

GEOLOGISKT FORUM

Nr 121 ♦ 2024



Kisel 200 år

Litiumpegmatiter

NordVulk

Vulkanutbrott

Vintermöte

GEOLOGISKT FORUM

Nr 121 ♦ 2024

ISSN 1104-4721

Ansvarig utgivare och 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,

Rutviksreveln 55A,

975 96 Luleå

e-post: info@geologiskaforeningen.se

Omslagsbild: Nordiska geologiska vintermötet avslutades med ett välbesökt tack-och-hej-mingel på Göteborgs universitets nya lokaler Natrium, där Institutionen för geovetenskaper numera finns. Läs mer på s. 11

Upplaga: 500 ex.

Tryckeri: Elanders Sverige.

Ordinarie lösnummerpris: 100 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 även lösa en årsprenumerering av tidningen.

Läs mer om de olika betalningsalternativen och aktuella priser på föreningens webbplats www.geologiskaforeningen.se

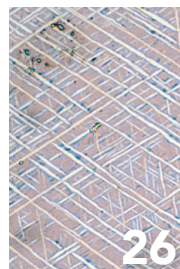
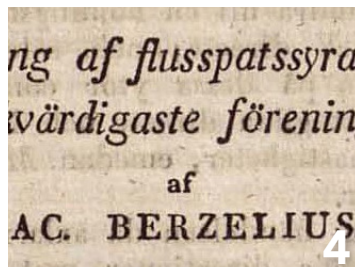
Tidningen publicerar sedan starten år 1994 populärvetenskapliga artiklar inom geovetenskapens alla områden.

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 2024.

Geologiska Föreningen

I DETTA NUMMER

- 3** Rivstart på geologiåret
- 3** Mineraljakten startar igen
- 3** Ny karttjänst för jordskalv
- 4** 200 år i kislets tid
- 8** Grindavikeldarna
- 11** Lyckat vintermöte lockade många
- 12** Bergby – Sveriges nya litium-cesium-tantalpegmatitfält
- 18** NordVulk 1974–2024
- 24** Olle Selinus – in memoriam
- 26** Nytt forskningscentrum för kritiska metaller och mineral etableras vid Uppsala universitet
- 27** På gång
- 27** Omtvistad krater på Grönland orsakad av jättemeteorit
- 27** Förbättrad jordartsinformation
- 27** Stor satsning på kartläggning och främjande av mineralutvinning



Rivstart på geologiåret

Årets upplaga av nordiska geologiska vintermötet, som gick av stapeln i Göteborg i januari, innebar en verklig rivstart på året. Mängder av intressanta föredrag, återupplivande av gamla bekantskaper och knytande av nya dito gav en verklig energikick. Nu får vi se fram emot nästa vintermöte i Åbo om två år.

I årets första nummer berättar Erik Sturkell om den fortsatta vulkaniska aktiviteten på Island. Tre utbrott på tre månader antyder att aktiviteten kan komma att bli långvarig. Det återstår att se hur mycket av infrastrukturen som kommer till skada.

Kisel har i modern tid kommit att bli ett viktigt

grundämne i många tillämpningar, framför allt inom elektronik. Dan Holtstam uppmärksammar att det i år är tvåhundra år sedan grundämnet upptäcktes.

Lite på samma tema, grundämnena som är nödvändiga i dagens samhälle, skriver Karin Högdahl med flera om i en artikel som beskriver de litiumpegmatiter som relativt nyligen hittats i ett område norr om Gävle. Det här kan komma att bli en av de mest intressanta platserna för framtida utvinning av litium och de associerade grundämnena cesium och tantal.

NordVulk, eller Nordiska vulkanologiska

institutet som det först hette, har under femtio års tid varit något av en institution, men nu tycks det mesta ta slut. Erik Sturkell berättar om institutets historik och vad som händer framöver. Till institutet i Reykjavik har forskare kunnat komma från de nordiska länderna för att utföra forskningsprojekt under ett till tre år inom vitt skilda ämnesområden kopplade till den vulkaniska miljön.

Institutet ordnade fram till 1993 exkursioner till Island med deltagare från alla nordiska länder, där fokus alternerade mellan kvartärgeologi och vulkanologi. Jag hade själv nyssnäst att få delta på en

sådan exkursion under förra årtusendet, och det är nog den mest minnesvärda exkursion jag deltagit på!

Våren är på ingång, och det står inte på förrän det åter är dags för föreningens årsmöte. Datum för detta är ännu inte beslutat, men kallelse kommer. Hoppas att vi ses då!

Jeanette Bergman Weihed, redaktör



Mineraljakten startar igen

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har fått i uppdrag av regeringen att återstarta Mineraljakten i syfte att engagera privatpersoner för att hitta potentiella fyndigheter av metaller och mineral.

Mineraljakten är ett koncept där privatpersoner kan skicka in mineralfynd och få dessa bedömda av sakkunniga geologer. Redan 1967 startade den första Mineraljakten, då i Norrbotten, och den spreds med tiden söderut i landet. Det sista året, 2014, omfattade den hela landet.

Under den tid som Mineraljakten bedrevs gjordes flera nya mineralfynd, och ofta i tidigare oprospekterade områden som prospekteringsföretagen valt bort som alltför okända. Förhoppning är därför att en ny Mineraljakt ska bidra till ny kunskap och nya mineralfynd. Samtidigt erbjuder den en möjlighet att sprida geologisk kunskap.

Uppdraget ska pågå under åren 2024–2026 och slutredovisas i mars 2027. Läs mer på SGU:s webbplats. ♦

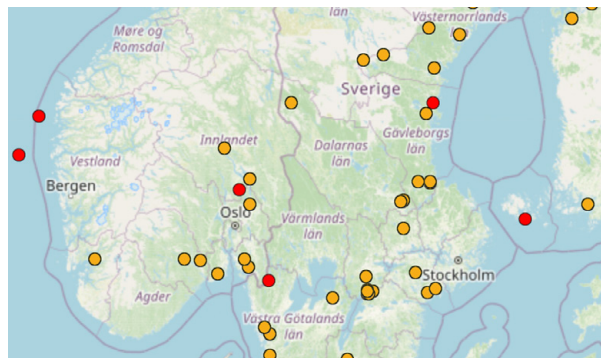


BILD: SKÄRMAVBILDNING WWW.SNSN.SE

Ny karttjänst för jordskalv

Svenska nationella seismiska nätet vid Uppsala universitet har nyligen lanserat en karttjänst som visar de senaste två veckornas registrerade jordskalv. Man hittar tjänsten under rubriken ”Dagens seismiska händelser” och den visar inte bara naturliga jordskalv utan också sprängningar, gruvskalv och oklassificerade skalv.

Karttjänsten bygger på automatisk detektion av seismiska händelser och en av utmaningarna har varit att utveckla ett system som sällar bort de falska detektioner som alla automatiska system lider av, enligt Björn Lund som är föreståndare.

Läs mer om Svenska nationella seismiska nätet och prova karttjänsten här: www.snsn.se. ♦



FOTO: ERIK STURKELL

200 år i kislets tid

Kisel är ett grundämne som i sin rena form har fått en allt större betydelse inom t.ex. elektronik, fotonik, i legeringar och i polymerer. Det finns nu också på EU:s lista över kritiska råvaror. I år firas att det är tvåhundra år sedan grundämnet först upptäcktes.

TEXT: DAN HOLTSTAM

Kisel (med den kemiska beteckningen Si) är som bekant ett grundämne, en spröd substans med hög, gråblåaktig glans och en ikonisk halvledare. Det är det åttonde vanligaste grundämnet i kosmos, och bildas genom fusionsprocesser i massiva stjärnors inre. I jordskorpan är det näst vanligast och är där bundet till syre och andra grundämnen i minst 1 600 olika mineral, mestadels silikater.

Kisel är mycket användbart i tekniska tillämpningar, inom elektronik och fotonik, men också för framställning av lätta och beständiga material

(legeringar och polymerer). Kisel är nu också upptaget hos Europeiska kommissionen på den aktuella (2023) listan med tretton kritiska råvaror, främst på grund av den stora efterfrågan på kiselbaserade solceller. Kina, Ryssland och Brasilien är idag de tre ledande producenterna av renframställt kisel.

Man kan med visst fog säga att vi lever i kislets tidsålder, *The Silicon Age*, vilket markeras av ord och uttryck som vi ofta hör: kiselplattor, kisellegeringar, Silicon Valley, silikonsprej, silikonimplantat ... Det relativt dyra (med anledning av stor

energiåtgång vid framställningen) kislet utmanas idag av andra material, till exempel i perovskitstrukturerade solceller, men nya användningsområden skymtar redan genom upptäckten av silicen, en analog till grafen, som utgörs av tvådimensionella skikt av kiselatomer. Nu, inför ett stundande jubileum, kan det vara intressant att blicka tillbaka och helt kort se på hur denna era inleddes.

Ett grundämne i förening

Den forntida människan saknade naturligtvis kunskap om kisel, som

Till vänster: Stort stycke av kristallint kisel, framställt runt 1920 vid grosshandlaren Ernst Fuhrs elektriska smältverk i Porjus, Norrbotten. Råvaran var bergkristall från Vassijaure. Kiselhalten anges till 98 procent. Detta är långt ifrån den renhet som krävs idag i elektroniska komponenter, där endast en atom av 10 miljoner tillåts vara något annat än kisel. Provet är i Naturhistoriska riksmuseets ägo, GEO-NRM #19250226.

förekommer i ren form i naturen endast i mikroskopiska mängder i speciella fyndigheter. I oxiderad skepnad, som kiseldioxid (SiO_2 , silica) har det dock länge spelat en stor roll, inte minst i form av bergarterna obsidian och flinta, som innehåller 65–98 procent SiO_2 och som har använts till skärverktyg, pilspetsar och elddon sedan paleolitisk tid.

Mineralet kvarts, som är nära 100 procent kiseldioxid, har länge fascinerat med sina olika form- och färgrika varieteter, som mjölkkvarts, bergkristall, ametist, citrin etc. Någon gång under bronsåldern utvecklades metoden att framställa glas, med kvartssand och pottaska eller soda (kaliumkarbonat, natriumkarbonat) som råvaror.

Under 1700-talets senare del väcktes, inte minst i Sverige, intresset

till liv för att undersöka den vanliga kvartsen, och försöken att utreda dess natur närmare inleddes. Torbern Bergman insåg att de olika kvartsvarieteterna var samma mineral kemiskt och kristallografiskt sett (tidigare hade Linné betraktat dem som skilda om än besläktade species), och menade att mineralets huvudkomponent, *terra silicea*, var att betrakta som en ytterst svårreducerad ”jordart”.

Scheele framställde ”flusspat-syra” (fluorvätesyra, HF_{aq}) genom att blanda ”vitriololja” (koncentrerad svavelsyra) med flusspat (CaF_2). Den nya syran visade sig effektivt kunna lösa upp kvarts! Nu fanns förutsättningar att framställa syntetiska substanser där kisel ingår, till exempel gasformig kisel tetrafluorid (SiF_4). Året för hans publikation, 1771, kan ses som den inofficiella startpunkten på kiselkemins era, även om ämnets ställning som grundämne fortfarande var oklar.

Tidiga försök

Den som ska ha äran av att ha förutspått kiselens existens är Lavoisier, som räknade upp *silice* som en av de substanser som troligen är en oxid av ett då ännu okänt element. Hans banbrytande verk *Traité élémentaire de che-*

KISEL

Kemisk beteckning	Si
Atomnummer	14
Relativ atommassa	28,085 u
Utseende	mörkgrå, blåaktig
Vanligaste isotop	^{28}Si
Densitet	2,329 g/cm ³
Smältpunkt	1414 °C
Kokpunkt	3265 °C
Atomradie	111 pm

Kisel förekommer sällan i fri form i naturen utan som föreningar, t.ex. kvarts (SiO_2). Det är det näst vanligaste grundämnet i jordskorpan (efter syre) och sett till massan upptar det 25,7 procent. Förutom de många industriella tillämpningarna är grundämnet ett av livets viktigaste ämnen, men djur behöver vanligen endast små mängder. Växternas metabolism påverkas i hög grad av kisel.

mie (1789) kom att inspirera och vägleda en ung engelsk apotekarlärling, Humphry Davy, som snart blev en av tidens främsta kemister.

Davy inledde i början av 1800-talet en serie experiment med ett stort hemmabyggt batteri, en Voltastapel, för att genom elektrolys separera grundämnena från varandra, och kunde på så sätt beskriva kalium och natrium. Framställningen av alkalimetaller kom senare att bli avgörande för isoleringen av kisel. Men Davy gjorde också försök enligt samma princip att avskilja kisel från syret i kvarts. Detta var dock inte framgångsrikt, men han föreslog ändå ett namn för det gäckande elementet, *silicium*, härlett från latinets *silex* (flinta).

Den skotske kemisten och mineralogen Thomas Thomson fixerade 1817 namngivningen: ”The base of silica has been usually considered as a metal, and called silicium. But as there is not the smallest evidence for its metallic nature, and as it bears a close resemblance to boron and carbon, it is better to class it along with

Till vänster: Kisel ingår som en väsentlig komponent i nära en tredjedel av mineralriket, inklusive många sällsynta mineral. Här en kristall av trimerit, ett berylliumsilikat från Långban, Värmland. GEO-NRM #19260402.



FOTO: MICHAEL P. COOPER.

Undersökning af flusspatssyran och dess märkvärdigaste föreningar;

af

JAC. BERZELIUS.

(Fortsättning från K. V. Ac. Handl. 1823. p. 350.)

Flusspatssyran kiseljordens sönderdelning med kalium. Jag har i början af denna afhandling anfört att DAVY å ena, samt THÉNARD och GAY LUSSAC å den andra sidan undersökt denna sönderdelning, samt de resultat de dragit af sina försök. Jag skall nu anföra de försök som af mig blifvit anställda.

Då man läser beskrifningen af de franska Chemisternes försök kan man icke tvifla på, att flusspatssyran vid detta tillfälle sönderdelas. Kalium brinner i gasen, condenserar den, ett brunt ämne bildas, som, utkokadt med vatten och torrskadt, brinner i syrgas med utstötande af kiselhaltig flusspatssyra och lembar ett hvitt jordagtigt ämne. — Jag ansåg, då jag företog dessa försök, flusspatssyrans reduction, i sällskap med kiseljorden, så gifven att jag endast trodde ett närmare bestämmande af den reducerade productens sammansättning behöfvad, för att hafva denna punkt ådagalagd. Då jag eftergjorde GAY LUSSAC's och THÉNARD's försök, erhöj jag samma resultat och med lika fenomen, som de beskrifva, med det enda undantag att

these bodies, and to give it the name of silicon." Det kan här vara på sin plats att nämna att på svenska menas med "silikon" (engelska *silicone*) ett polymermaterial som innehåller kisel, "silikongummi".

Den etablerade metoden vid denna tid för att reducera metalliska grundämnen från oxider var kalcineringsring, upphettning till hög temperatur

med inblandning av främst kol. Detta provades av flera europeiska kemister runt sekelskiftet 1800. Produkterna motsvarade dock inte rent kisel utan var syrefria kisel-föreningar (silicider och karbider). Idag framställs kisel genom att kvartssand upphetas tillsammans med kol till temperaturer uppåt 2200 °C, vilka knappast kunde uppnås på den tiden.

Till vänster: Första sidan av Berzelius uppsats utgiven 1824 i Kungliga Vetenskapsakademiens handlingar, som bland annat beskriver framställningen av kisel, eller silicium som det kallades vid tidpunkten. Det var också Berzelius som gav beteckningen Si för kisel i det system för kemisk nomenklatur han utvecklade.

Joseph Louis Gay-Lussac och Louis Jacques Thénard gjorde i Frankrike tidiga (1811) försök att framställa kisel genom att använda kalium som reduktionsmedel, och leda kisel-fluoridgas över flisor av upphettad metall. De kan ha framställt små mängder av rent amorft kisel på det sättet, så tankegången hade varit riktig, men någon beskrivning av ämnet gjordes aldrig av dem.

Berzelius tar vid

Scenen förflyttades åter till Sverige, där Jacob Berzelius var en väletablerad kemist med världsrykte och ett par grundämnesupptäckter bakom sig. Han engagerade sig i en grundlig undersökning av "flusspatssyrans" och dess föreningars egenskaper, vars resultat publicerades 1824. Här bör noteras att man vid den tiden inte kände till de exakta, formelmässiga sammansättningarna av de substanser man arbetade med i laboratoriet, och att särskilt "flusspatssyrans radical", alltså grundämnet fluor, förblev obestämt till långt efter Berzelii levnad.

I ett experiment efterliknade han Gay-Lussacs och Thénards försök, och placerade en bit kalium i en glasretort fylld med SiF₄, åtföljt av upphettning. Efter en serie av uppvärmningar, tvättning och torkning av produkterna erhöj han då ett mörkbrunt pulver som antogs vara kisel.

Han provade ämnets reaktioner med alla tillgängliga syror och andra ämnen, och fann att det löstes endast i HF, men att det kunde bilda legeringar med flera metaller (silicider). I klorgas reagerade det häftigt vid upphettning och blev till en vätska, "chlorsilicium" (kisel-tetraklorid, SiCl₄). Det nya ämnet var i sig inte märkbart elektriskt ledande.

Det första sättet att framställa kisel på var dock omständligt och Berze-

lius fann snabbt en annan väg. ”Att bränna kalium i gasen af flusspats-syrad kiseljord, fordrar anstallter som man ofta saknar. De dubbelsalter som af flusspats-syran bildas med kiseljord och kali eller natron, afgifva deremot ypperliga medel, till erhållande af silicium på ett ganska lätt sätt.”

Dubbelsaltet kaliumhexafluorsilikat (K_2SiF_6) var enkelt att framställa från pottaska och HF. Denna förening kunde sedan upphettas blandad med kalium varpå ”reduceras silicium med ett fräsande ljud och ett svagt eldphenomen”. Bland produkterna bildades kaliumsilicid (K_8Si_46), som löstes upp i vatten och sköljdes bort. Då återstod vätehaltigt kisel, som upphettades i en platinadegel tills H_2 avgick. Berzelius bestämde också halten av kisel i ”kiseljord” (ren SiO_2) till 48 procent genom att oxidera sitt nyss framställda kisel. Det nutida mer exakta tabellvärdet är 46,7 procent. Det var då dock inte klart för honom hur många syreatomer som är bundet till Si (han antog tre), så det gick inte vid denna tidpunkt att få fram ett korrekt värde på atomvikten.

Berzelius delade inte fullt ut samtidsens syn på kislets namngivning och klassificering: ”Slutligen återstår den fråga: till hvilken class af så kallade enkla kroppar skall silicium räknas? Då egenskapen af metallglans och förmågan att leda electriciteten saknas hos silicium, i det tillstånd det hittills erhållits, är det klart att det ej kan kallas en metall, och dess egenskaper synas nära det till kol och boron. Åtskilliga methodiska naturforskare skola deraf kalla det silicon, för att med ändelsen utmärka slaget af brännbara kroppar hvartill silicium hörer. Jag anser detta utmärkande olämpligt, af det skäl, att emellan metalloider och metaller gifves ingen skarp gräns.”

Något senare introducerade han den svenska beteckning som gäller allttjämt: ”För att icke behöfva derät låna namn ur ett främmande språk ville jag för denna kropp föreslå namnet kisel.” Det var dock inte första gången ordet förekom i skrift. König Alexander Grönlund skrev 1779 i en dedikation till föräldrarna i sitt doktorsarbete *Dissertatio chemica de terra silicea* (framställt under

BERZELIUS

Jöns Jacob Berzelius föddes 20 augusti 1779 i Väversunda sydväst om Vadstena. Föräldrarna dog tidigt och han växte upp hos en morbror.

Berzelius började 1796 att studera vid Uppsala universitet, till en början i avsikt att bli präst, men han valde istället att studera till läkare. Han disputerade 1802 och blev adjunkt utan lön, och därefter professor i medicin och farmaci, vid Kirurgiska skolan (sedermera Karolinska institutet) 1807-1832.

Han har kallats ”Den svenska kemins fader” och upptäckte grundämnen cerium, selen, kisel och torium. Han har också fått två mineral uppkallade efter sig: berzelianit och berzeliit. Som hans värdefullaste verk anses införandet av atomteori i kemien.

Berzelius dog den 7 augusti 1848 i Stockholm.



MÅLNING: J.O. SÖDERMARK.

handledning av Torbern Bergman i Uppsala):

”Så länge Kisel fins, som jordens skrymslor gömma,
så länge ämnen ges, hvaraf den
ursprung har,
skall jag med eld och nit den öma vård
berömma,
som Himlen mig förlänt utaf min mor
och far.”

Litet användningsområde – till en början

Till skillnad från flera andra grundämnesupptäckter ledde inte beskrivningen av kisel till någon prioriteringsstrid, och de flesta auktoriteter godtar idag Berzelius som den rättmätige upphovsmannen. Under decennierna efter hans insatser förblev det nya grundämnet närmast en vetenskaplig kuriositet.

Det framställda kiset var i mikrokristallin eller amorf form, och det dröjde flera decennier innan tydliga, glänsande kristaller såg dagens ljus i laboratorierna. Framställning av större mängder av kisel ledde också senare till att metallurgerna började intressera sig för tillämpningar i legeringar.

Kisel i sin vanligaste form bildar kristaller med kubisk symmetri. Strukturen är i princip densamma som för diamant: varje atom binder till fyra grannar i tetraederkonfiguration. Bindningarna är övervägande

kovalenta. Davys försök med att framställa kisel med elektrolys misslyckades för att det helt enkelt inte är tillräckligt metalliskt till sin karaktär för att bete sig som alkalimetallerna, som han utan svårighet isolerade. Det är istället en idealisk halvledare.

Kiselbaserade mikrochips kom i kommersiell användning runt 1960, vilket brukar räknas som den egentliga kiselerans startpunkt. Kislets betydelse för informationsteknologin kan knappast överskattas, men datorn dessa rader skrives på innehåller endast några milligram av ämnet. En långt gången miniatyrisering av kretsarna är förklaringen. De enorma mängder kisel som framställs i världen idag har som inledningsvis antytts många användningsområden, vilket ger en vidare dimension åt begreppet *The Silicon Age*. ♦

Läs mer

Berzelius, J.J. 1824. Undersökningar av flusspats-syran och dess märkvärdigaste föreningar. Kongl. Vetenskaps-Academiens Handlingar 46-68.

Scheele, C.W. 1771. Undersökning om flusspat och dess syra. Kongl. Vetenskaps Academiens Handlingar 120-138.



Dan Holtstam är förste intendent, samlingsansvarig och biträdande enhetschef på Naturhistoriska riksmuseet.

✉ dan.holtstam@nrm.se



Under natten den 18 december öppnade sig en 3,5 km lång spricka och en vägg av eld reste sig.

Grindavíkeldarna

Mellan december 2023 och februari i år har tre mindre utbrott skett just norr om staden Grindavík på Reykjaneshalvön. Dessa utbrott har skett i direkt anslutning till staden Grindavík, kraftverket Svartsengi och turistfällan Bláa Lónið.

TEXT: ERIK STURKELL

De senaste utbrotten kan sammanfattas under namnet Grindavíkeldarna för att följa samma terminologi som Kraflaelderna 1975–1984. Ordet eldar betyder bränder och används för att beteckna en vulkanutbrottsepisod.

Den nuvarande aktiviteten på Reykjaneshalvön inleddes under 2020 då magma samlades på fyra kilometers djup just väster om kraftverket Svartsengi. Detta gjorde att marken lyftes upp ovanför magman och centrum för upplyftningen har markerats med en röd stjärna i kartan ovan till höger. Efter utbrottet sjönk marken igen. Dessa rörelser av jordskorpan dokumenteras med radarsatelliter (InSAR) och geodetisk GPS.

Under Grindavíkeldarna har ett mönster utvecklats med upplyftning

av marken fram till utbrottets början, sedan följer nersjunkning under själva utbrottet och därefter förnyad upplyftning. Enligt Islands meteorologiska byrå började upplyftningen igen den 11 februari direkt efter utbrottet som skedde 8–10 februari. Frågan är därför om nästa vulkanutbrott kommer innan eller efter att denna text har gått i tryck.

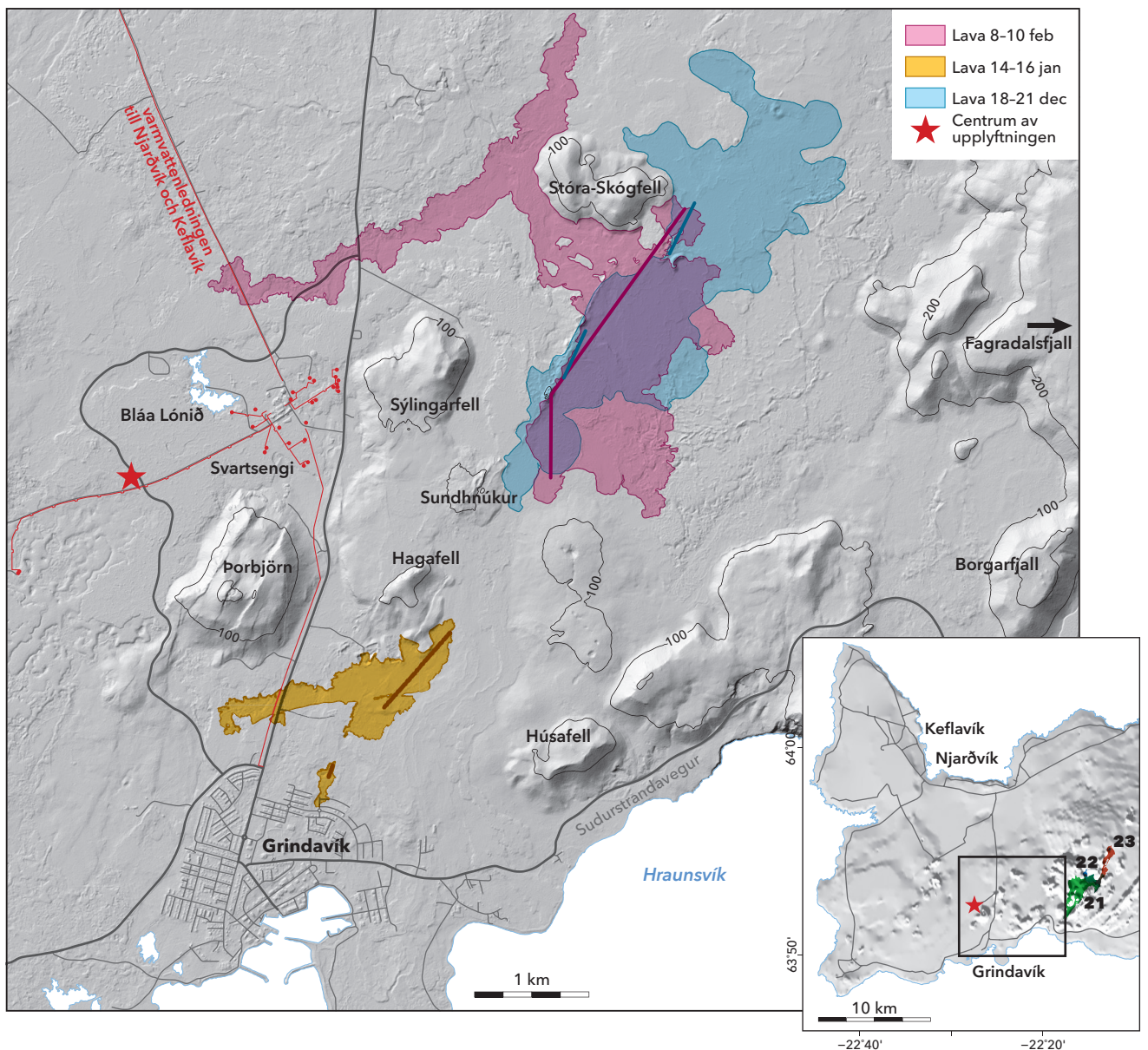
Informationen som presenteras här kommer främst från Islands meteorologiska byrå (www.vedur.is) och den geologiska institutionen vid Islands universitet (<https://jardvis.hi.is/is>).

Den stora gången

Inflödet av magma väster om Svartsengi återupptogs den 26 oktober förra året, men vid detta tillfälle

nåddes en kritisk nivå. Under 10–11 november drabbades Grindavík av mer än 25 skalv som hade en magnitud större än 4. En artikel har publicerats i Science nyligen där Sigmundsson m.fl. beskriver hur en 15 km lång gång under Grindavík bildades dessa dagar. Gången vidgades snabbt och magman trängde närmare mot ytan.

I Grindavík uppstod sprickor genom samhället vilket medförde att gator blivit ofarbara, att ledningar slitits av och att många hus fått stora sprickor. Kring midnatt 10–11 november beslutade man att evakuera hela Grindavík eftersom staden var illa skadad och magman kom allt närmare ytan. Evakueringen av de 3600 invånarna gick bra. Sedan



har man gjort det möjligt för folk att komma och hämta husdjur och andra tillhörigheter.

Under december 2023 fram till februari 2024 har alltså tre utbrott skett. Efter att utbrottet i december upphört samlades magma igen, men trots detta fick folk återvända och man inledde reparationer av gator genom att fylla igen sprickor.

En man som arbetade med detta försvann spårlöst ner i en spricka den 10 januari. Man sökte efter honom i tre dagar utan att finna ett spår. Sprickorna som går igenom Grindavík kan vara 40 m djupa och är till stor del vattenfyllda. Efter detta

är man mer restriktiv med att låta folk komma in i Grindavík.

Utbrottet 18–21 december

På måndagen den 18 december klockan 22:17 började själva utbrottet. Detta föregicks av en jordskalvsvärm som tog slut klockan 21. Det var under denna svärm som de sista metrarna av jordskorpan spräcktes sönder och en 3,5 km lång spricka öppnades.

Ur sprickan bildades en vägg av lava med flöden nära 300 m³ per sekund. Dessa höga flöden sjönk dock mycket snabbt under utbrottets början till 100–200 m³ per sekund samtidigt som sprickan förlängdes

Ovan: De tre senaste vulkanutbrotten på Reykjaneshalvön skedde lite längre västerut jämfört med utbrotten 2021–2023. Den stora kartan visar de tre senaste utbrotten och läget för kraftverket Svartsengi och badanläggningen Bláa Lónið.

till 4 km, men var uppdelad i två huvudsegment. Den sydvästra änden av sprickan låg 3 km från Grindavík. Nästa dag hade kraften i utbrottet avtagit, lavafontänerna var lägre och de aktiva sprickorna började krympa i längd. Ju längre dagen led desto mindre blev kraften i utbrottet.



Huvuddelen av lavaflödet strömmade österut i riktning mot Fagradalsfall. Mindre mängder flödade norrut och söderut, och utbrottet dog ut under torsdagen den 21 december.

Utbrottet 14–16 januari

På morgonen den 14 januari öppnades en utbrottspricka sydost om Hagafell. Detta utbrott föregicks av en jordskalvsvärm med mer än 200 skalv som startade klockan tre på natten. Vid 04:07 inträffade det kraftigaste skalvet med en magnitud på 3,5 och magman nådde ytan klockan 07:57.

Lavan flödade ut ur en 900 m lång spricka, där den sydvästligaste delen låg endast 700 m från Grindavík. Största delen av utbrottsprickan låg utanför den skyddsvall som man hade byggt. Den sydvästra delen av sprickan låg dock innanför vallen och här strömmade lavan mot staden.

Vallen fungerade i det stora hela bra och avledde mycket lava mot väster. Men i den östra delen nådde lavan krönet av vallen och flödade över.

Klockan 12 öppnades en 100 m lång utbrottspricka endast 200 m från de yttersta husen. Tre hus brann ner och begravdes av lava. På eftermiddagen den 15 januari hade denna aktivitet upphört. Under natten till den 16 januari upphörde aktiviteten helt i den långa sprickan och utbrottet var över.

Utbrottet 8–10 februari

Klockan 05:30 på morgonen den 8 februari inträffade en jordskalvs-

svärm och omkring en halvtimme senare började ett utbrott. En spricka öppnade sig öster om Sýlingarfell och den blev som mest 3 km lång.

De högsta lavafontänerna nådde en höjd av 80 m och lavan överlagrade ungefär halva lavaflödet från i december men rann också vidare mot nordväst. Där delade lavaflödet sedan upp sig i två grenar där den västliga nådde Grindavíkvägen på förmiddagen den 8 februari för att senare klippa av varmvattenledningen till Njarðvík och Keflavík. Även en kraftledning förstördes.

På eftermiddagen den 9 februari meddelade Islands meteorologiska byrå att ingen synlig aktivitet gick att se från drönaren som flög över området. Detta indikerade att utbrottet led mot sitt slut. Eftersom ingen ny lava kom ut ur sprickan kunde kraftbolaget som driver Svartsengi (Hita-veita Suðurnesja) börja lägga en ny vattenledning. Redan på måndagen var det klart och varmvattnet kunde flöda igen.

Bláa Lónið hade nyligen öppnat igen efter utbrottet i januari, och där fanns även hotellgäster. Dessa evakuerades tidigt på torsdagen den 8 februari. Man kan tycka att om Bláa Lónið ska hålla öppet kanske det endast borde vara under dagtid, på samma sätt som strategin i kraftverket Svartsengi. Där har de ingen personal på plats under natten utan då styrs allt på distans. Om något behöver göras så sker arbete endast på dagtid.

Till vänster: Mängder av djupa sprickor som skadat både hus och infrastruktur har bildats inne i Grindavík.

Framtiden

Sex utbrott på tre år – detta är troligen inledningen av en längre episod med återkommande utbrott på Reykjaneshalvön (se artiklar i Gf 111, 116 och 119). Efter ett 780 år långt uppehåll av utbrott har en ny period av aktivitet börjat. Den senaste epoken pågick mer än 300 år så vi kan nog se fram mot återkommande utbrott på Reykjaneshalvön.

Efter att magmagången väster om Svartsengi brutit ”fördämningen”-byggs trycket åter upp i reservoaren. Den har därigenom blivit en aktiv spelare i magmatransportsystemet, och om magma fortsätter att samlas där är risken för återkommande utbrott stor. Man kan se detta som en analog med Kraflaeldarna (se Gf 48) då en aktiv magmakammare fylldes och tömdes vid upprepade tillfällen med bildningar av gångar och utbrott som resultat.

De senaste utbrotten är dock inte längre några turistutbrott utan nu rör det sig om en katastrof för människor då deras hus brinner ner och allt blir täckt av lava. Idag finns det stora och djupa sprickor enom Grindavík och därunder finns magman på tämligen grunda nivåer. Det är en tickande bomb och det ser inte bra ut för samhället Grindavík. ♦

Läs mer

Sigmundsson m.fl. 2024. Fracturing and tectonic stress drives ultrarapid magma flow into dikes. *Science*, 8 Feb 2024, DOI:10.1126/science.adn2838.



Erik Sturkell är professor vid Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet.

✉ erik.sturkell@gvc.gu.se



Lyckat vintermöte lockade många

Det 36:e nordiska geologiska vintermötet avhölls i januari på Svenska mässan i Göteborg. Fler än 500 deltagare, mängder av föredrag, ett stort antal vetenskapliga postrar, många tillfällen till mingel, prisutdelning – en geologisk fest helt enkelt!

Emma Rehnström, Geologiska föreningens ordförande, sammanfattar mötet med följande ord: ”Det blev verkligen ett fantastiskt bra möte! Organisationskommittén gjorde ett otroligt jobb och det var riktigt bra lokaler. Det blev väldigt kompakt vilket var en stor fördel.”

Med fler än 530 deltagare var nog detta vintermöte det största hittills. Och det var också ett slags jubileum – det var i Göteborg som det allra första vintermötet hölls år 1954, alltså för hela 70 år sedan. Årets möte arrangerades av Geologiska föreningen i samarbete med bland annat Institutionen för geovetenskaper vid Göteborgs

universitet. Den lokala organisationskommitténs engagemang var helt avgörande för att mötet blev så lyckat!

Temat för mötet var *Geology for society* och ett antal välrenommerade forskare var inbjudna för att föreläsa på olika aspekter på temat. En av dem var Kathryn Goodenough, Principal Geologist vid den brittiska geologiska undersökningen, som talade om kritiska råvaror för den gröna energiomställningen. Det märktes att detta ämne är stort just nu.

Svenska mässan visade sig vara en utmärkt plats för en konferens av det här slaget, och centrum i hela evenemanget var den stora lokal där

alla postrar var uppsatta. Den blev en samlingspunkt vid pauser och där bjöds också på välkomstmingel, luncher och kaffe. Här fanns också ett flertal utställare, från geologiska undersökningar till analysföretag och geoparker.

Konferensmiddagen på Kajsjul 8 vid Göta älvstranden blev en festlig tillställning som bjöd på god mat, lysande underhållning av sånggruppen Gosskören och utdelning av priset *Nordic Geoscientist Award* som i år tilldelades Jan Mangerud som är en mycket välförtjänt mottagare av priset.

Nästa vintermöte kommer att hållas i Åbo 2026. Vi ses då! ♦

Kvastar av decimeter-stora spodumenkristaller i LCT-pegmatit E (se kartan på motstående sida).



FOTO: KARIN HÖGDAHL

Bergby – Sveriges nya litium-cesium-tantalpegmatitfält

Efter ett blockfynd gjort av studenter på fältkurs 2007 i Bergbyområdet i sydöstra delen av Gävleborgs län pågår en undersökning med fokus på dess litiummineraliserade granitpegmatiter. Sedan den första påträffades i fast klyft 2016 är nu inte mindre än tio olika litiumrika granitpegmatitsystem kända i området.

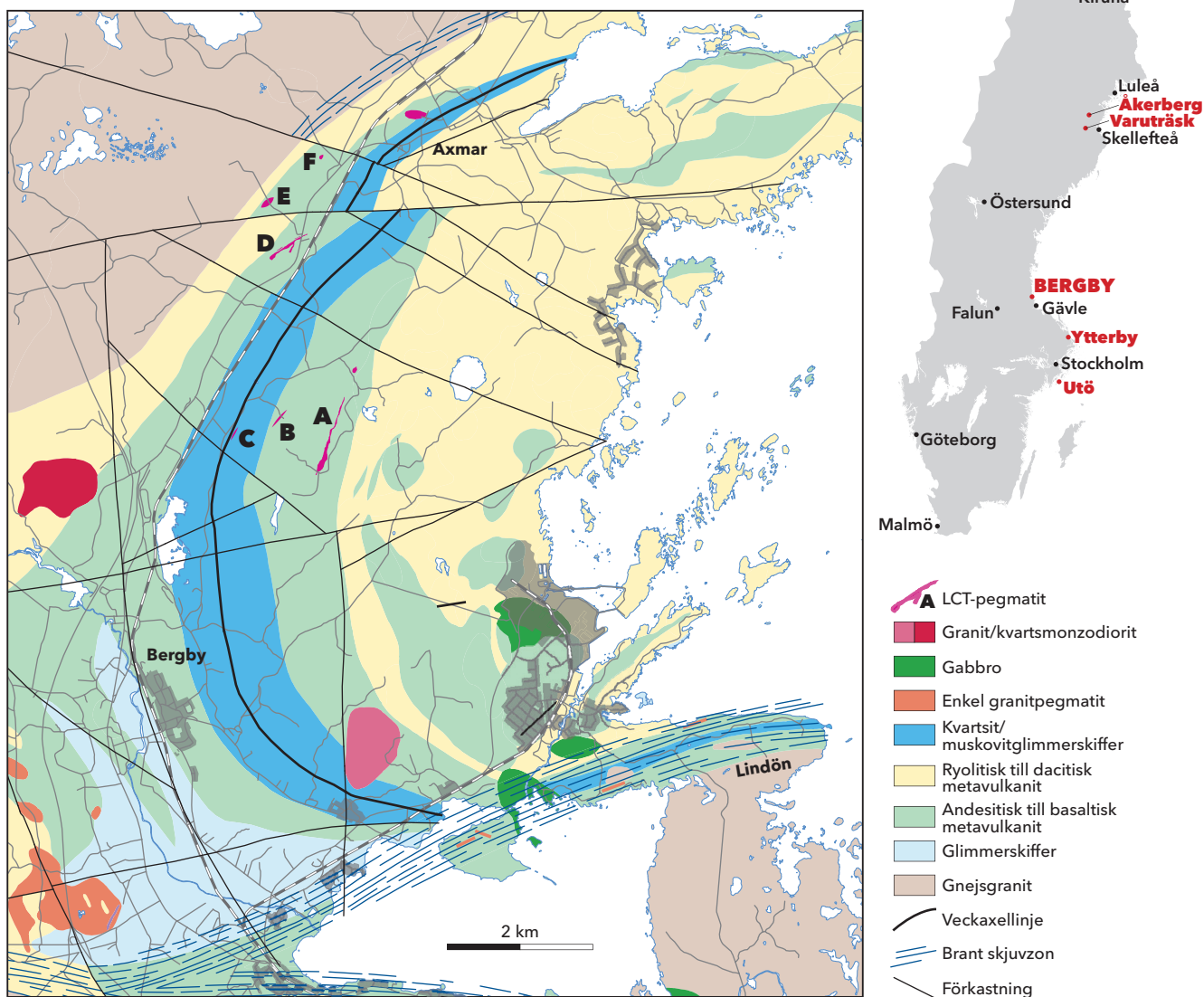
TEXT: KARIN HÖGDAHL, ERIK JONSSON, MAGNUS LEIJ, ANDERS ZETTERQVIST & PABLO PETRI

ETT FORSKNINGSPROJEKT som påbörjades våren 2023 ska ta fram ytterligare kunskap om Bergbypegmatiterna och liknande komplexa litium-cesium-tantalrika granitpegmatiter i Sverige och utveckla metodik för att hitta och undersöka dem.

De märkliga gångbergarter som kallas granitpegmatiter är både fascinerande och de mest diversifierade av magmatiska bergarter. Inte nog med att de kan variera i kornstorlek mellan ytterst finkorniga och extremt grovkorniga, de är dessutom inte sällan anrikade på ovanliga grund-

ämnen, varav flera har sin enda ekonomiskt viktiga förekomst i denna unika bergartstyp.

Den stora geokemiska variationen och rikedomen på udda grundämnen har förstås också lett till att granitpegmatiter kan vara mycket mineralogiskt varierade. Till exempel



är uppemot 60 olika mineral kända från den klassiska Varuträskpegmatiten i Västerbotten. Och från granitpegmatiterna på Utö i Stockholms södra skärgård och deras reaktionszoner i sidoberget är 50–60 olika mineral kända.

Sverige är faktiskt välkänt internationellt för sina granitpegmatiter, inte minst eftersom flera av dem spelat en stor roll inom kemisk, mineralogisk och geologisk upptäckthistoria. Granitpegmatiten i Ytterby nära Vaxholm är en ohotad rekordhållare globalt vad gäller antalet upptäckta nya grundämnen, framför allt i form av sällsynta jordartsmetaller (yttrium, ytterbium, terbium, erbium som alla fått namn efter platsen) men också ”pegmatitmetallen” tantal.

Men det finns fler exempel: Granitpegmatiterna i Falutrakten var bland de först dokumenterade granitpegmatiterna med sällsynta mineral. De stora pegmatitgångarna vid järngruvorna på Utö stod både för upptäckten av alkalimetallen litium och av ett flertal mineral som idag har Utö som sin globala typlokal. Bland dessa finns litium-aluminiumsilikaterna spodumen och petalit. Utö är också global typlokal för petalit-subtypen av litium-cesiumtantalrikade granitpegmatiter (LCT-pegmatiter).

Varuträsk var under många decennier den absolut mest välundersökta granitpegmatiten i världen genom de detaljerade arbeten som utfördes av professor Percy Quensel och hans

Ovan: Geologisk karta över Bergbyområdet (modifierad från SGU:s databaser) med identifierade LCT-pegmatiter markerade med bokstäverna A-F.

studenter vid dåvarande Stockholms högskola mellan 1930- och 1950-talen. Det finns också flera andra, mindre välkända litiumförande pegmatiter i Sverige som Per Nysten nyligen beskrivit i *Geologiskt forum* 117.

Kritiska metaller och mineral i litiumpegmatiter

Bakgrunden till intresset för litiumpegmatiter är givetvis det dramatiskt ökande behovet av litium för batteritillverkning i samband med elektrifieringen av transportsektorn.

Litium finns sedan 2020 på EU:s lista med kritiska råmaterial. Efterfrågan på litium förväntas att åtminstone fördubblas inom de närmaste fem åren och självförsörjningsgraden inom EU är mycket låg. Det finns idag inte någon europeisk produktion av litium av batterikvalitet.

Ungefär 90 procent av världsproduktionen kommer från Australien, Chile och Kina, samt en inte obetydlig mängd från Argentina och Brasilien. Kina står också för mer än hälften av förädlingen och upparbetningen av litiumråvaran till batterier. Importberoendet är alltså stort.

En viktig källa till litium är just LCT-pegmatiter, som kallas så efter grundämnena litium, cesium och tantal, vilka är anrikade i denna typ av granitpegmatit. Det är dock inte bara litium som är intressant. Tantal ingår i all möjlig elektronik som styr t.ex. krockkuddar och ABS-bromsar. Dessutom finns andra kritiska metaller som niob, beryllium och skandium i vissa typer av granitpegmatiter.

Fältspat, som är ett av jordskorpans vanligaste mineral, finns sedan 2023 med på EU:s lista över kritiska metaller och mineral. Det man avser då är fältspat med den renhet som

industrin efterfrågar. I granitpegmatiter förekommer ofta grovkristallin fältspat som kan vara ekonomiskt lönsamt att ta till vara. Detsamma gäller kvarts för framställning av kiselmetall (läs mer om kisel på s. 4). Idag framställs sådan framför allt av kvartssand och hydrotermalt utfälld kvarts, men intresset för pegmatitkvarts har ökat på senare år.

Fynd och upptäckter i Bergby

Det första fyndet av litiummineral i Bergbyområdet gjordes av en grupp studenter under en berggrundsgeologisk fältkurs. Fyndet var ett handbollsstort block med en halv decimeter stor kristall av litiumpyroxenen spodumen, som är det globalt sett viktigaste malmmineralet för litiumproduktion ur fast berg. Fyndet skickades in till Mineraljakten i Gävleborgs län och erhöll då tredje pris under prisutdelningen senare samma år. Blockfyndet ledde till att prospekteringsbolag fick upp intresset för området och det sammanföll i tid med ett ökande globalt intresse för litium.

Ursprungligen var endast en pegmatitgång i fast klyft känd (nära blockfyndet), och denna bedömdes vara en simpel granitpegmatit uppbyggd av i huvudsak kvarts och fält-

spat. Detta visade sig dock snart vara fel då geokemiska analyser av pegmatiten gav förhöjda halter av både litium (0,5 viktprocent Li_2O) och tantal (upp till 800 ppm Ta_2O_5).

Därefter hittades ytterligare en pegmatithäll och under den första borrhkampanjen 2017 påträffades spodumen både som större ljusgröna kristaller och som en sockrig sammanväxning med kvarts, så kallad SQUI (*spodumene quartz intergrowth*).

Spodumen i håll identifierades så sent som 2021 i samband med motsvarande fältkurs som 2007. Spodumen är i regel ganska lätt att få syn på med sin karaktäristiska gröngrå färg, tendens till prismatiska platta kristaller och mycket tydliga spaltning. Kristaller med en längd över 30 cm har påträffats, främst i block.

Vänstra bilden: Foto i korspolariserat påfallande ljus av en förhållandevis stor kristall av ett tantalitmineral (mörka partier) som delvis ersatts av ett mikrolitmineral (möjliggen oxykalciummikrolit) som genomlysbara, ljusa partier.

Högra bilden: Magnus Leijd med ett block som nästan uteslutande består av en singelkristall av litium-aluminiumsilikatet petalit.

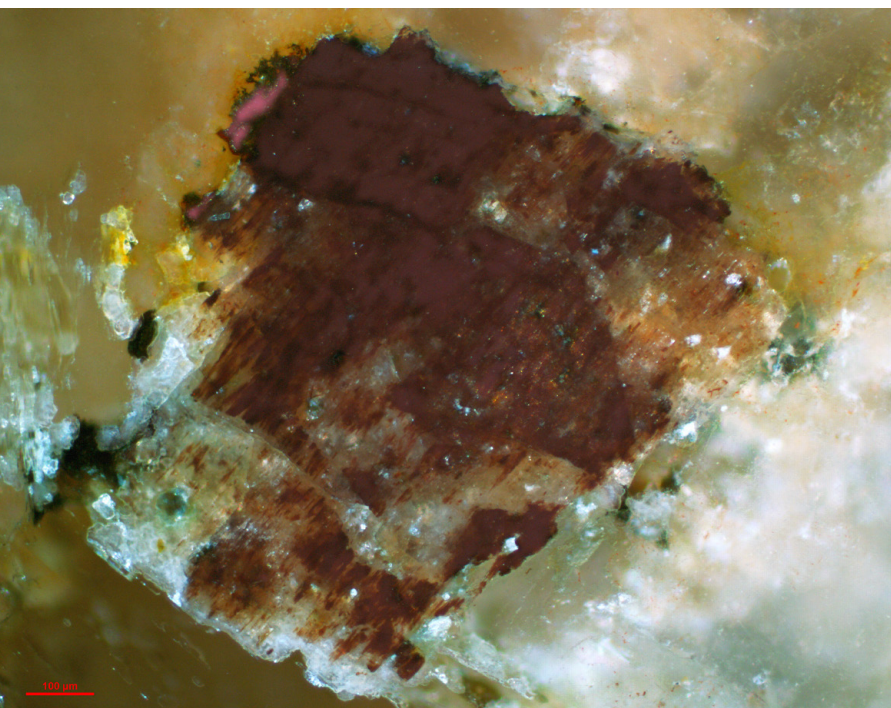


FOTO: ERIK JONSSON.

Till höger: Kärnborrning på LCT-pegmatit D i maj 2023.

Petalit, som också är ett potentiellt viktigt litiummalmineral, är mer anonymt och kan med sin vita färg och spaltning lätt misstas för fältspat. Petalit påvisades i block först 2016 (med analytisk bekräftelse) trots att den är mycket vanlig i blockmaterialet i området kring det ursprungliga spodumenfyndet. Mineralogiska undersökningar av dessa block visar att de till 70 procent består av kvarts och fältspat och att mängden spodumen och petalit utgör ca 10,5 respektive 5 procent. De största hittills observerade petalitkristallerna i blockmaterialet är över 20 cm.

Discoverypegmatiten

Den först uppborrade pegmatiten har kommit att kallas *Discoverypegmatiten*. Den stupar flackt åt väster och är 10–25 m bred, åtminstone 800 m lång och fortsätter till ett djup av minst 50 m under markytan, men är öppen mot djupet. Förutom spodumen och petalit finns en mindre andel litium även i muskovit och turmalin och i små volymer i Li-Mn-Fe-fosfater, amblygonit-montebrazitmineral (litium-aluminiumfosfater) och cookeit (en litiumklorit).

Discoverypegmatiten är inte bara rik på litium. I enstaka borrhål har också höga halter av cesium konstaterats och cesiummineralet pollucit (cesium-aluminiumsilikat) har identifierats. Förekomsten av pollucit visar att denna granitpegmatit tillhör den allra mest fraktionerade typen av LCT-pegmatiter. Dessutom finns förhöjda tantalhalter, och flera olika tantal-niobrika oxidmineral tillhörande kolumbitsubgruppen, tapiolitgruppen och mikrolitgruppen har påvisats.

Värdbergart och områdets geologi

De LCT-pegmatiter som vi hittills känner till i Bergby förekommer som gångar i veckade och metamorfoserade ytbergarter. Den äldsta av dessa, en finkornig glimmerskiffer som ställvis har cordierit-, andalusit- eller sillimanitporfyroblastar, har i håll bara påträffats i områdets södra delar.



FOTO: KARIN HÖGDAHL

Stratigrafiskt över glimmerskiffern förekommer olika typer av ungefär 1,90 miljarder år gamla metavulkaniska bergarter med allt från ryolitiska till basaltiska sammansättningar.

Äldst är ursprungligen vattenavsatta ryolitiska och dacitiska askor och annat pyroklastiskt material. I dessa finns inlagrade karbonathorisonter som ställvis omvandlats till skarn. Till de tidiga vulkaniska bergarterna räknas också en massiv, fragmentförande kvartsporfyr som tolkats som en subvulkanisk intrusion.

Med tiden blev utbrottsprodukterna mer mafiska och utgörs av omvandlade andesiter och basalter som avsatts både som aska och lava. Välbevarade kuddlavor är relativt vanliga liksom vulkaniska breccior, lapilli och uppbrutna lavaflöden.

Efter ett tidsgap på tiotals miljoner år avsattes de yngsta ytbergarterna i området som sand och leror vilka senare omvandlats till kvartsit respektive muskovitskiffer. I kvartsiten finns korsskiktning och torksprickor bevarade som båda visar att den ursprungliga sanden sedimenterat i en strandnära miljö. Förekomsten av klargrön kromförande glimmer ("fuchsit") i kvartsiten tyder på att

källan till sedimenten även omfattat kromrika mafiska bergarter.

Ytbergarterna veckades under två olika deformationfaser. Den första veckningen bildade en synklinal (med tillhörande överskjutningar) som är överstjälpd åt väster. Denna har i sin tur veckats som ett östligt stupande öppet veck. Senare plastisk deformation för ca 1,80 miljarder år sedan har påverkat utkanten av detta stora veck med bildning av kilometerbreda skjuvzoner.

Utmed den välblottade Lindö-zonen i söder förekommer ett stort antal pegmatiter, inklusive spodumenförande varianter, som samtliga är mer eller mindre påverkade av skjuvningen. Detta ger alltså en fingervisning om åldern på dessa litiumförande pegmatiter.

Axmarzonen i norr är endast sparsamt blottad, men har genomtivrats på djupet i samband med prospekteringsborrning i områdets norra delar. Även här är de observerade LCT-pegmatiterna plastiskt deformerade.

Utöver granitpegmatiter finns ett antal mindre intrusioner i ytbergarterna i Bergby som alla bildats efter veckning och metamorfos, men ännu finns inga säkra åldersbestämningar av dem. Bland intrusionerna ingår



FOTO: LARS GUSTAFSSON

Ovan: På jakt efter litiummineral under en exkursion anordnad av Svenska mineralogiska sällskapet i september 2023 under ledning av Karin Högdahl, Anders Zetterqvist och Magnus Leijd, som på bilden är i samspråk med Erik Jonsson.

mindre gabbrokroppar som i gnejsgraniten väster om det omveckade ytbergartsområdet är associerade med granitpegmatiter. De senare har troligen bildats genom lokal uppsmältning när de varma gabbroiska magmorna trängde in.

Granitpegmatiter är överlag tämligen vanliga i ytbergartsområdet, särskilt i de västra delarna, och förekommer i både felsiska och mafiska metavulkaniter. De mera fraktionerade LCT-pegmatiterna har å andra sidan bara påträffats i kvartsit och metabasalt, vilka förmodligen betedde sig sprött och alltså sprack upp (istället för att deformeras plastiskt) under det tidsintervall då pegmatitmagmorna intruderade. På så sätt öppnades det alltså upp utrymmen som smältan kunde använda sig av under sin väg uppåt liksom för att kristallisera inuti.

Senare litiumpegmatitupptäckter

Under de första prospekteringsåren upptäcktes spodumenförande block väster och nordväst om Discoverypegmatiten. Eftersom isrörelseriktningen i området är mot sydsydost visade detta fynd att det rimligen måste finnas fler LCT-pegmatiter i området och en blockletningskampanj initierades. Tusentals block hittades och blocksvansmönstret resulterade i att ytterligare fem LCT-pegmatitsvärmar kunde lokaliseras väster och norr om Discoverygången. Dessa pegmatitsvärmar har fått de fantasieggande namnen B, C, D, E och F (se kartan på s. 13).

Pegmatitsvärm B är inte blottad utan har bara påträffats genom borrhningar i en storblockig terräng. Den har en kvartsit som värdbergart till skillnad mot Discoverypegmatiten som intruderat i en metabasalt. B-svärmen har samma strykning som lagringen i kvartsiten, men stupar brant åt väster och därmed i hög vinkel till värdbergartens stupningsriktning.

Den mest grovkristallina LCT-pegmatiten i B-svärmen är

ca 10 m bred och 300 m lång, och litium är nästan uteslutande bundet i spodumen. Turmalin saknas nästan helt och de typiska LCT-metallerna tantal och cesium är mycket lägre än i Discoverypegmatiten.

Pegmatitsvärm C består av ett stort antal upp till 5 m breda spodumenförande gångar, vilka även dessa uppträder i kvartsit i storblockig terräng. Borrhningar har visat att svärmen är minst 300 m lång, men dess fulla utbredning åt söder är ännu okänd. En av de tunnare C-gångarna har observerats i håll.

Gångsvärmar D, E och F ligger längre norrut i en metabasalt i det västra veckbenet av det första överstjälppta vecket. Gångsvärmar E och F är separerade från D av en öst-västlig förkastning och det är inte omöjligt att de utgör en och samma svärm som blivit förskjutet på grund av rörelser utmed denna förkastning. Pegmatiterna här är ofta grovkristallina med upp till 30 cm långa spodumenkristaller, även om spridda mindre kristaller också förekommer. Utöver spodumen förekommer litium också i form av SQU och mot djupet

har en mindre mängd petalit påvisats. Tantal- och cesiumhalterna är i regel ganska låga, men varierar stort mellan individuella gångar.

En av de få pegmatiter som tidigare var känd i området ligger strax norr om Axmar by. Även den sitter i en metabasalt i första veckets västra veckben. Efter en skogsbrand i juni 2023 är pegmatiten relativt välblottad och man ser att den stupar flackt och täcker ett område med en radie på över 50 m.

Pegmatiten domineras av kvarts, fältspat och muskovit, medan turkos apatit (troligen fluorapatit) och svart turmalin är tämligen vanliga. Det hittills enda säkert identifierade litiummineralet är en blek och ibland något orangerosafärgad spodumen. Den uppträder i form av skiviga och relativt finkorniga aggregat i spridda partier av pegmatiten.

Tre typer av litiummineralisering

Redan under prospekterings inledande fas, när mängder av block provtogs i närheten av det första spodumenfyndet, konstaterades att litium (och tantal) inte bara fanns i uppenbar och grovkristallin pegmatit utan även i en ljus och jämnkornig granitisk bergart som man då antog kom från en intrusion relaterad till pegmatiterna.

Med all den information som borrhningarna gett har det dock visat sig att de fin- till medelkorniga granitiska bergarterna förekommer som enheter i annars grovkristallin pegmatit. Med tiden har det visat sig att litiummineraliseringarna i Bergbyområdet uppträder i tre huvudsakliga former eller associationer, vilka alla kan förekomma i samma pegmatitgång.

En av formerna är just den ljusa granitiska varianten som ofta uppträder som upp till 6 m breda zoner i pegmatiterna. Dessa har relativt höga litiumhalter (1–2 viktprocent Li_2O). Det är ännu oklart vilket eller vilka mineral som är den viktigaste värden för litium, men en del av dessa ”granitiska” enheter innehåller rikligt med petalit.

En annan malmform utgörs av SQUI i vilken spodumen förekommer som små kristaller samman-

växta med kvarts. SQUI anses vara en senmagmatisk omvandlingsprodukt av primär petalit som fyllt ut utrymmet mellan grov kvarts och fältspat eller aggregat av muskovit, kvarts och fältspat. SQUI-malm-typen är litiumrik med upp till 4,6 viktprocent Li_2O .

Den tredje formen har typisk pegmatittextur med upp till 30 cm stora, ofta välutvecklade spodumenkristaller och stora volymer med petalitkristaller i en grundmassa av kvarts, fältspat och muskovit, ofta tillsammans med mörk turmalin. De största spodumenkristallerna verkar företrädesvis förekomma nära kontakterna till sidoberget.

Tantal-niob med potential?

Förutom den uppenbara och centrala litiummineraliseringen i dessa granitpegmatiter så förekommer även tantal-niobrika oxider i varierande grad, ibland tillsammans med tennoxidmineralet kassiterit. Det rör sig främst om små kristaller och aggregat av kolumbit-, tantalit- och tapiolitmineral och i något fall också mikrolitmineral som är omvandlingsprodukter av en primär tantalitfas.

Halterna av tantal och niob är mycket varierande både mellan och inom de olika pegmatitgångarna. För tantal skiljer sig halterna från några enstaka till flera hundra ppm. SQUI-typen är ofta fattig på tantal, medan den granitiska malmvarianten ofta har en mer homogen och tämligen hög tantalhalt på 100–200 ppm. Niobhalterna är inte så höga, vilket är normalt för LCT-pegmatiter, men det är tydligt att förhöjningarna följer tantal, något som också återspeglas i mineralogin.

Trots att halterna är relativt låga kan tantal-niob-mineralen komma att utgöra en relevant biprodukt om pegmatiterna skulle brytas för sitt litiuminnehåll. Detsamma gäller för kvarts, fältspat och kanske till och med glimmer, vilka tillsammans utgör den största volymen av pegmatiterna. Detta förutsätter dock att deras kornstorlek är grov och renheten tillräckligt hög för keramiska, metallurgiska eller andra industriella tillämpningar.

Sveriges mest lovande litiumprospekt?

LCT-pegmatiterna i Bergby är idag sannolikt på väg mot att bli det mest lovande litiumprojektet i Sverige och skulle kunna ha potential att bli den första gruvan i landet som producerar litiumråvara av batterikvalitet. Prospekteringsborrning pågår för fullt och många av de nya pegmatiter som upptäcks är litiumförande. De flesta av dem förekommer i ett obebyggt område där det bedrivs aktivt skogsbruk, så om en gruva blir verklighet kommer verksamheten att ligga långt från både bebyggelse och områden med höga naturvärden.

I närheten finns dessutom en djuphamn som skulle kunna fungera för utskippning av malmen. Skogen används dock för rekreation, inte minst längs den s.k. kyrkstigen som går genom skogslandskapet från Bergby till Axmar, och för jakt på olika vilt. Trots det gynnsamma läget kommer det att bli en stor utmaning att få lokalbefolkningen att acceptera en gruva i ett område som tidigare endast upplevt historisk, småskalig försöksdrift av traditionella malmer. ♦

Läs mer

- Jonsson, E., Högdahl, K. & Arvanitidis, N. 2015. Sällsynta och kritiska metaller i vanliga och ovanliga mineral. Geologiskt forum 85, 6–12.
- Jonsson, E., Högdahl, K. & Arvanitidis, N. 2015. De sällsynta jordartsmetallerna – eftersökta svenskätlingar. Geologiskt forum 86, 22–27.
- Nysten, P. 2023. Litium – ett litet grundämne med stor betydelse. Geologiskt forum 117, 14–20.

Karin Högdahl, Uppsala universitet, Erik Jonsson, SGU och Uppsala universitet, Magnus Leijd och Anders Zetterqvist, Bergby Lithium AB, Pablo Petri, Uppsala universitet.

✉ Karin.Hogdahl@geo.uu.se

Detta projekt finansieras av anslag från Swedish mining Innovation (2022-03373) och SGU (36926/2022) och ingår i Smart Exploration Research Centre som finansieras av SSF (CMM22-0003). Och detta bidrag är SE-publikation nr 001.



Den första bilen som köptes in till institutet var en Land Rover serie III 109 stationsvagn med safaritak. Bilden är tagen i Kverkfjöll 1975.

FOTO: HALLDÖR ÓLAFSSON,

NordVulk 1974–2024

Nordisk Vulkanologisk Institut, senare känt som Nordisk Vulkanologisk Center (NordVulk) på Island fyller 50 år 2024. Tyvärr sammanfaller jubileet med att NordVulk upphör i sin nuvarande form och en lång och framgångsrik era med nordisk vulkanologisk forskning på Island tar slut. Här berättar vi lite om NordVulks historia och bifogar några korta anekdoter från livet där.

TEXT: ERIK STURKELL & ANDERS SCHOMACKER

ALLT BÖRJADE MED att fem framstående nordiska geologiprofessorer, Gunnar Hoppe och Franz Eric Wickman från Sverige, Tom Barth från Norge, Arne Noe-Nygaard från Danmark och Sigurður Þórarinnsson från Island, föreslog att ett nordiskt institut för vulkanologi skulle bildas.

År 1974 bildades det nordiska vulkanologiska institutet med stöd från Nordiska ministerrådet. Som direktör utsågs Guðmundur Sigvaldasson

som då var i Nicaragua och medarbetare börjad att rekryteras.

Den förste att anställas var Páll Imsland som hyrdes in under sommaren, bland annat för att samla in prover för ett projekt för att utföra detaljerad petrologi av isländska vulkaniska bergarter, framför allt basalt. Syftet var att komplettera basaltprover insamlade inom Deep Sea Drilling Project (DSSP) med studier av olika basalter i vulkaner på land.

Man hoppades på så sätt kunna få en bättre geologisk kontroll och tillämpa erfarenheterna från basalterna på land på de prover man samlat in från djuphavets botten.

Guðmundur Sigvaldasson återkom till Island och sedan anställdes Niels Óskarsson mot slutet av 1974. Det första Guðmundur lät göra var att köpa en lång Land Rover till fältarbete och sedan började han att bygga upp laboratoriet.



Halldór Ólafsson anställdes i början av 1975 som tekniker. Han hade sedan 1950-talet varit assistent åt Sigurður Þórarinnsson under hans forskningsresor kring Island. Under samma år anställdes också Karl Grönvold från Orkustofan.

Guðmundur Sigvaldasson hade som ambition att bygga upp ett vulkanologiskt institut i världsklass, och den nordiska finansieringen gjorde detta faktiskt möjligt.

I och med att vulkanutbrottet i Krafla (Kraflaeldarna) började 1975 uppstod en möjlighet att följa en spridningsepisod i realtid vilket var världsunik. År 1976 anställdes geofysikern Eysteinn Tryggvason som följde jordskorpans deformation. Han fick ett eldorado med Kraflaeldarna som pågick till och med 1984.

Institutet kom att spänna över en stor del av vulkanologisk toppforskning i 50 år. Till exempel studerades deformation av jordskorpan på Island, petrologi, mineralogi och geokemi hos de vulkaniska bergarterna, tefrakronologi, samspelet mellan vulkaner och glaciärer och mycket, mycket mer.

I nyare tid har NordVulk haft en nyckelroll i övervakningen och förståelsen av vulkanutbrotten i Eyja-

fjallajökull 2010 och i Geldingadalir 2021 och 2022. Resultat från denna forskning har bland annat publicerats i Nature.

Institutet har också haft en viktig roll för samhällssäkerheten, bl.a. genom att spridning av tefra (fragmenterat material som genererats vid ett utbrott) i atmosfären påverkar flygtrafiken och att översvämningar orsakade av subglaciala vulkanutbrott kan hota människor och infrastruktur.

En flygande start

Det nordiska vulkanologiska institutet fick verkligen en flygande start genom det vulkanutbrott som startade i december 1975 i vulkanen Krafla på norra Island.

Till en början bodde de som jobbade med Kraflautbrottet på hotellet i Reykjahlíð, men Guðmundur Sigvaldasson insåg snabbt att utbrottet kunde bli långvarigt och hotellräkningen enorm.

Efter en kort tid köpte institutet därför ett litet hus (egentligen en barack) vid Múlavegur från Orkustofan. Här fanns allt som behövdes för fältarbete även om där var lite trångt. Dock blev huset så småningom alltför litet och dessutom slitet. Därför köp-

Ovan till vänster: Institutet fick en flygande start då vulkanen Krafla på norra Island fick ett utbrott i december 1975 (Kraflaeldarna). Bilden från utbrottet är tagen den 19 oktober 1980.

Ovan till höger: Guðmundur Sigvaldasson skriver i dagboken under en forskningsfärd till Askja i juni 1975.

tes 1995 ett hus i de centrala delarna av Reykjahlíð på Helluhraun 1. Detta hus har sedan funnits kvar som en resurs för den geovetenskapliga institutionen vid Islands universitet.

Under den första tiden av Kraflautbrotten hyrdes snöskotrar från Húsavík till fältarbete på vintern. Man insåg dock snabbt att det var bättre och billigare att köpa egna snöskotrar.

Framstående studier

Kraflautbrottet (Kraflaeldarna) gav en av de första möjligheterna att i realtid följa en spridningsepisod som varade omkring tio år. Här genomfördes alla tänkbara geologiska och geofysiska undersökningar.

Speciellt framstående var studierna av jordskorpedeformation (Eysteinn Tryggvason, Halldór Ólafsson och Sigurður Sindrason) och

geologi och geokemi (Guðmundur Sigvaldasson, Karl Grönvold och Niels Óskarsson). De seismologiska studierna bedrevs av Páll Einarsson och Bryndís Brandsdóttir, som var knutna till forskningsinstitutet (raunvísindastofnun) vid Islands universitet.

Det var ett nära samarbete både forskningsmässigt och socialt. Genom jordskorpedeformationen och jordskalven lärde sig forskarna att känna igen när magma lämnade den grunda magmakammaren (på 3 km djup) och rörde sig mot ytan eller mera lateralt längs spricksystemet.

Man konstaterade att det fanns både en grund magmakammare och en djupare. Det var också under Kraflautbrottet som elektroniska lutningsmätare uppfanns av Ævar Jónasson (forskningsinstitutet vid Islands universitet), utvecklades av Sigurjón Sindrason (NordVulk)

och byggdes av Halldór Ólafsson (NordVulk).

Geokemiskt följde man med de olika lavorna som rann ut. Man kunde då konstatera att alla lavar utom den sista år 1984 passerade igenom och blev lagrad i den grunda magmakammaren. Den sista och största lavan däremot kom direkt från den djupare reservoaren.

NordVulks fältstation i Dyngjufjöll

Guðmundur Sigvaldasson hade ett speciellt förhållande till vulkanen Askja i Dyngjufjöll. Han var på plats 1961 och bevittnade den första explosionen som inledde vulkanens senaste utbrott. Han var också tillsammans med Sigurður Þórarinnsson i Askja år 1967 och hjälpte till att träna astronauterna i geologi inför den förestående månfärden.

Eysteinn Tryggvason hade också ett långt förhållande med Askja.

Han installerade 1966 en precisionsavvägningsprofil för att följa jordskorperörelser som orsakades av magmarörelser.

När man trodde att Kraflautbrottet var över 1983 riktades intresset åter till Askja. Eysteinn återupptog mätningarna 1983 efter ett uppehåll under 10 år. Denna 1,2 km långa profil har uppmätts varje år till dags datum.

För att förenkla arbetet fick Guðmundur Sigvaldasson en arbetarbod från Vegagerðin (vägverket) som placerades på en diskret plats nära Askja. Huset har fått namnet Dyngja och ligger vid den gamla vägen som förstördes av lavan 1961. Den nya vägen har dragits längre norrut, och huset ligger avsides. Även folk som vet att det finns kan ha svårt att hitta dit. Både forskare och stipendiater från NordVulk och många andra forskare har utnyttjat denna fantastiska fältstation.



FOTO: KENNETH FJÄDER.



FOTO: ERIK STURKELL.

ÞORRABLÓT

I vikingarnas almanacka inträffar månaden Þorri (den frusna vintermånaden) från mitten av januari till mitten av februari.

I Reykjavík under 1930-talet hade restauranginnehavarna tröttnat på lågsäsongen efter jul och nyår, och man hade en plan att skapa en ny högtid genom att konstruera en nordisk högtid med rötter i vikingatiden. På denna högtid skulle man äta traditionell isländsk mat och Þorrablótet blev till.

På Þorrablótet äts mat som konserveras genom surning eller fermentering, till exempel hákarl, samt svedda fårhuvuden, blod- eller leverkorv och brennevin.

Övre bilden: NordVulks första fältstation på Múlavegur 6 i Reykjavíks förorter, fotograferad 1991.

Nedre bilden: Huset som köptes in 1995 i de centrala delarna av Reykjavíð på Heluhraun 1. Bilden är tagen 1999.

HÁKARL

Hákarl eller kæstur hákarl (fermenterad haj på isländska) är en isländsk maträtt som blivit beryktad genom sin distinkta smak av ammoniak.

Hákarl tillagas genom att man rensar och avlägsnar huvudet på en hákaring eller brugd som placeras i ett grunt hål i grusig jord. Hajen täcks därpå med sand och grus och stenar placeras ovanpå för att lägga den i press. På detta sätt pressas vätskan ut ur fisken och hajen fermenteras i sex till tolv veckor beroende på säsongen.

Därefter skärs köttet i remsor som hängs för att torka i ett antal månader. Under den perioden bildas ett brunaktigt skal som tas bort innan köttet skärs i små bitar och serveras.

Den som inte ätit hákarl tidigare får ibland rådet att hålla för näsan. Luktens är nämligen mycket starkare än smaken. Det hjälper om man jagar ner hákarlen med brennivin.

FOTO: ERIK STURKELL



Nordiska vulkanologiska institutet

Idén var att skapa ett forskningsinstitut på Island som gav möjligheten för nordiska geologer att arbeta med unga och aktiva vulkaner. För nordiska geologer från de kontinentala nordiska länderna är den isländska geologin helt ny i alla avseenden.

Förutom att arbeta med unga vulkaniska bergarter var en viktig del också att underlätta för geologer att bygga upp ett gränsöverskridande nätverk. Själva namnet NordVulk lanserades av mig (Erik) och Risto Kumpulainen 1991 och med tiden har det blivit etablerat.

Stipendiatprogrammet

En del av kärnverksamheten i NordVulk har varit stipendiatprogrammet. Varje år utlyses omkring fem stipendier för geologer, doktorander eller postdoktorer, som får möjlighet att genomföra ett forskningsprojekt på Island. Stipendierna innebär ett års anställning på NordVulk och den kan förlänges till maximalt tre år.

Stipendiet löper från juni till maj nästföljande år. Nya stipendiater anländer alltså i början av juni då det är ljus dygnet runt och man åker direkt på exkursion och fältarbete.

Stipendieåret kan generellt delas in i tre perioder: den första entusiastiska fasen, svärmodet i mitten och den sista perioden när ljuset kommer åter.

Den entusiastiska fasen infaller då allt är nytt och spännande, det är sommar med fältarbete för ett nytt projekt. Sedan kommer hösten och den grå vardagen. Då kan svärmodet sätta in. Projektet är inte längre nytt och spännande och går kanske långsamt samtidigt som mörkret lägger sig. Man inser att man befinner sig på en avlägsen ö i Nordatlanten och storm efter storm passerar. Det blir dock något ljusare under julen med alla dekorationer men trettondagen kommer och mörkret är kvar.

Med julen passerad brukar projektet rulla på, delarna kommer på plats, och i februari kommer *Porrablót*. Det blir åter ljusare och allt brukar ordna sig.

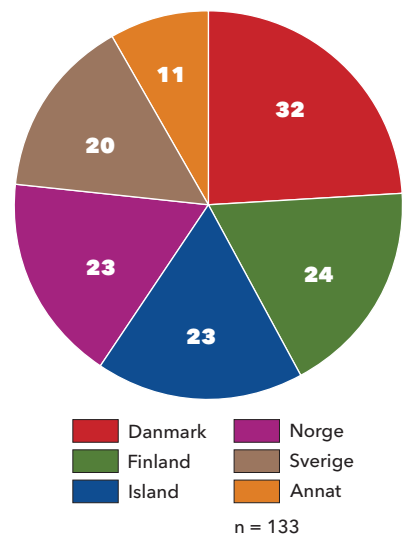
Under året är samvaron med de andra nordiska stipendiaterna som sitter i samma båt viktig, och man bygger vetenskapliga och sociala kontakter som vara livet ut. En av medarbetarna vid institutet, Niels Óskarsson, berättade ofta uppmuntrande att folk utifrån, som inte är vana vid mörkret, kämpade sig igenom vintern och våren med vetskapen att när ljuset kommer åter så blir allt bra.

Den nordiska idén fungerar – återförening

Mellan 1991 och 1993 var jag (Erik) stipendiat vid det nordiska vulkanologiska institutet tillsammans

Ovan: Juldekorationer kan hjälpa till att lyfta sinnet hos dystra stipendiater. Denna bild tagen på Bústaðarvegur i Reykjavík 2010.

Nedan: Fördelningen mellan de nordiska länderna. Under de sista åren öppnade man för stipendiater från hela världen (kategorin annat).



med stipendiatkollegor från de andra nordiska länderna. Det var en kul och lärorik tid och man skapade vänskapsband för framtiden.

Efter 25 år (alltså 2016) tog Trond Forslund från Norge initiativet till en återförening på Island av alla stipendiater som var där 1991–1992. Han lyckades samla allihop med familj,

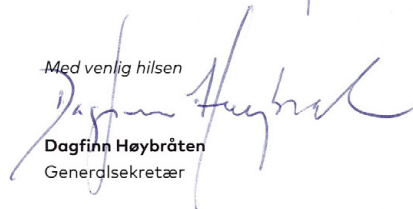
Beste Erik Sturhelt,

Takke for din "rapport" om praktisk nordisk samarbeid og verdien av de nettverk vi skaper i vårt nordiske samarbeid. Den verdien kan ofte undervurderes. Godt år!

Ved Stranden 18
DK-1061 København K
Telefon +45 33 96 02 00

www.norden.org

Med venlig hilsen


Dagfinn Høybråten
Generalsekretær

hustrur och barn: Kristján Jónasson (Island), Henrik Schiellerup (Danmark), Kenneth Fjäder (Finland) och jag. Även Thor Hansteen (Norge) som var där under sommaren 1991 deltog. Vi träffades på en restaurang på kvällen och nästa dag åkte vi på exkursion till Reykjanes.

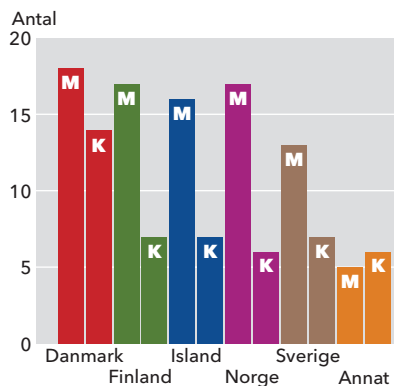
Samtliga arbetar fortfarande inom geologi både inom offentlig sektor och privat. Ingen engelska talades utan det gick helt utmärkt på våra respektive språk, Kristján Jónasson på danska och Kenneth Fjäder på finlandssvenska.

Jag tyckte att detta var helt i den nordiska tanken – alla talar skandinaviska och håller kontakten ännu efter ett kvartssekel. Jag ansåg att dessa goda nordiska nyheter borde förmedlas till Nordiska ministerrådet. Ett brev skrevs om en nordisk succé och det kom ett svar från Nordiska ministerrådets generalsekretär Dagfinn Høybråten.

Den nordiska geologiska exkursionen till Island

Nordiska rådet satsade på geologiska exkursioner till Island för att sprida geologi och främja det nordiska samarbetet. Fokus för exkursionerna alternerade mellan kvartärgeologi och vulkanologi.

Även för dessa exkursioner spelade Sigurður Þórarinnsson en betydande



roll. Exkursionerna sjösattes redan på 1960-talet och fortgick till och med 1993. Nordiska rådet ändrade då strategi och satsade i stället på sommarskolor som organiserades främst av NordVulk.

Den vulkanologiska exkursionen leddes först av Sigurður Þórarinnsson. Efter hans död (1981) tog Guðmundur Sigvaldasson från NordVulk över. Han ledde färden de flesta gångerna ända tills exkursionen lades ner 1993. Dock kunde han inte delta alla år, t.ex. 1993 då Ágúst Guðmundsson ledde turen.

Dödsmarsch

Ágúst Guðmundsson har en förkärlek till förkastningar, gångar, sprickor och deras stressfält. Under hans ledning 1993 fick dessa fält en större del än vanligt av exkursionen. En av hans

Ovan: Svarebrev från Dagfinn Høybråten, generalsekretär på Nordiska ministerrådet 2017, efter Eriks rapport om att den nordiska tanken fungerar: "Takke for din "rapport" om praktisk nordisk samarbeid og verdien av de nettverk vi skaper i vårt nordiske samarbeid. Den verdien kan ofte undervurderes. Godt år!"

Till vänster: Stipendiaternas könsfördelning från de olika länderna. Det är endast Danmark som har en nära jämn fördelning.

paradlokaler ligger vid vulkanen Krafla, 12 kilometer fågelvägen norr om parkeringsplatsen vid Víti.

Det finns en väg men det var fortfarande snö kvar i backarna vilket gjorde vägen ofarbar. Man var tvungen att gå. Man utgick från Leirhnjúkur (den lilla hyaloklastitryggen mitt i Kraflakalderan) och vandrade över lavafälten vilket gjorde vägen något kortare men mer utmanande.

Deltagarna steg ur bussen och de flesta trodde att detta var ett kort stopp och tog därför inte med mat och dryck. Till slut kom man fram till den fantastiska lokalen där lava hade runnit ner i extensionssprickor och skapat en gång som hade bildats uppfifrån, helt unikt – men dessvärre var allt begravt under snön. Det var bara att vända och promenera tillbaka till bussen. Någon mätte på kartan och kom fram till att sträckan tur och retur



var mer än 30 km. På vägen tillbaka följde man dock en väg – lite längre men lättare och snabbare att gå. Dessa exkursioner gav bestående minnen och ett nordiskt nätverk som många av deltagarna fortfarande odlar!

En kort saga eller Det är något ruttet i bilen

I januari 1979 körde Kalli och Halldór (Dóri) med instituttbilen, en helt ny Toyota Landcruiser. De skulle genomföra fältarbete norr om Mýrdalsjökull för att etablera ett nät av punkter för avståndsmätningar. Vädret var mycket dåligt och det blåste så mycket att Kalli blåste av snöskotern.

Båda tyckte om hákarl (fermenterad enligt vissa, rutten enligt andra) så de hade en liten hink mellan fram-sätena. De körde, åt och hade det trevligt värre i bilen. Dock uppstod ett problem eftersom de tappade en

bit hákarl mellan sätena som de inte kunde hitta.

Lukten av hákarl satte sig fast i bilen och den distinkta odören gick inte att få bort på något sätt, inte ens med Wunder-Baum. Direktören för institutet, Guðmundur Sigvaldasson, var inte glad ty bilen gick inte att använda (utom kanske av de mest inbitna hákarl-entusiaster) och bilen gick inte heller att sälja. Detta slutade med ett förbud att äta hákarl i institutets bilar.

Slutord

Allt har inte varit perfekt hela tiden med institutet, det finns lite smolk i bägaren. Bland annat har personalkonflikter slutat med att en forskare lämnat institutet och att en annan blivit fängelsepräst. Det skar sig också mellan institutets första direktör och styrelsen, vilket slutade med att direktören lämnade sitt jobb.

Till vänster: Gångar som har bildats genom att lava har runnit ner i tensions-sprickor. Lavan kommer från Gajstykki och rann ut 1984. Bilden är tagen 1991 mot norr, med Hrutafjöll i bakgrunden och Kenneth Fjäder som skala.

Därutöver har en del stipendiater haft det svårt av många orsaker, till exempel forskningsprojektet som inte gått så bra, ensamhet och de mörka isländska vintrarna. För de allra flesta har dock vistelsen blivit en positiv upplevelse och vissa stipendiater lämnade inte ön ens efter kontraktets slut.

NordVulk har alltid legat i fronten när det gäller att införskaffa topp-instrument, till exempel mikrosond, masspektrometer, seismografer, geodetisk utrustning (GPS) osv. Fram till och med början av 1990-talet kunde institutet också köpa in bilar till fältarbete skattefritt vilket gjorde att det alltid fanns de bästa fordonen.

Nordiska ministerrådet satsade pengar och fick ett forskningsinstitut i världsklass. Det nordiska vulkanologiska institutets saga var över 2004, då det blev det nordiska vulkanologiska centret vid Islands universitet. De drev sedan stipendiatprogrammet vidare. Vid den senaste tillsättningen av fem stipendiater år 2021 kom ingen av stipendiaterna från Norden. Och när stipendietiden går ut 2024 är det slut.

Det blev totalt 50 år av nordiskt samarbete inom vulkanologin med ungefär 130 stipendiater som passerat igenom institutets och centrets portar. NordVulk i den form den haft i 50 år kommer inte tillbaka. I framtiden kommer enskilda aktiviteter eller forskningsprojekt att kunna få stöd från Nordiska ministerrådet, till exempel NORDforsk, men NordVulks tid är förbi. ♦



Erik Sturkell är professor vid Institutionen för geovetenskaper, Göteborgs universitet.
✉ erik.sturkell@gvc.gu.se



Anders Schomacker är professor vid Institutt for geovitenskap, UiT Norges arktiske universitet.
✉ anders.schomacker@uit.no



Olle Selinus – in memoriam

En av grundarna av ämnesområdet medicinsk geologi, Olle Selinus, avled den 18 november 2023 i en ålder av 80 år. Våra tankar går i första hand till hans hustru Christina och deras två barn Charlotte och Martin med familjer samt till kretsen av nära vänner och kollegor.

Olov Cedric Selinus föddes 27 juni 1943 i Cardiff i Wales där hans far arbetade som präst för Svenska kyrkan. Efter kriget återvände familjen till Sverige och bosatte sig i Mälardalen. Olle tog sin studentexamen i Uppsala och fortsatte därefter med studier vid Uppsala universitet, först i geografi och därefter en examen i mineralogi och petrologi. Forskarutbildning resulterade 1971 i en licentiatavhandling med titeln *Endogene haloes in the Tomtebo mine district and the geochemistry of the metamorphic bedrock*.

Under forskarutbildningen 1969–1971 och kort därefter jobbade Olle

som gruvgeolog och konsult på Stora Kopparbergs Bergslags AB, bland annat vid Tomtebo gruvor. År 1971 anställdes han vid Sveriges geologiska undersökning som statsgeolog och geokemist, och där blev han kvar fram till sin pensionering 2010. Under sina 39 år på SGU var Olle bland annat programchef för geokemi och miljögeokemi och 1993–2010 sekreterare för SGU:s interna och externa forskningsverksamhet.

Efter pensioneringen fortsatte Olle som professor emeritus vid Linnéuniversitetet i Kalmar dit han flyttat från Uppsala bl.a. för att ha

nära till familjens älskade sommarställe i Triberga på Öland, som blev en samlingspunkt för familj, vänner och kollegor. Han var mycket aktiv in i det sista, engagerad inte bara i forskning och internationella kontakter utan också i den lokala hembygdsföreningen.

Efter att ha arbetat med geokemiska metoder i samband med mineralprospektering och geokemisk kartläggning av Sverige, kom Olle att intressera sig för hur olika grundämnen i den naturliga miljön, dvs. i berg, mark och vatten, kan påverka hälsan hos människor och djur.

Till vänster: Olle håller föredrag i samband med 34th World geological congress i Florens 2008.

Vissa kemiska grundämnen är nödvändiga för vår överlevnad medan andra rentav kan vara toxiska. Dessutom kan ett och samma ämne vara antingen essentiellt eller toxiskt beroende på i hur höga halter det förekommer. Detta har varit känt länge, vilket kan visas genom Paracelsus citat från 1500-talet: *All substances are poisons; there is none which is not a poison. The right dose differentiates a poison and a remedy.*

Insamlingen av geokemiska data både regionalt och lokalt gav möjligheter till att söka kopplingar mellan naturlig miljö och hälsa. Detta ledde i slutet av 1990-talet till utvecklingen av en ny vetenskaplig disciplin, medicinsk geologi (medical geology), vilken innebär en samverkan mellan geologi, medicin och biologi. Olle var här en nyckelperson och har omnämnts som den medicinska geologins fader. Det var också Olle som myntade begreppet internationellt.

Den medicinska geologins historia började år 1996 när kommissionen för geovetenskaper för miljöplanering (Cogoenvironment) inom *International Union of Geological Sciences* (IUGS) etablerade en arbetsgrupp inom medicinsk geologi och Olle blev dess ordförande. Kort därefter startade ett nytt projekt, *International Geoscience Programme 454 Medical Geology*, som sponsrades av Unesco och IUGS. År 2001 fick programmet stöd från *International Council of Science* med 50 000 dollar för att organisera kurser i medicinsk geologi med Olle som projektledare.

Flera initiativ togs under de följande åren, till exempel 2005, då den första konferensen i medicinsk geologi (MEDGEO) organiserades i Puerto Rico och den prisbelönta boken *Essentials of Medical Geology – Impacts of the Natural Environment on Public Health* gavs ut med Olle som huvudredaktör.

Disciplinen väckte stort internationellt intresse och 2006 bildades *International Medical Geology Association* (IMGA) med Olle som ordförande. Inom IMGA var kompetensupp-

byggnad, informationsutbyte och samverkan med utvecklingsländer prioriterade uppgifter och Olles stora sociala kompetens och reslöst kom till nytta. I Sverige spred Olle kunskap om medicinsk geologi vid universitet och högskolor.

Under 2000-talet bidrog Olle som författare och huvudredaktör till flera böcker inom området, varav *Essentials of Medical Geology* prisbelönades i både England och Frankrike. Olle fick flera utmärkelser för sitt arbete inom medicinsk geologi och år 2005 blev han utsedd till Årets geolog av Geosektionen i Naturvetarförbundet.

Olle var också grundare av konferensserien ISEG (*International Symposium on Environmental Geochemistry*) vars första internationella möte hölls 1991 i Uppsala. Därefter har möten hållits vart tredje år på olika platser i världen.

När *International Year of Planet Earth* etablerades av FN 2008 fick Olle en viktig roll som ledare för temat medicinsk geologi. Samma år publicerades också boken *Medical Geology – A Regional Synthesis* med Olle som huvudredaktör. Kort därefter bjöds Olle in till Kungliga slottet för att diskutera medicinsk geologi med kung Karl XVI Gustaf som är mycket engagerad i naturvetenskapliga frågor. Under den tiden var Olle medlem i styrelsen för Svenska nationalkommittén för geologi inom Kungliga Vetenskapsakademien. 2009 fick Olle dessutom en personlig inbjudan att ingå i den svenska regeringens delegation till amerikanska utrikesdepartementet i Washington där han gav ett lunchföredrag om medicinsk geologi.

Olle ledde den internationella utvecklingen på området under resten av sitt liv och bidrog till att det idag finns ett nätverk med mer än 90 länder som driver utvecklingen. Genom Olles arbete kom Sverige att bli ett av de ledande länderna inom medicinsk geologi. Geologer och medicinare hade åntligen börjat samarbeta i tvärvetenskapliga projekt och världen fick nya förklaringar till den "naturliga" orsaken bakom många brist- eller förgiftningssjukdomar.

Olle författade över hundra vetenskapliga artiklar, rapporter och kartor, och var redaktör för flera böcker.



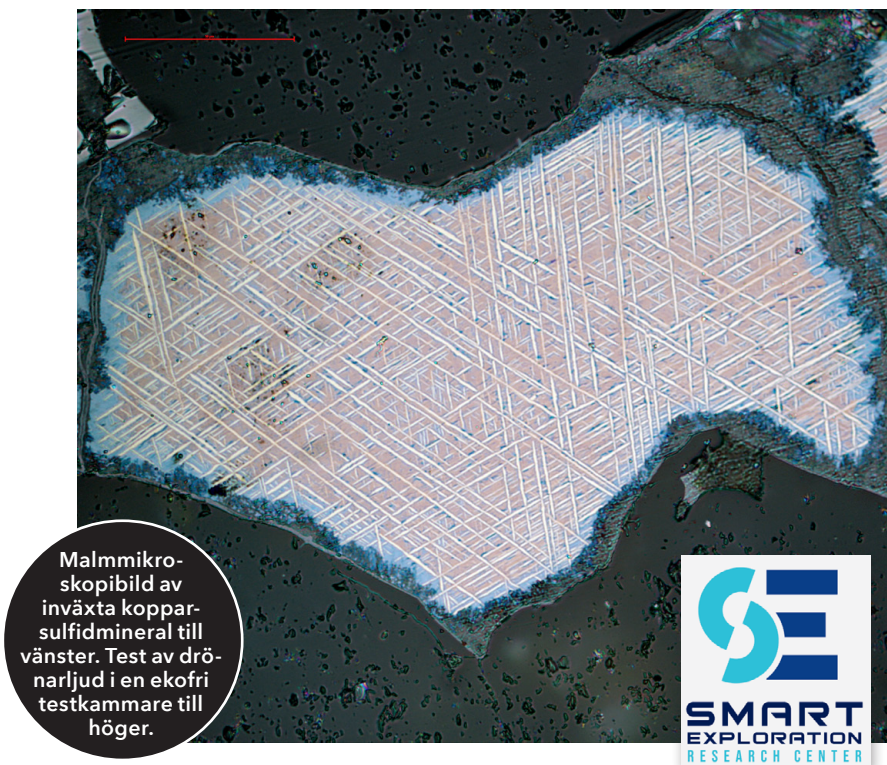
FOTO: PRIVAT.



En av de viktigaste är *Essentials of Medical Geology* som publicerades 2005 och uppdaterades 2013. Hans sista bok *Practical Applications of Medical Geology* publicerades år 2021.

Olle kommer att bli ihågkommen som en framstående forskare, älskad kollega, vän och genuin mentor till flera unga geokemister och geovetare. Vi minns Olle som en mycket positiv, engagerad och optimistisk person med en alltid närvarande lägmäld humor. Han var generös och vänfast, en sann filantrop och kosmopolit. Vi tänker med tacksamhet på familjen Selinus gästfrihet, där alla varit välkomna, inte minst på den traditionella whiskeyprovningen på valborgsmässoafton. ♦

Anna Ladenberger, Håkan Sjöström, Chaosheng Zhang, Erika Ingvald, Sven Aaro, Madelen Andersson, Robert Wälinder, Jose Centeno, Robert Finkelman, Hassina Mouri, Kaj Lax, Birgitta Löwenhielm, Mikael Carlsson och George Morris.



Nytt forskningscentrum för kritiska metaller och mineral etableras vid Uppsala universitet

Smart Exploration har beviljats 60 miljoner kronor från Stiftelsen för strategisk forskning (SSF, CMM22-0003) för att etablera ett tvärvetenskapligt forskningscentrum kring strategiska och kritiska metaller och mineral.

CENTRUMET LEDS av Uppsala universitet och drivs tillsammans med Stockholms universitet, Lunds universitet och Göteborgs universitet i samarbete med Epiroc, Nordic Iron Ore, First Quantum Minerals, Tyréns, Samarkand2015, BitSimNow, Eurobattery Minerals och Amkvo. Centrumet invigdes med en minikonferens på Geocentrum i Uppsala den 8 februari med 17 kortare anföranden och en efterföljande middag på Norrlands nation.

Med start under 2024 och sex år framåt kommer flera doktorander och yngre forskare att kunna knytas till Smart Exploration med forskningsprojekt som täcker stora delar av värdekedjan, från primära mineralfyndigheter via utveckling av

innovativa prospekteringsmetoder och hantering av stora datamängder till utvinning av sekundära resurser. Syftet är att utveckla nya arbetssätt för att integrera och harmonisera olika typer av data med fokus på mineraliseringar i Sverige.

Organisatoriskt är Smart Exploration indelat i fyra sammanlänkade enheter, eller hubbar, med fokus på metodutveckling, geologi och mineralsystem, datahantering och maskininläring samt geomodeller. SSF finansierar centrumet fram till 2030 men förhoppningen är att Smart Exploration kommer att fortleva även därefter genom externa anslag från andra finansieringskällor.

– Förhoppningen är att ytterligare forskningsmedel kommer in under de

sex år som Smart Exploration stöds av SSF. Vår ambition är att detta centrum får möjlighet att fortleva även efter sista december 2029, säger projektledaren Alireza Malehmir. ♦

Karin Högdahl, Universitetslektor vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet.

✉ karin.hogdahl@geo.uu.se

Läs mer om det nya forskningscentrumet för kritiska metaller och mineral:

<https://www.geo.uu.se/nyheter/?tarContentId=1070292>

<https://strategiska.se/forskning/pagaende-forskning/mrc-strategic-metals-and-minerals-metmin/projekt/12692/>

På gång

13-14 april. Mineral och smyckestensmässan i Göteborg 2024. Gothenburg Film Studios. Läs mer: www.allamassor.se/event/mineral-smyckestensmassan

14-19 april. EGU 2024 – European Geosciences Union General Assembly. Wien, Österrike. Läs mer: egu24.eu

18 april. Seminarium: Den gröna samhällsomvandlingen i norr: Tillstånd vid företagsetableringar. Umeå universitet och online. Läs mer: www.iva.se

6 maj. Swedish Mining Research and Innovation Days 2024. Kulturens Hus, Luleå. Läs mer: www.swedishmininginnovation.se

13 maj. The Crafoord Prize Lectures in Mathematics and Astronomy 2024. Lund. Läs mer: www.kva.se

15 maj. The Crafoord Prize Symposium in Astronomy 2024. Kungliga Vetenskapsakademien, Stockholm. Läs mer: www.kva.se

3-4 augusti. Sten- och mineralmässa. Falkängen, Hällekis, Kinekulle. Läs mer: skaraborgsgeologiska.se

25-31 augusti. 37th International Geological Congress. Busan, Sydkorea. Läs mer: www.igc2024korea.org



Boka in redan nu!

Årets upplaga av Geologins dag går av stapeln den 14 september.



Naturhistoriska riksmuseet öppnar igen den 4 juni

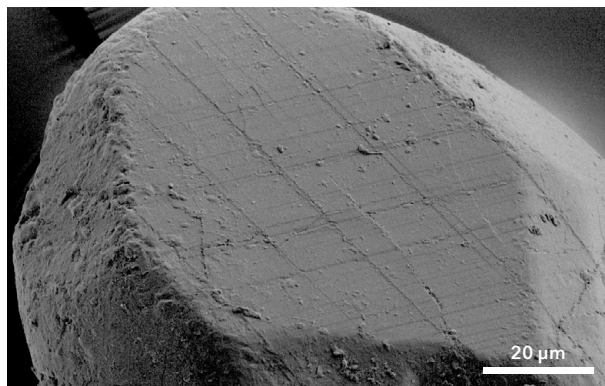


FOTO: LEIF JOHANSSON

Omtvistad krater på Grönland orsakad av jättemeteorit

En omtvistad struktur i berggrunden på sydvästra Grönland (Maniitsoq-strukturen) kan nu definitivt sägas vara orsakad av en enorm meteorit som slog ned för tre miljarder år sedan. Man har undersökt zirkoner från Maniitsoq-strukturen och från fyra kända nedslagskratrar och jämfört med zirkoner från två mycket gamla jordbävningsområden i Norge och Italien, som inte kan kopplas till meteoritnedslag. Det har då gått att identifiera just de unika mikrostrukturer som bildas under de första sekunderna av stötvågen vid meteoritnedslag. Och sådana har också hittats i Maniitsoq-strukturen. Studien har gjorts av forskare i Danmark, Sverige och Tyskland. Från Sverige deltog Leif Johansson vid Lunds universitet. Följ qr-koden för att läsa mer. ♦



Förbättrad jordartsinformation

Sveriges geologiska undersökning (SGU) har uppdaterat och förbättrat informationen om jordarter för flera områden i Sverige, däribland östra Södermanland, Enköpingsområdet, Göteborgsregionen, norra Västernorrland, kring Slite på Gotland, längs Ölands kust och längs Luleälven. Den nya jordartsinformationen finns tillgänglig i SGU:s kartvisare, som nedladdningsbara öppna data samt genom beställning hos SGU:s kundtjänst. ♦ *Källa: SGU.*

Stor satsning på kartläggning och främjande av mineralutvinning

Regeringen ger Sveriges geologiska undersökning (SGU) i uppdrag att förstärka sitt arbete med att kartlägga malm-potentiella områden. Syftet är att trygga försörjningen av mineral och metaller som är kritiska för samhällets funktion samt att bidra till den tekniska utvecklingen och omställningen till grön energi.

Regeringen har i budgetpropositionen för 2024 beslutat om ett tillskott på 70 miljoner kronor till SGU för att myndigheten ska utveckla sitt arbete med att främja mineralutvinning i Sverige. 46 miljoner kronor av dessa medel ska användas till att förstärka SGU:s kartläggning av malm-potentiella områden.

Pengarna är bland annat tänkta att användas till att utveckla teknik för systematisk kartläggning och utökad arell kartläggning. Regeringen vill även att SGU inventerar gamla gruvhål där koncession inte längre gäller. ♦

Källa: Regeringen och SGU

POSTTIDNING B
Geologiska Föreningen
c/o Tellurit AB
Rutviksreveln 55A
975 96 Luleå

Geologiska Föreningen tackar sina stödprenumeranter!

Platinasponsorer



Guldsponsorer



Silversponsorer



www.geologiskaforeningen.se