

# GEOLOGISKT FORUM

Nr 104 ♦ 2019

Tennutvinning i Namibia

Svíagigurinn

Prisade geologer

Dansande berg

Ny bok om Sveriges tektonik



# GEOLOGISKT FORUM

Nr 104 ♦ 2019

ISSN 1104-4721

**Ansvarig utgivare:** Pär Weihed

**Redaktör:**

Jeanette Bergman Weihed  
tel. 070-3724828  
e-post: jeanette@tellurit.se  
För text, layout och bilder svarar  
redaktören där inget annat anges.

**Redaktionens adress:**

Geologiska Föreningen  
c/o Tellurit AB,  
Storgatan 11,  
972 38 Luleå  
e-post: info@geologiskaforeningen.se

**Omslagsbild:** Vy mot Luossavaara från  
toppen av Kiirunavaara med sjön Luos-  
sajärvi till vänster. Läs om brytningen i  
Kiruna på sidan 8. Foto: Ulf B. Andersson.  
Lars Holmer och Iwona Klonowska är före-  
ningens pristagare i år. Läs mer om dem  
och deras forskning på sidan 27.

**Upplaga:** 500 ex.

**Tryckeri:** Elanders Sverige.

**Ordinarie lösnummerpris:** 75 kr.

För annonser, distribution,  
prenumerationsärenden, adressändring,  
köp av tidigare nummer samt  
reklamationer: kontakta redaktionen.

För dig som är medlem i Geologiska  
Föreningen ingår tidningen i det ordinarie  
medlemskapet. Som medlem har du  
också tillgång till tidningen som pdf samt  
ett digitalt arkiv. Man kan också lösa en  
årsprenumeration av tidningen. Läs mer  
på vår webbplats.

Ange namn, adress och e-postadress  
vid betalning till vårt Plusgiro 2108-9. Du  
kan också betala direkt med kort på vår  
webbplats  
[www.geologiskaforeningen.se](http://www.geologiskaforeningen.se)

Tidningen publicerar sedan starten år  
1994 populärvetenskapliga artiklar inom  
geovetenskapens alla områden.

Välkommen att kontakta redaktören  
om du vill medverka i Geologiskt forum.  
Författarna svarar själva för innehållet i  
sina artiklar. Nästa nummer av Geologiskt  
forum kommer i mars 2020.

*Geologiska Föreningen*

## I DETTA NUMMER

- 3 Nytt år, nya möjligheter
- 3 Kan hållbarhetsarbete öka acceptansen för gruvor?
- 3 SGU bygger geomagnetiska mätstationer
- 4 Tennutvinning i Namibökn
- 7 Årets geolog Gunnar Eriksson
- 8 Så bryts malmen i Kiruna
- 11 Magnus Hellqvist ny redaktör för GFF
- 12 Pärviewföreläsningen
- 14 Ny bok om Sveriges tektonik och mineralresurser
- 18 Svågigurinn 100 år
- 20 När bergen dansar rasar kyrkorna
- 27 Lars Holmer och Iwona Klonowska årets pristagare
- 28 Jordbävningsforskning i Addis Abeba
- 30 Per Ahlberg och Lars Holmer prisade
- 30 Periodiska systemet 150 år
- 31 På gång
- 31 Uråldrigt liv upptäckt i Siljans meteoritkrater



12



28



8



4



20



27



# Nytt år, nya möjligheter

Året lider så småningom mot sitt slut och det börjar bli dags att summera det år som gått.

Jag tycker att vi har fått ta del av mycket spännande geologisk forskning som pågår på olika platser runt om i landet. Min förhoppning är att ni som läsare ska lockas att utforska vidare om de ämnen som bjuds. Därför har jag börjat att ibland lägga in qr-koder som länk till vidare läsning. Vad tycker ni om det?

Jag hoppas att under nästa år locka nya skribenter som får möjlighet att berätta om vad de gör. Kanske vill just du skriva om något? Hör av dig i så fall!

Med början i det här numret kommer jag att

publicera en serie med korta anekdoter i varierande ämnen från Jan Lundqvist. Förutom att de i mitt tycke är underhållande anser jag att det är viktigt att historien inte glöms bort. Hur gick det till tidigare? Vilka var med när det hände? Den första anekdoten beskriver hur Pärviöförkastningen första gången kom att observeras av geologer.

Det är glädjande att i det här numret få presentera så många geovetare som fått ta emot olika priser. Det är inte bara föreningens två egna pristagare som presenteras utan också årets geolog och mottagarna av Uppsala universitets Björkéniska pris. Grattis till alla! Mycket välförtjänt.

Föreningen har valt ny redaktör till den vetenskapliga tidskriften GFF. Det är Magnus Hellqvist som tillträder sitt uppdrag från kommande nyår. Vi hälsar honom mycket välkommen!

Samtidigt är vi väldigt tacksamma över allt arbete som den avgående redaktören Christian Skovsted har lagt ned på tidskriften. Han har gjort den bättre!

I övrigt bjuds vi på en tur till Namiböknen där utvinning av tenn utförs både hantverksmässigt och, numera, också i en återstartad gruva, samt till Etiopien där forskning på jordbävningar pågår.

Vi får en inblick i hur naturkatastrofer av olika slag raserat kyrkobyggnader

under årtusendena som gått. Allt finns samlat i en ny databas. Och så får vi lära oss på vilket sätt malmen i Kiruna egentligen bryts.

Slutligen presenteras en ny bok om Sveriges mineralresurser och tektoniska utveckling. Den ges ut av Geological Society of London och släpps i januari. ♦

Jeanette Bergman Weihed,  
redaktör



## Kan hållbarhetsarbete öka acceptansen för gruvor?

Ett förbättrat socialt, miljömässigt och ekonomiskt hållbarhetsarbete är syftet med projektet ”Från ord till handling”, som pågår i samarbete mellan Luleå tekniska universitet och gruvnäringen.

– Man har sett en minskad social acceptans för gruvnäringen de senaste 20 åren och det har ökat trycket på gruvindustrin att ta ett större ansvar. Att ha ett strukturerat hållbarhetsarbete är viktigt för trovärdigheten, säger Helena Ranängen, forskare i kvalitets teknik vid LTU och projektledare.

Helena och kollegan Åsa Lindman, forskare i nationalekonomi, har bland annat genomfört en enkät och intervjuer med intressenter som berörs av gruvverksamhet för att få deras syn på hållbarhet kopplat till gruvnäringen. Projektet finansieras av Vinnova inom innovationsprogrammet SIP STRIM och sker i samarbete med Boliden och Svemin. ♦

Källa: Luleå tekniska universitet.

## SGU bygger geomagnetiska mätstationer

Solstormar är ett hot mot viktiga samhällsfunktioner. Under en solstorm slungas elektriskt laddade partiklar i hög hastighet ut i rymden, och dessa kan orsaka stora variationer i jordens magnetfält, s.k. magnetiska stormar. Dessa kan medföra omfattande skador på många samhällsviktiga funktioner, t.ex. elförsörjning, tele- och satellitkommunikation, GPS-navigering, flygtrafik och radiosystem.

Därför behövs utökade observationer av jordens magnetfält för att öka förståelsen av de fysikaliska processer som pågår i jonosfären och rymden under en solstorm, och för att kunna göra bättre rymdväderprognoser. Mot den bakgrunden bygger Sveriges geologiska undersökning och Danmarks Tekniska Universitet ut nätet av geomagnetiska mätstationer i Sverige, Danmark och Grönland. I Sverige byggs sex geomagnetiska mätstationer i mellersta och södra Sverige.



FOTO: NASA GODDARD SPACE FLIGHT CENTER, CC BY 2.0.

– Stationerna ger bättre data om variationer i jordens magnetfält, som är en del av rymdvädret, så att det går att göra bättre prognoser för rymdvädret och därmed öka beredskapen, säger Gerhard Schwarz, statsgeofysiker på SGU.

Data från nätverket samlas in kontinuerligt och skickas vidare för analys och för att utveckla rymdväderprognoserna, till exempel hos ESA:s rymdvädercentrum i Bergen, Norge. Projektet finansieras av European Space Agency (ESA) men observationsnätet kommer att drivas även efter projekttidens slut. ♦

Källa: SGU.



Uis-distriktet i centrala Namibia är välkänt för sina tennförande pegmatiter som har beskrivits utförligt i litteraturen. Här har gruvbrytning förekommit av och till sedan de första fynden gjordes i början av 1900-talet. Idag har ett nytt gruvbolag påbörjat brytning igen, men under en period utvanns det mesta helt hantverksmässigt.

TEXT OCH BILD: ROBERT LILLJEQUIST

**PROSPEKTERING OCH** geologisk kartläggning i ökenområdet mellan Cape Cross och Uis i Namibia har visat att där finns fler än 220 pegmatitgångar som ligger samlade i 23 huvudsvärmar inom ett 16×130 km stort område. Gångarna innehåller större eller mindre mängder av kassiterit ( $\text{SnO}_2$ ).

Uis Mine var länge i produktion trots att dagbrottsgruvan endast innehöll i genomsnitt 0,13–0,50 procent tenn. Idag är Uis ett litet samhälle i en av Namibias vackraste ökenområden i Erongo (tidigare Damaraland). Byn ligger i skuggan av granitberget Brandberg med sina 20 000 år gamla hällmålningar.

Samhället har idag knappt 4 000 innevånare.

Den svarta befolkningen bor i huvudsak kvar i det apartheidsamhälle som den tidigare sydafrikanska regimen byggde upp – utanför det samhälle där den vita befolkningen bodde. Det gamla bostadsområdet för den vita befolkningen hade vid



**Till vänster:** Under tiden ingen industriell gruvdrift pågått i Uis har lokalbefolkningen delvis försörjt sig genom hantverksmässig brytning av tenn. Här pågår handsortering av den kassiteritförande pegmatiten.

**Ovan till höger:** Det gamla gruvsamhället ligger nedanför det vita avfallsberget och har en del gröna träd kring husen.

**Nedan till höger:** Pegmatitgång med svarta korn av kassiterit.

tidpunkten för mina månatliga vistelser här under åren 1993–1996 krympt till att omfatta en liten handelsbod, ett turisthotell och en bensinstation. Gruvbolagets övergivna hus hyrdes ut till hotellgäster.

Det första man lägger märke till när man närmar sig gruvbyn är ett vitt berg av gruvavfall. Uis betyder på Damara-språket ”bittert vatten”.

#### **Tenn hittades för hundra år sedan**

Utvinning av tenn påbörjades i liten skala redan före första världskriget. Dr Paul i det tyska kolonisällskapet sägs ha gjort de första fynden 1911. Drygt tio år senare köpte August Stauch de flesta av de kända tennfyndigheterna i distrikten Omaruro, Karibib och Usakos och förlade dem i företaget Namib Tin Mines Ltd.

Under andra världskriget övertog Custodian of Enemy Property koncessionerna vilka senare uppköptes av Angus Munro 1948. År 1951 bildades företaget Uis Tin Mining Company (SWA) Ltd och de började bryta pegmatiterna i stor skala i öppna dagbrott. Iscor (South African Iron and Steel Industrial Corporation Ltd) köpte rätten till gruvbrytning 1958 och under tiden fram till 1990 blev Uis en av de största tennförande pegmatitgruvorna i världen. Malmen innehöll dock endast 1250 ppm tenn före anrikningen.

Uisgruvan producerade under sina senaste år i drift 140 ton tennkoncentrat per månad från åtta olika gångar. Årsproduktionen uppgick till ungefär 1 miljon ton och gick i huvudsak till den sydafrikanska stålindustrin.

År 1996 återstod endast en mindre anrikningsanläggning som processade tenn från de gamla avfallshögarna och koncentratet



transporterades till Walvis Bay vid Atlantkusten för export.

#### **Tenn och annat i pegmatiter**

Pegmatitsvärmen kring Uis fyller tensionssprickor vilka uppstått under en regional skjuvning. Pegmatiterna är oftast linsformade, tjockare i mitten och tunnar snabbt ut i ändarna. Gångarna är anmärkningsvärt lika i sin sammansättning, med undantag för de pegmatiter där spårämnen koncentrerats mot slutet av kristallisationsprocessen.

Pegmatiterna är genomgående albitiserade, fin- till grovkorniga gångar med kvarts, kalifältspat eller albit samt muskovit eller sericit som de huvudsakliga mineralen. Men

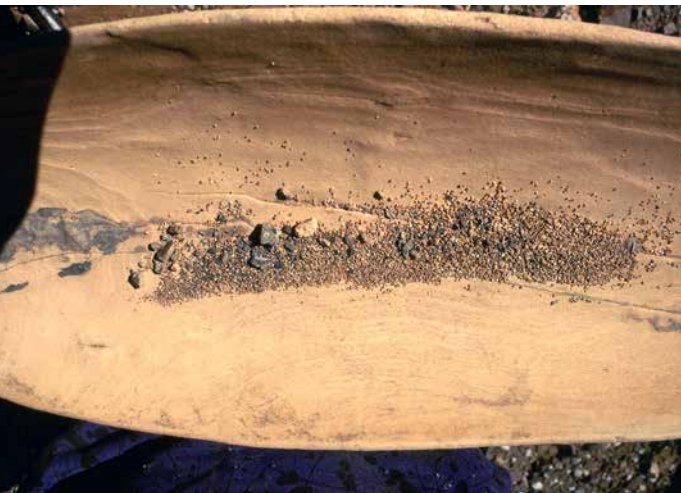
man kan även finna topas, granat, turmalin, apatit, amblygonit, petalit, beryll, kryptomelan, hollandit, psilomelan, pyrolusit, götit, gilbergit, m.m. i gångarna.

Det är inte ovanligt att granat och turmalin kan uppta uppemot 30 procent av volymen i de mindre, tennrika gångarna, medan dessa mineral sällan överstiger 1 procent i de pegmatiter som brutits.

#### **Kassiterit och greisen**

Tennet i pegmatitgångarna sitter i svarta korn av kassiterit. Vanligtvis är de 1–5 mm stora, men kan ibland uppnå en storlek av 25 mm. Lokalt kan tennhalten uppgå till 15 procent över en meters bredd, men medel-





halten av den brutna malmen låg på endast 0,15 procent. De bäst mineraliserade partierna är vanligtvis associerade med sericit.

Det finns en tendens att kontakterna till sidoberget är rikare mineraliserade än de mer centrala delarna av pegmatitgångarna. Zoner med greisnomvandling innehåller i regel mycket kassiterit.

I början av 1920-talet vaskades även tenn från aluviala avlagringar. Namnet Kartoffel River kom från fynd av potatisstora kassiteritklumpar.

#### Hantverksmässig utvinning av tenn

Under Iscors tid var ett stort antal av den svarta befolkningen sysselsatta med att bryta tennmalm i liten skala runt om i trakten kring Uis. De sålde den anrikade kassiteriten till företaget och verksamheten kunde försörja ett dussintal familjer.

Efter nedläggningen av gruvan fortsatte bolagets representant att köpa anrikad kassiterit men marknadspriset hade sjunkit avsevärt och antalet gruvarbetare minskades.

De flesta gav sig av till andra orter i Namibia för att söka sin försörjning. Ofta lämnade de kvar familjen eller övergav kvinna och barn helt. Följden blev mer eller mindre katastrofal för de kvarlämnade i det svarta samhället. Ingen annan försörjning utom gruvbrytning fanns att tillgå.

Kvinnorna ägnade sig åt *winnowing*, en anrikning av den krossade produkten av relativt rikare kassiteritnehåll. Detta skedde genom att materialet kastades upp i luften varvid det lättare materialet (kvarts, fältspat och glimmer) fördes bort med vinden medan det tyngre tennmaterialet ansamlades i botten av träträget. Metoden är användbar i dessa torra ökenstrakter där vatten är en bristvara och vinden blåser upp fram på eftermiddagen.

#### Brytningen får en nystart

Under de senaste åren har företaget AfriTin Mining övertagit det gamla gruvområdet i Uis, och i augusti i år producerades det första tennkoncentratet från gruvan.

Man planerar att fortsätta brytningen i dagbrott och initialt foku-

**Överst till vänster:** Den tidigare prospektören Jerry tillsammans med två kvinnor som separerar tungmineralen från de lättare silikatmineralen.

**Överst till höger:** En Damarakvinna anrikar kassiterit med hjälp av vinden.

**Ovan till vänster:** De anrikade resterna av huvudsakligen kassiterit.

**Ovan till höger:** Gamla flodavlagringar längs Kartoffel River där tidigare alluvialt kassiterit utvunnits.

serar man på de blottade malmzoner som brutits tidigare och på pegmatiter i närheten av dessa. Den beräknade malmbasen är 73 miljoner ton med 0,136 procent tenn. Dessutom finns tantal, niob, litium och beryllium i malmen och på sikt kan också dessa ämnen komma att utvinnas.

Läs mer om företags projekt på <http://afritinmining.com>. ♦



Robert Lilljequist är fil. lic. och Eurogeolog. Bor numera i Estepona, Spanien.  
e-post: [robertlilljequist@gmail.com](mailto:robertlilljequist@gmail.com)



FOTO: HANNES MATSSON.

# Årets geolog Gunnar Eriksson

Geosektionen av Naturvetarna har i år gett Gunnar Eriksson den prestigefyllda utmärkelsen Årets geolog. Priset delades ut på SGU i Uppsala den 14 november.

Under många år har Gunnar ordnat resor runt om i världen genom sitt företag Naturforum för att få fler att uppleva glaciärer, vulkaner och andra naturfenomen. Som tidigare malmletare har han näsa för nya upptäckter.

Det var i början på 90-talet i efterdyningarna av lågkonjunkturen i gruvbranschen som han startade företaget. Prospekteringen lades ner och han hittade nya möjligheter.

– Det har jag inte ångrat. Varje resa är en källa till glädje och ny kunskap. Roligt också att många av deltagarna kommer tillbaka och är nyfikna på

nya resmål. De vill veta varför naturen ser ut som den gör.

På sitt inspirerande och pedagogiska sätt kan han förklara uppkomsten av både det svenska urberget och vulkanerna på till exempel Island och Nya Zeeland. Lika fascinerande fenomen finns i Sverige, inte minst på hans hemmaplan i Dalarna där Siljansringen utmärker sig.

– Ett meteoritnedslag för 350 miljoner år sedan skapade den unika formationen i landskapet. Det är den perfekta platsen för en geopark, som det finns planer på att anlägga. Det skulle locka turister, säger han.

Den debattglada geologen menar att Sverige måste vara självförsörjande på malm.

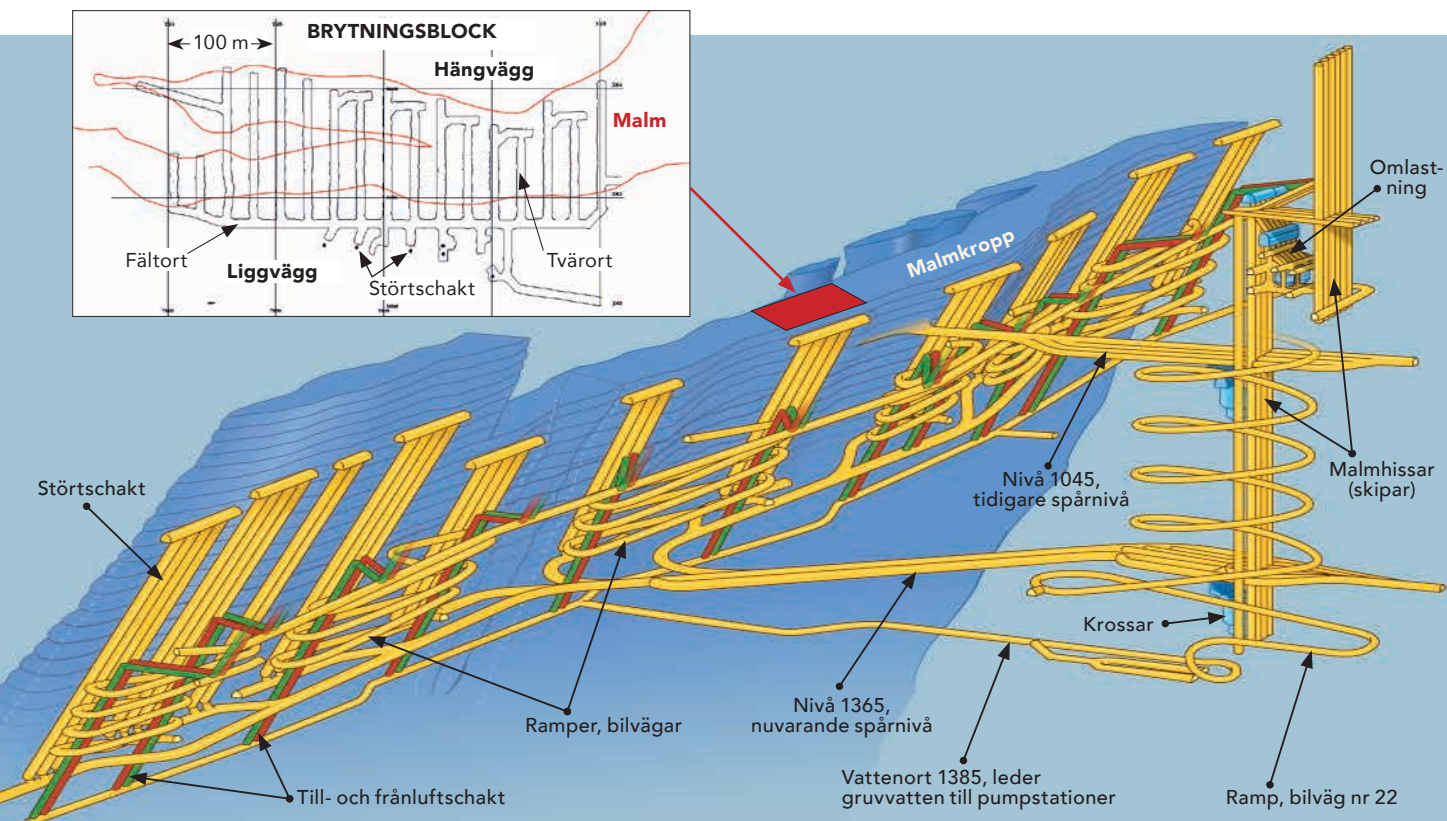
– Visst blir det en del hål i marken, men i dag återställs marken efteråt och kan få nya naturvärden. Det var värre förr. Bara här i Dalarna finns det tre hundra gruvhål.

Gunnar har också jobbat länge för att geologi borde vara ett eget ämne i skolan. Det är svårt att få politikerna att lyssna men han ger inte upp.

– Det är en stor ära att få den här utmärkelsen. Fantastiskt att bli hyllad av sina kollegor, avslutar Gunnar. ♦

Källa: Naturvetarna





# Så bryts malmen i Kiruna

LKAB producerar ungefär 80 procent av all järnmalm i EU. Bara i Kiirunavaaragruvan bryts varje år omkring 27,5 miljoner ton magnetitdominerad råmalm, som sedan blir till ungefär 15 miljoner ton färdiga järnmalmspellets. Men hur går brytningen egentligen till?

TEXT: ULF B. ANDERSSON & MATTHIAS WIMMER

I KIIRUNAVAARAGRUVAN använder LKAB en brytningsmetod som kallas skivrasbrytning. I stora drag innebär metoden att man driver in ortar från sidan genom malmen, som är en brantstående skivformad kropp. Därefter spränger man ned skivor av malmen och låter berget ovanför rasa ned. Sedan lastar man ut malmen tills man når de ras-massor som inte innehåller någon brytningsvärd malm.

Själva malmen i Kiirunavaara består av en mycket stor sammanhängande skivliknande bergarts-kropp av huvudsakligen magnetit. Den är omkring fyra kilometer lång

och i genomsnitt 80 meter bred. På ytan sträcker sig malmen i ungefär nord-sydlig riktning och lutar ungefär 60 grader mot öster. Skivan fortsätter ner till mer än 1400 m djup, men hur där sedan ser ut är ännu ofullständigt känt. Prospektering pågår för att utröna malmens fortsättning mot djupet.

## Brytningsblock

En mer detaljerad beskrivning av hur brytningen går till följer här. Under jord delas malkroppen på längden in i tio brytningsblock som vardera är ungefär 400 m långa och lite bredare än malkroppen. I höjdlid är

avståndet mellan blocken ca 29 m. Detta kallas skivhöjden.

I varje brytningsblock drivs fält-ortar längs med malkroppen och tvärortar tvärs igenom malkroppen från liggväggen till hängväggen. Denna process kallas tillredning. Varje brytningsblock förses med friskluft via särskilda schaktsystem, till- och frånluftschakt.

När tillredningen är klar påbörjas den borrhning som behövs för att skjuta ner malmen. Hålen borrar i tvär-ortarna uppåt i ett kransformat mönster, så att hela bergmassan mellan tvärortarna och till nivåerna ovanför täcks in. Detta kallas rasborrning.



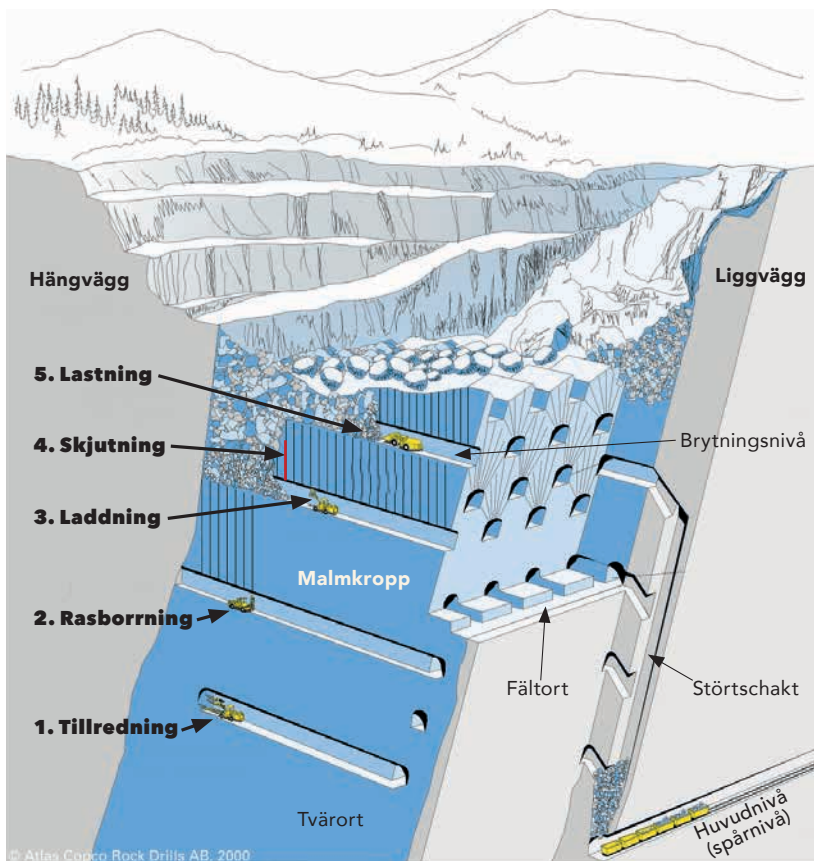


FOTO: FREDRIC ALM.

Efter att rasborrningen är klar laddas hålen med sprängämnen. När man sedan skjutet rasar den malmförande bergmassan ner.

Produktionsskjutningarna genomförs sedan successivt genom hela brytningsblocket från hängvägg till liggvägg, tills hela malmen har skjutits ned. Sprängningarna genomförs varje natt ungefär klockan 01:30.

Alla dessa delar av verksamheten, från tillredning till rasborrning och produktionsskjutning, pågår kontinuerligt i gruvan. Medan man håller

på med tillredning på djupare nivåer pågår rasborrning i de redan tillredda områdena ovanför. Och ännu någon nivå ovanför sker laddning. Skjutningen pågår dock inte samtidigt med övrig verksamhet.

#### Utlastning

På morgonen efter skjutningarna påbörjas utlastning och uppföring. Då transporterar lastmaskiner malmen till de störschakt som finns i närheten av varje block. Dessa störschakt löper utmed malmen på

**Motstående sida:** Bilden visar en översikt av infrastrukturen i Kiirunavaaragruvan. Den röda rektangeln motsvarar vad som kallas ett brytningsblock. Ett horisontellt bild av brytningsblocket visas i den mindre bilden.

**Till vänster:** Bilden sammanfattar de olika stegen i skivrasbrytningen. Numreringen visar i vilken turordning som arbetsmomenten utförs. Vid steg 5 töms malmen i störschakten för vidare tågtransport.

**Nedan till vänster:** Rasborrning uppåt i tvärortarna görs i en solfjädersform för att täcka så stor del av bergmassan som möjligt.

**Nedan till höger:** Utlastning av malmen från brytningsfronten till störschaktet.

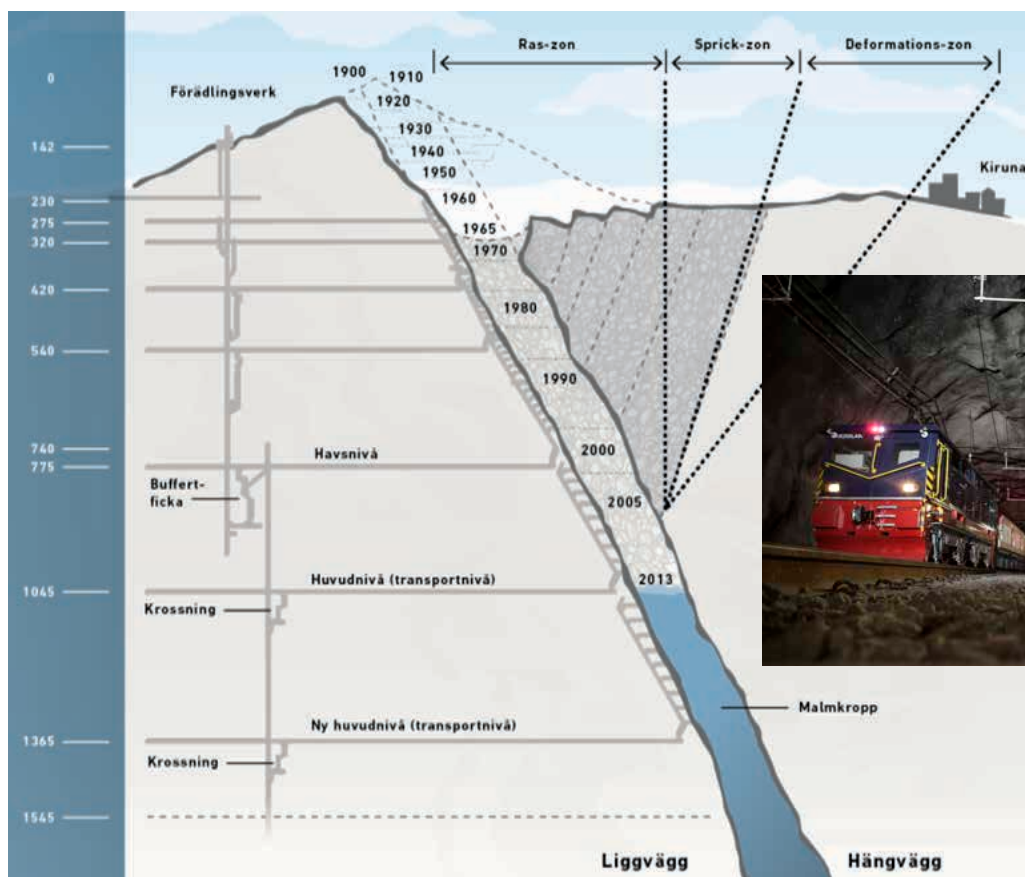


FOTO: FREDRIC ALM.

lastas i malmhissar (s.k. skipar) för transport till jordytan vid sovringsverket. På vägen mot ytan sker en omlastning till en separat grupp av skipschakt vid nivå 775. Skipschakten är drygt 700 m långa. Det finns två hissar i varje schakt och dessa arbetar med en hastighet av ca 17 m/s.

När malmen väl kommit till sovringsverket fortsätter behandlingen av den krossade malmen, men det är en annan historia!

### Marken deformeras

Den brytningsmetod som används i Kiirunavaaragruvan är mycket effektiv, men gör att marken ovanför kontinuerligt deformeras. Det är hängväggen, där Kiruna stad ligger, som sjunker in, och det är därför som staden måste flytta.

Arbetet i gruvan pågår kontinuerligt 365 dagar om året, och detta kommer att fortsätta på samma sätt fram till ca 2035, då malmen beräknas vara utbruten ner till 1365-nivån. Hur mycket malm som finns därunder och

vad som sker därefter är en framtidsfråga som är aktuell för oss dagligen.

LKAB:s framtid ligger nu, som tidigare, i förmågan att tänka nytt. Brytning på allt större djup medför utmaningar såsom att säkerställa bergstabiliteten och upprätthålla produktiviteten, samtidigt som en alltmer hållbar gruvbrytning eftersträvas.

För att ta itu med dessa frågor har LKAB startat ett ramprogram som kallas "Gruva 5.0". En viktig del av detta är också anläggning av en testgruva där ny teknik ska provas och utvecklas i verklig gruvmiljö men även i en virtuell testgruva.

Mer om geologin i gruvan, inklusive en del tolkningar, kommer i nästa nummer av Geologiskt forum. ♦

### Läs mer

LKAB (2019): 2018, Års- och hållbarhetsredovisning. 140 s.

Jansson Myhr, K. red. (2015): Boken om LKAB. LKAB och Centrum för näringslivshistoria, 271 s.

Kiirunavaaragruvan i vertikal genomskärning. Årtalen visar hur snabbt brytningen har gått sedan denna påbörjades. I den högra delen av bilden ser man hur sprickorna i marken breder ut sig allt längre mot staden i takt med att brytningen fortsätter mot djupet. Hängväggens insjunkning delas in i olika grader av deformation som successivt utökas österut in under Kiruna stad till följd av brytningen. År 2035 beräknas malmen vara utbruten till nivå 1365. Fotografiet visar malmtågen som transporterar malmen till krossarna på nivå 1365.

Ulf B. Andersson är docent i geologi och specialist hos LKAB i Kiruna. Matthias Wimmer är teknologie doktor i berganläggningsteknik och sektionschef för FoU Gruvteknik i Kiruna.  
ulf.b.andersson@lkab.com







# Magnus Hellqvist ny redaktör för GFF

Efter ett val har nu GFF fått en ny redaktör. Magnus tillträder från årsskiftet och här nedan presenterar han sig själv. Föreningens styrelse hälsar Magnus varmt välkommen, och tackar samtidigt den avgående redaktören Christian Skovsted för ett gott arbete under många år.

– Jag är en stockholmsgrabb som har haft ett stort intresse av naturvetenskap sedan jag var barn, speciellt geologi och biologi. I ungdomen flyttade jag till Uppsala och började studera. Först till arkeolog, sedan gick jag vidare till utbildning i geovetenskap och kvartärgeologi. Min passion i livet är jordarter, sediment och allt som rör marken.

Efter studier i geovetenskap så gick jag vidare med forskarstudier i kvartärgeologi vid Uppsala universitet, där jag arbetade med sedimentologiska och makrofossila undersökningar, samt mycket undervisning. Min inriktning var dels miljö- och klimatförändringar under sen holocen och dels människans påverkan och miljön, bland annat med material från Mälardalen och Novgorod i Ryssland. Detta resulterade i en doktorsavhandling 1999 och därefter en post doc. i Island.

Från slutet av studierna i geovetenskap och under min tid som

doktorand jobbade jag i nio år vid SGU med jordartskartering. Jag var även vikarierande universitetslektor i kvartärgeologi och från 2001 blev jag universitetslektor i naturgeografi vid Högskolan Dalarna med ansvar för geografi i lärarutbildningen. Därefter blev det åter Uppsala som universitetslektor inom geovetenskap. Jag undervisar fortfarande då och då för geovetare, geografer och byggingenjörer och i våras hade jag möjligheten att få ansvara för en masterskurs i miljögeologi vid Göteborgs universitet.

Under dessa 25 år med undervisning har jag fått två pedagogiska utmärkelser (2003, 2017), där den senaste var från Uppsala universitet. 2017 var det framför allt min undervisning och lärande på exkursion och i fält som ledde till det pedagogiska priset. Ett fältområde som är av speciellt intresse för mig är Dalarna, exempelvis Siljans miljö, men även Falu gruva och dess miljö.

Från 2018 jobbar jag på en konsultfirma som miljöingenjör/geotekniker med olika uppdrag inom mark och jord, vatten, miljö, förorenade områden, geotekniska frågor, riskanalyser osv. Det dagliga arbetet består av provtagning, analyser och utvärdering med många frågor inom tillämpad geovetenskap.

Jag har även haft mycket arbete med kommunikation, publicering och utåtriktad verksamhet och mycket inbopp i undervisning på olika utbildningar. Genom åren har jag även arbetat en hel del med utåtriktad verksamhet och samarbete med andra med beröringspunkter till geologi, exempelvis konstnärer och museiverksamhet.

Att publicera och kommunicera är en oerhört viktig del av alla verksamheter och speciellt inom vetenskap. Jag ser därför fram emot och hoppas jag kan göra en viktig insats och bidra i mitt engagemang som redaktör för GFF. ♦



# Pärvieförkastningen

Jan Lundqvist tar oss med på en karteringstur i övre Lappland på 1950-talet och berättar om hur Pärvieförkastningen första gången kom att observeras av geologer.

TEXT OCH BILD: JAN LUNDQVIST

1951 arbetade jag som extrageolog vid Sveriges geologiska undersökning med berggrundskartering i övre Lappland. I augusti skulle vi, Olof Ödman (chef för projektet), Tryggve Eriksson och Axel Theolin (båda geologer vid SGU) och jag, göra en drygt två veckor lång karteringstur över ett stort väglöst område nordost om Kiruna – idag till stor del raketkjutfält.

Vi for med en pontonförsedd Noorduyn Norseman med piloten Tore Jonsing från Kiruna till sjön Kårvejaure på gränsen mot Norge nordost om Torneträsk. På vägen dit mellanlandade vi på sjön Vittangijärvi, där ett matförråd lades upp vid den då öde gården.

Under vandringen mot civilisationen skulle vi alla träffas där vid halvtid. Annars gick vi ensamma

under dagarna, men träffades två och två på kvällarna för gemensamt tältlägrande.

Under flygfärden passerade vi strax öster om sjön Kamasjaure (Gámasjávri) när vi alla hajade till inför åsynen av en spikrak företeelse som skar rakt över landskapets former. Det var uppenbarligen en förkastning, men den föreföll att klippa av även moräntäcket, och skulle då





3



4



5



6

**Bild 1:** Pärrieförkastningen från väster. I bakgrunden fjället Tsåktso. Fotograferat 1975.

**Bild 2:** Förkastningen löper snett över bilden och skär av glaciala sediment och erosionsrännor. Fotograferat 1975.

**Bild 3:** Första bilden av Pärvie, fotograferad från ca 300 m höjd år 1950.

**Bild 4:** Avfärd från Kiruna med proviant och utrustning för minst två veckor samt avskedstagande Kirunavänner. Fotograferat 1950.

**Bild 5:** Pärvie bildar ett ca 5 m högt stup med nedrasat material av berg och morän. Fotograferat 1975.

**Bild 6:** Området kring Vittangijärvi karterades per båt – som tyvärr saknade såväl motor som åror. Från vänster Olle Ödman, Tryggve Eriksson och Axel Theolin. Fotograferat 1950.

vara yngre än senaste istiden. Ödman och jag gick några dagar senare de västligaste rutterna och jag kom då

att passera den observerade företeelsen. Den visade sig vara en ca 5 m hög förkastningsbrant som verkade mycket ”färsk”. Tiden och arbetet tillät dock tyvärr inte något närmare studium av den.

Omkring 20 år senare var jag anställd på SGU och hade ansvaret för bl.a. jordartskarteringen. I jobbet ingick också att serva malmletningen med kvartärgeologisk information. Jag hade själv sysslat med det, men andra arbetsuppgifter och administration omöjliggjorde sådan service i den omfattning som behövdes. Den sedan ett år tillbaka anställde Robert Lagerbäck föreföll dock att vara den rätte för en sådan uppgift och han kastade sig med liv och lust över den.

Jag bad Robert att han, om han fick möjlighet, skulle titta närmare på förkastningen. Han blev intresserad och kunde snart rapportera att visst

var förkastningen postglacial. Den visade sig senare sträcka sig söderut ända till Stora Luleälvs dalgång och var känd av samerna under namnet Pärvie. Ett svåröversättligt namn som en av mina samiska vänner förklarades som ”När en våg bryter, då blir det Pärvie”.

Robert och jag skrev en kort artikel därom i GFF 1976. Detta blev inledningen till Roberts banbrytande arbeten rörande neotektonik i den svenska berggrunden, något som senare blev av allra största intresse vid diskussionerna om deponeringen av kärnbränsleavfall. ♦



FOTO: LENA LUNDQVIST

Jan Lundqvist, professor vid Stockholms universitet 1980–1993.

jan.lundqvist@geo.su.se



FOTO: MICHAEL B. STEPHENS BITRÄDD AV ISAK JALDENIUS.

# Ny bok sammanfattar Sveriges tektonik och mineralresurser

Den geologiska föreningen i Storbritannien (Geological Society of London, GSL) publicerar inom kort en volym i sin serie Memoirs som helt fokuserar på Sveriges tektoniska utveckling under mer än 2500 miljoner år av jordens historia samt landets mineralresurser. Vi har varit volymens redaktörer men många författare har medverkat i arbetet.

TEXT OCH BILD: MICHAEL B. STEPHENS & JEANETTE BERGMAN WEIHED

## BOKTIPS

Till skillnad från tidigare sammanställningar av Sveriges geologi presenterar den här boken ett sammanhängande litotektoniskt ramverk för hela landet, och detta ramverk utgör också den grundläggande strukturen för bokens innehåll.

Utgångspunkten har varit att samla och värdera resultaten från de senaste årtiondenas kartläggning av och forskning om Sveriges geologi för

att granska kunskapsnivån, utvärdera olika hypoteser och identifiera nya tankesätt. Det senare ger vanligtvis impulser för ytterligare geovetenskaplig forskning.

Boken ger en inblick i hur en av planetens äldsta kontinentala kärnor har vuxit till och omvandlats. Man får inte bara en genomgång av tidigare arbeten, utan också en analys av de tektoniska aspekterna som uppstår genom utvärderingen av olika data-

mängder och argumenten för eller mot olika hypoteser för den tektoniska utvecklingen.

Ett ytterligare mål under arbetet har varit att identifiera aspekter där kunskap antingen saknas eller är otillräcklig och där ny forskning behövs. En tektonisk syntes av den typ som presenteras i boken har tidigare saknats för Sverige.

Volymen har fått titeln *Sweden: Lithotectonic Framework, Tectonic*



**Till vänster:** Sulitelmamassivet längs gränsen mellan Sverige och Norge i södra Norrbottens län, består av bergarter som bildats på oceanskorpa i samband med den kaledonska bergskedjebildningen för 0,5–0,4 miljarder år sedan.

**Nedan:** Illustrationen visar den tektoniska utvecklingen med olika bergskedjebildande händelser i östra (a), sydöstra (b), sydvästra (c) och nordvästra (d) Sverige. Efterföljande magmatisk aktivitet och sedimentation ägde rum i en intrakratonisk miljö. De feta svarta siffrorna visar vilket kapitel i boken som behandlar de olika faserna.

*Evolution and Mineral Resources* och den publiceras som GSL Memoir 50. Ett inledande kapitel presenterar det litotektoniska ramverk som boken bygger på och den terminologi som används. Därefter följer åtta delar, med totalt 23 kapitel, som mer i detalj går in på de olika orogenerna (gamla bergskedjor) och de välbevarade bergarter som inte tillhör en orogen.

Eftersom Sverige har en lång historia av gruvbrytning som sträcker sig tillbaka i tiden i minst tusen år, och som har varit och är ekonomiskt vik-

tig för landet, har de mineraliseringar som förekommer i Sveriges berggrund också behandlats i boken.

För närvarande finns femton gruvor i drift. Samtliga malmer som bryts bildades i samband med bergskedjebildande processer för 1,9–1,8 miljarder år sedan och ligger i bergarter som kan kopplas till 1,9 miljarder år gammal magmatisk aktivitet. Mineraliseringar finns dock också på andra ställen i landet, även om ingen brytning pågår där just nu.

Boken riktar sig mot en professionell, geovetenskaplig publik samt studenter inom geovetenskap på ett mer avancerat stadium i deras utbildning. Beslutet att rikta boken till dessa målgrupper har gjort att innehållet möjligen inte är så lättillgängligt för den bredare allmänheten. Vi hoppas dock att boken kan utgöra en grund och inspirera till en mer populär version i framtiden.

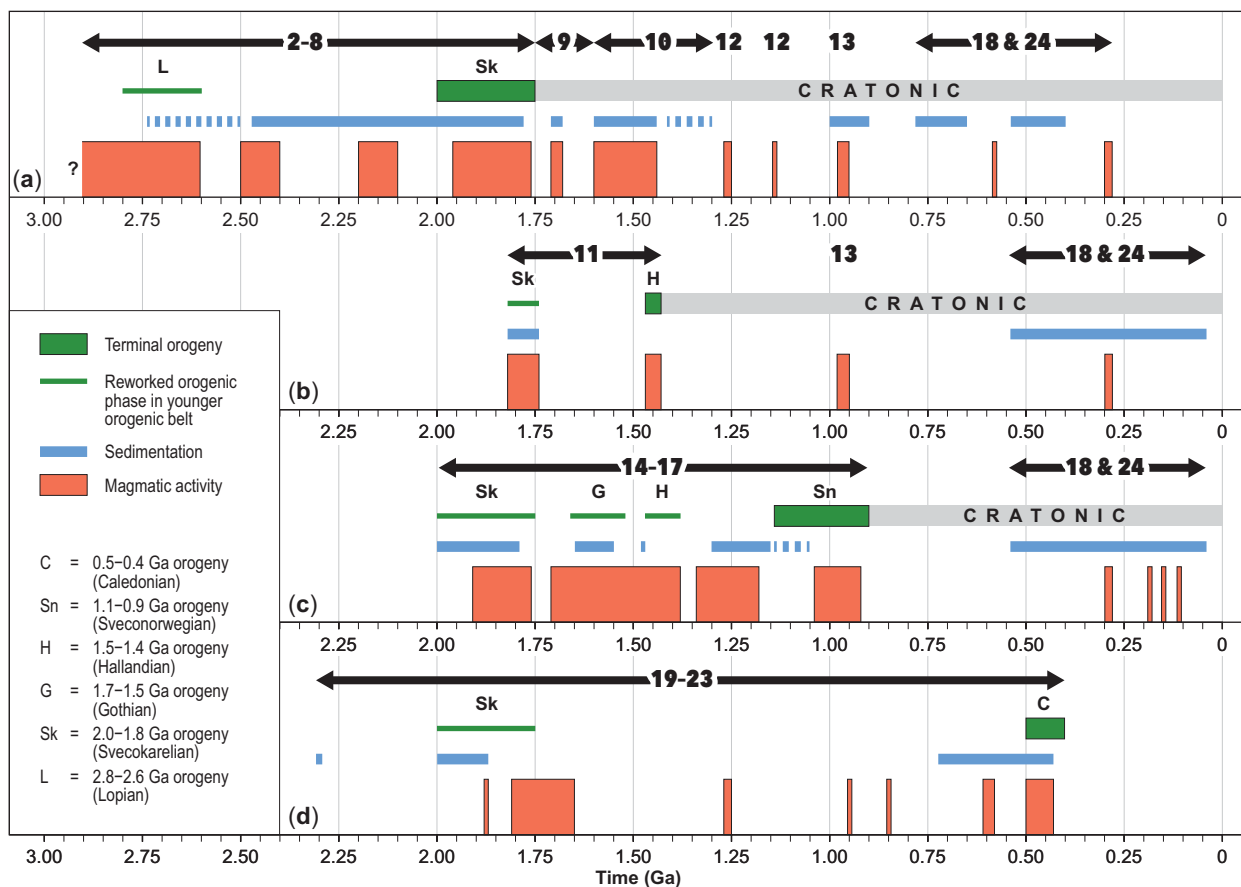
#### Bokens delar

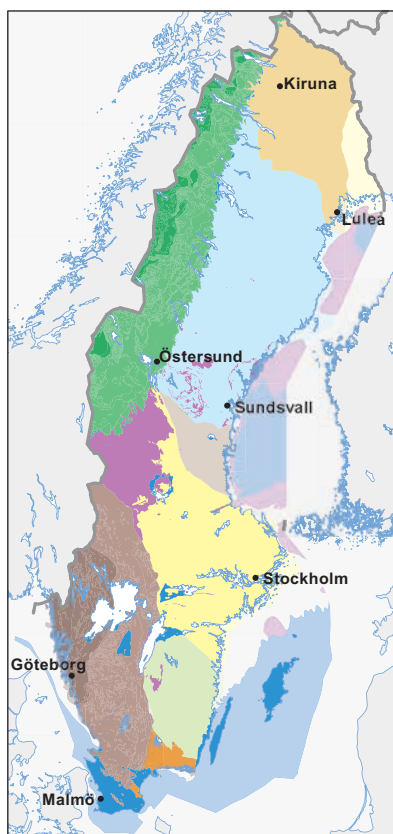
Den allra största delen av Sveriges berggrund, ungefär 79 procent, utgörs av proterozoiska (2,5–0,9 mil-

jarder år) och delvis arkeiska (2,6 miljarder år och äldre) magmatiska och sedimentära bergarter. Dessa bergarter tillhör den västra delen av den Fennoskandiska skölden i norra Europa, en av jordens äldsta kontinental kärnor. De fem första av bokens delar (I–V) och kapitlen 2–17, behandlar bergarter inom sköldområdet och de tektoniska processer som gett upphov till dem.

Neoproterozoiska (0,9–0,5 miljarder år) och fanerozoiska (0,5–0,03 miljarder år), huvudsakligen sedimentära bergarter täcker de äldre kristallina bergarterna i mindre områden i den centrala och sydligaste delen av Sverige samt i större havsområden på kontinentalsockeln. Dessa bergarter utgör omkring 4 procent av landytan och behandlas i del VI och VIII i boken, kapitel 18 respektive 24.

I nordväst domineras berggrunden av en paleozoisk bergskedja som utgör omkring 17 procent av Sveriges landyta. Denna består av deformerat proterozoiskt urberg och kryogena till siluriska (0,8–0,4 miljarder år) bergarter som bildats längs kanten av





#### Bergarter utanför orogenerna

- Toniska till paleogena (0,9–0,03 miljarder år)  
sedimentära lagerföljder
- Proterozoiska (1,7–0,9 miljarder år)  
magmatiska och sedimentära bergarter

#### Kaledonska orogenen (0,5–0,4 miljarder år)

- Övre och översta skollorna  
(bergarter bildade utanför Baltica)
- Undre och mellersta skollorna  
(förkortade kanten av Baltica)

#### Svekonorvegiska orogenen (1,1–0,9 miljarder år)

- Idefjordenterrängen
- Östra segmentet

#### Blekinge–Bornholmorogenen (1,5–1,4 miljarder år)

- Blekinge–Bornholmorogenen

#### Svekokarelska orogenen (2,0–1,8 miljarder år)

- Litotektoniska enheten Småland
- Litotektoniska enheten Bergslagen
- Litotektoniska enheten Ljusdal
- Litotektoniska enheten Bothnia–Skellefteå
- Litotektoniska enheten Norrbotten
- Litotektoniska enheten Överkalix

Kartan visar den storskaliga indelning av Sveriges berggrund som gjorts i boken. Översikten på sidan 15 visar vilka kapitel i boken som behandlar de olika litotektoniska enheterna.

den gamla kontinenten Baltica och i en huvudsakligen oceanisk miljö väster därom, och som senare transporterats tektoniskt mot öster. Denna del behandlas i del VII, kapitlen 19–23.

### Orogener

Sveriges berggrund har i boken delats in i fyra separata orogener: den svekokarelska orogenen (2,0–1,8 miljarder år, del I) i öster, Blekinge–Bornholmorogenen (1,5–1,4 miljarder år med hallandisk orogenisk aktivitet, del III) längst i sydost, den svekonorvegiska orogenen (1,1–0,9 miljarder år, del V) i sydväst och den kaledonska orogenen (0,5–0,4 miljarder år, del VII) i nordvästra Sverige. Slutet av åldersintervallen har satts till den tid då varje orogen upphört att påverkas av bergskedjebildande processer och har stabiliserats, dvs. har kratoniserats.

Alla orogenerna innehåller bergarter som bildats både före och under den senaste bergskedjebildningen, och deformerats och omvandlats under denna orogeniska fas. Där finns bland annat rester av bergsked-

jebildande processer som gett upphov till 2,8–2,6 miljarder år gamla bergarter (lopiska) i den svekokarelska orogenen och 1,7–1,5 miljarder år gamla bergarter (gotiska) i den svekonorvegiska orogenen. Dessutom har det funnits långa perioder, flera hundra miljoner år, av magmatism och sedimentation som kan kopplas till uppsprickning av den kontinentala jordskorpan före den senaste fasen av orogenisk aktivitet.

### Gränser mellan litotektoniska enheter

De litotektoniska enheterna inuti de svekokarelska och svekonorvegiska orogenerna samt gränserna mellan orogenerna inom skölden skiljs åt av breda bälten påverkade av skjuvdeformation. Ett undantag är gränsen mellan de två nordligaste litotektoniska enheterna (Norrbotten och Bothnia–Skellefteå) vilken sammanfaller med en övergång från ett juvenilt paleoproterozoiskt underlag i söder till ett äldre, arkeiskt underlag i norr.

Indelningen av den kaledonska orogenen följer den tektonostratigrafiska

gruppering som baseras på det pionjärarbete Oskar Kulling utförde för mer än femtio år sedan. Överskjutningsmektonik med åtminstone 1000 km förkortning präglar denna orogen.

### Utanför orogenerna

Välbevarade bergarter, som inte tillhör de fyra orogenerna, förekommer som magmatiska provinser eller sedimentära lagerföljder av olika ålder och utgör en mindre del av Sveriges berggrund. Proterozoiska bergarter (1,7–0,9 miljarder år) av den här typen förekommer norr och öster om Blekinge–Bornholmorogenen respektive den svekonorvegiska orogenen. Dessa bergarter intruderade i, eller avsattes på, äldre kratoniserade delar av jordskorpan i samband med uppsprickning och regional extension och behandlas i del II (1,7–1,4 miljarder år) och del IV (1,3–0,9 miljarder år).

Toniska till paleogena (0,9–0,03 miljarder år), huvudsakligen sedimentära lagerföljder ligger ovanpå, eller i förkastningskontakt mot, äldre proterozoiska bergarter. Dessa lagerföljder avsattes i en mängd olika tektoniska miljöer, bl.a. i bassänger bildade genom intrakratonisk uppsprickning, inom stabila plattformsområden och i en bassäng bildad i samband med kaledonska bergskedjebildande processer.

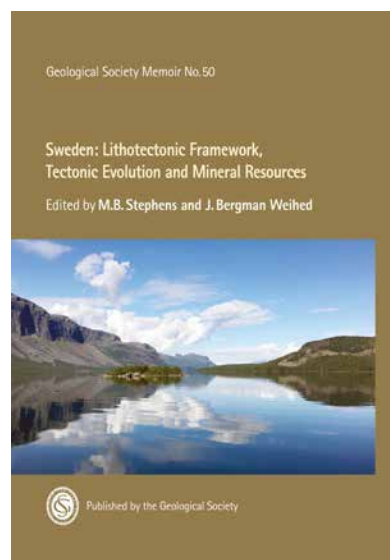
### Tektoniska modeller

För varje orogen diskuteras olika tektoniska modeller. Sammanfattningsvis kan man se en förflyttning av subduktionsrelaterade händelser längs en aktiv kontinentkant västerut mellan 2,0 och 1,4 miljarder år, med viss omorganisation av subduktionsystemet före ca 1,5–1,4 miljarder år.

Det tycks inte finnas några belägg för en kontinent-kontinentkollision mellan 2,0 och 1,4 miljarder år, utan den uthålliga tektoniska processen kan hänföras till en kontinuerlig tillväxt av Fennoskandia i den gamla superkontinenten Columbia och subduktionsprocesser.

Uppsprickning av kontinentalskorpan vid 1,7–1,4 miljarder år i östra Sverige tolkas vara orsakad av de bergskedjebildande processerna (gotiska och hallandiska) som pågick längre mot sydväst. En kritisk tekto-





### SWEDEN: LITHOTECTONIC FRAMEWORK, TECTONIC EVOLUTION AND MINERAL RESOURCES

**Redaktörer:** M.B. Stephens och J. Bergman Weihed

**Publiceringsdatum:** 6 januari 2020

**ISBN:** 978-1-78620-460-8

**Förlag:** Geological Society of London

**Antal sidor:** ca 650

**Serie:** GSL Memoirs nr 50

**Bandtyp:** Inbunden

**Ovan:** Bilden visar ett exempel på en av de plastiska skjuvzoner som finns längs den östra gransen av den svekonorvegiska, 1,1–0,9 miljarder år gamla orogenen. Ytan i bilden är vertikal och man tittar söderut. Här har den västra (högra i bilden) sidan rört sig uppåt i förhållande till den östra sidan.

nisk fråga rör huruvida superkontinenten Columbia senare delades upp eller inte vid 1,3 miljarder år.

Bergskedjebildningen vid 1,1–0,9 miljarder år (den svekonorvegiska) är en del av en världsomspännande händelse som kan kopplas till bildningen av superkontinenten Rodinia. För Skandinavien är en utdragen kontinent-kontinentkollision mest trolig.

Sedan Rodinia dragits isär etablerades en miljö med sedimentation i samband med att en ny kontinent Baltica förflyttade sig norrut. Orogenisk aktivitet vid 0,5–0,4 miljarder år (den kaledonska) började med subduktion och omvandling av kanten till Baltica under delvis extremt höga tryck. Den

slutade med att Baltica kolliderade med kontinenten Laurentia.

Sedimentation i samband med uppsprickning av den kontinentala jordskorpan och bildning av en plattform återupptogs därefter under senare delen av paleozoikum, mesozoikum och tidig kenozoikum. Magmatisk aktivitet förekom under senare delen av paleozoikum (0,3 miljarder år) och under mesozoikum (0,2–0,1 miljarder år).

#### Tack till alla som bidragit

Arbetet med boken började 2013–2014 då vi båda var anställda vid Sveriges geologiska undersökning. Fjorton författare som är, eller i några fall har varit, anställda vid Sveriges geologiska undersökning, Luleå tekniska universitet och universiteten i Lund, Åbo och Uppsala har medverkat i arbetet med boken. Dessutom har flera kolleger bidragit med olika underlag och ett fyrtiotal personer har fungerat som granskare för bokens kapitel. Mer detaljer om vilka

som medverkat och på vilket sätt framgår i bokens förord.

Arbetsfördelningen mellan oss har varit att Michael (som gästprofessor vid Luleå tekniska universitet) har fokuserat på skrivande och redigering av texter samt framställning och redigering av tabeller och bilder, medan Jeanette (som anställd vid Tellurit) har haft ansvar för att färdigställa illustrationerna.

Vi vill särskilt tacka Boliden Mineral AB, LKAB, Naturvetarna (Geosektionen), SKB och universiteten i Göteborg, Lund, Stockholm och Uppsala för att de bidragit ekonomiskt till framställningen av alla illustrationer. Tack också till GSL för deras intensiva arbete under perioden 2016–2019. ♦



Michael B. Stephens arbetade tidigare vid SGU och LTU med fokus på strukturer och tektonik michael@stephens.se



De tre husen som står på östra Sviahukurinn tillhör det glaciologiska sällskapet på Island (JÖRFÍ). Till vänster ligger det äldsta huset från 1957, i mitten huset från 1987, och till höger hus och förråd från 1994, utrustat med ångbastu och dusch.

# Svíagigurinn 100 år

Året 1919 företog två unga Stockholmsstudenter en heroisk färd över Vatnajökull på Island. Det var Erik Ygberg och Håkan Wadell som färdades från väster mot öster och för första gången utforskade glaciärens inre okända delar.

TEXT OCH BILD: ERIK STURKELL

**ÄNDA FRAM TILL SLUTET** av medeltiden hade folk färdats över de då betydligt mindre glaciärerna, men av detta finns ingenting dokumenterat. Därefter var det först 1874 som expeditioner upp på Vatnajökull inleddes.

Erik Ygberg och Håkan Wadell inledde sin färd över Vatnajökull den 27 augusti 1919 i den sydvästra delen. Därefter fortsatte de norrut tills de

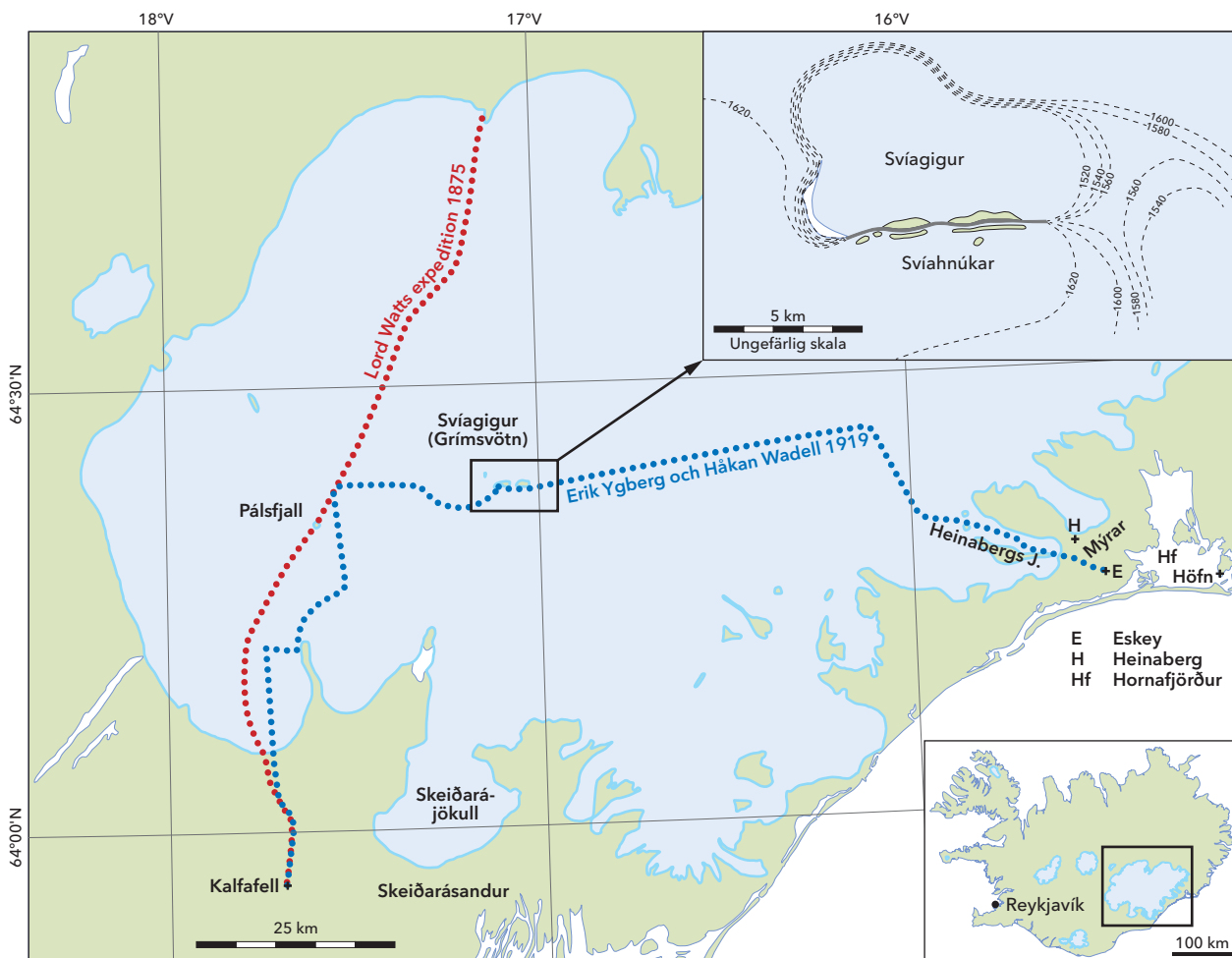
var högst uppe på glaciären och vek sedan av mot öster.

Expeditionen utgjordes av två man, tre hästar och en släde. Håkan satt på släden med kompassen och Erik red på den främsta hästen. Den 31 augusti drog en tät dimma in och Erik såg inte ens hovarna på sin häst. Då vägrade hästen att gå vidare och vad man än gjorde så gick den inte framåt.

Erik beslutade att fortsätta krypande och efter ett antal meter kom en vindpust och öppnade himmelen. Framför dem finns en stor vulkan med en kaldera och de stod på dess kant vid ett 125 meter högt stup. Dimman drog in igen och de tog sig försiktigt tillbaka och slog läger.

Nästa dag var vädret bra igen och de undersökte vulkanen och gav den namnet Svíagigurinn. Dock änd-





rade isländarna senare namnet till Grímsvötn. Man har dock behållit namnen Svíahnúkar (öst och väst) som betyder svensktoppen, vilket också är det namn som Håkan Wadell lanserade i sin artikel 1920.

Efter upptäckten av Svíagigurinn, där de kunde visa ursprungsplatsen för jökulloppen som kom ut under Skeiðarájökull, fortsatte Ygberg och Wadell österut. De kom ner vid Heinabergsjökull den nionde september, och redan den tionde publicerades nyheten i Svenska Dagbladet. De var hjältar!

Efter hemkomsten blev de dock ifrågasatta, ignorerade och så småningom bortglömda. De isländska forskarna har däremot inte glömt deras insats.

Hundraårsjubileet av expeditionen uppmärksammades därför i somras av det glaciologiska sällskapet på Island (JÖRFÍ) genom ett besök

på den plats och vid den tid som de två Stockholmsstudenterna stod på randen av Grímsvötns kaldera. Firandet inleddes med kaffe och en tårta dekorerad med Håkan Wadells karta från 1920, i ett av de tre hus som finns uppe på Grímsfjöll.

Det var en ära att få representera Sverige uppe på randen av Svíagigurinn.

En mer utförlig beskrivning av Erik Ygbergs och Håkan Wadells färd finns publicerad i Geologiskt forum 58. ♦

#### Läs mer

Sturkell, E., Sturkell, C-E., & Jonsson, E., 2008: Svensktoppen på Island: upptäckten av Vatnajökulls subglaciala vulkanism. Geologiskt forum 58, 8–12.

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

Kartan ovan är den som Håkan Wadell presenterade 1920. Den blå prickade linjen visar Ygbergs och Wadells rutt. Den röda prickade linjen visar den rutt som Lord Watts expedition genomförde år 1875.



# När bergen dansar rasar kyrkorna

TEXT: SVEN LAUFELD

Vare sig man är kristen, muslim, buddist, troende på annan religion eller ateist är tempel intressanta ur många synpunkter. Ett tempel speglar både natur och kultur inom dess närområde. Kristendomen är en av de större religionerna och kyrkorna i Europa inklusive Ryssland, södra halvan av Afrika, Filippinerna, Papua Nya Guinea och Australien samt Nya Världen vittnar om nästan två miljarder människors liv och miljö under drygt 90 generationer – eller 2000 år.

Under lång tid var munkar och präster nästan de enda som kunde läsa och skriva. Det var i kloster och kyrkor den skrivna dokumentationen samlades och bevarades. Detsamma gäller andra konfessioners motsvarigheter. Denna dokumentation är av oskattbart värde, men är än idag knappt känd ens av bildade människor.

Under de senaste 30 åren har jag byggt upp en databas över natur- och kulturmålingar på Jorden under vår tideräkning. Den är unik genom att den omfattar både hårda naturvetenskapliga data och mjuka data från den humanistiska hemisfären.

Jag bygger databasen för att försöka förstå vilka faktorer det är

som styr vår historia. Sakregistret innehåller idag inemot 60 000 textsidor men är självfallet bara ett embryo. Ett av databasens 50 sakområden är Bränder. Uppgifterna i den här artikeln är hämtade ur databasen, där detaljuppgifternas författare, artikelnummer, publikationsår och sidhänvisningar finns.



**Till vänster:** Lissabons stadsplan under 1600-talet fram till 1755. Akvarellerat kopparstick ur volym 5 av Braunius Civitates Orbis Terrarum. Stadsmuseet i Lissabon.  
**Till höger:** Vårfrukyrkan i Dresden byggdes på 1700-talet, men tog eld och föll samman den 15 februari 1945 efter brittiska flygvapnets brandbombning av staden två dagar tidigare. Minst 35 000 människor omkom av bomberna. Kyrkan förblev en stenruin i drygt 50 år, men återbyggdes 2006.

### Kyrkor och kloster tillhör mänsklighetens arkiv

Byggandet av kyrkor i ett visst land har inte varit konstant över tid och byggnadsperioderna är inte samtidiga i världens kristna länder. Mängden befintliga kyrkobyggnader och deras geografiska fördelning är också av intresse. Exempelvis finns i Sverige 13 domkyrkor och 2 600 församlingskyrkor. Australien har 28 katedraler eller domkyrkor. I Storbritannien finns 16 000 kyrkor, Frankrike 45 000 och Italien 64 000. Vi vet inte mycket om Rysslands kyrkor, men bara i Moskva finns 600, före revolutionen fanns fler än 1600.

Kina har 60 miljoner kristna, men det finns inga säkra uppgifter om antalet kyrkor. Indien är ett hinduiskt land med en muslimsk minoritet, men där finns också ett stort antal kyrkor, bl.a. 190 katedraler. USA har fler kristna än något annat land. Vad som händer med världens tempel är viktigare än många inser.

### Elden och människan

Kyrkor byggs oftast av material som finns i närheten. I de arktiska öknarna Antarktis och Arktis finns bara is att bygga med, och därför få människor. Kyla är allt levandes gissel.

Lite längre från polerna byggdes de tidiga kyrkorna främst av trä, s.k. stavkyrkor. Trä både ruttnar och brinner. I Skåne byggdes 300 stavkyrkor under 1000-talet, men inte en enda finns kvar. Norge är det land i världen som har flest bevarade stavkyrkor – 28 av drygt 2000 byggda. Norge vårdar dessa juveler i kyrkobyggnadskonst ömt.



ILLUSTRATION: BRIGITTE WERNER, PIXABAY.

Elden är alla kyrkors värsta fiende. De i trä brinner fortast upp, men nästan alla kyrkor har timmer som bärande byggelement – i synnerhet i tornen men även i predikstol och bänkinredning.

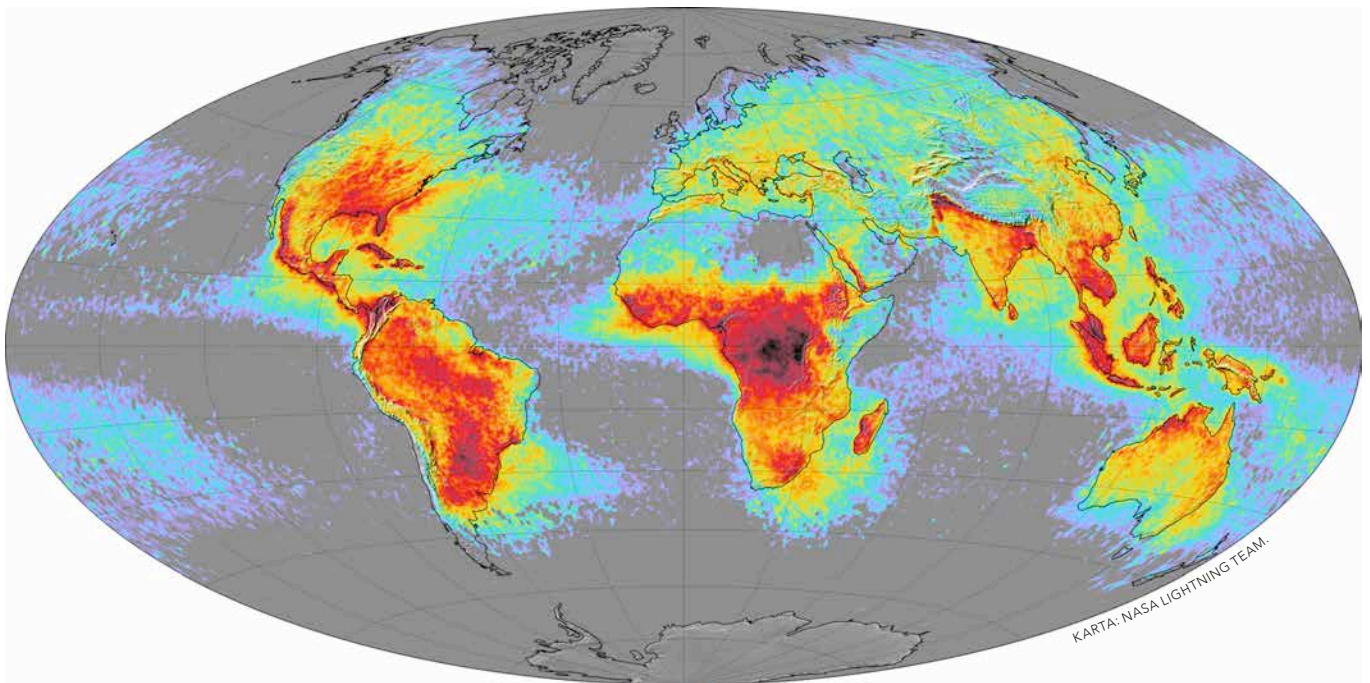
Människan är den främsta kyrkoförstöraren, inte bara som krigare eller upprorsledare utan också som slarvig med elden i största allmänhet. I västra Asien och Europa har krigshandlingar förstört åtskilliga tiotusentals kyrkor under de senaste två årtusendena. Där olika religiösa uppfattningar mötts geografiskt har många kyrkor bränts.

Under de första århundradena brändes de flesta befintliga kyrkor av icke-troende. Tysklands äldsta biskopskyrka är ett bra exempel. Den

första Trierkatedralen var färdigbyggd omkring år 270, men den blev allvarligt skadad när alemannerna invaderade. Åren 413 och 421 kom frankerna, år 451 hunnerna. År 882 förstördes katedralen helt av vikingarna.

Att kyrkorna förstördes berodde ofta på att folk gömde sig i dem och på att många gulföremål fanns ansamlade och lättillgängliga för en angripare – som efter att ha bommat igen ytterdörren avslutade besöket med att sätta eld på brottsplatsen. Den nuvarande Trierkatedralen är av sten och blev färdig 1270 efter drygt 30 års byggande.

På Irland, berättar Beda Venerabilis för oss, härjade kung Egfrid av Northumbria och brände åtskilliga kloster och kyrkor år 684. När Egfrid



följande år försökte detsamma i Skottland lurade picterna honom i en fälla som han inte överlevde.

Utefter vår egen Östersjökust stack ryssar många kyrkor i brand från Umeå och söderut ända till Norrköping åren 1719–1721.

Danska, norska och svenska guld- och silvertörstande vikingar har många fler kyrkobränder och massakrer under äldre tider än ryssarna på sina samveten. Tjogtals av svenska kyrkor har eldshärjats genom krigshandlingar av våra broderfolk i södra och västra Sverige, och vi har förstört många kyrkor öster och söder om Östersjön.

En oändlig rad av katastrofala stadsbränder världen över har startat genom mänskligt oförstånd och slarv med elden. Den värsta av alla Londons storbränder startade den 12 september 1666 i ett bageri genom slarv med glödande kol. En stark västlig vind gjorde resten. Under brandens fem dagar brann 13 200 hus och 88 kyrkor upp, bland dem St. Paulskatedralen. Vid återuppbyggandet blev Christopher Wren ryktbar som arkitekt.

### Blixten

Bränder orsakade av blixtnedslag i kyrkor och kloster var förr oerhört vanliga, dels genom placeringen på höjder i terrängen, dels på grund av att åskledaren uppfanns först på 1750-talet. Coldinghams kloster i Skottland totalförstördes år 679 av brand orsakad av "himmelselden", men återuppgygdes – bara för att brännas ner av danska vikingar år 870.

Den 24 juni 1007 slog blixten ner i Strasbourg i Frankrike. Katedralen och Thomaskyrkan blev till aska liksom omkring 1000 av stadens övriga byggnader. Blixten slog ner i Strängnäs domkyrka 1251 och byggnaden förstördes av den brand som följde. Enligt biskop Rhyzelius Brontologia, den äldsta källan om blixtnedslag i vårt

Världskartan visar antalet blixtnedslag per ytenhet. Grått visar åskbrist eller få data. Blixtfrekvensen ökar från gult via brunt till svart. Antalet blixtnedslag per år avtar såväl från ekvatorn mot polerna som från land mot hav. Bergskedjor har hög blixtfrekvens. Trots att så många kyrkor i Sverige och norra Europa har brunnit efter direktträff av en blix är vi relativt förskonade från åska. I Sydsverige är det ovanligt med mer än 20 åskdagar på ett år. Ekvatornära trakter kan ha fler än 200 åskdagar.

land, drabbades både Uppsala och Åbo domkyrka av blixtnedslag 1464.

Nästan hundra år senare låg ett svårt åskväder över Öresund en novemberdag 1560. Blixtar från det ovädrat slog ner samtidigt i Malmös Sankt Petrikyrka och Köpenhamns Sankt Nikolaikyrra med brand som följd på båda ställena.

Mer än 80 procent av all kyrkförstörelse i världen består av bränder. Brandorsaken delas mellan människan själv och "den himmelska elden", blixtnedslagen, och detta varierar med latitud, longitud och höjd över havet. Antalet blixtnedslag per kvadratkilometer landyta varierar också över tid – i likhet med krig och uppror, vilka ofta utlöses av kyla, torka, vattenbrist, missväxt, epidemier och andra naturomvälvningar.

Kyrkförstörelsen i Ryssland berodde nog inte bara på revolutionär tanklöshet och avsaknad av åskledare. Jag misstänker att kyrkklockorna har spelat en större roll än man tror. En finsk, svensk, holländsk eller spansk kyrkklocka av brons med förhållandet tenn:koppar 1:4 väger högst ett eller några få ton, och vid blixträff spricker den eller splittras i smådelar som glödgheta faller ner på kyrktornets snustorra timmerstockar och ner på kyrkgolvet. Ryska kyrkklockor väger ofta tiotal ton. Världens största kyrkklocka finns också i Ryssland. Den väger över 200 ton.



Ryska kykklockor har en avvikande bronsammansättning och innehåller dessutom silver.

### Extrem kyla, torka, hetta

I stora delar av Kanada, norra USA inklusive Alaska, Grönland, nordligaste Skandinavien och stora delar av Ryssland orsakar den starka kylan att ett oproportionerligt stort antal kyrkor förstörs av brand. Att fler kyrkor brinner i högan nord beror på att de måste värmas upp med ved, kolväten eller elektricitet. Det finns heller inget vatten att släcka elden med.

Erik Röde med sällskap kom till Grönland 985 när kylan där hade släppt greppet om havsisen vid jätteöns södra kust och vitt land blev grönt. Det medförde att nordbor också slog sig ner på platsen. De kristnades vid millennieskiftet och hann bygga tio kyrkor på södra Grönland innan klimatförsämringen slog till på 1350-talet och gjorde jätteöns namn obsolet, tvingade bort kolonistörerna under 1400-talet och förstörde kyrkorna. Hvalsöruinen är den bäst bevarade av dem.

De tropiska regnskogarna kan inte brinna eftersom luftfuktigheten är för hög, trots att antalet blixtnedslag per kvadratkilometer och år i dessa områden kan vara upp till hundra gånger större än i Stockholm. Det är inte värmen i sig som leder till bränder, vilket många i vårt land numera tycks tro, det är – som australiensarna vet – låg fuktighet, torka.

### Jordskalv och tsunamier

Jordbävningar tuggar också kyrkor. Ingen kyrka i Sverige har förstörts av jordskalv, men i centrala Finland sydöst om Uleåborg skadades de skrala väggarna i Paltamos kyrka den 22 juni 1626 så mycket av ett skalv med den måttliga magnituden 4,6 och intensitet VI att kyrkan måste byggas om.

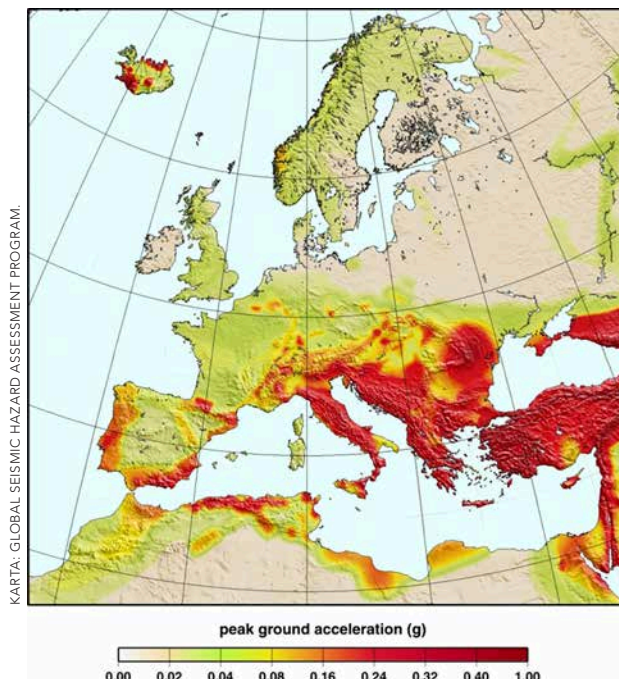
Geofysiker och geologer kan i kartform berätta för allmänhet och politiker i vilka länder och områden skalvrisken är störst, dessutom ge försäkringsbolagen uppgifter om hur ofta skalv av olika magnituder eller intensiteter inträffar inom seismiskt oroliga områden på Jorden. Kyrkor är dessvärre ofta oförsäkrade.

Med kraftiga skalv följer ofta jordskred, ras och bergfall. I kalla trakter följde fordom även bränder när värmefaten i kyrkan skvimpade iväg glödande kol. Idag leder skalven till trasiga gas- och vattenledningar, och när elledningar kortsluts börjar det ofta att brinna.

### Europas hittills värsta katastrof – Allhelgonadagen i Lissabon 1755

I Europa har ingen naturkatastrof i sen tid fått så genomgripande följder som Lissabonskalvet med magnituden 8 den 1 november 1755. Skalvhärden låg under Atlantens botten vid Goringebanken, en djuphavssrygg 250 km sydväst om Europas sydvästspets.

Kyrkorna i det katolska Lissabon var proppfulla av troende vid Allhelgonamässan, dessutom överlastade med brinnande ljus och eldfångda prydnader. Klockan 10.24 avbröts mässan av att taket i kyrkorna störtade ner på dem som fyllde kyrkbänkarna. Efter 3 ½ minut brann det i flera



Kartan visar risken för jordskalv i Europa och Medelhavsområdet. Mörkare färg innebär ökad risk.

dussin kyrkor, i palats, bibliotek, boningshus och i allt annat som kunde brinna. Paniken var total.

Ryktet gick om att krigsflottan var på väg in i flodhamnen för att börja evakuera befolkningen. Myriader av människor rusade nerför gatorna mot floden Tejo. Kajerna och de nedersta gatorna packades av tusentals som ville iväg. Då försvann plötsligt vattnet. Flodbotten torrlades. Under normala omständigheter hade folk börjat plocka fisk, nu plockade de guld. Många fartygsvrak låg halvt nerrutnade i Tejos bottenslam, och många hade guld- och silverlaster.

Alla inser säkert vad som nu inträffade, eftersom mer än 500 svenskar dödades av Annandagstsunamin i Indiska oceanen år 2004. Bränderna i Lissabons lägre delar släcktes med ett dån av den nio meter höga tsunamivåg som tog livet av alla människor utefter floden, på kajerna och i de nedre stadsdelarna. Antalet döda uppskattas till omkring 75 000.

Den katolska världen skakades inte bara för att så många munkar och präster omkom. Dussintals kyrkor och kloster blev till grus och sot. De materiella skadorna var gigantiska. Brasiliens historia före 1750 försvann också i stadsbranden, eftersom även kolonialarkivet blev till sot. En ny stadsplan upprättades och allt byggdes upp efter den.

Naturkatastrofen fick åtskilliga intellektuella att diskutera frågan om det var Gud som straffade syndande människor eller om skalvet och tsunamin var en slumpmässigt inträffad naturprocess.

Utrymmet här räcker inte till för att återge vad de tyska filosoferna Immanuel Kant och Louis de Beausorbe fram-



FOTO: BERTIL WRETING, NORDISKA MUSEET (CC BY-NC-ND)

förde, men däremot måste den franske filosofen och författaren Voltaires roman *Candide* nämnas. I boken nalkas *Candide* och hans följeslagare Pangloss Lissabon när skalvet sätter igång. I dialog dem emellan säger Pangloss ”Det här jordskalvet är inget nytt, i fjol drabbades staden Lima i Amerika av samma skälvinningar, orsakerna och effekterna är desamma: det måste finnas en underjordisk ström av eld och svavel från Lima till Lissabon.”

Aristoteles hade mer än tvåtusen år tidigare föreslagit att jordskalv genererades av en underjordisk vind som rusade upp från underjordiska kanal- och grottsystem. Pangloss förslag om eld och svavel är hämtat ur Bibeln. Man kan hävda att upplysningstidens tankar om jordskalv och vulkanutbrott födde jordskalvsforskningen 1755.

Som framgår av kartan över skalvrisker vet vi idag var jordskalv kan förväntas. Men vi människor sitter inte längre still i samma by, stad eller land. Befolkningen i Sverige och andra länder med låg seismisk risk inser ofta inte att vi under semester eller arbete i andra delar av världen kan löpa tusen gånger större risk än hemma.

Politikerna tror att rymdfysiker, geofysiker, geologer, geokemister, vulkanologer och oceanografer arbetar med sällsynta fenomen och händelser. Man har glömt att mer än 1000 människor dödades, 20 840 hus

och 87 kyrkor i El Salvador förstördes eller skadades svårt av ett jordskalv 2001. Man har också glömt att mer än 500 vid Indiska oceanen semestrade svenskar var bland de 220 000 individer vars liv släcktes Annandag jul 2004. Glömt att jordskalvet vid Port-au-Prince i Haiti dödade 220 000, skadade mer än 300 000 individer, förstörde 105 000 och allvarligt skadade 188 000 hus och många kyrkor och gjorde 1,5 miljoner hemlösa den 7 oktober 2018. Glömt trots att Haiti efter 1562 men före 2018 drabbats av 15 jordskalv, alla starkare än något jordskalv i Sverige under 1000 år.

Geoprocesser styr allt liv på Jorden och liknande planeter och är basen för all kultur. Är det inte dags att släppa fram den kunskapen i våra skolor i stället för att skrämma våra barn? Inte för att de skall bygga fler religiösa byggnader utan för att bättre skydda de som redan finns – och för att minska mänskligt lidande.

### Skred och ras

Gravitationen leder till att en mineralpartikel förs neråt. De minsta partiklarna hamnar på de största vattendjupen. Is, snö, skyfall och blixtnedslag eroderar bergskammar, vind och vatten för lösvittrade partiklar neråt. Jordskalv kan få hela glaciärer, jord- och bergmassor att i snälltågsfart rutscha nerför dalgångarna. Sådana skred begraver inte bara befolkningen nedanför utan allt vad människan har byggt utmed skredens

**Ovan till vänster:** Vulkanen Parícutin i bakgrunden blev 412 m hög och 9 år gammal. Av staden San Juan de Parangaricutiro, som täcktes med lava, sticker bara kyrktornet fram. Originalbilden är sv/v men i Time/Lifes ’Planeten Jorden’ fick den färg.

**Ovan till höger:** Etnas utbrott 1669. Tapet, oljemålning på väv, utförd 1833 av dalmasen Hans Wikström 1759–1833. Inskriften lyder: Det brinnande bärget Aetnas utbrått 1669 då lavan omsider swallade, öfverswemmade, och upbrände denna stad.

väg. Bergskyrkor, kloster och andra religionsbyggnader i bergsområden utplånas om de inte är inbyggna i vertikala bergväggar.

Sådana svåra raskatastrofer är inte ovanliga i Anderna och Himalaya. Skreden slutar ofta när de kommer ut i en större dalgång längre ner i bergsmassivet och dämmer upp den älv som avvattnar den stora dalen. Då börjar en jättedamm byggas upp och när tillräckligt mycket vatten når toppen av de dämmande rasmassorna brister dämnet och en många tiotals meter hög vägg av vatten förintar alla samhällen i en tappningskatastrof nedom skreddämnet. Ofta finns flera kyrkor i varje samhälle i en sådan dal.

De geologiska processerna är ofta sammanvävda och därför orsakas förstörelsen av en serie händelser. Det mest kända exemplet på en sådan komplex händelse inträffade i Peru i maj 1970. Ett jordskalv utlöste jord- och bergsskred vid Huascarán





FOTO: STIG NYGAARD, CC-BY-2.0

**Ovan:** Öresunds erosion har i Danmark nästan nått Højerups gamla kyrka, vars kor försvann i ett skred 1928. Stevns klint blev ett Världsarv 2014.

i Yungaidalen. 70 000 människor omkom, 509 000 skadades och 600 000 blev hemlösa. De materiella skadorna blev oerhörda och svåra att kvantifiera.

I Sverige inträffar ett ”katastrofskred” bara vart tjugonde år och den största risken finns i bara tio kommuner i västra Sverige med Lilla Edet och Göteborg i spetsen. Dessa områden underlagras av glaciallera som blir skredbenägen när den blir vattenmättad och är eller blir ojämnt belastad eller markvibrationer genom jordskalv eller spår- och vägtrafik fixar utlösningen.

Ingen kyrka har förstörts av detta i vårt land. Det har emellertid varit nära en gång i Västergötland, då ett långt skred kom farligt nära Ova 1100-talskyrka inte långt från Magnus Gabriel de la Gardies slott Mariedal. Säreget nog har detta Sveriges kanske längsta

skred i bebyggda trakter i sen tid vare sig specialundersökts eller daterats, trots att det upptäcktes redan 1911.

#### Vulkanutbrott

Vesuvius första stora utbrott efter år 79 startade klockan 9 på morgonen den 15 december 1631. Vulkaniska bomber och grovkornig aska förstörde åtta byar. Slamströmmar och laharer utplånade ytterligare tio byar. Lavaflöden förstörde 60 byar. Många av byarna hade kyrkor.

Men Etna på Sicilien håller rekordet med utbrottet den 11 mars 1669, dess värsta i historisk tid. Förgäves försökte man avleda lavan innan den nådde fram till Catantias stadspport. Men lavan rann inte bara in i Catania utan även genom tio mindre städer och massor av byar. Minst 20 000 människor fick sätta livet till, och 700 kyrkor förstördes eller skadades allvarligt, bl.a. Heliga Agathas katedral, byggd i Catania år 1074.

Nord-, Central- och Sydamerika hyser en stor kristen befolkning, och utmed deras västra kuster ligger fler än 340 aktiva vulkaner. Bara i Mexico

finns 35 av dem, varav åtta har haft utbrott i historisk tid. En av vulkanerna, Parícutin, föddes i en majsåker den 20 februari 1943 och blev 165 m hög under den första utbrottsveckan – mer än dubbelt så hög som Hötorgsskraporna och på 6 m när lika hög som Danmarks högsta berg.

När den nästan på dagen nio år senare slutade att varje dag vråka ur sig drygt en miljon ton lava och aska hade den bl.a. förstört staden San Juan de Parangaricutiro. Det enda idag synliga beviset för stadens läge är kyrktornet som fortfarande sticker upp ovanför lavan. Parícutin själv blev som högst 412 m hög.

#### Erosionen

I områden där vatten är en bristvara tar vinden, sand-, salt- eller snöpartiklar och is vattnets roll. Vulkaner läcker ständigt koldioxid och andra gaser som tär på byggnadsverk i den förhärskande vindens riktning.

I sura miljöer rostar spik fort. Kalkstenar fräts upp. Först drabbas kapitalband och andra yttre skulpturala kyrkoutsmyckningar. Nere i



FOTO: WORLD WATCH MONITOR.

## OM DATABASEN

Min databas föddes för 30 år sedan på ön Java, där jag med Tuula och Max bodde i fyra år som konsult åt staten i geologisk informationshantering. I Indonesien är naturomvälvningar av alla slag vardag och styr historien. Vulkanen Krakatoas utbrott 1883 och Annandagstsunamin 2004 efter jordskalvet utanför Sumatras kust är världskända. Databasen presenteras ingående på min hemsida [www.naturalhazardsgroup.com](http://www.naturalhazardsgroup.com)

**Till vänster:** Sankta Mariakyrkan i staden Deir Ezzor i Syrien 2018, sönderbombad under den tid IS ockuperade staden.

Europa har många unika stenkonstverk redan förlorat sin form. Den som vill uppleva medeltida kalkstensskulpturer i ursprungligt skick på kyrkors utsida måste resa till Gotland.

I Medelhavsområdet, stora delar av Asien och i Sahara och andra varma öknar är naturens sandblästring av byggnader vanlig, och kyrkor har förstörts eller helt täckts av flygsand.

Mindre bekant är kanske att vi inom vissa tidsperioder har haft problem med sandflykt i Norden. I Kämpinge gamla kyrkby på skånska sydkusten intill Skanör och Falsterbo hade kyrkan 1632 täckts av så mycket flygsand att de blyinfattade fönstren tryckts in och kyrkorummet började sandfyllas, varför kungen lät riva kyrkan.

Skagenmålarna nära Danmarks nordligaste stad gjorde Nordjylland berömt när de betogs av Skagens naturdynamik. Flygsanden förstörde Skagens gamla kyrka redan 1775, men enligt vår kollega A.G. Nathorst fanns kyrktornet kvar 1894.

## Stormar av många slag

Största delen av alla Europas större bränder och stadsbränder blev till enorma katastrofer på grund av att

storm rådde vid brandtillfället. Här några få exempel på kraftiga stormar som utan eldens hjälp har raserat kyrkor. Innisfallenannalerna berättar hur flera kyrkor och andra byggnader på Irland stormfälldes 1191. Det blåste ännu värre 1222 då ännu fler kyrkor, byggnader och skogar på Irland förstördes och fartyg till sjöss blev vrak.

I vårt land var 1402 ett konstigt väderår med två svåra stormoväder under juni månad. I början av månaden slet en storm bort ett av tornen på Uppsala domkyrka. Det föll ner på långhuset och krossade en bit av det södra sidoskeppet, varvid ett par av valven rasade in.

En svår decemberstorm 1674 i Västergötland orsakade skador på tornen på Örslösa, Järpås, Sunnersberg, Sunnerby, Särestad (gamla kyrkor och Skara domkyrka. Men Norges decemberstorm 1689 har nordiskt rekord. På fyra timmar demolerade den tornen på 14 kyrkor och avslutade sedan med domkyrkotornet i Trondheim.

Tromberna hör den varma årstiden till, men det är vinterstormarna som är till störst skada på kyrkorna i Sverige och norra Europa. Sverige drabbades av en svår vinterstorm

med sakral anknytning på Trettondedagen 1448. Den Svenska Medeltidens Rim-Krönikor ger en rörande skildring som avslutning:

*”Med tordön och storm och rysligt väder.*

*Svartbrödrakyrkan i Skänninge led  
Så svårt, att gaveln blåstes ned  
Med valv och högkor som murkna bräder.*

*Av munkarna dödades därvid två,  
Som just skulle börja att mässa då.  
Vädret gick fram över hela landet,  
Och varje motstånd övervann det.  
Skogar vrokos omkull med brak,  
Och mången skorsten flög av tak,  
Flög så långt, att ingen funnit,  
Var bland kvistar och snår den försvunnit,*

*Och taken lyftes av hyddor och mak.  
Alla som varit med och sport det,  
Svuro, att det var fandan, som gjort det.” ♦*

FOTO: FLEUR HEIZMANN



Sven Laufeld är docent i historisk geologi och expert på naturomvälvningar.  
[svenlaufeld@gmail.com](mailto:svenlaufeld@gmail.com)



# Lars Holmer och Iwona Klonowska årets pristagare

Geologiska Föreningens Linnarssonpris inom områdena historisk geologi, paleontologi och biostratigrafi samt maringeologi har i år gått till Lars Holmer, och Jan Bergströmpriset till unga forskare har tilldelats Iwona Klonowska, båda Uppsala universitet. Prisutdelningen ägde rum i Uppsala den 14 november.



FOTO: DYLAN TAYLOR.



FOTO: HANNES MATTSSON.

**LARS HOLMER**, årets Linnarssonpristagare, har framför allt fokuserat sin forskning på att lösa ursprunget och de tidigaste fylogenierna hos brachiopoder och andra lofoforater genom detaljerade paleobiologiska undersökningar av de äldsta kända fossilresterna och jämföra med molekylära och morfologiska och anatomiska studier av nu levande former.

Inom detta område är Lars världsledande. Han har publicerat fler än 200 vetenskapliga artiklar och är flitigt citerad inom området. Förutom en lysande forskarkarriär som har tagit Lars till omfattande samarbeten runt hela världen (han är en flitig resenär) så har han parallellt också tagit ett stort administrativt ansvar.

Lars har varit Uppsala universitet trogen och inom universitetet varit studierektor, prefekt, ledamot i fakultetsnämnden, i jämställdhetskommittén, rådet för lika villkor m.m.

Utanför universitetet har han bl.a. suttit i Geologiska föreningens sty-

relse, varit med i Vetenskapsrådets beredningsgrupp m.m. Allt detta gör Lars Holmer till en värdig pristagare av Linnarssonpriset 2019.

**IWONA KLONOWSKA** försvarade sin doktorsavhandling med titeln *Deep subduction of the Seve Nappe Complex in the Scandinavian Caledonides* i december 2017 vid Uppsala universitet. Hennes forskning är inriktad på djup subduktion av jordskorpans bergarter och de processer som styr detta.

Iwonas första vetenskapliga artikel som förstaförfattare publicerades 2014. Den visar att högmetamorfa bergarter som tillhör Seveskollan vid Åreskutan kan ha utsatts för metamorfos under högt tryck. Denna idé var helt ny och kontroversiell men gav grunden för fortsatt utforskning av ämnet. Detta resulterade i ett flertal upptäckter av metamorfa bergarter som utsatts för ultrahögt tryck längs nästan hela Seveskollans utbredning.

Även mikrodiamanter hittades (läs mer om detta i Geologiskt forum nr 97 2018).

Som en följd av Iwonas observationer kunde ett helt nytt tektoniskt koncept presenteras för denna del av fjällkedjan. Hennes artikel om detta i *Journal of Metamorphic Geology* är en av de mest citerade artiklarna under de senaste tre åren i denna högt rankade tidskrift.

Iwona fortsätter nu sin forskning om de svenska kaledoniderna, men har flyttat fokus mot detaljerad termokronologi på bergarter som lyfts upp från stora djup efter subduktionen. Efter sina post doc-vistelser i Syracuse, USA, och Krakow, Polen, planerar hon att komma tillbaka till Sverige för att fortsätta sin forskning här.

**VID PRISUTDELNINGEN** i Uppsala höll Iwona ett föredrag om sin forskning. Lars var på resande fot och hade i stället skickat en film. ♦



# Jordbävningssforskning i Addis Abeba

Etiopien genomskärs av det östafrikanska gravsänkesystemet, en seismiskt aktiv riftzon som sträcker sig flera tusen kilometer ner genom östra Afrika. I Etiopiens huvudstad Addis Abeba jobbar man med att förstå vilka risker gravsänkesystemets skalv för med sig när det gäller stadens framtid.

TEXT OCH BILD: JULIA WALLIUS

Hur det ser ut när en kontinent slits itu är inte alltid lätt att föreställa sig. Men i det östafrikanska gravsänkesystemet, en riftzon som sträcker sig över 6 000 km i längd, är det svårt att undvika synen av hur kontinentalplattornas rörelse formar stora sprickor och dalgångar i landskapet.

Med en hastighet på sex till nio millimeter årligen rör sig en del av den afrikanska plattan västerut, och

den andra österut. Inom tio miljoner år beräknas de två delarna helt separera från varandra och bli individuella landmassor: Somaliplattan och Nubienplattan.

## Jordbävningar

Att kontinentalplattor går itu på det här sättet är inte helt ovanligt, men det sker då oftast till havs och är inte så lätt att se eller göra mätningar på.

Det östafrikanska gravsänkesystemet är därför en viktig informationskälla när det gäller forskning på hur en kontinent bryts upp, och de vulkaniska och seismiska processer som uppstår i samband med uppdelningen.

I Etiopien, som genomskärs av riftsystemet, forskas det bland annat på de jordbävningar som förekommer i riftzonen. De data man samlar ihop analyseras sedan för att kunna göra





Studenterna Ezra Yehualashet och Ebba Hansson (till vänster) väntar på klartecken för att få slå till igen med släggan.

Atalay Ayele (ovan till höger) studerar resultatet från de senaste vibrationerna skapade av släggan. Han och hans forskarlag (ovan till vänster) hade denna eftermiddag tagit upp position strax utanför universitetet i Addis Abeba för att göra en kartläggning av markens struktur under ytan.

bedömningar av hur allvarlig risken är att kraftiga skalv sker runtom i landet, speciellt i närheten av större städer som skulle vara särskilt utsatta i händelsen av en jordbävning.

### Addis Abeba

Professor Atalay Ayele är seismolog vid universitetet i huvudstaden Addis Abeba. Han och hans kollegor jobbar med att uppmärksamma myndigheterna på vikten av deras forskning för stadens säkerhet.

– Regeringen köper inte riktigt det vi håller på med, och det är viktigt för oss att få dem att förstå att forskningen spelar roll. Vi jobbar till exempel med att få det obligatoriskt för alla byggnader här att uppfylla en viss standard när det gäller att hålla för en jordbävning.

I dagens Addis Abeba skulle många av byggnaderna inte klara ett större skalv, menar Atalay Ayele. Men eftersom jordbävningarna i landet inte blir särskilt kraftiga – det största uppmätta skalvet skedde 1906 och hade en magnitud på 6,75 – och dessutom få i antal jämfört med länder vid till exempel subduktions-

zoner, är det svårt att få människor att inse allvaret.

– Vi skulle kunna ställas inför en Haiti-liknande situation. Inte heller där tog man riskerna på allvar förrän det var för sent, säger Atalay Ayele.

### Seismiska stationer

Men det är inte bara motståndet från myndigheterna som försvårar läget. Addis Abebas oförutsägbara elnät och internetuppkoppling gör att man lätt och snabbt förlorar viktiga data mitt under ett arbete, och mycket tid och resurser går åt att bara lösa de logistiska aspekterna under fältarbetet.

Dessa svårigheter i kombination med brist på forskningsmedel gör att Etiopien bara har tio seismiska stationer utplacerade runtom i landet längs riftzonen. Detta kan jämföras med att vi i Sverige, ett land som sällan upplever jordbävningar och då oftast runt en magnitud två eller tre, har 68 stationer.

### Grunden avgör

Mycket av forskningens fokus ligger idag på att kartlägga strukturen under marken i närheten av staden genom att ta fram refraktionsprofiler. En stabilare grund skulle minska skadorna vid en eventuell jordbävning, medan lösare sediment kan förstärka vibrationerna.

– Generellt ska de flesta moderna hus kunna klara en jordbävning av magnitud fem men hur det ser ut under marken spelar stor roll. Det var på grund av den instabila grunden som den stora jordbävningen i Mexiko City 1985 blev så förödande – spanjo-

rerna byggde staden på fyllnadsmaterial i den dränerade sjön. Det blev som gelé i en skål. Det räckte att skålen skakade lite för att gelén skulle skaka mycket, säger Björn Lund, seismolog vid Uppsala universitet.

Han har själv varit med och gjort fältarbete i riftsystemet, och förstår att det i Etiopien kan vara svårt att få klara riskvärderingar eftersom man oftast gör bedömningarna utifrån de skalv som skett tidigare. Om ett land inte haft så många starka jordbävningar talar statistiken emot en.

– Vid en riskbedömning bestämmer man vad man ska lägga fokus på och vilka åtgärder man är villig att ta baserat på de skalv som skett tidigare. Sen väger man för och emot utifrån vad man tycker att infrastrukturen och människoliv är värda, säger Björn Lund.

### Globala samarbeten

I Addis Abeba hoppas man mycket på att internationellt samarbete ska hjälpa driva forskningen framåt. Atalay Ayele är positiv till det nätverk man lyckats etablera som knyter an forskare från olika delar av världen:

– Ju mer samarbete vi har desto bättre. Jag tror det är det bästa sättet att utvecklas på – genom att dela med oss av våra kunskaper världen över. ♦



Julia Wallius är vetenskapsjournalist med bakgrund inom geofysik.  
jensine.wallius@gmail.com

## Per Ahlberg och Lars Holmer prisade

Uppsalaforskarna Per Ahlberg, professor inom evolution och utvecklingsbiologi vid institutionen för organismbiologi, och Lars Holmer, professor i historisk geologi och paleontologi vid institutionen för geovetenskaper, har utsetts till 2019 års mottagare av Björkéniska priset. Detta är ett av Uppsala universitets största vetenskapliga pris för framstående forskning. Priset delas ut vid vinterpromotionen i januari. Prisnämnden motiverar utnämningarna så här:



**PER AHLBERG.**  
För hans banbrytande arbeten om de tidigaste tetrapodernas evolution, framför allt rörande avgränsningen mellan livsstil och morfologi vid bytet från ett vatten till liv på land. Per Ahl-

berg disputerade i zoologi vid Cambridge 1989 och är nu anställd som professor vid institutionen för organismbiologi vid Uppsala universitet. Han är bland annat ledamot i Kungliga vetenskapsakademien och Academia Europaea, vilket avspeglar hans breda internationella engagemang. Hans forskargrupp använder sig av ett brett spektrum av olika tekniker och publicerar sig regelbundet i absolut topprankade vetenskapliga tidskrifter.



Läs mer om Per Ahlbergs forskning genom att följa qr-koden.



**LARS HOLMER.** Lars Holmer är en av världens ledande experter på brachiopodernas ursprung och tidiga utveckling, fossila djurgrup-

perna. Lars Holmers expertis är dock inte begränsad till det utan hans omfattande forskning har dessutom bidragit till betydelsefulla insikter kring förändringar i livsmiljöer i det tidiga kambrium, för en halv miljard år sedan. Lars Holmer studerade för sin doktorsexamen i Uppsala 1988 och den efterföljande monografien tilldelades Årets bästa paleontologiska monografi av Paleontological Society, USA. Han är anställd som professor vid institutionen för geovetenskaper vid Uppsala universitet. Han har ett brett internationellt samarbete, särskilt i Xian i Kina där han är gästprofessor, samt i Australien. Lars har under sin karriär studerat livets utveckling och därtill bedrivit fältarbete över stora delar av världen.



Läs mer om Lars Holmers forskning genom att följa qr-koden. ♦

Källa: Uppsala Universitet

## Periodiska systemet 150 år

Det har säkert inte undgått någon att år 2019 har varit periodiska systemets år eftersom det är 150 år sedan den ryske kemisten Dmitrij Mendelevjev presenterade den första varianten som ligger till grund för all modern kemi. Då innehöll systemet 63 kända grundämnen och Mendelevjev organiserade dem efter atomvikt och andra egenskaper.

Det periodiska systemet här till höger visar när i tiden olika grundämnen upptäcktes. De första 94 grundämnen hittades i naturen medan de tyngre har syntetiserats i olika partikelacceleratorer genom kärnreaktioner.

Grunnämnen med röd text är de som anses vara upptäckta av svenska forskare. Ytterby har gett namn åt flest grundämnen: yttrium, ytterbium, terбий, erbium, holmium, skandium, tulium, gadolinium och tantal, men alla upptäckter gjordes inte av svenskar. ♦

		Antiken till medeltiden 12 st		Medeltiden till 1799 22 st		1800-1849 25 st		1850-1899 24 st		1900-1949 14 st		1950-1999 16 st		After 2000 5 st																					
1																2																			
H 1766																He 1868																			
3		4												5		6		7		8		9		10											
Li 1817		Be 1798												B 1808		C 3750 f.Kr.		N 1772		O 1771		F 1810		Ne 1898											
11		12												13		14		15		16		17		18											
Na 1807		Mg 1755												Al 1825		Si 1823		P 1669		S 2000 f.Kr.		Cl 1774		Ar 1894											
19		20		21		22		23		24		25		26		27		28		29		30		31		32		33		34		35		36	
K 1807		Ca 1808		Sc 1879		Ti 1791		V 1801		Cr 1794		Mn 1774		Fe 5000 f.Kr.		Co 1735		Ni 1751		Cu 9000 f.Kr.		Zn 1000 f.Kr.		Ga 1875		Ge 1886		As 815		Se 1817		Br 1825		Kr 1898	
37		38		39		40		41		42		43		44		45		46		47		48		49		50		51		52		53		54	
Rb 1861		Sr 1787		Y 1794		Zr 1789		Nb 1801		Mo 1778		Tc 1937		Ru 1844		Rh 1804		Pd 1802		Ag 5000 f.Kr.		Cd 1817		In 1863		Sn 3500 f.Kr.		Sb 815		Te 1782		I 1811		Xe 1898	
55		56		57-71		72		73		74		75		76		77		78		79		80		81		82		83		84		85		86	
Cs 1860		Ba 1772				Hf 1922		Ta 1801		W 1781		Re 1908		Os 1803		Ir 1803		Pt 1735		Au 6000 f.Kr.		Hg 1500 f.Kr.		Tl 1861		Pb 7000 f.Kr.		Bi 1000		Po 1898		At 1940		Rn 1899	
87		88		89-103		104		105		106		107		108		109		110		111		112		113		114		115		116		117		118	
Fr 1939		Ra 1898				Rf 1969		Db 1970		Sg 1974		Bh 1981		Hs 1984		Mt 1982		Ds 1994		Rg 1994		Cn 1996		Nh 2003-2004		Fl 1999		Mc 2003		Lv 2000		Ts 2009		Og 2002	
		57		58		59		60		61		62		63		64		65		66		67		68		69		70		71					
		La 1838		Ce 1803		Pr 1885		Nd 1885		Pm 1942		Sm 1879		Eu 1866		Gd 1880		Tb 1843		Dy 1886		Ho 1878		Er 1843		Tm 1879		Yb 1878		Lu 1906					
		89		90		91		92		93		94		95		96		97		98		99		100		101		102		103					
		Ac 1902		Th 1829		Pa 1913		U 1789		Np 1940		Pu 1940-1941		Am 1944		Cm 1944		Bk 1949		Cf 1950		Es 1952		Fm 1952		Md 1955		No 1966		Lr 1961					



# På gång

**8–10 januari 2020.** Nordiska geologiska vintermötet i Oslo.  
Läs mer på [www.geologi.no/ngwm20](http://www.geologi.no/ngwm20)

**15 januari 2020.** Föredrag av Martin Jakobsson: Kampen mellan havet och Grönlandsisen i ett varmare klimat. Kungliga Vetenskapsakademien.  
Läs mer på [kva.se](http://kva.se)

**30 januari 2020.** Seminarium: Innovationskritiska metaller och kritiska råvaror – nytta eller problem för samhället. Symposiet är öppet och avgiftsfritt, men anmälan krävs. Läs mer på [kva.se](http://kva.se)

**4–5 februari 2020.** Konferens i Mineralteknik 2020, Luleå.  
Läs mer på [ltu.se/minpro](http://ltu.se/minpro)

**1–4 mars 2020.** PDAC 2020, Prospectors and Developers Association of Canada Annual Convention, Toronto, Canada.  
Läs mer på [www.pdac.ca/convention](http://www.pdac.ca/convention)

**2–8 mars 2020.** 36th International Geological Congress (IGC), Delhi, Indien.  
Läs mer på [36igc.org/](http://36igc.org/)

**7–8 mars 2020.** Sønderjyske sten- og smykkemesse i Haderslev, Danmark.  
Läs mer på [www.stenogsmykker.dk](http://www.stenogsmykker.dk)

**23–24 april 2020.** EUROGEO 2020 "Sustainable Development Goals for all", Madrid, Spanien. Läs mer på [www.eurogeography.eu/2020-conference/](http://www.eurogeography.eu/2020-conference/)

## Tips: Seminarium om innovationskritiska metaller och kritiska råvaror

KVA bjuder in till ett heldagsseminarium om innovationskritiska metaller och kritiska råvaror som kommer att hållas i Nordenskiöldsalen, Geovetenskapens hus, Stockholms universitet den 30 januari.

Seminarieret kommer att ge titeln frågeställning en bred belysning. Programmet innefattar presentationer av forskare och oberoende experter, representanter för myndigheter, näringsliv och miljöorganisationer, samt tid för debatt.

Seminarieret arrangeras av Kungl. Vetenskapsakademiens klass för geovetenskaper och Svenska Nationalkommittén för geologi i samarbete med och med finansiering från Geo-miljövetenskapliga sektionen, Stockholms universitet och Kungl. Vetenskapsakademiens Kommitté för miljö och energi.

Läs mer på [kva.se](http://kva.se)



FOTO: HENRIK DRAKE.

## Uråldrigt liv upptäckt i Siljans meteoritkrater

En ny internationell studie som letts av Henrik Drake, Linnéuniversitetet, visar att gas har bildats djupt ner i den mäktiga meteoritkratern vid Siljan i Dalarna under minst 80 miljoner år. Den uppspruckna berggrunden är en optimal miljö för kolonisering av mikroorganismer, vilket har viktiga astrobiologiska konsekvenser.

Det var vid studier av nya borrhärdar från Siljan som man upptäckte små mineralkristaller av kalciumkarbonat och sulfid i sprickor. När man analyserade kristallernas kemiska sammansättning stod det klart att man hittat starka bevis för att kristallerna bildats som ett resultat av mikroorganismers aktivitet. Det är framför allt de olika isotoperna av kol och svavel som avslöjar att mikroorganismer varit närvarande, främst sådana som producerar och konsumerar metan som funnits i sprickorna, men även bakterier som använder sulfat. Kristallerna daterades också radiometriskt vilket visade att de bildats för mellan 80 och 22 miljoner år sedan. Följ qr-koden för att läsa artikeln i Nature.



FOTO: ÅSA GIERUP.

## Res till Portugal med Naturforum

Följ med Naturforums geologer till fantastisk natur och geologi i norra och mellersta Portugal, 16–23 april 2020. Du kommer att få se spektakulära klippformationer vid kusten väster om Lissabon och uppleva landskap och geologi i de tre geoparkerna Arouca, Seia och Naturtejo, som alla ligger norr om floden Tejo.

Floden Tejo används ofta som gräns vid beskrivning av Portugals geografi. Norr om Tejo domineras landet av en serie bergsryggar och ett fuktigare, nederbördsrikare och svalare klimat. Där är kuperat och bergigt, och de högsta topparna i bergskedjan Serra da Estrela når nästan 2000 m. Söder om Tejo ändras landskapet karaktär till böljande, låglänta slätter. Slättlandet ligger till största delen lägre än 200 m över havet och kallas Alentejo, vilket betyder "bortom Tejo".

Resan går både norr och söder om floden Tejo genom trakter med rikt fågelliv, så chansen finns att få se t.ex. örn, gam och härfågel. Läs mer om resan och hur du anmäler dig på [www.naturforum.se/portugal-2020/](http://www.naturforum.se/portugal-2020/)

POSTTIDNING B  
Geologiska Föreningen  
c/o Tellurit AB  
Storgatan 11  
972 38 Luleå

## Geologiska Föreningen tackar sina sponsorer för 2019

### Platinasponsorer



UPPSALA  
UNIVERSITET



Stockholms  
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper  
Institutionen för naturgeografi

LULEÅ  
TEKNISKA  
UNIVERSITET

### Guldsponsorer

NEW **BOLIDEN**



LUNDS  
UNIVERSITET



GÖTEBORGS UNIVERSITET



Dextral skjuvning i det skjuvbälte som separerar de litotektoniska enheterna Bergslagen och Småland, inuti den svekokarelska orogenen. Bilden visar en subhorisontell yta och norr är uppåt i bilden. Läs mer på sidan 14–17. Foto: Michael B. Stephens.