

GEOLOGISKT FORUM

Nr 102 ♦ 2019



Gåtfullt utdöende

Flugskitsskiffer

Räfflor i Visby

**Litiumpegmatiten
i Suorravaara**

GEOLOGISKT FORUM

Nr 102 ♦ 2019

ISSN 1104-4721

Ansvarig utgivare: Pär Weihed

Redaktör:

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

Redaktionen adress:

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

Omslagsbild: Nationalparken Blue Mountains, 8 mil väster om Sydney, ligger på en över 1000 m hög platå. Lövsjogen, som främst utgörs av eukalyptus, växer på sediment från tidsperioden perm. Triassiska sandstenar skymtar i bakgrunden. Foto: Vivi Vajda. Lilla bilden: Provtagning av sediment från gränsen mellan perm och trias vid Frazer Beach, Australien. Foto: Steve McLoughlin. Läs mer i artikeln på sidan 10.

Upplaga: 500 ex.

Tryckeri: Elanders Sverige.

Ordinarie lösnummerpris: 75 kr.

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

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

Ange namn, adress och e-postadress vid betalning till vårt Plusgiro 2108-9 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 augusti 2019.

Geologiska Föreningen

I DETTA NUMMER

- 3 Utdöda djur fascinerar alltid
- 3 Spektakulär dinosaurieutställning
- 3 Registrera din brunn
- 4 Suorravaara – en färgrik juvel i det inre av Lappland
- 9 Priser för bästa artiklar i GFF 2017
- 10 Det största utdöendet i jordens historia – fortfarande en gåta
- 15 Lättläst om jordens historia
- 16 Skiffer och andra geologiska sevärdheter i Los
- 20 Fossil och geologi en ny-gammal turistnisch på Öland
- 25 Föreningens årsmöte 2019
- 26 En räfflande historia – unika spår efter inlandsisen i Visby
- 29 På gång
- 30 Minnesord: Christer Persson



Utdöda djur fascinerar alltid

Djur, och kanske särskilt utdöda sådana, upphör aldrig att fascinerar. Alla dessa olika former av liv som funnits sätter igång fantasin.

I det här numret får vi lära oss om det största utdöendet av arter i jordens historia, den som hände för drygt 250 miljoner år sedan, och vad man kan lära om detta från en studie i Australien.

Vill man titta på fossil (och annat geologiskt) kan man i sommar besöka det fina museet i Skäftekärr på norra Öland. Och om man vill klappa dinosaurier så kan man bege sig till Skellefteå. Där pågår en spektakulär utställning om dinosaurier som mest är riktad till barn. Förening-

ens årsmöte innehöll också fossila inslag – dock avses här inte deltagarna utan vi bjöds på en rundvandring i Naturhistoriska riksmuseets samlingar.

I Visby har man nyligen upptäckt mycket stora isräfflor i samband med grävningar inför ett bygge. Det är inte så vanligt att så välbildade räfflor påträffas i berggrunden på Gotland så dessa magnifika räfflor nådde till och med rikspressen.

Los i Hälsingland är troligen bland geologer mest känt för sin gamla gruvbrytning. Mindre känt är kanske tillverkningen av brynen som pågått här sedan mitten av 1800-talet. Vi får i detta nummer läsa

mer om en särskild sorts skiffer som förekommer i området.

Vi bjuds också på en utförlig beskrivning av de mineral som förekommer i en litiumpegmatit i Suorvaara i Lappland. Litium är ju ett grundämne som är hett just nu, och det förekommer i Sverige ofta i mineral som är knutna till just pegmatiter. En annan känd litiumpegmatit finns i Varuträsk utanför Skellefteå. Där finns också en visningsgruva som är värd att besöka.

Ganska snart efter sommaren (eller i slutet av sommaren för er som bor längre söderut) inträffar Geologins Dag, den 14 september. Spana redan nu

in vilka aktiviteter som ordnas då på föreningen Geologins Dags webbsida. Numera ordnas aktiviteter ibland också vid andra tidpunkter på året.

Så vill jag önska er en varm och skön sommar med många geologiska upplevelser!

Jeanette Bergman Weihed,
redaktör



FOTO: DINOSAURS THE EXHIBITION.

Spektakulär dinosaurieutställning

Skellefteå gästas i sommar av Dinosaurs The Exhibition. Utställningen bjuder på en tidsresa genom perioderna trias, jura och krita där gästerna får uppleva en förtrollad värld tillsammans med de otroliga varelser som då dominerade planeten. Genom berättelser baserade på forskning, avancerad teknik och interaktiva miljöer presenteras utställningen på ett pedagogiskt och lekfullt sätt. Utställningen innehåller bl.a. den mäktiga *Tyrannosaurus Rex* från Nordamerika, den snabba *Velociraptor* från Gobiöknen och den stora växtätaren *Amargasaurus* från den tropiska djungeln i Sydamerika. Totalt exponeras ett trettiotal djur i naturlig storlek. Utställningen pågår 30 maj till 25 augusti och finns i Bollhallen på Norrvalla idrottsplats i Skellefteå. Läs mer på www.dinoskelleftea.se ♦



FOTO: WIKIMEDIA COMMONS, AVERATER (CC BY-SA 3.0).

Registrera din brunn

Sveriges geologiska undersökning öppnar nu för brunnsgämare att själva registrera enskilda brunnar i databasen Brunnarkivet. Vinsterna med att ha brunnen registrerad är flera: Andra som vill borra i området kan att ta hänsyn till brunnen. Kommunen har ett bättre underlag när de tar fram översiktsplaner och detaljplaner. Och en registrerad brunn ökar chanserna för räddningstjänsten att skydda brunnen om en miljöolycka inträffar i närheten. Inledningsvis testar SGU funktionen tillsammans med några kommuner som kommer att lägga ut registreringsfunktionen på sina webbplatser. Läs mer på www.sgu.se ♦



FOTO: CHRISTINA NYSTEN.

Suorravaara – en färgrik juvel i det inre av Lappland

Litiumrika pegmatiter finns på flera platser inom den svenska berggrunden, bland annat på Utö i Södermanland, i Norrskogen i Uppland, i Varuträsk och Åkerberg i Västerbotten samt på Kluntarna i Piteå skärgård. Dessa är alla relativt väl beskrivna, men den nordligaste kända förekomsten vid Suorravaara i Lappland är sämre beskriven. Här vill vi ge en översiktlig bild av mineralogin vid denna förekomst.

TEXT: PER NYSTEN & TORBJÖRN LORIN

BERGET SUORRAVAARA ligger mellan Dokkas och Ullatti, öster om Gällivare i Lappland. Berget, som är glest bevuxet med huvudsakligen barrträd, bildar en höjdrygg som är utsträckt i nordväst-sydöst och har en högsta punkt av 450 m ö.h.

Geologiskt består nästan hela den övre delen av berget av pegmatit.

I sydväst gränsar denna till förskiffade och gnejsiga hållar av en grå, andesitisk till basisk metavulkanit som tillhör den stratigrafiska enheten Porfyrgruppen som är 1,87–1,90 miljarder år gammal.

Den vulkaniska bergarten är på några ställen svagt kopparmineraliserad (7 451 692 / 784 467, koordinater i

Sweref99) med utspridd bornit, som på ytan är azuritomvandlad. Omgivande berggrund består av Linagranit som är ungefär 1800 miljoner år gammal.

Huvudmassan av pegmatiten är skriftgranitisk och består av vit fältspat och grå kvarts. Här och var är pegmatiten grövre och innehåller varierande mängd svart turmalin



Motstående sida: Lokala block och spruckna hållpartier av pegmatit nära toppen av berget Suoravaara.

Ovan: Skriftgranitisk textur bestående av vit fältspat och grå kvarts. Blocket är omkring 30 x 25 cm stort.

(schorl) och ljus laxrosa fältspat. På en del ställen bildar turmalinen aggregat som är flera decimeter stora.

Anmärkningsvärt nog tycks glimmer (biotit och muskovit) saknas helt i den pegmatitiska huvudmassan. Vissa partier innehåller dock rödororange granat (almandin-spessartin) i form av små kristaller i band.

Suoravaarapegmatiten är sedan tidigare känd för att innehålla litiummineral. Troligtvis har de litiumrikare partierna formen av flackt liggande körtlar omgivna av mer mineralogiskt enkel pegmatit även om den exakta geometrin inte är blottad.

Nära toppen av bergsryggen (7 451 964 / 784 304) finns en mängd stora litiummineraliserade block som antagligen inte flyttats nämnvärt. Nedan följer en mineralogisk beskrivning av litiumförekomsten.

Fältspat och kvarts

Grovkristallin, ljus gulvit mikroklin förekommer tillsammans med litiumförande mineral, svagt blågrön till vit plagioklas, samt som sällsynthet partier med blåvit skivig

Till höger: Kända litiumförekomster i Sverige. Källa: Sveriges geologiska undersöknings databas Mineralresurser.

albit. Allt sitter i kontakt med mörk kvarts. Kvartsen är kraftigt tektoniskt påverkad och mer eller mindre kornig. Fältspaten bildar en intermediär zon mellan de omgivande skriftgranitiska partierna och den mörka kvartskärnan.

Beryll

Mineralet beryll bildar vita glasiga körtlar som är upp till ca 5 cm stora och som är associerade med kvarts och mikroklin. Välformade kristaller har inte noterats. Den vita färgen antyder en kristallkemiskt differentierad eller utvecklad sammansättning som är anrikad på alkalimetaller (litium, cesium etc.).

Uranmineral

Små korn av ett klart gult, glasigt till fetglänsande mineral med mörkt inre har observerats i ett enda fall. Mineralkornet sitter invuxet i fältspat tillsammans med lepidolit och kvarts. Enligt elektronmikroskopi (som utförts av A. Karlsson på Naturhistoriska riksmuseet) består detta färgzonerade korn av ett eller flera uranmineral.



Zirkon

Zirkon förekommer i upp till 7 mm stora aggregat av tillplattade bruna kristaller i samma typ av omgivning som uranmineralet. Kemisk analys med hjälp av elektronmikroskopi (energidispersiv röntgenspektroskopi, EDS) utförd av Torbjörn Lorin visade på att zirkonerna är anrikade på hafnium.

Stibiotantalit–bismutotalit

På ett fåtal ställen har välformade kristaller av stibiotantalit–bismutotalit hittats. Dessa sitter på elbait och kristallerna är upp till 12 mm stora samt har submetallisk lyster och grå färg. I brottytan ses en svart färg.

Kemisk analys med hjälp av EDS visar på en intermediär sammansättning med både antimon och vismut samt tantal som huvudelement. Kristallografiskt överensstämmer detta med vad som visas av Goldschmidt



(1922 band 8 Tavla 55) för mineralet stibiotantalit. En undersökning med hjälp av röntgendiffraktion (XRD) har tidigare gjorts av Erik Zdansky på liknande material från Suoravaara och den bekräftar vårt antagande om mineralets identitet.

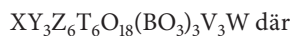
Glimmer

Violetta finbladiga massor och välformade bladpackar som är upp till 5 cm stora av litiumglimmer är vanliga i de inre, mer utvecklade och kemiskt differentierade partierna av pegmatiten. Litiumglimmern sitter tillsammans med fältpater, elbait och mörk kvarts. Mineralet har undersökts på Naturhistoriska riksmuseet med hjälp av XRD och stämmer väl in på "lepidolit" i serien polyolithionit-trilithionit.

Turmalin

Turmalin är det generella namnet för en stor grupp komplexa borosilikater som omfattar 33 olika mineral vilka är godkända av IMA (International Mineralogical Association). Av dessa förekommer schorl, elbait och dravit i svensk berggrund. Schorl är relativt vanlig medan elbait enbart hittas i anslutning till komplexa pegmatiter. Brun till ljusgrön dravit finns i skarnmiljö.

En generell kemisk formel för turmalin kan skrivas:



X = Na, K, Ca, #

Y = Al, Cr³⁺, V³⁺, Fe³⁺, Fe²⁺, Li, Mg, Mn²⁺

Ovan till vänster: En grå, ca 12 mm lång kristall av intermediär stibio-bismutantalit. Kristallen växer på en röd (rubellitisk) elbait. Stenens bredd är 3,7 cm.

Ovan till höger: Lepidolit med mörkröda rubellitiska elbaiter i vit kvarts. Stenens bredd är 7 cm.

Z = Al, Cr³⁺, Fe²⁺, Fe³⁺, Mg, Mn³⁺, V³⁺

T = Si, Al, B

V = OH⁻, O²⁻, och

W = OH⁻, F⁻, O²⁻.

Tecknet # representerar en vakans i strukturen.

Kurt Nassau nämner i boken Gemstone Enhancement från 1984 att turmalinens kemiska sammansättning påminner mer om en medeltida doktors ordination än ett respektabelt mineral. Kristallstrukturens komplexitet beskrivs vidare av Bosi (2018).

Grön turmalin benämns vanligen verdelit. Röd turmalin motsvarar ofta, men inte alltid, rubellit och den blå varianten är en indicolit eller indigolit. Dessa tre kan inlemmas tillsammans med den färglösa achroiten under namnet elbait, efter den italienska ön Elba. Svart turmalin är, enligt Nassau, vanligen en schorl. Gula till orange och bruna färgtoner kan förekomma i flera av ovanstående familjemedlemmar och dessa kräver en ingående kemisk analys för att få rätt beteckning.

Turmalinens färg orsakas av förekomsten av metalljoner (Fe, Mn, Cr, V, Ti) i kristallstrukturen. Färgen



ORSAKER TILL FÄRG I TURMALIN

Turmalinens färg orsakas av de metalljoner som förekommer i kristallstrukturen. Färgen uppstår dels genom ljusabsorption av de enskilda jonerna, dels genom att ljus absorberas vid interaktioner mellan joner. Nedan presenteras vilka färger de olika metalljonerna orsakar.

Blå	Fe ²⁺ , sällsynt av Cu ²⁺
Grön	Fe ²⁺ – Ti ⁴⁺ elektronhoppning tillsammans med Fe ²⁺ , eller från Cr ³⁺ , V ³⁺
Orange-brun	Fe ²⁺ – Ti ⁴⁺
Gul-gul-brun	Mn ²⁺ – Ti ⁴⁺ elektronhoppning
Gröngul-gul	vid närvaro av Mn ²⁺ med Mn ²⁺ – Ti ⁴⁺ elektronhoppning
Rosa-röd	Mn ³⁺ , delvis p.g.a. K ⁺ -strålning från kalifältpat
Svart	Hög koncentration av Fe, Mn och Ti

Dessutom kan färgen orsakas av en kombination av alla ovanstående.

uppstår både från ljusabsorption av respektive metalljon (Fe²⁺, Cr³⁺) och från ljusabsorption orsakad av interaktion mellan joner (Fe²⁺ – Ti⁴⁺,



1



2



3



4



5



6

Bild 1: En övervägande röd (rubellitisk) elbait med grön (verdelitisk) platt kristalltopp. Stenens bredd är 4 cm.

Bild 2: En kraftigt krökt röd-grön elbait i grå kvarts med lepidolit. Stenens bredd är 8 cm.

Bild 3: Tektoniskt knäckt och kvartsläkt elbait med röd kärna och ett tunt grönt skal (vattenmelonzonering) i grå granulerad kvarts. Stenens bredd är 8 cm.

Bild 4: Schorl i vit kvarts. Stenens bredd är 8 cm.

Bild 5: Elbait i granulerad kvarts. Notera den gröna färgen i botten av kristallen och den röda övre delen samt de kvartsläkt sprickorna. Stenens bredd är 12 cm.

Bild 6: Elbait med hexagonalt tvärsnitt. Röda kärna och tunt grönt skal – vattenmelonzonering i grå kvarts. Kristallen är ca 2 cm tjock.

Foton: Torbjörn Lorin.

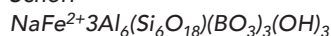
$Mn^{2+} - Ti^{4+}$ eller $Fe^{2+} - Fe^{3+}$). Detta sistnämnda fenomen kallas elektronhoppning (IVCT *intervalence charge transfer*).

Orsakerna till turmalinens färg är likaledes komplex beroende på att inte alla stenar med en given färg har samma färgskapande ursprungsorsak (se faktarutan på motstående sida).

Generellt kan man säga att järn skapar gröna och blå toner där bland annat elektronhoppning verkar. Denna innebär att elektroner kan hoppa mellan olika positioner i kristallstrukturen och därmed skapa partiell absorption av ljusspektrat vilket leder till färg. Järn kan även ge upphov till gulbruna och delvis rosaröda toner. I uppkomsten av de rosa och röda tonerna är dock även mangan inblandad. Allt detta enligt Nassau.

Nu vidare till pegmatiten i Suoravaara och dess turmaliner.

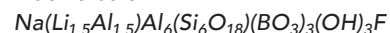
Schorl



Välformade svarta turmalinkrystaller finns koncentrerade i de yttre

partierna av den mineralogiskt mer komplexa pegmatiten, gränsande mot skriftgranit. Kristallerna delar lätt upp sig i parallella kolumnformade subindivider, något som även är vanligt för elbait (se nedan).

Fluor-elbait



Det intressantaste mineralet i förekomsten är flerfärgade, starkt färgzonerade turmaliner. En röd-grön sådan har undersökts med hjälp av elektronmikroskopi (utförd av A. Karlsson på Naturhistoriska riksmuseet) och identifierats som fluor-elbait.

Speciellt i den mörkgrå till svarta centralkvartsen finns en hög koncentration av turmalin som är från några millimeter stora upp till 1–2 dm längd och 3–4 cm tjocklek (i undantagsfall även grövre).

Kristallerna är huvudsakligen rödaktiga och små kristaller kan vara



”Turmalindödskalle”. Två färgzonerade turmalinkrystaller med svart kärna har vuxit parallellt. De har ett yttre skal av rödaktig elbait och sitter i en granulerad grå kvarts. Stenens bredd är 5,5 cm.

genomskinliga. Vattenmelonzonering (med rosaröd kärna och grön kant) är vanlig i de grövre turmalinerna men denna typ av färgzonering finns även i små kristaller.

Zonering med svarta till grönsvarta kärnor som övergår i gröna zoner växlande med röda färger förekommer också. Dessutom finns det mer gulbruna till olivgröna turmalinkärnor. Noterbart är även en färgvariation längs med kristallens c-axel så att en brottyta visar en svart kärna med grön påväxt övergående i rosa med ett tunt skal av grön färg. Samma kristall visar i den andra änden, 5 cm bort, omväxlande rosa och gröna zoner.

Alltså har den kemiska sammansättningen varierat både längs med och tvärs kristallen under dess till-

växt. Turmalin kan också förekomma som gröna fibriga massor.

De små, röda ”ädla” elbaiterna bildar tunna raka nålar i påfallande kornig, mörkt gråsvart kvarts. Nålarna är ofta parallellt vuxna i kvartsen. Dessa elbaiter finns associerade med betydligt grövre, flerfärgade, tektoniskt krökta kristaller (krökning upp till 90°). Den mörkt grå till svarta centralkvartsen är påtagligt kornig beroende på omkristallisation och tektonisk påverkan.

Turmalinerna faller lätt sönder i stänglar parallellt med den kristallografiska längsgående c-axeln och längs de otaliga, tektoniskt skapade, tvärsprickorna. Blå färgtoner saknas helt vid Suorravaara.

Jämförelse med övriga svenska litiumpegmatiter

Mineralogiskt är pegmatiten i Suorravaara betydligt enklare jämfört med pegmatiterna i t.ex. Varuträsk och Utö. Ett grundämne som saknas här är fosfor vilket ofta ger upphov till en komplex flora av Fe-Mn-(Li)-mineral.

Tenn bundet till mineralet kassiterit är relativt vanligt i pegmatiterna på Utö och i Varuträsk men har inte observerats i Suorravaara. Möjligtvis kan litiumförekomsten Kluntarna jämföras mineralogiskt med Suorravaara. Båda pegmatiterna innehåller rikligt med vattenmelonzonerade elbaiter.

Vid Åkerberg finns blågröna och gröna samt underordnat röda turmaliner. I Varuträsk finns turmaliner med vattenmelonzonering samt röda turmalinkrystaller som ibland har en blekgrön ändavslutning. Små blåsvarta turmaliner finns också. Varuträsk innehåller dessutom vit beryll och cesiumsilikatet pollucit. Stibiotantalit (se ovan) är beskrivet från Varuträsk. Vid Utö finns blekblå till blågröna turmaliner, och lokalt små röda turmaliner associerat med pollucit.

Turmalinförande pegmatiter kan tänkas ha bildats från en granitisk ursprungsmagma som är anrikad på bland annat grundämnet bor. En tänkbar process för bildningen av Suorravaara är genom fraktionerad kristallisation ur en modermagma som tillhörde den omgivande Linagraniten. Alternativt kan man tänka sig att pegmatiten har bildats genom en partiell, men lokaliserad, uppsmältning av den metasedimentära berggrund som finns strax norr om fyndigheten. ♦

Läs mer

- Bosi, F. 2018. Tourmaline crystal chemistry. *American Mineralogist* 103, 298–306.
- Goldschmidt, V. 1922. *Atlas der Krystallformen*. Carl Winters Universitätsbuchhandlung, Heidelberg Band 8, 149 s.
- Nassau, K. 1984. *Gemstone Enhancement*. Butterworths, Kent, England, 221 s.
- Witschard, F. 1996. *Berggrundskartan 28K Gällivare SO*. Sveriges geologiska undersökning Ai 101.



FOTO: CHRISTINA NYSTEN

Per Nysten är pensionerad berggrundsgéolog (SGU) och docent i mineralogi, petrologi och tektonik, Uppsala universitet. Torbjörn Lorin är kemist, hängiven amatörgeolog och naturfotograf.

Priser för bästa artiklar i GFF 2017

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. För 2017 har en artikel belönats för bästa studentarbete och tre forskningsartiklar har utsetts till årets bästa. Här presenteras motiveringarna.

Pris för bästa studentarbete Anders Lindskog Lunds universitet



FOTO: SARA JOHANSSON.

Lindskog, A. & Eriksson, M.E. 2017. Mega-scope processes reflected in the microscopic realm: sedimentary and biotic dynamics of the Middle Ordovician "orthoceratite limestone" at Kinnekulle, Sweden. GFF 139:3, 163–183.

Motivering: En mycket detaljerad och djupgående analys av den ordoviciska ortocerkalken från dess klassiska lokaler i Västergötland. Trots att ortocerkalken på ett makroskopiskt plan verkar vara homogen, visar artikeln på starka cykliska mönster i karbonatsedimentologin som reflekterar förändringar i havsytans nivå och artikeln ger en helt ny bild av den avsättningsmiljö där ortocerkalken bildades.

Pris för bästa forskningsartikel Nils F. Jansson Luleå tekniska universitet



FOTO: BARBARA KERN.

Jansson, N.F. 2017. Structural evolution of the Palaeoproterozoic Sala stratabound Zn-Pb-Ag carbonate-replacement deposit, Bergslagen, Sweden. GFF 139:1, 21–35.

Motivering: En ingående beskrivning, analys och tolkning av strukturerna och deras utveckling samt av bergarterna i en av Bergslagens och Sveriges historiskt sett viktigare gruvor. Resultaten har vidare betydelse för den geologiska utvecklingen och bildningen av mineraliseringar i Bergslagen.

Pris för bästa forskningsartikel Risto Kumpulainen Stockholms universitet



FOTO: MATZ ALMBRANDT.

Kumpulainen, R.A. 2017. Guide for geological nomenclature in Sweden. GFF 139:1, 3–20.

Motivering: Denna artikel är produkten av ett mer än tio år långt arbete för att etablera ett ramverk för en svensk stratigrafisk nomenklatur. Artikeln är ett oerhört viktigt steg mot en konsekvent och internationellt gångbar nomenklatur för Sveriges berggrund och jordarter.

Pris för bästa forskningsartikel Karna Lidmar-Bergström Stockholms universitet



FOTO: MATS OLVMO.

Lidmar-Bergström, K., Olvmo, M. & Bonow, J.M. 2017. The South Swedish Dome: a key structure for identification of peneplains and conclusions on Phanerozoic tectonics of an ancient shield. GFF 139:4, 244–259.

Motivering: En genomarbetad sammanfattning av de viktigaste morfologiska aspekterna av berggrunden i södra Sverige, baserad på flera decenniers arbete tillsammans med resultat av moderna dateringar. Dessa geomorfologiska företeelser placeras sedan in i sin regionala och historiska kontext.



Det största utdöendet i jordens historia – fortfarande en gåta

För mer än 252 miljoner år sedan inträffade den mest djupgående ekologiska krisen på jorden vilket ledde till det värsta utdöendet av arter i livets historia. Beräkningar visar att över 95 procent av arterna i haven och 70 procent av den landlevande faunan dog ut.

TEXT OCH BILD: VIVI VAJDA

För att förstå vad som egentligen hände då alla dessa arter dog ut behöver vi få en inblick i hur kontinenterna såg ut, dvs. den plattetektoniska utvecklingen, under tidsperioden perm och vilket klimat som rådde. Vi behöver också känna till faunan och floran som fanns då.

Pangea bildas

Under den första delen av tidsperioden perm kolliderade syd-

kontinenten Gondwana med Laurasia (Nordamerika, Grönland och Baltika, där "Sverige" ingick). Kollisionen innebar att den största delen av all landmassa då sammanfogades till en enda kontinent, Pangea, en så kallad superkontinent. Kollisionen medförde att en stor bergskedja bildades och denna process kallas den variskiska orogenesisen. Resterna av denna stora bergskedja ligger nu under de centrala

delarna av dagens Europa, och delar utgör Appalacherna och Uralbergen.

I början av tidsperioden rådde ett kallt klimat, precis som idag, med omfattande nedisning vid polerna vilket lämnat spår i berggrunden i form av tilliter, dvs. "fossila" moräner och varviga leror med s.k. droppstenar. Klimatet måste ändå ha varit väldigt olikt dagens eftersom konfigurationen av kontinenterna var helt annorlunda.



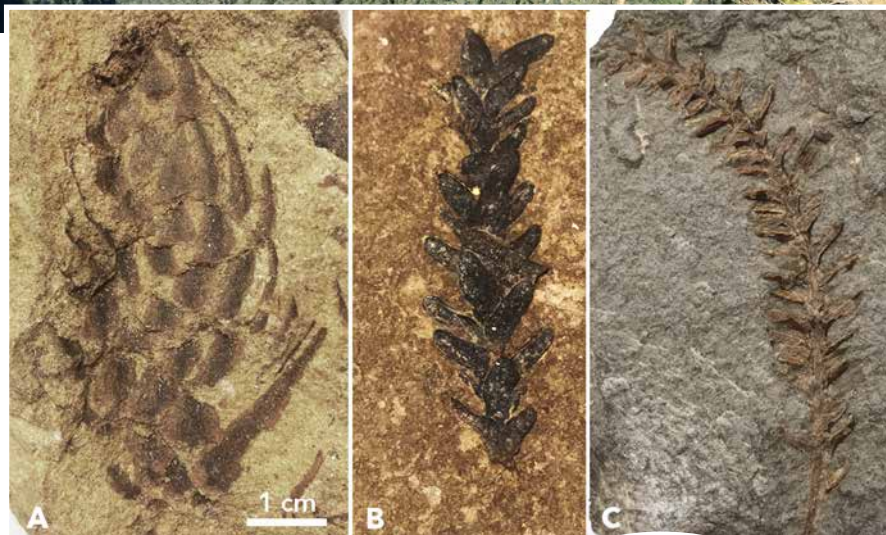
Motstående sida: Övergången mellan perm och trias kan observeras längs delar av Australiens östkust, som här vid Frazer Beach. Fältteamet bestod av Steve McLoughlin, Miriam Slodownik, Chris Mays och Vivi Vajda (bakom kameran).

Ovan: Mäktiga sandstenar från tidigaste trias, här i Blue Mountains nationalpark, östra Australien.

Till höger: Typiska växtfossil från yngre perm, Tyskland. Dessa växter fanns säkerligen även i Sverige under samma tid.

A. Kotte av barrträdet *Voltzia hexagona*
B–C. Kvistar från barrträdet *Ullmannia bronnii*.

Nedan till höger: Superkontinenten Pangea så som den såg ut under första delen av perm. Från Blakey, modifierad i Map to Globe, www.maptoglobe.com



Den stora, sammanhängande kontinenten Pangea låg som en barriär mitt i den enda oceanen Panthalassa. Detta torde ha haft stor inverkan på cirkulationen i världshavet. Men att återskapa forna cirkulationsmönster är inte en trivial uppgift och därför råder det delade meningar om vad kontinentens läge och form egentligen innebar för ekosystemen i haven. Vissa forskare menar att omfattande syrefria zoner breddade ut sig i världshaven.

Inlandsklimat i mitten

Den stora sammanhängande kontinentytan innebar också att ett extremt inlandsklimat rådde i de centrala delarna av Pangea med stora variationer i dygnstemperatur. Det finns även belägg för ett utpräglat monsunliknande klimat med regnperioder som växlade med torrperioder.

Detta kan ses i det sedimentologiska arkivet som avslöjar att ökenlika förhållanden rådde i de cen-

trala delarna av kontinenten redan under början av tidsperioden perm, för ungefär 300 miljoner år sedan. Dessa förhållanden innebar ett slut för amfibiernas och de stora lummer- och fräkenväxternas dominans. Dessa växter hade under den föregående tidsperioden, karbon, bildat enorma kolavlagringar, vilka utgjorde en effektiv koldioxidfälla där koldioxiden som lagrats i växterna inlagrades som kol i lagerföljderna.

Nya växter som tålde torka

Under perm utvecklades istället växter som bättre tålde ett varierat klimat och främst längre torrperioder. Perm blev de nakenfröiga växternas tidsålder då fröorbunkar och barrträd kom att dominera.

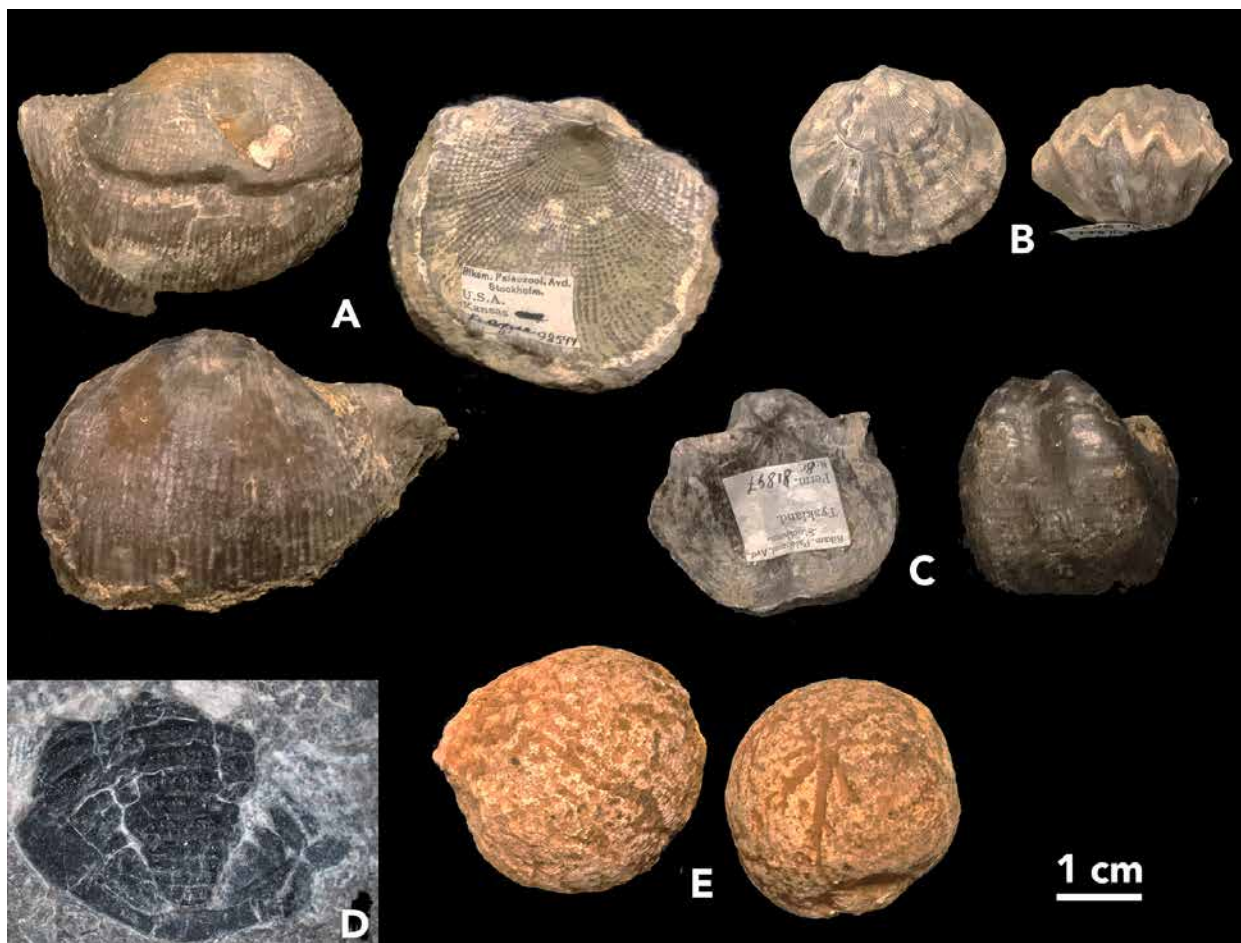
De första skogarna med träd som bildade ved (lignin) breddade ut sig. Man kan säga att de första moderna trädgrupperna utvecklades under perm – träd som vi faktiskt hade känt igen. Några exempel är ginkgoträdet,



kottepalmen och en rad olika barrträd. Dock skulle det dröja ytterligare 150 miljoner år tills de första blomväxterna dök upp. Lummer, fräken och ormbunkar växte i de fuktigare områdena men dominerade inte landskapet som tidigare under paleozoikum.

Varmt och torrt i Sverige

Sverige utgjordes under permtiden till stor del av ett varmt ökenlandskap



som låg kring breddgrad 30°N. Trots att det inte finns sedimentära bergarter bevarade i Sverige från denna tid, kan vi genom att snegla på våra grannar få information om hur det såg ut här.

I bland annat Norge, Tyskland, Storbritannien och Polen finns sediment från perm och trias bevarade som vittnar om ett varmt och torrt klimat med kalksten, gips och saltavlagringar. I floder och sjöar levde fiskar och amfibier, och däggdjurslika reptiler levde vid oaserna. Så måste det även ha sett ut i Sverige.

Saknad forskning om ekosystem på land

Forskning om utdöendet under perm har tidigare främst fokuserat på marina avlagringar där resultat visar på ett stort utdöende bland koraller, ammoniter, armfotingar (brachiopoder) och inte minst trilobiter under den här tiden. Detaljerade studier

Ovan: Fossil typiska för marina sediment från tidsperioden perm.

A. Armfoting *Dictyocyclostus americanus*, USA. B. Armfoting *Meekella striatocostata*, USA. C. Armfoting *Horridonia horrida*, Tyskland. D. Pygidium (bakkropp) av trilobit, Spetsbergen. E. Kalkalger, USA.

Till höger: Däggdjurslik reptil som kan ha levt vid oaser under perm och trias. Från utställningen Fossil & Evolution på Naturhistoriska riksmuseet.

från terrestriska lagerföljder saknas från södra halvklotet, det vill säga från de ekosystem som representerade land då utdöendet skedde.

När möjligheten presenterade sig till att delta i en expedition för att studera sedimentära lager som avsatts vid gränsen mellan perm och trias i Australien bestämde jag mig för att delta! Med ett forskarlag på sex personer vandrade vi längs Australiens östkust, söder och norr om



staden Sydney. Där finns lagerföljder från perm och trias blottade i fina kustskärningar.

Fröorbunkar dominerade på Gondwana

Vegetationen på sydkontinenten Gondwana utgjordes under hela perm-perioden av skogar som dominerades av fröorbunken *Glossopteris*. Undervegetationen utgjordes av ormbunkar och fräkenväxter.

Dessa skogar bredde ut sig i träskmarker i ett borealt klimat som liknar det som finns idag nära trädgränsen på den Sibiriska taigan (fast på södra halvkotet).

Glossopteriderna kunde bli upp till 30 m höga och stammen kunde bli upp till en meter i diameter. Det ser man på de förkislade stockar som påträffats i lagren av kol. Bladen var 10–15 cm långa, 3–4 cm breda och spatelformade.

Glossopteriderna hade rötter med inre luftkammare som tolkats vara en anpassning till ett liv i sumpmarker. Dessa skogar bildade först torv, men när bassängen sedan sjönk (genom subsidens) och torven överlagrades av andra sediment, bildades så småningom kol.

Bergarterna i blottningarna längs kusten består omväxlande av kollager, konglomerat, sandsten och lersten. Ett tjugotal kollager finns bevarade från perm-perioden i Sydneybassängen.

Lagerföljderna är fulla av fossila rötter och välbevarade fossiliserade *Glossopteris*-blad. Den stora mängden blad beror på att träden fällde sina löv årstidsvis. Däremot finns det inga fynd av djur, mer än enstaka fotspår som antagligen efterlämnats av stora däggdjurslika reptiler. Avsaknaden av ben beror på den sura miljön som uppstår då växtdelar förmultnar. Det vill säga, där det finns växtrester brukar det generellt finnas få eller inga djurfossil.

Skogarna försvinner plötsligt

Utdöendet syns tydligt i litologin där det sker en abrupt förändring och det sista kollagret övergår i en siltsten som innehåller brända vedrester, "rip-up clasts" av lersten och kantiga kvartskorn.

Lagerföljderna ovanför det sista lagret av kol utmärker sig också genom en total avsaknad av växtfossil. Siltstenarna följs högre upp av mäktiga sandstenar. I dessa lagerföljder finns inga *Glossopteris*-arter, inte ens enda, men några få exemplar av nya växter hittar vi i siltstenarna.

Pollenanalyser stödjer det vi ser bland de makroskopiska växtdelarna. De typiska, randiga pollen-korn som bildades av *Glossopteris* och som det kryllar av i proverna under



Ovan: Pollen och sporer som är typiska för *Glossopteris*-skogarna. Diametern av dessa är ungefär 40–80 µm, dvs. fler än 10 pollen får plats på en millimeter.

Till höger: Blad av fröorbunkens *Glossopteris* från Australien. Under perm täckte dessa träd hela sydkontinenten Gondwana.



(före) utdöende-nivån finns endast i få exemplar och då antagligen omlagrade ovanför det sista kollagret. Istället finner vi en ökad mängd ormbunks- och lummersporer i dessa siltstenar.

Dramatisk ekologisk katastrof

Resultaten är häpnadsväckande och visar på ett mycket hastigare, och mer dramatisk förlopp än vad man tidigare sett. I bergarterna syns denna ekologiska katastrof väldigt tydligt där bildningen av kol upphör i ett slag och ersätts av avsättning av sandiga lager.

Förändringen i växtligheten verkar nästan ha skett över en natt där de stora, vattenkrävande *Glossopteris*-erna dog ut och ersattes av ett lager på 1,5 m huvudsakligen bestående av bränd ved, en del svampsporer samt alger.

Att vi upptäckte denna plötsliga förändring beror på att vi analyserade lagerföljderna centimeter för centimeter över det kritiska intervallet. I den triassiska vegetationen som finns bevarad 1,6 m ovanför kollagret sak-

nas *Glossopteris*-erna helt och istället finns kvistar av barrträd bevarade vilka utmärker sig genom exceptionellt små men kraftiga blad med förtjockad kutikula (skyddande vaxartat lager), växter som var mycket bättre anpassade till torka. Det dröjde nästan 4 miljoner år innan de kolbildande träskmarkerna återhämtade sig, men då dominerade helt andra växter.

Vulkanisk aktivitet orsaken?

De flesta forskare anser att massutdöendet orsakades av omfattande vulkanisk aktivitet, och spåren syns än idag i de mäktiga lavaflöden som kallas Sibiriska trappen. Atmosfären fylldes med metan, koldioxid och tungmetaller vilket bidrog till global uppvärmning men även till att giftiga ämnen spreds. I avlagringarna av kol och sandsten finns tunna lager med vulkanisk aska och i dem fann vi mineralet zirkon som man kan åldersbestämma lagerföljder med. Detta gör att vi kan utreda ordningsföljden för utdöendet på land och i haven.

VIKTIGT MED TILLGÄNGLIGA SAMLINGAR

I världens museer och geologiska institut förvaras fossil och mineral som samlats in av generationer av forskare och andra naturintresserade.

Besökarna vid ett museum ser bara bråkdelen av alla föremål som finns, eftersom den största delen (runt 95 procent) finns lagrat i samlingsmagasin. Där utgör de ett unikt och ovärderligt arkiv för vetenskapen.

I samlingarna finns till exempel fossil som samlats in från områden som inte längre är tillgängliga, där städer nu tornar upp sig eller där havet har slukat kustskärningarna. Dessa arkiv är i många fall riktiga guldgruvor för vetenskapen och samhället. Men mycket hänger på tillgängligheten. Om föremålen ligger i magasin utan att vara registrerade och tillgängliga digitalt kommer de att vara gömda för omvärlden.

Vid Naturhistoriska riksmuseet arbetar vi målmedvetet med att tillgängliggöra föremålen. I dagsläget är mer än 80 procent av växtfossilerna och vertebratfossilerna registrerade. Vi är också i full gång med att fotografera typexemplaren, dvs. det ursprungliga exemplar

(original) som en gång användes för att beskriva själva arten.

Borrkärnor är en annan typ av vetenskapliga guldgruvor. Där finns material bevarat som är lämpat för bl.a. datering av lagerföljder och analys av klimat och miljö. Stora summor har en gång investerats i att borra i jordens geologiska arkiv och därför är det en ren vinst att ta vara på dessa dyrgripar och se till att de blir tillgängliga för vetenskapen.

I borrkärneförrådet (bilden till höger) i Sydneys utkanter ligger borrkärnorna staplade i toppmoderna faciliteter där personal från Geological Survey of New South Wales (en motsvarighet till SGU)



hjälper besökare med att ta fram och lägga upp kärnorna. Man kan även få hjälp med en översiktlig analys av mineralsammansättningen i kärnorna med den hy-logger som Michael Silburn visar på bilden nedan till vänster.



Vår forskning visar att utdöendet gick mycket snabbare än vad man tidigare vetat och att utdöendet började med skogarna, innan livet i haven drabbades. Växtriket kollapsade alltså plötsligt, runt 370 000 år innan livet i havet påverkades av massdöd. Resultaten visar också att utdöendet var en global händelse.

Hårdast drabbades tempererade skogsområden, träskmarker, som var vanliga vid den här tiden. Först drabbades växter, sedan insekter, växtätare och sist rovdjuren.

Baserat på de pollen som förekommer ser vi att klimatet blev varmare och torrare, och att vegetationen återhämtade sig väldigt långsamt. Det blev ett långt uppehåll på flera miljoner år innan torv (och därmed kol) åter bildades.

Andra orsaker bidrog?

De nya resultaten tyder också på en mer komplicerad historia i samband med utdöendet. Kan verkligen vulkanism radera ut vegetationen på jorden i ett enda slag, eller kan det finnas fler bakomliggande orsaker?

Utdöendet under perm har många likheter med utdöendet i slutet av kritaperioden, för 66 miljoner år sedan, då bland andra dinosaurierna dog ut. Då var det en asteroid som slog ned på jorden och skapade ett globalt mörker samtidigt som omfattande aktiv vulkanism pågick i dåvarande Indien.

Kanske kan den forskargrupp som för flera år sedan presenterade bevis för ett asteroidnedslag i anslutning till permutdöendet faktiskt ha rätt, men det återstår att bevisa och fler analyser från andra ställen på jorden behövs.

Vi kan lära av historien

Fem stora massutdöenden har skett i jordens historia och många menar att ett sjätte pågår just nu i och med den snabba förlusten av biologisk mångfald. Massutdöendet som inträffade i slutet av perm kan hjälpa oss att förstå hur växt- och djurlivet kan reagera på klimatförändringar som orsakas av oss människor.

I dag är vi visserligen inte ännu i närheten av de höga koldioxidhalter som fanns i atmosfären under perm,

men vi släpper ut växthusgaser i en snabbare takt än vulkanerna i Sibirien gjorde. Ännu mer alarmerande är biodiversitetskrisen, det vill säga försvinnandet av djur- och växtarter på jorden. Vi människor tränger undan andra varelser och brukar jorden för våra egna behov. Men vi har fortfarande goda möjligheter att rädda djur och växter genom att skapa nationalparker och bevara den biologiska mångfald vi har kvar, och skära ner på utsläpp av växthusgaser för att motverka global uppvärmning. ♦

Tack!

Tack till amerikanska National Science Foundation (NSF) samt LUCI (Vetenskapsrådet) med vars stöd studien kunde utföras. Tack också till medarbetarna Tracy Frank, Chris Fielding, Steve McLoughlin och Chris Mays.



Vivi Vajda är professor i paleontologi vid Naturhistoriska riksmuseet och expert på massutdöenden i livets historia. vivi.vajda@nrm.se

Lättläst om jordens historia

Boken *The Story of Earth* ger oss en rundresa på vår planet från insidan till utsidan och från dess bildande till nutid. I boken presenteras de senaste forskningsresultaten på ett lättfattligt sätt och man får också möta många av de forskare och andra som bidragit till att förändra hur vi ser på planetens utveckling.

LÄSTIPS

NÄR MAN TIDIGARE läste historisk geologi på universitetet låg tyngdpunkten på bara en niondedel av jordens hela historia, från den kambriska explosionen och fram till idag. Kursen handlade mestadels om trilobiter, brachiopoder, transgressioner och regressioner av haven, och livets utveckling.

När sedan platttektoniken introducerades på 1970-talet blev det mer spännande. Och när far och son Alvarez upptäckte iridiumanomalin vid gränsen mellan krita och tertiär blev dinosauriernas tragiska försvinnande ett roligt kapitel att föreläsa om.

Men den stackars prekambrika tiden, de först fyra miljarderna år av jordens historia, fick bara några timmar vid början av kursen historisk geologi. Några ord om Kants nebulärhypotes, den flytande kärnans uppkomst och kanske något om bandade järnmalmer och man var klar. Så

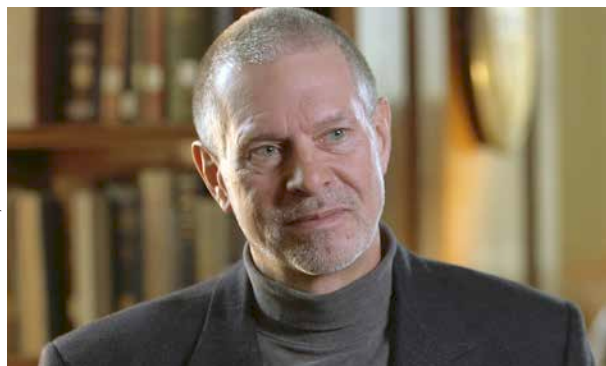
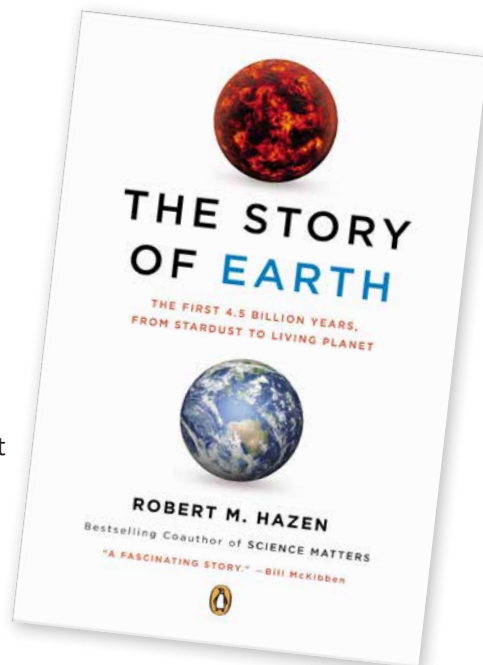
småningom blev snöbolls-jorden ett spännande nytt kapitel, men det konceptet har ännu inte hunnit in i alla läroböcker.

Men under de senaste decennierna har ny forskning i mycket större detalj belyst jordens spännande utveckling under dessa första fyra miljarder år. Nya tekniker har bidragit till mer precisa dateringsmetoder. Detaljerade mätningar av isotoper visar sig ge smarta ledtrådar om geologiska processer. Tillsammans med utvecklingen av sofistikerade datamodeller har detta gett en mer detaljrik bild av jordens tidiga utveckling.

Robert M. Hazen har gjort oss alla en stor tjänst genom att skriva en lättläst, men ändå högst vetenskaplig, bok om vår planets historia. Hazen är mineralog, petrolog och geokemist och har forskat om meteoriter, och därigenom också om jordens tidiga historia. Men mitt i karriären bytte han inriktning till att i stället försöka förstå de geokemiska grunderna för livets utveckling. Hazen har publicerat många vetenskapliga artiklar om dessa ämnen.

Boken är kronologiskt ordnad och börjar med planetens tidiga historia. Därefter berättar han om hur kontinenterna uppstod, vad som hände när mängden syre i atmosfären ökade och de landmassor som fanns blev röda, om hur reaktioner mellan organiska molekyler och mineral kan ha bidragit till utvecklingen av liv, om det enorma vulkanutbrott som troligen orsakade att dinosaurierna dog ut och mycket annat. Ett av bokens mest intressanta kapitel handlar om hur antalet mineral på planeten har utvecklats tillsammans med uppkomsten av liv. Utan det syre som livet gav skulle närmare två tredjedelar av mineralen inte finnas!

I bokens sista kapitel blickar Hazen så framåt mot vad som kommer att hända med jorden i ett geologiskt perspektiv. Kanske skulle man kunna locka något förlag att ge ut boken på svenska. ♦



THE STORY OF EARTH. THE FIRST 4.5 BILLION YEARS, FROM STARDUST TO LIVING PLANET

Författare: Robert M. Hazen är Clarence Robinson-professor i geovetenskap vid George Mason University. Han är också seniorforskar på geofysiska laboratoriet vid Carnegie Institution.

Bokförlag: Penguin Books

Utgivningsdatum: juli 2013

ISBN: 9780143123644

Antal sidor: 320

Bandtyp: Pocket (finns även inbunden och som e-bok)



Mark Johnson är universitetslektor vid Institutionen för geovetenskaper på Göteborgs universitet.
mark@gvc.gu.se



FOTO: DICK PERSSON.



FOTO: DICK PERSSON.

Skiffer och andra geologiska sevärdheter i Los

TEXT: THOMAS LUNDQVIST & DICK PERSSON

Los i Ljusdals kommun i nordvästra Hälsingland är välkänt bland kemister och geologer världen över eftersom grundämnet nickel upptäcktes här 1751 av Axel Fredrik Cronstedt i malm från koboltgruvan i Gruvbyn. För den geologiintresserade finns också mycket annat att se i trakten i vad som kallats Los–Hamraområdet.

DEN FÖRSTA mer detaljerade berggrundskartan över Los–Hamraområdet gjordes år 1936 av Harry von Eckermann. Senare, i samband med Sveriges geologiska undersöknings länskartering under 1950- och 1960-talen, gjordes en ny karta som publicerades 1968. Senare, på 1980- och 1990-talen, gav SGU ut berggrunds-

kartor i skala 1: 50 000 över stora delar av Los–Hamraområdet.

Synklinal med skiffer och vulkanit

Berggrunden i trakten av Los kan beskrivas på följande sätt: Huvudstrukturen är en trågformad s.k. synklinal med nord–sydlig strykning och ganska branta veckskänklar.

Norr om Los är synklinalen omböjd till ett knä och fortsätter sedan österut, för att efter några kilometer bli förkastad (förskjuten) ca 10 km mot söder till en sista ”stump” vid Lillskog, 16 km ostsydost om Los.

Lagerföljden (stratigrafin) i synklinalen är i stora drag följande: Underst ligger en mäktig skiffer-

Motstående sida till vänster: Flugskits-skifferbrottet vid dess upptäckt, då det varit obrutet i ca 90 år.

Motstående sida till höger: Flugskits-skifferbrottet i maj 2017, efter avröjning.

Nedan: Berggrundskarta över Los-området. Modifierad från Sveriges geologiska undersöknings Kartgenerator. Topografiskt underlag: Lantmäteriet.

formation som bildats ur leriga sediment. I stora delar av Losområdet övergår skiffern i glimmerskiffer, gnejs och migmatit, den sistnämnda med inblandning av granit.

Skiffern överlagras av en kvartsit med välbevarad klastisk struktur (rundade kvartskorn). Därpå följer en sur (kiselrik) vulkanisk bergart, och däröver basiska vulkaniter (basalter,

Losgrönstenar, som är kiselfattiga vulkaniter). Överst, i synklinalens kärnparti, ligger delvis skarniga sedimentära bergarter och sura vulkaniter. Bergarterna i synklinalen är omkring 1,87–1,86 miljarder år gamla.

De vulkaniska och sedimentära bergarterna har genomträngts av olika slag av magmor vid skilda tillfällena under den följande geologiska utvecklingen. De har också veckats och varit nedsänkta till som mest 10–15 km djup där de delvis smält upp.

Kobolt till blåfärg

Man har känt till ända sedan 1600-talet att berggrunden kring Gruvbyn innehåller koppar, men halterna var låga och ansågs inte brytvärda. På

1730-talet upptäcktes att malmen i Los innehöll kobolt vilket var attraktivt som färgämne. Malmen bröts sedan fram till 1773 då verksamheten gick i konkurs.

Som mest jobbade fler än 160 personer inom verksamheten som förutom gruvorna också omfattade ett blåfärgsverk. Därifrån skeppades blåfärg ut över hela Europa.

Koboltmalmen vid Gruvbyn ligger i Losgrönstenarna i form av en kalkspatfylld spricka omgiven av impregnationer i grönstenarna med mineral av järn, kobolt, nickel, koppar, vismut, uran, arsenik, svavel m.m.

Gruvbrytningen i koboltgruvorna har för länge sedan upphört, men på initiativ av eldsjälarna i bygden och

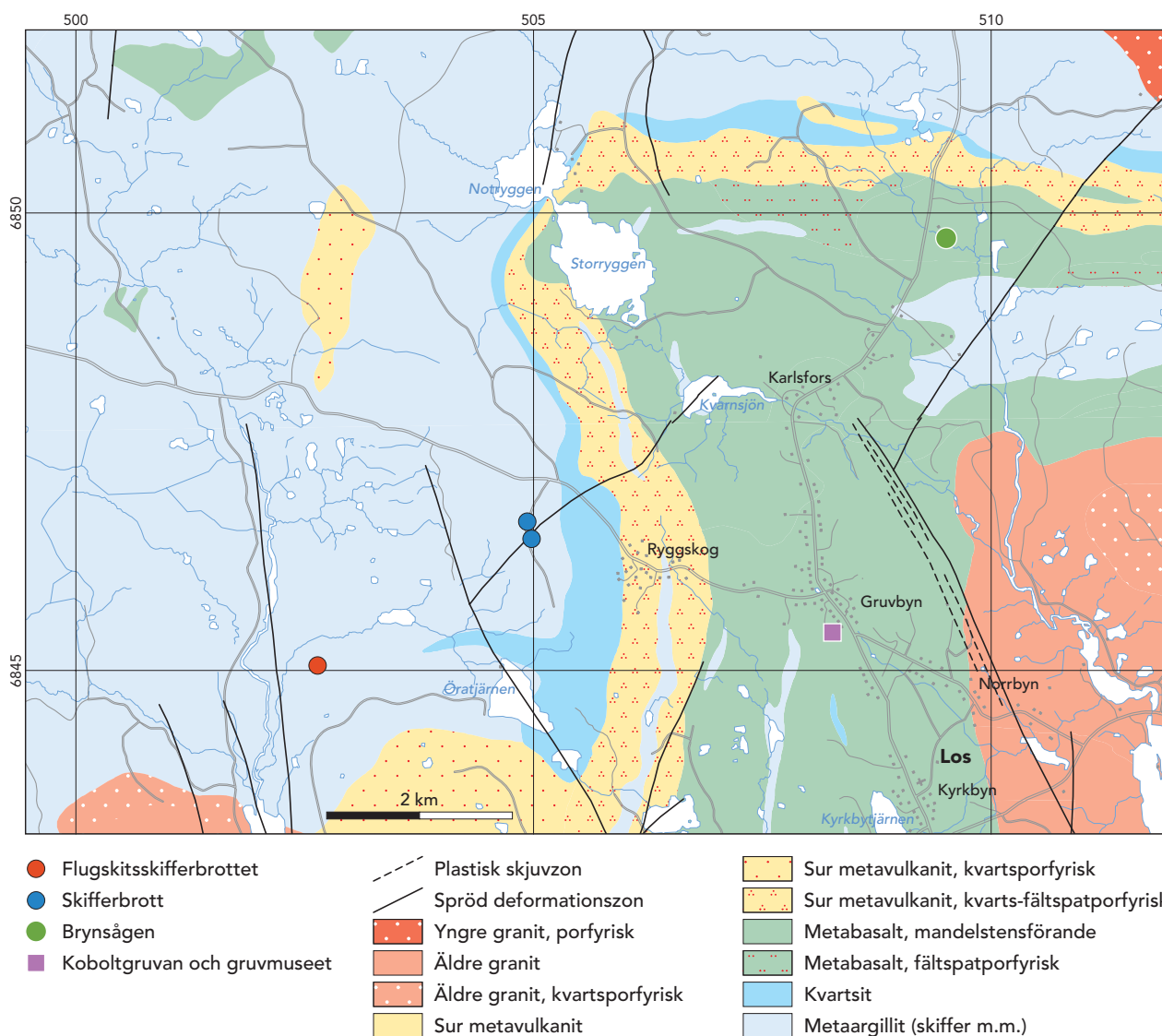




FOTO: THOMAS LUNDQVIST.

genom olika bidrag har ett museum byggts ovanpå de gamla gruvhålen i Gruvbyn. I museet kan man se både mineral och bergarter från gruvorna och annan geologisk information, samt bildspel. Men kan också gå ned i koboltgruvan på stegar och se den malmförande ådern.

Populära brynen

En känd och omtyckt produkt från berggrunden nära Los är brynstenen som sedan 1860-talet hämtats ur flera brott i den understa, grå skiffern. Man använder sig då av den mest låg-metamorfa (minst omvandlade) delen av de leriga sedimenten.

Främst har skiffern använts som brynen till liar och knivar, men den har också föreslagits som takskeer. Släktnamn som Borg och Gjers är intimt förknippade med den tidigare bryntillverkningen.

Tillverkning av brynen sker ännu i dag genom Dick och Conny Persson vid Los Sten och Metall i Ryggskog, strax väster om Los. Dick Perssons svärfar Åke Borg skötte tidigare bryntillverkningen.

Skifferbrotten är belägna i skogen strax väster om Ryggskog och två olika kvaliteter hämtas här, dels en klorit-muskovitrik, mjukare sten, dels

en kvarts-fältspatrikare, något hårdare sten. Skillnaden i hårdhet beror på att skiffern är svagt skiktad, vilket är ganska svårt att se utan mikroskop.

Bergarten består mest av klorit, finfjällig muskovit (sericit), kvarts och albitrik (natriumrik) fältspat. De skiktvis växlande proportionerna mellan dessa mineral ger en varierande hårdhet, där högre klorithalt ger en mjuk sten medan en högre kvartshalt ger en hårdare sten. I vissa partier av skiffern finns ådror av klorit. De har kallats sivränder, och påverkar inte brynets användbarhet negativt.

Bearbetningen av skifferämnena genom sågning, klyvning och hyvling gjordes förr med hjälp av vattendrivna maskiner belägna vid Kvarnån, Kusmyrbäcken och Österhocklan 2–5 km norr om Gruvbyn, nära vägen till Kårböle, men också för hand. En av de äldre anläggningarna (vid Österhocklan) finns i dag kvar i restaurerat skick och kan besökas. Numera bearbetas stenen med hjälp av moderna maskiner i Ryggskog.

Flugskitsskiffern

Genom Dick och Conny Perssons forskning har det framkommit att också en tredje sorts skiffer har använts till brynen, nämligen från

Stora bilden: Flugskitsskiffer från Västerhocklan.

Runda bilden: Mikrofoto av flugskits-skiffer från Västerhocklan. Polariserat ljus, korsade nicoler, Förstoring 23×. Ur SGU Ba 23.

området något längre västerut än de större brott där skiffern numera bryts. Dessa brynen fick lokalt benämningen flugskits-brynen, vilket beror på att skiffern innehåller ca 0,5–1 mm stora, regellöst inströdda kloritkristaller. Dessa kallas på fackspråk porfyroblastar och är sekundärt bildade genom geologiskt relativt sen värmepåverkan. Det rör sig här troligen om samma skiffer som omnämndes av kommerserådet Henrik Kalmeter i en rapport i Kungliga Vetenskapsakademiens handlingar 1750 om takskeer ”i trakten av koboltverket i norra Hälsingland”.

Under lång tid har denna skiffer varit bortglömd, och platsen för det ursprungliga brottet okänd. Sedan 1970-talet har Dick och sonen Conny i omgångar letat efter brottet – ett verkligt detektivarbete. Det återfunna lilla brottet ligger 4 km västsydväst om Ryggskog, nära ån Västerhocklan, och var starkt övervuxet.

Möjlighet till framtida forskning

Flugskitsskiffern är ju en tänkbar nyttosten, men är också intressant ur forskningssynpunkt. Den visar nämligen att delar av skiffern påverkats av värme, och att detta ägt rum efter det att bergarten fått sin skiffrighet (klyvbarhet) inpräglad genom deformation i samband med bergskedjeveckning.

Ser man vidare på geologin förefaller det som att det är en intrusion av granit, med granofyrisk randzon

och med den radiometrisk åldern 1866 ± 17 miljoner år, som gett en värmepåverkan på skiffern. Närmast granitkontakten har detta orsakat bildning av de aluminiumrika mineralen cordierit och andalusit, medan klorit har bildats längre bort från kontakten och vid lägre temperatur och gett upphov till "flugskitsskiffern".

Skiffrigheten bör då vara äldre än graniten, medan "flugskiten" bör ha ungefär samma ålder som denna. Här är ett uppslag till framtida forskning om urbergets strukturella och metamorfa utveckling! ♦

Övre raden till vänster: Museibyggnaden vid koboltgruvan i Gruvbyn, Los.

Övre raden i mitten: Ort i koboltgruvan, Gruvbyn, Los.

Övre raden till höger: Brynen tillverkade av skiffer från brott strax väster om Ryggskog.

Undre raden till vänster: Brynsågen vid Österhocklan norr om Los.

Undre raden till höger: Interiör i brynsågen.

Tack!

Författarna vill tacka Sven Lundqvist och Eyad Lolo, SGU, för hjälp att ta fram prover i SGU:s stenförråd.

Läs mer

Delin, H. & Aaro, S. 1992. Berggrundskartan 16F Kårböle SV. Skala 1:50 000. Sveriges geologiska undersökning Ai 58.

Delin, H. & Aaro, S. 2000. Berggrundskartan 15F Voxna NV. Skala 1:50 000.

Sveriges geologiska undersökning Ai 140. Los Kvinnolag med hjälp av Helge Trygg och Conny Persson, 1989. Losbrynets historia. Ekeströms Förlag AB, Färila. ISBN 91 87688 050. 26 s.

Lundegårdh, P.H. 1967. Berggrunden i Gävleborgs län. Sveriges geologiska undersökning Ba 22, 303 s.

Lundqvist, T. 1968. Precambrian geology of the Los-Hamra region, central Sweden. Sveriges geologiska undersökning Ba 23, 255 s.



Thomas Lundqvist var tidigare förste statsgeolog på SGU. Dick Persson tillverkar brynen samt rustar och visar brynsågen. Han har också suttit i koboltgruvans styrelse.





FOTO: GÖSTA TORELD.

Fossil och geologi en ny-gammal turistnisch på Öland

På norra Öland finns många geologiska pärlor: Stenkusten, Byrums raukar, Gillberga, Ölands stenrike, Ekopark Böda etc. Det finns också ett geologiskt museum i Skäftekärr som är väl värt ett besök.

TEXT: OLLE SELINUS

I BÖDA SOCKEN på den nordligaste delen av Öland har forntiden lämnat många och tydliga spår i landskapet. En betydande lokal är Skäftekärr.

På Skäftekärr finns resterna av en stormansgård från järnåldern och även en rekonstruktion av denna. Här kan man uppleva järnåldern med folk, få och olika aktiviteter. På gården finns linderödsgrisar och gutefår, och många dagliga aktiviteter ordnas.

Inne i långhuset finns en utställning om järnåldern där man också kan prova på forntida lekar och spel. Varje dag händer det något, det kan vara matlagning, textilhantverk och annat.

Parken omkring Skäftekärr är ett arboretum som innehåller cirka 140 olika träd, många med anor från 1800-talet. Det var då jägmästare Boman påbörjade insamlandet av exotiska plantor. I par-

ken ordnas guidningar med olika teman så gott som dagligen under sommarsäsongen.

Geologiskt museum

I Skäftekärr, precis vid ingången, ligger också ett geologiskt museum. Det har byggts upp under några år av Gösta Toreld. Gösta har varit guide inom arkeologi under 20 år, men för tolv år sedan började han bli

Motstående sida: Översikt över en del av museet. I mitten syns mammutbaben "Ulle". Detta är en modell av en fem veckor gammal unge som frös fast i isen i Sibirien för 40 000 år sedan.

Ovan till höger: Gösta Toreld framför museet innan turistströmmarna kommer. Museet ligger precis vid ingången till Skäftekärr.

Nedan till höger: Skäftekärrs vackra huvudbyggnad byggdes 1860 som statlig skogsskola för blivande skogvaktare.

FOTO: OLLE SELINUS.



FOTO: GÖSTA TORELD.



intresserad av geologi. Detta hände i samband med geologikurser på Linnéuniversitetet som leddes av Jan Mikaelsson. Jan är nu pensionerad men fortfarande mycket aktiv på Öland där han jobbar som guide, håller geologiska båt kryssningar längs Ölands kust, och ligger bakom Ölands Dalhalla (Gillberga brott).

Det geologiska museet invigdes 2017. I stort sett hela projektet har finansierats privat av Gösta, men stipendier från två stiftelser och föreningar med Ölandsanknytning har bidragit till att de mest iögonfallande föremålen i utställningen har kunnat anskaffas.

Under några år då Gösta och hans fru Inger arbetade i Saudiarabien fick de uppleva många intressanta och geologiskt förunderliga saker som att bada i en underjordisk flod 100 meter under öknens sand, att dricka fossilt vatten, och att hitta förstenat trä som bildats för miljontals år sedan i öknen. Deras intresse för att resa och uppleva natur, arkeologi och geologi runt om i världen väcktes och detta gav dem många nya insikter, intressen och kontakter.

Paret köpte år 1985 Bödabadens hotell och omvandlade det efter amerikansk förebild till Bödabaden

Dance Resort. Detta drog till sig dansentusiaster från Sverige och övriga Europa. Gösta engagerade sig också mycket som entreprenör inom turistnäringen på Öland och var en av de tongivande i samband med uppbyggnaden av Skäftekärr som besöksmål på 1990-talet.

Aha-upplevelser om geologi

En anledning till att starta museet var att man ville skapa ett ställe där vanliga Ölandsturister (inte minst vetgiriga barn och ungdomar) på ett lätt-samt och populärvetenskapligt sätt skulle kunna få egna aha-upplevelser kring Ölands och jordens spännande utveckling. Betoningen på djur och fossil har gjorts medvetet för att locka en yngre publik.

Man har funnit att just Skäftekärr på norra Öland, med en blandning av intressant geologi, natur, historia och arkeologi, är en utmärkt plats att sprida populärvetenskap till en vetgirig allmänhet som ett komplement till sol och bad. Hit kommer ju många turister under sommarmånaderna.

Museet har haft omkring 3000 besökare per år från 25 länder. Det är gjort för vetgiriga familjer och



OM MUSEET OCH PARKEN

Öppet: 1 juli till 16 augusti kl. 12–16
Stängt lördagar

Entréavgift: Vuxna 100 kr,
barn (6–15 år) 50 kr, familjebiljett (två vuxna med barn) 250 kr

Guidningar ingår i priset, se webbsidan för mer information och tider

Övrigt: Fri entré till Ekoparksinformation, arboretet (parken) och fornlämningen Stormansgården

Hitta hit: Korsningen Byrumsvägen och Kullenvägen mellan Byrum och Böda på norra Öland

Koordinat: 57°14'51.4"N 17°00'10.7"E

Kontakt: 070-685 45 98

Webbsidor: www.fossiloland.se
www.skaftekarr.se



FOTO: OILE SELINUS.

FOTO: GÖSTA TORELD.

FOTO: GÖSTA TORELD.

innehåller mycket både för de minsta barnen, som kan klappa mammuten Ulle, och för de vuxna som vill veta hur Öland kom till. Guidade visningar hålls två gånger per dag. Geologimuseet ligger precis vid ingången till järnåldersgården och är det första man kommer till.

Från jordens födelse till nutid

När man kommer till museet slås man av hur pedagogiskt upplagt det är. Det börjar från jordens födelse och går genom alla tidsåldrar ända till istiden. Överallt där det är möjligt finns anknytningar till just Öland.

Det första man kommer till är livets början och ryggradslösa djur. Kambrosilur beskrivs och här kommer man naturligt in på uppbyggnaden av Öland och vilka fossil man kan hitta på ön. Här finns även en förklaring av kontinentaldriften och beskrivet hur Öland låg på helt andra breddgrader då öns bergarter avsattes vilket fascinerar många besökare.

Den astronomiska montern visar meteoriter från Argentina, Ryssland och USA. Den största meteoriten i utställningen väger 6 kg och är en s.k. järnmeteorit som kommer från

kärnan av en asteroid från asteroidbältet mellan Mars och Jupiter. Att åldern på denna metallklump är äldre än själva jordklotet brukar imponera på de flesta. Även andra större meteoritnedslag i Sverige, t.ex. Siljansringen, presenteras.

Förutom olika svenska fossil från Öland, Gotland och Skåne, visas fossil från många andra länder. Från Marocko visas ca 70 miljoner år gamla ammoniter (bläckfisksläktingar), krokodilskallar, tänder och ben från "monsterödlor" och svanödlor, och en käke från en flygödlä. Från Kina visas ett dinosaurieägg och

Bild 1: Gösta framför den uppskattade montern "färger och former" med vackra mineral.

Bild 2: Gösta bredvid modellen som visar landisens avsmältning med många knappar att trycka på och många lysande lampor.

Bild 3: Urval av öländska fossil med en ålder av omkring 500 miljoner år.

Bild 4: Ett omkring 200 miljoner år gammalt välbevarat fotavtryck från en dinosaurie, funnet i Skåne (Vallåkra, Helsingborg).

Bild 5: Invigningen av utställningen midsommarafton 2017. Deltagare från vänster: "Ulle", Jan Mikaelsson, Gösta Toreld, Sven-Göthe Lidheim, (kraftfull ledare av Skäftekärr under 10 år) och Inger Toreld.

Bild 6: "Levande fossil" i form av pärlbåt och dolksvans.

Bild 7: Det uppfräschade kalkstensfossillet "Gösta", ursprungligen från Gotland.

Bild 8: En av Ölands 4 m höga raukar i Byrum (enda platsen på Öland) med Blå Jungfrun i bakgrunden.



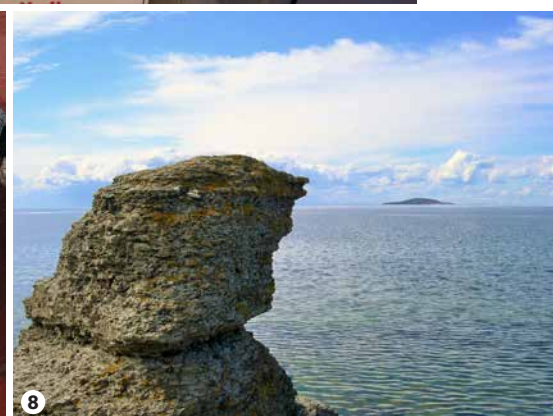
FOTO: CAROLA SPANGENBERG.



FOTO: GÖSTA TORELD.



FOTO: GÖSTA TORELD.



från Tyskland och Frankrike olika vackra ammoniter från perioden jura för ungefär 150 miljoner år sedan.

I utställningen finns också det 424 miljoner år gamla kalkstensfossillet Gösta från Gotland. Det är en perfekt kopia av Gösta Toreld själv med Göstas mössa och till och med Göstas eget hår fastkliprat!

Dinosaurier och andra fossil

Från Skåne visas två mycket välbevarade fotspår från dinosaurier som levde för omkring 200 miljoner år sedan. Här finns också bitar av pelarbasalt från en av de många

vulkaner som var aktiva i Skåne för 100–150 miljoner år sedan.

Dinosauriernas utdöende för omkring 65 miljoner år sedan presenteras med planscher, diagram och egna fotografier från platser med anknytning till denna händelse.

Från ön Fur i Limfjorden i Danmark visas rester av skikt från vulkanisk aska m.m. från perioden då Grönland och Nordeuropa började dela på sig för ungefär 55 miljoner år sedan, långt innan Island bildades.

Exempel på nu utdöda djur från tiden innan senaste istiden, för omkring 40 000 år sedan, visas i

en stor monter där fossil i form av käkar, tänder och skallar från bland annat ullhårig mammut, ullhårig noshörning, vildhäst, grottthya och grottbjörn presenteras. De flesta av dessa fossil kommer från Doggerland, nuvarande Doggers Bankar i Nordsjön, där trålfiskare från Holland fått upp föremålen i sina nät. Egna besök och kontakter på plats har gett Gösta möjlighet att anskaffa och visa dessa rariteter.

Ulliga mammutbabyn Ulle

Från Sibirien visas en modell av en mammutbarn som frös fast i isen då

den endast var fem veckor gammal för 42 000 år sedan. Den hittades år 2007 efter att den hade tinat fram ur isen. Efter vetenskapliga undersökningar i Ryssland och DNA-undersökning i Japan så finns mammut-babyn nu utställd under namnet *Lyuba* på ett museum i Sibirien.

Övre bilden: Detaljstudie av några öländska trilobiter.

Undre bilden: Praktfull underkäke från en fullvuxen mammut. Tänderna väger omkring 5 kg styck. Fyndplats Doggers Bankar i Nordsjön.

Den skalenliga modellen som finns på Skäftekärr kallas Ulle och är tillverkad i Kina. Den är en mycket klappvänlig huvudattraktion för barn. Det är mycket troligt att det även funnits mammutar på Öland före senaste istiden eftersom man gjort ett trettiotal benfynd av mammut på olika platser i Sverige. Den senaste inlandsisen sopade dock bort de flesta resterna i Sverige och troligtvis så även på Öland.

I en separat monter visas särskilt vackra mineral och bergarter under rubriken *Färger och former*. Detta är en populär och uppmärksammas del av utställningen där man verkligen

kan se hur mycket vackert naturen kan åstadkomma.

Modell av istidens avsmältning

Som en trevlig avslutning kommer man slutligen till istiden. Här finns en stor modell av hur det såg ut när isen drog sig tillbaka, och här finns många knappar att trycka på och lampor som visar på olika företeelser, t.ex. rullstensåsar och dödisgrop. Det här är ett mycket populärt inslag bland alla yngre.

Modellen av en smältande glaciär har tillverkats av geologen Åke Roos i Värnamo. Modellen är mycket pedagogisk och har ett tjugotal olika knappar och lampor med tillhörande texter som visar olika skeenden och delar av en glaciärs utveckling. Den har tidigare stått utställd på Store Mosse Nationalpark utanför Värnamo. Modellen har skänkts till Finnvedens Amatörgeologiska Förening där Gösta är medlem, och efter uppförskning har den nu utlånats till museet under 2019. På Geologins Dag den 14 september i år kommer glaciärmodellen samt delar av den övriga utställningen att visas i Värnamo.

Originalföremål som lockar

Det mesta av det som finns i museet har samlats in av Gösta själv. En hel del har köpts in under alla hans resor jorden runt, och han har tagit hem intressanta fossil och bergarter. Därför är museet fullt av originalföremål och inte kopior.

Om ni har vägarna till norra Öland så är det geologiska museet och järnåldersgården Skäftekärr ett måste. Och passa då på att vara med på de guidade visningarna. Allt ingår i den mycket resonabla inträdesavgiften till anläggningen.

För tillfället är Skäftekärr ute på försäljning av Sveaskog. Vi hoppas att den nya ägaren tar till vara allt unikt som finns här, och inte minst det geologiska museet. ♦



FOTO: GÖSTA TORELD.



FOTO: GÖSTA TORELD.



Olle Selinus, Linné-universitetet Kalmar, tidigare SGU.
 olle.selinus@gmail.com



Föreningens årsmöte 2019

Den 12 maj hölls föreningens årsmöte på Naturhistoriska riksmuseet i Stockholm. Före själva årsmötet bjöds deltagarna på en rundvandring i museets fossilsamlingar, och efter årsmötet berättade professor Vivi Vajda om museets samlingar och om några personligheter som arbetat där.

EN INTRESSERAD SKARA samlades utanför ingången till Enheten för paleobiologi på Naturhistoriska riksmuseet en solig, men kall, söndag i maj. Där möttes vi av Christian Skovsted, Förste intendent och biträdande enhetschef, som gav oss en rundvandring bakom kulisserna i museets samlingar.

Enheten för paleobiologi har mer än en miljon fossil av djur och växter i sina samlingar. Dessa föremål används inom forskning både internt på riksmuseet och av andra forskare runt om i världen.

Här finns bland annat världens största samling av fossil från Gotland och en av världens största samlingar av fossila växter. Även om de flesta föremålen kommer från Sverige finns också mängder av fossil från både Antarktis och Arktis tack vare historiska expeditioner. Dessa samlingar kommer från områden som är

mycket otillgängliga och är därför av stort vetenskapligt värde. Välanvänd är också den gamla samlingen fossil från Japan, från områden runt Tokyo som idag är bebyggda och därför oåtkomliga. Bland växtfossil finns många typexemplar och originalmaterial som har studerats av internationellt välkända forskare

Dataregistrering av samlingarna är ett aktuellt huvudprojekt vid enheten och en del av informationen finns tillgänglig via Internet.


Efter rundvandringen samlades vi för sedvanliga årsmötesförhandlingar. Vid dessa valdes Andrea Håkansson som ny studentledamot till styrelsen. Föreningens sekreterare Hannes Mattsson och skattmästare Linus Brander omvaldes för perioden 2020–2021. Andrea kommer att presenteras i ett kommande nummer av Geologiskt forum.

Efter själva årsmötet höll professor Vivi Vajda, tillika enhetschef för enheten paleobiologi, ett uppskattat föredrag om museets samlingar, hur enheten för paleobiologi kom till en gång i tiden, och om en rad intressanta personligheter som varit chef för eller jobbat på enheten.

Bland annat berättade Vivi om en rättsskandal som skakade museet på 1950-talet och som slutade med att justitieministern Herman Zetterberg tvingades avgå. Om denna historia finns en nyligen publicerad bok: Naturen inför rätta Skandalen som skakade Vetenskapssverige av Keith Wijkander.

Om du är intresserad av att se vad som finns i museets samlingar kan du följa qr-koden här intill. ♦





De nyupptäckta glacial-
räfflorna vid Mejerigatan
är både breda och djupa.
Foto: Sara Eliason.

EN RÄFFLANDE HISTORIA

– unika spår efter inlandsisen i Visby

TEXT: SARA ELIASON

Det är inte bara arkeologiska upptäckter som görs vid schaktningar i Visby. Under den tidigare parkeringsplatsen vid Mejerigatan i Södercentrum har mycket stora glacialräfflor uppdagats vid markarbeten inför ett husbygge. Fenomenet fick stor medial uppmärksamhet och byggbolaget vill försöka bevara en del av ytan. Glaciologer blev eld och lågor och talar om unika räfflor. Det är dock inte första gången sådana har uppdagats på ön.

REDAN 1732 SKREV kyrkoherde Lars Nilsson Neogard i sina nedtecknade "Gautau Minning" att det år 1715 påträffats djupa raka rännor i hällen vid "Halsjärnet" en kilometer söder om Visby södra stadsport. På den tiden fanns det ännu ingen kunskap om inlandsisar och att Gotland legat under en flera kilometer tjock ismassa ett flertal gånger. Då, och under en lång tid framöver, ansågs i stället rännorna vara tillkomna vid slipningen av kolonner och andra byggnadsdetaljer till de gotländska kyrkorna.

Räfflorna vid Halsjärnet omskrevs ytterligare flera gånger. Den gotländske geologen Gustaf Lindström uppgav 1852 att den största räfflans synliga längd var 21 alnar (= 9,35 m) och dess största bredd 22 tum (= 55 cm).

En annan Gotlandsbördig geolog, Henrik Munthe, skrev om platsen i sitt inlägg i Naturskyddsföreningens årsbok Sveriges Natur år 1917: *Om naturskydd för geologiskt intressanta områden och föremål på Gotland*. Han ansåg där att det som då ännu fanns kvar av lokalen absolut borde skyddas.

Hälle-repor från 1873

Även folklivsforskaren och Fornsalens grundare Per Arvid Sæve skrev om och tecknade av vad han kallade *hälle-repor*. De hade man hittat, också vid Halsjärnet, i botten av en grop, där man länge tagit grus och sand. Hans avbildning i genomskärning tecknades den 20 oktober år 1873. Han skriver:

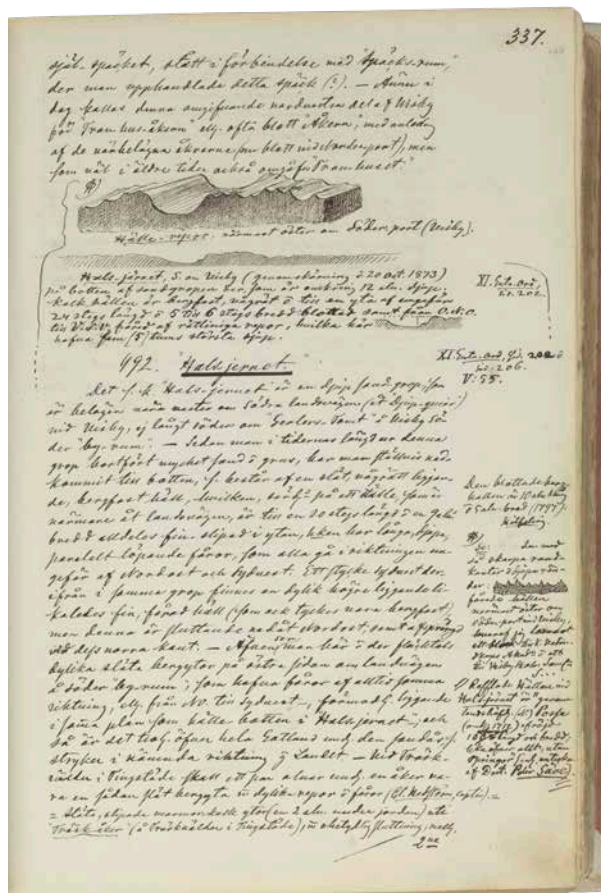
Sedan man i tidernas längd ur denna grop bortfört mycket sand o grus, har man ställvis råka kommit till botten af en slät, vågrätt liggande, bergfast håll, hvilken ... på ett ställe, som är närmare åt landsvägen, är till en 20 stegs längd o en 9 alns bredd alldeles fin-slipad i ytan, ... har långa, djupa, parallellt löpande fåror, som alla gå i riktningen ungefär af Nordost och Sydvest.

Sæve nämner ingenting om tillkomsten av dessa räfflor. Upptäckten att Skandinavien varit täckt av inlandsis var då alldeles ny. Den schweizisk-amerikanska forskaren L. Agaziss hade år 1840 lagt fram idén och år 1866 gav den svenska geologen C.W. Paijkull ut boken *Istider i Norden*. Men det skulle dröja ytterligare ett antal år innan teorin var helt accepterad.

Inlandsisens framfart

Henrik Munthe gav år 1910 ut *Studier öfver Gottlands Senkvartära Historia*, där han beskriver spåren efter den senaste inlandsisen och vad som hände därefter på ön. Här omnämns glacialräfflor, glacialrepor och "Stundom iakttagas äfven räffel-rännor."

I kartbladsbeskrivningarna till de geologiska kartbladen över Gotland, som gavs ut 1925–1940 beskrivs många fynd av glacialslipade ytor runt om på ön. Här är räfflor-nas riktning angivna men man har inte specifikt angivit



Överst: Det nyfunna glacialräffelområdet läge i Visby och de med GPS inmätta räfflorna. Bild: Johan Norderäng.

Ovan: Utdrag ur Sæves anteckningar om hälle-repor från år 1873.

var de hittats. De flesta glacialräfflor har bara varit tillfälligt blottlagda i samband med kanalgrävningar vid utdikningar eller schaktningar.

Greta Arvidsson, landsantikvarie vid Gotlands Fornsal mätte in, fotograferade och dokumenterade 1949 ett 400 kvadratmeter stort område med stora glacialräfflor som blottlagts inför bygget av mejeriet på en tomt öster om Mejerigatan. Räfflorna hade där riktningen 14°. En rapport med originalfoton skickades in till Sveriges geologiska undersökning. Idag är området bebyggt med bland annat studentbostäder.

De nyss funna räfflorna

Det nyligen upptäckta området med stora isräfflor ligger inom en tomt på västra sidan om Mejerigatan i södra Visby. Den slipade hållen ligger drygt en meter under markplan och frilades när marken skulle schaktas inför ett husbygge. Ytan med räfflor är 8 m bred och den synliga delen av de slipade rännorna är 25 m långa och verkar fortsätta norrut under Peter Hardings väg. Varje ränna är 30–40 cm bred och 4–6 cm djup och riktningen är ca 7°. Idag är området övertäckt och husbygget påbörjat. Fastighetsbolaget har dock planer på att synliggöra en del av ytan för att kunna visa för allmänheten. Det återstår att se om detta är möjligt.

Isräfflor uppkommer genom att block, stenar och gruskorn som sitter fastfrusna i inlandsisens bottendar repar och slipar berggrundsytan. Räfflorna visar isens rörelseriktning under ett visst skede. Anledningen till att många glacialräfflor kunnat bli så djupa och breda på Gotland, jämfört med de vanligtvis små och tunna räfflorna på fastlandet, är att Gotland till största delen består av relativt mjuk kalksten. Isen har förmått att nöta ner denna betydligt mer än den hårda kristallina berggrunden som dominerar resten av Sverige.

Isens rörelse

Kartan intill visar de observationer av isräfflor som gjorts sedan 1970-talet och som finns sparade i Sveriges geologiska undersöknings databas. Observationerna är ojämnt fördelade, men ger ändå en viss bild av isens rörelse på



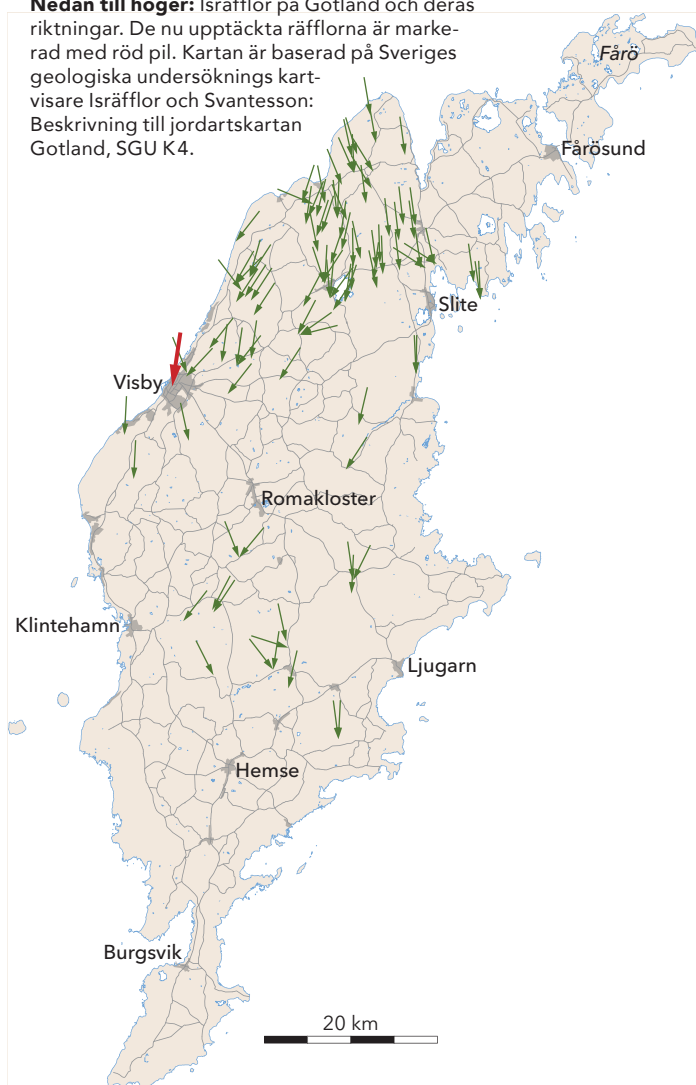
Gotland. På västra sidan av ön är isrörelserna i stort sett parallella med den siluriska klinten längs Gotlands nordvästra kust. Man kan därför anta att klinten har styrt isens rörelse i någon grad. Längre österut och norrut är isrörelseriktningarna mer oregelbundna. Isrörelserna tycks på vissa ställen ha varit extremt oordnade med avsevärda skruvningar i ismassan. I sin beskrivning av Gotlands jordartsgeologi tolkar Svantesson detta som orsakat av två konkurrerande ismassor, den ena i djupområdena väster om Gotland, den andra öster därom. Dessa ismassor har sedan interfererat inne på ön och gett upphov till skiftande räffelriktningar. Gotland blev isfritt för 14 000 år sedan och landhöjningen gjorde snart att små öar började sticka upp ur Baltiska issjöns vågor. ♦



Sara Eliason är geolog och intendent på Gotlands museum.
sara.eliason@gotlandsmuseum.se

Nedan till vänster: Isräfflorna som Greta Arvidsson mätte in och fotograferade 1949.

Nedan till höger: Isräfflor på Gotland och deras riktningar. De nu upptäckta räfflorna är markerad med röd pil. Kartan är baserad på Sveriges geologiska undersöknings kartvisare Isräfflor och Svantesson: Beskrivning till jordartskartan Gotland, SGU K4.



På gång

27 juni, 11 juli, 18 juli, 25 juli, 8 augusti. Geologisk vandring i det öländska landskapet. Utgår från Skurverket i Jordhamn.
Kontakt och information: Jan Mikaelsson, Jangeologen@live.se

20–21 juli. Stenmässan i Outokumpu, Finland: Outokummun Kivikerho.
Läs mer på www.facebook.com/OutokummunKivikerho

27–28 juli. Kopparberg Stenmarknad. Kopparberg.
Läs mer på www.kopparbergstenmarknad.se

3–4 augusti. Sten och Mineralmässan. Falkängen, Hällekis, Kinekulle.
Läs mer på skaraborgsgeologiska.se

2–9 september. Naturforums resa till Irland med geoparker, fantastisk natur och kulinariska upplevelser. Läs mer på www.naturforum.se/irland-2019/

8–9 september. Stenmässan i Rødovrehallen i Köpenhamn.
Läs mer på www.stenmessen-kbh.dk

14 september. Geologins Dag firas över hela landet.
Läs mer på geologinsdag.nu

23–24 oktober. Grundvattendagarna 2019 anordnas av Sveriges geologiska undersökning på Lunds universitet. Läs mer på www.sgu.se



Bergsutbildningarna fyller 200 år

För 200 år sedan startade Fahlbergsskolan den första högre utbildningen inom gruvteknik och metallurgi i Sverige. Det var dessutom den första civila tekniska utbildningen i landet.

Idag är Luleå tekniska universitet landets centrum för gruvrelaterad forskning och utbildning och bjuder därför in till ett stort jubileum den 13–14 september för att fira.

På jubileet ger företagsledare och forskare sin syn på läget för gruv- och metallurgibranscherna idag och framtidens behov av innovationer och kompetensförsörjning. Det hela avslutas med en jubileumsmiddag på kvällen den 14 september.

Läs mer på www.ltu.se

Geologins Dag året runt Nu kan du arrangera när som helst



Läs mer på www.geologinsdag.nu/arrangor. Geologins Dag är den 14 september.

I samarbete med:

Boliden Mineral AB • FAB – föreningen för Aktiva i Borrbranschen • Georange • Geotec
Geosektionen inom Naturvetarna • LKAB • Stockholms universitet • Svensk Kärnbränslehantering AB
Sveriges Bergmaterialindustri • Uppsala universitet

Minnesord

Christer Persson



Förste statsgeologen, docent Christer Persson, gick bort efter en tids sjukdom vid 81 års ålder den 3 februari 2019, närmast sörjd av maken Ulla, sonen Mats och sonen Ola med familj.

EFTER STUDIER i geologiämnena vid Stockholms högskola / universitet avlade Christer 1970 doktors-examen i kvartärgeologi. Ämnet för avhandlingen var tefrokronologiska studier i några svenska och färöiska torvmarker.

Tefrokronologi är en metod att använda lager av vulkanisk aska, tefra, för korrelering och datering av stratigrafier. Tefran kan ofta hänföras till historiskt kända vulkanutbrott eller dateras med radiometrisk metod. Metoden utarbetades på Island av Sigurður Þórarinnsson när han studerade vid dåvarande Stockholms högskola. Under en av honom ledd exkursion på Island 1962 dis-

kuterades möjligheten att hitta tefra och tillämpa metoden i svenska torvlagerföljder med Christers handledare, dåvarande laborator Carl-Gösta Wenner.

Christer satte igång med detta arbete, inte bara i svenska utan även i isländska, färöiska och norska myrar. Där kunde han identifiera ett flertal asklager, främst från de isländska vulkanerna Hekla och Askja. En del av dessa studier blev ämnet för hans doktorsavhandling. Han blev därmed pionjär inom svensk tefrokronologi, ett ämne som efter honom fortlevt och utvecklats vid Stockholms universitet.

Under studietiden fick Christer tidigt en inblick i kvartärgeologins

praktiska tillämpningar då han fick medverka som assistent vid sin handledares konsultverksamhet. Den erfarenheten blev till nytta då han 1965 fick anställning vid Sveriges geologiska undersökning (SGU).

Christers viktigaste uppgift där var jordartskartering i östra Mellan-sverige (Östergötland, Sörmland och Uppland). Han svarade för jordartskarteringen på många kartblad i serien Ae i skala 1:50 000.

Dessa kartor utgör ett väsentligt underlag vid många praktiska arbeten, men Christer hade även blick för den vetenskapliga aspekten. Därom vittnar en lång rad publikationer i SGU:s serie C och i Geologiska Föreningens

Motstående sida till vänster: Christer kör båten under jordartskartering i Stockholms norra skärgård 1995. Foto: D. Fredriksson.

Motstående sida till höger: Christer provtar en myr på Flatruet i Härjedalen 1964. Foto: J. Lundqvist.

Nedan till vänster: Christer rensar strömming vid fälthärbete på Svartlöga. Familjens båt Stor-Stina i bakgrunden. Foto: T. Lundqvist 1960.

Nedan till höger: Christer på rekognosering vid Rödlöga 1995. Foto: D. Fredriksson.

i Stockholm Förhandlingar (GFF) rörande såväl kartteknik som t.ex. inlandsisens avsmältning och landhöjningen, ämnen som har stort intresse vid dagens diskussion om klimat- och miljöproblem. Andra arbeten berörde utbredningen av kambrisk sandsten i trakten av sjön Glan och elektromagnetisk mätning för bedömning av jorddjup och jordarter.

Christer var en varm vän av naturen. Ett favoritområde var Stockholms skärgård, där han under sina tidiga studieår vid Stockholms Högskola under somrarna 1959 och 1960 deltog i berggrundskartering på Svartlöga tillsammans med en av oss (T.L.). Familjens båt Stor-Stina fungerade då som fälthärbete. Tack vare sin skicklighet att navigera båten kunde Christer klara många

transporter till kringliggande öar över de förrädiska grundvattnen runt Svartlöga.

Senare arbetade Christer tillsammans med Gunnar Bergh och Dag Fredriksson för SGU i skärgården. Att då få bistå Christer vid jordartskarteringen var en stor ynnest, inte bara på ett yrkesmässigt utan även på ett personligt plan.

Christer arbetade alltid imponerande snabbt och noggrant, vilket resulterade i att det idag finns jordartskartor i serie Ae över hela Stockholms skärgård med omland från norr till söder utgående från Christers hand. Det är få öar och skär i Stockholms skärgård som inte under fälthärbetet trampats av Christers stövlar. Och det torde knappast finnas någon som besökt och sett fler av skärgårdens alla öar och skär än Christer.

Christers långa erfarenhet ända från sin ungdom av båtar, hav och skärgård kom också till stor nytta vid fälthärbetet, som nästan alltid flöt på problemfritt och utan malörer. Dock minns jag (D.F.) ett tillfälle då SGU:s gummibåt tappade luften och vi höll på att sjunka utanför Norrtälje, och vid ett annat tillfälle fick vi motorstopp en höstdag på en öde fjärd med en verktygsuppsättning bestående av en skruvmejsel, en skiftnyckel

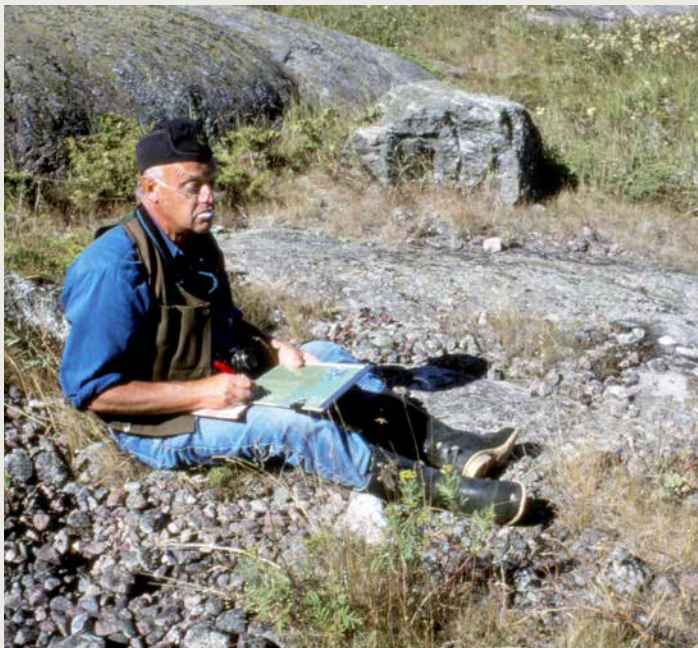
och våra moraknivar. Detta visade sig bara resultera i ett gott skratt och ett varmt leende från Christers sida, säker som han var på att vi skulle reda upp läget.

Christer kunde också när andan föll på dela med sig av skärgårdens historia, ofta i form av anekdoter från öarna som vi arbetade på. Hans kunskaper hade genom åren blivit omfattande även på detta område. Mindre bekant är att han även hade betydande insikter i botanik som han också gärna delade med sig av till den som frågade.

Även fjällvärlden var ett favoritområde, där han stortrivdes i sitt fritidshus i Ljungdalen med nära anslutning till fjällen och deras natur.

Christer var förutom en framstående geolog också mycket omtyckt av geologkollegerna. Han tillhörde den sortens människor som på ett lågmälat men initierat sätt delar med sig av sina kunskaper. Vi som var hans vänner och kolleger under många år känner idag en stor tomhet och sorg, men samtidigt minns vi med glädje de många år vi fått förmånen att dela med honom både yrkesmässigt och privat.

För vänner och kolleger,
Jan Lundqvist, Dag Fredriksson och
Thomas Lundqvist



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

Geologiska Föreningen tackar sina sponsorer för 2019

Platinasponsorer



UPPSALA
UNIVERSITET



Stockholms
universitet

Institutionen för geologiska vetenskaper
Institutionen för naturgeografi

LULEÅ
TEKNISKA
UNIVERSITET

Guld sponsorer

NEW **BOLIDEN**



LUNDS
UNIVERSITET

LKAB



GÖTEBORGS UNIVERSITET



Den medeltida borgen
Kastelholms slott på
Åland är till största
delen byggd av den
lokala Rapakivigraniten.