karlskrona. Den är upp till 200 meter bred och bryts fortfarande vid Sternö stenbrott. Fyndigheten är klassad som riksintresse av Sveriges geologiska undersökning och Naturvårdsverket. En annan diabasgång löper nära förbi Bräkne-Hoby strax öster





Karlshamnsgranit är en vanlig bergart i västra Blekinge. Stora kristaller av kalifältspat (mikroklin) är typiskt för denna granit. Fotot är taget i Ronneby av Mikael Calner.

Runamo för att på nytt läsa texten. Ett enda ord lyckas denne få fram, nämligen ordet "lund". Under 1700-talet, när Blekinge tillhör Sverige, görs nya försök att tolka de märkliga sprickorna. Vinjetten till avdelningen om Blekinge i Erik Dahlbergs berömda planschverk *Suecia antiqua et hodierna* från 1716 är en fantasifull bild från ännu ett besök vid diabasgången.

Under Danmarks så kallade guldålder, det vill säga första hälften av 1800-talet, söker man sig gärna tillbaka till landets stolta förflutna. Danmark hade ju utsatts för nationella förödmjukelser såsom Englands terrorbombardemang av Köpenhamn år 1807 och förlusten av Norge år 1814. Det är i detta sammanhang som intresset för en ny expedition vaknar. En gång för alla ska skriften tydas! Männen på bilden (sida 17) utgör Danmarks yppersta vetenskapliga elit. Vissa röster har höjts för att tecknen i berget är naturliga sprickor. Geologen Forchhammer är med för att avgöra den frågan. I juli månad 1833 tar delegationen in hos prosten Wulff i Bräkne-Hoby prästgård. Prosten själv hör till skeptikerna och anser att sprickorna är naturens verk. Forchhammer fastslår att vissa sprickor

# nu en vetenskaplig expedition

om Karlshamn. Denna har en bredd om cirka 10-15 meter. Diabaserna vid Karlshamn och Bräkne-Hoby har daterats genom att mäta radioaktivt sönderfall med uran-bly-metoden på mineralet baddeleyit. Analyserna visar att Karlshamnsdiabasen bildades för cirka 954 miljoner år sedan medan diabasen vid Bräkne-Hoby är något yngre och intruderade för cirka 948 miljoner år sedan (Söderlund et al. 2004, 2005). Diabasen vid Runamo har ännu inte daterats. Men den tillhör sannolikt samma generation av Blekingediabaser som de i Karlshamn och Bräkne-Hoby. Den skiljer sig dock avsevärt i tjocklek – diabasen vid Runamo är endast två-tre decimeter bred.

## De många expeditionerna

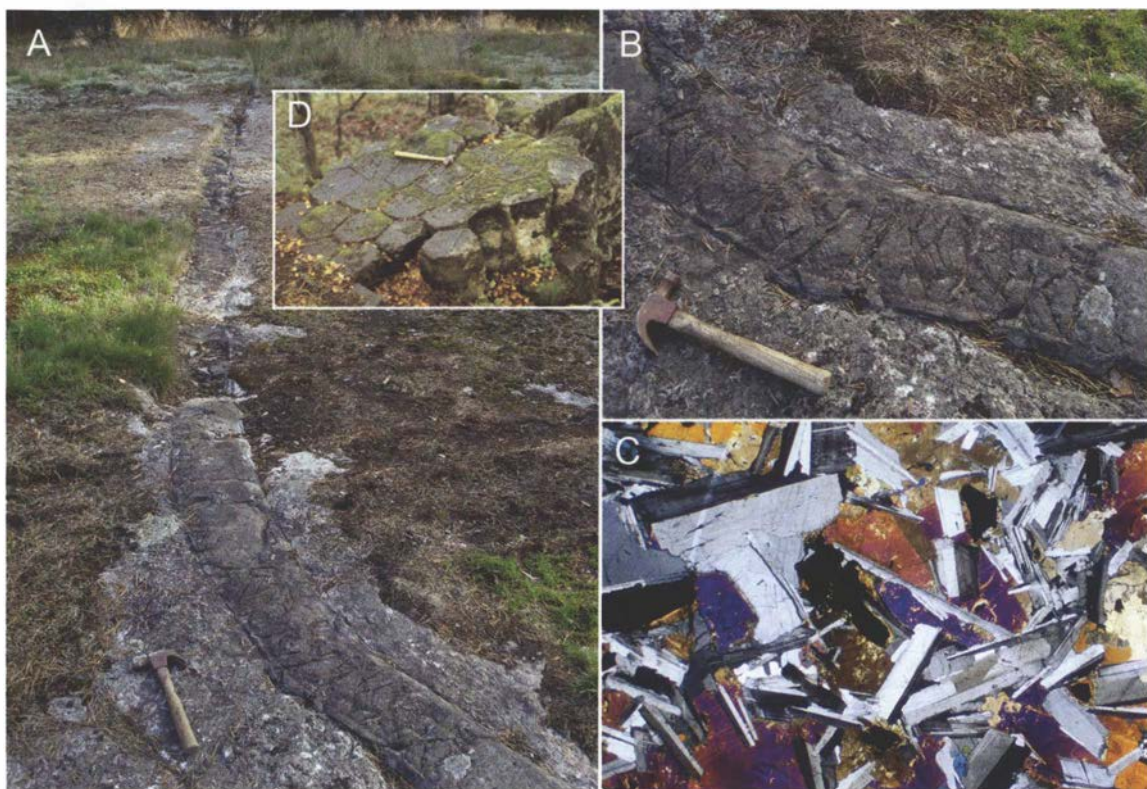
Artikelförfattarna är långt ifrån de första som besökt Runamo för att studera diabasen. Trots sin ringa storlek har just denna diabasgång varit föremål för ett ofattbart stort intresse ända sedan 1100-talet. Den danske historikern, och skrivare hos ärkebiskop Absalon, Saxo Grammaticus nämner omkring år 1200 en expedition till Runamo utsänd av kung Valdemar. Skälet till expeditionen var att sprickor i diabasen hade tolkats som skrivtecken. De experter som skickades förmådde dock inte tyda skriften. Däremot nämner Saxo längre fram i sitt verk *Gesta Danorum* att Harald Hildetand, sagokung som brukar placeras på 700-talet, lät hugga in runorna till minne av sin fars bedrifter.

Det är tyst om Runamo ett tag, men på 1600-talet vaknar på nytt intresset för Nordens forntid. Den danske runologen Ole Worms, som sammanställde ett verk över Danmarks fornminnen, sände en medarbetare till

är naturliga, andra är gjorda av människohand. På hans noggranna teckningar är de han tolkade som skrifttecken markerade. Knappt ett år senare hemma i Köpenhamn knäcker kollegan och fornforskaren Finn Magnusen koden. Han anser att många runor är så kallade binderunor, där flera runtecken är samman skrivna till ett. Dessutom ska texten läsas baklänges. För första gången tyckte man sig finna en tolkning. Texten är skriven på det gamla versmåttet "fornyrdislag" och lyder på modern svenska:

*Hildekind tog riket, Gard inhögg (runorna) Ole gav ed. Oden vige runorna. Ring må få fall på mull. Alfer, älskogsgudar, Ole (må lämna) Oden och Frej och asars släkt ödelägge (ödelägge) våra fiender, unne Harald en stor seger.*

I en rapport på över sju hundra sidor redovisas resultatet av expeditionen. Triumfen blir dock kortvarig. Den svenske kemisten Jöns Jacob Berzelius besöker platsen och finner idel naturliga sprickor. Den berömda geologen och arkeologen Sven Nilsson i Lund är av samma mening efter sitt besök. Frågan anses slutligen avgjord när arkeologen Jens Jacob Asmussen Worsaae (1821–1885) publicerar sina iakttagelser 1844 och ställer ut gipsavgjutningar i Köpenhamn, som visar att teckningarna från 1833 års expedition inte var tillförlitliga. I och med Worsaaes undersökning har frågan ansetts avgjord. "Runorna" är inget annat än naturliga sprickor i diabasgången. Magnusen fick uppleva ett förkrossande vetenskapligt nederlag. Forchhammer, som med sin geologiska sakkunskap ansåg att vissa sprickor inte var naturliga, kom märkligt nog undan kritiken.



Diabasen vid Runamo och sprickbildningarna som i århundraden varit föremål för de lärdas intresse. **A.** Diabasgången böjer av och ändrar riktning, något som möjligen kan förklara en del av sprickorna. **B.** Detalj av sprickorna som ända fram till 1800-talet tockades som skrivtecken. **C.** Bergartens mineralsammansättning sett i ett tunnslip. På fotografiet syns långsträckt kristaller av plagioklas (skiftande färger i grått, vitt och svart), pyroxen (mestadels blått, lila och gult) samt oxid- och sulfidmineral (svarta). Bredden på fotografiet motsvarar cirka åtta millimeter. **D.** Pelarbasalt vid Juskullshall i centrala Skåne. Foto: Mikael Calner (A-B), Ulf Söderlund (C) och Hugo Wikman (D).

## Ännu en vetenskaplig expedition

En julidag precis 175 år efter Magnusens och Forchhammers expedition gav sig denna artikels författare av mot Runamo. Till trädpiplärkans och svartmesens sång följde vi den gamla härvägen genom skogar och över Karlshamnsgranitens höga hällområden. Efter någon felnavigering, tröstlöst åltande om när vi kunde tänkas vara framme och en del överläggande diskussioner stod vi plötsligt på en häll som verkade bekant. Strax framför oss kröp det mörka stråket fram under lav och moss, korsade vår stig och sträckte sig norrut över berghällen för att försvinna i dalgången alldeles intill. Vi var framme! Till just denna plats hade den danske kungen sänt sina skarpaste vetenskapsmän för snart 900 år sedan. Precis här stod Johan Georg Forchhammer och granskade den svarta bergarten med skarp och kritisk blick! Precis här hade Jöns Jacob Berzelius och Sven Nilsson suttit ned och lagt grunden till Magnusens monumentala vetenskapliga nederlag i samma stund som de dömt ut strukturen som en inskription om alfer och älskogsgudar. Ödmjuka under tyngden av historiens mäktiga skugga knäböjde vi, höjde våra lappar och började detaljstudera bergarten och de sprickor som lockat så många andra till denna plats.

Vi ska direkt säga att vi inte utfört en strikt vetenskaplig studie. Men det finns ett par detaljer i sprickornas orientering och utbredning som åtminstone kan ge ledtrådar om dess bildning. Den omkring två decimeter breda diabasgången vid Runamo är blottad i en nästan helt plan hällyta. Den är inte helt rak utan böjer plötsligt av för att ta en helt ny riktning. Det finns inget som direkt tyder på att denna böjning är orsakad av senare tektoniska krafter – som till exempel skjuvning längs kontakterna – och att detta skulle vara orsaken till sprickorna. Det är därför troligt att sprickorna bildades strax efter att magman kristalliserat i Karlshamnsgranit.

Studerar man sprickornas utbredning ser man att de börjar i kontakten till Karlshamnsgranit, som utgör sidoberget, och att de vanligen går att följa tvärs över hela diabasens bredd – ibland vinkelrätt och ibland lite snett över. En mindre del av dem börjar i kontakten och fortsätter endast en bit in men de är alltid begränsade till själva diabasen. Samtliga dessa observationer är förenliga med att sprickorna är naturligt bildade strax efter att magman kylde av för omkring 950 miljoner år sedan. Denna avkylningsprocess ger i många fall upphov till så kallad pelarförklyftning – ett vanligt fenomen som man finner i vulkaniska bergarter





Mannen med boken är den danske fornforskaren Finn Magnusen (1781–1847), professor och arkivarie, expert på fornnordisk litteratur. Den som står upp är geologen Johan Georg Forchhammer (1794–1865). Han var den förste som skrivit en sammanfattande redogörelse för Danmarks geologi och hade gjort undersökningar på Bornholm och Färöarna. Bilden är tecknad av teatermålaren vid Det Konglige Teater i Köpenhamn C. F. Christensen. Tillsammans med professorn i litteraturhistoria Christian Molbech (1783–1857) är de fyra utsända av Videnskabernes Selskab i Köpenhamn på en expedition till Runamo. Stålstick efter teckning av C. Christensen i Magnusen's 'Runamo och Runerna' (återgiven enligt Kjelm 2006).

som kristalliserat nära jordytan. Sprickorna bildas till följd av de inre spänningar som uppkommer då magman hastigt kyls av mot värdbergarten. I det optimala fallet bildas långa stänger som vanligtvis uppvisar fem- eller sexkantiga polygonala former i tvärsnitt. Väsentligt är att stängerna regelmässigt bildas vinkelrätt mot avkylningssytan (de skånska basaltkupperna är kända exempel på denna typ av bildning; se sida 16, bild D). Flertalet av sprickorna i Runamodiabasen är sannolikt bildade på detta sätt.

Runamo är en plats väl värd att besöka. Få platser i vårt land har en sådan sammantagen laddning av kulturhistoria och geologi. Den som följer den gamla härvägen genom Blekinge blir rikt belönad av det hänförande hållandskapet och den plats som i sekler har gäckt vetenskapsmän av olika discipliner.

MIKAEL CALNER och ULF SÖDERLUND är forskare och do-center vid Centrum för Geobiosfärsdynamik, Lunds universitet. BO HÅKANSSON är teologie doktor och präst i Svenska kyrkan.

## LITTERATURTIPS

Björkquist, K.-A. & Persson, T. 1977: *Gambal landz wäg Kongs Lyden kallad: om en antikvarisk resa "dryg rastlång" mellan Bräkne-Hoby och Ronneby, Karlskrona.*

Kjelm, R. 2006: *Runamo: skriften der kom og gik, Wormianum, Højbjerg.* +

Wirén, F. 1995: *Historien om Runamo: en debatt i åtta sekler kring ett berg, som lurade de lärde.* Hobybygden 1995: Bräkne-Hoby en blekingsk socken, Karlshamn: Bräkne-Hoby Samhälls- och Hembygdsförening. 9-25.

Söderlund, U., Isachsen, C., Bylund, G., Heaman, L., Patchett, P.J., Vervoort, J.D. and Andersson, U.B. 2005: *U-Pb baddeleyite ages and Hf, Nd isotope chemistry constraining repeated mafic magmatism in the Fenoscandian Shield from 1.6 to 0.9 Ga.* Contributions to Mineralogy and Petrology 150, 174-194.

Söderlund, U., Patchett, P.J., Vervoort, J.D., and Isachsen, C.E. 2004. *The decay constant of  $^{176}\text{Lu}$  determined from Lu-Hf and U-Pb isotope systematics of terrestrial Precambrian high-temperature mafic intrusions.* Earth Planetary and Science Letters, 219, 311-324.

# Trilobitens tre lober

Trilobiterna är idag vanligt förekommande fossil. De är väl undersökta men samtidigt omgärdade av både stora och små mysterier.

TEXT Jan Bergström och Yutaro Suzuki

**T**rilobiterna var en framgångsrik grupp som levde från äldre kambrium till slutet av perm, alltså för cirka 530 till 250 miljoner år sedan. Det som bevarats till våra dagar är hudskelettet, oftast bara översidan och omslagets förkalkade "skal". Av mjukdelar känner man bara rester av tarmkanalen med dess utskott.

Eftersom de var leddjur kan man tro att man ändå förstår hur de var byggda och hur de fungerade. Ändå finns det mysterier runt dem. Ett sådant gömmer sig bakom tri-lob-itens namn. De tre lober man tänkt på är den upphöjda mittloben och de mera horisontella eller nedåtsluttande sidoloberna. Det är ett drag som går igen hos praktiskt taget alla trilobiter, trots att man bland mer än 20 000 arter skulle väntat sig mera variation. Det är ett slående och nästan unikt drag, som tillsammans med kalkskelettet gör det lätt att genast känna igen ett fossil som en trilobit. Men varför är det så?

Ett annat typiskt drag finner man hos benen. De är tvågrenade i likhet med enkla ben hos många krätdjur. Den yttre grenen hos trilobiterna har en enkel rad av platta utskott, ungefär som tänderna på en kam. Konventionell visdom säger att "tänderna" var mjuka gälutskott, som skyddades genom sitt läge under kroppens yttre lob. Idén kommer från en jämförelse med vissa krätdjur, som har mjuka, ibland buskformiga utskott längst in på benens utsida. Det kan man enkelt studera på råkor när man köper sådana som inte är rensade. Men variationerna hos krätdjuren

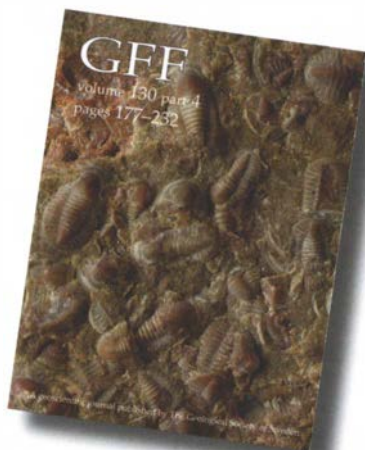
är stora. Ibland är det en del av benet eller hela benet som har gälfunktion. Hos små arter finns kanske inga gälar alls. Hos nutida musselkräftor, ostrakoder, täcks hela kroppen av ett par stora skal. Skalens insida är mjuk, och mellan skalsidan och insidan finns ett rikt grenat nätverk fullt av blod. Från blodet avskiljs koldioxid som diffunderar genom den tunna huden till omgivande vatten, och i motsatt riktning vandrar syre. De båda skalens insidor är alltså djurets gälar.

**E**n slående parallell till nätmönstret hos musselkräftorna känner man från många trilobiter. Särskilt vackert kan mönstret vara på kinderna. Likheten med musselkräftornas mönster är verkligen så slående att man undrar om det är samma sak. Egendomligt i så fall, kan man tycka, att mönstret hos trilobiterna uppträder som ett avtryck i översidans skal, när gälarna borde vara på den mjuka undersidan. Lösningen ligger nära. Vi ser hos många trilobiter att sidoloberna kunde vara mycket tunna, i varje fall den yttre delen som hade skal även på undersidan. I ett sådant tunt veck måste förstås ett inneslutet blodnät samtidigt legat nära både översidan och undersidan. Det är precis vad vi ser hos musselkräftorna, och även i gälbladen hos dolksvansar. Hos dessa hålls de båda sidorna ihop av pelare mellan blodflödena. I några fall har vi sett rester av sådana pelare även hos trilobiter.

Benens kamformade gren kan få sin förklaring av placeringen närmast under sidoloberna. Att

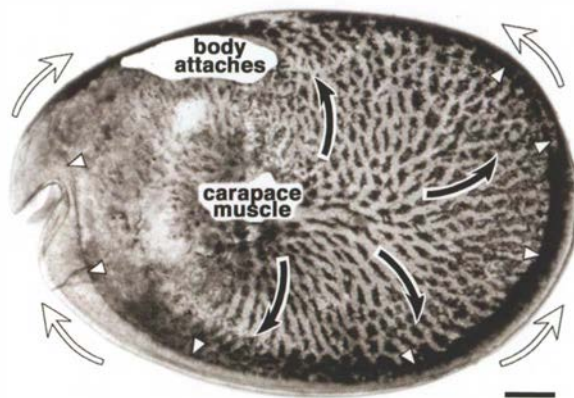
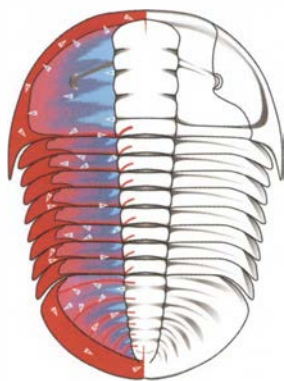
tänderna var platta betyder förstås att minsta rörelse i benen orsakade strömningar i vattnet. I det här fallet alltså över gälarnas yta. Logiskt sett måste benkammarna alltså ha ventilerat gälarna.

Darwins framgång med evolutionsteorin berodde främst på att han fann en trovärd förklaring: organismerna ändrades genom urval när de anpassades till ändringar i miljön. Motsatt måste förstås en stabil miljö bromsa evolution. Vad gäller trilobiternas gäl- och ventilationsfunktion kan kanske sägas att djuren nått en viss fulländning utefter en utvecklingsväg som inte lätt ledde vidare till



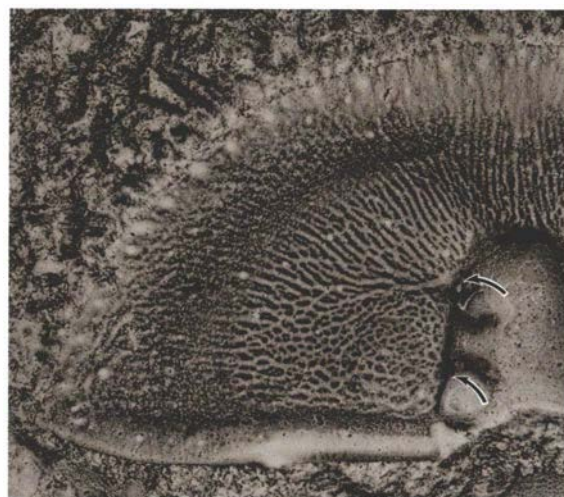
Vackra trilobiter! Framsidan på Geologiska Föreningens vetenskapliga tidskrift GFF:s marsnummer 2009 är en bild tagen i en grotta där berggrunden utgörs av Bodakalksten. Platsen är Kallholn i Dalarna. Fossilerna i väggarna utgörs av den lilla trilobiten *Cyamops stensioei*. Jan Bertström och Yutaro Suzuki medverkar också med två artiklar om leddjur i GFF:s marsnummer.





något nytt. Vi känner alltså inte till någon vidareutveckling hos trilobiterna, men å andra sidan är benen kända bara från några tiotal arter. Ytterligare ett tiotal andra leddjursgrupper hade samma trilobittyp av ben med en kamformad gren, i nästan samtliga fall täckta av ett "tak" liknande trilobiternas sidolober. Endast i en grupp, marrellomorferna, har evolutionen lett till något verkligt nytt. Där har sidoloberna tappat sin gälfunktion, de har flyttats över till benens inre gren, extra tydligt hos den devoniska *Vachonisia*. Det är ett språng i utvecklingen som Darwin kan haft svårt att föreställa sig.

Ovan till vänster: En del av blodomloppet hos en trilobit. Syrefattigt blod (blått) pumpas från hjärtat ut i sidoloberna, där det syresätts (rött). Ovan till höger: Gälytans blodnät innanför skalet hos en musselkräfta.



Hos en del trilobiter har sidolobens skal på undersidan avtryck av ett blodnät. Likheten med nätet hos musselkräftorna antyder att funktionen var densamma, att sprida blodet över en gälens yta.

**F**örståelsen av samfunktionen mellan sidolober och ben hos trilobiter är ytterligare en bekräftelse på den nya insikten att agnostider inte var trilobiter, trots sitt förkalkade ytterskelett. Deras tre lobber är en falsk likhet: sidoloberna var i själva verket inte tunna veck från kroppen som hos trilobiterna, utan en del av kroppen som innehöll inälvor som muskler och tarmutskott. Benens yttergren saknar trilobitgrenens kam-form. Agnostiderna är ett exempel på ett återkommande drag hos evolutionen: tendensen att genom konvergens åstadkomma förrädisk likhet mellan obesläktade livsformer.

## LITTERATUR

Kühl, Gabriele M., Rust, Bergström, Jan & Rust, Jes 2008: *Morphology, palaeobiology and phylogenetic position of Vachonisia rogeri (Arthropoda) from the Lower Devonian Hunsrück Slate (Germany)*. *Palaeontographica* 286, 123-157.

Müller, Klaus J. & Walossek, Dieter 1987: *Morphology, ontogeny, and life habit of Agnostus pisiformis from the Upper Cambrian of Sweden*. *Fossils and Strata* 19.

Suzuki, Yutaro, Kondo, Akiyoshi & Bergström, Jan 2008: *Morphological requirements in limulid and decapod gills: A case study in deducing the function of lamellipedian exopod lamellae*. *Acta Palaeontologica Polonica* 53(2), 275-283.

Suzuki, Yutaro & Bergström, Jan: 2009 *Respiration in trilobites: a re-evaluation*. *GFF* 130 (for 2008), 211-229.

JAN BERGSTRÖM är professor emeritus vid Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.

YUTARO SUZUKI är professor vid Department of Geosciences, Shizuoka University, Oya Shizuoka, Japan.



Gotländsk kalksten. Fragmenten består av marina djurgruppers avlagda skaldelar och utgörs bland annat av armfotingar och trilobiter. Många fragment är inkapslade av cyanobakterier och bildar så kallade onkoider. Sid 21, till vänster: Vertikalt stående kalkberggrund i Skålbergets stenbrott, Dalarna. Lagerföljden, som är av ordovicisk ålder, stälptes på högkant vid meteoritnedslaget som bildade Siljansringen. Till höger: Oljeindränkt korall i ordovicisk kalksten. Osmundsbergets stenbrott, Dalarna. Samtliga tre fotografier är tagna av Mikael Calner.





# Kalksten och dolomit

Det finns några få industriella mineral som vi kan skryta över att vara självförsörjande med i Sverige. Till dessa hör kalksten och dolomit.

TEXT Robert Lilljequist

De bägge utgör naturliga bergarter alltsedan vår geologiska tideräknings början för cirka tre miljarder år sedan till geologiskt unga kalkstenar från krita-tiden (som avslutades drastiskt genom ett gigantiskt meteornedslag för 65 miljoner år sedan). De yngre kalkstenarna är ursprungligen bildade av kalkbärande organismer i världshavet.

Kalksten består huvudsakligen av kalciumkarbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) medan dolomit endast till hälften består av detta mineral. Resten utgörs av magnesiumkarbonat ( $\text{MgCO}_3$ ). Bägge bergartsmineralen har en mångfaldig användning. Största delen av kalkstenarna förbrukas inom cementindustrin och mycket går åt till järn- och stålindustrin, inom byggnadsindustrin, för tillverkning av cellulosa eller som jordbrukskalk. Även dolomit används till jordförbättringsmedel och i järnverk, men den övervägande delen utnyttjas som fyller (omkring 38 procent av produktionen) och eldfasta massor och stenar (cirka 30 procent). Dolomit använder vi då huset behövs målas om (som fyllmedel i färgen) och kalk när mossan hotar att ta över i gräsmattan.

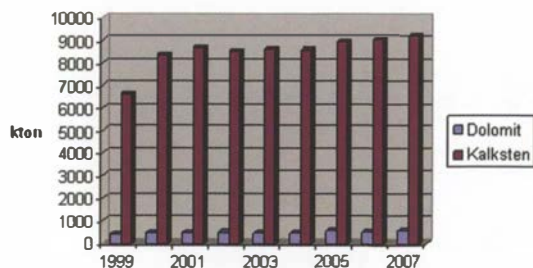
Det är lätt att härleda namnet kalksten, men det är få som vet att dolomit uppkallats efter en fransk geolog vid namn Deodat Grotet de Dolomieu, som levde i slutet av 1700-talet. Efter honom är även de dolomitiska alperna uppkallade.

Sverige förbrukar årligen inte mindre än nio miljoner

ton kalksten men endast en halv miljon ton dolomit.

Täkter för dolomitbrytning finns idag i Tistbrottet utanför Sala, i Fanthytan (Storå kommun), Björka (Örebro) och Djupvik vid Katrineholm. Allmänt kan sägas att vi redan har tillräckligt med dolomit för våra behov inom landets gränser – men att vi saknar ren, högvärdig dolomit.

Täkter för blocksten och plattor av kalksten finns koncentrerade till Gotland, Borgholm på Öland, i Bårstad och Västerlösa vid Vadstena, samt på



Produktion av kalksten och dolomit i tusen ton (kton) per år.  
Källa: Bergverksstatistik, SGU 2007.

Österplana och Dala vid Götene respektive Falköping. Blocksten av marmor/dolomit bryts vid Ekeberg i Örebrotrakten och marmor utvinns även i några täkter kring Askersund och Norrköping. Kolmårdsmarmor är en vanlig dekoration på och i många svenska hus. Den enda blockstenstakten av kalksten i norra Sverige ligger vid Vamsta nära Östersund.

Krossad kalksten bryts på tolv ställen i södra Sverige, huvudsakligen i Skåne, på Gotland och Öland samt på Skövdeslätten. Ett par täkter finns i Dalarna. Förekomsterna domineras av yngre paleozoiska bildningar. Betydande fyndigheter av kalksten är kända inom Norrbotten vid Hietajoki, Isovaara och Masugnsbyn. Från Masugnsbyn har LKAB under många år tagit dolomit till sin framställning av kulsinter.

**K**alksten är en relativt billig produkt och det uppskattade värdet av säljbara produkter uppgår till nästan 2 000 miljoner kronor. Enligt flera utredningar är kalkstenstillgångarna i Sverige tillräckligt stora för att täcka den svenska industrins behov för lång tid framöver. Koncentrationen av tillverkning av kalkstensprodukter och brytningsställen har succesivt ökat och många mindre kalkbrott har fått slå igen trots att produkterna varit av god kvalitet. Den nuvarande utvecklingen med jättelika anläggningar för brytning av kalksten samlade till relativt få ställen i landet beror på att närheten till förbrukningställena och stora dagbrott är av avgörande betydelse. Lågvärdiga kvaliteter

– främst inom jordbruks- och miljövård – kan komma i fråga om råvaran finns inom bekvämt avstånd.

Det kan vara svårt att skilja på kalksten och dolomit i naturen. Ofta ser de lika ut och blandningar mellan de bägge är vanliga. En säker metod att skilja på de bägge mineralen är att droppa utspädd saltsyra på stenen. Kalksten fräser ordentligt medan dolomit endast fräser när stenen är pulveriserad.

Helt omkristalliserad kornig karbonatsten kallas för marmor. På grund av att marmor i Sverige kommit från prekambrisk berggrund har den ofta blivit kallad urkalksten. Marmor nyttjas till stor del som byggnads- och prydnadssten och klassiskt inom skulpturkonsten. När marmor används som prydnadssten går man efter utseende och jämnhet i kvalitet. En vacker marmor, som till exempel Carraramarmorn, har alltid ett högt marknadsvärde. Den drygt fem meter höga Davidstaryn av Michelangelo är uppförd i denna vita marmor och Carraramarmor har använts till bland annat Peterskyrkan i Rom, det lutande tornet i Pisa, operahuset i Oslo och Marble Arch i London. Ordet Carrara är ursprungligen keltiskt och betyder stenbrott. Täkterna är belägna i norra delen av Toscana i Italien och bryts i fyra närliggande dalar. De äldsta stenbrotten dateras sig till cirka 200 år före Kristus.

---

ROBERT LILLIEQUIST, *Eurogeolog.*



Kalksten finns även i grannlandet Danmark. Fotografierna är från Bulbjerg. Sekvensen som syns på bild är nedre Danian kalksten med flintlager. Foto: Mark Johnson.



# Antevs – geolog i Amerika

Ernst Antevs är den svenske bondsonen som på sin tid blev ett stort namn inom kvartärgeologi och arkeologi i USA. Trots det är han okänd för många svenska geologer.

TEXT Jan Lundqvist

**Antevs föddes som Ernst** Valdemar Eriksson den 20 november 1888 på Åsaka-Torps gård i Vartofta-Åsaka i Västergötland. Fadern som var lantbrukare avled då Ernst var myc-ket liten. Ernst var nummer fem i en syskonskara som i övrigt

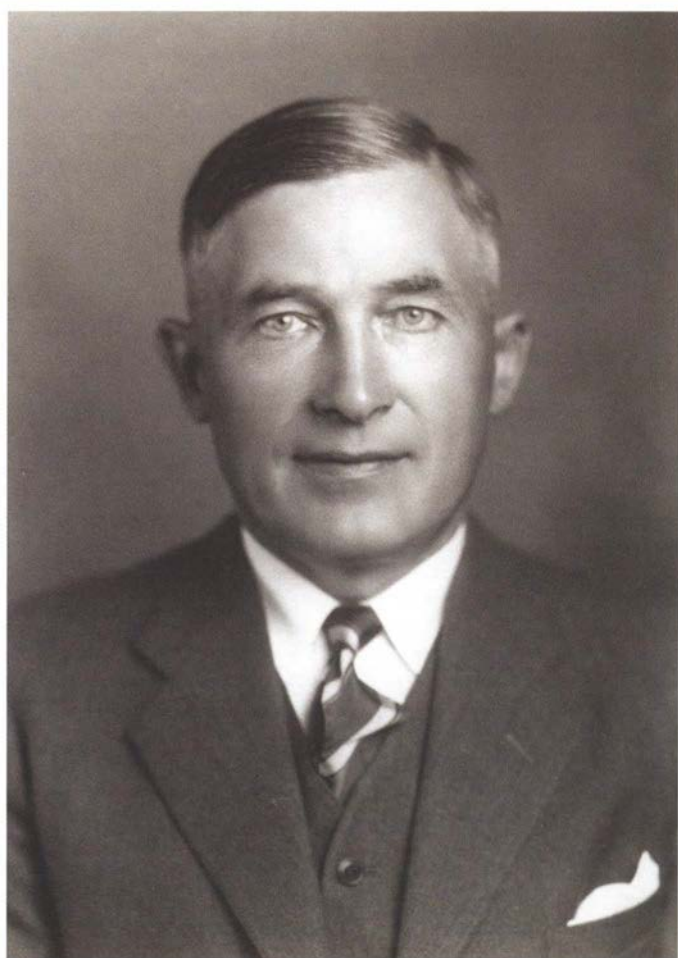
bestod av fem systrar. I skolan lär han ha blivit kallad Antevs efter den grekiske sagojätten med det namnet, som hämtade sin kraft genom att vidröra Jorden, Gea. Detta tyder på att han redan då kände en drag-ning till geologin.

Den unge Ernst gillade namnet och antog det som familjenamn så snart han år 1909 tagit studenten i Skara. Sina akade-miska studier bedrev han vid dåvarande Stockholms Högskola, där han 1917 disputerade på en avhandling om skalbankar i Bohuslän. Dessa försökte han använda för rekonstruktion av nivåförändringar och klimat. Avhandlingen kompletterades år 1928 med en större artikel i Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (*reds. anm. numera GFF*). Anmärkningsvärt är att Antevs menade att Ancylussjön legat i nivå med havet och att en "Ancylustransgression" kan spåras även på västkusten.

**Under högskoletiden deltog** Antevs i fältarbeten med paleontologisk inriktning på bland annat Bjørnøya 1916 och Spetsbergen 1918. År 1920 fick han möjlighet att följa med sin professor, Gerard De Geer, på en expedition till Nordamerika för att främst arbeta med lervarvskronologi. Med detta hade han hållit på redan under studietiden som ett led i De Geers svenska tidsskala. 1915 publicerade han resultatet beträffande inlandsisens reträtt från nordöstra Skåne, grundat på lervarv. Varvdiagrammen publicerade han aldrig, men detta har gjorts senare av Gerard De Geer och Bertil Ringberg.

Antevs blev kvar i Amerika där han under många år arbetade som

*Ateljéfoto från 1939. Foto från Vetenskapsakademiens Centrum för vetenskapshistoria.*





Fotot, taget av Karin Lagerheim, är från en exkursion till Barkarbytrakten 23 maj 1920. Från vänster ser vi Ebba och Gerard De Geer, Tor Hagerman, Erik Ygberg, Hollinger, Frank, Zimmerlund, Ernst Antevs och Vivi Laurent (sedermera Vivi Täckholm, berömd botanikprofessor i Kairo). Typiskt är att det är den outröttlige Antevs som tycks stå för grävarbetet! Fotot är en arkivbild från Geokronologiska museet vid Stockholms universitet.

stipendiat, stödd av en rad svenska och amerikanska fonder och stiftelser. 1939 blev han amerikansk medborgare. Under en exkursion i New England blev han bekant med Ada Bradford, en jämnårig änka från Auburn, Maine, som studerade geografi vid Clark University i Worcester, Massachusetts. Hon följde med honom på fältarbete i Ontario med resultat att de år 1929 gifte sig i Ottawa. Ada gav upp sin egen karriär och förblev hans maka och trogna medarbetare livet ut. År 1937 slog de sig ner för gott i Globe, Arizona, och byggde där sitt hem, The Corral.

**Antevs fortsatte att arbeta** vid University of Arizona under fria förhållanden, finansierad av tidsbegränsade forskningsanslag. Inte förrän 1957 fick han fast tjänst som Research Assistant. Som sådan verkade han till sin död, om än han av sjukdom hindrades från aktivt arbete under de sista åren. Han blev ett stort namn inom amerikansk kvartärgeologi och utnämndes till hedersdoktor vid Arizonauniversitetet år 1965. Hans minne lever kvar som The Ernst Antevs Library vid universitetet.

Lervarvskronologin sysselsatte Antevs helt under de första åren i Amerika. Under flera år försökte han följa isavsmältningen genom New England och vidare genom Canada till Hudson Bay. Han började med sträckan längs Connecticutdalen. Sedan utvidgades arbetet mot söder till de yttersta stora moränerna på Long Island, och norrut över vattendelaren mot St. Lawrencefloden, vidare över denna till Lake Timiskaming i

Cochraneområdet, namn som är välkända från De Geers försök till telekonnekationer. Närmast söder om Hudson Bay utgjordes materialet av issjösediment. Enligt Antevs kronologi skulle förloppet över denna sträcka ha tagit mellan 28 000 och 29 000 år.

När man betänker hur geografin i området ser ut inser man att många luckor och osäkra passager måste finnas i detta led. En tredjedel av sträckan utgörs faktiskt av interpolationer. Det naturliga, med tanke på fältförhållandena, hade varit att istället följa Hudsonalden. Det material som han hade därifrån lämnade han emellertid obearbetat till De Geer. Den totala bilden har också senare reviderats grundligt, men i vissa delområden håller Antevs kronologi streck i detalj. År 1931 fick han ett fint pris från *The Research Corporation of New York* för sina lervarvskronologiska arbeten i Canada och USA.

**Sedan man fick tillgång** till kol-14-metoden har den totala tidsrymden korrigerats avsevärt. Reträtten från Long Island till Cochrane-området hade tagit endast cirka 10 000 år. Antevs var mycket intresserad av kol-14-metodens möjligheter och var under senare år flitigt involverad i diskussioner rörande dess möjligheter och tillförlitlighet. Han försökte sig även på att telekonnektera sina varvdiagram med De Geers svenska tidsskala. De båda hade dock inte samma uppfattning om hur detta skulle gå till och en viss polemik mellan dem uppstod.

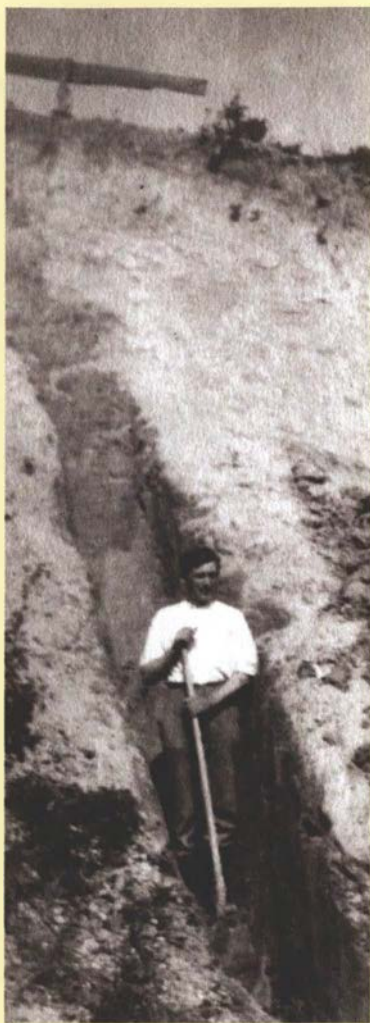
Genom de glacialgeologiska arbetena utvecklades Antevs till specialist på den globala istidshisto-

rien. Vid det stora symposium, *The centenary of the glacial theory*, som hölls i New York 27 december 1928, arrangerat av *American Association for the Advancement of Science* och *Geological Society of America*, blev han anförtrordad uppgiften att sammanställa vad man då visste om de kvartära nedisningarna över hela klotet. Detta innebar genomgång av en mycket stor mängd litteratur, en uppgift för vilken Antevs säkert var den rätta personen. Referenslistan upptar mer än 500 arbeten. Det imponerande resultatet föreligger i volym 40 av *Geological Society's Bulletin*, ett arbete som tyvärr har förblivit ganska obeaktat.

**Sin bana hade Antevs** startat som paleontolog och paleobotaniker med inriktning speciellt på den mesozoiska floran. Därvid hade han blivit intresserad av trädens årsringar och möjligheterna att från dem rekonstruera klimatvariationer. Detta skulle prägla hans kommande arbeten i USA. I Arizona blev han intresserad av miljöutveckling och inte minst dennas växelverkan med den tidiga människans kulturella utveckling. Hans forskning i detta ämne koncentrerades till de sydvästra delarna av USA, främst The Great Basin i Utah och Nevada med de välkända pluvialsjöarna Bonneville, Lahontan och Mono.

Många av Antevs skrifter behandlar utvecklingen av dessa plus den allmänna hydrografen i området. Arbetet hade ursprungligen ett praktiskt syfte, nämligen boskaps-skötselns samordnande med klimatperioderna. Han utvecklade ett schema för postglacialtiden: Medithermal (0 – 4 500 år före





Antevs gräver fram en lervarvsprofil i Canada, troligen vid Haileybury, en av Gerard De Geers viktigaste lokaler. Fotot är en arkivbild från Geokronologiska museet vid Stockholms universitet.

nutid), Altithermal (4 500 – 7 000 år före nutid) och Anathermal (7 000 – 10 500 år före nutid). Detta blev dock starkt kritiserat. Forskare som J. D. Jennings och P. S. Martin menade att schemat varken stämmer med kol-14-data eller pollenanalys. Andra ansåg att det nog i princip var OK, men att gränserna mellan stadierna varierade från område till område. Kronologin blev dock viktig för den arkeologiska forskningen och termen Altithermal har levt kvar inom denna. Stadiet motsvarar det postglaciala värmeoptimet.

**Vid dessa arbeten** utnyttjade Antevs pollenanalys, vilket ledde honom in i en omfattande principdiskussion om terminologin. Det är kanske inte allmänt bekant att han är en av personerna bakom termen palynologi. Termen har inte direkt med pollen att göra, men har ändå anknytning till detta ord. Den härleds liksom pollen från grekiskans *πάλυνω* (*paluno*) = strö ut eller stänka.

Antevs blev inbjuden att studera den klassiska lokalen Clovis i New Mexico,

typlokal för kulturen med detta namn. Det var detta som, tillsammans med arbetena i Great Basin, förde in honom på människans tidiga historia i Nordamerika och interaktionen mellan denna och miljöns växlingar. Urbefolkningens historia blev med tiden ett av Antevs huvudintressen. Han hävdade starkt att de kulturella förändringarna hade samband med ändringar i klimatet, något som dock numera anses ganska osäkert. Hans senare arbeten återfinns utom i *Journal of Geology* främst i *American Antiquity*.

*En energi som inte känner några gränser.*

”

Samtidigt som hans fältarbeten och litteraturstudier var utomordentligt nog-

granna kunde han i den teoretiska diskussionen ibland låta fantasin skena iväg alltför mycket. Som von Post uttryckte det: Hypotetiska kombinationer av hypotetiska data karakteriserade ofta Antevs sätt att argumentera.

Ernst Antevs avled den 19 maj 1974, några månader senare följd av sin hustru Ada.

---

JAN LUNDQVIST professor emeritus i kvartärgeologi, Stockholms universitet.

**Som person beskrevs Antevs** som blygsam och något tillbakadragen. Han lär ha avskytt all publicitet, vilket delvis kan förklara att han förblivit ganska okänd i Sverige. Han var oerhört arbetsam. Hans gamle vän G. Lundqvist har berättat hur han under studietiden kunde sitta halva nätterna på institutionen och hylla efter hylla gå igenom all litteratur som kunde vara relevant. Svetten bokstavligen rann om honom.

Läsfliten demonstreras av den 14-sidiga referenslistan i skalbanksartikeln 1928. Då Antevs 1935 sökte den Uppsalaprofessur i geologi, särskilt historisk geologi, som sedermera Gunnar Sæve-Söderbergh fick, skrev Lennart von Post i ett sakkunnigutlåtande att han besatt "en energi, som inte känner några gränser".

I Arizona var han känd för att helt oberörd av det heta sommarklimatet i Great Basins öknar fältarbete till häst eller fots dagarna

i ända på ett sätt som "endast en galning eller en svensk" kunde göra. Få om ens någon förmådde att följa honom under dessa förhållanden. I Canadas vildmarker söder om Hudson Bay färdades han ensam i kanot längs vattendragen för att leta efter lerskärningar i stränderna. Som forskare var han känd för, enligt von Posts yttrande, en "samvetsgrannhet, som står över allt beröm".

# Jättegryta vid Skanstull blev...

Från att ha legat 14 meter under Stockholmsåsen i 10 000 år till att numera finnas i SGUs trädgård i Uppsala – jättegrytan sågades ut, flyttades och blev införlivad i SGUs samlingar. Snacka om flyttblock!

TEXT Anna Hedenström

**I Stockholm byggs** det en hel del för närvarande, både ovan och under markytan. Citybanan är kanske det mest omtalade tunnelbygget just nu. Ett annat stort projekt som pågår, i södra Stockholm, är arbetet med att lägga ner sju kilometer kraftledningar i en tunnel. Genom att flytta ned ledningarna till en bergtunnel, kan marken användas för att bygga en ny stadsdel med cirka 3 000 nya bostäder på Årstafältet.

Efter att elledningarna har löpt sin knappa mil i tunnlar måste de upp till ytan för att anslutas till Fortums ställverk vid Skanstull. Under sensommaren 2008 grävdes därför en 10 x 10 och 14 meter djup grop där sand och grus schaktades bort för att man skulle nå ner till bergytan. Här hittade man något intressant och Daniel Morfeldt, Mineconsult, kontaktade SGU. Han undrade om Sveriges geologiska undersökning, SGU, ville dokumentera en geologisk sevärdhet.

Platsen för schaktet ligger vid kanten av Stockholmsåsen. På kanten av den brant lutande berghällen påträffades en cirkelformad sedimentfylld kavitet, som efter utgrävningar visade sig vara en jättegryta.

För att öppna förbindelsen mellan ställverket och tunneln, hade man tänkt att såga bort stora block av berget tills man nått ner till tunneln. Vid en kontroll mot ritningarna visade det sig att schaktet genom berget var planerat exakt där grytan påträffats! Detta födde idén att försöka få ut jättegrytan i ett enda stort stycke, lyfta upp den med lyftkran och transportera den till SGUs huvudkontor i Uppsala. Jättegrytan skulle alltså bli ett flyttblock i SGUs samlingar, som ett pedagogiskt exempel på glacialfluvial erosion.

**När SGU kom** till platsen hade metallspånt monterats utmed väggarna, men i kontakten mot berggrunden i botten av det 14 meter djupa schaktet syntes tydligt den grova kärnan av Stockholmsåsen som vilade på berggrunden. Två pumpar arbetade kontinuerligt för att stå emot inflödet av grundvatten. I ett intelligande schakt cirka 100 meter nord-väst om jättegrytan, fanns en annan tillfällig blottning där de övre sedimenten kunde dokumenteras. I ytan påträffades cirka 1,5 meter grusig sand ovanpå ett mer än tre meter tjockt lager med stenigt grus. Det övre lagret tolkas som omlagrad sediment, svallsand, som tidigare har täckt åsen och det undre lagret som primärt avsatt isälvsediment.

**Namnet till trots** är diametern på jättegrytan inte större 70 centimeter i ytan, och buktar ut och blir något bredare, cirka 80 centimeter, vid 30 centimeters djup. Från mynningen till botten är grytan 1,20 meter djup. Berggrunden som jättegrytan är bildad i är en glimmerrik sedimentgnejs, metagråvacka.

Trots att grytan är ett hålrum väger blocket hela åtta ton! Det har varit en utmaning att såga ut, lyfta och transportera grytan från sin lugna tillvaro vid Skanstull till den nya platsen utanför SGU. I det stora utsågade blocket syns en hel del öppna sprickor som skär tvärs genom det stora flyttblocket. Tittar man noggrant kan man se att sprickorna är belagda med mineralet klorit, vilket visar att det rör sig om äldre kloritlänkta sprickor

(så kallade kloritskölar). Dessa sprickor har utgjort svaghetszoner i berget och vid den belastningen som har uppstått vid lyft och transport har berget brutits upp utmed dessa

äldre svaghetszoner. Klorit och kloritskölar är mycket vanligt i de sörmäländska gnejserna och kan lokalt vara besvärligt vid tunnelbyggnationer.

Jättegrytor bildas vid erosion av virvlande och strömmande vatten under högt tryck och vid hög hastighet, upp till 200 kilometer/timme. Denna miljö kan uppstå under smältande inlandsisar, då syre- och sedimentmättat vatten i mycket hög hastighet virvlar fram genom sprickor i inlandsisen och vid kontakt med den underliggande berggrunden skulpterar ut dessa håligheter (S-former). Enligt tidigare uppfattning bildades jättegrytor av att en löparsten av en hårdare bergart än underlaget sattes i rotation av rinnande smältvatten som kom genom tunnlar i isen och borrar sig ner i berggrunden. Kritik mot denna bildningsmekanik består bland annat av att det inte är troligt att smältvattentunnlar finns på samma plats tillräckligt länge för att dessa former ska hinna bildas.

**Nu står jättegrytan** placerad framför SGUs huvudkontor på Villavägen 18 i Uppsala. Titta gärna in om du har vägarna förbi!

---

ANNA HEDENSTRÖM är fil. dr. i kvartärgeologi och statsgeolog vid Sveriges geologiska undersökning.

Tack till: Ulrika Lindberg, Daniel Morfeldt, Torbjörn Bergman och Oden Anläggningssentreprenad AB.



# .....ett flyttblock till SGU!



Jättegrytan är 70 centimeter i diameter i mynningen och 120 centimeter djup.

På bilden är den på väg att installeras framför SGUs huvudkontor. Foto: Karl-Erik Alnavik.

## ANDRA KÄNDA JÄTTEGRYTOR

**JÄTTEGRYTOR** förekommer relativt allmänt utmed Stockholmsäsen och finns markerade på den geologiska kartan över Stockholm (Möller & Stålhös 1964). En av de sedan tidigare mer kända jättegrytorna i Stockholmstrakten är belägen invid Brunnsviken, sex kilometer norr om Skanstull. För ungefär 100 år sedan påträffades denna jättegryta när man skulle lägga grunden till Haga tingshus. Efter ett snabbt ingripande av Gerard de Geer räddades denna gryta och finns fortfarande bevarad i tingshusets källare. Denna gryta är cirka tre meter djup och har en diameter på 90 centimeter. Huset ägs av Statens Fastighetsverk och den som är nyfiken kan kontakta vaktmästaren som enligt uppgift förevisar jättegrytan efter överenskomelse.

**ETT AV SVERIGES** största fält med jättegrytor är Sveafallen i Närke där ungefär 200 jättegrytor har påträffats. Lennart von Post (1928) beskrev området och kopplade jättegrytornas bildning till Ancylussjöns utlopp. I samband med den jordartsgeologiska kartläggningen i Närke påträffades sediment i en av de större grytorna. Sedimenten provtogs och pollen- och diatoméanalyser utfördes för att testa om det gick datera jättegrytans bildande. Resultaten fick betydelse för tolkningen av Östersjöns utveckling och tiden för Sveafallens bildande (Ericsson med flera 1982). Det visade sig nämligen att sedimenten i botten av grytan avspeglade preboreal vegetation och grytan var således redan bildad när Ancylussjön hade sitt utlopp här under tidig Boreal tid.

**EN TREDJE LITE** spektakulär jättegryta påträffades i september 2008 under de raserade Twin Towers i New York. Och i USA är ju allting alltid större så här kan vi faktiskt tala om jättegryta! När grunden till det nya World Trade Centre skulle anläggas påträffades en riktigt stor jättegryta utskuren i berggrunden. Denna mäter 40 fot i diameter, motsvarande cirka 12 meter.

## LITTERATUR

Ericsson, B., Lidén, E. och Robertsson, A.-M., 1982. *New pothole supports reinterpretation of Svea River*. Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 104: 95-97.

Möller och Stålhös 1964.

Jordartsgeologiska kartan Stockholm NO, SGU Ae 1.

von Post, L. 1928. *Svea älvs geologiska tidsställning*. Sveriges geologiska undersökning C 347, 1-132.

<http://www.glaciargarden.com>

<http://www.nytimes.com/2008/09/22/nyregion/22rocks.html>

# 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](http://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](http://www.geosigma.se)



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

**URS**

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



**GeoPro**

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

**NEW BOLIDEN**

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



**16 juni - 29 november** Planeter i sikte – Unika bilder av utomjordiska landskap. Fotoutställning av Michael Benson. Utställningen visas på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm.

**Norrlands Mineraljakt 2009** Som ett viktigt komplement till den yrkesmässiga prospekteringen arrangeras även i år Norrlands Mineraljakt i de fem nordligaste länen – Norrbotten, Västerbotten, Västernorrland, Jämtland och Gävleborg. Om du hittar något intressant är du välkommen att skicka in ditt prov till Norrlands Mineraljakt. På så sätt deltar du i tävlingen och kan vinna ett penningpris. Tävlingen är öppen till och med den 30 september. Prissumman i år är minst 200 000 kronor. Mer information hos SGU [http://www.sgu.se/sgu/sv/samhalle/malm-mineral/mineraljakt/jakt\\_2009.html](http://www.sgu.se/sgu/sv/samhalle/malm-mineral/mineraljakt/jakt_2009.html) eller kontakta Jan-Olof Arnbom, projektledare tel: 018-17 91 49 eller Arne Sundberg, stf. projektledare tel: 018-17 93 22, 070-222 72 62.

**27 - 30 augusti** Hallands geologiklubb ordnar en exkursion till Öland. Begränsat antal deltagare. Mer information på [www.hallandsgeologiklubb.se](http://www.hallandsgeologiklubb.se)

**12 september** Geologins Dag firas på olika platser runt om i landet. Läs mer på [www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu)

## Strategiska medel – till hållbar användning av mineralresurser

Ett nytt nationellt center för avancerad gruvdrift och metallurgi kommer snart att se dagens ljus. Detta blir ett av resultaten av att Luleå tekniska universitet, LTU, beviljas strategiska forskningsmedel av regeringen.

I mitten av juni kom rekommendationen: Luleå tekniska universitet, LTU, beviljas 21,4 miljoner kronor av regeringen i strategiska forskningsmedel för sin ansökan *Sustainable Mineral Resources - Securing the Future*. Ansökan har utarbetats i samarbete med svensk gruvnäring. Pär Weihed, professor i malmgeologi vid LTU ger en kommentar:

– Ambitionen med de strategiska satsningarna är att områden ska få en medelshöjning över fakultetsanslagen som för universitetet, om utvärderingarna är lyckosamma om fem år, blir permanent anslagshöjande vilket troligtvis innebär den största satsningen på gruvrelaterad forskning kanske någonsin i Sverige, säger han och fortsätter:

– Stödet innebär också att LTU nu verkligen kan förbli ett ledande internationellt gruvuniversitet och därmed också på allvar ge sig in i konkurrensen om EU-forskningsstöd och andra internationella forsknings- och utvecklingssamar-

beten. Stödet är också ett bevis för att samarbetet med den svenska gruvindustrin fungerar på ett bra sätt och att svensk gruvindustri gjort rätt som pekats ut av LTU som sitt samarbetsuniversitet i Sverige. Vi får nu en fantastisk möjlighet att bygga den kritiska forskningsmassa som behövs för att jobba i forskningsfronten.

Ansökan till regeringen utarbetades av Pär Weihed tillsammans med Erling Nordlund, professor i bergmekanik och Göran Bäckblom, VD för Stiftelsen Mineralindustrins teknikutveckling, MITU, har arbetat fram förslaget.

Totalt pekade regeringen ut 20 strategiska forskningsområden i sin forskningsproposition 2008. Till dessa områden har nu Energi-myndigheten, Fas, Formas, Vetenskapsrådet och VINNOVA rekommenderat ett extra anslag på 5 270 miljoner kronor. Satsningen innebär en ökning av lärosätenas forskningsanslag som från 2012 uppgår till 1 315 miljoner kronor årligen.

★ Skredrisk 1. Statens geotekniska institut, SGI, har fått ett uppdrag av regeringen att förbättra och ta fram skredriskanalyser samt stabilitetskarteringar längs hela Göta Älv. SGI får 35 miljoner kronor per år i tre år för att genomföra uppdraget.

★ Skredrisk 2. I Norge har stor-tinget ökat anslagen till övervakning av bergsområden och riskidentifiering med 60 miljoner norska kronor. Det ursprungliga anslaget var på 110 miljoner kronor. Tre områden kommer att bevakas året runt.

- Åkneste i Geiranger
- Mannen i Romsdal • Nordnes, Lyngfjorden i Troms, öster om Tromsø. I Nordnes kan mer än 10 miljoner kubikmeter berg och jord rasa ner i Lyngfjorden och den efterföljande flodvågen kan bli upp till 45 meter hög i fjorden, beräknar NVE, Norges vassdrags- och energidirektorat som sedan årsskiftet har det nationella ansvaret för att förebygga olyckor till följd av skred.

Källa: *Aftenposten*.

★ I år är det 40 år sedan den första månlandningen! Det var klockan 16:17, östamerikansk sommartid, den 20 juli 1969, som rymdskeppet Apollo 11 låg i omloppsbanan och månlandaren Eagles fotplattor fick kontakt med månens yta.

★ Rymdfrossarhelg. Flera museer och science centers kommer att uppmärksamma Christer Fuglesangs andra besök på Internationella Rymdstationen ISS i augusti. Tekniska museet i Stockholm planerar rymdfrossarhelg och olika rymdaktiviteter planeras i Göteborg, bland annat på Universeum.

★ På tal om rymden. I år är det internationella Astronomiåret. Mer att läsa på [www.astronomi2009.se](http://www.astronomi2009.se)

## SGU bygger plattform för samarbete mellan gruvnäringen i Sverige och södra Afrika

**S**GU startar projektet MeetingPoints Mining med syftet att bygga långsiktiga relationer mellan svensk gruvnäring och motsvarande aktörer i södra Afrika. Projektet finansieras av Sida och ska bidra till både rättvis, hållbar ekonomisk tillväxt i samarbetsländerna och afärsmöjligheter för svenska företag.

Projektet drivs i samarbete mellan myndigheterna Sida och SGU. De länder som berörs är i första hand Botswana, Namibia och Sydafrika, dvs. de länder i södra Afrika som ska fasas ut från det traditionella biståndet.

Svensk minalsektor, som har en lång tradition och stor samlad erfarenhet av gruvverksamhet och mineralprospektering, har goda förutsättningar att bidra till en rättvis och hållbar förvaltning av mineralresurserna. Genom att bygga kontaktnät, skapa mötesplatser och initiera utbildningsprogram ska projektet skapa förutsättningar för långsiktiga självbärande relationer mellan företag, myndigheter, universitet och andra organisationer inom den svenska minalsektorn och motsvarande aktörer i samarbetsländerna.

Inledningsvis ligger fokus på Botswana, Namibia och Sydafrika, länder som redan själva visat intresse för ett sådant samarbete med Sverige.

Mer information finns på  
[www.sgu.se](http://www.sgu.se) och [www.meetingpoints-mining.net](http://www.meetingpoints-mining.net)

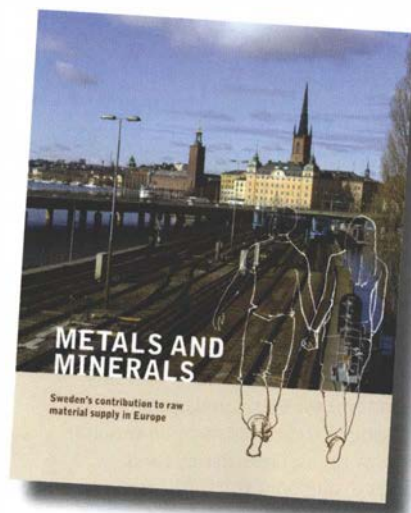
## Sverige som metallproducent

**E**U står inför en utmaning vad gäller råvaruförsörjning av metaller och mineral. I detta sammanhang har Sverige en viktig roll. I SGUs skrift *Metals and minerals* ges en bild av hur det ser ut både inom EU och i världen i stort vad gäller produktion, tillgångar och reserver samt av den framtida efterfrågan på mineral och metaller. Skriften bygger på det material som SGU tagit fram, på uppdrag av Sveriges regering, om hållbar utvinning av svenska mineralresurser.

Skriften *Metals and minerals* kan beställas kostnadsfritt från SGU. Den är på engelska. Både den och den rapport den grundar sig på, *Kartläggning av Sveriges malm- och mineraltillgångar i syfte att utveckla en kunskapsbas*, finns även som pdf-filer på SGUs webbplats.

I samband med regeringsuppdraget har SGU analyserat förutsättningarna för Sverige att bidra till en uthållig utveckling inom minalsektorn i utvecklingsländerna. Även rapport *Internationellt utvecklings-samarbete inom minalsektorn*, finns på SGUs webbplats.

*I snitt använder en västerlänning 25 ton metall och mineral, varje år. SGU har identifierat sex fokusområden för Sverige som europeisk metall- och mineralleverantör, för en fortsatt hållbar utvinning av mineralresurser. Skriften *Metals and minerals* går att ladda ner som pdf-fil på SGUs webbplats.*



## Generalidi

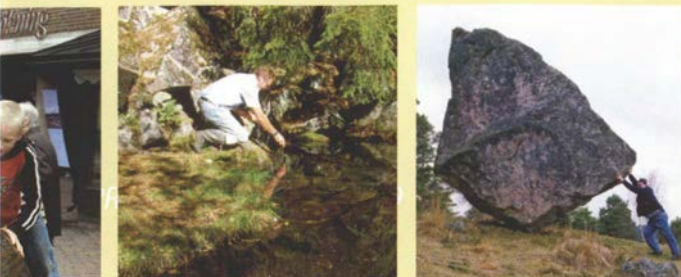
**Det är med finstämd** inlevelse som Jan Magnusson, civilingenjör från Chalmers tar sig an sin nya uppgift. Från den 1 mars leder han Sveriges geologiska undersökning, SGU, som ny generaldirektör.

– Verksamheten präglas av kompetenta och engagerade medarbetare som verkligen känner starkt för det de håller på med. De känner också att de bidrar till en samhällsviktig verksamhet och detta är jag väldigt förtjust i att få vara en del av! säger han.

Sedan tidigare är energi, miljö och samhällsplanering frågor som intresserar Jan Magnusson. Förra året fyllde han 60 år och det är också med gedigen erfarenhet från arbete med samhällsplanering och energifrågor inom framförallt statlig förvaltning och statliga bolag, som han axlar rollen som generaldirektör.

**– Som väg- och vattenbyggnadsingenjör** studerade jag samhällsplanering och bland annat geologi. I mitt yrke har jag arbetat inom olika delar av stadsförvaltningen. I flera omgångar har jag varit knuten till näringsdepartementet som tjänsteman, bland annat som departementsråd för energifrågor vilket innebär att jag var chef för energienheten. Jag har också arbetat på Naturvårdsverket och på dåvarande Statens energiverk som chef för FoU-verksamheten samt som ställföreträdande generaldirektör. Åren 1992–2007 var jag på det statliga affärsverket Svenska Kraftnät, först som överdirektör och sedan som generaldirektör.





Jan Magnusson är ny generaldirektör för Sveriges geologiska undersökning. Han ger intrycket av att vara en lyhörd ledare – som vet vad han vill.

# rektör med geo-gehör

Om än inte rätt på, så är geologiska frågeställningar något som Jan Magnusson hanterat i tillämpade sammanhang under årens lopp. Han har förutom det som nyss nämnts även arbetat med Svenska Petroleum (på 1980-talet) och Svenska Petroleum Exploration, samt suttit i styrelsen för Swedegas under flera år.

– **Det är många år sedan** jag läste geologi men det är med återseendets glädje som jag nu fräskat upp kunskaperna! säger Jan Magnusson som den första tiden på myndigheten ägnat sig åt att träffa medarbetare och att möta omvärlden såsom forskningsinstitutioner och industrin.

– Jag vill veta vad det finns för synpunkter och idéer för att utveckla verksamheten vidare. Mitt allmänna intryck är att det finns en potential i detta geologiska kraftcentrum som SGU innebär. Vi omfattar 150 geologer varav 65 personer har högre akademisk utbildning och ett stort antal personer har därutöver utbildningar som anknyter. Detta skulle vi faktiskt kunna utnyttja ännu bättre än vad vi gör idag. Vi kan vara mer aktiva i samarbete med den geologiska forskningen och också vara en brygga mellan forskningen, samhällsplaneringen och mineralindustrin.

## Hur kan SGU samarbeta bättre med forskningen?

– Generellt tänkte jag att vi kan utveckla vårt samarbete genom fler gemensamma projekt och fler examensarbeten. Men vi ska se

över internt hur vi rustar oss för att möta utmaningen och har börjat föra en inre diskussion kring de här frågorna.

## Hur ser du på SGUs roll i samhället?

– Vi är dels en expertmyndighet och dels den som samlar in geologisk information, men också den som kan använda informationen och säkerställa att den används på ett bra sätt! Det är en stark känd synpunkt i huset att det vore bra för samhällsutvecklingen och planeringen om den geologiska informationen användes mer och det är en utmaning för oss att se till att så sker. Den geologiska informationen måste anpassas, men vi måste även förbereda och utbilda de som ska använda den. Att säkerställa att vi har en hög kvalitet på det som vi geologiskt och vetenskapligt håller på med är också viktigt. Geologisk information ska gå att använda i olika sammanhang på både lång och kort sikt.

## Vad är viktigast för SGU just nu?

– Att se till att vi har en verksamhet av hög kvalitet som gör nytta i samhällsplaneringen och för industrin.

## Vem är du privat?

– Är gift och har två söner varav den yngste går på högstadiet och är en ivrig fotbollsspelare i Djurgården. Äldsta sonen läser samhällsplanering på Kungliga Tekniska Högskolan och är sambo med en tjej som också gör det. Familjens och mitt stora intresse är segling. Vi har haft segelbåt i alla år,

av alla typer. Förr seglade vi mycket till Finland. Sedan några år ligger segelbåten på Orust. Vi åker dit alla långhelger och semestrar och seglar till Norge eller Danmark. I sommar ska vi segla samt titta på geologin på Kosteröarna. Kosteröarnas nationalpark invigs i september och SGU medverkar på olika sätt.

/ Anna Kim-Andersson

*Bilderna ovan kommer från SGUs jubileumbok från 2008: Sveriges geologiska undersökning – 150 år i samhällets tjänst.*

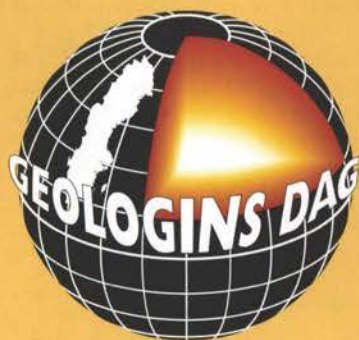


Foto: Karl-Erik Alnavik

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 1 augusti. Nästa nummer av tidningen kommer ut i september 2009. Kontakta redaktör Anna Kim-Andersson, tel 036-440 01 20, [anna@qi-media.se](mailto:anna@qi-media.se)

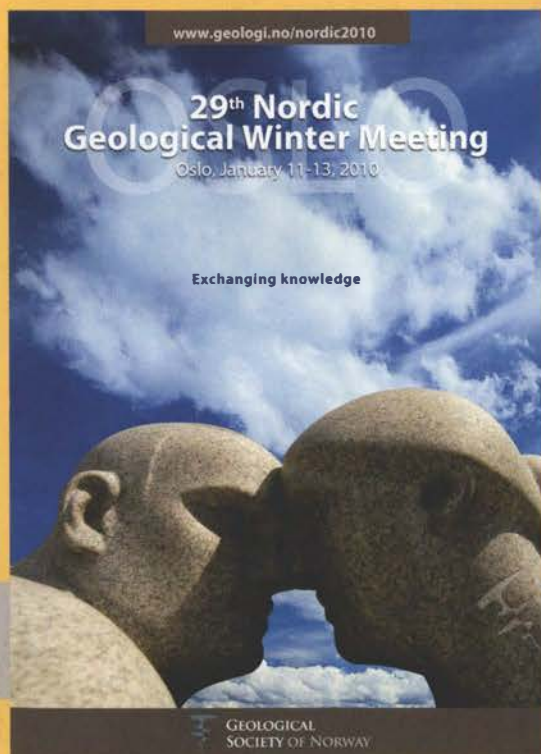


### En dag i geologins tecken: Lördagen den 12 september

Under en dag i början av varje höst ges Sveriges många naturintresserade barn och vuxna möjligheten att lära sig mer om geovetenskap. Alla får chansen att upptäcka hur roligt och spännande det är med läran om jorden. I år går Geologins Dag av stapeln **lördagen den 12 maj**. Invigningen sker i samarbete med Lunds universitet.

**Du geologikunnige – Bli arrangör på Geologins Dag.**  
**Du lärare – Fira Geologins Dag i klassrummet**  
**Du intresserade – Besök Geologins dag.**

Läs mer på [www.geologinsdag.nu](http://www.geologinsdag.nu).



### 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 3 500 kronor per år. Är ditt företag intresserat? Hör av dig till Anna Kim-Andersson, tel 0708-205010, [anna@qi-media.se](mailto:anna@qi-media.se) eller [info@geologiskaforeningen.nu](mailto:info@geologiskaforeningen.nu)

I januari nästa år arrangeras den Nordiska Geologiska Vinterkonferensen för 29:e gången. Värd är Norsk Geologisk Förening och platsen för konferensen är Oslo.