

GEOLOGISKT FORUM

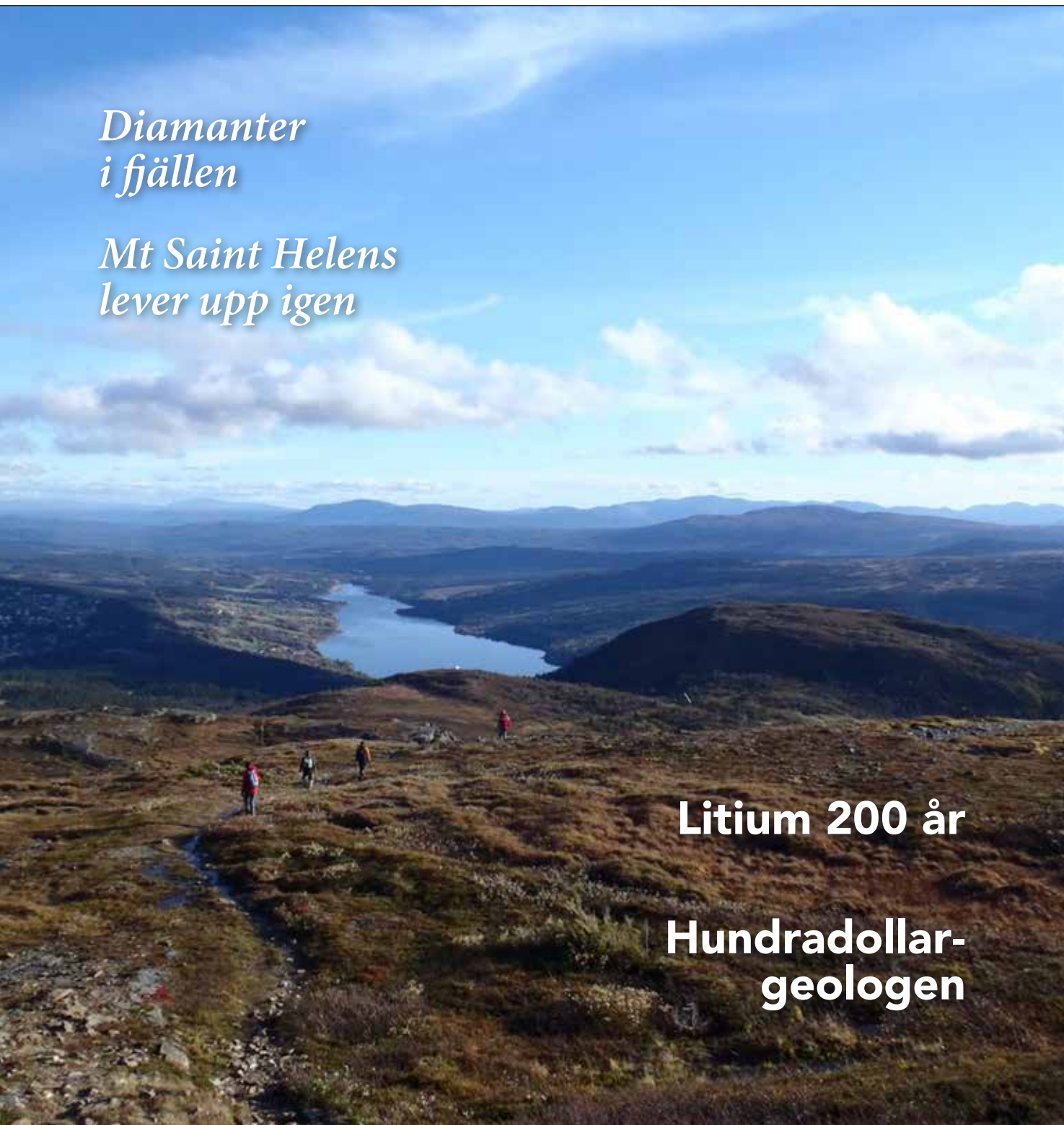
Nr 97 ♦ 2018

*Diamanter
i fjällen*

*Mt Saint Helens
lever upp igen*

Litium 200 år

**Hundradollar-
geologen**



GEOLOGISKT FORUM

Nr 97 ♦ 2018

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: Utsikten från Åreskutan mot den kaledoniska fronten. Forskare har här hittat diamanter som hjälper oss att förstå hur bergskedjan bildats. Foto: Iwona Klonowska.

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 även 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 eller Bankgiro 749-6359. Du kan också betala direkt med kort på vår webbplats www.geologiskaforeningen.se

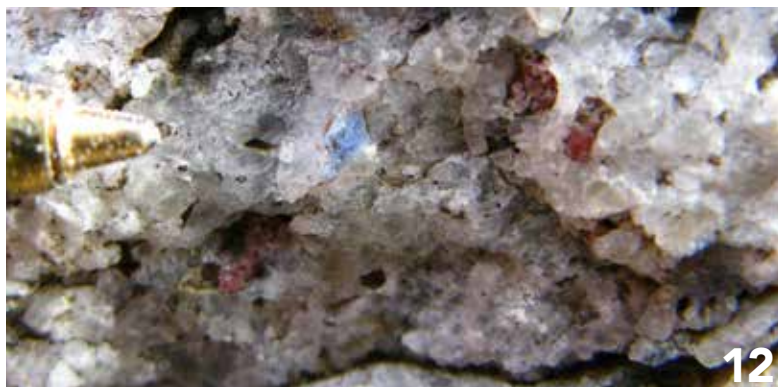
Tidningen publicerar sedan starten år 1994 populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

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 juni 2018.

Geologiska Föreningen

I DETTA NUMMER

- 3 Diamanter fascinerar
- 4 Mawson – hundradollargeologen
- 6 Recension: Förstklassig bok om berg
- 8 Upptäckten av litium fyller 200 år!
- 12 Mikrodiamanter hjälper oss att förstå fjällkedjans utveckling
- 19 Temamöte i Uppsala om kritiska metaller och mineral lockade många intresserade
- 20 Livet återvänder till vulkanen Mount Saint Helens
- 25 Peter Cederström hedersdoktor i naturvetenskap i Lund
- 26 3D-modell över litotektoniska enheter och regionala deformationszoner
- 28 Nya styrelseledamöter
- 29 På gång
- 29 Priser för bästa artiklar i GFF
- 30 Sista ordet: Med vinden i ryggen



Diamanter fascinerar

NÄR JAG SKRIVER dessa rader råder ännu bister vinterkyla på de breddgrader där jag bor. Men de längre dagarna gör ändå att man kan hoppas på att det kommer en vår – så småningom.

Det här numret tar oss med på en resa från de svenska fjällen till USA och Tasmanien. Vi får bland annat lära oss mer om vad som hände på Mount Saint Helens i samband med utbrottet år 1980 och hur området förändrats efter det.

Efter att vi tidigare fått veta om alla geologer som

förekommer som rollfigurer på filmduken har Erik och Gabrielle nu gått vidare med att undersöka vilka geologer som finns avbildade på sedlar. Man kan ana att sedelgeologerna är något färre än filmgeologerna.

Diamanter upphör väl aldrig att fascinerar oss? Upptäckten av sådana i bergarter från den svenska fjällkedjan har väckt mycket uppmärksamhet. I detta nummer får vi veta hur dessa diamanter hjälper oss att förstå också hur fjällkedjan bildades.

Det är i år 200 år sedan grundämnet litium upp-

täcktes i mineral från Utö i Stockholms skärgård. Detta grundämne har gått från att vara tämligen exotiskt till helt nödvändigt för den gröna omställningen. Hur upptäckten gjordes kan du läsa mer om i detta nummer. Händelsen kommer också att firas med föredrag och excursion till sommaren.

Avslutningsvis skriver Per Klingbjer (förbundsdirektör för Natuvetarna) optimistiskt om det ökade behovet av naturvetare och framför allt geovetare framöver. Det känns bra att veta att man är behövd.

Den 26 maj kommer föreningens årsmöte att äga rum i Lund. Kom gärna och var med på det och på studiebesöket i Lunds domkyrka.

Jeanette Bergman Weihed,
redaktör



Lystra

I ett nytt treårigt projekt kommer Sveriges geologiska undersökning (SGU) att samarbeta med GTK och Geodatacentralen i Finland för att vidareutveckla informationen om det gemensamma världsarvet Höga Kusten/Kvarkens skärgård. Man vill i projektet öka förståelsen för världsarvets värden och samtidigt öka antalet besökare.

SGU kommer i detta arbete att bidra med både jordartsgeologisk och berggrundsgeologisk kompetens huvudsakligen genom att uppgradera jordartskartan, klassificera områdets geologiska värden, komplettera och revidera besöksmål samt bättre beskriva den geologiska utvecklingen i området. Man kommer att använda sig av de senaste publikationerna, laserskanningsdata från Lantmäteriet och fältinventeringar för att uppnå målen.

Tillsammans kommer organisationerna att harmonisera den populärvetenskapliga informationen mellan områdena i Finland och Sverige.

Projektet bedrivs med finansiellt stöd från EU via Interreg Botnia-Atlantica. Projektägare är Forststyrelsen i Finland. ♦

Källa: SGU

Årets Crafoordpris till två klimatforskare

Kungliga Vetenskapsakademien ger 2018 års Crafoordpris i geovetenskaper till **Syukuro Manabe** (Princeton University, USA) och **Susan Solomon** (Massachusetts Institute of Technology, USA) för *fundamentala bidrag till förståelsen av atmosfäriska spårgasers roll i jordens klimatsystem*.

Syukuro Manabe och Susan Solomon har spelat en dominerande roll inom klimatforskningen. De belönas för att ha tillfört helt avgörande kunskaper som hjälper oss att möta en av vår tids största globala utmaningar.

Atmosfärfysikern Syukuro Manabe skapade den första globala klimatmodellen efter studier av atmosfärens dynamik på 1960-talet. I den första modellen kopplade han ihop de processer som sker i atmosfären och vid jordytan med havets rörelser och dess värmebalans. Det nya sättet, att med storskalig numerisk modellering kunna förutspå hur atmosfärens innehåll av koldioxid påverkar jordens temperatur, var ett stort genombrott.

Atmosfärkemisten Susan Solomon löste 1980-talets gåta om ozonhålets uppkomst över Antarktis med hjälp av både teoretiska och kemiskt mätinriktade studier i Antarktis luft. Hon påvisade sambanden mellan människans utsläpp av freoner och de kemiska processer i stratosfären som leder till nedbrytningen av ozonlagret. Solomon har senare också visat hur ozonlagrets tjocklek på södra jordklotet påverkar strömningsmönster och temperatur i lufthavet, ända ner till markytan.

En utförligare presentation av pristagarna kommer i nästa nummer av Geologiskt forum. ♦

Källa: KVA



I Hobarts hamn har man rest en kopia av Mawsons hus som byggdes vid Cape Denison. Det innehåller ett trevligt litet museum.

Mawson – hundradollargeologen

TEXT OCH BILD: ERIK STURKELL & GABRIELLE STOCKMANN

Efter ett systematiskt arbete har vi nu en bra överblick om geologen i filmer – men hur många geologer finns avbildade på sedlar? Under en resa på världens undersida besökte vi ett fantastiskt museum i Hobart som uppmärksammade en australisk polarexpedition 1911–1914. Expeditions ledaren var geolog och han har hedrats med att pryda en hundradollarsedel.

FRÅN HOBART på Tasmaniens (eller van Diemens land) sydkust har många expeditioner avseglat mot Antarktis. Med ett museum har man här i Hobart hedrat geologen Sir Douglas Mawsons expedition som avseglade i december 1911 med S.Y. Aurora för att undersöka Antarktis kust som ligger närmast Australien.

I huset, som är en kopia av det hus som Mawsons män reste i Cape Denison, finns ett litet men fantastiskt museum. Huvudbyggnaden mäter bara 7,7 × 7,3 m (53 m²) och verkstaden är 5,5 × 4,9 m (27 m²). Kring

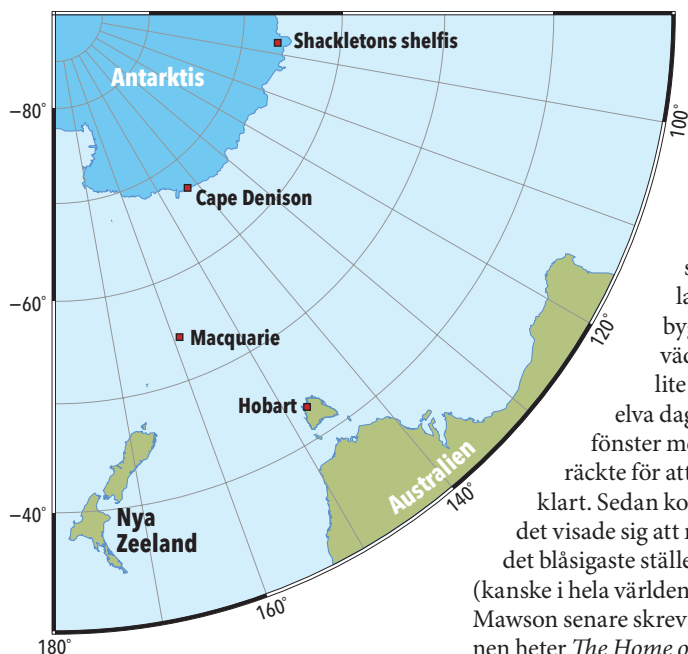
huvudbyggnaden finns på tre sidor en 1,5 m bred överbyggd veranda. Denna användes till många olika saker: förråd, plats för slädhundarna m.m.

Expeditionsskeppet S.Y. Aurora var ett 50 m långt kombinerat segel- och ångfartyg under kapten John King Davis befäl. Han var en erfaren Antarktisresenär och hade också varit kapten på Nimrod, Shackletons skepp under dennes Antarktisexpedition 1907–1909, på vilken också Mawson deltog.

Under färden till Antarktis stannade skeppet till vid ön Macquarie

som ligger ungefär halvvägs. Alla hjälptes åt att transportera sex 10 m långa pålar upp för en kulle där man satte ihop pålarna tre och tre till två master som höll uppe en radioantenn. Denna kulle blev sedan kallad *Wireless hill*. Fem man lämnades kvar på ön för att sköta relästationen mellan Antarktis och Australien, och detta blev den första radiolänken mellan Antarktis och omvärlden.

Mawsons färd var en vetenskaplig expedition med 28 deltagare, varav ett flertal geologer, och 19 grönländska slädhundar. Han attraherade även



Antarktis östkust som vetter mot Australien med Hobart på van Diemens land varifrån expeditionen utgick. På den lilla ön Macquarie byggdes en radio-station för att vidarebefordra meddelanden från basen på Antarktis, Cape Denison. Under expeditionen sattes åtta man ut 200 mil västerut och de utgjorde den västra gruppen.

vetenskapsmän från Scotts expedition vilken framför allt var en upptäcktsfärd snarare än en vetenskaplig expedition mot sydpolen. Med alla vetenskapliga resultat som genererades under färden kunde Australien lägga en stor tårtbit (42 %) av Antarktis till sin intressesfär.

När expeditionen kom till Antarktis var sommaren långt gången och det fanns inte tid att segla hit och dit för att hitta den bästa landningsplatsen utan man fick mer eller mindre ta den första bästa platsen. Det blev den udde som sedan kom att heta Cape Deni-

En australiensisk hundra dollarsedel utgiven mellan 1984 och 1997 har Sir Douglas Mawson som motiv. Han blev adlad 1914. Detta är möjligen den enda geologen som är avbildad på en sedel.

son. Man gick i land och började bygga huset, i bra väder med mycket lite vind under elva dagar iföljd. Detta fönster med bra väder räckte för att huset skulle bli klart. Sedan kom vinden och det visade sig att man hade hittat det blåsigaste stället på Antarktis (kanske i hela världen) så den bok som Mawson senare skrev om expeditionen heter *The Home of the Blizzard*.

Från basen vid Cape Denison utgick flera mindre expeditioner. En gick mot den magnetiska sydpolen, en längs kusten mot väster och en mot öster. Den senare leddes av Mawson och bestod av totalt tre man. När man nått 500 km från basen inträffade en katastrof. Den tredje mannen, Ninnis, försvann och allt de fann var spåret som ledde till ett djupt hål. En man, släde och hundar var borta.

Efter några böner vände de två andra tillbaka mot basen. Det blev en helvetisk färd. Maten tröt och de slaktade sina hundar och åt allt, också hjärna och lever. Detta orsakade troligen A-vitaminförgiftning hos den andra mannen, Metz, och han dog 160 km från basen.

Mawson kämpade vidare mer och mer utmattad. Han nådde fram till ett förråd som hade lagts ut 8 km

från basen. Där fanns det både mat och skydd. Oturligt kom då en kraftig storm och Mawson blev fast en vecka innan vinden mojnade och han kunde kämpa sig vidare. När han till slut närmade sig basen såg han röken från Auroras skorsten. Den hade avseglat! Men framme vid huset mötte han fem överraskade män som hade ställt upp på att stanna kvar över vintern för att invänta och leta efter de saknade männen.

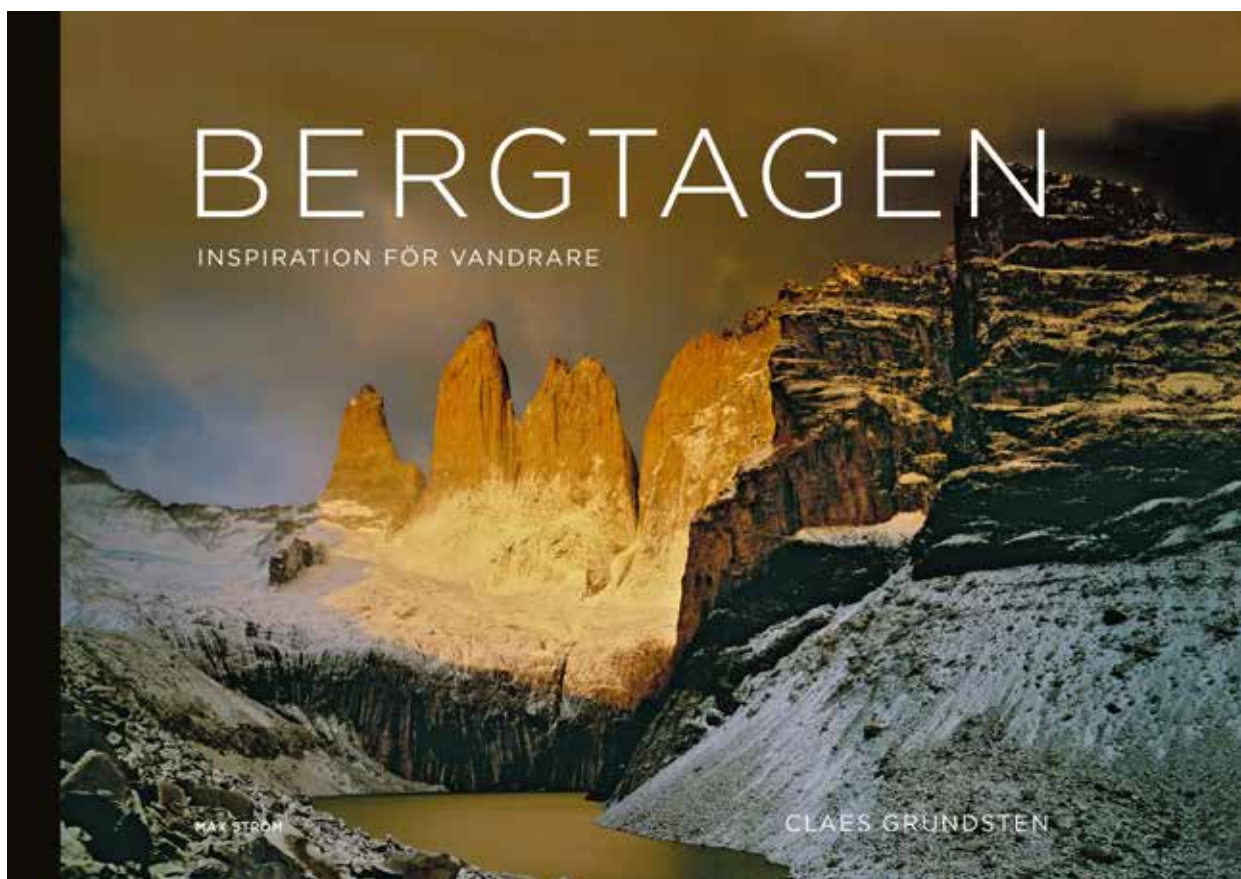
Orsaken till att Aurora avseglade var för att hämta de män som upprättat en bas på isen (Shackletons shelfis) 200 mil västerut längs Antarktis kust. Fartyget hade fortsatt dit efter att Mawson med flera lämnats av vid Cape Denison. Männerna på shelfisen var för dåligt utrustade för en övervintring på isen och det var därför kapten Davis beslöt att lämna Cape Denison så att gruppen på isflaket kunde hämtas.

Mawson och hans sex män övervintrade i basen vid Cape Denison. Huset övergavs sedan och man lämnade kvar allt. Denna väl förberedda polarexpedition var lyckad och genererade mycket vetenskapligt material. Så när ni besöker Hobart så rekommenderas detta lilla museum (www.mawsons-huts-replica.org.au).

En intressant detalj är att åren 1984–1997 gav Australien ut en hundra dollarsedel med Mawson och hans expedition som motiv. Detta är den för oss enda kända sedeln som har en geolog som huvudmotiv. Charles Darwin, som också var geolog, finns på baksidan av en brittisk tiopundsedel som gavs ut 2000–2016. Där slutar vår lista med sedelgeologer – för nu. ♦



Erik Sturkell, Geologiska institutionen vid Göteborgs universitet. Gabrielle Stockmann, Institute of Earth Sciences, Islands universitet.



Förstklassig bok om berg

Ingen annan än @first_claes (detta är Claes Grundstens alias på Instagram) skulle kunna skapa en så här magnifik bok om jordens bergslandskap.

RECENSION

CLAES GRUNDSTEN har vandrat och klättrat i berg sedan tonåren. Han har en universitetsexamen inom biologi och geologi. I femton år arbetade han med naturvård på Naturvårdsverket samt skrev reportage och böcker, bl.a. boken om Sveriges nationalparker och guideböcker om Lapplandsfjällen, innan han tog klivet att i början av 1990-talet bli frilansfotograf. Sedan dess har han givit ut ett flertal böcker, haft fotoutställningar och hållit föredrag. Och vid det här laget besökt nära 90 länder. Boken *Bergtagen* är som kronan på verket – en vacker och majestätisk krona.

Själv anser han inte att han har gjort så mycket mer än ett personligt urval av infallsvinklar utifrån egna erfarenheter som vandrare, bergsbestigare och fotograf. Men denna bok är mycket mer än så. Det finns en ansats som också gestaltas, den finns närvarande från omslag

till inlaga, från första sidan till den sista. I alla fall blir jag bergtagen.

Slå upp sidan 35 och förundras över ryolitlavan från vulkanen Torfajökull på Island. Fotografiet är taget utmed vandringsleden Laugavegur.

Eller sidan 47. De nålliknande kalkstensklipporna i massivet Gunung Api på norra Borneo. Så överkligt landskap. Så fascinerande vackert. Är detta den fiktiva planeten Pandora i filmen *Avatar*, eller är det ett fotografi taget på planeten jorden?

Låt oss så hoppa till sidan 113. Wadi Rum i Jordanien. Panoramat över öknen och bergskedjan är storslaget. Ljuset kommer från sidan. Förtrollningen är total. Ögat letar efter en jeep som ska finnas där i ökenlandskapet. Den finns där, mitt i, som en liten avvikelse, en fyrkantig bit bland klippor som är rundade och skavda av tidens tand.

Det Claes Grundsten gör utöver att servera ett potpurri av betagande bergsbilder är att ackompanjera dem med eftertänksamma texter. Han spannar över geologi och naturgeografi, kulturbygder, bergsbefolkningar och bergsbesökare, vandrare och alpinister, pionjärer och själva fotograferandet. Det finns 39 avsnitt i boken, vart och ett med en egen rubrik. Vi besöker all världens berg, natt som dag, från kontinent till kontinent. Det finns massor att säga om boken ytterligare men jag stannar här.

Mitt sista stycke får sammanfatta essensen så som jag uppfattar den: Tack Claes Grundsten för att jag får följa med dig upp på Låddebakte och titta ned mot Rapaselet i Sarek. Detta är bara ett fotografi i en bok (sidan 9), men så oemotståndligt vackert att betrakta. Jag får gåshud på armarna. Hjärtat vill nästan brista. ♦

FOTO: KAJSA LJUNGBERG.



Anna Kim-Andersson är bland annat kommunikatör och journalist med en fil mag i geovetenskap.

FOTO: CLAES GRUNDSTEN.



BERGTAGEN – INSPIRATION FÖR VANDRARE

Författare och fotograf: Claes Grundsten

Bokförlag: Max Ström

Utgivningsdatum: 2017-04-01

ISBN: 9789171263629

Antal sidor: 232

Bandtyp: Inbunden

Format: 216 × 302 mm

Tio över ett

I Kiruna pågår en stor stadsomvandling med anledning av att LKAB:s järnmalmsgruva behöver expandera. Den som läser boken *Tio över ett* får en glimt av livet i Kiruna och stadsomvandlingen – i ett skönlitterärt sammanhang och utifrån en tonåringsperspektiv.

Hur känns det egentligen när en stad flyttar och huset som man bor i ska rivas? Bokens huvudperson, Maja, oroar sig över att staden ska rasa. Hennes oro omvandlas till panikångest och fobi. Boken kretsar även kring tonåringars bekymmer i allmänhet, som en bästa kompis förestående flytt till Luleå och tonårsförälskelse.

För en vuxen geovetare känns det lite märkligt att läsa om gruvbrytning, LKAB, kommunpolitik och stadsomvandling utifrån en ungdoms perspektiv. Samtidigt är det nyttigt. Opinion och beslut i komplexa samhällsfrågor kan tyckas handla om att vara rationell och förnuftig, baserat på tekniska aspekter och andra hårda fakta.

Men i själva verket spelar också känslor in, känslor med rötter i både medvetna och omedvetna uppfattningar hos såväl enskilda individer som hos kollektivet.

Jag kan känna lite oro över att ungdomar som läser *Tio över ett* får med sig för stora doser av "jävla gruva". Men det uppvägs av att jag anser att det är nyttigt och stort att en välskriven ungdomsroman berör samtiden. ♦

Ann-Helén Laestadius. 261 sidor. Rabén & Sjögren.

ISBN: 978-91-29-69898-5

Vinnare av Augustpriset 2016 för Årets svenska barn- och ungdomsbok



Anna Kim-Andersson

Mineral Resources in the Arctic

Genom ett initiativ av Norges geologiska undersökning kom geologiska undersökningar från länder med land och havsområden i Arktis år 2012 överens om att göra en sammanställning i bokform av det som man nu känner till om mineralresurser på land och på havsbotten i det arktiska området. Anledningen var att man bedömde att området fått en allt mer strategisk betydelse vad gäller inte bara olja och gas utan även mineral och metaller.

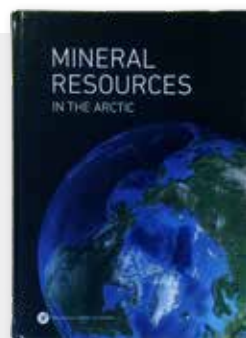
Boken, som blev klar 2016, är en ovärderlig skatt av information om Arktis mineraltillgångar. Den är skriven på engelska och omfattar 484 rikligt illustrerade sidor. Dessutom finns en separat karta i skala 1:10 000 000.

Boken beskriver i tur och ordning mineralfyndigheter i Alaska, Kanada, Grönland, Island, Norge, Sverige, Finland och Ryssland samt massiva sulfidmalmer på havsbotten. För varje område finns en geologisk inledning och genomgång av områdets gruvhistoria. Sedan beskrivs de viktigaste malmprovinserna och fyndigheterna. Speciellt trevligt är alla fina bilder och kartorna över de viktigaste fyndigheterna.

Boken lär bli ett referensverk och bör självfallet finnas i varje malmgeologs bokhylla. Om ni inte vill köpa boken finns den också nedladdningsbar på <https://www.ngu.no/en/publikasjon/mineral-resources-arctic>.

Jag vill gratulera redaktörerna Rongvald Boyd, Terje Bjerkgård, Bobo Nordahl och Henrik Schiellerup samt alla kapitelförfattarna till ett praktverk. Bra jobb! ♦

Red.: Rongvald Boyd, Terje Bjerkgård, Bobo Nordahl och Henrik Schiellerup. 484 sidor. Geological Survey of Norway. ISBN: 978-82-7385-160-4



Pär Weihed



FOTO: KARIN HÖGDAHL.

Upptäckten av litium fyller 200 år!

TEXT: ERIK JONSSON & JÖRGEN LANGHOF

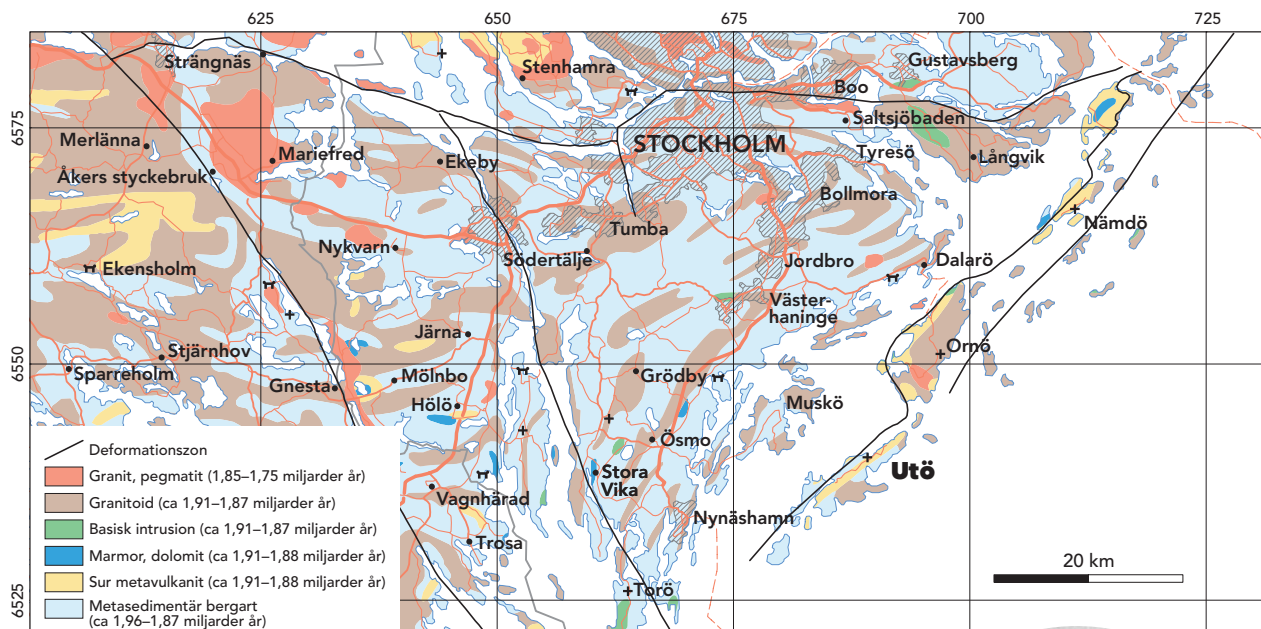
Grundämnet litium (Li) upptäcktes och beskrevs 1818 från ett ovanligt mineral från Utö i Stockholms södra skärgård. Under de två århundradena sedan upptäckten har litium gått från att vara ett exotiskt och tämligen okänt grundämne till att ha en viktig roll inom både teknik och medicin. Med dagens ökande krav på batterier för bland annat "fossilsfria" transportmedel har denna alkalimetall fått en nyckelroll som gett en starkt ökande efterfrågan.

DET ÄR I ÅR 200 år sedan kemisten Johan August Arfwedson publicerade upptäckten av "ett nytt eldfast alkali", som fick namnet litium (Li). Litium var vid tiden för upptäckten och så där dryga 150 år framåt en exotisk metall utan större tillämpningar.

Litium är det 35:e vanligaste grundämnet i jordskorpan, och har nummer 3 i det periodiska systemet. Metallen är mycket lätt, och i ren form silvervit, mjuk, smidig och mycket reaktiv. Litium räknas tillsammans med bland andra

natrium och kalium till de s.k. alkalimetallerna.

Idag har litium en ganska bred spännvidd av användningsområden, från glas och keramiska material, via metallurgiska tillämpningar och kylsystem, till medicin och högteknologi.



Till vänster: Varphögarna är stora på Utö (Per Nysten som skala) och det är lätt att urskilja material från de litiumrika granitpegmatitgångarna på grund av blockens ljusa färg.

Ovan: Utös geologi visar en viktig del av den berggrundsgeologiska utvecklingen i Bergslagen och den svekofen-

niska berggrunden i Sverige. Kartan är förenklad från Sveriges geologiska undersöknings berggrundsdatas i skala 1:1 miljon.

Till höger uppifrån och ner: José Bonifacio de Andrada e Silva (1763–1838), Johan August Arfwedson (1792–1841) och Eric Thomas Svedenstierna (1765–1825).



logi, och då främst i högeffektiva och lätta batterier. Över en tredjedel av världens litiumkonsumtion går idag till batterier, men denna andel torde öka kraftigt i och med ett mer utbrett införande av elektriska fordon.

Medan en bärbar dator bara behöver några tiotals gram av litiumkarbonat (som är en av de viktigaste intermediära industriprodukterna), kräver en eldriven personbil mellan 10 och 15 kilo, och då har man inte räknat in batteribytten. Det vid upptäckten exotiska "eldfasta alkalit" från Utö har blivit en eftersökt teknikmetall av rang.

Nya mineral

Bakom upptäckten och den vetenskapliga artikeln som beskrev det nya grundämnet låg ett flertal undersökningar av de märkliga mineral som genom slump eller försyn blottats i pegmatitgångar i samband med brytningen av järnmalm på Utö.

Det mineral som Arfwedson analyserade kemiskt på Jacob Berzelius laboratorium i Stockholm var petalit, vilket

ursprungligen hade samlats in och beskrivits år 1800 av den brasilianske mineralogen och sedermera statsmannen José Bonifacio de Andrada e Silva. Detta skedde i samband med att han reste runt i Europa och då också besökte diverse kända mineralförekomster i Sverige, däribland Utö.

Mineralet bestämdes av de Andrada till att vara ett aluminiumsilikat och gavs namnet petalit, sannolikt efter det grekiska ordet *πεταλον* för blad eller platta, på grund av mineralets markanta spaltning och ställvis skiviga utseende.

Upptäckten bekräftas

Nya arbeten startade efter att den svenske bergsvetenskapsmannen och mineralsamlaren Eric Thomas Svedenstierna 1817 återfunnit material på Utö vilket uppenbarligen motsvarade det som de Andrada undersökt. Därvid gjorde fransmannen René Just Haüy, den moderna kristallografins fader, kristallografiska undersökningar på Svedenstiernas material, medan nya kemiska analyser gjordes

OMSKALDAD UPPTÄCKT

En av Berzelius allra närmaste och förtrog-
naste vänner, Carl Palmstedt, skaldade med
anledning av upptäckten av litium i Berzelius
laboratorium följande:

*Hör! Nya segerrop från arbetsrummet skalla
där man i burkars rymd fossilet delat ser
Med mästarns silfverton Berzelius hörs oss kalla
Wi nalkas, lyssna, se och undra mer och mer*

*En värdig mästervän, i detta ädla yrke
Wår Arfwedson har nyss, på denna lyckans dag,
Ledd af den store man hwars ljusa blick wi dyrke,
I petalitens mærg sett ett alkaliskt drag
Förwånade, wi blott beskåda
Den upptäckt som han oss vill båda.*

*Nu träder alkalit uti en renad massa
För forskarens öga fram och den uplysning winns
Att sedan länge nog man fått på filtrum passa
I petalitens sand ett skönt alkali finns
Och Lythyon skall det heta
Hwarföre? Bör den lärde weta.*

FOTO: JÖRGEN LANGHOF.



av Arfwedson under överinseende av
sin lärare Jacob Berzelius.

Efter upprepade analyser bekräf-
tades upptäckten av den nya alkali-
metallen och resultatet publicerades
först på svenska 1818 i volym sex av
serien *Afhandlingar i Fysik, Kemi
och Mineralogi*, och därefter i en rad
utländska tidskrifter. Berzelius hade
dock redan i februari läckt nyheten
till några forskarkollegor i Europa.

Grundämnets namn

Namnet på den nya metallen, litium
(ursprungligen *lithion* eller *lithia* från
grekiskans lithos för sten, och seder-
mera latiniserat), föreslogs av Berze-
lius då nykomlingen till skillnad från
de då redan kända alkalimetallerna
kalium (K) och natrium (Na) helt
otvetydigt stammade från stenriket
(det var ju helt utvunnet ur en sten,
ett mineral) snarare än från växtriket
och vattenlösningar som i fallen med
just kalium och natrium.

Detta resulterade för övrigt i att
Svedenstierna föreslog att mineralets
namn följaktligen borde ändras till
det mera passande *lithit*. Så skedde
dock inte, och trots att ytterligare
förslag på namn dök upp under åren
så heter de Andradas mineral fort-
farande petalit, så här 218 år senare.
Den kemiska formeln för petalit
skrivs idag $\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$.

Petaliten från Utö

Baserat på dåtidens beskrivningar
samt på eget studium av det petalit-
förande material som grovt sett
härör från gruvbrytningsperioden
och som finns i Naturhistoriska riks-
museets (Stockholm) samlingar kan
man konstatera följande: upptäckts-
materialet bestod av petalit vars färg
varierar från lätt mjölkig, grå till mera
sällan rödaktig. Utseendet varierar
från relativt grovkristallin, spatig till
lätt fibrig (beroende på snitt).

Petaliten förekommer i en
granitpegmatitisk association som
domineras av kvarts, rödlätt kalifält-
spat, blekgryn spodumen, lilafärgad
litiumglimmer ("lepidolit") och blå,
litiumförande turmalin ("indigolit").
Likartat material har man fortfa-
rande i relativt modern tid kunnat se i
både fast klyft och i varp på Utö.

Pegmatiterna är nyckeln

Utös mineralogiska ryktbarhet beror
ur ett geologiskt perspektiv på före-
komsten av flera yngre gångar av
en ovanligt litiumrik typ av gång-
bergarten granitpegmatit (ofta kort
kallad litiumpegmatit), vilka över-
tvärrar de bandade järnmalmerna
och omkringliggande värdbergarter
på den norra delen av Utö. Hade
dessa pegmatitgångar inte förekom-
mit just här, där järnmalmerna då

Ovan: Mycket grovkristallin petalit från
Utö gruvor. Stuffens bredd är ca 16 cm
och man kan tydligt se den karaktäris-
tiska spaltningen, eller skivigheten hos
mineralet, liksom en svag rosa färgton.
Från Naturhistoriska riksmuseets samling
(NRM #LK3698).

råkade vara ekonomiskt brytbara,
hade upptäckten av både petalit och
litium nog gjorts någon annanstans
i världen.

Järnmalmerna på Utö har brutits
sedan åtminstone 1100-talet, förutom
under kortare perioder då man också
intresserade sig för de silverrika,
blyglansdominerade sulfidmalmer
som finns här och där i närheten av
järnmalmerna.

Två större pegmatitgångar blotta-
des under den tidiga gruvbrytningen
och kan fortfarande idag ses i de övre
torra delarna av Nyköpingsgruvan,
i Spensgruvan samt i någon mån i
Långgruvan. Eftersom man inte var
ute efter pegmatiterna utan järnmal-
men, hamnade med åren det mesta
av det brutna pegmatitmaterialet på
gruvornas varphögar. Detta har varit
till stor glädje för besökande mine-
raloger från sent 1700-tal till idag,
och det var alltså i detta material som
både de Andrada och Svedenstierna
gjorde sina fynd.



FOTO: KARIN HÖGDAHL.



FOTO: LARS STENDAL, BILDARKIV TEKNISKA MUSEET.

Ovan till vänster: Del av Nyköpingsgruvan (vy mot nordost) med dagens höga vattennivå. En del av den största litiumpegmatitgången syns som ett ljust bergparti i centrum av bilden, och motsvarar den som syns nedan och till höger om gruvbyggnaden i mitten av den undre bilden.

Nedan till vänster: Bild tagen 1892 mot norr över del av den största och djupaste gruvan på Utö – Nyköpingsgruvan. Den största litiumpegmatitgången ligger under byggnaden i mitten av bilden och utgör den ljusa massformiga bergarten, som dessutom försvinner ned under vattenytan längre till vänster i bilden vid trästegen. Längre till höger i bilden syns den enkla trälaven för uppföringen ur Stiernhielms schakt.

tävlingen Mineraljakten som organiserades av SGU. Här har man sedermera påvisat en ganska rikt litium-mineraliserad granitpegmatitgång, eller kluster av pegmatitgångar med associerade apliter, vilka förutom litium också innehåller viss halt av tantal. De viktiga malmmineralen i Bergby är, förutom spodumen, just petalit.

Litiumanrikade pegmatiter finns också i flera andra områden i Sverige. De rikaste obrutna gångarna finns i Västernorrland, och den mest kända, delvis brutna, är Varuträskpegmatiten i Västerbotten.

Vi firar litium 200 år!

Tvåhundraårsjubileet kommer att uppmärksammas av Svenska Mineralogiska Sällskapet (SMS), som också representerar Sverige och svensk mineralogi internationellt och utser medlemmar i exempelvis International Mineralogical Associations (IMA) kommissioner.

Ett tematiskt möte med föredrag kommer att hållas på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm i mitten av juni med påföljande exkursion till Utö. Petalitobservationer garanteras! ♦

Erik Jonsson är statsgeolog vid SGU och adjungerad professor i mineralogi vid Uppsala universitet. Jörgen Langhof är intendent vid Enheten för geovetenskaper vid Naturhistoriska riksmuseet, Stockholm.
erik.jonsson@sgu.se

Fler mineral från Utö

Många andra upptäckter har gjorts i materialet från Utös gruvor. Detta gör också Utö till en internationell typlokal för ytterligare mineral: litium-amfibolen holmquistit, tantalit-(Mn) (tidigare känt som manganotantalit), samt spodumen – en litiumpyroxen – som idag är det viktigaste malmmineralet för litium globalt sett.

Kombinationen av Utös vetenskapshistoriska betydelse, dess gruvhistoria och återstående stora potential för nya mineralupptäckter, tillsammans med dess välbevarade och välexponerade berggrundsgeologi gör ön till en egenartad skärgårdspärla bland geovetenskapliga besöksmål i Sverige.

Produktion av litium idag

Idag produceras merparten av världsmarknadens litium från saltsjöar

i Anderna, som Salar de Atacama och liknande förekomster i Chile, Argentina och Bolivia, samt från bergbrutna mineraliseringar, som granitpegmatiterna Greenbushes i Australien och Bikita i Zimbabwe. Planer finns också på att starta och expandera brytning i flera andra pegmatitrika länder, t.ex. Brasilien.

Liksom i fallen med många andra mer eller mindre kritiska metaller finns också produktion och stor utvecklingspotential i Kina. I Europa finns recent produktion från Portugal och Spanien (i apliter och pegmatiter) och potentiellt ekonomiska mineraliseringar till exempel i Österrike, Finland och Sverige.

Leading Edge Materials har ett pågående projekt i Bergby mellan Söderhamn och Gävle, som är baserat på ett fynd av ett mindre block med spodumen som 2007 gav pris i



Mikrodiamanter hjälper oss att förstå fjällkedjans utveckling

TEXT OCH BILD: IWONA KLONOWSKA

Diamanter förekommer vanligen i karaktäristiska bergarter som kimberlit och lamproit. Dessa diamanter har bildats på stort djup i jordens mantel och har nått jordens yta genom vulkaniska processer. Det är från sådana vulkaniska bergarter, eller vittringsprodukterna från dem, som de flesta kommersiella diamanterna utvinns. Men diamanter kan också bildas genom platttektoniska processer då kontinental jordskorpa pressas ned mycket djupt. Sådana diamanter kan hjälpa oss att förstå hur bergskedjor bildas.

Mikrometerstora diamanter hittades i de svenska kaledoniderna år 2014 av en internationell forskargrupp ledd av Jarosław Majka från Uppsala universitet. Trots att diamanterna

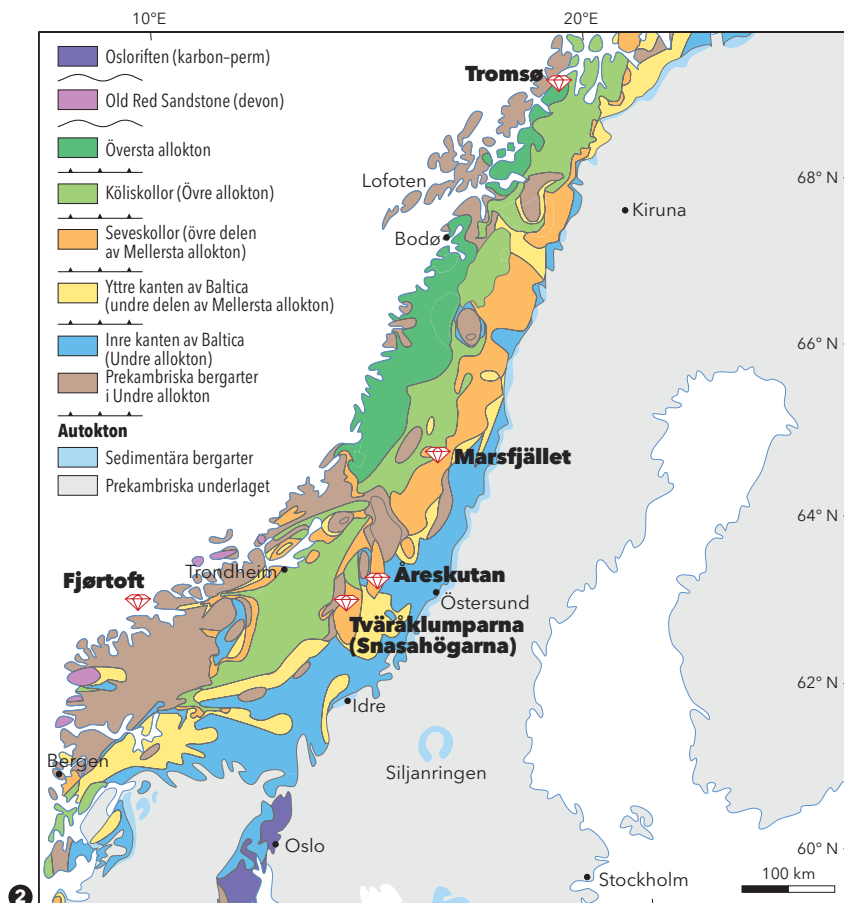
som hittats i bergarter i västra Jämtland och södra Västerbotten är helt olämpliga för både kommersiell och industriell användning, är de mycket viktiga för att förstå områdets platt-

tektoniska utveckling och de processer som pågår djupt ner i manteln.

Bergarterna i vilka man hittade diamanter i de svenska kaledoniderna är gnejser som subducerades till stort

Bild 1: Snasahögarna i Jämtland med Tväråklumparna till vänster i bild. Där hittade man mikrodiamanter i bergarter som tillhör Seveskollorna.

Bild 2: Den förenklade tektonostratigrafiska kartan över kaledoniderna i Skandinavien visar var man har hittat diamanter som tyder på ultrahögtrycksmetamorfos (röda diamanterymboler).



manteldjup för omkring 455 miljoner år sedan. Genom att studera dessa bergarter i den gamla kaledonska bergskedjan i Skandinavien kan man också bättre förstå de processer som fortfarande bildar den unga bergskedjan Himalaya. Hur ser då diamanterna ut och hur kan vi använda oss av dem för att tolka de geologiska processerna?

Diamanter som indikatormineral

Inom området metamorf petrologi är förekomsten av diamanter i en bergart värdefull för att dechiffrera de tryck- och temperaturförhållanden som rådde när bergarten deformades och omvandlades.

Själva förekomsten av mikrodiamanter i metamorfa bergarter visar att en bit av den kontinental jordskorpan (som vanligtvis flyter ovanpå manteln) här har upplevt subduktion i samband med en plattkollision ända ner till ett djup som överstiger 120 km, där förhållandena är sådana att diamanter är stabila.

Upptäckten av mikrodiamanter och coesit (en högtrycksvariant av kiseldioxid) i kontinental bergarter har gett en ny förståelse av djupa subduktionsprocesser och insikten att även kontinental material kan omformas djupt i jordens inre.

Så var hittar vi då bergarter som utsatts för ultrahögtrycksmetamorfos? Det finns idag fler än tjugo områden i världen där man säkert identifierat diamanter eller coesit i vad som otvetydigt är metamorfoserad kontinental jordskorpa, bl.a. i italienska alperna, i Qinling i Kina, i Kokchetavmassivet i Kazakstan och i Rhodopemassivet i Grekland. Och nu också i de svenska kaledoniderna (bild 2).

De allra första mikrodiamanterna i de skandinaviska kaledoniderna upptäcktes redan 1995 av Larissa Dobrzhenetskaya i gnejser från den lilla ön Fjærtoft, som ligger inom Västra gnejsregionen i Undre allokton i Norge. Dessa diamanter hittades dock endast i krossade och siktade

DIAMANTER

Diamant är en variant av kol som bildas vid mycket höga tryck och höga temperaturer. I diamanter är varje kolatom bunden till fyra andra kolatomer i en styv tetraeder, vilket resulterar i en kubisk symmetri. Diamanter kan bildas i olika geologiska miljöer:

1. Djupt i manteln (på djup större än 150 km) varifrån diamanterna transporteras upp mot ytan i fragment i vulkanrör (kimberlitter). De flesta diamanter som bryts har bildats på det här sättet.
2. På stort djup i manteln kopplat till orogena bälten. Dessa diamanter bildas i subduktionszoner vid konvergerande plattgränser där kontinentalskorpan böjer sig ner under en annan platta och dras ned i manteln. De bergarter som innehåller dessa diamanter är av sedimentärt ursprung och de transporteras senare tillbaka mot ytan genom olika tektoniska processer.
3. I impactstrukturer som resultat av ett meteoritnedslag. Sådana diamanter är väldigt sällsynta och inte så betydande för diamanterbrytning.

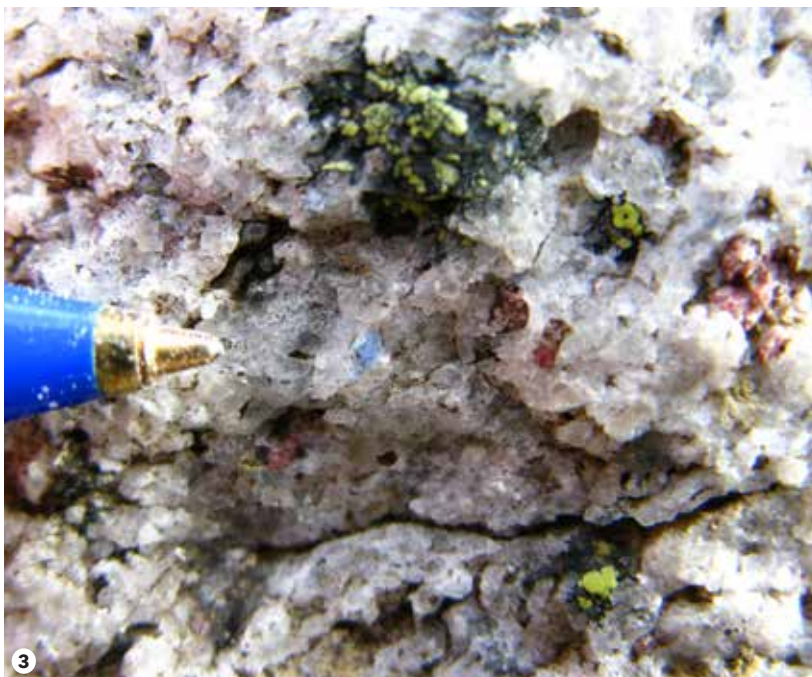


Bild 3: I gnejsen från Åreskutan som innehåller diamanter finns också granat (det rosa mineralet) och kyanit (det blå mineralet). I övrigt består bergarten främst av sillimanit, biotit, kvarts, vit glimmer och fältspat.

De metamorfa diamanter man hittar i dessa bergarter är inte direkt av någon ädelstenskvalitet utan har snarare skelettliknande former eller kuber, sfärer eller små blobbar. Kristallerna är vanligtvis mindre än 10 mikrometer i diameter.

Mikrodiamanter hittades i två gnejsprover från Snasahögarna, två från Åreskutan och ett prov från Marsfjället nära Saxnäs i södra Västerbotten. Diamanternas förekommer främst som inneslutningar i granat och är då 1–7 mikrometer stora. Framför allt är diamanterna koncentrerade till granaternas inre delar (bild 4A–B).

I optiskt mikroskop är diamanterna färglösa till svagt brunaktiga och från helt genomskinliga till nästan opaka. Detaljerade undersökningar av diamanterna med hjälp av fältemmissionsmikroskop visar att diamanterna ligger i direkt kontakt med granaten. Ramanspektroskopi användes för att identifiera diamanterna i tunnslipen. Sammanlagt hittades 25 mikrodiamanter i gnejser från de tre platserna.

Provrvalet är nyckeln

Hur lätt är det då att hitta sådana här diamanter? Nyckeln är vilka prover man väljer redan i fält. Mina tidigare studier av prover från Åreskutanområdet visade att gnejserna därifrån har utsatts för mycket höga tryck- och temperaturförhållanden i samband med metamorfosen. Undersökningarna i fält fokuserade därför på de glimmerrika gnejser som också innehåller granat och kyanit.

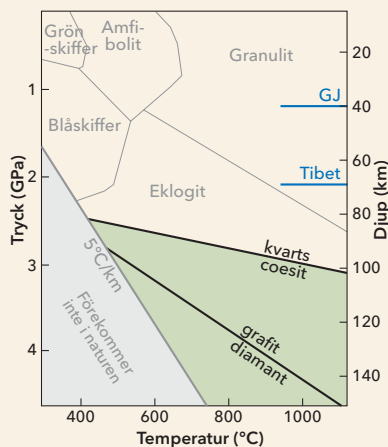
Ultrahögtrycksmetamorfos kan upptäckas inte bara genom närvaron av indexmineral utan också genom att beräknade tryck och temperaturer faller inom de förhållanden då coesit är stabilt. Man kan dessutom få indikationer på fasövergångar genom att studera texturerna i mineralen.

ULTRAHÖGTRYCKSMETAMORFOS

Ultrahögtrycksmetamorfos (UHPM) definieras som metamorfos av kontinental bergarter vid tryck som är så höga att vanlig kvarts inte längre är stabil. Kvartsen har vid dessa förhållanden övergått till coesit, som är en högtryckspolymorf av kiseldioxid. Coesit är tätare än kvarts och är det huvudsakliga indexmineralet för ultrahögtrycksmetamorfos.

Diagrammet visar tryck- och temperaturförhållanden för olika typer av metamorfos. Det är det gröna området som motsvarar ultrahögtrycksmetamorfos och man ser att vid dessa tryck- och temperaturförhållanden sker också övergången mellan grafit och diamant. Diamant är därför också ett indexmineral för ultrahögtrycksmetamorfos.

Det grå området markerar förhållanden som man normalt inte hittar på jorden. Medeltjockleken på jordskorpan (GJ) liksom tjockleken på den tibetanska skorpan är också markerade i diagrammet.

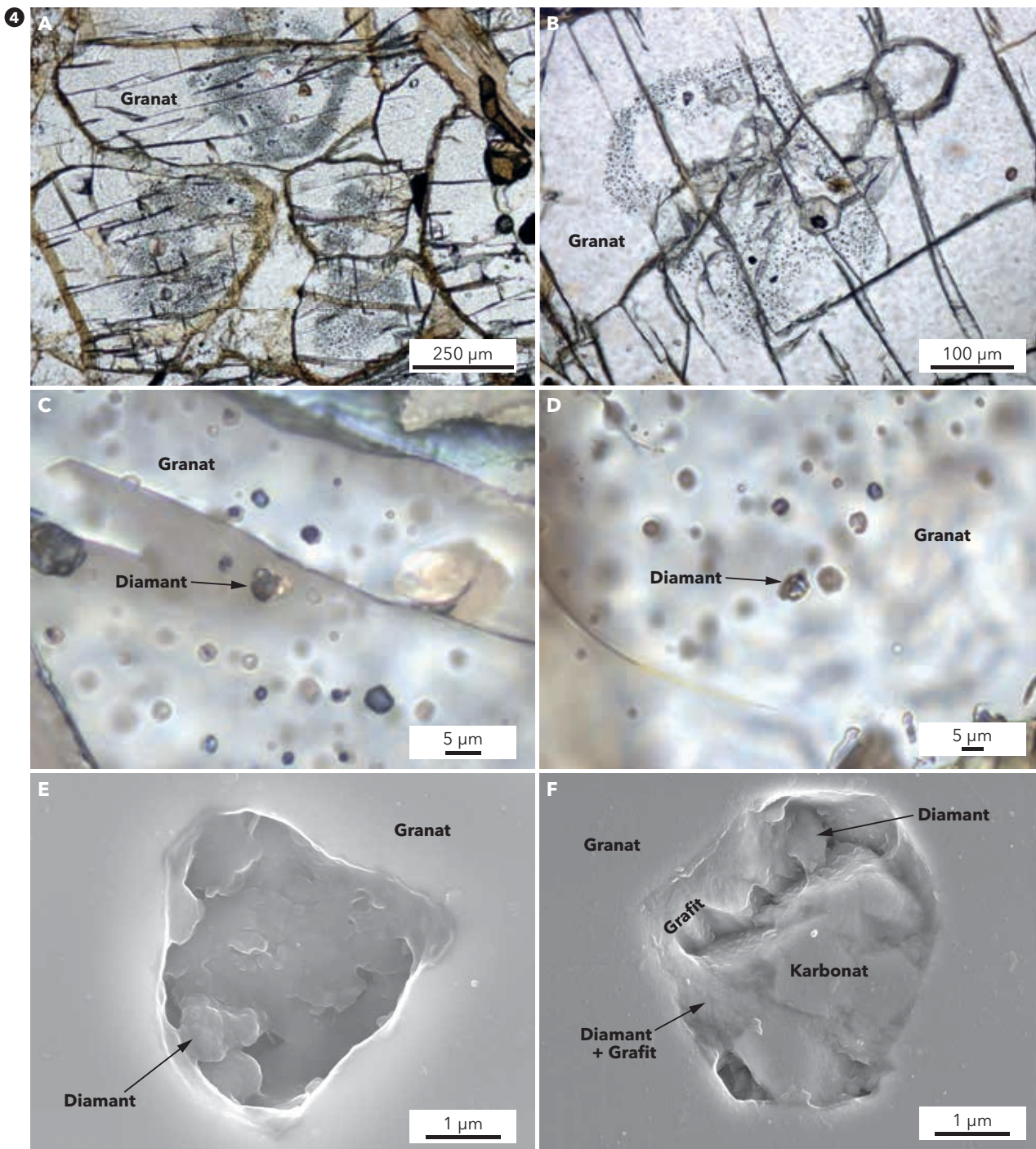


bergartsprover. Därefter identifierades diamanter som inneslutningar i granat i gnejser från Tønsvika nära Tromsø i norra Norge.

I Seveskollorna i Sverige identifierades diamanter först i prover från Tväråklumparna i Snasahögarna år 2014 och senare 50 km längre mot nordost vid Åreskutan, båda i Jämtland. Så nästa gång du vandrar, cyklar eller åker skidor i Åre så gör du faktiskt det på diamantbärande bergarter!

Bergarterna som innehåller diamanter

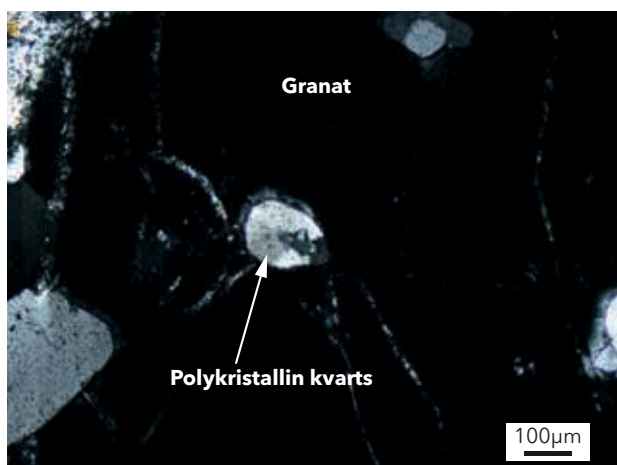
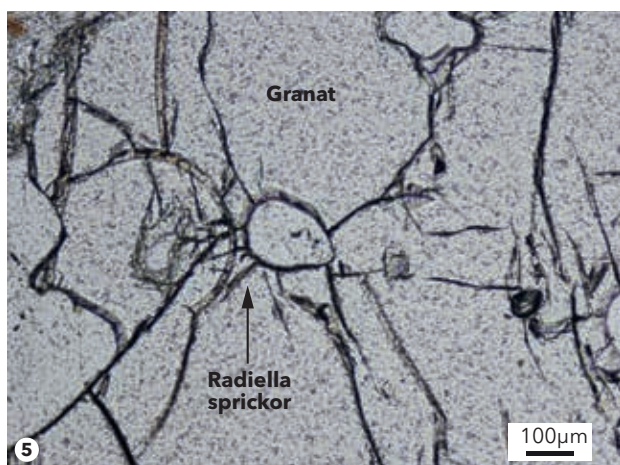
I Seveskollornas bergarter sitter diamanterna i finkorniga till medelkorniga gnejser som till största delen består av granat, sillimanit, biotit, vit glimmer, kvarts, plagioklas och kalifältspat (bild 3). I mindre mängd förekommer också kyanit, spinell, rutil och ilmenit samt sparsamt med zirkon, monazit, titanit, apatit, karbonater, grafit och diamant. Dessa gnejser har ett sedimentärt ursprung



Ett bra exempel är övergången mellan coesit och kvarts. I de fall som kvarts ligger som inneslutning i ett hårdare värdmineral, t.ex. granat, ledde övergången från coesit (vilket var vad som fanns där när granaten bildades) till kvarts att radiella sprickor bildades i granaten runt kvartskornet (bild 5).

I mina studier som ledde till upptäckten av de diamantbärande gnejserna fokuserade jag på en noggrann sökning efter indikatorer på ultrahögtrycksmetamorfos med hjälp av petrografiska observationer av mineral som kyanit, fengit (en typ av glimmer) och deras pseudomorfer, mikro-Ramanspektroskopi

Bild 4: A–B. De grumliga, småprickiga partierna i granaten visar hur mikroinneslutningar av bl.a. diamant ser ut i optiskt mikroskop. C–D. Mikrodiamanter som inneslutningar i granat. I D pekar pilen på ett korn där diamant förekommer tillsammans med grafit och karbonat. E–F. Närbilder i svepelektronmikroskop på samma mikrodiamantkorn som i bilderna C respektive D.



VARIFRÅN KOMMER KOLET?

Även om grafit observerats i de diamantbärande gnejserna från Åreskutan anses denna inte vara källan till diamanterna.

Den allmänna uppfattningen är idag att diamanter kristalliserar från en superkritisk vätska eller smälta av kol, syre och väte. Detta stöds inte bara av observationer av vätskeinneslutningar i diamanter, förekomsten av diamantförande vätskor, och inneslutningar med flera faser, utan också av experiment.

Bland mikroinneslutningarna i de diamantbärande granaterna från Åreskutangnejserna har både koldioxid och metan hittats. Men ingen diamant har observerats direkt i vätskeinhållande inneslutningar, som man har gjort t.ex. i västra Alperna och Rhodope.

Ytterligare forskning behövs för att få entydiga bevis på varifrån kolet i Seve-diamanterna kommer.

kombinerat med modellering av fasjämvikter.

Ett tidskrävande letande

Mikro-Ramanspektroskopi är en mycket snabb och icke-förstörande metod som gör det möjligt att identifiera olika mineral och, ännu viktigare, också olika mineralpolymorfer, dvs. mineral som har samma kemiska sammansättning men olika kristallstruktur. I min studie var det nämligen avgörande att kunna skilja mellan diamant och grafit, men också att kunna avgöra om kiseldioxidfasen utgjordes av coesit eller kvarts.

De prover som valdes ut efter studierna med optisk mikroskopi var sådana där granaterna innehöll hundratals eller till och med tusentals inneslutningar i en enda granatkristall (bild 4). Dessa prover analyserades därefter med mikro-Ramanspektroskopi för att kunna identifiera inneslutningarna.

Naturligtvis tar det väldigt lång tid att analysera varje inneslutning en efter en. Optiskt är mikroinneslutningarna väldigt lika varandra. I bild 4C–D kan man i mitten av bilderna se den identifierade diamanten, men bara några mikrometer bort består de mörka fläckarna av bl.a. oordnad grafit, kvarts, karbonater, koldioxid, metan och rutil. I vissa fall består inneslutningarna i granaten av flera olika faser. Ett exempel på detta visas i bild 4F där inneslutningen består av diamant, grafit och karbonat.

Efter många timmars prickskytte på pyttesmå inneslutningar med Ramanlasern är forskarens lycka total när man äntligen hittar den karaktäristiska signalen från diamant – en Ramantopp vid ca 1333 cm⁻¹.

Vad betyder diamanterna då?

Förekomsten av diamanter ger oss alltså informationen att gnejserna från Snasahögarna, Åreskutan och Marsfjället har upplevt metamorfos under så höga tryck att diamant kunnat bildas. Men stabilitetsfältet för diamant är ganska brett och för att få mer precis information om exakt vilka tryck och temperaturer som var

Bild 5: Inneslutningar av polykristallin kvarts i granat från Åreskutangnejs. Radiella sprickor har bildats i granaten runt kvartskorent. Bilden är tagen i optiskt mikroskop, t.v. i planpolariserat ljus, t.h. korspolariserat ljus.

rådande vid metamorfosen utfördes en termodynamisk modellering.

Termodynamisk modellering gör det möjligt att kvantifiera de förändringar i tryck och temperatur som bergarterna utsatts för. Beräkningarna bygger på bergartens kemiska sammansättning och att de mineral som ingår i bergarten är i kemisk jämvikt med varandra.

När denna metod tillämpas på Åreskutans diamantbärande gnejser visar resultaten att gnejserna var stabila vid tryck på 4,1–4,2 GPa och temperaturer på 830–840 °C. Detta motsvarar också tryck och temperaturer vid vilka diamant är stabil.

Då bergarterna senare lyftes upp mot ytan smälte de partiellt på grund av att trycket minskade och på att hydrerade mineral (som innehåller vatten i strukturen, i detta fall fengit) bröts ned. Bergarterna migmatiserades. När man använder termodynamisk modellering för att beräkna de förhållanden som rådde då bergarterna migmatiserades får man tryck på 1,0–1,1 GPa och temperaturer på 850–860 °C. Detta motsvarar granulitfaciesförhållanden.

När hände allt detta?

För att förstå vad diamanterna säger om områdets tektoniska utveckling

behövs ytterligare ledtrådar, nämligen vid vilka tidpunkter som bergarterna deformerats och metamorfoserats efter avsättning. En hel del sådan information fanns redan tillgänglig.

Åreskutans gnejser och migmatiter studerades med olika geokronologiska metoder, bl.a. U-Pb-metoden på zirkon och titanit, redan på 1980- och 1990-talen. De åldrar man fick från dessa studier visade på tidig silurisk ålder, ca 440 miljoner år, och att detta var tidpunkten för migmatiseringen och metamorfosens högsta temperatur.

En mer detaljerad historia presenterades av Majka m.fl. år 2012 med hjälp av Th-U-Pb-datering av monazit. Resultat från dessa studier visade att de äldsta monaziterna bildades för omkring 455 miljoner år sedan, och att detta troligen sammanföll med det högsta trycket för metamorfosen.

Detta följdes av kraftig monazit-tillväxt då uppsmält material kristalliserade för 439–438 miljoner år sedan. Detta visar att bergarterna från Åreskutan och Snasahögarna under den här perioden började

transporteras uppåt mot ytligare delar av jordskorpan.

Åldersbestämningar av monazit från en kraftigt skjuvad migmatit som hämtats från basen av skollan som Åreskutan ligger i gav en ålder av 424 miljoner år. Denna ålder tolkas som den tid då överskjutningen skedde.

Diamanterna berättar om vad som hänt

Om man kombinerar all information om tryck och temperaturer med tidpunkterna för de olika metamorfa stegen kan man rekonstruera vad som har hänt med bergarterna och förbättra den förståelse av områdets plattektoniska utveckling som beskrevs och etablerades redan under 1970- och 1980-talen.

Bergarters metamorfa utveckling illustreras ofta i ett tryck-temperatur-tid-diagram (bild 7). Här kombineras den bilden också med en schematisk skiss som visar en möjlig plattektonisk utveckling.

Redan innan studien började visste vi att bergarterna i området

avsattes som sediment någon gång under neoproterozoikum i kanten av kontinenten Baltica. Denna kontinent kolliderade under ordovicium med en vulkanisk öbåge och sedan så småningom med en annan kontinent, Laurentia, och den kaledoniska bergskedjan bildades. Kollisionen orsakade stora överskjutningar, skolor, som transporterade berget långa sträckor och bergarterna blev också kraftigt metamorfoserade under höga tryck. Men hur såg detaljerna ut?

För att förklara vad som hänt med området har jag föreslagit att kollisionen av kontinenten Baltica med öbågen orsakade ultrahögtrycks-metamorfosen och bildningen av diamanter. I bild 7 visar punkten 1 det

Bild 6: Nästa gång du befinner dig på Åreskutan på sommaren – glöm inte att titta ner på vad du går på. De vita ränderna är omkristalliserade mineral efter en uppsmältning medan de mörkare mineralen har lyckats överleva uppsmältningen. Dina fötter står på migmatiter som har gjort en väldigt lång resa från mer än 100 km ner och tillbaka upp till ytan.



7

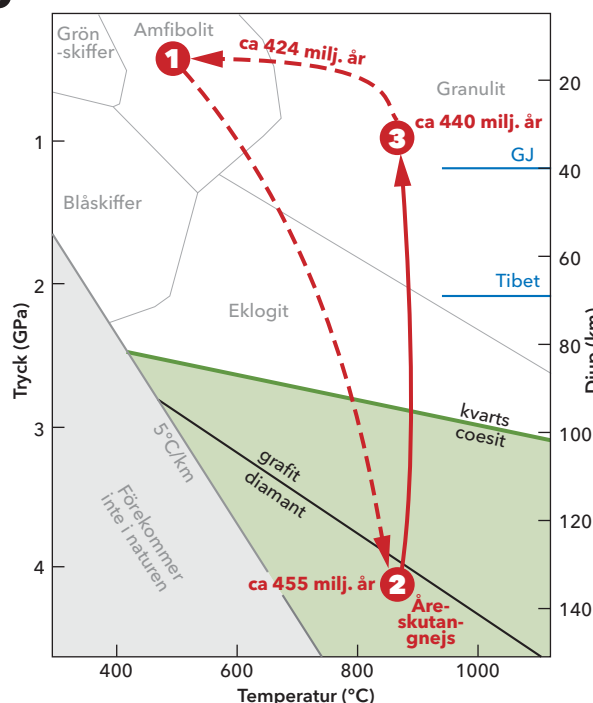


Bild 7: Tryck-temperatur-tid-diagrammet till vänster illustrerar hur Åreskutans gnejser rört sig i jordskorpan över tiden. Till höger visas en skiss över hur plattetektoniken kan ha fungerat under samma process. Utförligare beskrivning av bilden finns i texten.

läge bergarterna låg i innan kollisionen med öbågen. Bergarterna transporterades sedan ned i manteln mot punkten 2 i bild 7.

När berget pressas nedåt ändrar atomerna i mineralen läge på grund av det ökade trycket och den ökade temperaturen. Nya mineral kristalliserar och till exempel kvarts byter struktur till coesit. Man passerar då den gröna linjen i bild 7 in i det gröna området.

Densiteten ökar och det gör det också lättare för blocket med kontinentaliskorpa att sjunka. Det är också nu som diamanterna bildas vid ett djup på minst 120 km. De åldersbestämningar som finns visar att det här hände för 455 miljoner år sedan.

De djupt nedpressade bergarterna återvände därefter till ytligare nivåer (mot punkt 3 i bild 7). Detta kunde möjligen ske till följd av tryckreduk-

tion, en typ av baksug, som uppstod då en del av Iapetusplattan, mellan den vulkaniska öbågen och subduktionszonen, bröts av och sjönk som ett litosfärblock (nere till höger i bild 7). På detta sätt frigjordes ett utrymme (vid A i bild 7) där undertryck uppstod.

Tryckreduktionen tillsammans med den positiva bärkraften hos den ändå relativt lätta kontinentaliskorpan transporterade sedan de djupt begravnade bergarterna tillsammans med mantelbergarter närmare jordens yta. En liknande extraktionsmodell har presenterats även för andra bergskedjor.

Även om den tektoniska modell som jag föreslår kan förklara hur de studerade Sevebergarterna kunnat metamorfoseras under ultrahögt tryck och sedan komma tillbaka mot jordytan så är modellen fortfarande hypotetisk. Numerisk modellering kan användas i framtiden för att testa modellen. ♦

Läs mer

Bukala, M., Klonowska, I., Barnes, C., Majka, J., Kościńska, K., Janák, M., Fassmer, K., Broman, C., Luptáková, J. 2018. UHP metamorphism recorded by

phengite eclogite from the Caledonides of northern Sweden: P-T path and tectonic implications. 10.1111/jmg.12306.

Klonowska, I. 2017. Deep subduction of the Seve Nappe Complex in the Scandinavian Caledonides. Digital Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 1595, 65 s.

Klonowska, I., Janák, M., Majka, J., Petřík, I., Froitzheim, N., Gee, D.G. & Sasinková, V. 2017. Microdiamond on Åreskutan confirms regional UHP metamorphism in the Seve Nappe Complex of the Scandinavian Caledonides. *Journal of Metamorphic Geology* 35, 541–564.

Majka, J., Rosén, Å., Janák, M., Froitzheim, N., Klonowska, I., Manecki, M., Sasinková, V. & Yoshida, K. 2014. Microdiamond discovered in the Seve Nappe (Scandinavian Caledonides) and its exhumation by the “vacuum-cleaner” mechanism. *Geology* 42, 1107–1110, doi:10.1130/G36108.1.



Iwona Klonowska, Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, disputerade i december 2017. iwona.klonowska@geo.uu.se



Temamöte i Uppsala om kritiska metaller och mineral lockade många intresserade

TEXT OCH BILD: ERIK JONSSON

I ett samarrangemang mellan Svenska mineralogiska sällskapet (SMS), Sveriges geologiska undersökning (SGU) och Uppsala universitets Institution för geovetenskaper anordnades en heldag med tematiska seminarier om de idag alltmer omtalade och efterfrågade s.k. kritiska metallerna och mineralen i Uppsala i december 2017.

Fysisk värd för seminariedagen var SGU, och uppemot 50–60 personer från såväl akademien och industrin som intresserad allmänhet deltog under dagen. Dessutom följdes de live-filmade seminarierna av många åhörare över webben.

Seminarierna började med att svara på frågan vilka de ”kritiska” metallerna och mineralen är och varför de kallas ”kritiska”. Man gavs också inblickar i ett europeiskt perspektiv på dessa råvaror.

Fokus kom därefter att riktas mot potentialen för kritiska metaller och mineral i Sverige. Exempel var bland annat förekomster av sällsynta jordartsmetaller (REE), grafit, indium, wolfram och beryllium. Dessutom berör-

des metodik för att karaktärisera deras uppträdande, och insatser som gjorts för att belysa sekundära förekomster i gruvavfall.

Föredragshållarna kom från SGU, Uppsala universitet, Naturhistoriska riksmuseet, Göteborgs universitet, Luleå tekniska universitet, Helsingfors universitet och Leading Edge Materials.

Med ett så lyckat möte kommer vi att se över om denna tematiska seminariedag kan upprepas, och då kanske med ett ännu lite bredare anslag mot kritiska råmaterial. ♦

Bilden ovan visar ett exempel på en av de mineraliseringstyper som presenterades under temamötet. Det var Stefan Andersson från Helsingfors universitet som berättade om hydrotermala gångar med REE-förande fluorapatit (mattvita kristallfragment) och REE-fosfatmineralet xenotim-(Y) som rödbruna aggregat, i en grundmassa rik på biotit och magnetit. Fast klyft i Olserum, Småland. Foto: Erik Jonsson.



Livet återvänder till vulkanen Mount Saint Helens

TEXT OCH BILD: ERIK STURKELL

I samband med en vulkanologisk konferens i Portland i USA hade jag förmånen att få delta i en exkursion till Mount St Helens som inkluderade en 8 km lång vandring i området. Exkursionen leddes av geologer och geofysiker från Cascades Volcano Observatory som tillhör USGS. Texten om vulkanen bygger på material från USGS och information i exkursionsguiden.

Vulkanen Mount St Helens ligger i en subduktionsmiljö där Juan de Fuca-plattan försvinner ner under den amerikanska plattan med en relativ hastighet på 4 cm per år. Juan de Fuca-plattan var tidigare en del av den oceaniska Farallon-plattan. Den vulkaniska aktiviteten längs den amerikanska västkusten kan spåras tillbaka till den senare delen av tidsperioden eocen.

Mount St Helens har de senaste fyra tusen åren varit den mest aktiva av de sexton vulkaner som ligger i den amerikanska delen av Kaskadbergen, men vulkanens historia

sträcker sig ännu längre tillbaka. Det finns belägg för att den varit aktiv i minst 300 000 år.

Förspelet – något börjar hända

Fram till våren 1980, då små svärmar av jordskalv uppmättes, hade Mount St Helens varit vilande i 123 år. De första jordskalven registrerades mellan den 16 och 20 mars men efter några dagars lugn tilltog aktiviteten.

Från och med mars och fram till den 18 maj svällde bergets norra sida upp med en hastighet av 1,5 m per dag. Detta orsakades av den dacitiska kryptodom som växte inuti vulkanen.

I och med den aktivitet som vulkanen visade började USGS (USA:s geologiska undersökning) att noggrant följa dess förehavanden. Flera seismiska stationer installerades och man började utföra avståndsmätningar med laser mot speglar placerade på berget för att följa markens rörelser.

Det monumentala utbrottet

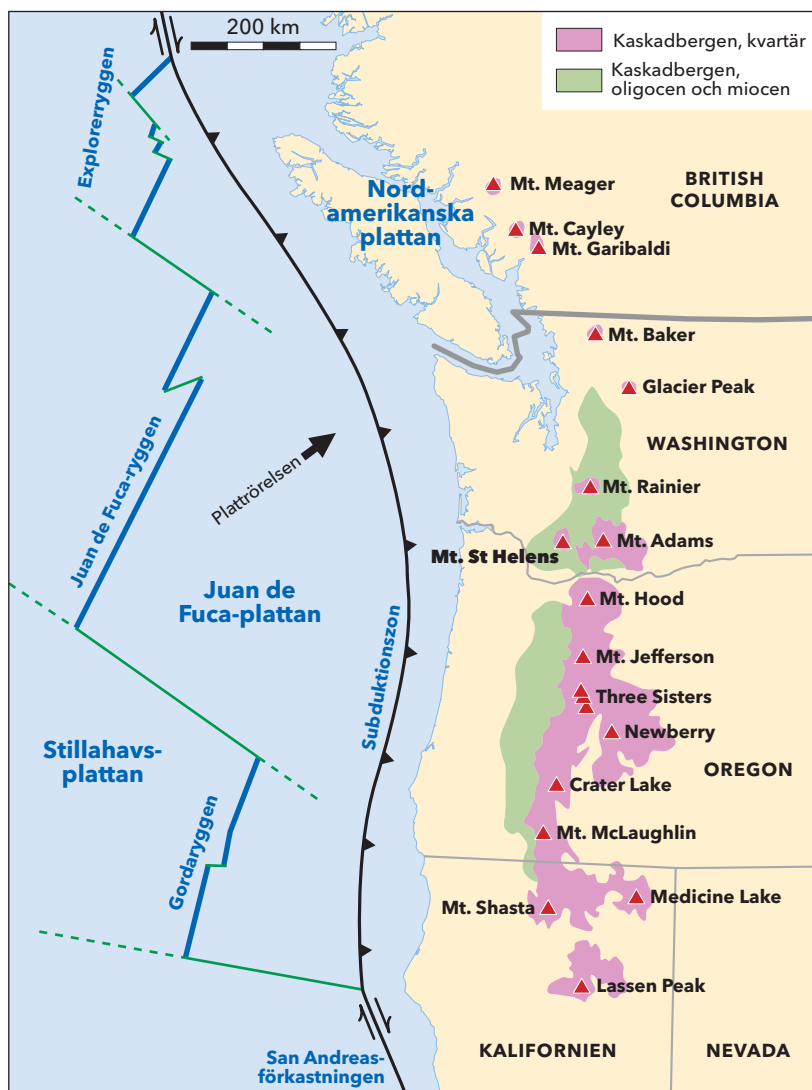
På morgonen (8:32 PDT) den 18 maj 1980 sammanföll ett jordskalv med magnituden 5,2 med ett gigantiskt skred som tog bort den uppsvällda norra sidan av vulkanen. Tre separata skred (I–III) utlöstes, där skred

Till vänster: På nordsidan av Mount St Helens bildades en gigantisk amfiteaterformad krater på grund av utbrottet den 18 maj 1980. Vulkansidan kollapsade och den dacitiska domen blottades. I kratern finns idag de dacitdomer som bildades 1981–1986 och 2004–2008. En nybildad glaciär omsluter domerna. Notera flygplanet som passerar på ungefär 10 000 m höjd över vulkanen och betänk att eruptionsmolnet nådde upp till 30 000 m.

Till höger: San Andreasförkastning slutar norrut i en trippelpunkt där den amerikanska plattan, Stilla-havsplattan och Juan de Fuca-plattan möts. Längs subduktionszonen ligger bergskedjan Kaskadbergen där det i USA finns sexton stora strato-vulkaner. Raden av vulkaner fortsätter norrut in i Kanada.

EN FILMKOPPLING

I slutscenen av filmen Apornas planet: Striden (War for the Planet of the Apes) kommer Mount St Helens i bild. Den exodus som aporna gör från Kaliforniens nordkust, via en lång omväg in i landet och genom öknar, går till Spiritsjön vid vulkanen Mount St Helens.



I följdes direkt av skred II och något senare av skred III (se bildsekvensen på nästa sida). Strax efter skred II skedde en horisontellt riktad explosion och en kort stund därefter bildades ett stort eruptionsmoln.

Utbrottet i maj 1980 var inte helt oväntat. Däremot var förloppet en total överraskning, t.ex. att hela nordsidan av vulkanen rasade ner med stora massflöden som resultat. För en detaljerad beskrivning av hela utbrottsförloppet rekommenderas ett besök på USGS:s fantastiska webbplats.

Den horisontellt riktade explosion som uppstod strax efter det andra skredet orsakades av att den dacitiska domen blev blottad mot norr. Explosionsfronten svepte fram med en has-

tighet av upp till 1100 km per timme och körde om skredet som störtade nerför berget. Den horisontella explosionen ödelade ett 600 kvadratkilometer stort solfjäderformat område norr om vulkanen.

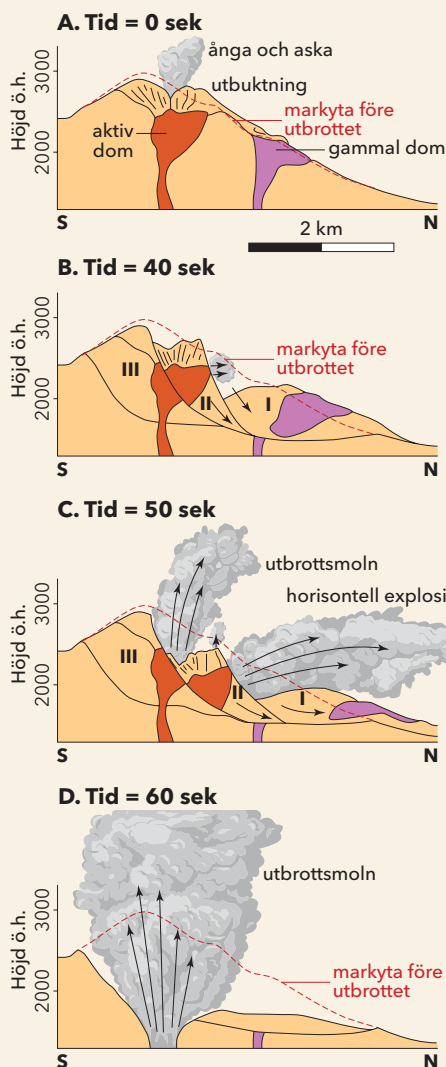
Det område som påverkades av utbrottet delas in i en inre zon, som sträcker sig 10 km från vulkanen, en mellanzon som når ut till maximalt 30 km, och en yttersta zon. I den inre zonen lämnade explosionen inte ett enda träd kvar och här hade topografin ingen betydelse. Inom mellanzonen fälldes alla träd till marken men topografin kanaliserade till viss del explosionens utbredning. Träden låg snyggt fällda i utbredningsriktningen likt slagna av en lie. I den yttersta zonen stod stammarna av helt

avskalade, blästrade träd kvar. Denna zon kallas *standing-dead*-zonen.

Explosivitet, pyroklastiska flöden och laharer

Hela området täcktes av material från den exploderade dacitdomen. Massflödet (se kartan på s. 23) som gick ner längs den norra armen av Toutle River lämnade efter sig upp till 200 m tjocka avlagringar. Dessa dämde upp två sidodalar där två nya sjöar bildades: i norr Coldwatersjön och i söder Castlesjön. Den totala volymen av massflödet var 2,5 kubikkilometer och man har uppskattat att dess hastighet nådde 175–250 km i timmen längs sluttningen.

Direkt efter den första horisontellt riktade explosionen så riktades explosiviteten i stället uppåt. Utbrottet



Skredförloppet under första minuten

Bilderna visar en profil genom vulkanen från söder mot norr, med den ursprungliga markytan markerad med en röd streckad linje.

A. Strax innan jordskalvet och skredet växer den dacitiska domen och skapar en utbuktning i bergets sida. Domen växer med 2,3 miljoner kubikmeter per dag och marken lyfts med 1,5 meter per dag. Aska och ånga kommer upp ur kratern.

B. Ett jordskalv med magnituden 5,4 inträffar och den norra slutningen kollapsar. Efter 40 sekunder har det första skredpaketet (I) kommit en bra bit nerför slutningen. Det andra skredpaket (II) har börjat sin färd utför. De första delarna av den dacitiska domen har blottlagts.

C. Efter ytterligare 10 sekunder har skredpaketen I och II kommit längre ner och domen är helt blottlagd. En kraftig horisontellt riktad explosion i kör om skreden I och II. Domen blottläggs även uppåt och ett eruptionsmoln börjar växa till.

D. Alla tre skreden har lämnat vulkanen och nu rör sig massflöden över (den blivande) Johnstonryggen. Dessa dämmer upp Spiritsjön och rör sig längs den norra armen av Toutlefloden. Eruptionsmolnet växer snabbt och når 10 000 meters höjd. Bilden är omritad efter en förlaga från USGS Professional Paper 1250.

återfanns aldrig. En av dessa var David Johnston som arbetade för USGS och som just hade avslutat en lasermätning av den växande bölden på vulkanen vid observationspunkten "Cold-water II". Han befann sig 10 km från vulkanen i rätt linje för den horisontella explosionen på en öst-västlig rygг som nu bär hans namn. Hans sista ord var "Vancouver! Vancouver! This is it". Det Vancouver han avsåg ligger i sydvästra delen av delstaten Washington och där har USGS ett kontor.

Spiritsjön

När utbrottet inträffade den 18 maj låg Spiritsjön i huvudriktningen för allt: explosionen, massflödet och de pyroklastiska flödena. Dessa fyllde den gamla sjön och skapade en 200 meter hög barriär på den plats där ett antal sommarstugor låg längs stranden. Efter utbrottet låg sjöstranden 70 meter högre än tidigare.

Den "nya" Spiritsjön var fylld med tefra och timmer, och den var en tuff miljö för allt levande. Med tiden återhämtade sig dock sjön och livet började återvända. Ett av syftena med att bilda nationalparken Mount St Helens var att livet på ett naturligt sätt och i sin egen takt skulle återta de områden som hade ödelagts.

Men när Spiritsjön så småningom återhämtade sig planterade folk i lönnod om fisk, vilket har förstört för forskarna. Dock finns det ett större problem: sjön saknar utlopp så med tiden kommer vattnet att hitta en väg genom barriären. För att undvika ett okontrollerat utlopp beslöt man att göra en tunnel genom Harrys Ridge (döpt efter Harry Truman) och den blev klar 1985.

Fortsatt oro i vulkanen

Efter att det monumentala utbrottet i maj 1980 var över fortsatte Mount St Helens att vara aktiv. Mellan 1981 och 1986 bildades flera lavadomer och flera av dessa uppbyggnadsepisoder slutade med mindre lavaflöden.

I september 2004 vaknade vulkanen plötsligt igen. Ur marken trycktes då stora taggar av fast lava upp, och under de kommande tre åren bildade lavatagg efter lavatagg tillsammans en ny dom som reste sig 460 m över vulkankraterns botten.

den 18 maj klassades som en femma på vulkanexplosivitetsskalan som går från 0 till 8, så det var ett monumentalt explosivt utbrott. Eruptionsmolnet steg snabbt till 30 000 m höjd.

De stora pyroklastiska flödena började vid tolvtiden den första dagen och pågick under hela eftermiddagen. Minst 17 separata pyroklastiska flöden inträffade den 18 maj och dessa hade en sammanlagd volym av omkring 0,2 kubikkilometer.

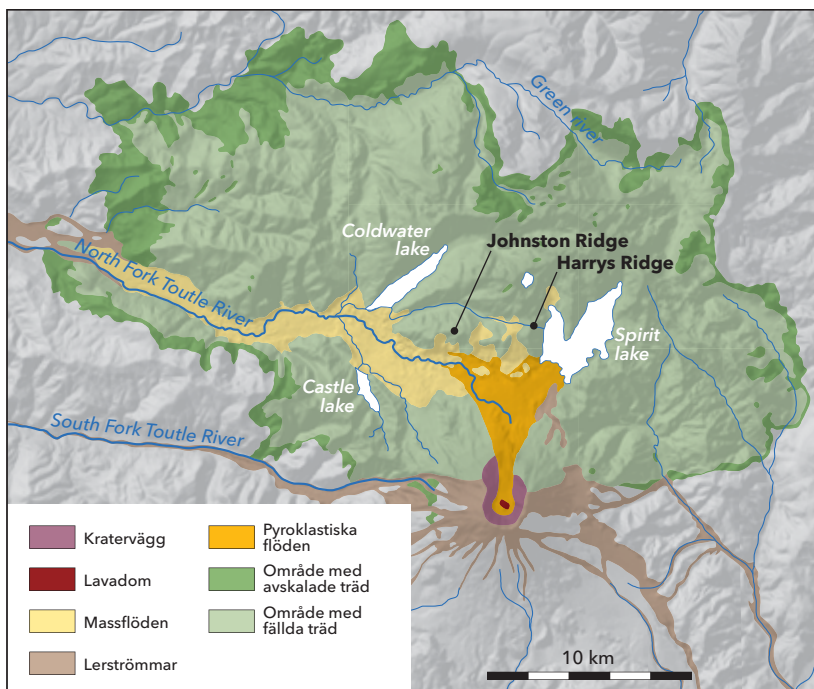
Den största och mest uthålliga lerfloden (laharen) följde den norra armen av Toutle River. Denna lerflod pågick i timmar och flödade över tidigare massflödesavlagringar och nådde hela vägen ner till Columbiafloden 120 km bort.

Utbrottet krävde 57 liv

Risken runt vulkanen höjdes tidigt på grund av jordskalvsaktiviteten och efter ångexplosionerna den 27 mars spärrades området av. Det var då huvudvägen in i området som stängdes av myndigheterna, men det fanns otaliga skogsbilvägar in i området så avspärrningarna kunde lätt undvikas.

Man försökte evakuerade alla boende, men flera vägrade att lämna sina hem. En av dessa var den 84-åriga Harry Truman (ej presidenten Harry S. Truman), som mot alla råd bestämde sig för att stanna kvar i sitt hus vid stranden. Han blev sedan en nationell idol för sin vägran.

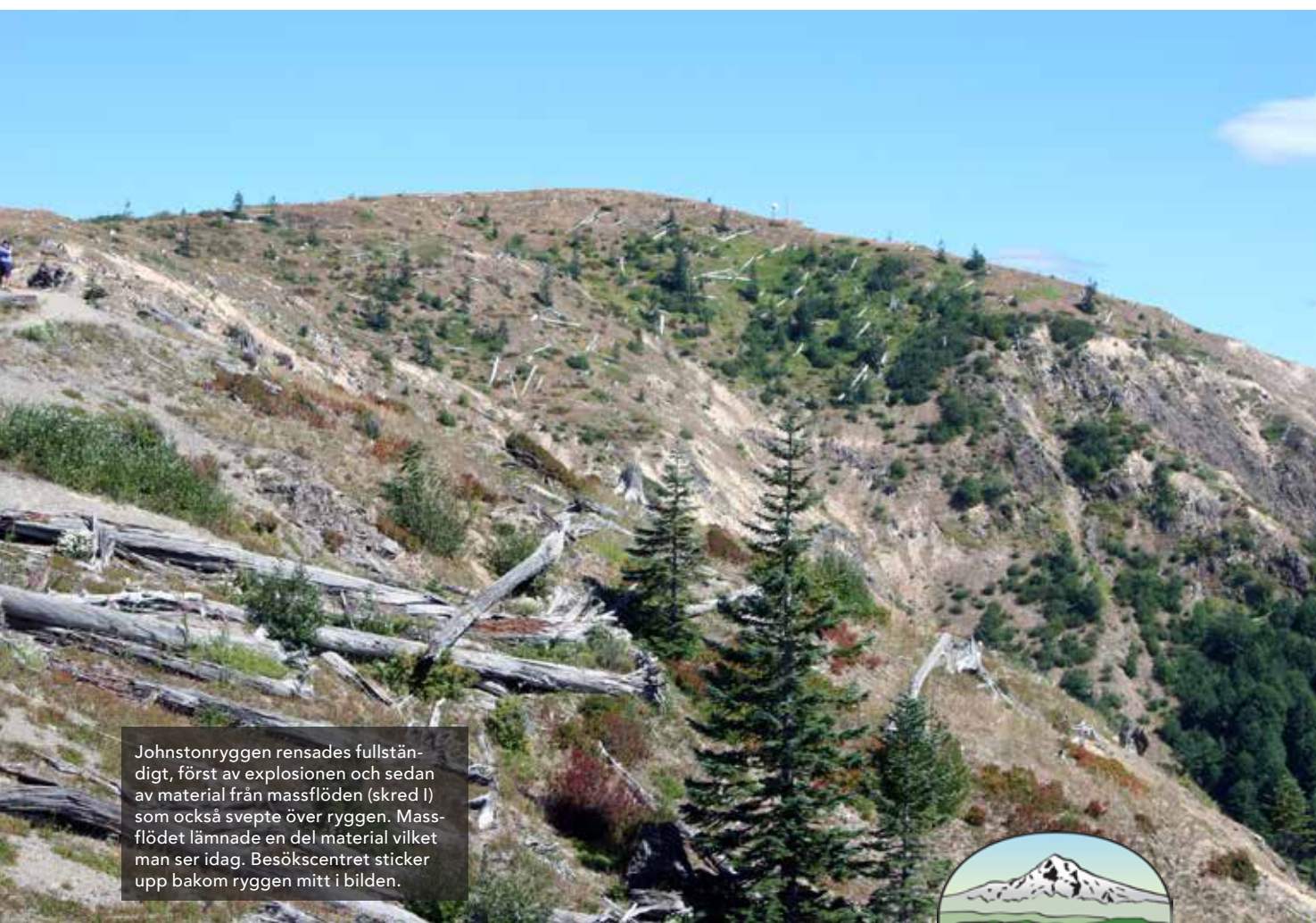
Vulkanens utbrott orsakade 57 personers död. Tjugosju av de saknade



Till vänster: Området norr om vulkanen utsattes för den horisontellt riktade explosionen. Närmast källan för explosionen försvann allt. Längre ut fälldes träden och blev liggande i explosionens riktning. Ju längre ut från vulkanen desto mer blev tryckvågen påverkad av topografin och där lade sig inte träden radiellt från källan. Längst ut stod trädstammarna kvar men var helt avskalade. Lerströmmarna (laha-rerna) fortsätter också utanför kartan där de som längst nådde 120 km. Den svarta prickn som markerar Johnston Ridge sammanfaller med observationspunkten "Coldwater II". Bilden är omritad efter en förlaga från USDA Forest Service.

Nedan: Det material som avsattes av de tre stora skreden bildade en småkullig terräng. Här har vegetationen börjat återta marken och nya träd spirar. Den norra armen av Toutle River har eroderat sig ner många meter i massflödets avlagringar.





Johnstonryggen rensades fullständigt, först av explosionen och sedan av material från massflöden (skred I) som också svepte över ryggen. Massflödet lämnade en del material vilket man ser idag. Besökscentret sticker upp bakom ryggen mitt i bilden.



Situationen i dag

Idag gäller strikta regler i nationalparken Mount St Helens. Man får fortfarande inte lämna stigarna eftersom man vill följa hur naturen återhämtar sig. Före utbrottet var området täckt av tät skog och ett intensivt skogsbruk bedrevs.

En stor del av marken ägdes av företag men efter utbrottet skapades nationalparken Mount St Helens National Monument. Då bytte staten frisk skogsmark utanför området mot totalt ödelagd mark på och omkring vulkanen.

Den tät skog som fanns före utbrottet var tämligen artfattig både beträffande flora och fauna – när skogsbolag planterar skog blir det nästan en monokultur. I och med att skogen försvann har man låtit naturen återhämta sig på egen hand.

I vissa delar har skogen kommit tillbaka men på många platser står träden glest. Det finns många öppna ytor och detta har gjort att t.ex. bergsgetter och andra betande djur har flyttat in då dessa vill ha öppen mark omkring sig. ♦

Läs mer

Major, J., Waitt, R., Van Eaton, A., Clynne, M., Crisafulli, C. & Frenzen, P. 2017. Mount St. Helens: The 1980 and later eruptions and effects in the Toutle river valley. IAVCEI 2017 Scientific assembly mid-conference field trip, s. 47.



Erik Sturkell är professor i geofysik vid Institutionen för geovetenskaper på Göteborgs universitet. erik.sturkell@gvc.gu.se

Under en vecka i augusti 2017 hölls ett stort möte för vulkanologer i regi av IAVCEI (International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior).

Mötet hölls i Portland, Oregon i USA. Platsen var väl vald eftersom här finns allt vad man kan önska: stora vulkaner, god öl från små bryggerier, och bland de bästa Pinot noir-vinerna.

Till mötet kom fler än 1300 deltagare och det fanns många parallella sessioner. Postersessionerna hölls på eftermiddagen efter föreläsningarna, och god lokal öl serverades. Detta gjorde att postersessionerna var välbesökta!

I mitten av konferensen låg en exkursionsdag med flera olika alternativ: tre olika turer till Mount St Helens, en till Mount Hood och en till Columbia River-basalten.

Peter Cederström hedersdoktor i natur- vetenskap i Lund

Lunds universitet utsåg i slutet av förra året en passionerad amatöргеolog från skånska Eslöv, tillika medlem i Geologiska föreningen, till hedersdoktor i naturvetenskap. Promotionen kommer att ske den 25 maj 2018 i Lunds domkyrka. Dagen före bjuds på hedersdoktorernas föredrag.

PETER CEDERSTRÖM har i många år arbetat som gymnasielärare i naturvetenskapliga ämnen, främst på Bergagymnasiet i Eslöv. Parallellt med lärarjobbet har han odlat en enorm passion för såväl insekter som fossil. Han har bland annat byggt upp en mycket stor samling av insekter. I den finns många arter som är nya för landet och för vetenskapen.

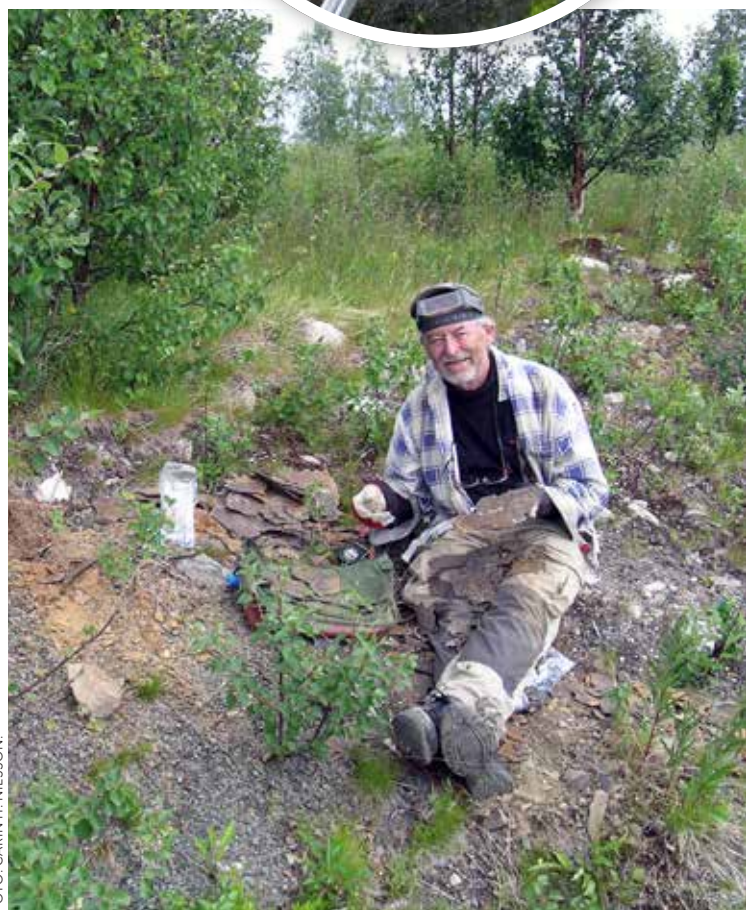
Peter har under de senaste 30 åren byggt upp en exklusiv samling av svenska fossil. Hans intresse för paleontologi började i Skånes mesozoiska berggrund (ca 252–66 miljoner år gammal). I dessa avlagringar har Peter bland annat upptäckt den första horndinosaurien i Europa och tänder från ett stort antal tidigare okända arter av utdöda hajar. För sina upptäckter har Peter fått ge namn till ett nytt hajsläkte, *Cederstroemia*, och förärats namnet för arten *Striatolamia cederstroemi*.

Peters fossilfynd har varit av stort värde för fossilforskningen vid Lunds universitet genom de omfattande konakter som han odlat med geologerna där.

Utöver hans intresse för dessa fossil, så har han breddat sig inom paleontologin både med avseende på tid och organismer. Under tidigt 1990-tal blev Peter fascinerad av våra kambriska (ca 541–485 miljoner år gamla) lagerföljder. Detta fick honom att besöka och provta ett mycket stort antal lokaler, framför allt i Skåne, Västergötland och längs den svenska fjällkedjan.

Särskilt en grupp av fossil från denna period har legat Peter varmt om hjärtat, nämligen de utdöda leddjur som kallas trilobiter. Hans insamlade material av dessa fossil har visat sig vara ytterst värdefullt och resulterat i ett flertal omfattande paleontologiska arbeten som publicerats i internationella facktidskrifter under de senaste tio åren.

Ett av de mer imponerande är det vackert illustrerade arbetet om trilobiten *Calodiscus lobatus*. I detta arbete kunde Peter och hans medförfattare för första gången beskriva hela utvecklingshistorien från larv till vuxen för denna art samt dess utbredning i tid och rum. De tusentals exemplar som ligger till grund för detta arbete kunde dessutom lösa en gammal gåta kring dessa trilobiters biologiska ställning.



Peter fotograferad i samband med fältarbete i Luopake (övre bilden) och Jiltjaure (nedre bilden).

Peter föddes i Stockholm 1943, men växte upp i Borås och på Karingön i Bohusläns skärgård. Hans akademiska studier påbörjades vid Göteborgs universitet och fortsatte därefter med fördjupningar inom zoologi och botanik i Lund, bl.a. för den legendariske professorn och entomologen Carl H. Lindroth. ♦

Description

The Bergslagen lithotectonic unit belongs to the 2.0-1.8 Ga Svecofennian orogen and is bounded by the Luleå-Åre-Ekström zone to the north, the Svecokarelian zone to the west and to the south by the Hälsjö and Söndra-Skåne zones. In the north-western part, the unit is limited by the Proterozoic 1.7 Ga magmatic rocks, and in the south by the Paleozoic-Devonian sedimentary rocks.

South-west of Gäddede and in the sea area along the north-eastern coast of Uppåkra and in the Baltic Sea north of Gäddede the unit is covered by Mesoproterozoic sedimentary rocks. In the Baltic Sea to the south-east, as well as in smaller areas in Rättvik and Östergötland, the unit is covered by Cambrian to Silurian sedimentary rocks.

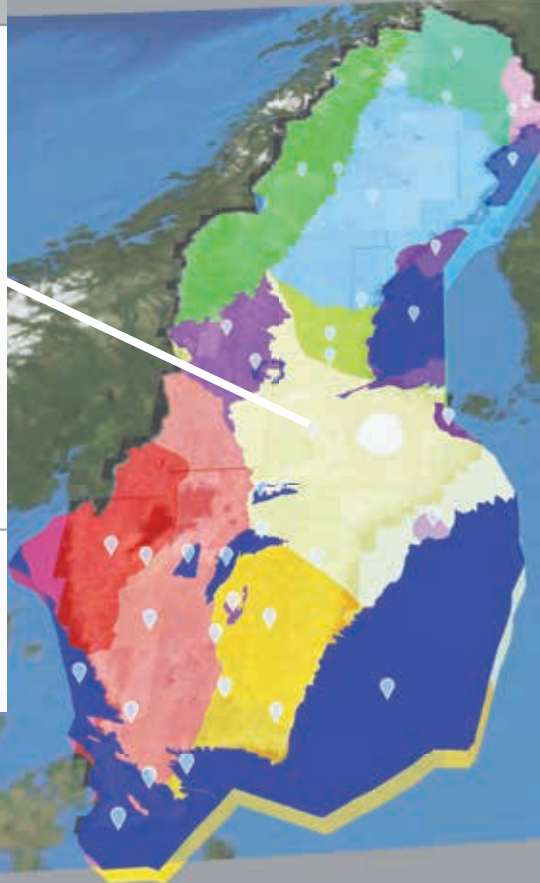
The Bergslagen lithotectonic unit is dominated by 1.9 Ga orthogneiss, metagabbro and metagabbroic rocks formed at an early stage of the Svecofennian orogen. Furthermore, there are c. 1.8 Ga granites, and in the south-eastern part, 1.8 Ga magmatic rocks, belonging to the 1.80-1.65 Ga Transscandinavian Igneous Belt (TSIB) constitute an important feature. In the north-western and southern part there are also 1.86 Ga intrusive rocks belonging to TSIB. The unit is characterised by a large amount of iron and base metal mineralisation that is primarily associated to the volcanic rocks.

The oldest 1.7 Ga rocks have undergone post-orogenic extension and deformation, while the younger magmatic rocks are less deformed. Locally, the 1.60 Ga TSIB rocks are also strongly deformed. The Bergslagen lithotectonic unit has undergone two major phases of metamorphism and deformation, one around 1.8 Ga and one around 1.6 Ga. Amphibolite facies metamorphism dominates. In the southern part, from the Lake Mälaren area and southwards, and in the very north of Gäddede, the bedrock has undergone a stronger deformation (granulite facies) and 1.3 Ga rocks are present in subgranulite facies. In the Gäddede area in the south-eastern part, the bedrock is even well preserved and characterised by granulite metamorphism.

Modelling

The surface extent of the Bergslagen lithotectonic unit is based on the lithotectonic 2D model, but has been extended to the south-eastern part to the border of Sweden's economic zone in the Baltic Sea, as well as to the west-north-west to the north-east-west, beneath the Transscandinavian zone and the Transscandinavian 1.7 Ga magmatic rocks as well as the Cambrian orogen.

The three-dimensional geometry is controlled by the geometry of the bounding deformation zones (see above), and the base of the overlying Mesoproterozoic and Paleozoic sedimentary rocks in the Baltic Sea and in the mainland, as well as the by the Transscandinavian zone in the north-west.



i
GEOLOGI | 3D
x

Sveriges berggrund

En kortfattad populärvetenskaplig beskrivning av Sveriges berggrund och de processer som skapat berggrunden presenteras i följande dokument: [Sveriges berggrund](#)

Här presenteras en översiktlig 3D-modell av de större berggrundsenheterna och deformationszonerna i den svenska berggrunden. Den tillhörande rapporten beskriver kortfattat metodiken och till varje modellerat objekt finns en översiktlig geologisk beskrivning. I modellen finns också länkar till beskrivningar av de modellerade objekten. Ga(Giga annum) i texten nedan betyder miljarder år. Modellen kan också laddas ner som en 3D-pdf, se tillhörande instruktion.

Geologi

3D-modell

1-6: Svekokarelska orogenen (2.0-1.6 Ga)
8: Blekinge-Bornholmsorogenen (1.5-1.2 Ga)
10-11: Sveconorvegiska orogenen (1.2-1.0 Ga)
13: Kaledoniska orogenen (0.5-0.4 Ga)
7a-c: Proterozoiska magmatiska c
12a-g, 14a-c: Mesoproterozoiska till
Regionala deformationszoner

På marken
Topologi
Nedladdning

3D-modell över litotektoniska enheter och regionala deformationszoner

Sveriges geologiska undersökning har tagit fram en tredimensionell modell av de större litotektoniska enheterna och deformationszonerna i Sveriges berggrund. Man kan titta på modellen på SGU:s webbplats och ladda ner den tillhörande rapporten.

Modellen som tagits fram är översiktlig och utgör en tredimensionell visualisering av de geometriska relationerna mellan de litotektoniska enheter som utgör stommen i den kommande boken *Sweden: Lithotectonic framework, tectonic evolution and mineral resources* (redaktörer Michael Stephens och Jeanette Bergman Weihed). Boken kommer att publiceras i *Geological Society of London Memoir series*.

Modellen omfattar det svenska fastlandet och havsområdet ut till gränsen för Sveriges ekonomiska zon. Överytans form utgörs av en över-

siktlig kombinerad topografisk och batymetrisk yta, medan botten av modellen utgörs av en förenklad version av Moho.

Färgerna på överytan motsvarar i grunden den litotektoniska indelningen som visas på SGU:s karta över Sveriges berggrund i skala 1:1 miljon och i en uppdaterad version av SGU:s kartdatabas *Sveriges berggrund 1:1 miljon* (se SGU:s kartvisare *Berggets ålder* och *Berggrund 1:1 miljon* på www.sgu.se).

Modellen är publicerad på SGU:s webbplats (<http://apps.sgu.se/sgu3d/>) och presenteras i ett 3D-kartverktyg.

Där finns separata länkar till en kortfattad beskrivning av varje litotektonisk enhet och deformationszon. Dessutom hittar man där en länk till rapporten.

Arbetsgruppen som tagit fram modellen har bestått av Philip Curtis, Carl-Henric Wahlgren, Stefan Bergman, Ildikó Antal Lundin, Claes Mellqvist, Stefan Luth, Sverker Olsson och Johan Daniels. ♦

Carl-Henric Wahlgren, förste statsgeolog på Sveriges geologiska undersökning

26

GEOLOGISKT FORUM • Nr 97 • 2018

VÄLKOMMEN TILL Crafoord Days 2018

THE
Crafoord
PRIZE



22 MAJ I LUND | SKISSERNAS MUSEUM, LUND

Öppna prisföreläsningar av Crafoordpristagarna Syukuro Manabe, och Susan Solomon.

23 MAJ I STOCKHOLM | BEIJERSALEN, KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN, STOCKHOLM



Prissymposium | *Earth's climate system*

Föreläsningar hålls av Crafoordpristagarna samt inbjudna föreläsare.

24 MAJ I STOCKHOLM | BEIJERSALEN, KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN, STOCKHOLM

Prisceremoni

I närvaro av H.M. Kung Carl XVI Gustaf och H.M. Drottning Silvia.



SE ALLA FÖRELÄSNINGAR PÅ WWW.KVA.SE



SYUKURO MANABE



SUSAN SOLOMON

Kungl. Vetenskapsakademien har beslutat utdela 2018 års Crafoordpris i geovetenskaper till **Syukuro Manabe**, Princeton University, USA och **Susan Solomon**, MIT, USA, "för fundamentala bidrag till förståelsen av atmosfäriska spårgasens roll i jordens klimatsystem."

Mer information och anmälan:

www.crafoordprize.se och www.kva.se/kalendarium

CRAFOORDPRISET UTDELAS I SAMARBETE MELLAN KUNGL. VETENSKAPSAKADEMIEN OCH CRAFOORDSKA STIFTELSEN I LUND. VETENSKAPSAKADEMIEN ANSVARAR FÖR ATT UTSE CRAFOORDPRISTAGARE.



KUNGL.
VETENSKAPS-
AKADEMIEN

THE ROYAL SWEDISH ACADEMY OF SCIENCES



Geologins Dags årsmöte & seminarium – Geologin styr Bergslagen Den 22 mars på värdshuset Engelbrekt i Norberg

Program:

- 09:30 – 10:15 Busstransport från Avesta Krylbo station till Norberg
- 10:15 – 11:30 Årsmöte och konstituerande styrelsemöte
- 11:30 – 12:30 Lunch på värdshuset Engelbrekt
- 12:30 – 13:30 Magnus Ripa (SGU), *Geologin styr Bergslagen*
- 13:30 – 13:45 Gemensam färd med buss till Gruv museet
- 14:00 – 15:00 Catarina Karlsson (Jernkontoret), *Bergslagen, Lapphyttan & Norberg*
- 15:00 – 15:45 Fika samt visning av Gruv museet och mineralsamlingen
- 15:45 – 16:30 Hemfärd med buss till Avesta Krylbo station

Dagen hålls i samarbete med Norbergs kommun och
Föreningen Järnet på Lapphyttan

Det är begränsade platser, anmäl dig senast den 18 mars på
www.geologinsdag.nu/anmalan-till-arsmotet/

Välkommen!

Nya styrelseledamöter

I samband med årsmötet 2017 valdes två nya styrelseledamöter för åren 2018–2019. Hannes Mattsson har nu tillträtt som föreningens sekreterare och Viktor Bertrandsson Erlandsson är ledamot med särskilt fokus på studenter. Här presenterar de sig själva.

Hannes Mattsson



Jag växte upp i Boliden på 1980-talet så geologi var en självklar del av vardagen. Trots detta dröjde det fram till 1997 innan jag började läsa geologi vid Stockholms universitet. Jag fast-

nade snabbt för mineralogi och magmatisk petrologi, och efter ett halvår som utbytesstudent på Island så var framtiden klar.

2004 disputerade jag vid Stockholms universitet med en avhandling om den vulkaniska utvecklingen av Heimaey (Island). Efter det har jag varit post-doc på Nordiska Vulkanologiska Institutet i Reykjavik, följt av tio år vid ETH i Zürich som lektor och seniorforskare.

2012 blev jag docent i vulkanologi vid ETH, men valde för två år sedan att återvända hem till Sverige. Jag arbetar för närvarande som forskare vid Uppsala universitet med olika projekt i både Sverige och Finland.

Mitt forskningsintresse ligger främst i att kombinera fältstudier med magmatisk och experimentell

petrologi för att förstå hur olika typer av alkalina magmor och karbonatiter bildas och de processer som bidrar till att anrika sällsynta jordartselement i den övre jordskorpan. Jag gick med i Geologiska Föreningen under min doktorandtid, och i och med att jag återvänt till Sverige så ser jag fram emot att mer aktivt bidra till föreningens arbete. ♦

FAKTA

Ålder: 42 år.

Bor: Uppsala.

Familj: Hustru Åsa Frisk.

Arbete: Forskare vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.

Fritid: Jakt, fiske och att fixa med stugan.

Viktor Bertrandsson Erlandsson

Som många andra barn samlade jag på stenar och lekte med dinosaurier, men till skillnad från andra växte jag väl aldrig ur det. Eftersom jag alltid haft ett stort intresse för naturvetenskap så tog jag chansen att läsa geovetenskap på Göteborgs universitet, för att få en fördjupad förståelse om planeten vi lever på.

Med varje år på universitet växte mitt intresse för geologi tills jag blev helt fast i det. Jag valde att inrikta mig på berggrund och malmgeologi då jag fascinerades av de komplexa och varierande system som bildar malmer och mineral. Att förstå berggrunden är att förstå platsens historia.

Just nu skriver jag på mitt mastersarbete där jag daterar och

beskriver en guldfyndighet i sydvästra Turkiet. Jag och en kollega tillbringade åtta veckor i Turkiet och samlade prover från diverse fyndigheter. Jag valde till slut en fyndighet som inga tidigare akademiska studier har utförts på.

Efter examen ser jag fram emot att få påbörja min karriär som geolog. Sommaren 2017 fick jag chansen att arbeta som prospekteringsgeolog i Björkdalsgruvan (Skellefteå). Jag fick då mersmak för att arbeta med malmgeologi.

Det ska bli spännande att se vad 2018 medför och var man till slut hamnar, då man som geolog har möjligheten att arbeta var som helst! ♦



FAKTA

Ålder: 23 år.

Bor: Rörö och Göteborg.

Arbete: Masterstudent i berggrundsgéologi vid Göteborgs universitet.

Fritid: Resor och att vara på havet.

På gång

22 mars. Geologins Dags årsmöte, Norberg. Se annons på sidan 27.

8–13 april. European Geosciences Union (EGU), General Assembly. Wien.
Läs mer på www.egu2018.eu/

14–15 april. Mineral och smyckestensmässan, Valhalla sporthall, Göteborg.
Läs mer på www.geologerna.se

21–22 april. Norske amatørgeologers sammenslutning (NAGS) landsmöte i Fredrikstad, Norge. Läs mer på www.nags.net

13–14 maj. Sten- och smyckemässan, Idéfarmen, Dunker Lundby, Malmköping.
Läs mer på idefarmen.se/sten-smyckemassa-2018/

14–15 maj. Miljömålsdagarna arrangeras i Uppsala.
Läs mer på miljomal.se

22–24 maj. Crafoorddagarna i Lund och Stockholm. Föreläsningar, symposium och prisutdelning. Se annons på sidan 27 och läs mer på www.kva.se

26 maj. Geologiska Föreningens årsmöte, Lund, med visning av domkyrkans bergarter. Läs mer på www.geologiskaforeningen.se

29 juni till 1 juli. Ylmaa International Gem & Mineral Show.
Läs mer på www.ylamaanjalokivimuseo.fi/en/



PHOTO: UKPIX, CC BY 2.0

Föreningens årsmöte

Geologiska Föreningens årsmöte kommer att äga rum i Lund den 26 maj.

Dagen börjar med en visning av Lunds domkyrka och särskilt de bergarter som finns där, men även kyrkans historia och arkeologi. Vi möts vid huvudingången strax före 11.00. Kyrkan är bokad 11–12.

Därefter följer föredrag och årsmötesförhandlingar. Plats och tid för detta är ännu inte beslutat, men information kommer att mejlas ut till medlemmar och publiceras på föreningens webbplats och på Facebook.

Priser för bästa artiklar i GFF

Geologiska Föreningens vetenskapliga tidskrift GFF publiceras i samarbete med det brittiska förlaget Taylor & Francis. Förlaget betalar varje år ut prispengar till de bästa artiklarna som publicerats i GFF. I slutet av 2017 tillkännagavs de priser som delas ut till de bästa artiklarna som publicerades under 2016.



Henrik Swärd, Stockholms universitet

För bästa artikel av en doktorand: Swärd m.fl. 2016. *Regional deglaciation and postglacial lake development as reflected in a 74 m sedimentary record from Lake Vättern, southern Sweden.* GFF 138, 336–354.

En viktig artikel för att förklara en av gåtorna kring utvecklingen av Baltiska issjön under slutet av senaste istiden. Med en ny borrhäla i Vättern och detaljerade sedimentolo-

giska och geokemiska analyser ger Swärd m.fl. starkt stöd till hypotesen att Baltiska issjön hade en tidig dränering under tidsperioden Alleröd.



Alexander Bartels, GEUS

För artikeln Bartels m.fl. 2016. *Mesoproterozoic dykes in the Timmiarmiut area, Southeast Greenland: evidence for a continuous Gardar dyke swarm across Greenland's North Atlantic Craton.* GFF 138, 255–275.

En fullödig studie av mesoproterozoiska basiska gångar på Grönland. Arbetet inkluderar fältarbete, provtagning, geokemisk analys och geokronologiska bestämningar. Dessutom diskuteras petrogenetiska aspekter och korrelation av gångar på båda sidor av den grönländska inlandsisen och deras tänkbara tektoniska sammanhang.



Heda Agić, Uppsala universitet (nu University of California, Santa Barbara)

För artikeln Agić

m.fl. 2016. *Reproductive cyst and operculum formation in the Cambrian–Ordovician galeate-plexus microfossils.* GFF 138, 278–294.

En välskriven beskrivning av galeata achritarcher (en grupp fossila mikroskopiska alger) från ordovicium i Estland. Artikeln innehåller en detaljerad analys av dessa algers form, struktur och funktion samt en detaljerad jämförelse med nutida mikroskopiska alger. Artikeln innehåller även en delvis provokativ diskussion om hur man kan bestämma arter bland fossila alger och hur miljön påverkar dessa algers form. Dessutom presenteras övertygande bevis för att galeata achritarcher är nära släkt med grönalger av ordningen Dasycladales.



FOTO: COLOURBOX.

Med vinden i ryggen

Regeringen har i budgeten för 2018 ambitionen att Sverige ska bli världens första fossilfria välfärdsnation. Miljö- och klimatsatsningarna är på en historiskt hög nivå med 5 miljarder kronor 2018, 7,9 miljarder kronor 2019 och 10 miljarder kronor 2020. Men hur ser egentligen Sveriges förutsättningar ut att nå de ambitiösa målen?

SISTA ORDET

ambitionerna inom miljö- och klimatområdet samt utvecklingen av näringslivet? Vad betyder det att man på kommun- och länsstyrelsenivå sällan hittar geovetenskaplig kompetens men att man samtidigt hittar medarbetare med god kunskap och kompetens om flora, fauna och biologisk mångfald?

Är den regionalgeologiska kunskapen viktig när det handlar om arbetet för nya täktkarteringar eller när man utför petrografiska analyser och behöver grundläggande

ÄR GEOVETENSKAPEN VIKTIG och hur förhåller den sig till utmaningarna vi ser i samhället på kort och lång sikt,

baskunskaper om geologin i det geografiska området där analysmaterialet kommer ifrån?

Är geovetenskaplig kompetens viktig i samhällsplaneringen och behövs den när det kommer till frågor kring råvaruförsörjning är andra frågor man kan ställa sig. Infrastruktur och markanvändning i samhället påverkas givetvis av områdets geologi. Vi ser också frekventa diskussioner i samhället kring markanvändningsfrågor kopplat till råvarutillgångar. Ofta baseras dessa diskussioner på en okunskap som kan undvikas om det finns en bra geovetenskaplig kunskap om ett område. Hur ser behoven ut på sikt för nya smarta material för att utveckla samhället? Klarar industrin detta med den kunskap och kom-

petens som finns i landet? Jag vill nog påstå att bristen på geovetenskaplig kunskap och kompetens är dyrbar!

Naturvetarna tar årligen fram en rapport med analyser kring arbetsmarknadstrender för förbundets professioner på fem års sikt. För att få volym i prognosen kring geologi gör förbundet en analys över situationen för geovetenskap i breda termer. Prognosen täcker in geologer, geovetare, naturgeografer, hydrologer, oceanografer och meteorologer. Ett målande med en ganska bred palett med andra ord. Enligt Naturvetarnas beräkningar på data från SCB finns det drygt 5000 utbildade geovetare bosatta i Sverige i nuläget. Huruvida samtliga av dessa står till arbetsmarknadsnadsnadsnadsnadsnadsnads dock inte statistiken.

Den prognos som görs för geovetenskap har inte förändrats under de senaste åren utan varit relativt konstant. Förbundet har sedan 2010-talets start uttalat sig om att det råder balans på arbetsmarknaden, det vill säga utbudet matchar efterfrågan, och detsamma skrev vi i vår rapport som vi släppte i höstas om arbetsmarknadsläget 2022. Men med det sagt har Naturvetarna under senare år konstaterat att arbetsmarknaden för geovetenskaplig kompetens har förbättrats avsevärt. Analysen är att det dels beror på att klimat- och miljöproblem är i fokus, dels på en ökad efterfrågan på metaller, mineral och andra naturtillgångar.

En sak som tydligt inverkar på hur behovet av en viss kompetens kommer att se ut framöver är när det sker ett paradigmskifte i samhället. Min mening är att ett sådant skifte har varit på gång under en period och nu är väl-etablerat i vårt samhälle. Opinionens vindar blåser i rätt riktning sett ur naturvetares perspektiv. Att det idag regelbundet förs en diskussion om klimat och miljö i den allmänna diskursen och debatten i vårt samhälle ska inte underskattas. De globala hållbarhetsmålen, som Sverige skriver under på, är också av betydelse inte minst då de på ett förtjänstfullt sätt balanserar de tre dimensionerna av hållbar utveckling: den ekonomiska, den sociala och den miljömässiga.

Geovetare arbetar med många olika frågor i samhället och även kring de globala hållbarhetsmålen skulle man med lätthet kunna tänka sig geovetare arbeta med merparten av de 17 målen i olika roller och funktioner i samhället. Regeringens satsning och kopplingen till de globala hållbarhetsmålen syns även i årets ramanslag till SGU. År 2017 fick myndigheten 198 miljoner kronor och 2018 blir det 239 miljoner kronor, bland annat med ett uppdrag kring en *Utökad kartläggning och karaktärisering av grundvattenresurser*. Det är bra!

Jag skulle dock vilja se att SGU stärker kunskapen om Sveriges geologiska förhållanden som har varit på stark tillbakagång sedan en tid. Sverige behöver metaller och mineral för nya miljö- och teknikinnovationer. Därför behöver också kunskapen och kompetensen stärkas vad gäller nya smarta material och innovationskritiska metaller och mineral som behövs för utvecklingen av samhället.

Men kommer de gynnsamma vindarna bestå oavsett valresultat den 9 september?

Jag tror faktiskt det. De globala målen och Agenda 2030 har för avsikt att uppnå viktiga mål för vår planet, vilket Sverige, som sagt, ställt sig bakom. Det är därför inte här jag ser potentiella moln på himlen, utan hindren handlar mer om hur utbildningarna dimensioneras och vilket innehåll och vilken kvalitet de har. Hur dimensioneringen i universitets- och högskoleutbildningar ser ut, i förhållande till utvecklingen, är därför av stort intresse. Kommer utbudet att matcha efterfrågan och hur förhåller det sig med kompetens inom geovetenskap?

Tjänsteföretagens arbetsgivar- och branschorganisation Almega identifierade redan i höstas akuta svårigheter att hitta rätt naturvetenskaplig kompetens. I deras senaste konjunkturrapport konstateras att framför allt kunskapsintensiva branscher behöver fortsätta anställa i hög takt. I nuläget är det särskilt svårt att hitta rätt kompetens inom vetenskap, teknik och FoU där många av Naturvetarnas medlemmar, inte minst geologer, verkar. En ökande andel naturvetare med kompetens inom geovetenskap, miljö, klimat och naturvård arbetar inom konsultbranschen. Naturvetarnas lönestatistik för de senaste åren visar att det inom tjänstesektorn är befattningarna geolog och miljökonsult som ökat mest i antal.

Efterfrågan på denna typ av kunskapsintensiva tjänster, och de kompetenser som kan utföra dem, kommer också att öka som en konsekvens av regeringens satsningar. Konsultbolag inriktade på olika miljölösningar, innovationer och "tekniksprång" kommer att ha ett stort rekryteringsbehov av naturvetenskapliga kompetenser, däribland geovetare, på tio års sikt. Min övertygelse är att prognoser över arbetsmarknadsläget för geovetenskaplig kompetens inom de närmaste åren kommer att röra sig mot en brist.

Förbundet har redan börjat kommunicera i denna fråga med regeringen, för det är något som inte går ihop i satsningarna. Trots att det nationella innovationsrådet har identifierat digitalisering, miljö och klimat samt life science som områden för att stärka Sveriges konkurrenskraft har regeringen missat att lägga grunden först. Om inte detta görs, och man lägger ett stabilt fundament för nya material och klimat- och miljömålen, kommer det inte gå att leva upp till de globala målen och Agenda 2030.

Jag är övertygad om att vi tillsammans med andra krafter i samhället som inser naturvetenskapens, och inte minst geovetenskapens, betydelse för framtiden kommer att se till att vi får en hållbar dimensionering och god kvalitet i den högre utbildningen. Medvinden kommer att bestå. Vi måste bara se till att utnyttja den maximalt så kommer lyftet, det är min starka tro. ♦



Per Klingbjer är förbundsdirektör för Naturvetarna, fil.dr. i naturgeografi. Foto: Lars-Erik Liljebäck.

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

Geologiska Föreningen tackar sina sponsorer för 2018

Platinasponsorer



UPPSALA
UNIVERSITET



Stockholms
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper
Institutionen för naturgeografi

LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

Guldsponsorer

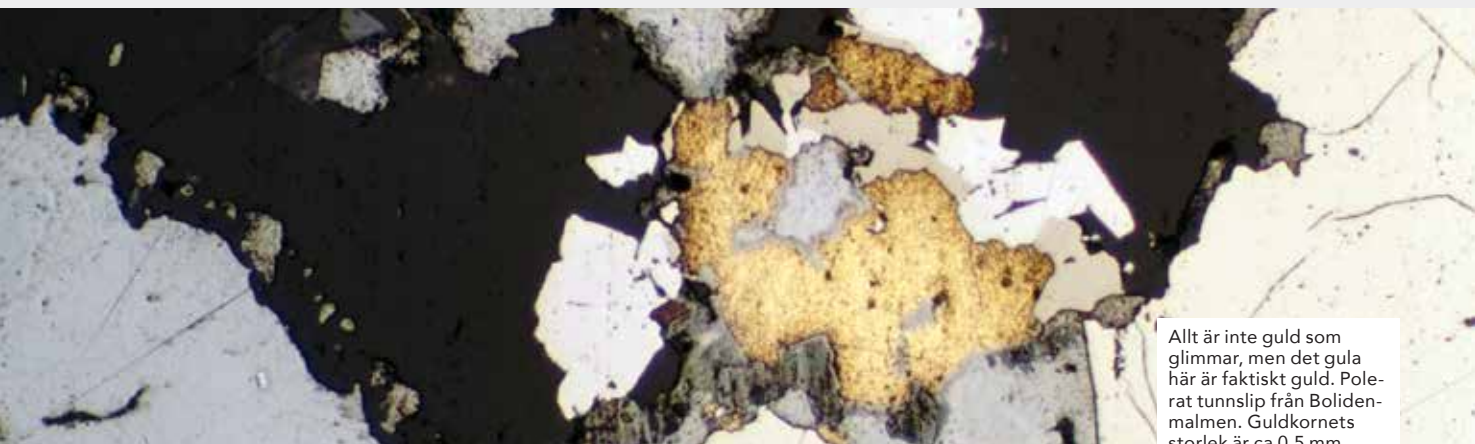
BOLIDEN



LUNDS
UNIVERSITET



GÖTEBORGS UNIVERSITET



Allt är inte guld som glimmar, men det gula här är faktiskt guld. Pole-rat tunnslip från Boliden-malmen. Guldkornets storlek är ca 0,5 mm.